

ORTAÖĞRETİM

KİMYA

11. Sınıf

Ders Kitabı

Yazarlar

Kenan KOLTAŞ
Korkut BULUT
Levent GÜZEL
Onursal DEMİRBAŞ



DEVLET KİTAPLARI

Kitabın Basıldığı Matbaa Adı,
2026

Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları No : 10723
Ders Kitapları Dizisi No : 2473

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

Editör

Prof. Dr. Sibel TUNÇ

Dil Uzmanı

Yusuf Gökhan DURSUN

Görsel Tasarımcı

Sema KARACA

Seval AKSEL

Çoklu Ortam Tasarımcısı

Ayşe ÜNVER

Program Geliştirme Uzmanı

Dr. Canan KIRMALI

Dr. Reha ATAŞ

Mehmet ERSOY

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

Ahmet ŞENGÜL

Rehberlik Uzmanı

Egemen ŞENYURT

Baskı

Baskı Matbaanın Adı ve

Ticaret Ünvanı

Tel: (0000) 000 00 00

ISBN 978-975-11-9925-6

Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 18.05.2026 tarih ve 160526409 sayılı yazısı ile eğitim aracı olarak kabul edilmiştir. Kurulca bu kitabın kabul edilmiş olması ders kitabından yayınevi ve yazarın/yazarların sorumluluğunu kaldırmaz.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerâhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

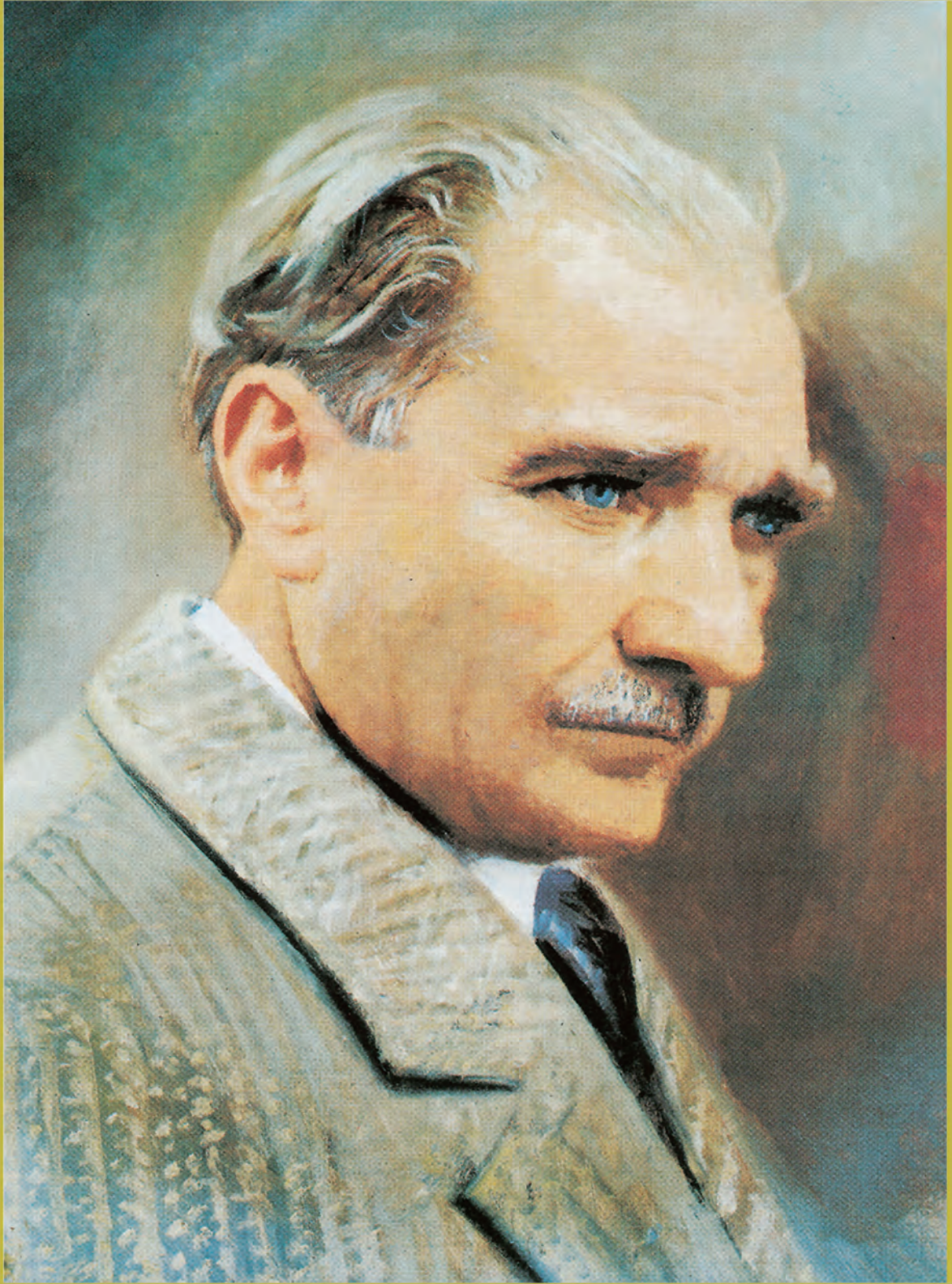
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namûsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

Kitabın Tanıtımı	9
Temel Uyarılar ve Güvenlik İşaretleri	11

1. Tema ETKİLEŞİM

12



1.1. Enerji	15
1.1.1. Tepkimelerde Meydana Gelen Enerji Değişimi	15
1.1.2. Maddelerin Enerji Kaynağı Olma Potansiyeli	23
1.1.3. Bağ Enerjileriyle Tepkime Entalpisinin Hesaplanması	28
1.1.4. Standart Oluşum Entalpisi	38
Standart Tepkime Entalpisi	43
1.2. Kimyasal Tepkimelerde Hız	48
1.2.1. Kimyasal Tepkimelerin Gerçekleşmesi İçin Gerekli Şartlar	48
Çarpışma Teorisi	54
Aktivasyon Enerjisi	55
1.2.2. Tepken ve Ürün Derişimleri Ortalama Tepkime Hızlarının Hesaplanması	60
Ortalama Tepkime Hızı	64
1.2.3. Tepkime Hızına Etki Eden Faktörler	70
Tepkime Hızına Madde Cinsinin Etkisi	72
Tepkime Hızına Maddenin Fiziksel Hâlinin Etkisi	74
Tepkime Hızına Derişimin Etkisi	76
Tepkime Hızına Sıcaklığın Etkisi	79
Tepkime Hızına Katalizörün Etkisi	82
Tepkime Hızına Temas Yüzeyinin Etkisi	85
1.2.4. Kimyasal Tepkimelerin Hız Denklemi	89
Çok Basamaklı Tepkimeler	96
1. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları	100

2. Tema ÇEŞİTLİLİK

118



2.1. Denge	121
2.1.1. Tersinir Tepkimelerin Özellikleri	121
2.1.2. Fiziksel ve Kimyasal Değişimlerde Denge	130
Dengeye Gelme Sürecinde İleri ve Geri Tepkime Hızları	135
2.1.3. Denge Sabiti İfadesinin Yazılması	139
2.1.4. Tepkime Oranı	149
2.1.5. Dengeyi Etkileyen Faktörler	157
Le Chatelier İlkesi	164
Derişimin Dengeye Etkisi	164
Hacmin Dengeye Etkisi	168
Basıncın Dengeye Etkisi	171
Sıcaklığın Dengeye Etkisi	174
Katalizörün Dengeye Etkisi	177

2.2. Asit ve Baz Çözeltilerinde Denge	179
2.2.1. Saf Suyun Otoiyonizasyonu	179
2.2.2. Asit-Baz Teorilerinin Karşılaştırılması	184
Ametal Oksitlerin Asidik Özelliği	192
2.2.3. Asitlerin ve Bazların Kuvveti	195
2.2.4. Kuvvetli Asit-Zayıf Asit ve Kuvvetli Baz-Zayıf Baz	
Sulu Çözeltilerindeki pH Hesaplamaları	207
2.2.5. Kuvvetli Asit ve Kuvvetli Bazların Nötralleşme Tepkimeleri	219
2.2.6. Kuvvetli Asit-Kuvvetli Baz Titrasyonları	233
Kuvvetli Asit-Kuvvetli Baz Titrasyon Eğrisi	236
2.2.7. Asidik ve Bazik Ürünlerin Seçiminde Dikkat Edilmesi Gerekenler	239
Mide Sağlığı İçin Uygun Ürünlerin Seçimi	242
Ağız ve Diş Sağlığı İçin Uygun Ürünlerin Seçimi	242
Cilt Sağlığı İçin Uygun Ürünlerin Seçimi	243
2.3. Çözünürlük Dengesi	246
2.3.1. Suda Az Çözünen Tuzların Molar Çözünürlükleri	246
2.3.2. Suda Az Çözünen Tuzların Çözünürlüğüne Etki Eden Faktörler	253
Sıcaklığın Etkisi	256
Ortak İyon Etkisi	257
2. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları	262

3. Tema SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

282



3.1. Nanoteknoloji ve Sürdürülebilirlik	285
3.1.1. Yeşil Hidrojen Enerjisi	285
Evsel Atıklardan Fermantasyonla Hidrojen Gazı Üretiminde	
Hidrojen Gazı Miktarına Etki Eden Faktörler	291
3.1.2. Nanoteknolojik Ürünlerin Potansiyel Faydaları ve Olası Zararları	296
3.1.3. Mikroplastik ve Nanoplastikler	304
Mikroplastik ve Nanoplastiklerin Oluşumu	307
Mikroplastik ve Nanoplastiklerin Etkileri	307
3. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları	312
Deney Raporu	326
Sözlük	327
Kaynakça	331
Cevap Anahtarı Karekodu	331
Görsel, Genel Ağ ve E-İçerik Kaynakçası Karekodu	331
Türkiye'nin Mülki İdare Bölümleri ile Kara ve Deniz Komşuları Haritası	332
Türk Dünyası Haritası	333

Kitabın Tanıtımı

Kitap üç temadan oluşmaktadır. Her tema başında tema kapak sayfası yer almaktadır.

Tema kapaklarında tema adı, tema içerik çerçevesi, öğrenilecek anahtar kavramlar, öğrenme çıktıları, tema sürecinde öğrenciden yapması beklenen görev ya da sorumluluklar hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca tema ile ilgili olarak hazırlanan sunum ve diğer e-içeriklere ulaşmak amacıyla kitaba karekodlar yerleştirilmiştir.

Semboller ve Kısaltmalar

- Sonraki sayfada devam eden çalışma
- Bireysel Etkinlik
- Grup Etkinliği

Tema numarası

Tema adı

Tema konu başlıkları

Temaya ait anahtar kavramlar

Temanın dijital nüshasına yönlendirilen karekod

Temanın sunusuna yönlendirilen karekod

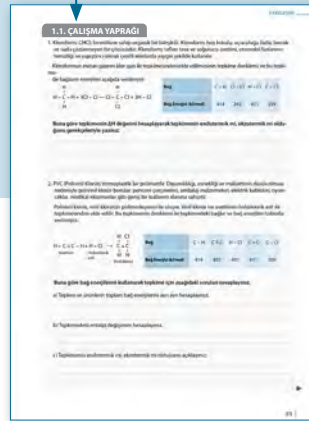
Temada öğrencilerden beklenenler

"Başlarken", öğrencinin önceki öğrenmeleri ile tema arasında köprü kuran alandır.

"Neler Öğrendim?", öğrenilen bilgilerin temanın sonunda özetlendiği, öğrenme eksiklerinin giderildiği ve bilgilerin kalıcılığını artırma-ya yönelik olarak hazırlanmış bölümdür.



"Çalışma Yapağı", öğrencinin edindiği bilgileri pekiştirmesine yönelik olarak hazırlanmış bölümdür.



"Kontrol Noktası", öğrenme çıktısı sonunda öğrencinin edindiği bilgileri pekiştirmesine yönelik olarak hazırlanmış bölümdür.



"Neler Hatırlıyorum?", önceki öğrenme deneyimlerinden edinilen konu ve kavramların değerlendirildiği, yeni bilgilerin öğrenilebilmesi için gerekli olan ön bilgilerin incelen-diği ve öğrenme sürecindeki ilgi ve ihtiyaçların belirlendiği bölümdür.

Neler Hatırlıyorum?

Öğrenilen konuların ve kavramların değerlendirildiği, yeni bilgilerin öğrenilebilmesi için gerekli olan ön bilgilerin incelen-diği ve öğrenme sürecindeki ilgi ve ihtiyaçların belirlendiği bölümdür.

Konuyla Başlarken

Öğrenilen konuların ve kavramların değerlendirildiği, yeni bilgilerin öğrenilebilmesi için gerekli olan ön bilgilerin incelen-diği ve öğrenme sürecindeki ilgi ve ihtiyaçların belirlendiği bölümdür.

"Konuyla Başlarken", öğrenilecek yeni bilgiler ile geçmişten gelen bilgiler arasında köprü oluşturan ve yeni edinilecek bilgiler ile günlük hayat arasında bağlantı kurmayı sağlayan bölümdür.

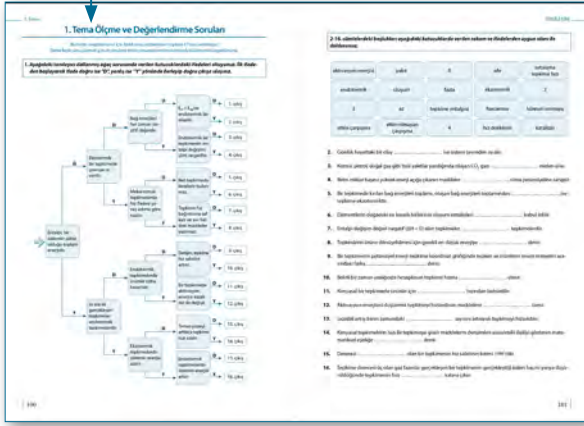
Temel uyarı ve güvenlik işaretleri ise deney içeren etkinliklerde deney öncesinde ve sırasında alınması gereken önlemleri belirtmektedir.

Bireysel etkinlik, grup etkinliği veya deney içeren bir etkinlik olduğunu göstermektedir.

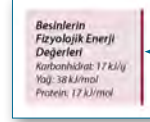
Etkinliğin devam ettiğini gösteren ikon

"Etkinlik" öğrenme çıktılarının ve süreç bileşenlerinin gerçekleştirilmesine yönelik tasarlanan, öğrencilerin etkin katılımını esas alan bölümdür.

"Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları", farklı ölçme değerlendirme tekniklerine yer verilerek temadaki öğrenme çıktılarını ve süreç bileşenlerini ölçmeyi amaçlayan bölümdür.



Kitap genelinde kullanılan karekodları akıllı cihazlarla okutarak ya da kitabın dijital nüshalarında karekod üzerine tıklayarak e-içeriklere ulaşabilirsiniz.



Öğrenme sürecini desteklemek amacıyla, konu ile ilgili önemli bilgiler, tanımlar veya ipuçlarının yer aldığı bölümdür.

"Yansıtma Notu", öğrencilerin öğrenme sürecinde edindikleri deneyim ve düşünceleri değerlendirmeleri, eksiklerini fark etmeleri ve kendilerini geliştirmeleri amacıyla hazırlanan düşünce ve geri bildirim bölümüdür.



"Temel Uyarılar ve Güvenlik İşaretleri", deney ve uygulama sırasında alınması gereken önlemleri gösteren semboller ve uyarılardır. Öğrencilerin güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak için rehberlik eder.



"Deney Raporu"; deney sürecinde yapılan gözlemler, kullanılan malzemeler, izlenen yöntemler ve elde edilen sonuçların sistemli bir şekilde kaydedildiği belgedir.

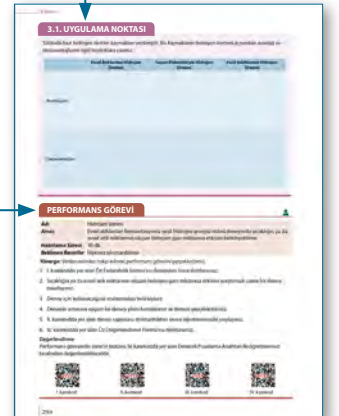


Yeni edinilecek bilgilerle günlük yaşam arasında ilişki kuran ve konuya dikkat çekmeyi amaçlayan yazı alanıdır.



"Kimya ve Yaşam" da, kimyanın günlük yaşamımızdaki yerini ve önemi ele alınır. Kimyasal maddelerin hayatımızdaki etkileri, çevre ve sağlıkla ilişkisi üzerinde durularak kimyanın yaşamı nasıl şekillendirdiği açıklanır.

"Uygulama Noktası", öğrencilerin öğrendikleri bilgileri pekiştirmeleri ve becerilerini geliştirmeleri amacıyla hazırlanan uygulamalı bölümdür.



"Performans Görevi", öğrencilerin tema kapsamında edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak gerçek yaşamla ilişkilendirmelerini ve öğrendiklerini uygulamalı olarak ortaya koymalarını amaçlayan bölümdür.



Temel Uyarılar ve Güvenlik İşaretleri

ELDİVEN GİY



Yapılacak işlemlerde çok sıcak bir yüzeyin veya ısıtıcının olduğunu gösterir. Elin yanmaması için ısıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.

YANICI MADDE



Yanıcı ve parlayıcıdır. Isıtıldığında yangına neden olabilir. Ateş, kıvılcım ve ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır.

GÖZLÜK KULLAN



Deneye başlamadan önce gözlük kullanılması gerektiğini belirtir. Gözlük kullanmadan çalışmak göz sağlığına zarar verir.

ÇEVREYE ZARARLI (EKOTOKSİK) MADDE



Doğaya atıldıklarında uzun süre bozunmadan kalabilen, toprak, su ve hava kirliliği oluşturan maddelerdir. Bu maddeler çöpe atılmamalı veya lavaboya dökülmemelidir.

KORUYUCU ELBİSE GİY



Laboratuvar deneylerinde kullanılan malzemelerin sıçraması sonucu elbiselerin aşınmasını önlemek için önlük veya tulum kullanılmasının uygun olduğunu gösterir.

KOROZİF (AŞINDIRICI) MADDE



Canlı dokular ile kumaş, metal gibi yüzeylere temas ettiğinde bu yüzeyleri aşındırabilen maddelerdir. Göz ve deriye hasar verdikleri için korunma amaçlı önlemler alınmalıdır.

MASKE KULLAN



Yapılacak işlemlerde kimyasal tepkimeler sonucu gazlar oluşabileceğinden maske kullanılması gerektiğini belirtir.

TOKSİK (ZEHİRLİ) MADDE



Ağız, deri ve solunum yolu ile zehirlenmelere neden olur. Kanserojen etki yapabilir. Teması, solunması, yutulması veya içilmesi hâlinde kesinlikle tıbbi yardım alınmalıdır.

KESİCİ/DELİCİ CİSİM UYARISI



Yapılacak işlemlerde kesici/delici gereçlerin kullanıldığını ve işlemler sırasında yaralanmaların olabileceğini belirtir.

RADYOAKTİF MADDE



Yaydığı radyasyon ile canlı hücrelerde tahribata sebep olan maddelerdir. Dokulara kalıcı hasar vererek kanserojen etki yapar. Bu işaretin bulunduğu yerlerden uzak durulmalıdır.

SICAK CİSİM UYARISI



Yapılacak işlemlerde bir ısıtıcı ya da sıcak bir yüzeyin olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için dikkatli olunmalıdır.

OKSİTLEYİCİ (YAKICI) MADDE



Yanıcı maddelerin yanmasına (oksidlenmesine) sebep olan maddelerdir. Yakıcı maddeler ile yanıcı maddeler yan yana bulundurulmamalıdır.

KIRILABİLİR CAM UYARISI



Cam malzemelerin kırılabileceğini gösterir. Cam malzemelerin aşırı ısıtılma ve ani sıcaklık değişimlerine maruz kalmaması sağlanmalıdır.

PATLAYICI MADDE



Kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır. Uygun mesafede durulmalı ve koruyucu giysi giyilmelidir.

ELEKTRİK UYARISI



Yapılacak işlemlerde elektriği şehir hattından kullanmak gerektiğini, güç kaynağı kullanırken iletken kısımlara dokunmanın tehlikeli olacağını belirtir.

TAHRİŞ EDİCİ MADDE



Alerjik deri reaksiyonlarına neden olabilir. Göz ve vücuda temasından kaçınılmalıdır. Kapalı ortamda buharları solunmamalı ve çalışırken koruyucu giysi giyilmelidir.

1. TEMA

ETKİLEŞİM

1.1. Enerji

1.2. Kimyasal Tepkimelerde Hız

► Bu temada öğrenilecek kavramlar

- aktivasyon enerjisi
- hız sabiti
- bağ enerjisi
- katalizör
- çarpışma teorisi
- ortalama tepkime hızı
- endotermik tepkime
- standart oluşum entalpisi
- ekzotermik tepkime
- tepkime derecesi
- enerji
- tepkime entalpisi
- entalpi
- tepkime hızı

► Bu temada sizlerden

- fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin deney yapabilmemiz,
- maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilmemiz,
- bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilmemiz,
- kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilmemiz,
- kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamak için kanıt kullanabilmemiz,
- tepkime hızının zamanla değişimini bilimsel veriye dayalı tahmin edebilmemiz,
- tepkime hızına etki eden faktörleri bilimsel sorgulayabilmemiz,
- kimyasal tepkimelerin hız denklemini bilimsel veriye dayalı tahmin edebilmemiz **beklenmektedir.**



Tema Karekodu



Tema tanıtımına ulaşmak için karekodu kullanınız.

► Başlarken

Alper Gezeravcı, Türkiye'nin uzaya giden ilk astronotu olarak tarihe geçti. Türk Hava Kuvvetlerinde savaş pilotu olarak görev yapan Gezeravcı, Türkiye Uzay Ajansının yaptığı proje kapsamında 19 Ocak 2024 tarihinde uzaya gönderildi. Alper Gezeravcı'nın da bulunduğu uzay aracı, bir roket tarafından hareket ettirildi. Roket, yakıtın hızlı yanması sonucunda oluşan gazların roketin arkasından çıkmasıyla ileri doğru itme kuvveti üretir. İtme kuvveti, roketin Dünya'nın yörüngesini aşarak uzaya doğru ilerlemesini sağlar. Uzay aracı, roketin itki gücü sayesinde yörüngeye yerleşir ve astronotları uzaya ulaştırır. Bu sayede uzay aracı yaklaşık 36 saat süren yolculuğun ardından Uluslararası Uzay İstasyonuna (ISS) ulaştı. Bu tarihî görev, Türkiye'nin uzay araştırmaları ve bilimsel projeleri açısından büyük bir adım olarak kabul edilmektedir.

► Tema sürecinde sizlerden

- etkinlikleri yapmanız,
- karekodlardaki e-içerikleri tamamlamanız,
- deney raporlarını, çalışma yapraklarını, formları doldurmanız,
- temaya ilişkin performans görevini yerine getirmeniz,
- konuya başlarken, uygulama noktası, kontrol noktası, tema sonu ölçme ve değerlendirme sorularını cevaplamanız **beklenmektedir**.

NELER HATIRLIYORUM?

Yönerge

1. Etkileşim temasındaki enerji ve kimyasal tepkimelerde hız konularında kullanmak üzere önceki öğrenme-öğretme süreçlerinde edinilen bilgiler ve becerileri ne kadar hatırladığınızı gözden geçirmek için formu doldurunuz.
2. Formda verilen kavramlarla ilgili bilgileri okuyunuz. Hatırladığınız bilgilerin yanındaki kutucuğa ✓ işareti koyunuz.

Hatırlıyorum

Tepkimelerde Isı Değişimi

- Isı değişimi kimyasal değişimlerin gözlemlenebilir göstergesidir. ☐
- Isı açığa çıkan kimyasal tepkimeler gerçekleştiğinde ortamın sıcaklığı artar. ☐
- Isılan kimyasal tepkimeler gerçekleştiğinde ortam soğur. ☐
- Kimyasal tepkimelerde enerji değişimi, sıcaklık değişimi ya da ışık oluşumu ile gözlemlenebilir. ☐

Kovalent Bağ

- Bağ yapan ametal atomlarının çekirdekleri ile ortak kullanılan elektronlar arasında elektrostatik çekim kuvveti vardır. ☐
- Kovalent bağ elektron ortaklaşması ile oluşur. ☐
- Kovalent bağ genellikle ametal atomları arasında oluşur. ☐
- Elektronegatiflikleri farklı olan, ametal atomları arasında oluşan kovalent bağ polar kovalent bağdır. ☐
- Aynı ametal atomları arasında oluşan kovalent bağ apolar kovalent bağdır. ☐

Gazların Kinetik Moleküler Teorisi

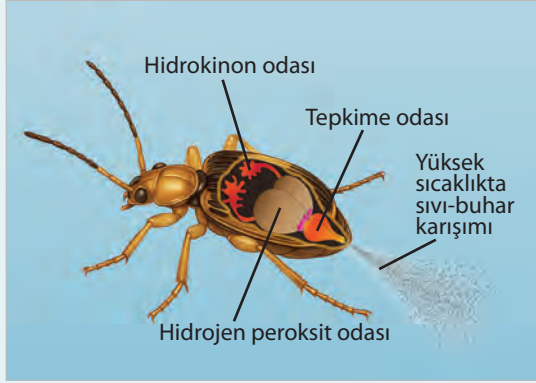
- Gaz tanecikleri gelişigüzel hareket eder. ☐
- Sıcaklığı artırılan bir gazın kinetik enerjisi artar. ☐
- Sabit hacim ve sıcaklıkta miktarı artırılan bir gazın çarpma sayısının artmasından dolayı kaba yaptığı basınç artar. ☐
- Sabit basınç altında sıcaklığı artan bir gazın hacmi de artar. ☐
- Gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır. ☐

3. Forma göre tespit ettiğiniz bilgi eksiklerinizi tamamladıktan sonra tema konularına başlayınız.

1.1. ENERJİ

1.1.1. Tepkimelerde Meydana Gelen Enerji Değişimi

KONUYA BAŞLARKEN



Bombardıman böceği, küçük bir kara böceği türüdür ve etkileyici savunma mekanizmasıyla tanınır. Savunma sistemi, özel olarak tasarlanmış kimyasal bir tepkimeye dayanır. Böceğin karnındaki iki farklı odacıktan birinde hidrojen peroksit, diğerinde ise hidrokinon bulunur.

Tehlike anında bu kimyasallar tepkime odasında tepkimeye girer. Bu tepkime sonunda açığa çıkan ısıdan dolayı kaynama sıcaklığına ulaşan sıvı-buhar karışımını, kendisini tehdit eden canlıya doğru basınçla püskürtür. Bombardıman böceği yüksek sıcaklıktaki tahriş edici sıvı-buhar karışımını, avcılarını caydırmak için kullanır.

- Bombardıman böceğinin karnında gerçekleşen tepkimede açığa çıkan ısının kaynağı ne olabilir?
- Tepkimedeki ısı değişiminin nedenleri neler olabilir?
- Günlük yaşamda karşılaşılan fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimini mevcut bilgileriniz ile belirleyebilir misiniz?

1.1. ETKİNLİK



Adı Değişim ve Enerji

Amaç Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimini tespit edebilme

Süre 20 dk.

Yönerge : Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Görselleri verilen olaylarda gerçekleşen enerji değişimi hakkındaki düşüncelerinizi boşluklara yazınız. Düşüncelerinizi sınıf arkadaşlarınızla nezaket kurallarına dikkat ederek ve arkadaşlarınızın fikirlerini değerlendirerek tartışınız. Tartışmadan elde ettiğiniz sonuçları ilgili boşluklara yazınız.



a) Buzdolabından çıkarılan soğuk su şişesi üzerinde su damlacıklarının oluşumu

.....

.....

.....

b) Sınıf arkadaşlarınızla olaydaki ısı değişimi hakkında yaptığınız tartışmadan elde ettiğiniz sonuçlar

.....

.....

.....

.....



a) Kaynak işlemi sırasında ışıık oluşumu

.....

.....

.....

b) Sınıf arkadaşlarınızla olaydaki ısı değişimi hakkında yaptığınız tartışmadan elde ettiğiniz sonuçlar

.....

.....

.....



a) Spor yaparken vücut sıcaklığının artması

.....

.....

.....

b) Sınıf arkadaşlarınızla olaydaki ısı değişimi hakkında yaptığınız tartışmadan elde ettiğiniz sonuçlar

.....

.....

.....

2. Çevrenizde gözlemlediğiniz fiziksel ya da kimyasal örnek iki olayı, aşağıdaki ilgili boşluğa yazınız. Bu olaylardaki enerji değişimini açıklayınız.

Örnek fiziksel olay

.....

.....

Örnek kimyasal olay

.....

.....

3. Verdiğiniz örnek olayları göz önüne alarak fiziksel ve kimyasal olaylarda tespit ettiğiniz benzerlikleri ve farklılıkları yazınız.

.....

.....

.....

4. Fiziksel ve kimyasal olaylardaki ısı değişimleriyle ilgili tespit ettiğiniz benzerlikleri ve farklılıkları sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

Değerlendirme

1. Mevcut bilgileriniz doğrultusunda, günlük yaşamınızda gerçekleşen olaylardaki ısı değişimini açıklama ölçütleriniz nelerdir?

.....

.....

.....

2. Etkinlikte verilen olaylar hakkında düşüncenizi değiştiren farklı bakış açıları olup olmadığını, olduysa bu bakış açılarının düşüncenizi neden değiştirdiğini yazınız.

.....

.....

.....

Günlük yaşamın her anında fiziksel ve kimyasal olaylarla etkileşim hâlinde bulunulur. Fiziksel ve kimyasal olaylar enerji değişimiyle gerçekleşir. Dolayısıyla enerji değişiminin gözlemlenebilir veya hissedilebilir yönleri, yaşamı etkileyen bir faktördür. Güneş ışığı alan bir odada hissedilebilir bir enerji değişimi meydana gelir. Güneş ışığı, nesnelerin yüzeyine çarptığında nesnelerde ısınma veya renk değişimi gibi belirgin etkiler gözlemlenebilir. Kimyasal tepkimeler sırasında meydana gelen enerji değişimleri de benzer etkilere neden olur. Örneğin yanma olayında kimyasal enerjinin ısı enerjisine dönüşmesiyle yiyeceklerin pişmesi sağlanır. Ayrıca pilin bir cihazı çalıştırması veya bir aracın yakıtının yanması gibi günlük aktivitelerde de enerji değişimi gerçekleşir. Bu tür olaylar yaşamın her anında meydana gelir.

1.2. ETKİNLİK



Adı	Isı Değişimleri
Amaç	Fiziksel ve kimyasal olayları endotermik ve ekzotermik değişimler olarak belirleyebilme
Süre	35 + 35 + 35 dk.
Malzeme	cam kalem, 2 adet 200 mL'lik beherglas, 2 adet spatül, 2 adet termometre, dereceli silindir, cam baget, elektronik terazi, sodyum hidroksit (NaOH) katısı, amonyum klorür (NH ₄ Cl) katısı, su
Bu etkinlik Akran Değerlendirme Formu ile öğrenci tarafından, Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğrenci ve öğretmen tarafından değerlendirilecektir. Akran Değerlendirme Formu ve Dereceli Puanlama Anahtarı'na etkinlik sonunda bulunan karekodlarla ulaşılabilir.	

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

- Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik çalışma grubunuzu oluşturunuz.
- Çalışma grubunuzla birlikte verilen malzemeleri kullanarak fiziksel ve kimyasal olaylarda enerji değişimini gözlemleyebileceğiniz bir deney düzeneği tasarlayarak deneyi gerçekleştiriniz. Tasarladığınız deneyin işlem basamaklarını yazınız.
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
- İşlem basamaklarından yola çıkarak zamanı etkili bir şekilde yönetmek için grup arkadaşlarınızla iş bölümü yapınız.
- Tasarladığınız deneyi, gerekli güvenlik önlemlerini aldıktan sonra grup arkadaşlarınızla iş birliği içerisinde gerçekleştiriniz. Grup içerisinde verilen görevleri yerine getiriniz.
- Bütün aşamalarda gerçekleştirdiğiniz gözlemlerinizi not ediniz.
.....
.....
.....
- Deneydeki fiziksel ve kimyasal değişimleri endotermik (ısı alan) ve ekzotermik (ısı veren) değişim olarak belirleyiniz.
.....
.....
.....
- Kitabın sonunda örnek olarak verilen "Deney Raporu"nun bir kopyasını doldurunuz.

8. Deneyden elde ettiğiniz sonuçlara göre görselleri verilen olaylardaki enerji değişimlerini ilgili boşluklara yazınız.

Fotosentez



.....

.....

.....

Suyun buharlaşması



.....

.....

.....

Buz kristalinin oluşumu



.....

.....

.....

Yumurtanın pişmesi



.....

.....

.....

Buzun erimesi



.....

.....

.....

Odunun yanması



.....

.....

.....

9. Grup çalışması ve etkinlik sürecinde hangi bilgileri nasıl öğrendiğinizi, hangi duyguları yaşadığınızı ve istenmeyen durumlara nasıl tepkiler verdiğinizi sınıf içinde tartışınız.

Değerlendirme

1. Deney sonuçlarına göre fiziksel ve kimyasal değişimleri endotermik ve ekzotermik olarak belirleme ölçütünüz nedir?

.....

.....

.....

2. Grup çalışması hakkında iş birliği yapmanın, planlı çalışmanın ve zamanı etkili bir şekilde yönetmenin yararlarını açıklayınız.

.....

.....

.....

Akran Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



Dereceli Puanlama Anahtarı'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



Var olan tüm madde, enerji, uzay ve zamanı kapsayan geniş yapıya **evren** denir. Evrenin incelenmek üzere seçilen bölümüne **sistem** adı verilir. Sistem dışında kalan ve sistemle etkileşen evren parçasına **çevre (ortam)** adı verilir.

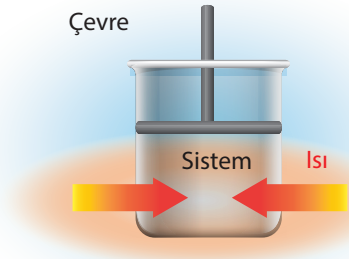
Isı alışverişi sistem ile çevre arasında gerçekleşir. Örneğin odada bulunan bir kap-taki su, ısı alarak zamanla buharlaşır. Bu olay sırasında su, ısıyı çevreden alır. Olay-da, suyun buharlaşması sistemi, ısıyı aldığı oda ise çevreyi oluşturur (Görsel 1.1).

Enerji, fiziksel sistemlerde iş yapma yeteneğini ifade eden bir kavramdır. Ayrıca nesnelerin konumları, hareketleri veya iç yapılarındaki değişikliklerle ilişkilendi-rilen bir özelliktir. Enerji günlük yaşamın her anında farklı şekillerde kullanılırken maddenin aksine doğrudan gözlemlenemez ancak etkileri aracılığıyla bilinebilir. Bu etkileri anlamak ve öngörmek için sistemdeki enerji değişikliklerini belirle-mek gerekir.

Endotermik ve ekzotermik terimleri, fiziksel ve kimyasal bir değişimdeki ısı değişimiyle ilgili olarak kullanılır. Çevresinden ısı alarak gerçekleşen tepkimelere **endotermik tepkimeler**, çevresine ısı vererek gerçekleşen tepkimelere **ekzoter-mik tepkimeler** denir.

Endotermik Tepkimeler

Endotermik tepkimelerde sistem, çevreden enerji soğurur (Görsel 1.2). Tepkime sırasında sistem çevreden enerji aldığı için sistemin çevresinde soğuma olur. Örne-ğin avuç içinde buzun erimesi endotermik bir süreçtir. Erime esnasında buz, vücut sıcaklığındaki elden ısı alır. Bu nedenle elde soğuma gerçekleşir.

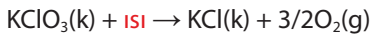


Görsel 1.2: Endotermik bir olayda ısı değişimi

Endotermik bir olayda

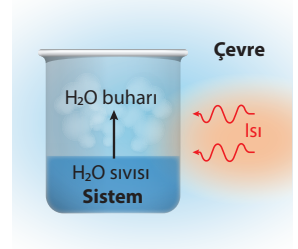
- sistem çevreden ısı alır,
- sistemin enerjisi artar,
- çevrenin enerjisi azalır.

Endotermik tepkimelerde ürünlerin enerjisi, tepkenlerin enerjisinden daha yüksektir. Tepkime gerçekleştiğinde sistemin enerjisi, tepken ve ürün enerji farkı kadar artar (Görsel 1.3). Sistem bu enerjiyi çevreden alır ve çevrenin enerjisinde azalma olur. Dolayısıyla endotermik tep-kime denklemlerinde ısı, tepkenler tarafına ya da ok üzerine yazılır. Örneğin potasyum kloratın (KClO_3) ısı etkisiyle potasyum klorür (KCl) ve oksijen gazına (O_2) parçalanması endotermik bir tepkimedir.



Endotermik gerçekleşen olaylara

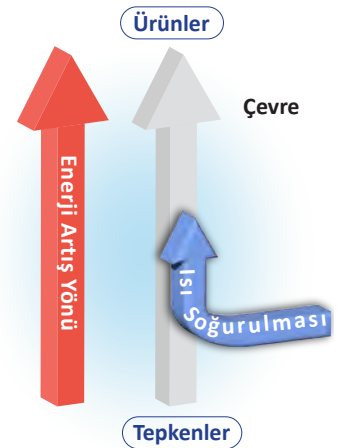
- bazı istinaların dışında bileşiklerin bileşenlerine ayrıştırılması,
- elektroliz,
- iyonlaşma enerjisi,
- fotosentez,
- erime, buharlaşma, süblimleşme gibi olaylar örnek verilebilir.



Görsel 1.1: Oda şartlarında bulunan suyun buharlaşması

Enerjinin Korunumu

Termodinamiğin birinci yasası, **enerjinin korunumu** yasasıdır. Bu yasaya göre enerji sadece bir formdan başka bir forma (örneğin hareket enerjisinden ısı enerjisine) dönüşür ve enerji yok olmaz. Bunun sonucu olarak da termodinamiğin birinci yasasına göre evrenin toplam enerji miktarı sabittir.



Görsel 1.3: Endotermik tepkimelerde enerji değişimi



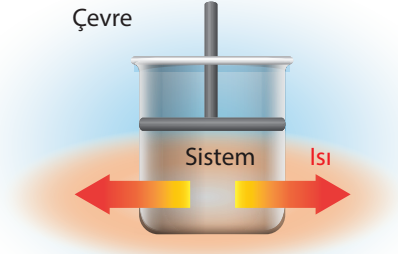
Gündelik yaşamdaki bazı olayların enerji değişimine ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.

Ekzotermik Tepkimeler

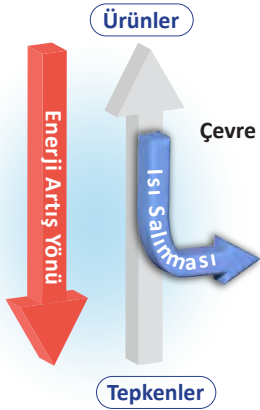
Ekzotermik tepkimelerde çevreye ısı enerjisi salınır (Görsel 1.4). Tepkime sırasında sistemin, çevresine enerji vermesi nedeniyle çevresi ısınır. Örneğin odunun yanması sırasında gerçekleşen tepkime ekzotermiktir.

Ekzotermik bir olayda

- sistem çevreye ısı verir,
- sistemin enerjisi azalır,
- çevrenin enerjisi artar.

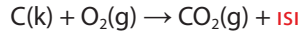


Görsel 1.4: Ekzotermik bir olayda ısı değişimi



Görsel 1.5: Ekzotermik tepkimelerde enerji değişimi

Ekzotermik tepkimelerde tepkenlerin enerjisi, ürünlerin enerjisinden daha yüksektir. Tepkime gerçekleştirildiğinde sistemin enerjisi, tepken ve ürün enerji farkı kadar azalır (Görsel 1.5). Bu enerji farkı çevreye ısı olarak salınır ve çevrenin enerjisi artar. Dolayısıyla ekzotermik tepkime denklemlerinde ısı, ürünler tarafına yazılır. Örneğin çevresine ısı vererek gerçekleşen karbonun yanması ekzotermik bir tepkimedir.



Ekzotermik gerçekleşen olaylara

- yanma tepkimeleri (N_2 gazının yanması hariç),
- nötralleşme tepkimeleri,
- bağ oluşumu,
- pil tepkimeleri,
- uyarılmış atomların temel hâle geçmesi,
- gazların suda çözünmesi,
- solunum,
- yoğunlaşma, donma, kırılgılaşma gibi olaylar örnek olarak verilebilir.

1.1. KİMYA VE YAŞAM



Buzlanma ile Mücadele

Kalsiyum klorür (CaCl_2), buz ve karın eritilmesinde etkili şekilde kullanılan kimyasal bir bileşiktir. Bu kullanım, kalsiyum klorürün kimyasal ve fiziksel özelliklerine dayanır. Kalsiyum klorür, suda çözüldüğünde ısı açığa çıkar ve açığa çıkan ısı, çevresindeki buzu eritir. Ayrıca kalsiyum klorür, suda çözüldüğünde iyonlarına ayrışır ve çözeltinin donma noktasını düşürür. Bu sayede kalsiyum klorür buzlanmayla mücadelede kullanılır.

- Kalsiyum klorürün suda çözünmesi sırasında sistemin enerjisinde nasıl bir değişim gerçekleşir? Açıklayınız.

1.1. KONTROL NOKTASI

Günlük hayatta karşılaşılan endotermik ve ekzotermik olaylarla ilgili soruları metinlerden yararlanarak cevaplayınız.

1. Tıbbi Soğutma Paketleri



Tıbbi soğutma paketleri ağrılar, böcek ısırıkları ve çürükler için tek kullanımlık olan soğutma paketleridir. Pakette amonyum klorür (NH_4Cl) ve su ayrı bölmelerde bulunur. Paket sıkıştırıldığında bölme-ler birleşir ve iki madde birbirine karışır. Amonyum klorür suda çözünür ve karışım hızla soğur. Bu sayede paket bir süre soğutma özelliği kazanır. Bu paketlerin soğutma işlevini açıklamak isteyen bir öğrenci aşağıdaki basamaklardan oluşan deneyi tasarlayıp gerçekleştiriyor.

- Beherglasa 100 mL su koyuyor ve suyun sıcaklığını 25°C olarak ölçüyor.
- 20 gram amonyum klorürün beherglastaki 100 mL suda çözünmesini sağlıyor.

- Çözünme sonrasında beherglastaki çözeltinin sıcaklığını 12°C olarak ölçüyor.

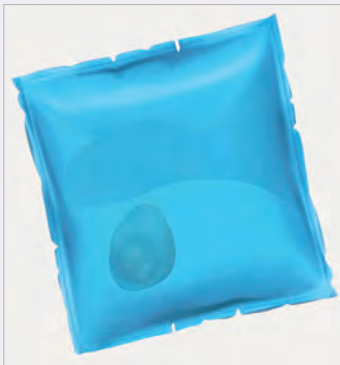
Öğrencinin yaptığı deney sonuçlarına göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Amonyum klorürün suda çözünmesi endotermik mi, ekzotermik midir?

b) Sistem ve çevredeki enerji değişimini açıklayan gözlemler neler olabilir?

c) Soğutma paketlerinin soğutma işlevi, deney sonuçlarına göre nasıl açıklanır?

2. Jel Bazlı Cep Sobaları



Jel bazlı cep sobaları, sodyum asetatın (CH_3COONa) kristalleşmesi sırasında açığa çıkan enerjiyi kullanır. Metal diske tıklama sesi gelene kadar basınç uygulandığında sıvı hâlde bulunan sodyum asetat çözeltisi $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}(\text{suda}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}(\text{k}) + \text{ısı}$ denklemine göre kristalleşmeye başlar. Kristalizasyon süreci boyunca, sistem sıcaklığını $50-55^\circ\text{C}$ aralığında sabit tutacak bir ısı açığa çıkar. Jel, sıcak su içinde eritilerek tekrar sıvı hâlde getirilir ve yeniden kullanılabilir.

a) Sistem ve çevre arasında ısının akış yönünü belirtiniz.

b) Jel bazlı cep sobalarının tekrar kullanılabilir hâlde getirilmesi olayının endotermik mi, ekzotermik mi olduğunu açıklayınız?

3. Fotoselli Bataryalar



Fotoselli bataryalar el yıkama gibi hijyenik uygulamalarda kullanılan, su akışını otomatik başlatıp durduran sistemlerdir. Bu sistemlerde fotosel sensörler kullanılır. Fotosel sensörlerin çalışması genellikle fotoelektrik etki ile gerçekleşir. Fotoelektrik etkide ışık fotonları, fotoselin metal yüzeyinde yer alan atomların elektronlarına enerji verir. Yeterince enerji alan elektronlar, bağlı oldukları atomlardan kopar ve bir elektrik akımı oluşturur. Oluşan elektrik akımı su akışını kontrol eden vananın açılmasını sağlar. Fotoselli bataryalar bu otomasyon süreci sayesinde hem hijyen hem de su tasarrufu sağlar.

a) Fotosel sensörün çalışmasında atomdan elektronların kopması olayı endotermik mi, ekzotermik midir?

.....

.....

.....

b) Fotosel sensörün çalışması sırasında sistem ve çevre arasındaki enerji değişimini açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

4. Ateş Böceği



Ateş böcekleri, biyoluminesans adı verilen bir süreçle ışık yayar. Bu süreç ateş böceğinin karın bölgesindeki kimyasal maddenin enzim yardımıyla oksijenle tepkimeye girmesi sonucu oluşur. Ateş böceklerinin yaydığı bu ışık, soğuk bir ışıktır. Bu olay sırasında çok az ısı açığa çıkar.

a) Ateş böceğinin ışık yayması endotermik mi, ekzotermik midir?

.....

b) Ateş böceğinin ışık yaymasını sağlayan tepkimede sistem ve çevre arasındaki ısının akış yönünü belirtiniz.

.....

5. Termit Tepkimesi



Alüminyum ile demir(III) oksit arasında gerçekleşen tepkimede enerji, ısı şeklinde açığa çıkar. Açığa çıkan ısı, tren raylarının kaynak işlemlerinde kullanılır. Termit tepkimesi olarak adlandırılan bu tepkimenin denklemi $2Al(k) + Fe_2O_3(k) \rightarrow Al_2O_3(k) + 2Fe(s) + \text{ısı}$ şeklindedir.

a) Sistem ve çevre arasında ısının akış yönünü belirtiniz.

.....

b) Tepken ve ürünlerin enerjisini karşılaştırınız.

.....

1.1.2. Maddelerin Enerji Kaynağı Olma Potansiyeli

KONUYA BAŞLARKEN



Enerji, iş yapma kapasitesidir ve yaşam süreçleri için gereklidir. Özellikle yanma yoluyla ısı veya enerji üreten maddeler **yakıt** olarak ifade edilir. Günlük hayatta taşıtlarda, konutlarda, sanayide ve birçok alanda enerji kaynağı olarak yakıtlardan faydalanılır. Çünkü kullanılan enerjinin yaklaşık %70'i yakıtların yakılmasıyla temin edilmektedir. Yanma tepkimeleri sonucu elde edilen enerji, farklı enerji türlerine çevrilerek kullanılır. Örneğin LPG'nin (sıvılaştırılmış petrol gazı) bileşiminde bulunan propan (C_3H_8) gazının yanma tepkimesi

$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(s) + 2219,9 \text{ kJ}$ şeklinde gerçekleşir. Bu tepkimeye göre 1 mol C_3H_8 ve 5 mol O_2 gazı tamamen tepkimeye girdiğinde 2219,9 kJ ısı açığa çıkar. Açığa çıkan ısı, taşıtlarda hareket enerjisine çevrilerek kullanılır.

- Her maddenin enerji kaynağı olma potansiyeli aynı mıdır?
- Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeli için hangi ölçütler dikkate alınmalıdır?

1.3. ETKİNLİK



Adı Enerji Kaynağı

Amaç Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme

Süre 35 + 35 + 35 dk.

Bu etkinlik Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilecektir. Dereceli Puanlama Anahtarı'na etkinlik sonunda yer alan karekodla ulaşılabilir.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Aşağıdaki tabloda bazı maddelerin yanma tepkimeleri ve bu tepkimelere ait standart koşullarda açığa çıkan ısı değerleri verilmiştir. Tablodaki verilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Yanan Madde	Yanma Tepkimesi	Açığa Çıkan Isı (kJ/g)
Karbon [C (grafit)]	$C(\text{grafit}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$	32,8
Metan (CH_4)	$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(s)$	55,6
Hidrojen gazı (H_2)	$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(s)$	142,9
Glikoz ($C_6H_{12}O_6$)	$C_6H_{12}O_6(k) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(s)$	15,6
Metanol (CH_3OH)	$CH_3OH(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(s)$	22,7

a) Açığa çıkan ısı değerlerinden hareketle tepkimelere eşlik eden enerjileri karşılaştırınız.

b) Verilen maddelerden hangilerinin enerji kaynağı olma potansiyeli taşıdığını; maddelerin depolama, maliyet, çevresel etki ve ısı değerlerini göz önünde bulundurarak, eleştirel bir değerlendirme yaparak belirtiniz. Fikirlerinizi gerekçeleriyle açıklayınız.

c) Verilen maddelerden hangisi ya da hangileri canlıların yaşamını sürdürebilmesi için enerji kaynağı olarak kullanılabilir?

ç) Verilen maddeler dışında enerji kaynağı olabilecek yakıtlar ve canlıların yaşamını sürdürebilmesi için gerekli enerji kaynakları nelerdir?

d) Çeşitli malzemelerin enerji kaynağı olma potansiyelini araştırmak üzere hipotezler oluşturunuz. Oluşturduğunuz hipotezlerin metnini yazınız.

2. Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik çalışma grubunuzu oluşturunuz. Çalışma grubunuzla adımları takip ederek uygulamaları gerçekleştiriniz.

a) Enerji kaynağı olma potansiyeline sahip olan odun, kamp yakıtı, bitkisel yağ, ceviz, fındık, badem, tatlandırıcı ve şeker maddelerinden seçim yapınız. Seçtiğiniz maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin araştırma soruları yazınız.

b) Yazdığınız araştırma sorularının araştırılabilirliğini grup arkadaşlarınızla tartışınız. Tartışma sonuçlarını yazınız.

c) Seçtiğiniz maddelerin enerji kaynağı olma potansiyelinin nedenini, maddelerin enerji kaynağı olarak kullanılması hâlinde ne gibi sonuçları olacağını gerekçelendirerek yazınız.

ç) Seçtiğiniz maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için çalışma grubunuzla bir deney tasarlayınız. Tasarladığınız deneyin işlem basamaklarını yazınız.

d) Yapacağınız deneye ilişkin bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirleyerek ilgili boşluğa yazınız.

Bağımlı değişken:

Bağımsız değişken:

Kontrol değişkenleri:

e) Yapmayı planladığınız deneyi güvenlik açısından değerlendirmesi için öğretmeninize gösteriniz.

f) Planladığınız deneyi gerekli güvenlik önlemlerini aldıktan sonra grup arkadaşlarınızla iş birliği içerisinde gerçekleştiriniz. Elde ettiğiniz verileri not ediniz.

3. Deneyinizin sonucunda ulaştığınız veriler temelinde seçtiğiniz yakıtların veya canlılara enerji veren maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin önermelerinizi yazınız.

4. Deneyinizin sonucunda ulaştığınız veriler temelinde yazdığınız önermeleri bilimsel verilerle (ürünlerin etiketleri, kimyasal içerik vb.) karşılaştırınız.

5. Seçtiğiniz yakıtta yer alan ve yanma olayında rol oynayan bileşiklere ait yanma tepkimesinin denklemini yazınız.

6. Kitabın sonunda örnek olarak verilen "Deney Raporu"nun bir kopyasını doldurunuz.

Değerlendirme

Yanma tepkimesi temelinde seçtiğiniz maddelerin enerji kaynağı olma potansiyelini deney sonuçlarından yola çıkarak açıklayınız.

Dereceli Puanlama Anahtarı'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



Termokimyasal ölçümler ve hesaplamaların en büyük yararlarından biri, maddelerin enerji kaynağı olabilirliğinin değerlendirilebilmesidir. Farklı yakıtları birbiriyle kıyaslama yollarından biri, yanma ısılarını karşılaştırmaktır. Yanma ısı, belirli bir miktar maddenin yanması sırasında enerji değişimidir. Genel olarak yanma ısı

yüksek olan yakıt, daha iyi bir yakıttır. Tablo 1.1'de bazı yakıtların 1 gramlarının yanması sonucu açığa çıkan ısı değerleri kJ/g cinsinden yaklaşık olarak verilmiştir. Tablodaki verilere göre taş kömürü, doğal gaz gibi fosil yakıtların birim kütle başına verdikleri enerjinin çam odunu, selüloz gibi biyolojik kaynaklı yakıtlara göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Enerji gereksiniminin büyük çoğunluğu fosil yakıtlar olarak ifade edilen petrol, doğal gaz ve kömürle karşılanmaktadır. Fosil yakıtlar yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır. Ayrıca yanmaları sırasında açığa çıkan CO₂ gazının atmosferde fazla miktarda bulunması sera etkisi oluşturarak küresel ısınmaya neden olmaktadır. Bu nedenle bilim insanları doğada bol miktarda bulunabilen çevre dostu alternatif enerji kaynakları arayışına başlamıştır. Yapılan araştırmalar, hidrojenin bir yakıt için gerekli özelliklerin birçoğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 1.1: Bazı Yakıtların Yaklaşık Yanma Isıları

Yakıt	Yanma Isısı (Açığa Çıkan Isı, kJ/g)
Selüloz	17,5
Çam odunu	21,2
Bataklık (turba) kömürü	20,8
Taş kömürü	28,3
İzooktan (benzinin bir bileşeni)	47,8
Metanol	22,7
Doğal gaz	49,5
Hidrojen gazı	142,9



Farklı enerji kaynaklarının karşılaştırılmasına ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.

Hidrojen gazının yanma tepkimesi ve bu tepkimede açığa çıkan ısı aşağıda verilmiştir.



Hidrojen gazı diğer yakıt türlerine kıyasla daha verimli yanma özelliğine sahiptir. Hidrojen gazının yanması sırasında verdiği ısı, gram başına esas alındığında doğal gazın yaklaşık üç katıdır. Hidrojen gazının yanması sonucu sadece su oluşur. Sera gazı olan karbon dioksit oluşmaz. Doğru yöntemlerle üretilen hidrojen gazı, fosil yakıtlara kıyasla çevreye zarar vermeyen ve iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı sağlayan temiz bir enerji kaynağıdır (Görsel 1.6).



Görsel 1.6: Temiz enerji kaynağı hidrojen gazı (Temsili)

Canlıların tüm fiziksel ve biyokimyasal faaliyetlerini devam ettirebilmesi için enerji gerekir. Gıdalardaki karbohidrat, yağ ve proteinler, oksijen ile tepkime vererek karbon dioksit, su ve enerjiye dönüşür. İnsanlarda yeterli ve dengeli beslenmenin temel ilkelerinden biri, vücudun enerji gereksinimlerinin karşılanmasıdır. Büyüme, organların çalışması, vücut sıcaklığının korunması ve fiziksel etkinlikler enerji gerektirir. Bunlar için gereken enerji; besinlerdeki yağ, karbohidrat ve proteinlerle sağlanır.

Besinlerin çeşidine göre içerdikleri yağ, karbohidrat ve protein miktarları farklılık gösterir. Bu nedenle besinlerin enerji değeri, bileşimindeki besin öğelerinin çeşidine ve miktarına göre değişir.

Besinlerin Fizyolojik Enerji Değerleri

Karbohidrat: 17 kJ/g

Yağ: 38 kJ/g

Protein: 17 kJ/g

1.2. KİMYA VE YAŞAM

Enerji İçecekleri ve Yapay Tatlandırıcıların Biyolojik Etkileri

Enerji içecekleri yüksek oranda kafein, taurin ve şeker içerir. Bu maddeler, uyarıcı etki yaparak kalp atış hızını artırabilir ve metabolizmayı hızlandırabilir. Ayrıca sinir sistemini olumsuz etkileyebilir. Yapay tatlandırıcılar ise vücudun tatlı algısını yanıltır. Bağırsak mikrobiyotasını bozabilir ve metabolik süreçlerde dengesizliklere yol açabilir.

Su pireleri, çevresel değişimlere ve kimyasallara karşı çok hassastır. Şeffaf yapıları sayesinde enerji içeceğine maruz kalan bir su piresinin kalp atışındaki değişim gözlemlenebilir. Enerji içeceği ve tatlandırıcıların sinir sistemine etkisi su piresinin yüzme hızındaki değişimlerden anlaşılabilir.

Enerji içecekleri ve yapay tatlandırıcıların su pireleri üzerindeki etkisi ile ilgili videoya ulaşmak için karekodu kullanınız.



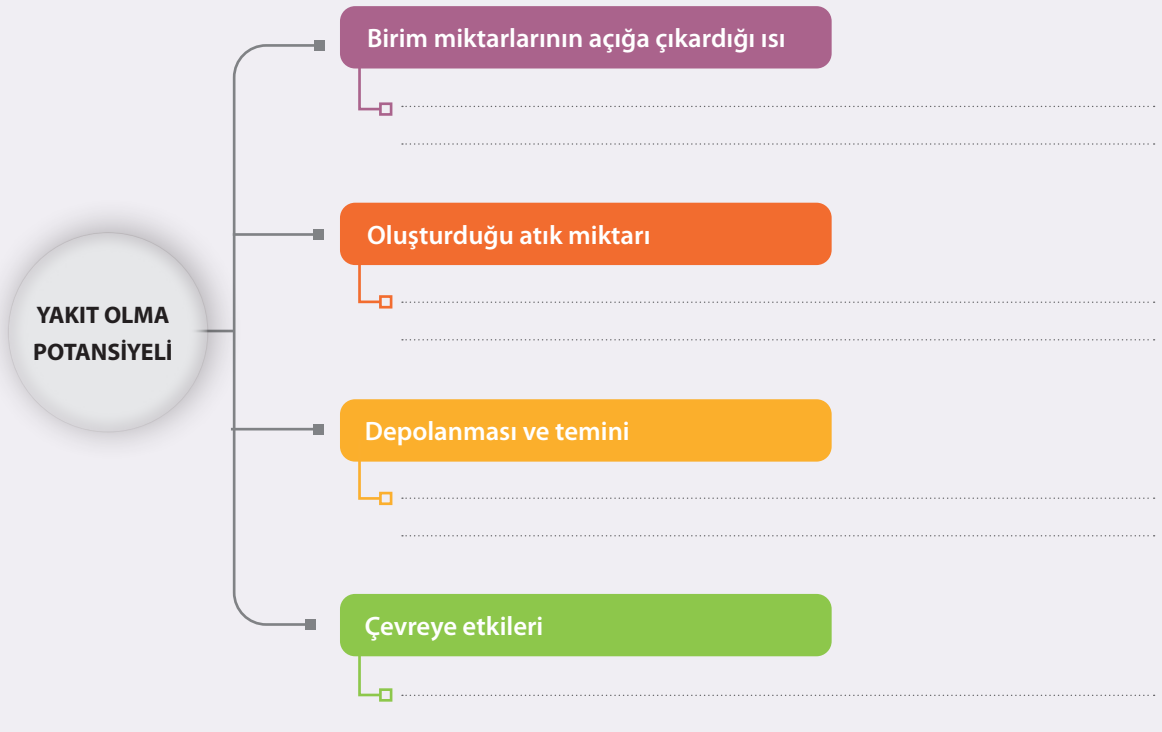
Su piresinin kalp atış hızını bu kadar artıran maddelerin, çok daha karmaşık bir sisteme sahip olan insan vücudundaki etkileri neler olabilir? Düşüncelerinizi yazınız.

1.2. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler doğruysa ilgili boşluğa "D", yanlışsa "Y" yazarak cevabınızı belirtiniz. İfade yanlış ise nedenini "Açıklamalar" kısmına yazınız.

İfadeler	D/Y	Açıklamalar
$C(\text{grafit}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 393,5 \text{ kJ}$ $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(s) + 890,3 \text{ kJ}$ tepkimelerine göre CH_4 daha iyi yakıt özelliği gösterir.		
Enerji kaynağı olabilecek yakıtlar, yandıklarında sadece açığa çıkan ısı miktarına göre tercih edilir.		
Besin atıklarından enerji üretilebilir.		
Yağ oranı yüksek olan besinlerin enerji değeri, karbonhidrat oranı yüksek olanlara göre daha fazladır.		
Hidrojen gazı, oksijen gazı ile $H_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow H_2O(s) + 285,8 \text{ kJ}$ tepkimesi verir. Bu tepkimeye göre hidrojen gazı çevreye zarar vermeyen bir yakıttır.		
Fosil yakıtlar yenilenebilir enerji kaynağı sınıfındadır.		

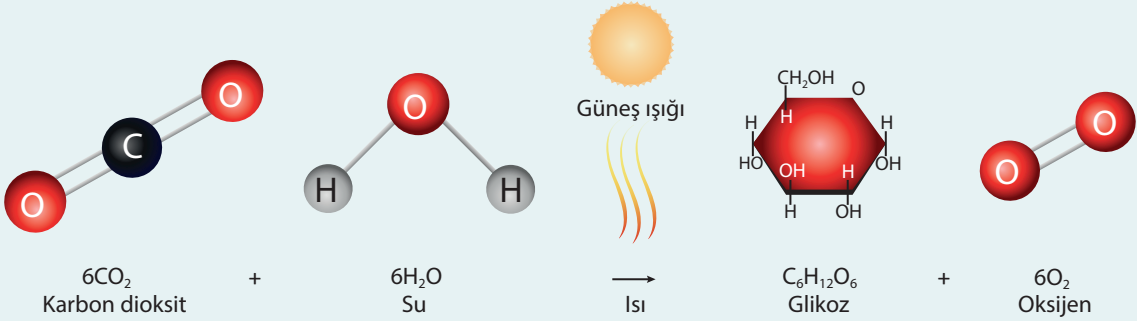
2. Aşağıda maddelerin yakıt olma potansiyeline ilişkin ifadeler yer almaktadır. Bu ifadeler ile ilgili edindiğiniz bilgileri boşluklara yazınız.



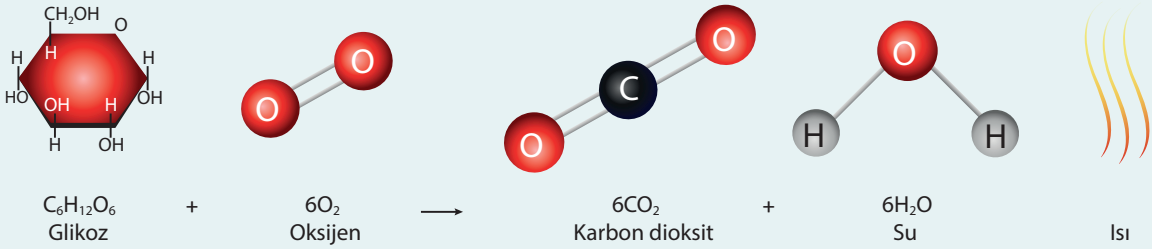
1.1.3. Bağ Enerjileriyle Tepkime Entalpisinin Hesaplanması

KONU YA BAŞLARKEN

Fotosentez, bitkilerin karbon dioksit ve sudan güneş ışığındaki enerji ile glikoz ve oksijen elde ettiği biyokimyasal bir süreçtir.



Solunum, hücrelerin enerji üretmek amacıyla organik bileşikler özellikle glikozu oksijenle parçaladığı ve kimyasal enerji açığa çıkardığı bir süreçtir. Bu süreçte glikoz ve oksijen moleküllerindeki bağlar kırılırken, karbon dioksit ve su moleküllerinin oluşumu sırasında yeni bağlar kurulur.



- Bitkiler fotosentez ile güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürdüğünde enerji, besin moleküllerinde nasıl depolanır?
- Solunum sürecinde açığa çıkan enerjinin tepken ve ürünlerdeki kimyasal bağlarla ilişkisi nedir?
- Solunum ve fotosentez örnekleri incelendiğinde olayların gerçekleşmesi sırasında ortama verilen veya ortamdan alınan ısının nedeni nasıl açıklanabilir?

Standart koşullarda gaz hâlinde bulunan taneciklerde 1 mol kimyasal bağın kırılması için gereken enerjiye **bağ enerjisi** denir. Bağ enerjisi kJ/mol veya kkal/mol birimleriyle ifade edilir. Atomlar, daha düşük enerjiye ve daha kararlı bir duruma ulaşmak için aralarında bağ oluştururlar. Bu nedenle bağ enerjisi, bir molekülün kararlılığının önemli bir göstergesidir.

Bağ oluşumu sırasında atomlar bağ yapacak şekilde bir araya gelir ve enerji açığa çıkar. Bağ kırılması ise enerji isteyen bir olaydır ve bu olay sırasında çevreden enerji alınır. Bir kimyasal bağı kırmak için gereken en düşük enerji miktarı aynı bağın oluşumu sırasında açığa çıkan enerji miktarına eşittir. Bağ enerjisi madde-nin gaz fazında ölçülür. Gaz fazında tanecikler arasındaki etkileşimler çok düşük olduğundan ölçülen enerji değişimi sadece bağ enerjisini gösterir.



1.4. ETKİNLİK

Adı	Bağ Enerjileri
Amaç	Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme
Süre	35 + 35 + 35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Aşağıdaki tabloda bazı bağlar ve bu bağların ortalama bağ enerji değerleri verilmiştir. Tablodaki değerlerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Bağ	Bağ Enerjisi (kJ/mol)	Bağ	Bağ Enerjisi (kJ/mol)	Bağ	Bağ Enerjisi (kJ/mol)
H – H	436	N – N	163	I – I	151
H – C	414	N = N	418	C – C	347
H – N	389	N ≡ N	946	C = C	611
H – O	464	N – O	222	C ≡ C	837
H – S	368	N = O	590	C – N	305
H – F	565	O – O	142	C = N	615
H – Cl	431	O = O	498	C – O	360
H – Br	364	F – F	159	C = O	736
H – I	297	Cl – Cl	243	C – Cl	339
S – S	266	Br – Br	193	C – I	238

a) Bağ enerjilerinin farklı olmasının nedenini gerekçeleriyle açıklayınız.

.....

b) Aynı ya da farklı iki atom arasında bağ sayısı arttıkça bağ enerjisi nasıl değişir? Nedenlerini açıklayınız.

.....

c) Hidrojen atomunun farklı atomlarla oluşturduğu bağların enerjilerindeki farklılıkların nedenlerini yazınız.

.....

ç) Atomlar arasındaki bağ sayısının artması, bağın kararlılığını, sağlamlığını ve enerjisini nasıl değiştirir? Çıkarımlarınızı ilgili boşluklara yazınız.

Kararlılığı



.....

Sağlamlığı



.....

Enerjisi



.....

d) Bağ enerjisinin kararlılıkla ilişkisini gerekçeleriyle açıklayınız.

.....

- e) Azot gazı oksijen gazı ile $N \equiv N + 2O = O \rightarrow 2O = N - O$ denklemine göre tepkime verebilir. Buna göre "Azot gazı atmosferde bolca bulunmasına rağmen neden atmosferdeki oksijenle kolayca tepkimeye girmez?" sorusunu bağ enerjileri değerlerinden yararlanarak sınıf arkadaşlarınızla tartışınız. Tartışma sonucundaki çıkarımlarınızı yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Aşağıdaki bilgileri inceleyiniz.

Bir sistemin toplam enerjisini ifade eden kavrama **entalpi** denir. Entalpi H ile gösterilir. Bir maddenin atom ve moleküller arası elektriksel kuvvetleri ile atom çekirdeğindeki kuvvetlere **potansiyel enerji**; taneciklerin öteleme, dönme ve titreşim hareketlerine bağlı olarak sahip olduğu enerjiye ise **kinetik enerji** denir. Kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamı, maddenin entalpisini (ısısını) oluşturur. Sabit basınç altında gerçekleşen tepkimelerdeki ısı değişimi, entalpi değişimi ile ifade edilir. Buna göre sabit basınç altında kimyasal bir tepkimedeki ısı değişimine **tepkime entalpi değişimi** denir ve $\Delta H_{\text{tepkime}}$ ile gösterilir.

$\Delta H > 0$ ise endotermik $\rightarrow$ çevreden ısılan

$\Delta H < 0$ ise ekzotermik $\rightarrow$ çevreye ısıveren

3. Aşağıda gaz fazında gerçekleşen kimyasal tepkime denklemleri ve bu tepkimelere ait entalpi değişim değerleri verilmiştir. Buna göre A ve B tepkimeleri için verilen adımlardaki soruları cevaplayınız.

Tepkime Denklemi	Entalpi Değişimi (kJ)
Tepkime A $\begin{array}{c} \text{O} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array} \rightarrow \text{H} - \text{H} + 1/2\text{O} = \text{O}$	$\Delta H_{\text{tepkime}} = +243$
Tepkime B $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array} + 2\text{O} = \text{O} \rightarrow \text{O} = \text{C} = \text{O} + 2\begin{array}{c} \text{O} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$	$\Delta H_{\text{tepkime}} = -676$

- a) A ve B tepkimelerinde kırılan ve oluşan bağları tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

	Tepkime A	Tepkime B
Kırılan Bağlar		
Oluşan Bağlar		

- b) 1. adımda yer alan tablodaki bağ enerjilerinin değerlerinden yararlanarak A ve B tepkimelerinde tepkenlerdeki bağların kırılması için gereken toplam enerjiyi hesaplayınız.

Tepkime A:

Tepkime B: 

c) 1. adımda yer alan tablodaki bağ enerjileri değerlerinden yararlanarak A ve B tepkimelerinde ürünlerdeki bağların oluşması sırasında açığa çıkan toplam enerjiyi hesaplayınız.

Tepkime A:

Tepkime B:

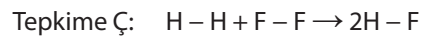
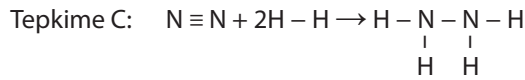
ç) Tepkime A ve B'de kırılan ve oluşan bağ enerjileri arasındaki farkların nedenini açıklayınız.

.....

d) A ve B tepkimesi için aşağıda verilen değerleri ilgili yerlere yazınız.

	Tepkime A	Tepkime B
Hesapladığınız toplam kırılan bağ enerjisi değeri:		
Hesapladığınız toplam oluşan bağ enerjisi değeri:		
Verilen entalpi değişimi değeri ($\Delta H_{\text{Tepkime}}$):		
Hesapladığınız kırılan ve oluşan bağ enerjileri ile A ve B tepkimesi için verilen enerji değişim değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir matematiksel model oluşturunuz.		

4. 1. adımda yer alan tablodaki bağ enerjilerinden yararlanarak aşağıdaki tepkimelerin $\Delta H_{\text{Tepkime}}$ değerlerini oluşturduğunuz matematiksel modeli kullanarak hesaplayınız.

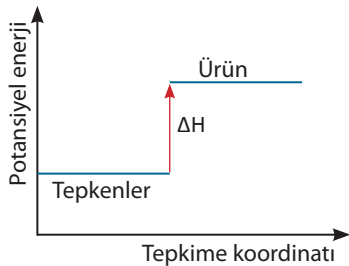


.....

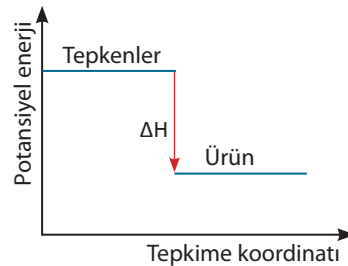
.....

5. C ve Ç tepkimelerinin enerji değişim değerleri $\Delta H_c = +99 \text{ kJ}$, $\Delta H_{\text{ç}} = -535 \text{ kJ}$ 'dür. Buna göre hesapladığınız değerleri verilen değerlerle karşılaştırarak matematiksel modelinizin doğruluğunu test ediniz.

6. Tepkime C ve tepkime Ç'ye ilişkin elde ettiğiniz entalpi değişimlerinin negatif veya pozitif olmasının gerekçelerini aşağıdaki potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiklerinden yararlanarak açıklayınız.



Grafik I: Tepkime C



Grafik II: Tepkime Ç

.....

7. Tepkime C ve Ç'deki tepkenlerin bağ enerjileri toplamı ile ürünün bağ enerjileri toplamı arasındaki ilişkiyi büyüktür (>) ve küçüktür (<) işaretlerini ilgili boşluklara yazarak gösteriniz.

Tepkime C: Tepkenlerin bağ enerjileri toplamı Ürünün bağ enerjileri toplamı

Tepkime Ç: Tepkenlerin bağ enerjileri toplamı Ürünün bağ enerjileri toplamı

8. Grafik I'de tepkenlerin ve ürünün potansiyel enerjilerini değerlendirerek kararlılıkları hakkındaki düşüncelerinizi yazınız.

.....

.....

.....

9. Grafik II'de tepkenlerin ve ürünün potansiyel enerjilerini değerlendirerek kararlılıkları hakkındaki düşüncelerinizi yazınız.

.....

.....

.....

10. Potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiklerinden yararlanarak her bir tepkimeye ilişkin entalpi değişiminin pozitif ya da negatif olmasının gerekçesini açıklayınız.

.....

.....

.....

11. C ve Ç tepkimelerindeki entalpi değişimlerini inceleyerek olayları endotermik ve ekzotermik olarak sınıflandırmak için genellemeler yapınız. Genellemenizdeki ölçütlerinizi yazınız.

Endotermik:

.....

Ekzotermik:

.....

12. Günlük hayatta karşılaştığınız endotermik ve ekzotermik olaylara örnekler veriniz.

.....

.....

.....

Değerlendirme

1. Farklı tepkimelerde kırılan ve oluşan bağların enerjileri ile tepkimelerin entalpi değişimi arasındaki örtünü gösteren matematiksel bağıntıyı yazınız.

.....

.....

.....

2. Matematiksel bağıntıyı kullanarak bir tepkimenin endotermik ya da ekzotermik olma durumuna ilişkin genellemelerinizi açıklayınız.

.....

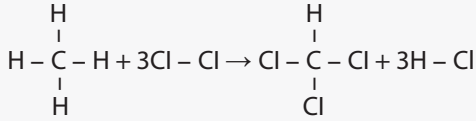
.....

.....

1.1. ÇALIŞMA YAPRAĞI

1. Kloroform, CHCl_3 formülüne sahip organik bir bileşiktir. Hoş kokulu, uçuculuğu fazla, berrak ve suda çok az çözünen bir maddedir. Teflon tava ve soğutucu üretiminde, otomobil farlarının temizliğinde ve yapıştırıcı olarak çeşitli alanlarda yaygın şekilde kullanılır.

Kloroformun metan gazının klor gazı ile tepkimesinden elde edilmesinin tepkime denklemi ve bu tepkime bağların enerjileri aşağıda verilmiştir.



Bağ	C – H	Cl – Cl	H – Cl	C – Cl
Bağ Enerjisi (kJ/mol)	414	243	431	339

Buna göre tepkimenin ΔH değerini hesaplayarak tepkimenin endotermik mi, ekzotermik mi olduğunu gerekçeleriyle yazınız.

.....

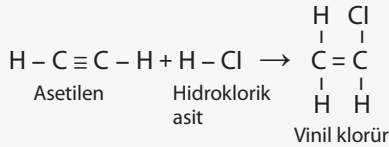
.....

.....

.....

2. PVC (polivinil klorür) termoplastik bir polimerdir. Dayanıklılığı, esnekliği ve maliyetinin düşük olması nedeniyle polivinil klorür borular pencere çerçeveleri, ambalaj malzemeleri, elektrik kabloları, oyuncaklar, medikal ekipmanlar gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Polivinil klorür, vinil klorürün polimerleşmesi ile oluşur. Vinil klorür ise asetilenin hidroklorik asit ile tepkimesinden elde edilir. Bu tepkimenin denklemi ile tepkimedeki moleküllerin atomları arasındaki bağlar ve bağ enerjileri tabloda verilmiştir.



Bağ	C – H	$\text{C} \equiv \text{C}$	H – Cl	$\text{C} = \text{C}$	C – Cl
Bağ Enerjisi (kJ/mol)	414	837	431	611	339

Buna göre bağ enerjilerini kullanarak tepkime için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Tepken ve ürünlerin toplam bağ enerjilerini ayrı ayrı hesaplayınız.

.....

.....

- b) Tepkimedeki entalpi değişimini hesaplayınız.

.....

.....

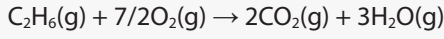
- c) Tepkimenin endotermik mi, ekzotermik mi olduğunu açıklayınız.

.....

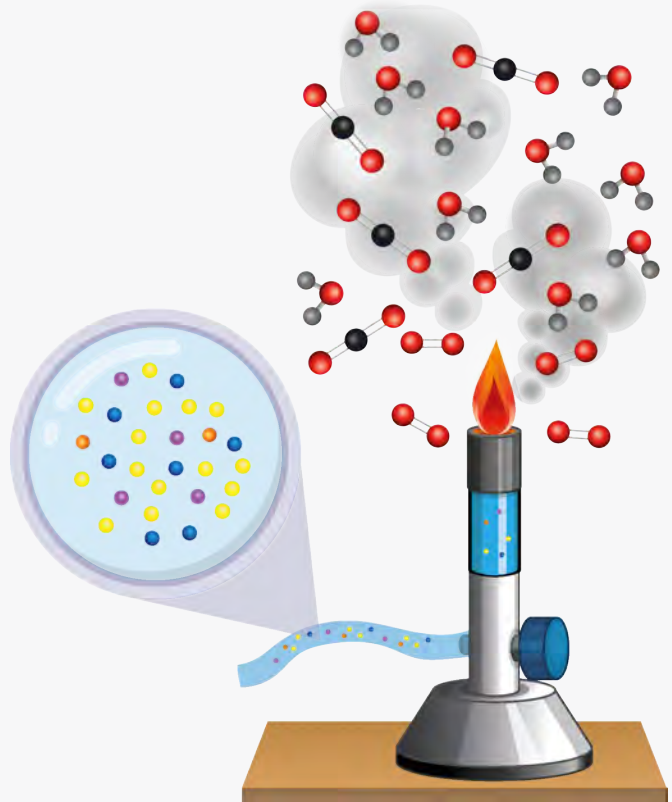
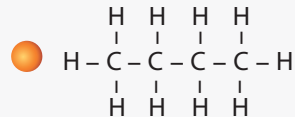
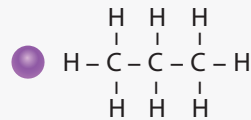
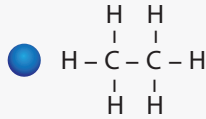
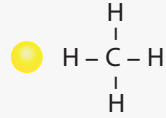
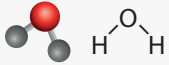
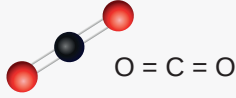
.....

.....

3. Fosil yakıt olan doğal gazın yapısında %90 metan (CH_4), %5 etan (C_2H_6), %3 propan (C_3H_8), %1 bütan (C_4H_{10}) ve %1 diğer gazlar bulunur. Doğal gaz; konutları ısıtmada, yemek pişirmede, sanayide ise enerji kaynağı olarak kullanılır. Doğal gazın bileşeni olan etanın yanma denklemi, tepkimedeki bağların enerjileri ve moleküldeki bağlar aşağıda verilmiştir.



Bağ	C – H	C – C	O = O	C = O	O – H
Bağ Enerjisi (kJ/mol)	414	347	498	736	464



Buna göre görseldeki moleküllerin bağ yapılarından yararlanarak etanın yanma tepkimesi için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Tepkimde kırılan ve oluşan bağları tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

Kırılan		Oluşan	
Bağ	Bağ Sayısı	Bağ	Bağ Sayısı

- b) Tepkime entalpisini ($\Delta H_{\text{Tepkime}}$) bağ enerjilerini kullanarak hesaplayınız ve tepkimenin endotermik mi, ekzotermik mi olduğunu açıklayınız.

.....

.....

Bir tepkime gerçekleşirken tepkenlerdeki bağlar kırılır ve ürünlerde yeni bağlar oluşur. Tepkime entalpisi (ΔH), bir tepkimede bağların kırılması sırasında alınan toplam enerji ile bağların oluşumu sırasında verilen toplam enerji arasındaki farka eşittir. Buna göre gaz fazında gerçekleşen tepkimelerde tepkime entalpisi ile kırılan ve oluşan bağ enerjileri arasındaki bağıntı

Σ (*sigma*), toplama işlemini kısaca göstermek için kullanılan semboldür.

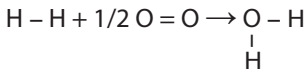
$$\Delta H_{\text{Tepkime}} = \Sigma \text{Kırılan bağ enerjisi} - \Sigma \text{Oluşan bağ enerjisi} \quad \text{şeklindedir.}$$

$\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ tepkimesinin entalpi değişiminin Tablo 1.2'deki bağ enerji değerlerinden yararlanılarak hesaplanması aşağıda verilmiştir.

Tablo 1.2: Bağ ve Bağ Enerji Değerleri

Bağ	H – H	O – H	O = O
Bağ Enerjisi (kJ/mol)	436	464	498

Tepken ve ürünlerdeki moleküllerin bağ yapısı yazılır.



" $\Delta H_{\text{Tepkime}} = \Sigma \text{Tepken (kırılan) bağ enerjisi} - \Sigma \text{Ürün (oluşan) bağ enerjisi}$ " bağıntısının da bağlar yerine yazılır.

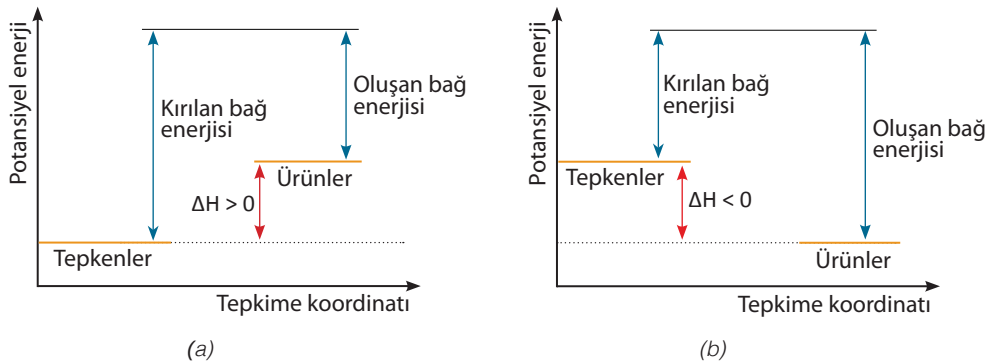
$$\Delta H = (\text{H} - \text{H} + 1/2 \text{O} = \text{O}) - (2 \cdot \text{O} - \text{H})$$

Bağ enerji değerleri yerine yazılır. Hesaplama yapılarak tepkimedeki entalpi değişimi bulunur.

$$\Delta H = (436 + 1/2 \cdot 498) - (2 \cdot 464) = -243 \text{ kJ/mol}$$

Atomlar, daha kararlı hâle geçmek ve düşük enerjili moleküller meydana getirmek için aralarında bağ yaparlar. Bu sırada ortama, bağ enerjisine eş değer bir enerji verirler. Bu enerjinin büyüklüğü bağın kararlılığının bir göstergesi olur. Bağ enerjisi yüksek olan bağlar, daha kararlı bağlardır.

Grafik 1.1'de endotermik ve ekzotermik tepkimelerde tepken ve ürünlerin potansiyel enerjilerindeki değişim, kırılan ve oluşan bağ enerjisi üzerinden gösterilmektedir.



Grafik 1.1: a) Endotermik ve b) Ekzotermik olaylarda potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği

Endotermik tepkimelerde bağ ve potansiyel enerji durumu

$$\Sigma \text{Kırılan bağların enerjisi} > \Sigma \text{Oluşan bağların enerjisi}$$

$$\Sigma \text{Tepkenlerin potansiyel enerjisi} < \Sigma \text{Ürünlerin potansiyel enerjisi}$$

şeklinde. Endotermik tepkimelerde kırılan bağların enerjisi, oluşan bağların enerjisinden yüksektir. Bu nedenle tepkenlerin kararlılığı ürünlere göre fazla, potansiyel enerjisi azdır. Tepkenlere verilen enerji, bağların kırılmasını sağlar ve yüksek potansiyel enerjili kararsız ürün tanecikleri oluşur. Tepkenler daha yüksek enerjili ürünlere dönüşürken çevresinden enerji alır ve ΔH 'nin işareti (+) olur.

Ekzotermik tepkimelerde bağ ve potansiyel enerji durumu

$$\Sigma \text{Kırılan bağların enerjisi} < \Sigma \text{Oluşan bağların enerjisi}$$

$$\Sigma \text{Tepkenlerin potansiyel enerjisi} > \Sigma \text{Ürünlerin potansiyel enerjisi}$$

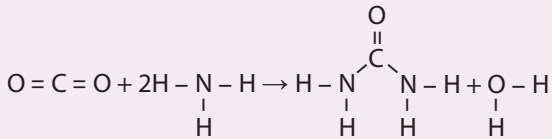
şeklinde. Ekzotermik tepkimelerde oluşan bağların enerjisi, kırılan bağların enerjisinden yüksektir. Bu nedenle ürünlerin kararlılığı tepkenlere göre fazla, potansiyel enerjisi azdır. Bu tepkimelerde yüksek potansiyel enerjili tepkenlerdeki bağların kırılması ile düşük potansiyel enerjili kararlı ürün tanecikleri oluşur. Tepkenler, daha düşük enerjili ürünlere dönüşürken çevresine enerji verir ve ΔH 'nin işareti (-) olur.



Bağ enerjileri yardımıyla tepkime entalpisinin nasıl hesaplanacağına ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.

1.1. UYGULAMA NOKTASI

Üre, endüstride azot kaynağı olarak kullanılan önemli bir organik bileşiktir. Gübre üretiminde kullanılır. Üre, karbon dioksit ve amonyak bileşiklerinin yüksek sıcaklıkta tepkimeye girmesiyle elde edilir. Bu tepkimenin denklemi aşağıda verilmiştir.



Tabloda bu tepkimedeki moleküllerin içerdiği kimyasal bağlar ve bağ enerjileri verilmiştir.

Bağ	C = O	N - H	C - N	O - H
Bağ Enerjisi (kJ/mol)	736	389	305	464

Verilen bilgilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Tepkimedeki entalpi değişimini bağ enerjilerinden yararlanarak hesaplayınız.

.....

2. Tepkimenin endotermik ya da ekzotermik olma durumunu bağ enerjileri ile açıklayınız.

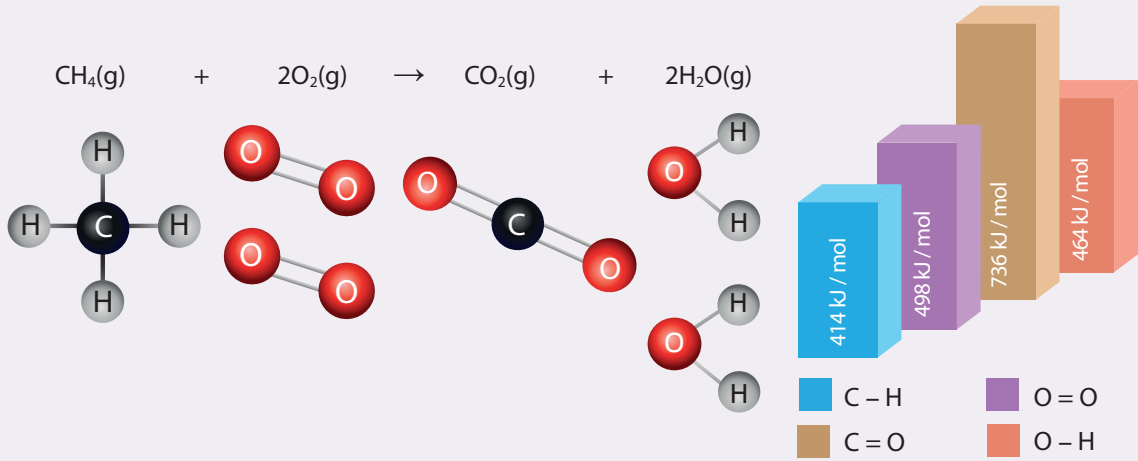
.....

3. Hesapladığınız tepkime entalpisi ile gerçek değer farklı olabilir mi? Nedenini açıklayınız.

.....

1.3. KONTROL NOKTASI

1. Doğal gazın yaklaşık %90'ını oluşturan metan gazının yanma tepkimesi, tepkime modeli ve tepkime-deki bağların enerjileri aşağıda verilmiştir.



Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Tepkimedeki en kararlı bağı belirtiniz. Gerekçenizi açıklayınız.

.....

b) Tepken ve ürünlerdeki bağ enerjilerinin toplamını hesaplayıp bulduğunuz sonuçları karşılaştırınız.

.....

c) Tepken ve ürünlerdeki maddelerin potansiyel enerjilerini bağ enerjilerini temel alarak karşılaştırınız. Karşılaştırmadaki gerekçenizi açıklayınız.

.....

ç) Tepkime entalpisini bağ enerjilerinden yararlanarak hesaplayınız.

.....

d) Tepken ve ürünlerdeki toplam bağ sayısının eşit olmasına karşılık tepkimedeki enerji değişiminin nedenini açıklayınız.

.....

e) Tepkimenin endotermik mi, ekzotermik mi olduğunu açıklayınız.

.....

2. Bağ enerjileri temelinde, tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin edindiğiniz bilgilerden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Tepkimelerde kırılan ve oluşan bağların enerjileri ile tepkimelerin entalpi değişimi arasındaki örüntüyü açıklayınız.

.....

Bağ enerjilerini kullanarak tepkimelerin endotermik ya da ekzotermik olma durumuyla ilgili genellemeleri açıklayınız.

.....

1.1.4. Standart Oluşum Entalpisi

KONUYA BAŞLARKEN



Uzaydan bakıldığında mavi görüldüğü için Dünya'ya mavi gezegen de denir. Dünya'nın mavi görünmesinin nedeni %71'inin sularla kaplı olmasıdır. Su yaşamın temelidir. Tüm canlılar için vazgeçilmez olan suyun Dünya'da bu kadar bol bulunmasının nedenlerinden biri, oluşumunun kolay olmasıdır. Su oluşurken çok fazla enerji açığa çıkar. Bu nedenle kararlılığı yüksek olan su, kolayca tepkimeye girmez. Bu durum, suyun standart oluşum entalpisinin çok düşük olmasıyla ilgilidir.

- Bir maddenin doğada bulunma olasılığı ile standart oluşum entalpisi arasında nasıl bir ilişki vardır?
- Standart oluşum entalpileriyle tepkime entalpisi arasında nasıl bir ilişki vardır?

1.5. ETKİNLİK



Adı	Standart Oluşum Entalpisi
Amaç	Standart oluşum entalpi verilerini kullanarak kimyasal tepkimelerin entalpi değişiminin değerini tahmin edebilme
Süre	35 + 35 + 35 dk.

Bu etkinlik Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilecektir. Dereceli Puanlama Anahtarı'na etkinlik sonunda bulunan karekodla ulaşılabilir.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

- Standart oluşum entalpilerine göre tepkime entalpisi hesaplamasına ilişkin ön bilgilerinizi kullanarak önermeler oluşturunuz.

- Aşağıdaki tabloda yer alan çeşitli kimyasal tepkimeleri ve bu tepkimelere ait standart oluşum entalpilerini ve standart tepkime entalpi değerlerini inceleyiniz. Verilen soruları cevaplayınız.

	Kimyasal Tepkime	ΔH_f° (kJ/mol)			$\Delta H_{\text{Tepkime}}^\circ$ (kJ)
1	$\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-241,8
		0	0	-241,8	
2	$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-483,6
		0	0	-241,8	
3	$\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{s})$	-285,8
		0	0	-285,8	
4	$1/2\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g})$	$\text{N}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{NO}_2(\text{g})$	+33,2
		0	0	+33,2	
5	$1/2\text{N}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g})$	$\text{N}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{NO}(\text{g})$	+90,3
		0	0	+90,3	
6	$\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g})$	$\text{NO}_2(\text{g})$	$\text{NO}(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	+57,1
		+33,2	+90,3	0	
7	$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{k})$	$\text{NH}_3(\text{g})$	$\text{HCl}(\text{g})$	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{k})$	-176,0
		-46,1	-92,3	-314,4	

a) Tablodaki verilerden yararlanarak elementlerin standart oluşum entalpi değerleri ile ilgili önermelerinizi yazınız.

.....

.....

.....

b) 1 ve 2. tepkime verilerinden yararlanarak $\Delta H_{\text{Tepkime}}^{\circ}$ değeri ile tepkime katsayıları arasındaki ilişkiyi açıklayan önerme oluşturunuz. Oluşturduğunuz önermenin metnini yazınız.

.....

.....

.....

c) 1 ve 3. tepkime verilerinden yararlanarak $\Delta H_{\text{Tepkime}}^{\circ}$ değeri ile bileşiğin fiziksel hâli arasındaki ilişkiyi açıklayan önerme oluşturunuz. Oluşturduğunuz önermenin metnini yazınız.

.....

.....

.....

ç) 4, 5 ve 6. tepkimeleri inceleyerek tepkimelerin entalpi değişimleri arasındaki ilişkileri ortaya koyan bir örüntü oluşturunuz. Oluşturduğunuz örüntüyü yazınız.

.....

.....

.....

d) Standart oluşum entalpilerini kullanarak kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpisinin hesaplanmasına ilişkin önermeler oluşturunuz. Oluşturduğunuz önermeleri yazınız.

.....

.....

.....

e) Oluşturduğunuz önermelerinizin doğruluğunu kontrol etmek için 7. tepkimenin entalpi değişim değerini hesaplayınız.

.....

.....

.....

f) Ön bilgilerinizden yararlanarak oluşturduğunuz önermeleriniz ile tablodaki verilerden yararlanarak oluşturduğunuz önermelerinizi karşılaştırınız. Karşılaştırmalarınız sonucunda ulaştığınız benzerlikleri ve farklılıkları aşağıdaki tabloya yazınız.

Benzerlikler	Farklılıklar

g) Tepkimelerin standart entalpi değişim değerlerinin ($\Delta H_{\text{Tepkime}}^{\circ}$) bazıları negatif bazıları ise pozitiftir. Bu durumu inceleyerek standart oluşum entalpileriyle ilgili neden-sonuç ilişkilerini gösteren tespitlerinizi yazınız.

.....

.....

.....

.....

3. Oluşturduğunuz önermeye göre aşağıda verilen tepkimelerin standart entalpi değişimi ($\Delta H_{\text{Tepkime}}^{\circ}$) değerlerini hesaplayınız. Standart oluşum entalpi değerleri için verilen tabloyu kullanınız.

Madde	C ₂ H ₅ OH(s)	CO ₂ (g)	H ₂ O(g)	CH ₄ (g)	O ₂ (g)	N ₂ (g)
ΔH_f° (kJ/mol)	-235,1	-393,5	-241,8	-74,9	0	0
Madde	HCN(g)	NH ₃ (g)	H ₂ S(g)	H ₂ O(s)	SO ₂ (g)	NO(g)
ΔH_f° (kJ/mol)	+135,1	-46,1	-20,7	-285,8	-296,8	+90,3

	Kimyasal Tepkime	$\Delta H_{\text{Tepkime}}^{\circ}$ (kJ)
1	C ₂ H ₅ OH(s) + 3O ₂ (g) → 2CO ₂ (g) + 3H ₂ O(g)	
2	CH ₄ (g) + N ₂ (g) → HCN(g) + NH ₃ (g)	
3	2H ₂ S(g) + 3O ₂ (g) → 2H ₂ O(s) + 2SO ₂ (g)	
4	4NH ₃ (g) + 6NO(g) → 5N ₂ (g) + 6H ₂ O(g)	

4. Önermelerinizi kullanarak standart tepkime entalpi değişimi değerlerini hesaplama sürecinizde hangi ölçütleri dikkate aldınız? Dikkate aldığınız ölçütlerinizi yazınız.

5. Hesaplamalarınızda kullandığınız matematiksel modeli yazınız.

6. Aşağıdaki standart entalpi değişimi ile ilgili matematiksel modele ilişkin bilgileri okuyunuz. Verilen adımlardaki uygulamaları gerçekleştiriniz.

Bir kimyasal tepkimenin entalpi değişimi

$$\Delta H_{\text{Tepkime}}^{\circ} = \sum n \Delta H_f^{\circ}(\text{ürünler}) - \sum n \Delta H_f^{\circ}(\text{tepkenler})$$

matematiksel modeli ile hesaplanır. “n” sembolü tepkimedeki her bir maddenin katsayısıdır.

Standart oluşum entalpi verilerinden faydalananak $aA + bB \rightarrow cC + dD$ şeklindeki kimyasal bir tepkimenin standart entalpi değişimi

$$\Delta H_{\text{Tepkime}}^{\circ} = [c\Delta H_f^{\circ}(C) + d\Delta H_f^{\circ}(D)] - [a\Delta H_f^{\circ}(A) + b\Delta H_f^{\circ}(B)]$$

şeklinde hesaplanır.

a) Aşağıdaki tabloda yer alan tepkimelere ait standart entalpi değişimi ($\Delta H^\circ_{\text{Tepkime}}$) değerlerini verilen matematiksel modeli kullanarak hesaplayınız.

Madde	C ₂ H ₅ OH(s)	CO ₂ (g)	H ₂ O(g)	CH ₄ (g)	O ₂ (g)	N ₂ (g)
ΔH°_f (kJ/mol)	-235,1	-393,5	-241,8	-74,9	0	0
Madde	HCN(g)	NH ₃ (g)	H ₂ S(g)	H ₂ O(s)	SO ₂ (g)	NO(g)
ΔH°_f (kJ/mol)	+135,1	-46,1	-20,7	-285,8	-296,8	+90,3

	Kimyasal Tepkime	$\Delta H^\circ_{\text{Tepkime}}$ (kJ)
1	C ₂ H ₅ OH(s) + 3O ₂ (g) → 2CO ₂ (g) + 3H ₂ O(g)	
2	CH ₄ (g) + N ₂ (g) → HCN(g) + NH ₃ (g)	
3	2H ₂ S(g) + 3O ₂ (g) → 2H ₂ O(s) + 2SO ₂ (g)	
4	4NH ₃ (g) + 6NO(g) → 5N ₂ (g) + 6H ₂ O(g)	

b) 3. adımda hesapladığınız standart tepkime entalpi değişimi ($\Delta H^\circ_{\text{Tepkime}}$) değerleri ile matematiksel modeli kullanarak hesapladığınız sonuçları karşılaştırıp sorgulayınız. Sorgulama sonuçlarını yazınız.

c) Sorgulamanız sonucunda ulaştığınız çıkarımlarınızı sınıf arkadaşlarınızla nezaket kurallarına dikkat ederek paylaşınız.

Değerlendirme

1. Standart tepkime entalpisi hesaplanırken standart oluşum entalpi değerlerinden nasıl yararlanıldığını açıklayınız.

2. Standart tepkime entalpi değişimini hesaplarken yaptığınız varsayımların geçerliliği hakkındaki düşüncelerinizi yazınız.

Dereceli Puanlama Anahtarı'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



Karbon (C), grafit
şeklinden başka
elmas şeklinde de
bulunur.
Standart şartlarda
grafit, elmasa kıyasla
daha karardır.
 $\Delta H_f^\circ(\text{grafit}) = 0$
iken $\Delta H_f^\circ(\text{elmas}) = 1,9$
kJ/mol'dür.



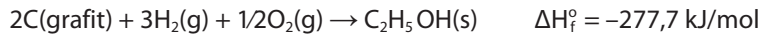
1 atm ve 25 °C'ta bir maddenin, elementlerinin en kararlı hâllerinden oluşumu sırasındaki entalpi değişimine **standart oluşum entalpisi** denir. ΔH_f° ya da ΔH_{o1}° ile gösterilir. Üs indis olarak kullanılan "o" işareti, standart değeri gösterir. Oluşan bileşik 1 mol ise entalpi değişimi **standart molar oluşum entalpisi** olarak ifade edilir.

25 °C sıcaklık ve 1 atm basınçta elementlerin en kararlı hâlinin standart oluşum entalpisi sıfır kabul edilirken; diğer hâllerinin oluşum entalpileri sıfır değildir. Bazı elementlerin standart oluşum entalpi (ΔH_f°) değerleri Tablo 1.3'te verilmiştir.

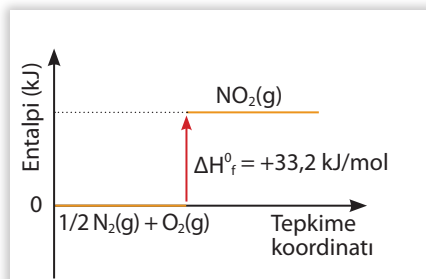
Tablo 1.3: Bazı Elementlerin Kararlı Hâlleri ve ΔH_f° Değerleri

Element	$\Delta H_f^\circ(\text{kJ/mol})$	Element	$\Delta H_f^\circ(\text{kJ/mol})$	Element	$\Delta H_f^\circ(\text{kJ/mol})$
Br(g)	111,9	Cl(g)	121,7	Na(g)	107,3
Br ₂ (g)	30,9	Cl ₂ (g)	0	Na(k)	0
Br ₂ (s)	0	H(g)	218,0	O(g)	249,2
C(g)	716,7	H ₂ (g)	0	O ₂ (g)	0
C(elmas)	1,9	Hg(g)	61,3	O ₃ (g)	142,7
C(grafit)	0	Hg(s)	0	P(beyaz)	0
Ca(g)	178,2	N(g)	472,7	P(kırmızı)	-17,6
Ca(k)	0	N ₂ (g)	0	P ₄ (g)	58,9

Standart hâlde etanolün oluşumuna ait



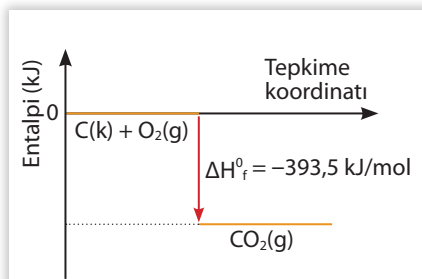
tepkimesi incelendiğinde tüm elementlerin en kararlı hâlinde olduğu görülmektedir. Bu tepkimede açığa çıkan enerji, etil alkolün standart molar oluşum entalpisi. Bileşiklerin standart oluşum entalpisi, endotermik veya ekzotermik olabilir. Grafik 1.2'de NO₂(g) nin ve Grafik 1.3'te CO₂(g) nin "standart molar oluşum entalpisi tepkime koordinatı" grafikleri verilmiştir.



Grafik 1.2: NO₂(g) nin entalpi-tepkime koordinatı grafiği

Endotermik

$1/2\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g})$
 $\Delta H_f^\circ = +33,2 \text{ kJ/mol}$ tepkimesinde
 NO₂(g) nin standart hâldeki element-
 lerinden oluşması endotermik bir
 tepkime.



Grafik 1.3: CO₂(g) nin entalpi-tepkime koordinatı grafiği

Ekzotermik

$\text{C}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
 $\Delta H_f^\circ = -393,5 \text{ kJ/mol}$ tepkimesinde
 CO₂(g) nin standart hâldeki element-
 lerinden oluşması ekzotermik bir
 tepkime.

Tablo 1.4'te bazı bileşiklerin standart molar oluşum entalpi değerleri verilmiştir.

Tablo 1.4: Bazı Bileşiklerin Standart Molar Oluşum Entalpi Değerleri

Bileşiğin Formülü	ΔH_f° (kJ/mol)	Bileşiğin Formülü	ΔH_f° (kJ/mol)
CaCO ₃ (k)	-1207	H ₂ O(g)	-241,8
CaO(k)	-635,1	H ₂ O(s)	-285,8
CO(g)	-110,5	H ₂ O ₂ (s)	-187,8
CO ₂ (g)	-393,5	H ₂ S(g)	-20,7
CH ₄ (g)	-74,9	H ₂ SO ₄ (s)	-814,0
C ₂ H ₂ (g)	+226,7	MgO(k)	-601,7
C ₂ H ₄ (g)	+52,3	NaCl(k)	-411,2
C ₂ H ₆ (g)	-84,7	NH ₃ (g)	-46,1
C ₃ H ₆ (g)	+53,3	NH ₄ Cl(k)	-314,4
C ₃ H ₈ (g)	-103,8	NO(g)	+90,3
CH ₃ OH(g)	-200,7	NO ₂ (g)	+33,2
C ₂ H ₅ OH(g)	-235,1	N ₂ O ₄ (g)	+9,2
C ₆ H ₁₂ O ₆ (k)	-1268,0	SiO ₂ (k)	-910,9
HCl(g)	-92,3	SO ₂ (g)	-296,8
HCN(g)	+135,1	SO ₃ (g)	-395,7
HNO ₃ (g)	-135,0	ZnO(k)	-348,3



Standart oluşum entalpileri yardımıyla tepkime entalpisinin nasıl hesaplanacağına ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.

Standart Tepkime Entalpisi

25 °C sıcaklıkta ve 1 atm basınçta, tepkime sırasında meydana gelen enerji değişimine **standart tepkime entalpisi** denir. $\Delta H_{\text{Tepkime}}^\circ$ sembolüyle gösterilir.

Standart oluşum entalpi verilerinden faydalanarak; kimyasal bir tepkimenin standart entalpi değişimini hesaplayabilmek için aşağıdaki matematiksel model kullanılır.

$$\Delta H_{\text{Tepkime}}^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ (\text{ürünler}) - \sum n \Delta H_f^\circ (\text{tepkenler})$$

Matematiksel modele göre $aA + bB \rightarrow cC + dD$ kimyasal tepkimesi için entalpi değişimi $\Delta H_{\text{Tepkime}}^\circ = [c\Delta H_f^\circ (C) + d\Delta H_f^\circ (D)] - [a\Delta H_f^\circ (A) + b\Delta H_f^\circ (B)]$ şeklinde hesaplanır. Örneğin metanolün (CH₃OH) yanma tepkimesinin entalpi değişimi, Tablo 1.5'teki moleküllerin standart oluşum entalpi değerlerinden yararlanarak hesaplanabilir.

Tablo 1.5: CH₃OH, CO₂ ve H₂O Bileşiklerinin Standart Oluşum Entalpi Değerleri

Bileşik	CH ₃ OH(g)	CO ₂ (g)	H ₂ O(g)
Standart Oluşum Entalpisi (kJ/mol)	-200,7	-393,5	-241,8

Tablo 1.5'teki standart oluşum entalpi değerlerine göre

$2\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ tepkimesinin entalpi değişimi ($\Delta H^\circ_{\text{tepkiye}}$) aşağıdaki gibi hesaplanır.

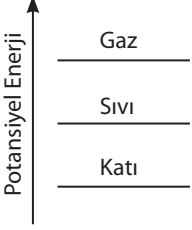
$$\begin{aligned}\Delta H^\circ_{\text{tepkiye}} &= \sum n\Delta H^\circ_f (\text{ürünler}) - \sum n\Delta H^\circ_f (\text{tepkenler}) \\ &= [2\Delta H^\circ_f (\text{CO}_2) + 4\Delta H^\circ_f (\text{H}_2\text{O})] - [2\Delta H^\circ_f (\text{CH}_3\text{OH}) + 3\Delta H^\circ_f (\text{O}_2)] \\ &= [2 \cdot (-393,5) + 4 \cdot (-241,8)] - [2 \cdot (-200,7) + 3 \cdot 0] \\ &= -1352,8 \text{ kJ}\end{aligned}$$

1.6. ETKİNLİK

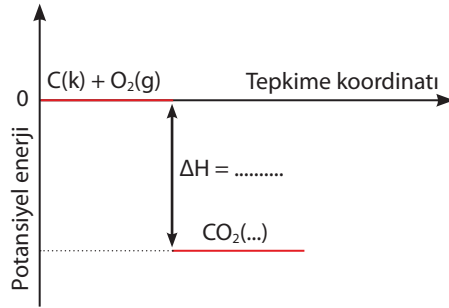
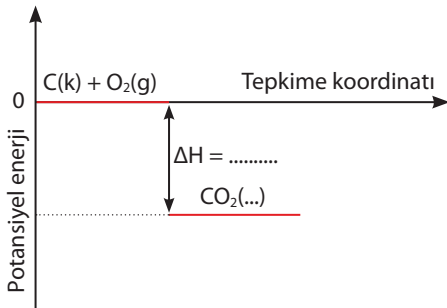


Adı	Tepkime Entalpisini Neler Değiştirir?
Amaç	Bir tepkimenin standart tepkime entalpisinin hangi faktörlere bağlı olarak değiştiğini belirleyebilme
Süre	35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1.  Saf maddelerin hâl durumlarının potansiyel enerjileri yanda verilen diyagramdaki gibidir. Maddenin farklı fiziksel hâllerinin potansiyel enerjilerinin farklı olması, tepkime entalpisini de etkiler. Kuru buz (katı karbon dioksit) ve karbon dioksit gazının oluşumuna ait potansiyel enerji diyagramları aşağıda verilmiştir. Buna göre potansiyel enerji-tepkime koordinatı diyagramlarını inceleyerek soruları cevaplayınız.

- a) Tepkimedeki oluşan ürünün fiziksel hâlini katı (k) ve gaz (g) şeklinde aşağıdaki diyagramlar üzerindeki uygun yerlere yazınız.
- b) Kuru buz ve karbon dioksit gazının oluşumu sırasında açığa çıkan ısı miktarının büyüklüğünü tahmin ederek $-393,5 \text{ kJ/mol}$ ve $-427,4 \text{ kJ/mol}$ değerlerini diyagramlardaki uygun yerlere yazınız.



2.  Bir tepkimenin entalpi, tepkimenin gerçekleştiği ortamdaki sıcaklık ve basınca bağlı olarak değişir.

Sabit bir hızla ısıtmak için tasarlanmış ve yakıt olarak propan (C_3H_8) kullanılan bir kamp ocağı, Antalya'da deniz kenarında ve Kayseri'de Erciyes Dağı'nın eteklerinde eşit süre çalıştırılırsa açığa çıkan ısı miktarı aynı mı olur? Düşüncelerinizi yazınız.

.....

.....

.....

3.



Bir tepkimenin entalpisi, madde miktarına bağlı olarak değişir.

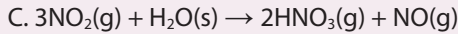
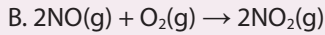
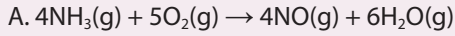
Sinek kuşları saniyede 15-80 aralığında kanat çırparak havada asılı kalabilen küçük kuşlardır. Sinek kuşları nektarla (şeker içeren sıvı) beslenir. Sinek kuşlarının metabolizmaları çok hızlı olduğu için çok fazla enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bir sinek kuşu bir günde vücut ağırlığının yaklaşık yarısı kadar nektar tüketir. Sinek kuşlarının çok fazla besin tüketmesinin gerekçesini tepken miktarı ile tepkime entalpisi arasında ilişki kurarak açıklayınız.

Değerlendirme

Tepkime entalpisine etki eden faktörler nelerdir?

1.2. UYGULAMA NOKTASI

1. Kuvvetli bir asit, oksitleyici ve aşındırıcı olan nitrik asit (HNO_3); kimyasal gübre, ilaç, boya ve patlayıcı üretiminde kullanılan önemli bir ham maddedir. Nitrik asidin endüstriyel üretimi üç aşamalı bir süreçtir. Birinci aşamada NH_3 gazı yakılarak NO gazı elde edilir (A). İkinci aşamada NO gazı atmosferdeki O_2 gazı ile NO_2 gazına dönüştürülür (B). Son aşamada ise NO_2 gazının H_2O buharı ile tepkimesinden nitrik asit elde edilir (C). Nitrik asit üretim sürecine ait kimyasal tepkimeler sırasıyla aşağıda verilmiştir.



Metin ve tepkime denklemlerinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

a) Tablodaki standart oluşum entalpilerini kullanarak her bir tepkimede tepkenlerin ve ürünlerin standart oluşum entalpileri toplamını hesaplayıp ilgili boşluğa yazınız.

Bileşik	$\text{NH}_3(\text{g})$	$\text{NO}(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{NO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{s})$	$\text{HNO}_3(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ (\text{kJ/mol})$	-46,1	+90,3	-241,8	+33,2	-285,8	-135,0

Tepkenlerin Oluşum Entalpileri Toplamı

Ürünlerin Oluşum Entalpileri Toplamı

A.
B.
C.

.....
.....
.....

b) NH_3 gazından nitrik asit üreten bir tesis tasarlayan kimya mühendisi, tesiste ısıtma işlemleri için gereken enerjinin bir kısmını üretim sürecindeki kimyasal tepkimelerden karşılamak istiyor. Tablodaki oluşum ısılarını kullanarak A, B ve C tepkimesi için standart tepkime entalpisini hesaplayınız, hangi tepkime ya da tepkimelerin ısı kaynağı olarak kullanılabileceğini belirleyiniz.

.....
.....
.....
.....
.....

2.



Alevsiz ısıtma kitleri, özel olarak sızdırmaz biçimde paketlenmiş yiyeceklerin ısıtılması için genellikle askerler ve kampçılar tarafından kullanılır. Yiyecekleri ısıtmak için gereken ısı ekzotermik kimyasal tepkimelerden sağlanır. Tepkenler ve diğer yardımcı maddelerden oluşan kimyasal karışım, toz hâlinindedir. Bez torbaya doldurulan toz karışım, kuruyken kararlıdır ve yıllarca saklanabilir. Üzerine su eklendiğinde toz karışım etkinleşerek tepkime gerçekleşir ve ısı açığa çıkar. Açığa çıkan ısı, paket içindeki yiyeceği ısıtır. Alevsiz ısıtma kitlerinde ısı oluşturan iki farklı kimyasal tepkime aşağıda verilmiştir.

A. $\text{Mg(k)} + 2\text{H}_2\text{O(s)} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2\text{(k)} + \text{H}_2\text{(g)}$ (1. alevsiz ısıtma kiti)

B. $3\text{CaO(k)} + \text{P}_2\text{O}_5\text{(k)} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{(k)}$ (2. alevsiz ısıtma kiti)

Metin ve tepkime denklemlerinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

a) Tablodaki standart oluşum entalpilerini kullanarak her bir tepkimenin standart tepkime entalpisini hesaplayınız.

Bileşik	$\text{H}_2\text{O(s)}$	$\text{Mg(OH)}_2\text{(k)}$	CaO(k)	$\text{P}_2\text{O}_5\text{(k)}$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{(k)}$
$\Delta H_f^\circ \text{ (kJ/mol)}$	-285,8	-924,7	-635,1	-1505,5	-4120,8

b) Tepkimede açığa çıkan ısı miktarına göre alevsiz ısıtma kitinde hangi tepkimenin kullanılması daha uygundur?

c) A ve B tepkimelerine göre yaklaşık 160 kJ ısı üreten iki farklı alevsiz ısıtma kiti için belli özellikler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	Kütle (g)	Hacim (cm ³)	Oluşan Yanıcı Gaz	Gerekli Su Kütle (g)	
				Tepkime için	Etkinleştirme için
A	23	45	H_2	16	30
B	97	126	-	0	30

Tablodaki verilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

I. Yanıcı gazların varlığının tehlike oluşturabileceği hava araçları ya da acil durum sığınaklarında kullanılması düşünülen alevsiz ısıtma kiti için hangi tepkime, hangi özelliğine göre daha uygundur?

II. Denizaşırı yerler ya da yolu olmayan dağlık bölgeler gibi taşıma maliyetinin yüksek olduğu yerlerde kullanılması düşünülen alevsiz ısıtma kiti için hangi tepkime, hangi özelliğine göre daha uygundur?

III. Su tedariğinin zor olduğu bölgelerde kullanılması düşünülen alevsiz ısıtma kiti için hangi tepkime, hangi özelliğine göre daha uygundur?

1.4. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler doğruysa ilgili boşluğa "D", yanlışsa "Y" yazarak belirtiniz. İfade yanlış ise nedenini "Açıklamalar" kısmına yazınız.

İfadeler	D/Y	Açıklamalar
Standart tepkime entalpi değişimi ($\Delta H^\circ_{\text{tepkime}}$) normal koşullarda kimyasal bir tepkimenin gerçekleşmesi sırasında alınan veya açığa çıkan toplam enerji miktarıdır.		
Standart tepkime entalpi değişimini hesaplamak için tepkimeye giren maddelerin ve ürünlerin standart oluşum entalpisi (ΔH°_f) değerleri kullanılır.		
Standart oluşum entalpisi (ΔH°_f), 1 mol bileşiğin tüm elementlerinin standart şartlardaki hâllerinden oluşumu sırasındaki entalpi değişimidir.		
Standart oluşum entalpisi her zaman negatif değer alır.		
Elementlerin doğadaki en kararlı hâllerinin oluşum entalpileri sıfır kabul edilir.		
Oksijenin doğadaki en kararlı hâli O_3 gazıdır.		

2. Aşağıdaki standart oluşum entalpi kavramına ilişkin verilen ifadeleri edindiğiniz bilgilerle açıklamak üzere boşlukları doldurunuz.

Elementlerin standart oluşum entalpi değeri

.....

.....

.....

.....

Bileşiklerin standart oluşum entalpi değeri

.....

.....

.....

.....

**STANDART
OLUŞUM
ENTALPİSİ**

Standart oluşum entalpi değerleri ile standart tepkime entalpisi arasındaki örüntü

.....

.....

.....

.....

Standart oluşum entalpi değeri ve standart tepkime entalpisi eşit olan tepkimeler

.....

.....

.....

.....

1.2. KİMYASAL TEPKİMELERDE HIZ

1.2.1. Kimyasal Tepkimelerin Gerçekleşmesi İçin Gerekli Şartlar

KONUYA BAŞLARKEN



Günlük hayatta metal malzemelerde karşılaşılan en büyük problemlerden biri paslanmadır. Paslanma nedeniyle her yıl milyonlarca otomobil, gemi, uçak, ev eşyası gibi araç-gereçler kullanılamaz hâle gelmektedir. Bu durum çok büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca tünel, köprü, bina vb. yapıların temellerinde ve kolonlarında bulunan demirin paslanması, bu yapıların yıkılma tehlikesiyle karşı karşıya kalmasına sebep olur. Dolayısıyla paslanma, can güvenliği için de büyük bir tehlike oluşturur.

Paslanma çok yavaş gerçekleşen bir kimyasal tepkimedir. Demir, oksijen ile tepkimeye girerek pası oluşturur. Nem, demir ile oksijen arasında gerçekleşen tepkimeyi hızlandırır çünkü nem, elektrokimyasal paslanma süreci için gerekli iyonların taşınmasını sağlar. Bu durum, demirin zamanla aşınmasına ve kırılmasına neden olur.

- Tepkimelerin gerçekleşmesini sağlayan koşullar nelerdir?
- Paslanma tepkimesini engellemek için neler yapılabilir?
- Paslanma ve çürüme gibi istenmeyen tepkimeleri engelleyebilmek, günlük hayatta ne gibi avantajlar sağlar?

Yaşamın kaynağı kimyasal tepkimelerdir. Her an her yerde birçok kimyasal tepkime aynı anda gerçekleşmektedir. Dünyanın dengesi ve canlıların yaşamı için önemli olan bu tepkimelerin büyük kısmı olumlu iken bir kısmı da canlılar için olumsuz sonuçlara yol açabilir. Metal ürünlerin paslanması, tahtadan elde edilen malzemelerin çürümesi, gıda ürünlerinin bozulması veya çürümesi gibi tepkimeler canlı yaşamını olumsuz etkiler. Bazı yöntemlerle bu tepkimelerin gerçekleşmesini geciktirmek veya önlemek mümkündür.

1.7. ETKİNLİK



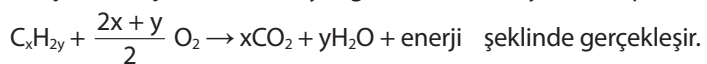
Adı	Tepkimelerin Olabilirliği
Amaç	Tepkimenin gerçekleşmesi için uygun şartları belirleyebilme
Süre	20 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Aşağıdaki metni okuyunuz ve soruları ön bilgilerinizle cevaplayınız. Soruların cevapları hakkındaki düşünce ve izlenimlerinizi etki altında kalmadan sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.



Orman yangınları büyük miktarda ısı ve enerji açığa çıkaran yanma tepkimeleriyle gerçekleşir. Yangında genellikle organik maddeler (ağaç, yaprak, bitki örtüsü gibi); atmosferdeki oksijen gazı (O_2) ile hızlı bir şekilde tepkimeye girerek karbon dioksit gazı (CO_2), su buharı (H_2O), karbon monoksit gazı (CO) ve çeşitli uçucu organik bileşikler oluşturur. Orman yangınındaki temel yanma tepkimesi



a) Ağacın ve ağaçtan yapılmış ürünlerin olağan durumlarda atmosferdeki oksijen gazı ile temas ettiği hâlde neden yanmadığı hakkındaki düşüncelerinizi yazınız.

.....

b) Yanma olayının başlaması için hangi şartların gerekli olduğuyla ilgili düşüncelerinizi yazınız.

.....

c) Yaz aylarında ağaçlık alanlarda bırakılan cam şişelerin mercek görevi görerek yanma olayını başlatmasının yanma tepkimesiyle ilişkisi hakkındaki düşüncelerinizi yazınız.

.....

2. Tablodaki günlük hayatta karşılaşılan olayları tepkimeler ile ilişkilendirerek ilgili boşluğa yazınız. Tepkimelerin gerçekleşme şartlarını sınıf arkadaşlarınızla tartışınız ve istenmeyen tepkimelerin gerçekleşmemesi için alınması gereken önlemleri tablodaki ilgili boşluğa yazınız.

Günlük Hayatta Karşılaşılan Olaylar	Kimyasal Tepkime ile İlişkisi	Tepkimenin Gerçekleştiği Şartlar	Tepkimenin Gerçekleşmesi İçin Alınması Gereken Önlemler
 Ekmeğin küflenmesi			
 Demirin paslanması			
 Sütün ekşimesi			

Günlük Hayatta Karşılaşılan Olaylar	Kimyasal Tepkime ile İlişkisi	Tepkimenin Gerçekleştiği Şartlar	Tepkimenin Gerçekleşmesi İçin Alınması Gereken Önlemler
 Dışların çürümesi			
 Narın çürümesi			

3. Tablodaki tepkimelerin gerçekleşmemesi için alınması gereken önlemlere dair önerilerinizi ve olaylarda yeterli enerji ile uygun geometride çarpışma olup olmadığını yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme

Günlük hayatta karşılaştığınız kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarına ilişkin belirlediğiniz ölçütleri yazınız.

.....

.....

.....

Çevresel koşulların kimyasal tepkimeler üzerinde önemli bir etkisi vardır. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşebilmesi için ortamın pH, sıcaklık ve basınç değerlerinin uygun olması sağlanmalıdır. Sıcaklık, basınç, pH gibi değişkenlerin yanı sıra rüzgâr hızı, nem oranı, güneş ışığı gibi faktörler de kimyasal tepkimeleri etkileyen önemli değişkenlerdir. Bu faktörlerin değişkenliği; çevresel dengeyi ve doğal yaşamı etkileyebilir, insan sağlığı ile ilgili önemli sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle çevresel koşulların dikkatle izlenmesi ve önlemlerin alınması gereklidir.

Tepkimelerin gerçekleşebilmesi için uygun çevresel şartların sağlanmasının yanı sıra tepkime verecek olan maddelerin birbiri ile temas etmesi de gereklidir. Burada bahsedilen temas, taneciklerin çarpışmasıdır.



1.8. ETKİNLİK

Adı Çarpışma Teorisi

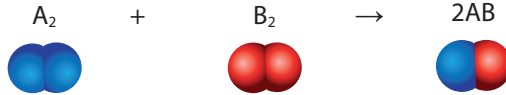
Amaç Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamak için kanıt kullanabilme

Süre 35 + 35 dk.

Bu etkinlik Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğrenci ve öğretmen tarafından, Öz Değerlendirme Formu ile öğrenci tarafından değerlendirilecektir. Dereceli Puanlama Anahtarı ve Öz Değerlendirme Formu'na etkinlik sonunda bulunan karekodlarla ulaşılabilir.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Tepkenleri A_2 ve B_2 , ürünü AB olan bir kimyasal tepkimenin denklemi ve tepkime bileşenlerinin uzay-dolgu modelleri verilmiştir. Modelleri inceleyiniz.

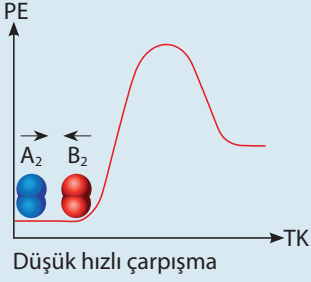
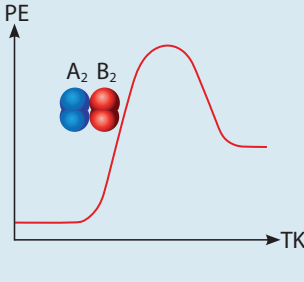
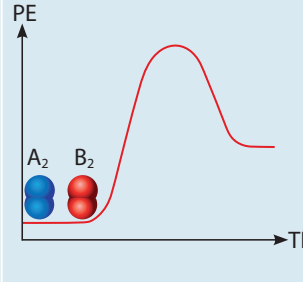
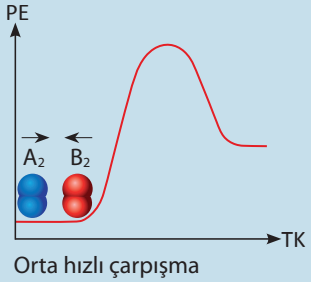
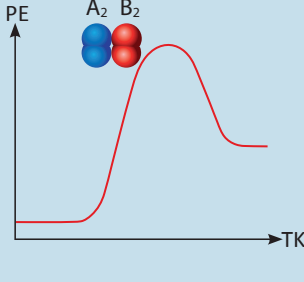
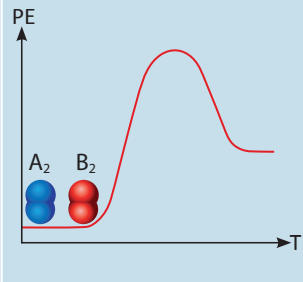
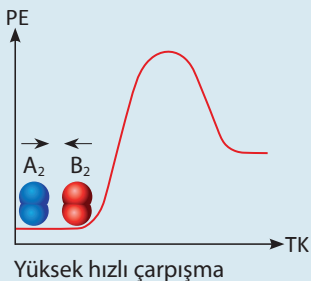
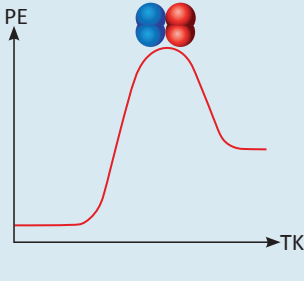
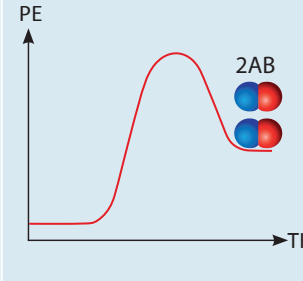
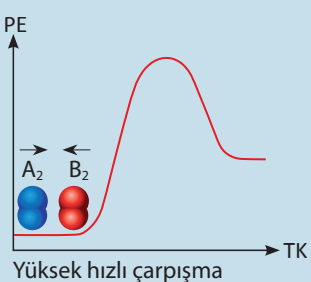
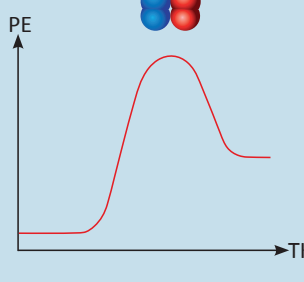
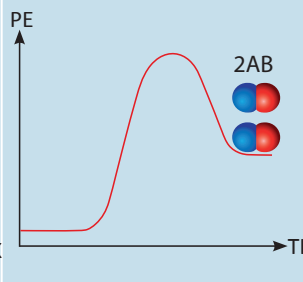


2. Tabloda verilen $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$ tepkimesine ait tepkenlerin çarpışma süreçleri ve tepkimenin gerçekleşme durumlarını inceledikten sonra soruyu cevaplayınız.

	Çarpışma Öncesi	Çarpışma Anı	Çarpışma Sonrası	Tepkimenin Gerçekleşme Durumu
1. Çarpışma Olasılığı				Gerçekleşmiyor.
2. Çarpışma Olasılığı				Gerçekleşiyor.
3. Çarpışma Olasılığı				Gerçekleşmiyor.
4. Çarpışma Olasılığı				Gerçekleşiyor.

1 ve 3. çarpışma olasılıklarında tepkime gerçekleşmediği hâlde 2 ve 4. çarpışma olasılıklarında tepkime gerçekleşiyor. Bu durumun nedenlerini yazınız.

3. Tablodaki çarpışan taneciklerin potansiyel enerjilerinin tepkime sürecinde değişimine ait grafikleri ve karekoddaki (53. sayfa) videoyu inceleyiniz. Soruları cevaplayınız.

	Çarpışma Öncesi	Çarpışma Anı	Çarpışma Sonrası	Tepkimenin Gerçekleşme Durumu
1. Durum	 Düşük hızlı çarpışma			Gerçekleşmiyor.
2. Durum	 Orta hızlı çarpışma			Gerçekleşmiyor.
3. Durum	 Yüksek hızlı çarpışma			Gerçekleşiyor.
4. Durum	 Yüksek hızlı çarpışma			Gerçekleşiyor.

Tepkimede taneciklerin çarpışmaları sonucu potansiyel enerjilerinin değişimi ile tepkime gerçekleşmesi durumuna ait içeriğe ulaşmak için aşağıdaki karekodu kullanınız.



Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarına ilişkin animasyona ulaşmak için karekodu kullanınız.

a) 3 ve 4. durumda tepkime gerçekleştiği hâlde 1 ve 2. durumlarda tepkime gerçekleşmiyor. Nedenlerini yazınız.

b) 3 ve 4. durumlarda tepkimenin gerçekleşmesindeki farklar nedir? Açıklamalarınızı yazınız.

4. Görsel materyallerdeki gözlemlerinize göre bir kimyasal tepkimenin gerçekleşebilmesi için gerekli şartlar ile ilgili örüntüler oluşturunuz. Oluşturduğunuz örüntüleri yazınız.

5. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarına yönelik iddialarınızı görsel materyallerden edindiğiniz gözlemlerinize göre açıklayınız.

6. Aşağıdaki metni okuyunuz ve uygulamayı gerçekleştiriniz.

Tepkimenin gerçekleşebilmesi için taneciklerin belirli bir enerjiye sahip olması gerekir. Çarpışma teorisine göre bu enerji, çarpışan taneciklerin kinetik enerjilerinden karşılanır. Çarpışma sırasında taneciklerin kinetik enerjisi, bağların kırılmasına yol açarak kimyasal tepkimenin gerçekleşmesini sağlar. Böylece taneciklerin kinetik enerjisi bağlara etki ederek taneciklerin potansiyel enerjisini değiştirmiş olur.

*Bir tepkimenin gerçekleşebilmesi için taneciklerin etkin çarpışması gerekir. Etkin çarpışma için tepkenler uygun geometride ve yeterli kinetik enerjide çarpışmalıdır. Tepkimeye giren taneciklerin etkin çarpışmaları için gereken minimum kinetik enerjiye **eşik değeri** denir. Tepkimenin gerçekleşebilmesi için gerekli olan minimum potansiyel enerjiye ise **aktivasyon enerjisi** denir.*

Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklayınız. Verilen çarpışma teorisi bilgilerini ve sembolik modelleri kullanarak açıklamanızı destekleyiniz.

Değerlendirme

Kimyasal bir tepkimenin gerçekleşmesi için gerekli şartları çarpışma teorisi ve eşik değeri temelinde açıklayınız.

Dereceli Puanlama Anahtarı'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



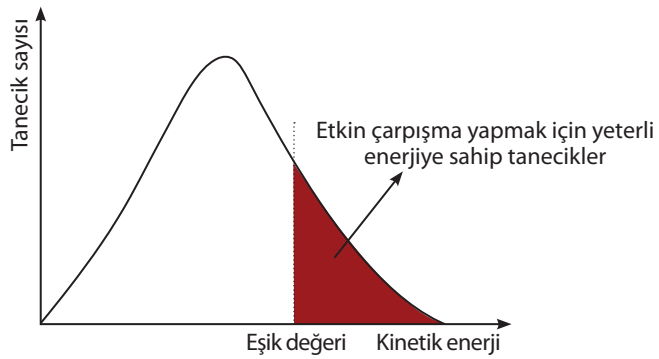
Çarpışma Teorisi

Bir kimyasal tepkimenin gerçekleşebilmesi için tepkimeye girecek taneciklerin çarpışması gerekir. Her çarpışma sonucunda ürün oluşmaz. Ürün oluşması için taneciklerin etkin çarpışmaları gerekir. Etkin çarpışma için tanecikler;

- uygun geometride çarpışmalı,
- yeterli kinetik enerjiye sahip olmalıdır.

Kinetik enerjisi düşük iki taneciğin çarpışması sonucunda taneciklerdeki bağların kırılması olası değildir. Ancak kinetik enerjisi yeterince yüksek iki taneciğin ya da kinetik enerjisi çok yüksek bir tanecik ile düşük kinetik enerjili bir taneciğin çarpışması sonucunda taneciklerdeki bağların kırılması olasıdır. Bir kimyasal tepkimenin gerçekleşebilmesi için çarpışan taneciklerin sahip olmaları gereken minimum toplam kinetik enerjiye, tepkimenin **eşik değeri** (eşik enerjisi) denir.

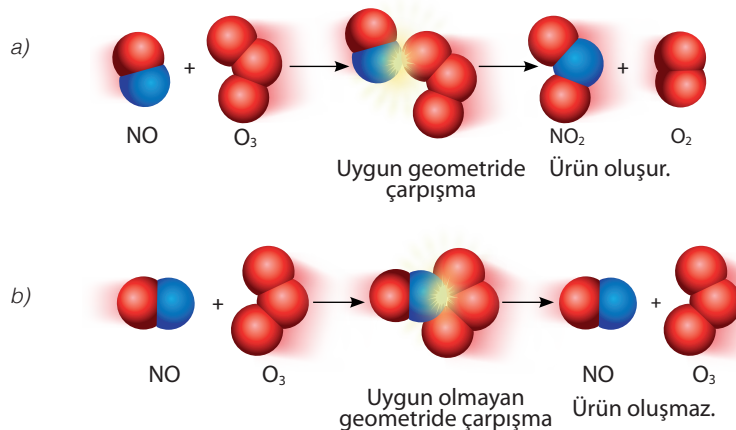
Kinetik enerjisi tepkimenin eşik değerine eşit ya da eşik değerinden büyük olan tanecikler, etkin çarpışma yapabilir. Grafik 1.4'te bir tepkimede taneciklerin sayısı ile kinetik enerji grafiği verilmiştir.



Grafik 1.4: Tanecik sayısı-Kinetik enerji grafiği

Bu grafikte eşik değerinden daha büyük kinetik enerjiye sahip ve ürün oluşturabilecek tanecikler kırmızı alanda gösterilmiştir.

$\text{NO(g)} + \text{O}_3\text{(g)} \rightarrow \text{NO}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$ tepkimesine göre azot monoksidin (NO) ozon (O_3) ile çarpışma anındaki durumları Görsel 1.7'de verilmiştir. Görsel 1.7.a'daki çarpışma, uygun geometride gerçekleştiği için NO_2 ve O_2 ürünleri oluşur. Görsel 1.7.b'deki çarpışma ise uygun geometride gerçekleşmediği için NO_2 ve O_2 ürünleri oluşmaz.



Görsel 1.7: a) Uygun geometride gerçekleşen çarpışma b) Uygun olmayan geometride gerçekleşen çarpışma

Aktivasyon Enerjisi

Endotermik veya ekzotermik tepkimelerin başlayabilmesi için mutlaka enerjiye ihtiyaç vardır. Bu enerji, tepkimenin **aktivasyon (aktifleşme) enerjisi** olarak adlandırılır. Aktivasyon enerjisi tepkenlerin kinetik enerjilerinden sağlanır. Aktivasyon enerjisi büyük olan tepkimeler genellikle yavaş gerçekleşir.

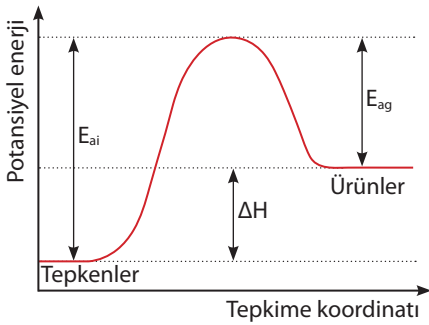
Tepkenlerin ürünlere dönüşmesine **ileri tepkime**, ürünlerin tepkenlere dönüşmesine **geri tepkime** denir.

Potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği, tepkenlerin ve ürünlerin enerji düzeylerini ve birbirlerine dönüşebilmeleri için aşmaları gereken enerji engelini gösterir. Tepkenlerin ürünlere dönüşebilmesi için gereken en düşük enerjiye **ileri aktivasyon enerjisi (E_{ai})** denir. Ürünlerin tepkenlere geri dönebilmesi için gereken en düşük enerjiye ise **geri aktivasyon enerjisi (E_{ag})** adı verilir.

Tepkime entalpisi, ileri tepkimenin aktivasyon enerjisinden geri tepkimenin aktivasyon enerjisi çıkarılarak hesaplanır.

$$\Delta H_{\text{tepkime}} = E_{ai} - E_{ag}$$

Endotermik bir tepkimenin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği Grafik 1.5'te verilmiştir.



Grafik 1.5: Endotermik tepkimenin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği

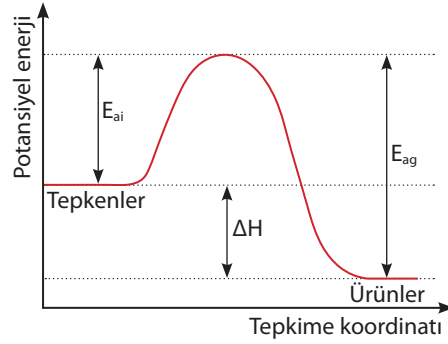
Grafik 1.5 incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara varılabilir.

- Endotermik tepkimelerde ileri tepkimenin aktivasyon enerjisi, geri tepkimenin aktivasyon enerjisinden büyüktür.

$$E_{ai} > E_{ag} \text{ olduğundan } \Delta H_{\text{tepkime}} = E_{ai} - E_{ag} > 0 \text{ olur.}$$

- Çevreden enerji alınır.
- Toplam entalpi artar.
- Tepkenler ürünlerden daha karardır.
- Tepkimenin devam edebilmesi için sisteme sürekli enerji verilmesi gereklidir.

Ekzotermik bir tepkimenin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği Grafik 1.6'da verilmiştir.



Grafik 1.6: Ekzotermik tepkimenin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği



Kimyasal tepkimelerin gerçekleştireme şartlarına ilişkin animasyona ulaşmak için karekodu kullanınız.

Grafik 1.6 incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara varılabilir.

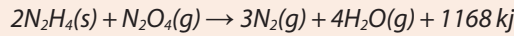
- Ekzotermik tepkimelerde ileri tepkimenin aktivasyon enerjisi, geri tepkimenin aktivasyon enerjisinden küçüktür.
 $E_{ai} < E_{ag}$ olduğundan $\Delta H_{\text{tepkime}} = E_{ai} - E_{ag} < 0$ olur.
- Çevreye enerji verilir.
- Toplam entalpi azalır.
- Ürünler tepkenlerden daha karardır.
- Başladıktan sonra tepkime kendiliğinden devam eder.

1.3. KİMYA VE YAŞAM



Roket Motorları

Roketi hızla hareket ettirebilmek için fazla miktarda ısı ve hızlı egzoz gazına ihtiyaç vardır. Günümüzde kullanılan roketlerin tamamında gereken ısı ve gaz, roket motorunda gerçekleşen yanma tepkimesiyle elde edilir. Roket motorundaki yanma tepkimesinin çok hızlı gerçekleşmesi gerekir. Roket yükseldikçe atmosferdeki oksijen derişimi azalır. Bu nedenle roketler, yakıtla birlikte yakıcı (oksitleyici) maddeyi de barındırır. Yakıt olarak hidrazin (N_2H_4) ve oksitleyici olarak diazot tetraoksit (N_2O_4) kullanan bir roket motorundaki yanma tepkimesi, en basit hâliyle aşağıdaki gibi yazılabilir.



- Atmosferdeki oksijen derişiminin azalması, tepkimedeki etkin çarpışma sayısını nasıl etkiler? Açıklayınız.

.....

.....

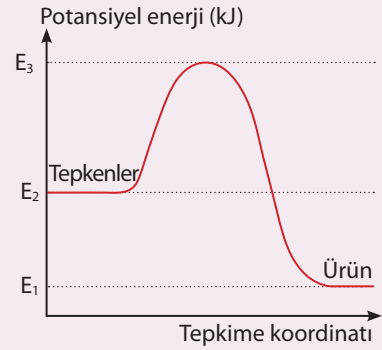
.....

.....

.....

1.3. UYGULAMA NOKTASI

1. Yaygın adı fosgen olan COCl_2 gazı, güneş ışığı varlığında $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{COCl}_2\text{(g)}$ tepkimesine göre sentezlenebilir. Fosgen son derece zehirlidir. Günümüzde kimya endüstrisinde bazı organik bileşiklerin sentezinde kullanılmaktadır. Belli koşullarda CO ve Cl_2 gazlarından fosgen sentezi tepkimesinde entalpi değişiminin (ΔH) -107 kJ ve ileri aktivasyon enerjisinin (E_{ai}) 80 kJ olduğu bilindiğine göre potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiğinden de yararlanarak soruları cevaplayınız.



a) Tepkimenin başlaması için güneş ışığı neden gereklidir?

.....

.....

.....

b) Tepkenlerin ürüne dönüşebilmesi için gerekli olan minimum enerjiyi grafik üzerinde gösteriniz.

c) Tepkimenin entalpi değişimini (ΔH) grafik üzerinde gösteriniz.

ç) Tepkimenin geri aktivasyon enerjisi (E_{ag}) değeri kaçtır?

.....

.....

.....

d) Çarpışma teorisine göre CO ve Cl_2 gazlarının COCl_2 gazına dönüşebilmesi için hangi şartlar gereklidir?

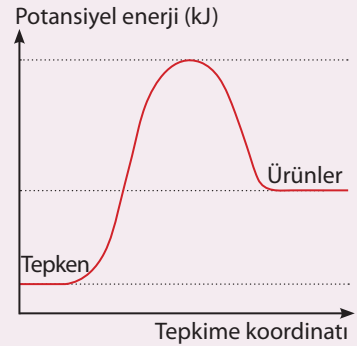
.....

.....

.....

2. Alternatif bir enerji kaynağı olan H_2 gazı taşınması ve depolanması zor bir maddedir. Uygun yöntemlerle H_2 gazının NH_3 gazına dönüştürülerek taşınmasının ve depolanmasının daha ucuz olacağı düşünülmektedir. NH_3 uygun koşullarda $2\text{NH}_3\text{(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)}$ tepkimesine göre hidrojen gazına dönüştürülebilir. Bu tepkimeye ait potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği yanda verilmiştir.

Belli koşullardaki tepkimenin entalpi değişimi (ΔH) $+22 \text{ kJ}$, geri aktivasyon enerjisi (E_{ag}) 50 kJ olduğu bilindiğine göre potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiğinden de yararlanarak soruları cevaplayınız.



a) Tepkimenin başlaması için tepkenlere en az kaç kJ enerji verilmelidir?

.....

.....

.....

b) Tepkime endotermik mi ekzotermik midir?

.....

.....

.....

c) Tepken mi yoksa ürünler mi daha karardır?

.....

.....

.....

ç) Çarpışma teorisine göre tepkime başlatıldıktan sonra tepkimenin devam edebilmesi için neden sürekli enerji alması gerekir?

.....

.....

.....

3.



Ateş yakmak için kullanılan kibrit; ince bir tahta çubuk ve çubuğun ucunda kükürt allotropları, potasyum klorat ve bağlayıcı maddelerden oluşur. Kibrit kutusunun yan tarafında ise sürtünme şeridi bulunur. Bu şeritte kükürt, kırmızı fosfor, sürtünmeyi artırıcı maddeler ve bağlayıcı maddeler bulunur. Kibritin sürtünme şeridine sürtünmesiyle oluşan ısı, kibritin ucundaki yanma olayını başlatır. Yanma olayı sırasında açığa çıkan ısı, tepkimeye giren taneciklerin enerjisini artırarak taneciklerin etkin çarpışmasını ve yanma tepkimesinin devam etmesini sağlar. Eğer kibrit ıslanır ya da nemlenirse su molekülleri çubuğun ucundaki taneciklerin etrafını sarar. Kibritin tutuşması çok zor olur. Ayrıca rüzgârlı havalarda tepkime sonucu açığa çıkan ısı çabucak dağılır. Bu durumda yanma tepkimesinin devam etmesi mümkün olmaz.

Metindeki bilgilere göre soruları cevaplayınız.

a) Kibritte bulunan yanıcı maddeler, havadaki oksijen molekülleriyle sürekli temas ettiği hâlde sürtünme olmadan yanma tepkimesinin başlamaması aktivasyon enerjisi ile nasıl açıklanır?

b) Kibritin yanma tepkimesinin başlaması için hangi şartlar gerekir?

c) Kibritin yanma tepkimesini çarpışma teorisi ile açıklayınız.

ç) Kibrit ıslandığında ya da nemlendiğinde yanma tepkimesinin başlamama nedenini çarpışma teorisi ile açıklayınız.

d) Rüzgârlı havalarda kibritin yanma tepkimesinin devam etmemesini çarpışma teorisi ile açıklayınız.

4. Aşağıda verilen olayları çarpışma teorisi ya da aktivasyon enerjisiyle ilişkilendirerek açıklayınız.

a) Demirin havadakine göre deniz suyunda daha çabuk paslanması

b) Araba motorlarında buji (tutuşturucu) tarafından sağlanan elektrik kıvılcımı ile yakıtın yanması

c) Demir malzemelerin korozyonu önlemek için boyanması

1.5. KONTROL NOKTASI

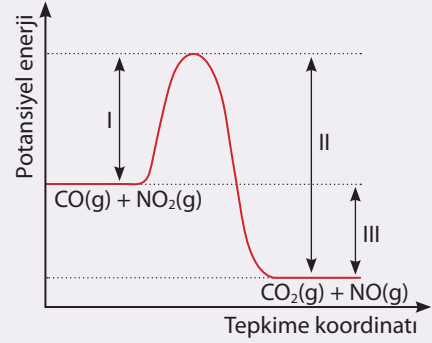
$\text{CO(g)} + \text{NO}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{NO(g)}$ tepkimesi için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. İleri aktivasyon enerjisi (E_{ai}), geri aktivasyon enerjisi (E_{ag}) ve tepkime entalpi değişimi (ΔH) kavramlarını grafikteki numaralarla ilişkilendirerek aşağıdaki uygun boşluklara yazınız.

I :

II :

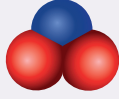
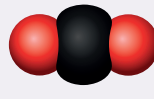
III :



2. Aşağıda CO, NO₂, CO₂ ve NO moleküllerinin modelleri verilmiştir.



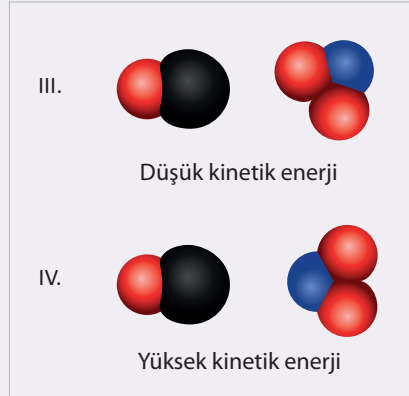
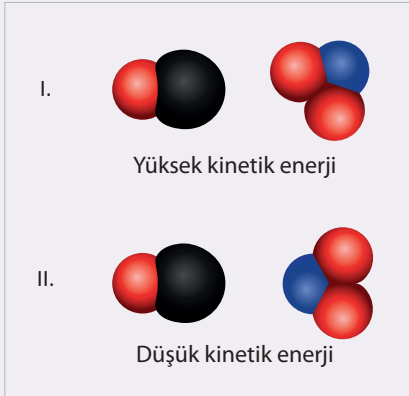
CO

NO₂CO₂

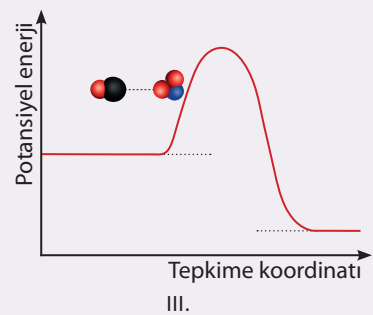
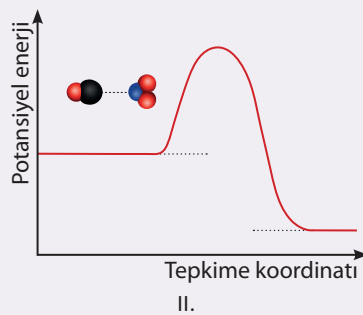
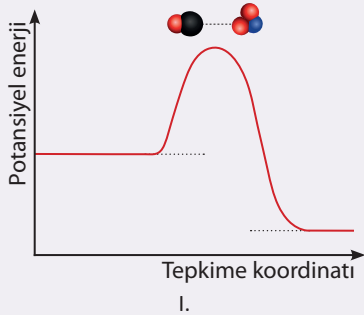
NO

Buna göre molekül modellerinden yararlanarak verilen çarpışmaların hangilerinde tepkimenin gerçekleşebileceğini çarpışma teorisiyle açıklayınız.

Çarpışmalar



3. Aşağıda verilen potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiklerinde tepkenlerin çarpışması sonucu oluşan maddenin potansiyel enerjisi verilmiştir. Buna göre grafiklerin hangilerinde tepkime gerçekleşir? Gerçekleşmediğini belirlediğiniz tepkimelerin neden gerçekleşmediğini çarpışma teorisi ile açıklayınız.



1.2.2. Tepken ve Ürün Derişimleriyle Ortalama Tepkime Hızlarının Hesaplanması

KONU YA BAŞLARKEN



Tepkime hızının zamanla değişimi, günlük hayatta pek çok süreci etkiler. Yiyeceklerin bozulma süresi, pişirme süreleri, ilaçların vücuttaki etkisi gibi durumlar kimyasal tepkimelerin hızına bağlıdır.

Demirin su ve oksijen gazı ile temas etmesi sonucu paslanması, bir fotoğrafın güneş ışığına uzun süre maruz kaldığında renginin değişmesi ve bitkilerin yapraklarının solması yavaş tepkimelere örnektir. Bazı tepkimeler ise oldukça hızlı gerçekleşmektedir. Uçak motorlarının çalışmasını sağlayan yanma tepkimesi, temizlik maddelerindeki asidin banyodaki kireç tortularıyla tepkimesi hızlı tepkimelere örnektir.

- Bazı tepkimelerin hızlı, bazılarının ise yavaş gerçekleşmesinin sebebi nedir?
- Kimyasal tepkimelerin hızı artırılabilir ya da azaltılabilir mi?
- Tepkime hızları hakkında bilgi sahibi olmak, endüstriyel alanda ne gibi yararlar sağlar?

1.9. ETKİNLİK



Adı	Tepkime Hızının Ritmi
Amaç	Tepkime hızının zamanla değişimini bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme
Süre	35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Tabloda görselleri verilen olaylarda gerçekleşen tepkimeler hızlı mı yoksa yavaş mıdır? Tahminlerinizi yazınız.

Olayın Görseli	Olay	Hızlı/Yavaş
	Kâğıdın yanması	
	Gümüşün kararması	

Olayın Görseli	Olay	Hızlı/Yavaş
	Kömür oluşumu	
	Hava yastığının şişmesi	

2. Günlük hayatta karşılaştığınız çok hızlı ya da çok yavaş gerçekleşen kimyasal olaylara örnekler vererek tablodaki ilgili boşluğa yazınız. Örnek verdiğiniz kimyasal olayda gerçekleşen tepkimenin hızlı mı yoksa yavaş mı olduğunu aşağıdaki tabloda belirtiniz.

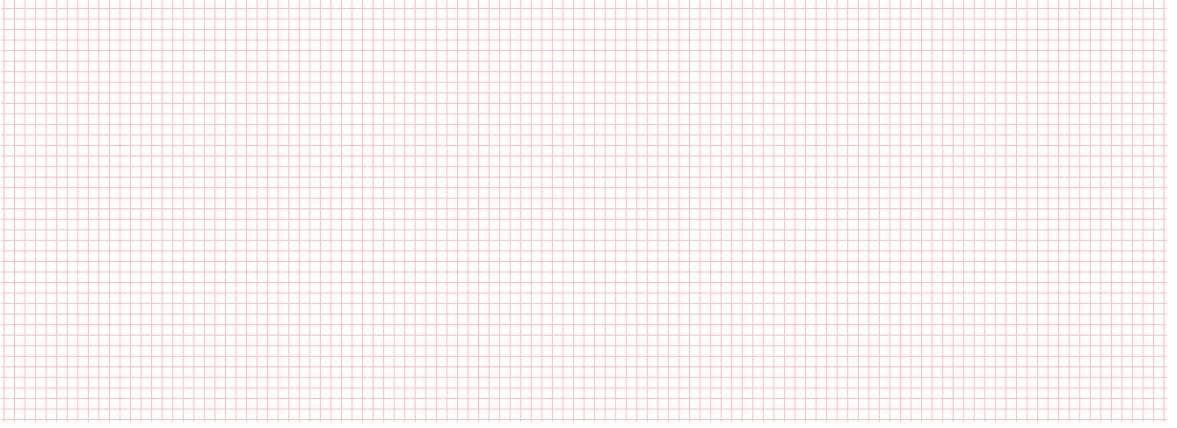
Olay	Hızlı/Yavaş

3. Mevcut bilgilerinizle tepkime hızı ve tepkime hızının zamanla değişimi ile ilgili önermeler oluşturunuz. Önermelerinizi yazıp arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesindeki maddelerin derişimlerinin zamanla değişimine ait veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tablodaki verileri inceleyiniz.

Zaman (s)	Derişim (M)		
	$[\text{N}_2\text{O}_5]$	$[\text{NO}_2]$	$[\text{O}_2]$
0	0,400	0	0
100	0,320	0,160	0,040
200	0,260	0,280	0,070
300	0,220	0,360	0,090
400	0,200	0,400	0,100
500	0,190	0,420	0,105
600	0,185	0,430	0,1075

5. Tablodaki verileri kullanarak tepken ve ürünlerin derişimlerinin zamanla değişimini gösteren grafiği, aşağıda verilen milimetrik kâğıda çiziniz.



6. Çizdiğiniz grafikten yararlanarak aşağıdaki tabloda tepken ve ürünlerin verilen zaman aralıklarındaki derişim değişim farklarını yazınız.

Zaman Aralığı (s)	Derişim Değişim Farkları (ΔM)		
	[N ₂ O ₅]	[NO ₂]	[O ₂]
0 - 100			
100 - 200			
200 - 300			
300 - 400			
400 - 500			
500 - 600			

7. Çizdiğiniz derişim-zaman grafiğini kullanarak tepkime hızının zamanla değişimi ile ilgili önermeler oluşturunuz. Oluşturduğunuz önermeleri yazınız.

.....

.....

8. Oluşturduğunuz önermelerinizi sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız. Paylaşım sırasında düşüncelerinizi özgürce ifade edip arkadaşlarınızı dikkatle ve saygıyla dinleyiniz. Herkesin söz hakkına saygı göstererek karşılıklı anlayış içinde bir iletişim kurmaya özen gösteriniz.

9. Grafikten yararlanarak oluşturduğunuz önermelerle tepkime hızı ile ilgili mevcut bilgilerinize dayalı önermelerinizi karşılaştırınız. Benzerlikleri ve farklılıklarını yazınız.

.....

.....

Değerlendirme

1. Tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin veriye dayalı olan ve olmayan önermelerinizin karşılaştırma sonuçlarındaki farklılıkların nedeni nedir?

.....

.....

2. Önermelerinizin geçerliliğine verilerin etkisini açıklayınız.

.....

.....

Tepkime hızı kimyasal bir tepkimede belli bir sürede, madde miktarındaki değişimin ölçüsüdür. Birim zamandaki tepken ya da ürünler üzerinden madde miktarındaki değişime **tepkime hızı** denir. Buna göre tepkenlerin ve ürünlerin derişimi izlenerek hız,

$$\text{Tepkime hızı} = - \frac{\Delta[\text{tepken}]}{\Delta\text{zaman}}$$

$$\text{Tepkime hızı} = + \frac{\Delta[\text{ürün}]}{\Delta\text{zaman}} \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

$\Delta[\text{tepken}]$ terimi negatiftir. Hızın değeri pozitif bir nicelik olduğundan hızın değerini pozitif yapmak için hız bağıntısında $\Delta[\text{tepken}]$ teriminin önüne eksi işareti konulur. $\Delta[\text{ürün}]$ terimi ise pozitif olduğu için hız bağıntısında $\Delta[\text{ürün}]$ teriminin önüne eksi işareti konulmaz.

Tepkime hızı “r” ile gösterilir. SI birim sisteminde hızın birimi M/s’dir. Tepkime hızının birimi aynı zamanda kullanılan madde miktarı ve zamana göre değişim gösterebilmektedir. Madde miktarındaki değişim; mol (n), derişim (M), kütle (m) ve gaz molekülleri için hacim (V); zaman aralığı ise saniye (s), dakika (dk.), saat (sa.) ve gün alındığında hız formülü ve birimi Tablo 1.6’daki gibi ifade edilebilir.

Tablo 1.6: Hız Formülü ve Biriminin Madde Miktarındaki Değişim İle Zamana Göre İfadesi

Madde Miktarındaki Değişim	Zaman Aralığı	Hız Formülü	Hız Birimi
Derişim	Saniye	$r = \frac{\Delta[M]}{\Delta t}$	$\frac{M}{s}$
Kütle	Dakika	$r = \frac{\Delta m}{\Delta t}$	$\frac{g}{dk.}$
Mol	Saat	$r = \frac{\Delta n}{\Delta t}$	$\frac{mol}{sa.}$
Hacim	Gün	$r = \frac{\Delta V}{\Delta t}$	$\frac{L}{gün}$

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesinde tepkenler ve ürün için hız ifadeleri

$$r_{N_2} = - \frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} \quad r_{H_2} = - \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} \quad r_{NH_3} = + \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$$

bağıntıları ile verilebilir. Tepkimede azot (N_2) ve hidrojen (H_2) gazları harcanırken amonyak (NH_3) gazı oluşur. Bu nedenle N_2 ve H_2 gazlarının derişimlerinin birim zamandaki değişimi harcanma hızı, NH_3 derişiminin birim zamandaki değişimi ise oluşma hızı şeklinde ifade edilir.

Bir kimyasal tepkimedeki maddelerin harcanma ve oluşma hızları birbirine eşit olmayabilir. Harcanma ve oluşma hızları, tepkime denklemindeki katsayılara göre değişiklik gösterir. NH_3 gazının oluştuğu tepkimede 1 mol N_2 gazının harcandığı zaman aralığında 3 mol H_2 gazı harcanır ve 2 mol NH_3 gazı oluşur. Bu tepkimede tepkime hızı ile maddelerin oluşma ve harcanma hızları arasındaki ilişki aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$r_{\text{tepkime}} = r_{N_2} = \frac{1}{3} r_{H_2} = \frac{1}{2} r_{NH_3}$$

Bu eşitlik, hız ifadelerinin yerine yazılmasıyla aşağıdaki gibi yeniden düzenlenebilir.

$$r_{\text{tepkime}} = - \frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = - \frac{1}{3} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = + \frac{1}{2} \frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t}$$

[] simgesi “derişim” anlamına gelmektedir. Δ , “değişim farkı” olup son değerdan ilk değerdan çıkarılmasıyla bulunur.

$aA(g) + bB(g) \rightarrow cC(g) + dD(g)$ şeklindeki genel bir tepkimede tepkime hızı ile maddelerin oluşma ve harcanma hızları arasındaki ilişki aşağıdaki gibi gösterilebilir.

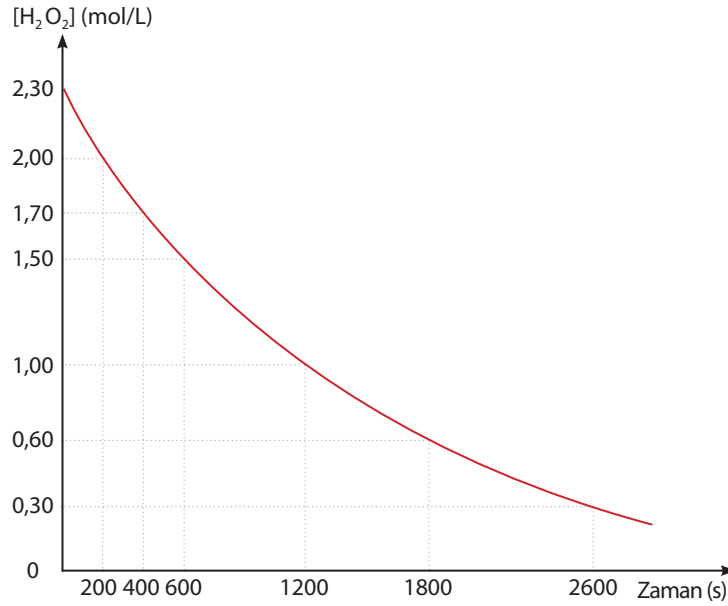
$$r_{\text{tepkime}} = \frac{1}{a} r_A = \frac{1}{b} r_B = \frac{1}{c} r_C = \frac{1}{d} r_D$$

Bu eşitlik, hız ifadelerinin yerine yazılmasıyla aşağıdaki gibi yeniden düzenlenebilir.

$$r_{\text{tepkime}} = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = +\frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

Ortalama Tepkime Hızı

Tepkenlerin harcanma hızı ve ürünlerin oluşma hızı belli bir zaman aralığında ifade edilebilir. Belli bir zaman aralığında madde miktarındaki değişime **ortalama hız** denir. $H_2O_2(\text{suda}) \rightarrow H_2O(s) + 1/2O_2(g)$ tepkimesinde H_2O_2 nin belli zaman aralıklarında ortalama harcanma hızı derişim-zaman grafiğinden hesaplanabilir. Grafik 1.7'de H_2O_2 nin belirli zamanlardaki derişimleri verilmiştir.



Grafik 1.7: H_2O_2 derişim-zaman grafiği

Grafik 1.7'ye göre H_2O_2 nin seçilen zaman aralıklarındaki ortalama harcanma hızı, zamanla derişimdeki değişiminden hesaplanır.

Buna göre 200 -400 saniyeler arası H_2O_2 nin ortalama harcanma hızı

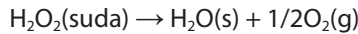
$$r_{H_2O_2} = -\frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t} = -\frac{(1,70 - 2,00)}{(400 - 200)}$$

$$r_{H_2O_2} = -\frac{-0,30}{200} = 0,0015 \text{ M/s'dir.}$$

400 -600 saniye arası H_2O_2 nin ortalama harcanma hızı

$$r_{H_2O_2} = -\frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t} = -\frac{(1,50 - 1,70)}{(600 - 400)} = -\frac{-0,20}{200} = 0,0010 \text{ M/s'dir.}$$

H_2O_2 nin ortalama harcanma hızından yararlanarak



tepkimesinde $H_2O(s)$ ve $O_2(g)$ nin ortalama oluşma hızları da hesaplanabilir.



1.10. ETKİNLİK

Adı	Tepkime Hızı Takibi
Amaç	Farklı zaman aralıklarındaki ortalama hızlardan yararlanarak tepkime hızının zamanla değişimini belirleyebilme
Süre	35 dk.
Bu etkinlik "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile öğretmen tarafından değerlendirilecektir. "Dereceli Puanlama Anahtarı"na etkinlik sonunda bulunan karekodla ulaşılabilir.	

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Tablodaki $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesine ait tepken ve ürünlerin belli zamanlardaki derişimlerini gösteren verileri kullanarak soruları cevaplayınız.

Zaman (s)	Derişim (M)		
	$[\text{N}_2\text{O}_5]$	$[\text{NO}_2]$	$[\text{O}_2]$
0	0,400	0	0
100	0,320	0,160	0,040
200	0,260	0,280	0,070
300	0,220	0,360	0,090
400	0,200	0,400	0,100
500	0,190	0,420	0,105
600	0,185	0,430	0,1075

- a) Aşağıdaki tabloda verilen zaman aralıklarında N_2O_5 gazının ortalama harcanma hızlarını hesaplayınız. Bulduğunuz sonuçları tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

Zaman Aralığı (s)	Ortalama Harcanma Hızı (M/s)
0 - 100	
100 - 200	
200 - 300	

- b) Aşağıdaki tabloda verilen zaman aralıklarında NO_2 gazının ortalama oluşma hızlarını hesaplayınız. Bulduğunuz sonuçları tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

Zaman Aralığı (s)	Ortalama Oluşma Hızı (M/s)
0 - 100	
100 - 200	
200 - 300	

- c) Aşağıdaki tabloda verilen zaman aralıklarında O_2 gazının ortalama oluşma hızlarını hesaplayınız. Bulduğunuz sonuçları tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

Zaman Aralığı (s)	Ortalama Oluşma Hızı (M/s)
0 - 100	
100 - 200	
200 - 300	

ç) Yaptığınız hesaplamalardan yola çıkarak tepkime hızının zamanla değişimine yönelik çıkarımlarınız nelerdir? Açıklayınız.

.....

d) Tepkime hızının zamanla değişimini, çarpışma teorisiyle ilişkilendirerek çıkarımlarınızın geçerliliğini sorgulayarak yazınız.

.....

Değerlendirme

1. Tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin hesaplamalarınızdan yola çıkarak yaptığınız tahminleriniz, çarpışma teorisi ile hangi açılardan örtüşüyor açıklayınız.

.....

2. Tepkime hızının zamanla değişimi ile ilgili çıkarımlarınızı çarpışma teorisiyle ilişkilendirdiğinizde ulaştığınız sonuçları yazınız.

.....

Dereceli Puanlama Anahtarı'na ulaşmak için karekodu kullanınız.

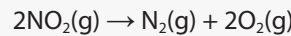
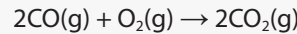


1.2. ÇALIŞMA YAPRAĞI

1. Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.



Fosil yakıtlarla çalışan araçlardaki motorlarda tam yanma gerçekleşmediği durumlarda karbon monoksit (CO) gazı oluşur. Ayrıca yanma sonucu yüksek sıcaklık ve basınçtan dolayı yan ürün olarak azot dioksit (NO₂) gibi zararlı gazlar da açığa çıkar. Bu gazlar atmosfere salınmadan önce



kimyasal tepkimeleriyle 2 saniyede 0,4 M CO ve 0,2 M NO₂ gazları karbon dioksit (CO₂), azot (N₂), oksijen (O₂) gibi daha az zararlı gazlara dönüştürülür.

a) $2\text{NO}_2\text{(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{(g)} + 2\text{O}_2\text{(g)}$ tepkimesinde tepken ve ürünlerdeki maddelerin hız bağıntılarını yazınız.

.....

b) $2\text{CO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)}$ tepkimesinde tepken ve ürünlerdeki maddelerin hız bağıntılarını yazınız.

.....

c) Tepkimelerin hızını, tepken ve ürünlerin hızları arasındaki bağıntıyı kullanarak yazınız.

.....

.....

.....

ç) $2\text{CO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)}$ tepkimesine göre CO ve O_2 gazlarının harcanma hızı kaç M/s'dir?

.....

.....

.....

d) $2\text{NO}_2\text{(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{(g)} + 2\text{O}_2\text{(g)}$ tepkimesine göre N_2 ve O_2 gazlarının oluşma hızı kaç M/s'dir?

.....

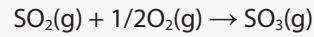
.....

.....

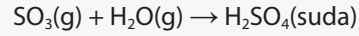
2. Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.



Enerji kaynağı olarak kullanılan kömür, kükürt içerir. Bu durum, kömürün yanması sırasında kükürt dioksit (SO_2) gazının oluşarak atmosfere salınmasına neden olur. 0,12 M kükürt dioksit gazı atmosferde 20 saniyede oksijen gazıyla



tepkimesine göre kükürt trioksit gazına (SO_3) dönüşür. Oluşan SO_3 gazının tamamı ise 2 dakikada su buharıyla



tepkimesine göre sülfürik aside (H_2SO_4) dönüşür ve asit yağmurlarının oluşumuna neden olur. Bu olay çevresel kirlilik ve ekosistemler üzerinde olumsuz etkilere yol açar.

a) Tepkimelerin hızını, tepken ve ürünlerin hızları arasındaki bağıntıyı kullanarak yazınız.

.....

.....

.....

b) SO_2 gazının ortalama harcanma hızını M/s cinsinden hesaplayınız.

.....

.....

.....

c) O_2 gazının ortalama harcanma hızını M/s cinsinden hesaplayınız.

.....

.....

.....

ç) SO_3 gazının ortalama oluşma hızını M/dk. cinsinden hesaplayınız.

.....

.....

.....

d) SO_3 gazının ortalama harcanma hızını M/s cinsinden hesaplayınız.

.....

.....

.....



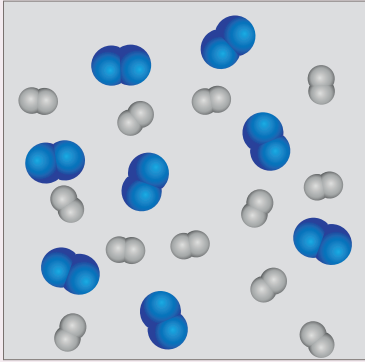
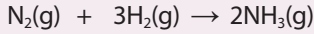
Tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin animasyona ulaşmak için karekodu kullanınız.

Sabit sıcaklıkta gerçekleşen bir tepkimenin hızı, tepkenlerin derişimine bağı olarak zamanla değişir. Tepkimelerde tepkenler zamanla harcandığı için tepkenlerin miktarları azalır. Gaz fazında veya bir sıvıda çözülmüş maddelerle gerçekleşen tepkimelerde bu azalma, tepkenlerin derişiminin düşmesine yol açar. Ancak tepkenleri katı veya saf sıvı fazda olan tepkimelerde ise derişim değişmez. Derişimin azalması, taneciklerin çarpışma olasılığını düşüreceğinden tepkime hızının da zamanla azalmasına neden olur. Bu durum her zaman aralığında benzer şekilde devam eder, dolayısıyla tepkimelerde zamanla ortalama tepkime hızı düşer.

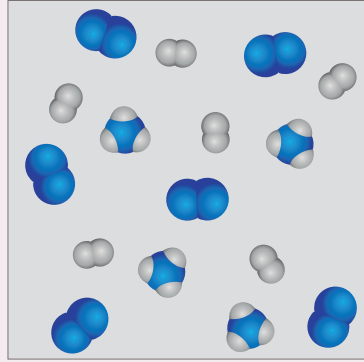
Gaz fazında veya bir sıvıda çözülmüş maddelerle gerçekleşen tepkimelerde tepkime hızı, çarpışma olasılığı en fazla olan başlangıç anında en yüksek seviyededir. Bu tepkimelerde zamanla çarpışma olasılığı azalacağı için tepkime hızı da zamanla azalır. Katı veya saf sıvı hâlde olan tepkenlerin yer aldığı tepkimelerde ise tepken derişimi sabit kaldığı için tepkime belli bir hızla başlar ve temas yüzeyinin değişmediği sürece aynı hızla devam eder.

1.4. UYGULAMA NOKTASI

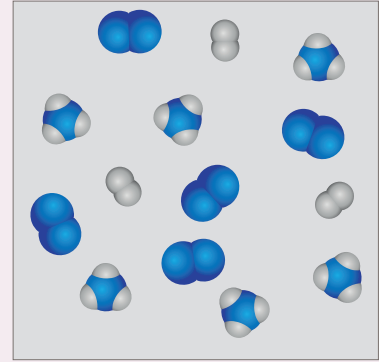
Amonyak (NH_3), kimyasal gübrelerin üretiminde kullanılır. Amonyaktan elde edilen kimyasal gübreler, dünya nüfusunun beslenmesi için hayati öneme sahiptir. Amonyak gazı, azot (N_2) ve hidrojen (H_2) gazlarının tepkimesinden oluşur. Bu tepkime denklemi ve tepkime sürecinde belirli zaman aralıklarında moleküllerin sayısı görsellerde verilmiştir.



Tepkimenin başlangıç anı



0-10 saniye aralığı



11-20 saniye aralığı

Buna göre $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ tepkimesi için aşağıdaki soruları görselden yararlanarak cevaplandırınız.

a) Tepkime sürecinde tepken ve ürünlerin derişimindeki değişimlerini belirtiniz.

.....

b) Tepkime hızının zamanla değişimini görsellerdeki tanecik sayılarına göre açıklayınız.

.....

c) Tepkime hızının zamanla değişimini çarpışma teorisiyle açıklayınız.

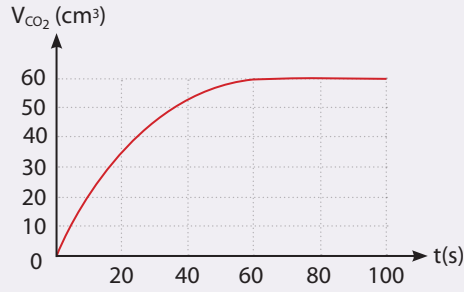
.....

1.6. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler doğruysa ilgili boşluğa "D", yanlışsa "Y" yazarak cevabınızı belirtiniz. İfade yanlış ise nedenini "Açıklamalar" kısmına yazınız.

İfadeler	D/Y	Açıklamalar
Gaz fazında gerçekleşen bir tepkimenin hızı zamanla artar.		
Gaz fazında gerçekleşen bir tepkimenin hızı başlangıçta en yüksektir.		
Etkin çarpışma sayısı ve tepkime hızı doğru orantılıdır.		
Tepkime hızı, birim zamanda tepkenlerin veya ürünlerin derişimindeki değişimdir.		
Belirli bir zamanda hesaplanan tepkime hızı, ortalama hızdır.		

2. Kalsiyum karbonatın hidroklorik asit ile tepkimesi $\text{CaCO}_3(\text{k}) + 2\text{HCl}(\text{suda}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{suda}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s})$ şeklinde gerçekleşir. Bu tepkimede oluşan karbon dioksit gazının hacminin zamanla değişim grafiği aşağıda verilmiştir.

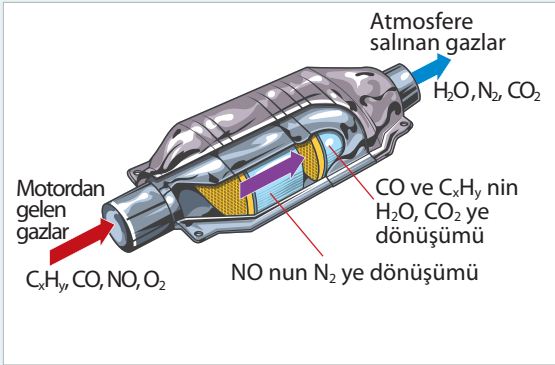


Grafikteki verilerden yararlanarak aşağıdaki tabloda verilen ifadelerin zamanla nasıl değiştiğini belirleyip ilgili kutucuğa ✓ işareti koyunuz.

İfadeler	Artar	Azalı	Değişmez
0-60 saniyeler arasında $\text{CaCO}_3(\text{k})$ derişimi			
0-60 saniyeler arasında $\text{HCl}(\text{suda})$ derişimi			
0-60 saniyeler arasında tepkime hızı			
0-60 saniyeler arasında $\text{CO}_2(\text{g})$ oluşum hızı			
60-100 saniyeler arasında tepkime hızı			

1.2.3. Tepkime Hızına Etki Eden Faktörler

KONUYA BAŞLARKEN



Katalitik konvertörler, araç egzoz sistemlerinde kullanılan bir teknolojidir. Bu sistemler egzoz gazlarındaki zararlı bileşikler azaltmak için tasarlanmıştır. Katalitik konvertörler; içlerindeki platin, paladyum, rodyum gibi metaller aracılığıyla egzoz gazlarında bulunan karbon monoksit (CO), hidrokarbonlar (C_xH_y), azot oksitler (NO_x) gibi zararlı gazları daha az zararlı maddelere (CO_2, H_2O, N_2, O_2) dönüştürürler. Platin, paladyum ve rodyum metalleri kimyasal tepkimeleri hızlandırıcı özelliklere sahip oldukları için dönüşümü hızlandırır.

Katalitik konvertörler aracılığıyla egzoz gazlarındaki zararlı bileşiklerin azaltılması çevre kirliliğini ve hava kalitesi problemlerini azaltmaya yardımcı olur.

- Kimyasal tepkime hızı yaşam için neden önemlidir?
- Tepkime hızına etki eden faktörleri bilmek günlük yaşamda ne gibi faydalar sağlar?
- Kimyasal tepkimeleri kontrol altında tutmak için neler yapılabilir?

1.11. ETKİNLİK



Adı	Tepkime Hızı Nasıl Değişir?
Amaç	Günlük hayattaki farklı örnek olaylar üzerinden kimyasal tepkimelerin hızını etkileyen faktörlere yönelik araştırılabilir sorular oluşturabilme
Süre	20 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Görselleri verilen olaylarda gerçekleşen tepkimelerin hızlarını karşılaştırarak hangi tepkimenin hızlı, hangisinin yavaş gerçekleştiğini aşağıdaki boşluğa yazınız. Gerekçenizi açıklayınız.

Doğal gazın yanması	Demirin paslanması
	
Gerekçe:	Gerekçe:

Sıcak iklimde domatesin olgunlaşması	Ilıman iklimde domatesin olgunlaşması
	
Gerekçe:	Gerekçe:

2. Aşağıda günlük hayatta karşılaşılan bazı olaylara yer verilmiştir. Bu olaylarda gerçekleşen kimyasal tepkimelerin koşulları değiştiğinde hızları da değişir. Bu tepkimelerin gerçekleştiği koşulların tepkimenin hızına etkisine yönelik araştırılabilir sorular oluşturunuz.

a) Tükürükte bulunan amilaz enziminin nişastayı glikoz ve maltoza parçalaması

b) Demirin su buharı ile tepkimesinden hidrojen gazı eldesi

c) Sebzelerin seralarda yetiştirilmesi

ç) Çıranın kömüre göre daha hızlı yanması

d) Rüzgârlı havalarda yangınların daha şiddetli olması

e) İçten yanmalı motorlarda yakıtın motora püskürtülerek verilmesi

3. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Sınıf arkadaşlarınızla 1. adımdaki gerekçelerinizi karşılaştırınız. Karşılaştırmadan elde ettiğiniz farklı fikir, argüman ve yeni bilgilerinizi yazınız.

b) Sınıf arkadaşlarınızla karşılaştırmalardan elde ettiğiniz farklı fikir, argümanlar ve merak sonucu elde ettiğiniz bilgilerinizin size bilimsel gelişiminiz konusunda nasıl bir katkı sağladığını düşünüyorsunuz? Düşüncelerinizi yazınız.

Değerlendirme

1. Günlük hayatta karşılaştığınız tepkime örnekleri üzerinden tepkimelerin hızlarını etkileyen faktörler hakkında neler söyleyebilirsiniz?

2. Tepkime hızına etki eden faktörlerle ilgili oluşturduğunuz sorularda araştırılması gerektiğini düşündüğünüz faktörleri gerekçeleriyle açıklayınız.

.....

.....

.....

Tepkimelerin hızını belirleyen çeşitli faktörler vardır ve bu faktörlerdeki değişiklikler tepkime hızını etkiler. Bu faktörlerin tepkime hızına olan etkilerinin bilinmesi, tepkimelerin kontrol altına alınmasını sağlar. Örneğin yanma tepkimesinin hızını azaltmak için oksijen gazının derişimi kontrol edilebilir. Bu nedenle tepkime hızı üzerine yapılan araştırmalar, kimyasal süreçlerin daha verimli hâle getirilmesi ve kontrol edilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir.

Tepkime Hızına Madde Cinsinin Etkisi

1.12. ETKİNLİK



Adı	Madde Cinsi ve Tepkime Hızı
Amaç	Tepkime hızına madde cinsinin etkisini belirleyebilme
Süre	35 + 35 dk.
Malzeme	4 adet deney tüpü, 1 M hidroklorik asit (HCl) çözeltisi, pipet, dereceli silindir, kronometre, demir, çinko, magnezyum parçaları, maşa, saf su

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

- Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik çalışma grubunuzu oluşturunuz.
- Çalışma grubunuzla tepkime hızına, madde cinsinin etkisine ilişkin hipotez oluşturunuz ve oluşturduğunuz hipotezin metnini yazınız.

.....

.....

.....

- Tepkime hızına, madde cinsinin etkisine ilişkin bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini grup arkadaşlarınızla dayanışma içinde eleştirel bakış açısıyla değerlendirerek belirleyip yazınız.

Bağımlı değişken :

Bağımsız değişken :

Kontrol değişkenleri :

- Demir, çinko ve magnezyum parçalarının 1 M hidroklorik asit (HCl) çözeltisi ile verdiği tepkimeden yola çıkarak verilen malzemelerle tepkime hızına madde cinsinin etkisini açıklamak için grup arkadaşlarınızla deney planlayınız. Planladığınız deneyin işlem basamaklarını yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Planladığınız deneyi grup arkadaşlarınızla iş birliği içinde gerçekleştiriniz.

- Deney verilerini yorumlayarak tepkime hızına madde cinsinin etkisini alt mikro seviyede açıklayınız.

.....

.....

7. Deney sonuçlarını çarpışma teorisi ile ilişkilendiriniz. Çalışma grubunuzun tespitlerini diğer gruplardaki arkadaşlarınızla paylaşınız.

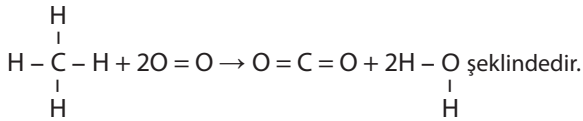
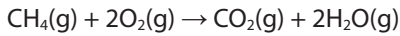
Değerlendirme

- Gerçekleştirdiğiniz deneyde madde cinsinin tepkime hızına etkisine ilişkin neler gözlemlediniz?
- Hipotezinize ilişkin belirlediğiniz bağımlı-bağımsız değişkenler ve kontrol değişkenleri ile gerçekleştirdiğiniz deneydeki değişkenlerin doğruluğunu karşılaştırınız.
- Deney sonucunda hipotezinizin doğruluğunu kontrol ederek hipotezinizi yorumlayınız.

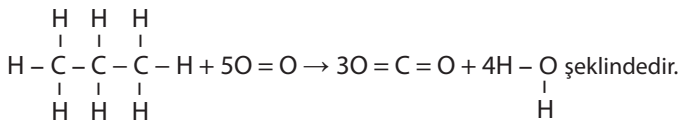
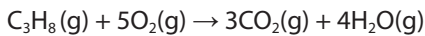
Tepkime hızı, tepkimeye giren maddelerin cinsine göre değişkenlik gösterir. Tepken maddelerin cinsine ve özelliklerine bakılarak tepkimelerin hızı tahmin edilebilir. Tepkenlerin özelliklerinden yola çıkılarak tepkime hızının öngörülebildiği bazı özellikler aşağıda verilmiştir.

Kimyasal tepkimeler, tepkenlerdeki bağların kopması ve ürünlerde yeni bağların oluşması ile gerçekleşir. Bir tepkimede kopan bağ sayısı ne kadar çok ise tepkimenin yavaş gerçekleşme ihtimali o kadar fazladır. Örneğin metan (CH_4) ve propan (C_3H_8) gazlarının yanma tepkime hızları, içerdikleri bağ türü ve sayısına göre karşılaştırılabilir.

CH_4 (metan) ün yanma tepkimesi



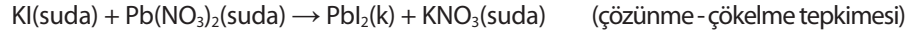
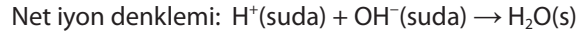
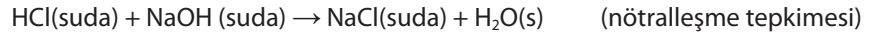
C_3H_8 (propan) in yanma tepkimesi



Aynı koşullarda C_3H_8 in yanması daha fazla bağın kırılmasını gerektirdiğinden CH_4 ün yanmasından daha yavaş gerçekleşir. Bu durum tepkenlerdeki kırılan bağ türü ve sayısının, tepkime hızını belirlediğini gösterir.

Bir tepkimede çarpışması gereken tanecik sayısının fazla olması taneciklerin aynı anda ve uygun geometride bir araya gelme olasılığını azaltır. Bu nedenle, tepkenlerde fazla sayıda tanecik olan tepkimeler genellikle daha yavaş gerçekleşir. Örneğin $2\text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{g})$ tepkimesi üç molekülün aynı anda çarpışması ile gerçekleştiği için yavaş, $\text{H}_2\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ tepkimesi aynı anda iki molekülün çarpışması ile gerçekleştiği için daha hızlıdır.

Zıt yüklü iyonlar arasında gerçekleşen tepkimeler, elektrostatik çekim kuvveti etkisi ile genellikle çok hızlı gerçekleşir. Nötralleşme, çözünme-çökelme tepkimeleri zıt yüklü iyonlar arasında gerçekleştiği için hızlı gerçekleşir. Örneğin

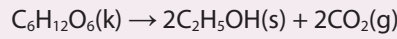


Net iyon denklemi: $\text{Pb}^{2+}(\text{suda}) + 2\text{I}^-(\text{suda}) \rightarrow \text{PbI}_2(\text{k})$ tepkimeleri, hızlı gerçekleşen tepkimelerdir.

Tepkimelerin hızı tepkenlerin cinsine göre tahmin edilebilse de bir tepkimenin hızlı ya da yavaş gerçekleşeceğini kesin olarak deneysel sonuçlar belirler.

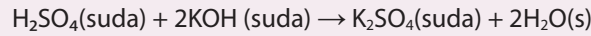
1.5. UYGULAMA NOKTASI

Doğada en yaygın bulunan şeker türlerinden biri olan glikoz ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$),



tepkime denklemine göre fermantasyon süreciyle etanole dönüştürülür. Bu dönüşüm sonucu oluşan etanol, dezenfektanlarda ve endüstride birçok kullanım alanına sahiptir.

Öte yandan sülfürik asit (H_2SO_4) ve potasyum hidroksit (KOH),



asit-baz tepkime denklemine göre önemli kimyasal gübrelerden olan potasyum sülfat (K_2SO_4) üretiminde kullanılır.

Aynı koşullarda fermantasyon ve asit-baz tepkimelerinin tepken özelliklerine göre hızlarını tahmin ederek karşılaştırınız. Tepkime hızları hakkındaki tahmininizin gerekçesini belirtiniz.

.....

.....

.....

.....

Tepkime Hızına Maddenin Fiziksel Hâlinin Etkisi

1.13. ETKİNLİK



Adı	Fiziksel Hâl ve Tepkime Hızı
Amaç	Tepkime hızına maddenin fiziksel hâlinin etkisini belirleyebilme
Süre	35 + 35 dk.
Malzeme	magnezyum şeritleri, 2 adet 250 mL'lik beherglas, ısıtıcı, cam çubuk, maşa, kronometre, termometre, saf su

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

- Öğretmenin rehberliğinde 4-6 kişilik çalışma grubunuzu oluşturunuz.
- Çalışma grubunuzla tepkime hızına, maddenin fiziksel hâlinin etkisine ilişkin hipotez oluşturunuz ve oluşturduğunuz hipotezin metnini aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

.....

.....

.....

3. Tepkime hızına, maddenin fiziksel hâlinin etkisine ilişkin bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini grup arkadaşlarınızla dayanışma içinde eleştirel bakış açısıyla değerlendirerek belirleyip yazınız.

Bağımlı değişken :

Bağımsız değişken :

Kontrol değişkenleri :

4. Magnezyumun kaynar su ve su buharıyla verdiği tepkimeden yola çıkarak verilen malzemelerle tepkime hızına maddenin fiziksel hâlinin etkisini açıklamak için grup arkadaşlarınızla deney planlayınız. Planladığınız deneyin işlem basamaklarını yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Planladığınız deneyi grup arkadaşlarınızla iş birliği içinde gerçekleştiriniz.

6. Deney verilerini yorumlayarak tepkime hızına maddenin fiziksel hâlinin etkisini alt mikro seviyede açıklayınız.

.....

.....

7. Deney sonuçlarını çarpışma teorisi ile ilişkilendiriniz. Çalışma grubunuzun tespitlerini diğer gruplardaki arkadaşlarınızla paylaşınız.

.....

.....

Değerlendirme

1. Gerçekleştirdiğiniz deneyde maddenin fiziksel hâlinin tepkime hızına etkisine ilişkin neler gözlemlediniz?

.....

.....

2. Hipotezinize ilişkin belirlediğiniz bağımlı-bağımsız değişkenler ve kontrol değişkenleri ile gerçekleştirdiğiniz deneydeki değişkenlerin doğruluğunu karşılaştırınız.

.....

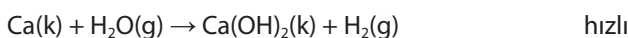
.....

3. Deney sonucunda hipotezinizin doğruluğunu kontrol ederek hipotezinizi yorumlayınız.

.....

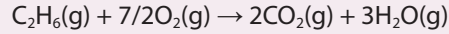
.....

Tepkenlerin fiziksel hâlinin tepkime hızına etkisi oldukça önemlidir çünkü tepkinin hızı, tepken moleküllerinin birbirleriyle etkileşime girmesi ile ilgilidir. Genel olarak gaz fazındaki tepkimeler sıvı ve katı fazlardaki tepkimelerden daha hızlı gerçekleşir. Gaz fazındaki moleküller daha fazla hareketli oldukları için birbirlerine çarpma olasılıkları daha yüksektir. Bu durum tepkenlerin etkileşime girerek gereken etkili çarpışma olasılığını artırır. Örneğin kalsiyum metalinin su buharı ile verdiği tepkime aynı sıcaklıkta su ile verdiği tepkimeye göre daha hızlıdır.



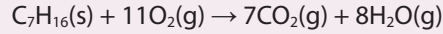
1.6. UYGULAMA NOKTASI

Etan (C_2H_6) evleri ısıtmak ve sıcak su elde etmek için kullanılan



tepkime denklemine göre; yanan doğal gazın bir bileşenidir.

Renksiz ve uçucu bir sıvı olan heptan (C_7H_{16}), benzinin bileşenlerinden biridir. Heptan,



tepkime denklemine göre; yanarak motorlu araçlara enerji sağlar.

Aynı koşullarda etan ve heptanın yanma tepkimelerinin hızlarını tepken özelliklerine göre tahmin ederek karşılaştırınız. Karşılaştırma sonucunu gerekçeleriyle belirtiniz.

Tepkime Hızına Derişimin Etkisi

1.14. ETKİNLİK



Adı	Derişim ve Tepkime Hızı
Amaç	Tepkime hızına derişimin etkisini belirleyebilme
Süre	35 + 35 dk.
Malzeme	derişik hidroklorik asit (HCl) çözeltisi, saf su, çinko parçaları, pipet, 2 adet 100 mL'lik erlenmayer, 2 adet 500 mL'lik beherglas, kronometre, 5 adet deney tüpü, dereceli silindir, maşa

Yönerge: Aşağıda verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik çalışma grubunuzu oluşturunuz.
2. Çalışma grubunuzla tepkime hızına, derişimin etkisine ilişkin hipotez oluşturunuz ve oluşturduğunuz hipotezin metnini aşağıdaki boşluğa not ediniz.

3. Tepkime hızına, derişimin etkisine ilişkin bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini grup arkadaşlarınızla dayanışma içinde eleştirel bakış açısıyla değerlendirerek belirleyip yazınız.

Bağımlı değişken :

Bağımsız değişken :

Kontrol değişkenleri :

4. Bir metalin farklı derişimlerdeki asit çözeltileri ile verdiği tepkimeden yola çıkarak verilen malzemelerle tepkime hızına derişimin etkisini açıklamak için grup arkadaşlarınızla deney planlayınız. Planladığınız deneyin işlem basamaklarını yazınız.

- Planladığınız deneyi grup arkadaşlarınızla iş birliği içinde gerçekleştiriniz.
- Deney verilerini yorumlayarak tepkime hızına derişimin etkisini alt mikro seviyede açıklayınız.

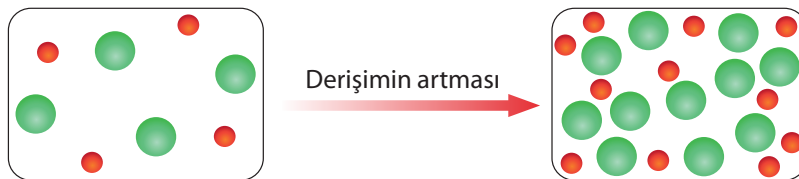
- Deney sonuçlarını çarpışma teorisi ile ilişkilendiriniz. Çalışma grubunuzun tespitlerini diğer gruplardaki arkadaşlarınızla paylaşınız.

Değerlendirme

- Gerçekleştirdiğiniz deneyde derişimin tepkime hızına etkisine ilişkin neler gözlemlediniz?
- Hipotezinize ilişkin belirlediğiniz bağımlı-bağımsız değişkenler ve kontrol değişkenleri ile gerçekleştirdiğiniz deneydeki değişkenlerin doğruluğunu karşılaştırınız.
- Deney sonucunda hipotezinizin doğruluğunu kontrol ederek yorumlayınız.

Bir kimyasal tepkimenin hızı, tepkenlerin bir araya gelme sıklığı ve birbiriyle etki-leşme hızı ile ilgilidir. Derişim birim hacimdeki madde miktarını ifade eder. Daha yüksek derişim, tepkenlerin çarpışma olasılığını artırarak etkin çarpışma sayısını artırır. Derişimin artması tepkime hızının artmasını sağlar. Bir tepkimede derişimin artması tepkimenin aktivasyon enerjisini değiştirmez.

Örneğin $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$ tepkimesinde tepken derişimi arttıkça tepkime hızı artar. Görsel 1.8'de kırmızı küreler A, yeşil küreler B tepkenini temsil etmektedir. Aynı hacimde A ve B maddelerinin sayısının artması çarpışma olasılığını artırarak tepkimeyi hızlandırır.



Derişimi düşük olan tepkenler
Tepkenlerin çarpışma sayısı az
Tepkime hızı düşük

Derişimi yüksek olan tepkenler
Tepkenlerin çarpışma sayısı fazla
Tepkime hızı yüksek

Görsel 1.8: Tepkime hızına derişim etkisi

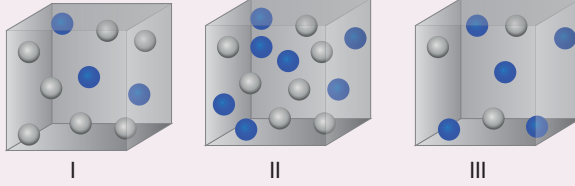
Gaz fazında gerçekleşen bir tepkimede sistemin hacmi değiştirildiğinde tepkime ortamındaki madde derişimleri de değişir. Hacim artırıldığında gazların birim hacimdeki miktarı azalır, bu da moleküllerin çarpışma olasılığını düşürerek tepkime hızının azalmasına yol açar. Buna karşılık hacim azaltıldığında gazların derişimi artar, çarpışmalar daha sık gerçekleşir ve tepkime hızı artar. Bu nedenle gaz fazındaki tepkimelerde hacim değişimi, tepkime hızını doğrudan etkileyen önemli bir faktördür.

1.7. UYGULAMA NOKTASI

Hidroklorik asit (HCl); metal işleme, inşaat, temizlik ürünleri gibi birçok endüstriyel alanda kullanılan önemli bir bileşiktir. Hidroklorik asit, direkt sentez adı verilen bir yöntemle hidrojen ve klor gazlarından;

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ tepkimesine göre elde edilir.

Aşağıdaki görsellerde üç özdeş kapta aynı koşullardaki hidrojen (gri küre) ve klor (mavi küre) gazları sembolik olarak gösterilmiştir. Buna göre görselleri inceleyerek verilen soruları cevaplayınız.



1. Kaplarda gerçekleşen tepkimelerin hızlarını karşılaştırınız.

.....

.....

.....

2. Hangi kapta birim zamanda daha fazla hidroklorik asit üretilir? Nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

3. Tepkime hızlarındaki farklılığın nedenini çarpışma teorisiyle açıklayınız.

.....

.....

.....

1.4. KİMYA VE YAŞAM

Nemli Havada Paslanma



Nemli hava, demirin daha hızlı paslanmasına neden olan bir ortam sağlar. Çünkü nem, paslanma sürecinde önemli bir rol oynar. Demir, havadaki oksijen ve su ile temas ettiğinde paslanır. Nemli bir ortamda havanın daha yüksek bir su buharı içeriğine sahip olması demirin yüzeyinde daha fazla su bulunmasına yol açar. Bu durum oksidasyon sürecinin ve pas tabakasının oluşum hızının artmasına yol açar. Sonuç olarak nemli hava, demirin daha hızlı paslanmasına neden olan bir ortama yol açarak suyun ve oksijenin demirin yüzeyine daha etkili bir şekilde ulaşmasına neden olur.

■ Nemli ortamlarda demirin paslanması günlük yaşamda hangi problemlere yol açar?

.....

■ Paslanmadaki tepkimeyi yavaşlatmak için ne gibi önlemler alınabilir?

.....

■ Nemli havada demirin daha hızlı paslanmasının nedenini derişimle ilişkilendirerek açıklayınız.

.....

Tepkime Hızına Sıcaklığın Etkisi

1.15. ETKİNLİK



Adı	Sıcaklık ve Tepkime Hızı
Amaç	Tepkime hızına sıcaklığın etkisini belirleyebilme
Süre	35 + 35 dk.
Malzeme	demir parçaları, 1 M hidroklorik asit (HCl) çözeltisi, 2 adet deney tüpü, 2 adet 500 mL'lik beherglas, pipet, ısıtıcı, termometre, kronometre, etiket

Yönerge: Aşağıda verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

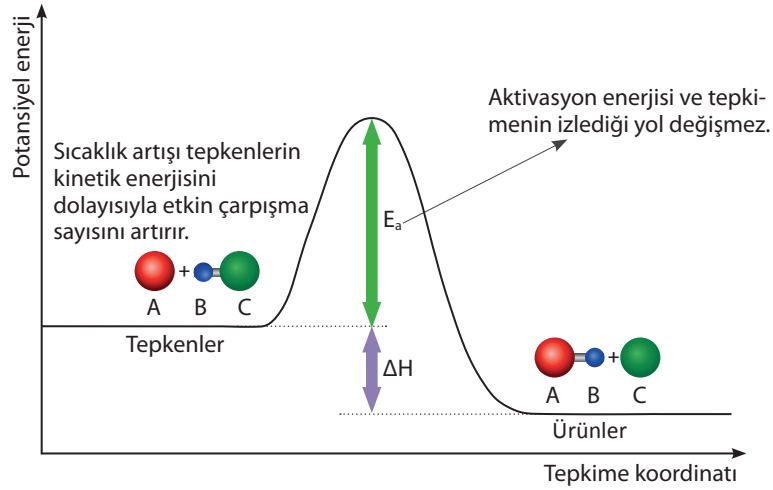
- Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik çalışma grubunuzu oluşturunuz.
- Çalışma grubunuzla tepkime hızına, sıcaklığın etkisine ilişkin hipotez oluşturunuz ve oluşturduğunuz hipotezin metnini yazınız.
.....
.....
.....
- Tepkime hızına, sıcaklığın etkisine ilişkin bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini grup arkadaşlarınızla dayanışma içinde eleştirel bakış açısıyla değerlendirerek belirleyip yazınız.
Bağımlı değişken :
Bağımsız değişken :
Kontrol değişkenleri :
- Metallerin asitlerle verdiği tepkimeden yola çıkarak verilen malzemelerle tepkime hızına sıcaklığın etkisini açıklamak için grup arkadaşlarınızla deney planlayınız. Planladığınız deneyin işlem basamaklarını yazınız.
.....
.....
.....
.....
- Planladığınız deneyi grup arkadaşlarınızla iş birliği içinde gerçekleştiriniz.
- Deney verilerini yorumlayarak tepkime hızına sıcaklığın etkisini alt mikro seviyede açıklayınız.
.....
.....
- Deney sonuçlarını çarpışma teorisi ile ilişkilendiriniz. Çalışma grubunuzun tespitlerini diğer gruplardaki arkadaşlarınızla paylaşınız.
.....
.....

Değerlendirme

- Gerçekleştirdiğiniz deneyde sıcaklığın tepkime hızına etkisine ilişkin neler gözlemlediniz?
.....
.....
- Hipotezinize ilişkin belirlediğiniz bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenleri ile gerçekleştirdiğiniz deneydeki değişkenlerin doğruluğunu karşılaştırınız.
.....
.....
- Deney sonucunda hipotezinizin doğruluğunu kontrol ederek yorumlayınız.
.....
.....

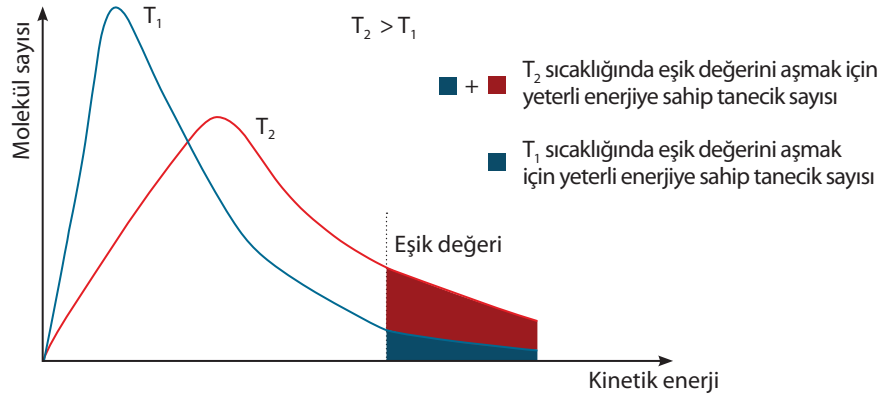
Sıcaklık, kimyasal tepkime hızını etkileyen önemli bir faktördür. Bir tepkimede sıcaklık artışı, tepkimeye giren taneciklerin kinetik enerjisinde artışa neden olur. Bu artış, çarpışma olasılığı ve şiddetini artırarak etkin çarpışma sayısını artırır ve böylece tepkenlerin eşik enerjisini aşma olasılığını yükseltir. Ayrıca moleküllerin sıcaklıkla artan kinetik enerjisi, kimyasal bağların kırılma olasılığını artırır. Sonuç olarak sıcaklık arttığında tepkimelerin hızında bir artış görülür.

Grafik 1.8'de sıcaklık A ve BC tepkenlerinin kinetik enerjilerini yükselterek etkin çarpışma sayısını artırır. Böylelikle birim zamanda aktivasyon enerjisini geçen tanecik sayısı artar ve tepkime hızlanır. Sıcaklık aktivasyon enerjisini ve tepkimenin izlediği yolu değiştirmez.



Grafik 1.8: A ve BC tepkenleri arasında gerçekleşen tepkimede sıcaklık artışının tepkimeye etkisi

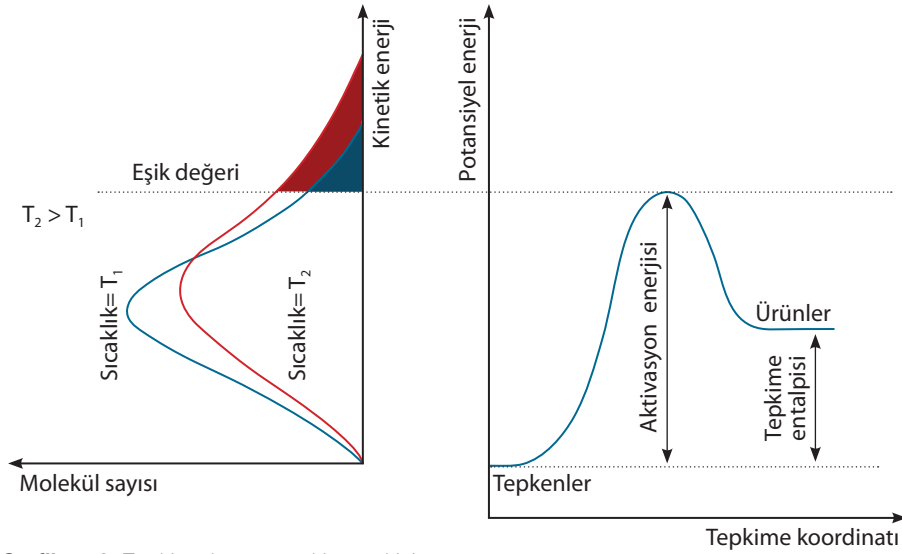
Tepkime hızına sıcaklığın etkisi Grafik 1.9'da molekül sayısı, kinetik enerji dağılımı ile açıklanmıştır.



Grafik 1.9: Bir tepkimedeki moleküllerin kinetik enerjilerinin dağılımı

Grafik 1.9'da T_1 ve T_2 sıcaklıklarında çizilen her iki eğrinin altında kalan toplam alanın eşit olması, her iki durumdaki toplam tanecik sayısının aynı olduğunu gösterir. Eğri-lerdeki farklılığın nedeni sıcaklık değişimine bağlı olarak taneciklerin kinetik enerjilerinin değişmesidir. T_2 sıcaklığında moleküllerin kinetik enerjileri T_1 sıcaklığına göre daha fazladır. Çünkü T_2 sıcaklığında eşik enerjisinin sağında kalan toplam alan, T_1 sıcaklığında eşik enerjisinin sağında kalan alandan büyüktür. Bu durum grafikte eşik değerini aşmak için yeterli kinetik enerjiye sahip tanecik sayısının T_2 sıcaklığında T_1 sıcaklığına göre daha fazla olduğunu da gösterir. Ayrıca T_2 sıcaklığının T_1 sıcaklığından daha yüksek olduğu da belirlenebilir.

Molekül sayısının farklı sıcaklıklarda kinetik enerji dağılımı ile potansiyel enerji tepkime koordinatı grafiği birbiriyle ilişkilendirildiğinde tepkime hızına sıcaklığın etkisi Grafik 1.10'da görülebilir.



Grafik 1.10: Tepkime hızına sıcaklığın etkisi

1.8. UYGULAMA NOKTASI

Akdeniz havzasındaki tarihi yapılarda kireç taşı (CaCO_3) bolca kullanılmıştır. Kireç taşı asitlerle tepkimeye girerek aşınır. Örneğin sülfürik asitle

$\text{CaCO}_3(\text{k}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{suda}) \rightarrow \text{CaSO}_4(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s})$ denkleminde tepkimeye girer.

Farklı sıcaklık koşullarında asit yağmurlarının antik yapılar üzerindeki etkisini araştıran bir arkeolog, kireç taşıdan görsellerdeki gibi üç adet maket yapı üretiyor. Bulundukları ortam sıcaklıkları verilen maketlerin üzerine eşit derişimde asit çözeltisi püskürtüp aşınma hızını ölçüyor.



Deney sonunda maket yapıların aşınma hızını çarpışma teorisi ile ilişkilendirerek karşılaştırınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tepkime Hızına Katalizörün Etkisi

1.16. ETKİNLİK



Adı	Katalizör ve Tepkime Hızı
Amaç	Tepkime hızına katalizörün etkisini belirleyebilme
Süre	35 + 35 dk.
Malzeme	200 mL'lik beherglas, tahta çubuk, deney tüpü, hidrojen peroksit (H_2O_2) çözeltisi, mangan(IV) oksit (MnO_2) katısı

Yönerge: Aşağıda verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik çalışma grubunuzu oluşturunuz.
2. Çalışma grubunuzla tepkime hızına katalizörün etkisine ilişkin hipotez oluşturunuz ve oluşturduğunuz hipotezin metnini yazınız.

.....

.....

.....

3. Tepkime hızına, katalizörün etkisine ilişkin bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini grup arkadaşlarınızla dayanışma içinde eleştirel bakış açısıyla değerlendirerek belirleyip yazınız.

Bağımlı değişken :

Bağımsız değişken :

Kontrol değişkenleri :

4. H_2O_2 nin MnO_2 katısı varlığındaki $H_2O_2(suda) \rightarrow H_2(g) + O_2(g)$ ayrışma tepkimesinden yola çıkarak verilen malzemelerle tepkime hızına katalizörün etkisini açıklamak için grup arkadaşlarınızla deney planlayınız. Planladığınız deneyin işlem basamaklarını yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

5. Planladığınız deneyi grup arkadaşlarınızla iş birliği içinde gerçekleştiriniz.

6. Deney verilerini yorumlayarak tepkime hızına katalizörün etkisini alt mikro seviyede açıklayınız.

.....

.....

7. Deney sonuçlarını çarpışma teorisi ile ilişkilendiriniz. Çalışma grubunuzun tespitlerini diğer gruplardaki arkadaşlarınızla paylaşınız.

.....

.....

Değerlendirme

1. Gerçekleştirdiğiniz deneyde katalizörün tepkime hızına etkisine ilişkin neler gözlemlediniz?

.....

.....

2. Hipotezinize ilişkin belirlediğiniz bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenleri ile gerçekleştirdiğiniz deneydeki değişkenlerin doğruluğunu karşılaştırınız.

.....

.....

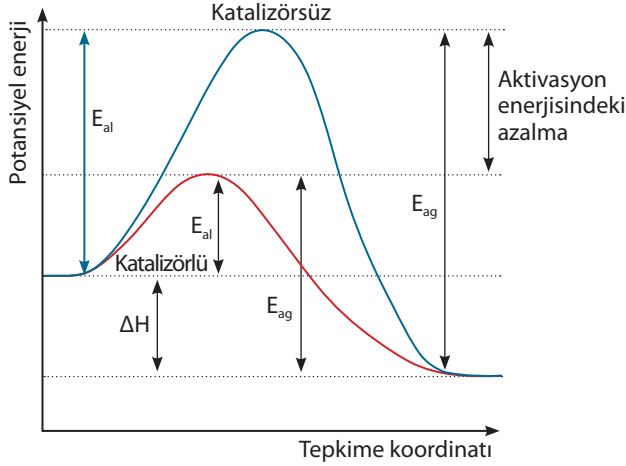
3. Deney sonucunda hipotezinizin doğruluğunu kontrol ederek yorumlayınız.

.....

.....

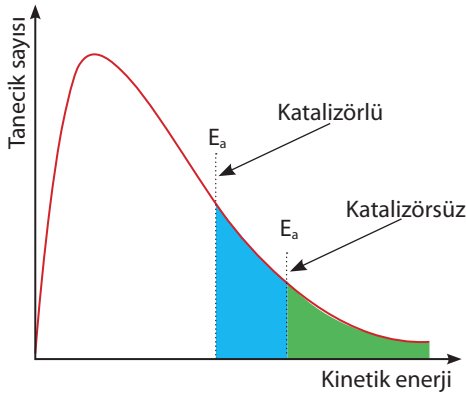
Kimyasal tepkimelerde tepkime hızını artıran maddelere **katalizör** denir. Katalizörler tepkimenin aktivasyon enerjisini düşürerek tepkimenin daha hızlı gerçekleşmesini sağlar (Grafik 1.11).

Ayrıca katalizörler tepkime sonunda tepkimeye katılmadan önceki hâliyle tepkime sonunda değişime uğramadan tepkimeden çıkarlar. Katalizörün tepkimedeki enerji değişimlerine etkisi Grafik 1.11 ve Grafik 1.12'de görülebilir.



Grafik 1.11: Katalizörlü ve katalizörsüz tepkimelerde potansiyel enerjinin zamanla değişimi

Grafik 1.11 ve Grafik 1.12 incelendiğinde katalizörün, aktivasyon enerjisini düşürerek tepkimeyi hızlandığı, tepken ve ürünlerin enerjisini ve tepkime entalpisini değiştirmedeği görülebilir.



Grafik 1.12: Katalizörlü ve katalizörsüz bir tepkimeye ait tanecik sayısının kinetik enerji dağılımı

Yeşil boyalı alan, katalizörsüz tepkimenin aktivasyon enerjisinden daha büyük veya eşit enerjiye sahip taneciklerin sayısını temsil eder. Mavi ve yeşil boyalı alanın toplamı, katalizörlü tepkimenin aktivasyon enerjisinden daha büyük veya ona eşit enerjiye sahip taneciklerin sayısını temsil eder. Katalizörlü tepkimeye ait boyalı alanda daha fazla sayıda tanecik, aktivasyon enerjisinden daha büyük bir enerjiye sahiptir. Bu nedenle çarpışmaların daha büyük bir kısmı tepkimeyle sonuçlanır ve tepkime hızı artar.

Katalizörlerin tepkime üzerindeki etkileri:

- tepkimenin izlediği yolu değiştirir,
- tepkimenin aktivasyon enerjisini düşürür,
- ileri ve geri aktivasyon enerjisini aynı miktarda düşürdüğü için tepkime entalpisini değiştirmez,
- etkin çarpışma ve birim zamanda oluşan ürün miktarını artırır,
- tepken ve ürünlerin enerjisini değiştirmez,
- ürünlerin türünü ve miktarını etkilemez, tepkime verimini değiştirmez,
- tepkimenin başlaması için gerekli değildir, başlamış bir tepkimeyi hızlandırır,
- tepkimenin yönünü değiştirmez,

şeklinde ifade edilir.

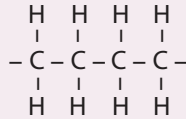
Tepkime hızını yavaşlatan katalizörlere **negatif katalizör** ya da **inhibitör** denir. Hazır gıdaların bozulmasına neden olan tepkimeleri yavaşlatmak için inhibitör kullanılır. Gıdalarda kullanılan inhibitörlere örnek olarak sodyum benzoat, sodyum klorür, askorbik asit, salisilik asit ve sodyum sitrat verilebilir.

Bir kimyasal tepkimede tepkenlerle aynı fazda olan katalizörlere **homojen katalizör**, farklı fazda olan katalizörlere **heterojen katalizör** denir. Kimyasal tepkime denkleminde katalizörler genellikle ok üzerinde gösterilirler. Heterojen katalizörler genelde katı, tepkenler ise sıvı ya da gaz fazında bulunur. Katalizörler tepkime hızını artırarak enerji maliyetlerini azaltabilir, yan ürün oluşumunu azaltarak ürünün saflığını artırabilir. Bu nedenle katalizörler kimya endüstrisinde ve araştırmada önemli bir yere sahiptir.

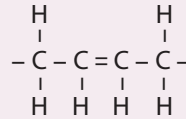
1.9. UYGULAMA NOKTASI

Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Yağ molekülleri, birbirine bağlı karbon atomlarından oluşan uzun zincirler içerir. Zinciri oluşturan karbon atomları arasında tüm bağlar tekli ise yağ doymuş, karbon atomları arasında çift bağ bulunuyorsa yağ doymamıştır.

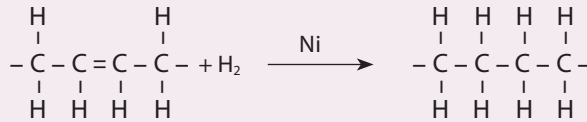


Doymuş yağa ait karbon zinciri kesiti



Doymamış yağa ait karbon zinciri kesiti

Doymamış bitkisel yağların H_2 gazı ile nikel (Ni) katalizörlüğünde tepkimesinden doymuş bitkisel yağ (margarin) üretilir. Bu işleme ait basitleştirilmiş tepkime denklemi



şeklinde gerçekleşir.

1. Aynı koşullarda margarin üreten özdeş iki tesisten biri katalizör kullanırken diğeri kullanmamaktadır. Bu iki tesisin üretim için harcadıkları enerji ve günlük üretim miktarlarını gerekçeleri ile birlikte karşılaştırınız.

2. Katalizörlü ve katalizörsüz tepkimelerin aktivasyon enerjilerini, gerekçelerini de belirterek karşılaştırınız.

Tepkime Hızına Temas Yüzeyinin Etkisi

1.17. ETKİNLİK



Adı	Temas Yüzeyi ve Tepkime Hızı
Amaç	Tepkime hızına temas yüzeyinin etkisini belirleyebilme
Süre	35 + 35 dk.
Malzeme	0,5 M hidroklorik asit (HCl) çözeltisi, magnezyum şerit, 3 adet 250 mL'lik beherglas, dereceli silindir, manyetik karıştırıcı, kronometre, hassas terazi, makas, maşa, saf su

Yönerge: Aşağıda verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

- Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik çalışma grubunuzu oluşturunuz.
- Çalışma grubunuzla tepkime hızına, temas yüzeyinin etkisine ilişkin hipotez oluşturunuz ve oluşturduğunuz hipotezin metnini yazınız.
.....
.....
.....
- Tepkime hızına, temas yüzeyinin etkisine ilişkin bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini grup arkadaşlarınızla dayanışma içinde eleştirel bakış açısıyla değerlendirerek belirleyip yazınız.
Bağımlı değişken :
Bağımsız değişken :
Kontrol değişkenleri :
- Metallerin asitlerle verdiği tepkimeden yola çıkarak verilen malzemelerle temas yüzeyinin tepkime hızına etkisini açıklamak için grup arkadaşlarınızla deney planlayınız. Planladığınız deneyin işlem basamaklarını yazınız.
.....
.....
.....
.....
.....
- Planladığınız deneyi grup arkadaşlarınızla iş birliği içinde gerçekleştiriniz.
- Deney verilerini yorumlayarak tepkime hızına temas yüzeyinin etkisini alt mikro seviyede açıklayınız.
.....
.....
.....
- Deney sonuçlarını çarpışma teorisi ile ilişkilendiriniz. Çalışma grubunuzun tespitlerini diğer gruplardaki arkadaşlarınızla paylaşınız.
.....
.....
.....

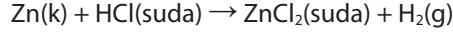
Değerlendirme

- Gerçekleştirdiğiniz deneyde temas yüzeyinin tepkime hızına etkisine ilişkin neler gözlemlediniz?
.....
.....
.....
- Hipotezinize ilişkin belirlediğiniz bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenleri ile gerçekleştirdiğiniz deneydeki değişkenlerin doğruluğunu karşılaştırınız.
.....
.....
.....
- Deney sonucunda hipotezinizin doğruluğunu kontrol ederek yorumlayınız.
.....
.....
.....

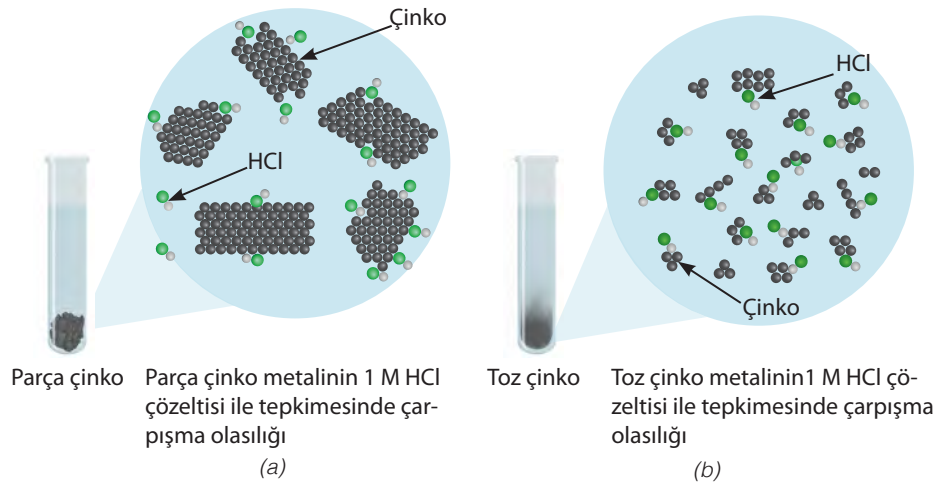


Tepkime hızına etki eden faktörlere ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.

Tepkenlerdeki katı maddenin yüzey alanındaki artış ile tepkime hızı artar. Çünkü yüzey alanının artması tepkimenin gerçekleşeceği daha fazla bölge sağlar. Bu da tepkimenin hızını artırır çünkü daha fazla tanecik aynı anda tepkimeye girebilir. Bu nedenle katı maddelerin ince toz hâline getirilmesi tepkime hızını artırır. Çinko metalinin hidroklorik asit ile tuz ve hidrojen gazı oluşturduğu tepkime denklemi verilmiştir.

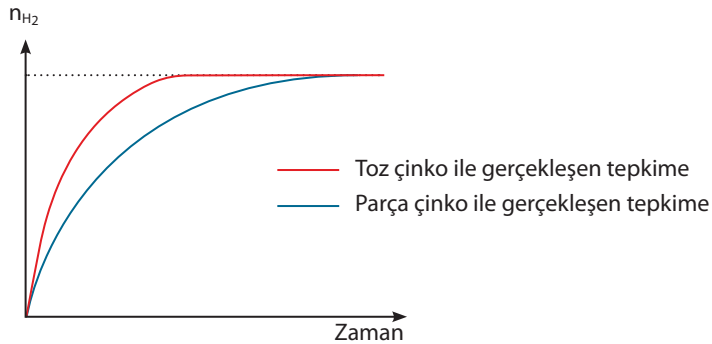


Seyreltik hidroklorik asit çözeltisine parça hâlinde çinko metali eklendiğinde tepkime yavaş gerçekleşerek tuz ve hidrojen gazı oluşur. Asit çözeltisine aynı miktarda toz hâlinde çinko metali eklendiğinde ise tepkime çok şiddetli gerçekleşerek tuz ve hidrojen gazı oluşur. Toz hâlindeki çinko çok daha büyük bir yüzey alanına sahiptir ve dolayısıyla tepkimenin gerçekleşebileceği çok daha geniş bir alan vardır, bu da çinko ile asit arasındaki çarpışmaların olasılığını artırır (Görsel 1.9).



Görsel 1.9: a) Parça çinkonun HCl ile tepkimesi, b) Toz çinkonun HCl ile tepkimesi

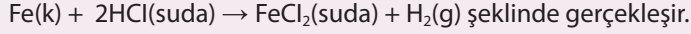
Her iki tepkime sonunda aynı miktarda ürün oluşurken; toz çinko ile oluşan tepkimede ürünler daha kısa sürede açığa çıkar. Tepkimelerde açığa çıkan hidrojen gazının mol-zaman grafiği Grafik1.13'te verilmiştir.



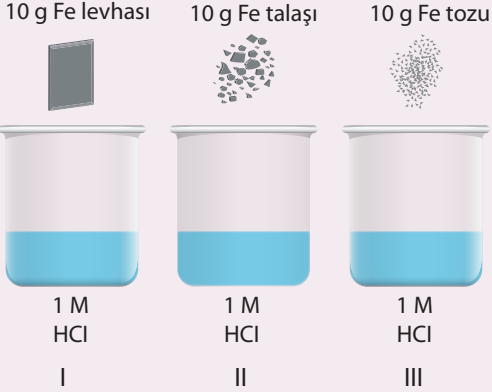
Grafik 1.13: Çinko metalinin 1 M HCl çözeltisi ile tepkimesinde açığa çıkan hidrojen gazının mol sayısının zamanla değişimi

1.10. UYGULAMA NOKTASI

Demir(II) klorür (FeCl_2) su arıtımında kullanılan önemli bir kimyasaldır. Su içinde asılı durumda bulunan ve bulanıklığa neden olan küçük partikülleri çöktürmek için kullanılır. Çelik üretimi sırasında oluşan atık demir parçalarının hidroklorik asit (HCl) çözeltisiyle tepkimesinden FeCl_2 üretilir. Tepkime



Çelik üreten fabrikadaki bir kimyager FeCl_2 üretimini demir atıklarının boyutlarını değiştirerek hızlandırmak istiyor. Üretimin ne kadar hızlanacağını belirleyebilmek için görseldeki gibi bir deney planlıyor.



Görsellerdeki üç ayrı kaptaki aynı sıcaklıkta gerçekleşen tepkimeler için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Kaptaki birim zamanda oluşan FeCl_2 miktarlarını çarpışma teorisi ile ilişkilendirerek karşılaştırınız.

2. Kaptaki hidrojen gazı çıkış hızını çarpışma teorisi ile ilişkilendirerek karşılaştırınız.

PERFORMANS GÖREVİ



Adı	Tepkime Hızını Değiştir
Amaç	Tepkenlerin cinsi ve fiziksel hâlini; derişim, sıcaklık, temas yüzeyi ve katalizörün tepkime hızına etkisini araştırmak amacıyla neden-sonuç ilişkisini ortaya koyacağı bir deneyi tasarlayabilme, uygulayabilme ve raporlayabilme
Hazırlama Süresi	30 dk.
Beklenen Beceriler	Bilimsel sorgulayabilme, deney yapma

Yönerge: Verilen adımları takip ederek; performans görevini gerçekleştiriniz.

- Aşağıdaki karekodda verilen Öz Farkındalık Formu'nu deneyden önce doldurunuz.
- Tepkenlerin cinsi ve fiziksel hâlini; derişim, sıcaklık, temas yüzeyi ve katalizörün tepkime hızına etkisini araştırmak üzere neden-sonuç ilişkisini ortaya koyan bir deney tasarlayınız.
- Deney için kullanacağınız malzemeleri belirleyiniz.
- Deneyin amacına uygun bir deney planı hazırlayınız ve deneyi gerçekleştiriniz.
- Aşağıdaki karekodda verilen deney raporunu doldurduktan sonra öğretmeninizle paylaşınız.
- Aşağıdaki karekodda verilen Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

Değerlendirme

Performans görevinde sürecin bütünü, aşağıdaki karekodda verilen Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilecektir.

Karekodlar

Öz Farkındalık Formu



Deney Raporu



Öz Değerlendirme Formu



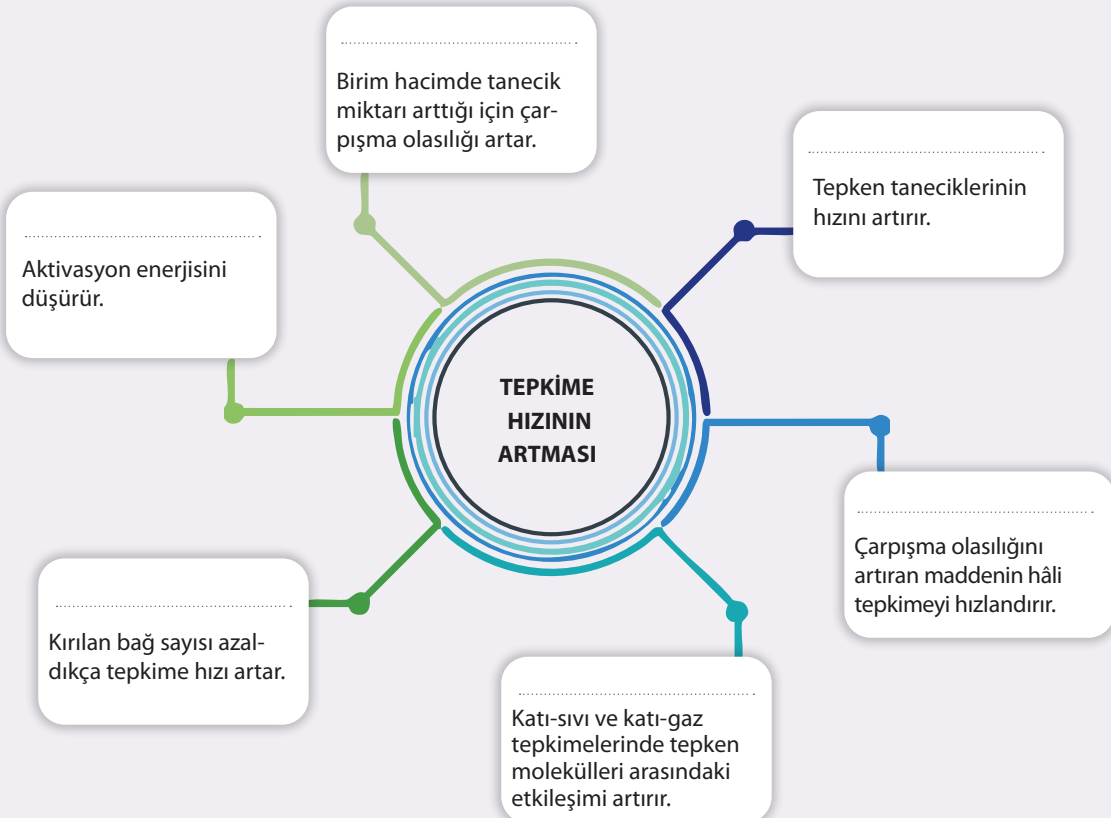
Dereceli Puanlama Anahtarı

1.7. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler doğruysa ilgili boşluğa "D", yanlışsa "Y" yazarak cevabınızı belirtiniz. İfade yanlış ise nedenini "Açıklamalar" kısmına yazınız.

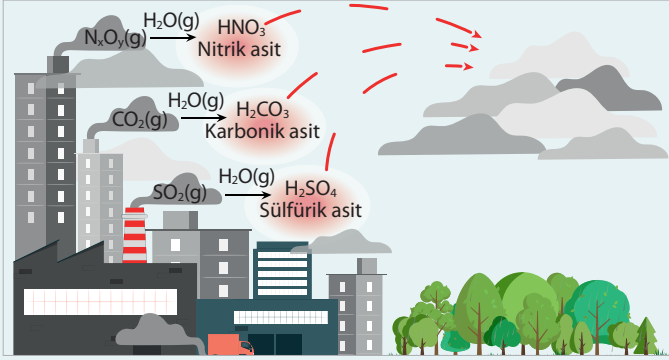
İfadeler	D/Y	Açıklamalar
"Katı yakıtlar sıvı yakıtlara göre neden daha yavaş yanar?" sorusu sıcaklığın tepkime hızına etkisiyle ilgili araştırılabilir bir sorudur.		
"Temas yüzeyinin artması tepkimenin hızını artırır." şeklinde oluşturulan bir hipotezin bilimsel bilgilerle geçerliliği doğrulanabilir.		
"Kalsiyumun farklı sıcaklıklardaki su ile verdiği tepkimeleri gözlemlemek için planlanan bir deney" tepkime hızına katalizörün etkisini açıklayan bir deney planlamasıdır.		
"Deney verilerine göre H_2O_2 ayrışma tepkimesinin bromlu suda daha kısa sürede gerçekleştiği tespit edilmiştir." bu veri analizinden katalizörün tepkime hızını artırdığı yorumu yapılabilir.		
Sıcaklık, tepken taneciklerinin kinetik enerjisini artırdığı için etkin çarpışma sayısını artırır.		
Katalizör, aktivasyon enerjisini artırarak tepkimeyi hızlandırır.		

2. Aşağıda tepkime hızına etki eden faktörlerle (derişim, tepken cinsi, fiziksel hâl, sıcaklık, katalizör, temas yüzeyi) ilgili kavram haritası verilmiştir. Verilen bilgilerle ilgili olan faktörü kutucuklara yazınız.



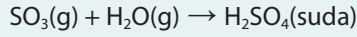
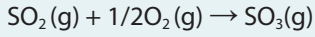
1.2.4. Kimyasal Tepkimelerin Hız Denklemi

KONUYA BAŞLARKEN



Yağmur suları normal şartlarda düşük asidik özellik gösterir. Yağmur suyunun asidik özellik göstermesinin nedeni havadaki su buharının [$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$] ve karbon dioksitin [$\text{CO}_2(\text{g})$] tepkimesi sonucu karbonik asit (H_2CO_3) oluşturmasıdır. Azot ve kükürt oksitlerin havadaki su buharı ile tepkimesi sonucunda asitler oluşur. Bu asitler yağmur suyunun asit özelliğini artırır ve asit yağmurlarına neden olur.

Asit yağmurlarının nedenlerinden biri olan kükürt dioksit (SO_2) gazı atmosfere karıştıktan sonra aşağıdaki tepkimeler ile sülfürik aside dönüşür. Bu tepkimeler



şeklinde gerçekleşir. Oluşan sülfürik asit, yağmur damlacıklarına karışarak yeryüzüne iner. Kükürt dioksit gazının sülfürik aside dönüşümünü sağlayan tepkimelerin hızı tepken derişimleri ile belirlenebilir. Kükürt ve azot bulunan bileşiklerin atmosfere salınmasında en fazla etkiye sahip faaliyetler, fabrika ve motorlu araçlardır. Asit yağmurları ağaçların kurumasına, mercanların yok olmasına, kireç taşından yapılmış binaların ve anıtların aşınmasına neden olur.

- Atmosfere salınan kükürt dioksit miktarının artmasının asit yağmurlarına etkileri nelerdir?
- Atmosferdeki $\text{SO}_2(\text{g})$ ve $\text{O}_2(\text{g})$ derişiminin artması, tepkime hızını aynı derecede mi etkiler?
- Tepkime hızına derişimin etkisinin bilinmesi, asit yağmuru oluşumunu engellemeye yardımcı olur mu?

1.18. ETKİNLİK



Adı	Tepkime Hızının Formülü
Amaç	Kimyasal tepkimelerin hız denklemini bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme
Süre	35 + 35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{COCl}_2(\text{g})$ tepkimesi tek basamakta, $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ tepkimesi ise çok basamakta gerçekleşmektedir. Tepken derişimindeki derişimin tepkime hızına etkisine ilişkin ön bilgileriniz doğrultusunda tek ve çok basamaklı tepkimeler için önermeler oluşturarak önermeleri ilgili boşluklara yazınız.

Tek basamaklı tepkimeye ait önerme

Çok basamaklı tepkimeye ait önerme

2. Sabit sıcaklıkta, tek ve çok basamakta gerçekleşen tepkimeler ile bu tepkimelere ait derişim-tepkime başlangıç hızı deney verileri aşağıda verilmiştir.

Tek basamaklı tepkime

$\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{COCl}_2\text{(g)}$ tepkimesinde CO(g) ve $\text{Cl}_2\text{(g)}$ tepkenlerinden birinin sabit, diğerinin başlangıç derişiminin değıştirilmesine ait tepken derişimleri ile başlangıç tepkime hız deney verileri tablodaki gibidir.

Deney	[CO] (M)	[Cl ₂] (M)	Başlangıç Hızı (M/s)
1	0,20	0,20	0,04
2	0,20	0,60	0,12
3	0,40	0,60	0,24

Çok basamaklı tepkime

$2\text{NO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)}$ tepkimesinde NO(g) ve $\text{H}_2\text{(g)}$ tepkenlerinden birinin sabit, diğerinin başlangıç derişiminin değıştirilmesine ait tepken derişimleri ile başlangıç tepkime hız deney verileri tablodaki gibidir.

Deney	[NO] (M)	[H ₂] (M)	Başlangıç Hızı (M/s)
1	0,10	0,10	$1 \cdot 10^{-3}$
2	0,10	0,20	$2 \cdot 10^{-3}$
3	0,20	0,20	$8 \cdot 10^{-3}$

Deney verilerinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

a) Verilere dayalı olarak tepken derişimindeki değışimin tepkime hızına etkisine ilişkin önermeler oluşturunuz. Oluşturduğunuz önermeleri ilgili boşluklara yazınız.

Tek basamaklı tepkimeye ait önerme

.....

.....

Çok basamaklı tepkimeye ait önerme

.....

.....

b) Veriye dayalı önermeleriniz ile 1. adımdaki ön bilgilerinizle oluşturduğunuz önermeler arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları ilgili boşluklara yazınız.

Tek basamaklı tepkimeye ait önerme

.....

.....

Çok basamaklı tepkimeye ait önerme

.....

.....

c) CO(g) derişiminin sabit olduğu deneylerde $\text{Cl}_2\text{(g)}$ derişimindeki değışmenin, $\text{Cl}_2\text{(g)}$ derişiminin sabit olduğu deneylerde CO(g) derişimindeki değışimin tepkime hızına etkisini matematiksel olarak modellemek için hesaplama yapınız. Hesaplamanız sonucunda tepkenlerin tepkime hızına etkisini gösteren hız denklemini CO(g) ve $\text{Cl}_2\text{(g)}$ üzerinden matematiksel olarak modelleyerek yazınız.

.....

.....

ç) NO(g) derişiminin sabit olduğu deneylerde H₂(g) derişimindeki değişmenin, H₂(g) derişiminin sabit olduğu deneylerde NO(g) derişimindeki değişmenin, tepkime hızına etkisini matematiksel olarak modellemek için hesaplama yapınız. Hesaplamanız sonucunda tepkenlerin tepkime hızına etkisini gösteren hız denklemini NO(g) ve H₂(g) üzerinden matematiksel olarak modelleyerek yazınız.

d) Tepkime hızı ile derişimler arasındaki orantıyı eşitliğe dönüştürmek için kullanılan orantı sabitine **hız sabiti** denir. Hız sabiti "k" harfi ile gösterilir. Oluşturduğunuz matematiksel modellerden ve hız sabitinden yola çıkarak tepken derişimlerinin tepkime hızına etkisini gösteren tek ve çok basamaklı tepkimeler için hız denklemini oluşturunuz. Oluşturduğunuz hız denklemlerini ilgili boşluklara yazınız.

Tek basamaklı tepkimeye ait hız denklemini

Çok basamaklı tepkimeye ait hız denklemini

3. Aşağıdaki tablolarda tepkimeler ve tepken derişimlerinin değişimi verilmiştir. Tepken derişiminin tepkime hızına etkisine ilişkin tahminlerinizi Tablo A ve Tablo B'deki ilgili boşluklara yazınız.

Tablo A: Tek Basamaklı Tepkimede Tepken Derişimi Değişiminin Tepkime Hızına Etkisi

Tek Basamaklı Tepkime	CO(g) Derişimindeki Değişim	Cl ₂ (g) Derişimindeki Değişim	Tepkime Hızı Değişimindeki Tahmin
CO(g) + Cl ₂ (g) → COCl ₂ (g)	Sabit	4 katına çıkarma	
	Yarıya indirme	Sabit	
	4 katına çıkarma	Yarıya indirme	

Tablo B: Çok Basamaklı Tepkimede Tepken Derişimindeki Değişimin Tepkime Hızına Etkisi

Çok Basamaklı Tepkime	NO(g) Derişimindeki Değişim	H ₂ (g) Derişimindeki Değişim	Tepkime Hızı Değişimindeki Tahmin
2NO(g) + 2H ₂ (g) → N ₂ (g) + 2H ₂ O(g)	Sabit	4 katına çıkarma	
	Yarıya indirme	Sabit	
	4 katına çıkarma	Yarıya indirme	

4. Tepkime-hız denkleminde üstel sayılar; tepkimenin, tepkime hızına etkisini gösteren derecedir. Buna göre tepkime hız denklemindeki üstel sayıları kullanarak tepkimenin derecesini belirleyiniz. Sonucu ilgili boşluklara yazınız.

CO(g) + Cl₂(g) → COCl₂(g) tek basamaklı tepkimesinin tepkime derecesi

2NO(g) + 2H₂(g) → N₂(g) + 2H₂O(g) çok basamaklı tepkimesinin tepkime derecesi

5. $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{COCl}_2\text{(g)}$ tepkimesinin hız denklemi, $r = k[\text{CO}][\text{Cl}_2]$

$2\text{NO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)}$ tepkimesinin hız denklemi, $r = k[\text{NO}]^2[\text{H}_2]$ şeklindedir.

Tepkimelerin hız denklemini veriye dayalı oluşturduğunuz hız denklemlerinizi ile karşılaştırıp denklemlerinin bilimsel olarak geçerliliğini sorgulayınız. Elde ettiğiniz sonuçları yazınız.

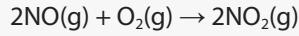
Değerlendirme

1. Kimyasal tepkimelerin hız denklemine ilişkin ön bilgilerinize dayalı oluşturduğunuz önermelerinizi geliştirmek için bilimsel verilerden nasıl yararlandınız?

2. Kimyasal tepkimelere ilişkin belirlediğiniz hız denkleminizi, bilimsel verilerden elde edilen hız denklemi ile karşılaştırdığınızda denklemlerinizin geçerliliğini açıklayınız.

1.3. ÇALIŞMA YAPRAĞI

1. Fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan azot monoksit (NO) gazı oksijenle



denklemine göre tepkimeye girerek azot dioksit (NO_2) gazı oluşturur. Bu tepkimenin hızı ile ilgili bilgilere ulaşmak için sabit sıcaklıkta yapılan deney sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Deney	[NO] (M)	[O ₂] (M)	Başlangıç Hızı (M/s)
1	0,10	0,10	0,10
2	0,20	0,10	0,40
3	0,20	0,20	0,80

Deney sonuçlarına göre soruları cevaplayınız.

a) Tepkimenin hız denklemini yazınız.

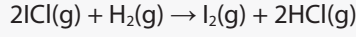
b) Tepkimenin NO(g) ve O₂(g) ye göre derecesini belirtiniz.

c) Tepkime derecesini bulunuz.

ç) Hız sabiti k'nin değerini bulunuz.

d) Tepkimenin çok basamaklı olup olmadığını açıklayarak belirtiniz.

2. İyot birçok ilaç ve dezenfektanın üretiminde, tıbbi alanda yaraların temizlenmesinde, gıda sektöründe iyotlu tuz üretiminde kullanılır. HCl çözeltisi (tuz ruhu) evlerde temizlikte, ilaç ve havuz sularının pH değerinin düzenlenmesinde ayrıca gıdalarda katkı maddesi, laboratuvarlarda çözücü, kimyasal tepkimelerde katalizör olarak kullanılır. Kimya endüstrisi için önemli olan iyot $[I_2(g)]$ ve hidroklorik asit $[HCl(g)]$



tepkimesine göre elde edilebilir. Bu tepkimenin hızı ile ilgili bilgilere ulaşmak için sabit sıcaklıkta yapılan deney sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Deney	$[ICl] (M)$	$[H_2] (M)$	Başlangıç Hızı (M/s)
1	0,3	0,3	0,018
2	0,6	0,3	0,036
3	1,2	0,6	0,144

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Tepkimenin hız denklemini yazınız.

.....

- b) Tepkimenin $ICl(g)$ ve $H_2(g)$ ye göre derecesini belirtiniz.

.....

- c) Tepkime derecesini bulunuz.

.....

- ç) Hız sabiti k'nin değerini bulunuz.

.....

- d) Tepkimenin çok basamaklı olup olmadığını açıklayarak belirtiniz.

.....

Tepken derişiminin tepkime hızına etkisini incelemenin bir yolu, başlangıç hızının başlangıç derişimlerine nasıl bağlı olduğunu belirlemektir. Derişim ile tepkime hızı arasındaki ilişkiyi belirlemek için tepkimelerin başlangıç hızının ölçülmesi tercih edilir.

Kimyasal tepkimelerin hızı ile tepkimeye giren maddelerin derişimleri arasındaki ilişkiyi gösteren bağıntıya **hız denklemi** denir. Tepkime hızı ile derişimler arasındaki orantıyı eşitliğe dönüştürmek için kullanılan orantı sabiti k, hızı etkileyen bir çarpandır. Hız sabiti k'nin değeri tepkimenin niteliğine, sıcaklığa, temas yüzeyine ve katalizör kullanılıp kullanılmadığına bağlıdır. Hız sabiti k'nin değeri sıcaklık, temas yüzeyi ve katalizör ile artar.

Gaz fazında ve tek basamakta gerçekleşen $aA + bB \rightarrow cC + dD$ denkleştirilmiş denkleminde göre a, b tepkenlerin stokiyoimetrik katsayılarıdır. Böyle bir tepkimenin hızı aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$r = k[A]^a[B]^b$$

Tepken derişimleri zamanla azaldığı için tepkime hızındaki derişimler doğru ölçülemez. Bu nedenle tepkime hız denklemi başlangıç hızına göre oluşturulur.

Hız denkleminde üslerin toplamına **tepkime derecesi** denir. Buna göre tepkime-nin derecesi $a+b$ 'dir. Tepkime A'ya göre a. dereceden, B'ye göre b. derecedendir.

Tek basamakta gerçekleşen tepkimelerin hız denkleminin yazımı aşağıda ifade edildiği şekilde yapılır.

- Tepkenlerin stokiyometrik katsayıları, derişimlerin üzerine üs olarak yazılır.
- Tepkenlerin derişimleri çarpılır.
- Hız denklemini yazmak için eşitlik, hız sabiti (k) ile çarpılır.
- Hız denklemine katı ve sıvı hâlde bulunan saf maddeler yazılmaz.

Hız denkleminde katı ve sıvı hâlde bulunan saf maddelerin yazılmaması-nın nedeni bu maddelerin derişimlerinin tepkime sürecince değişmemesi-dir. Derişimi sabit olan saf katı ve sıvı maddeler tepkime hızı üzerinde etkili olmazlar.

Örneğin tek basamakta gerçekleşen $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesinin hız denklemini

$$r = k[N_2][H_2]^3 \text{ şeklinde yazılır.}$$

Bu denkleminde tepkime $N_2(g)$ ye göre birinci, $H_2(g)$ ye göre üçüncü derecedendir ve tepkime derecesi 4'tür. Hız denklemini sayesinde $N_2(g)$ ve $H_2(g)$ derişimindeki derişimlerin tepkime hızına etkisi belirlenebilir. $H_2(g)$ derişimi sabit tutularak $N_2(g)$ derişimi iki katına çıkarıldığında tepkime hızı iki katına, $N_2(g)$ derişimi sabit tutularak $H_2(g)$ derişimi iki katına çıkarıldığında tepkime hızı sekiz katına çıkar. Tepkime hız denklemini, tepken derişimindeki derişimin tepkime hızına etkisini belirleyen deneylerden bulunabilir. Örneğin

$NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g)$ tepkimesine ait Tablo 1.7'deki deney verilerinden tepkimenin hız denklemini bulunabilir.

Tablo 1.7: $NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g)$ Tepkimesinin Başlangıç Derişimleri ile Başlangıç Hızı Deney Verileri

Deney	$[NO_2]$ (M)	$[CO]$ (M)	Başlangıç Hızı (M/s)
1	0,10	0,010	$1,2 \cdot 10^{-3}$
2	0,10	0,040	$4,8 \cdot 10^{-3}$
3	0,20	0,010	$2,4 \cdot 10^{-3}$

1 ve 2. deney incelendiğinde NO_2 derişimi sabit olduğu, CO derişiminin dört kat artması sonucu tepkime başlangıç hızının dört kat arttığı görülür. Buradan hızın CO derişimi ile doğru orantılı olduğu belirlenir.

1 ve 3. deney incelendiğinde CO derişiminin sabit olduğu, NO_2 derişiminin iki kat artması sonucu tepkime başlangıç hızının iki kat arttığı görülür. Buradan hızın NO_2 derişimi ile doğru orantılı olduğu belirlenir. Buna göre

$NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g)$ tepkimesinin hız denklemini $r = k[NO_2][CO]$ olarak ifade edilir.

$NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g)$ tepkimesi için

- Tepkenlerin derişimi ve başlangıç hız değerlerinden yararlanarak hız sabiti (k) hesaplanabilir. Tablo 1.7'deki 1, 2 veya 3. deney verilerinden herhangi biri seçilerek $r = k[NO_2][CO]$ bağıntısında yerine konulur. Buna göre 1. deney verileri kullanıldığında

$$1,2 \times 10^{-3} = k(0,1) \cdot (0,01) \text{ ise } k = 1,2 \text{ olur.}$$

- k'nin birimi ise $r = k[\text{NO}_2][\text{CO}]$ hız denkleminde birimler yerine konularak bulunur. Buna göre k'nin birimi $\frac{\text{M}}{\text{s}} = k\text{MM}$ eşitliğinden $k = \frac{1}{\text{sM}}$ olarak bulunur.
- Tepkime hızı NO_2 ve CO ya göre birinci dereceden olurken tepkime derecesi 2'dir.

Tablo 1.8'de bazı tepkimelerin denklemleri, hız denklemleri, tepkime derecesi ve hız sabitinin birimi verilmiştir.

Tablo 1.8: Tek Basamakta Gerçekleşen Tepkime Denklemleri, Hız Denklemleri, Tepkime Dereceleri ve Hız Sabiti Birimleri

Tepkime Denklemi	Hız Denklemi	Tepkime Derecesi	Hız Sabitinin (k) Birimi
$\text{C(k)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	$r = k[\text{O}_2]$	1	1/s
$\text{CaCO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{CaO(k)} + \text{CO}_2(\text{g})$	$r = k$	0	M/s
$\text{Mg(k)} + 2\text{HCl(suda)} \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{suda}) + \text{H}_2(\text{g})$	$r = k[\text{HCl}]^2$	2	1/sM

Tablo 1.8'deki değerlerden tepkime derecesi ve hız sabitinin birimi arasında bağıntı türetilebilir. Buna göre hız sabiti birimi $\frac{1}{\text{sM}^{n-1}}$ olan tepkimelerin derecesi n'dir.

1.11. UYGULAMA NOKTASI

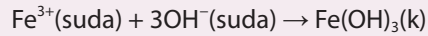
1.



Göllerdeki fitoplanktonlar besin zincirinin önemli bir halkasıdır. Ayrıca oksijen üreterek su canlılarının yaşamlarının devam etmesini sağlar. Demir elementi fitoplanktonların temel besin maddesidir. Demir derişiminin aşırı artması göllerdeki canlıların yaşamını olumsuz etkiler. Bu yüzden göllerdeki demir derişimi kontrol altında tutulmalıdır.

Analiz yöntemleriyle göllerdeki demir derişimi belirlenir. Bir yöntemde demir(III) iyonları (Fe^{3+}) içeren çözeltiye

hidroksit iyonu (OH^-) içeren bir çözelti eklenir. Demir(III) iyonları ile hidroksit iyonları, demir(III) hidroksit bileşimini oluşturur ve dibe çöker. Tepkime denklemi aşağıda verilmiştir.



Üç ayrı göldeki demir(III) iyonlarının derişimlerini belirlemek üzere aynı sıcaklıkta deneyler yapılmıştır. Bu deneylerde göllerden numuneler alınarak derişimi belli olan hidroksit çözeltisi numunelerle karıştırılmış ve çökeltme tepkimelerinin başlangıç hızları tespit edilmiştir. Deney sonuçları, tepkimenin hız bağıntısı ve deneylerin yapıldığı sıcaklıktaki hız sabiti (k) değeri aşağıda verilmiştir.

Numune	$[\text{Fe}^{3+}]$ (M)	$[\text{OH}^-]$ (M)	Başlangıç Hızı (M/s)
1	A	0,1 M	$2 \cdot 10^{-6}$
2	B	0,1 M	$8 \cdot 10^{-6}$
3	C	0,1 M	$32 \cdot 10^{-6}$

$$r = k[\text{Fe}^{3+}][\text{OH}^-]^3 \quad k = 0,005$$

Buna göre göllerdeki demir(III) iyonu derişimleri (A, B, C) nedir?

2. Aşağıdaki tabloda verilen tek basamakta gerçekleşen tepkimelere ait hız denklemini, tepkime derecesini ve hız sabitinin (k) birimini yazınız.

Tepkime Denklemi	Hız Denklemi	Tepkime Derecesi	Hız Sabitinin (k) Birimi
$\text{KClO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{KCl}(\text{k}) + 3/2\text{O}_2(\text{g})$			
$2\text{N}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$			
$\text{Zn}(\text{k}) + 2\text{HCl}(\text{suda}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{suda}) + \text{H}_2(\text{g})$			
$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$			

Çok Basamaklı Tepkimeler

Çarpışma teorisine göre ikiden fazla tanecığın aynı anda uygun geometride çarpışma olasılığı oldukça düşüktür. Bu nedenle tepkime ikiden çok tanecığın çarpışmasını gerektiriyorsa genellikle ikili veya üçlü ara basamaklardan oluşan tepkimelere ayrılarak gerçekleşir. Bu ara basamaklar daha karmaşık tepkime mekanizmalarının temelini oluşturur ve tepkimenin adımlarını ayrıntılı olarak açıklar.

Bu tür birden fazla basamakta gerçekleşen tepkimelere **çok basamaklı tepkimeler** denir. Çok basamaklı tepkimeler, ara basamaklarda gerçekleşen ara ürünlerin oluşumunu ve dönüşümünü gösterir. Bu ara basamakların belirlenmesi, tepkimenin nasıl gerçekleştiğinin anlaşılmasını sağlar.

Örneğin $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{suda}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesi iki basamaktan oluşur.

I. basamak $\text{H}_2\text{O}_2(\text{suda}) + \text{I}^-(\text{suda}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{IO}^-(\text{suda})$

II. basamak $\text{H}_2\text{O}_2(\text{suda}) + \text{IO}^-(\text{suda}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) + \text{I}^-(\text{suda})$

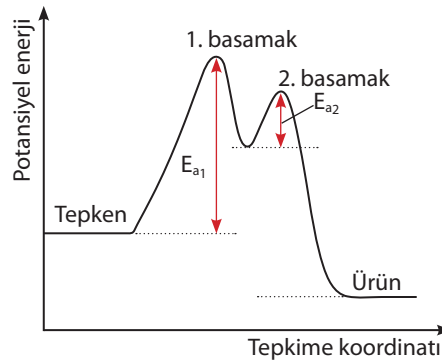
Net tepkime $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{suda}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$

Çok basamaklı tepkimelerde hızı, yavaş basamak belirler. Bu nedenle çok basamaklı tepkimelerde hız denklemini net tepkimeye göre değil, yavaş basamağa göre yazılır.

$2\text{H}_2\text{O}_2(\text{suda}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesinin hız denklemini deneysel olarak

$r = k[\text{H}_2\text{O}_2][\text{I}^-]$ şeklinde olduğu bulunmuştur. Hız denklemini birinci basamağa uyduğu için birinci basamak yavaş gerçekleşen basamaktır.

Grafik 1.14, $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{suda}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesine aittir. Tepkimelerin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiğinden yavaş basamak ve basamaklardaki enerji değişimleri belirlenebilir. Buna göre Grafik 1.14'te aktivasyon enerjisi büyük olan birinci basamak daha yavaştır. Ayrıca birinci basamak endotermik, ikinci basamak ve net tepkime ise ekzotermiktir.



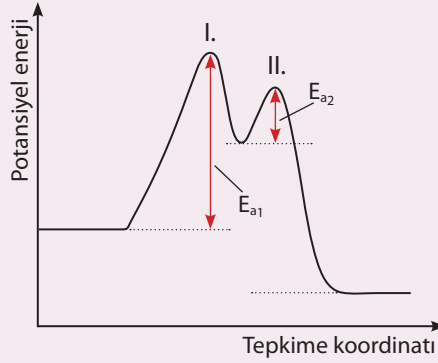
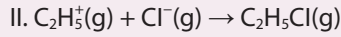
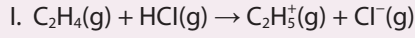
Grafik 1.14: $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{suda}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesinin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği



Hız denklemleriyle ilgili çalışma yaprağına ulaşmak için karekodu kullanınız.

1.12. UYGULAMA NOKTASI

1. Renksiz ve yanıcı bir gaz olan kloroetan (C_2H_5Cl) lokal anestezi için kullanılan tıbbi soğutma sprelerinin üretiminde kullanılır. Kloroetan eldesi tepkimesinin mekanizması ve tepkimeye ait potansiyel enerji diyagramı aşağıdaki gibidir.



Buna göre

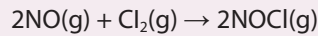
a) Kloroetan eldesine ait net tepkime denklemini yazınız.

b) Tepkime mekanizmasındaki basamaklardan hangisinin daha yavaş olduğunu belirleyerek yazınız.

c) Tepkime hız denklemini yazınız.

ç) Tepkimedeki her bir basamağın ve net tepkimenin ekzotermik mi yoksa endotermik mi olduğunu belirtiniz.

2. Nitrozil klorür ($NOCl$), sikloheksan (C_6H_{12}) bileşiğinden naylon elde edilmesinde kullanılan bir reaktiftir. Nitrozil klorür,



tepkimesinden elde edilir. Bu tepkimenin hız denklemleri $r = k[NO][Cl_2]$ şeklinde olduğuna göre aşağıdaki cümleleri verilen rakam ve ifadelerden en uygun olanıyla tamamlayınız.

1/sM

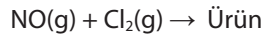
iki



dört

üç

tek basamaklı



1/sM²

çok basamaklı

a) Tepkime bir tepkimedir.

b) Tepkime derecesi olarak belirlenir.

c) Yavaş basamak şeklinde gerçekleşir.

ç) Hız sabitinin birimi 'dir.

d) $NO(g)$ ve $Cl_2(g)$ derişimi iki katına çıkarıldığında tepkime hızı katına çıkar.

1.8. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler doğruysa ilgili boşluğa "D", yanlışsa "Y" yazarak cevabınızı belirtiniz. İfade yanlış ise nedenini "Açıklamalar" kısmına yazınız.

İfadeler	D/Y	Açıklamalar
Tepkime hız denklemi ürün derişimlerine göre yazılır.		
Tepkime hız denklemi, tepken derişimlerinin hıza etkisini gösterir.		
Tepken derişimleri iki katına çıktığında tepkime hızı 4 katına çıkıyorsa tepkimenin derecesi 4 olur.		
Hız sabiti "k" tepken cinsine göre değişkenlik gösterir.		
Hız denkleminde gaz ve çözelti fazında olan maddeler yazılır.		
Çok basamaklı tepkimelerde aktivasyon enerjisi büyük olan basamak daha yavaş gerçekleşir.		
Çok basamaklı tepkimelerde tepkimenin hızını hızlı basamak belirler.		
Tepkime hız denklemi $r = k[A]^3$ şeklinde olan bir tepkimede k'nin birimi $1/sM^2$ olur.		
Tepkime derecesi 3 olan bir tepkimede tepken derişimleri yarıya düştüğünde tepkime hızı 1/9 kat olur.		

2. $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$ tepkimesine ait sabit sıcaklıkta gerçekleştirilen deney verileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Deney	[NO] (M)	[H ₂] (M)	Başlangıç Hızı (M/s)
1	0,20	0,12	0,03
2	0,40	0,12	0,12
3	0,20	0,24	0,06

Kutucuklarda belirtilen ifadeleri deney verilerine göre edindiğiniz bilgilerle doldurunuz.

Tepkimenin hızı ile ilgili hangi bağıntıları oluşturabilirim?

.....

.....

.....

.....

.....

Tepkimenin hızı ile ilgili hangi kavramları nicel olarak hesaplayabilirim?

.....

.....

.....

.....

.....

Tepkimenin tek basamaklı ya da çok basamaklı olduğuyula ilgili nasıl bir çıkarımda bulunabilirim?

.....

.....

.....

.....

.....

NELER ÖĞRENDİM?

Yönerge

1. Etkileşim temasındaki enerji ve kimyasal tepkimelerde hız bölümlerinde edindiğiniz bilgi ve becerileri gözden geçirmek için formu doldurunuz.
2. Edindiğiniz bilgi ve becerilerin yanındaki kutucuğa ✓ işareti koyunuz.

Öğrendiklerim

Enerji



- Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin deney tasarlayıp deneyi gerçekleştirebilirim. ☐
- Deneyden elde ettiğim sonuçları günlük hayatta karşılaştığım olaylardaki enerji değişimini açıklamak için kullanabilirim. ☐
- Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilirim. ☐
- Hipotezimi deney ve bilimsel veriler temelinde geliştirip maddelerin enerji kaynağı olma potansiyelini açıklayabilirim. ☐
- Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin örüntü oluşturabilmek için matematiksel modeller kullanabilirim. ☐
- Oluşturduğum örüntü ile tepkimelerin endotermik ya da ekzotermik olduğunu belirleyebilirim. ☐
- Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak hesaplayabilirim. ☐

Kimyasal Tepkimelerde Hız



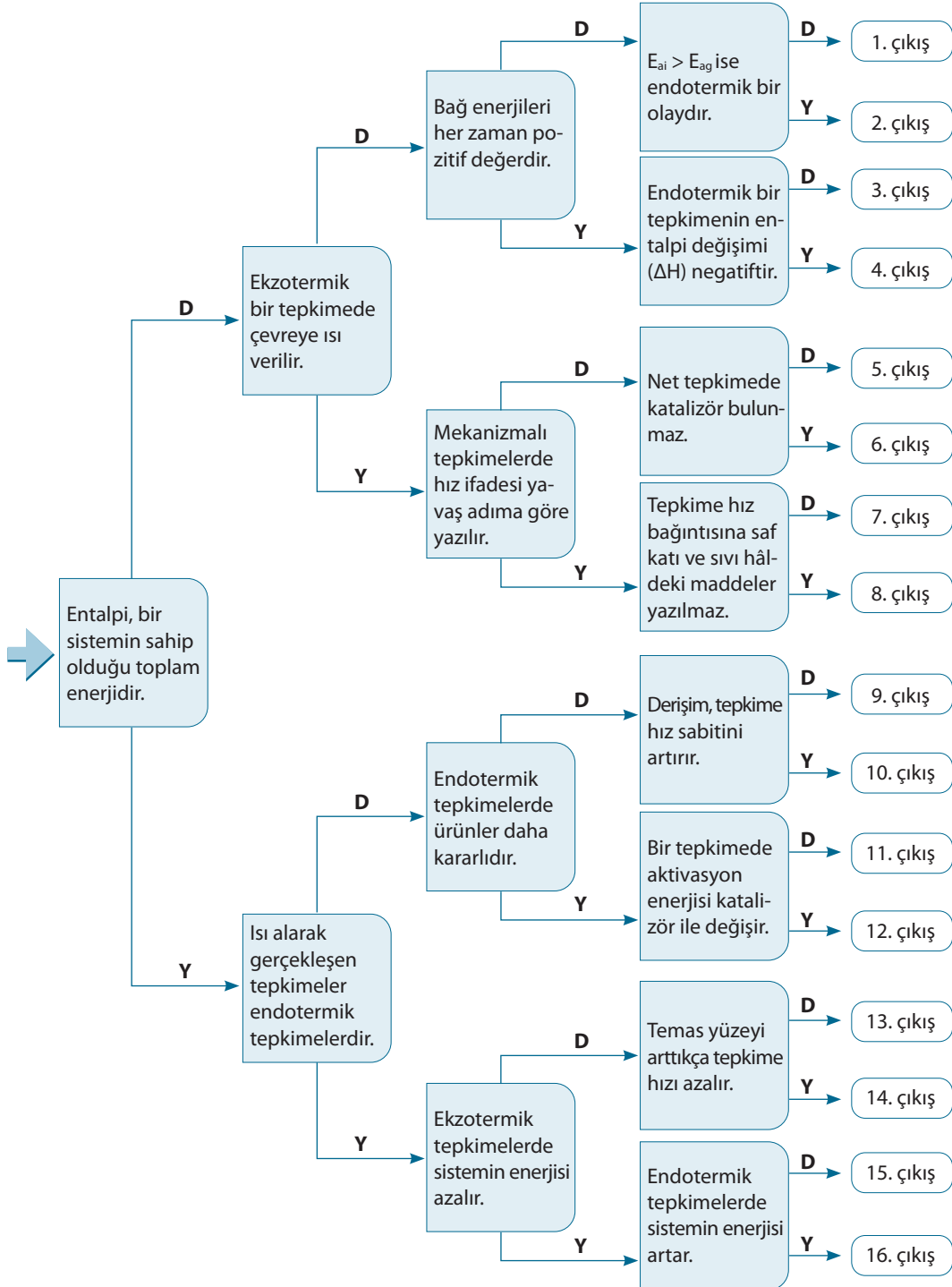
- Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklayabilirim. ☐
- Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamak için çarpışma teorisini ve sembolik modelleri kullanabilirim. ☐
- Bir tepkimenin farklı zaman aralıklarındaki ortalama hızlarına ilişkin hesaplamalar yapabiliyim. ☐
- Tepkime hızının zamanla değişimini çarpışma teorisi ile açıklayabilirim. ☐
- Tepkime hızına etki eden faktörleri açıklamak için deneyler planlayarak deneyleri gerçekleştirebilirim. ☐
- Tepkime hızına etki eden faktörleri çarpışma teorisi ile ilişkilendirebilirim. ☐
- Tepken derişiminin tepkime hızına etkisini açıklayabilirim. ☐
- Kimyasal tepkimelerin hız denklemini deney verilerinden yararlanarak yazabilirim. ☐

3. Forma göre bilgi ve becerilerdeki eksiklerinizi tamamladıktan sonra "1. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları"na başlayınız.

1. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları

Bu testte cevaplamanız için farklı soru çeşitlerinden toplam 66 soru verilmiştir. Daha fazla soruya testin sonunda verilen karekodları kullanarak ulaşabilirsiniz.

1. Aşağıdaki tanılayıcı dallanmış ağaçta verilen kutucuklardaki ifadeleri okuyunuz. İlk ifadeden başlayarak ifade doğru ise "D", yanlış ise "Y" yönünde ilerleyip doğru çıkışa ulaşınız.



2-16. cümlelerdeki boşlukları aşağıdaki kutucuklarda verilen rakam ve ifadelerden uygun olanı ile doldurunuz.

aktivasyon enerjisi	yakıt	8	sıfır	ortalama tepkime hızı
endotermik	oluşum	fazla	ekzotermik	2
3	az	tepkime entalpisi	harcanma	küresel ısınmaya
etkin çarpışma	etkin olmayan çarpışma	4	hız denklemi	katalizör

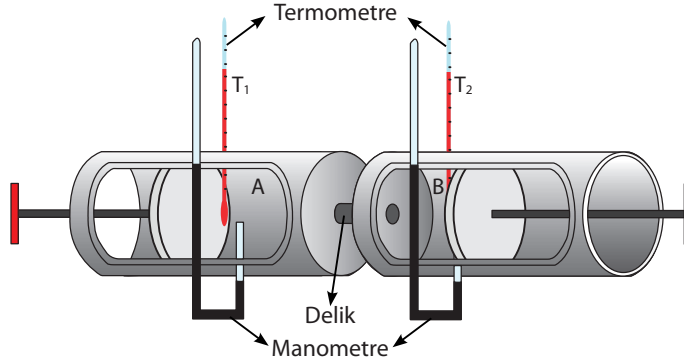
- Günlük hayattaki bir olay ise sistem çevreden ısı alır.
- Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlar yandığında oluşan CO₂ gazı neden olur.
- Birim miktar başına yüksek enerji açığa çıkaran maddeler olma potansiyeline sahiptir.
- Bir tepkimede kırılan bağların enerjileri toplamı, oluşan bağların enerjileri toplamından ise tepkime ekzotermiktir.
- Elementlerin doğadaki en kararlı hâllerinin oluşum entalpileri kabul edilir.
- Entalpi değişim değeri negatif ($\Delta H < 0$) olan tepkimeler, tepkimelerdir.
- Tepkenlerin ürüne dönüşebilmesi için gerekli en düşük enerjiye denir.
- Bir tepkimenin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiğinde tepken ve ürünlerin enerji seviyeleri arasındaki farka denir.
- Belirli bir zaman aralığında hesaplanan tepkime hızına denir.
- Kimyasal bir tepkimede ürünler için hızından bahsedilir.
- Aktivasyon enerjisini düşürerek tepkimeyi hızlandıran maddelere denir.
- Sıcaklık artışı birim zamandaki sayısını artırarak tepkimeyi hızlandırır.
- Kimyasal tepkimelerin hızı ile tepkimeye giren maddelerin derişimleri arasındaki ilişkiyi gösteren matematiksel eşitliğe denir.
- Derecesi olan bir tepkimenin hız sabitinin birimi 1/sM²'dir.
- Tepkime derecesi üç olan gaz fazında gerçekleşen bir tepkimenin gerçekleştiği kabın hacmi yarıya düştüğünde tepkimenin hızı katına çıkar.

17-34. açık uçlu soruları cevaplayınız ve cevapları boş bırakılan ilgili alanlara yazınız.

17. Aşağıdaki tabloda verilen olaylarda meydana gelen enerji değişimlerini açıklayınız. Olayların endotermik mi, ekzotermik mi olduklarını belirtiniz.

Olay	Enerji Değişimi	Endotermik/Ekzotermik
Yakıt pillerinde $H_2(g)$ ve $O_2(g)$ nin tepkimesi sonucunda elektrik üretimi		
Şimşek ve yıldırım etkisiyle atmosferde bulunan azot moleküllerindeki bağların kırılması		
İklimlendirme cihazlarında gazların sıkıştırılmasıyla ortamın ısıtılması		
İklimlendirme cihazlarında gazların genleştirilmesiyle ortamın soğutulması		
Dondurmaların erimesini önlemek için kullanılan kuru buzun süblimleşmesi		
Klor gazını elde etmek için NaCl çözeltisinin elektroliz edilmesi		

18. Joule (Jul) ve Thomson (Tamsın) olayını açıklayan deney düzeneği aşağıdaki görselde verilmiştir.



Joule ve Thomson, gerçek gazların sıkışması ve genleşmesi sırasındaki sıcaklık değişimini yukarıda verilen düzenek ile yaptıkları deneyde gözlemlediler. Deneyde düzenekteki A bölümündeki pistonu iterek gazı sıkıştırdılar. Sıkışan gaz, bölmeler arasındaki delikten geçerek B bölümünde genleşti. Bunun sonucunda A bölümündeki sıcaklığın yükseldiğini, B bölümündeki sıcaklığın düştüğünü ve B bölümündeki pistonun dışarıya doğru ilerlediğini tespit ettiler.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

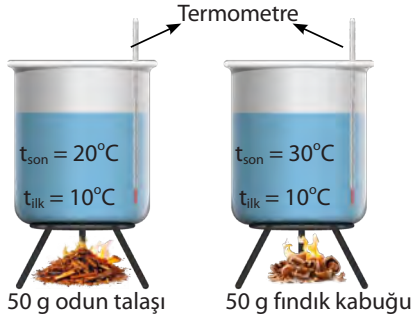
a) A bölümünde ısının sistem ve çevre arasındaki akış yönünü belirterek olayın endotermik mi, ekzotermik mi olduğunu açıklayınız.

.....

b) B bölümünde ısının sistem ve çevre arasındaki akış yönünü belirterek olayın endotermik mi, ekzotermik mi olduğunu açıklayınız.

.....

19. Odun talaşı, ağaçların işlenmesi sırasında ortaya çıkan küçük, ince parçacıklardır. Fındık kabuğu ise fındığı koruyan, fındığın sert dış kısmıdır. Odun talaşı ve fındık kabuğundan hangisinin daha yüksek enerji verdiğini belirlemek için görseldeki düzenek kurulmuştur.



Ellişer gram odun talaşı ve fındık kabuğunun yakılması sonucu her iki kaptaki bulunan 2 000 gram suyun sıcaklığındaki değişim görseldeki gibidir.

Buna göre odun talaşı ve fındık kabuğundan hangisinin yakıt olma potansiyeli daha fazladır? Gerekçesiyle açıklayınız.

20. Yakıt olarak kullanılan H_2 gazı aktif metallerin suyla tepkimesinden elde edilebilir. Eşit kütledeki sodyum metalinin farklı sıcaklıklarda aynı sürede fenolftalein içeren su ile $Na(k) + H_2O(s) \rightarrow Na^+(suda) + OH^-(suda) + 1/2H_2(g)$ denklemine göre verdiği tepkime sonucunda oluşan durum görselde verilmiştir.



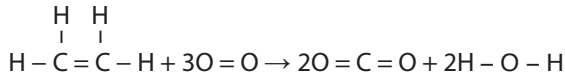
Tepkime ortamında OH^- iyonu derişimi arttıkça fenolftaleinin mor renk yoğunluğu artar.

Fenolftalein bulunan tüplerdeki gözlemlerinize göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Oluşan renk koyuluğunun farklı olmasının nedeni nedir?

- b) Sodyum metalinin su ile tepkimesinde sıcaklığın etkisini açıklayınız.

21. Etilen (C_2H_4) genellikle meyve olgunlaşmasındaki rolüyle bilinen bir bitki hormonudur. Aynı zamanda kimya endüstrisinde plastik üretimi için önemli bir ham maddedir. Etilen yanıcı bir gazdır. Etilenin (C_2H_4) yanma tepkimesi



şeklinde gerçekleşir.

Bağ	C = C	C - H	C = O	O = O	O - H
Bağ Enerjisi (kJ/mol)	611	414	736	498	464

Buna göre tepkimedeki açık formüllerden ve tabloda verilen ortalama bağ enerjilerinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

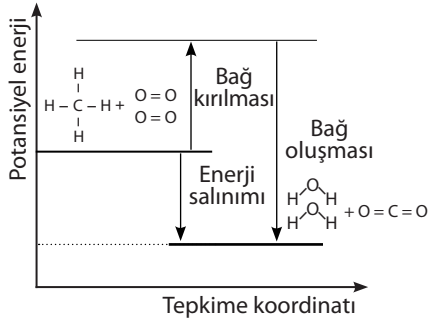
- a) Tepkimede kırılan bağları , bağların sayılarını ve bağ enerjilerinin toplamını yazınız.

- b) Tepkimede oluşan bağları , bağların sayılarını ve bağ enerjilerinin toplamını yazınız.

- c) Tepkimede gerçekleşen entalpi değişimini hesaplayınız.

- ç) Tepkimenin endotermik/ekzotermik olma durumunu açıklayınız.

22. Bataklık gibi oksijensiz ortamlarda mikroorganizmalar tarafından üretilen metan (CH_4) evlerde ısınma için kullanılan doğal gazın temel bileşenidir. Aynı zamanda sanayide elektrik üretimi, metal işleme ve kloroform, metanol, asetilen gibi kimyasal maddelerin üretimi için de kullanılmaktadır.



Yukarıda verilen metanın yanma tepkimesine ait potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiğine göre soruları cevaplayınız.

- Tepkime denklemini yazınız.
- Kırılan ve oluşan bağların toplam enerjilerini karşılaştırınız.
- Tepken ve ürünlerin enerjilerini karşılaştırınız.
- Tepken ve ürünlerin kararlılıklarını karşılaştırınız.
- Tepkimenin endotermik/ekzotermik olma nedenini b ve c seçeneklerindeki sonuçlarla ilişkilendirerek açıklayınız.

23. Propan (C_3H_8) renksiz ve kokusuz bir gaz olup sıvılaştırılmış petrol gazının (LPG) bileşenlerinden biridir. Propanın yanma tepkimesi $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ şeklinde gerçekleşir. Yüksek enerji yoğunluğu ve temiz yanması sayesinde ev tüplerinde, kamp ocaklarında ve endüstride sıkça kullanılır. Propan gazının (C_3H_8) yanması sonucu meydana gelen standart entalpi değişimi değeri $-2043,9 \text{ kJ/mol}$ 'dür.

$\text{CO}_2(\text{g})$ ve $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ bileşiklerine ait standart oluşum entalpi değerleri sırası ile $-393,5 \text{ kJ/mol}$ ve $-241,8 \text{ kJ/mol}$ ise C_3H_8 gazının standart oluşum entalpisi kaç kJ/mol 'dür?

24. Oksijen gazının (O_2) ozon gazına (O_3) dönüşümü atmosferdeki hayati bir süreç olup canlı yaşamını doğrudan etkiler. Güneş'ten gelen enerjisi yüksek olan zararlı ultraviyole (UV) ışınları, atmosferdeki oksijen moleküllerini $3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}_3(\text{g})$ $\Delta H^\circ_{\text{tepkime}} = +285,4 \text{ kJ}$ tepkimesine göre ozon moleküllerine dönüştürür. Ozon molekülleri atmosferin üst katmanlarında birikerek ozon tabakasını oluşturur. Oluşan ozon tabakası, zararlı UV ışınlarının büyük bir kısmını emerek yeryüzündeki yaşamı korur.

Oksijen gazının ozon gazına dönüşümü tepkimesine göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- $\text{O}_2(\text{g})$ ve $\text{O}_3(\text{g})$ moleküllerinin ΔH°_f değerleri kaçtır?
- $\text{O}_2(\text{g})$ ve $\text{O}_3(\text{g})$ moleküllerinin kararlılıklarını karşılaştırınız.
- Kırılan ve oluşan bağlarda toplam enerji değişimini açıklayınız.

25. Hidrojen oldukça hafif, renksiz ve yanıcı bir gazdır. Hidrojen gazı (H_2), oksijen gazı (O_2) ile birleşerek $H_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ tepkime denklemine göre su (H_2O) buharı ve büyük miktarda enerji açığa çıkarır. Bu nedenle hidrojen, geleceğin temiz enerji kaynaklarından biri olarak görülmektedir.

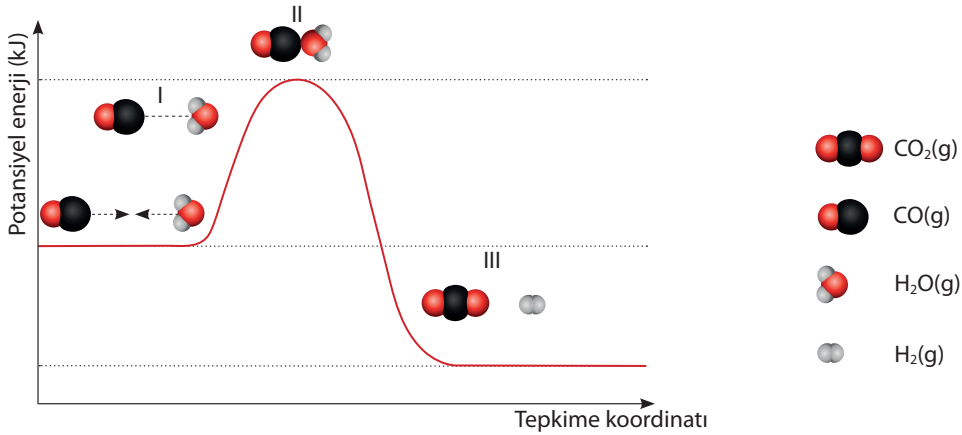
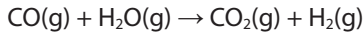
Hidrojenin oksijenle tepkimesinde H_2 gazının ortalama harcanma hızı (r_{H_2}), O_2 gazının ortalama harcanma hızı (r_{O_2}) ve H_2O gazının ortalama oluşma hızı (r_{H_2O}) arasındaki ilişkiyi gösteren eşitliği yazınız.

.....

.....

.....

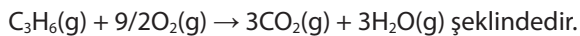
26. Zehirli bir gaz olan karbon monoksit (CO), su gazı değişimi tepkimesiyle daha az zararlı olan CO_2 gazına dönüştürülebilir. Aynı tepkime ile H_2 gazı da elde edilir. Bu tepkimenin denklemi ve tepkimeye ait potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği aşağıda verilmiştir.



Grafiğe göre soruları cevaplayınız.

- a) I. durumdaki madde $CO(g)$ ve $H_2O(g)$ moleküllerinin etkin çarpışması sonucu mu oluşmuştur? Açıklayınız.
-
-
- b) $CO(g)$ ve $H_2O(g)$ moleküllerinin çarpışması sonucu oluşan I ve II. durumlardaki maddelerin ürün oluşturabilme ihtimallerini açıklayınız.
-
-
- c) $CO(g)$ ve $H_2O(g)$ moleküllerinin III. durumdaki maddelere dönüşebilmesi için hangi koşulları yerine getirmesi gerektiğini açıklayınız.
-
-

27. Siklopropan (C_3H_6) polimer üretiminde kullanılan, hızlı yanan ve yandığında yüksek enerji veren organik bir bileşiktir. Siklopropanın yanma hızının incelendiği bir deneyde 2 L'lik bir kaptaki siklopropan yakılmıştır. Siklopropanın yanma tepkimesi

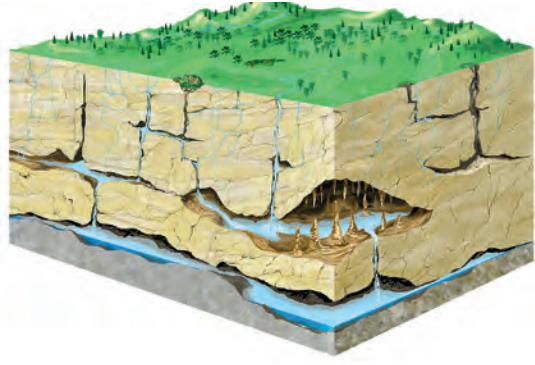


Bu deneyde 2,4 mol siklopropan gazı 10 dakikada harcadığına göre aynı sürede H_2O bileşiğinin ortalama oluşma hızı kaç M/s'dir?

.....

.....

28. Mağaralar kireç taşının (CaCO_3) hafif asidik sularla aşınması nedeniyle oluşur. Kireç taşı sudaki asitlerle tepkimeye girerek CO_2 gazı oluşturur. Mağara oluşumunu anlamak için yapılan bir deneyde görseldeki şekle benzer kireç taşı içeren bir maket hazırlanmıştır. Maketin üzerindeki oyuklardan bir süre seyreltik hidroklorik asit çözeltisi akıtılmıştır. Bu süreçte maket belli aralıklarla tartılarak kütle kaybı not edilmiştir. Tepkime denklemi ve maketteki kütle kaybı-zaman aralığı değerleri aşağıda verilmiştir.



Zaman (dk.)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Kütle Kaybı (g)	0	2,1	3,0	3,5	3,8	4,0	4,1	4,1	4,1

Deney verilerinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

a) Deneyde kütle kaybının nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

b) Deney sonucuna göre kütle kaybının zamanla değişimini gösteren grafiği çiziniz.

c) Tepkimenin hızı zamanla nasıl değişir? Nedenini çarpışma teorisini kullanarak açıklayınız.

.....

ç) Tepkime ne kadar sürmüştür? Açıklayınız.

.....

d) $\text{CaCO}_3(\text{k})$ maddesinin 0-2 ve 0-8. dakikalar arasındaki ortalama harcanma hızını karşılaştırınız.

.....

29. Kömür, bitki ve organik madde tortularının uzun bir süreç sonucu yer altında birikmesiyle oluşan, fosil yakıt olarak kullanılan bir doğal kaynaktır. Kömür genellikle elektrik üretimi, ısıtma ve endüstriyel işlemlerde enerji kaynağı olarak kullanılır. Ancak kömürün yanması sonucu karbon dioksit ve diğer kirleticiler çevreye salınır, bu da sera etkisi, hava kirliliği gibi çevresel sorunlara neden olabilir. Bu nedenle temiz enerji kaynaklarına geçiş çabaları, kömür kullanımının azaltılması için önemli hâle gelmiştir.

Kömürleşme sürecinin ilk evresinde oluşan organik maddeye turba kömür denir. Sıcaklık ve basınç şartlarıyla karbon dışındaki maddeler, turba kömürden gaz hâlinde ayrılır. Turba kömür zamanla linyit, taş kömürü ve antrasit dönüşür. Bu kömür türlerinin bazı değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Kömür	Karbon (C) (Kütlece %)	Kükürt (S) (Kütlece %)	Azot (N) (Kütlece %)	Kül (Kütlece %)	Isıl Değeri (kcal/kg)
Linyit	30	1 - 5	1 - 5	20	4000
Taş kömürü	70	1 - 2	1 - 4	28	6500
Antrasit	85	0 - 5	0 - 5	2	7800

Metindeki bilgilerden ve tablodaki verilerden yola çıkarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Karbon oranı ile kömürün ısıl değeri arasındaki ilişkiyi belirleyerek açıklayınız.

.....

- b) Sizce hangi kömür türünün kullanılması daha çok çevre kirliliği oluşturur? Nedenini açıklayınız.

.....

30. Azot monoksit (NO) ve brom (Br₂) gazları arasında gerçekleşen tepkimenin hızı kolaylıkla ölçülebilir. Bu nedenle NO ve Br₂ tepkimesi, tepkime hızıyla ilgili çalışmalarda sıkça kullanılan model bir tepkimedir. Bu tepkimeyle yapılan deneyde tepkime hızıyla ilgili veriler tabloda verilmiştir.

Deney	[NO] M	[Br ₂] M	Hız (M/s)
1	0,10	0,10	0,010
2	0,20	0,10	0,040
3	0,20	0,30	0,120

Tablodaki verileri kullanarak soruları cevaplayınız.

- a) Tepkimenin hız denklemini yazınız.

.....

- b) Tepkime derecesi kaçtır?

.....

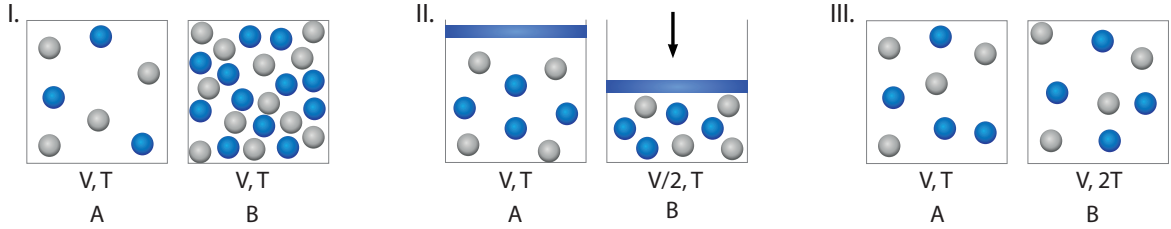
- c) Hız sabiti k'nin birimi ve değeri nedir?

.....

- ç) [NO] = 0,4 M ve [Br₂] = 0,2 M olduğunda tepkime hızı kaç M/s olur?

.....

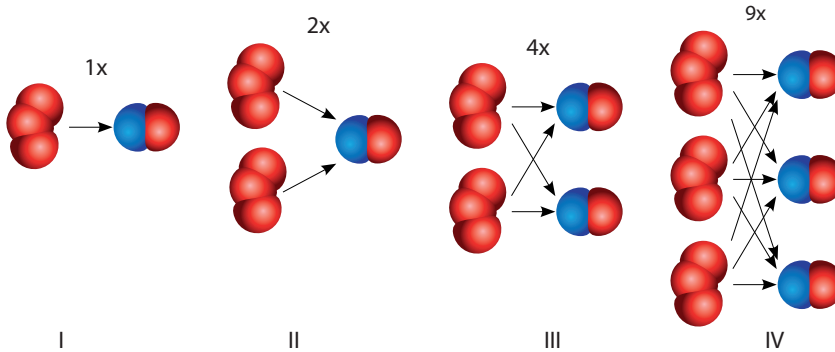
31. Bir öğrenci; derişim, basınç ve sıcaklığın tepkime hızına etkisini gözlemlemek amacıyla üç deney tasarlamıştır. Bu deneyler için $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ tepkimesini seçmiştir. Değişkenleri değiştirerek bu tepkimeyi farklı şartlarda gerçekleştirmiş ve tasarladığı deneyin I, II ve III. aşamalarını görsellerdeki gibi modellemiştir. Modelinde N_2 gazını mavi kürelerle, H_2 gazını ise gri kürelerle göstermiştir.



Buna göre her bir deney için A ve B kaplarındaki tepkimelerde amonyak gazının oluşum hızını karşılaştırınız. Karşılaştırma sonuçlarınızı çarpışma teorisiyle açıklayınız.

32. Azot monoksit (NO) gazı fosil yakıtlarla çalışan araç motorlarından, endüstride yüksek sıcaklıkta yanma işlemlerinden ve azotlu gübrelerin kullanılması sonucu mikroorganizmalar tarafından atmosfere salınır. Stratosferde NO, ozon molekülleriyle (O_3), $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ denklemine göre tepkimeye girerek ozonu parçalayabilir.

Aşağıdaki görselde NO (●●) ve O_3 (●●●) moleküllerinin çarpışma olasılıklarına (1x, 2x, 4x, 9x) göre soruları cevaplayınız.



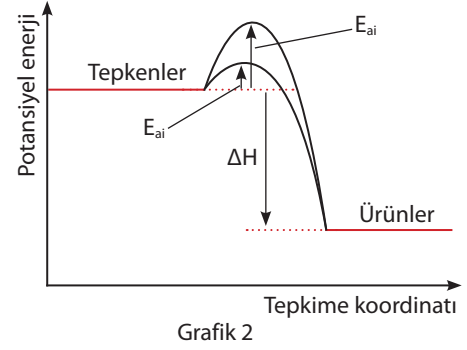
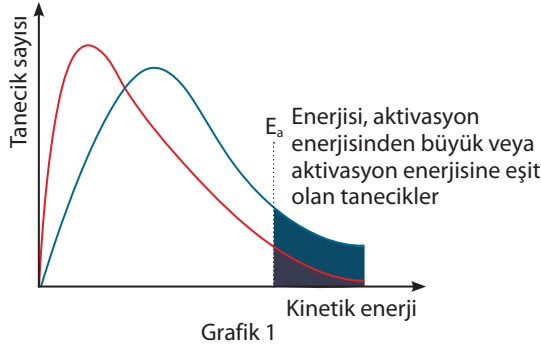
- a) Aynı koşullarda gerçekleşen tepkimelerin hızlarını karşılaştırınız.

- b) Atmosferde NO(g) derişiminin artması tepkime hızını nasıl etkiler? Bu etkiyi çarpışma olasılığı üzerinden açıklayınız.

- c) Atmosfer sıcaklığının NO ve O_3 molekülleri arasında gerçekleşen çarpışma olasılığına ve tepkime hızına etkisini açıklayınız.

- ç) $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesinin zamanla ortalama hızı nasıl değişir? Açıklayınız.

33. Plastik üretiminde önemli bir ham madde olan etilen (C_2H_4), gerektiğinde $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ tepkimesine göre etana (C_2H_6) dönüştürülebilir. Fabrikada kısa sürede daha fazla ürün elde etmek isteyen kimya mühendisi, tepkimeleri hızlandırmak amacıyla etilenin katılma tepkimesine iki farklı etki yapmıştır. Bu etkiler sonucu tepkimeyle ilgili oluşan değişiklikler aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.



Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

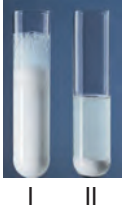
- a) Grafik 1 ve 2'de tepkimeyi hızlandırmak için tepkimeye ne gibi etkiler yapıldığını açıklayınız.

- b) Her iki durumda tepkimeye yapılan etkilerin tepkimeyi hızlandırma sebeplerini çarpışma teorisine göre açıklayınız.

34. Çamaşır sodasının (Na_2CO_3) eşit kütlede topak ve toz formları hidroklorik asit (HCl) çözeltisi ile $Na_2CO_3(k) + 2HCl(suda) \rightarrow 2NaCl(suda) + CO_2(g) + H_2O(s)$ şeklinde görseldeki gibi tepkime verir.

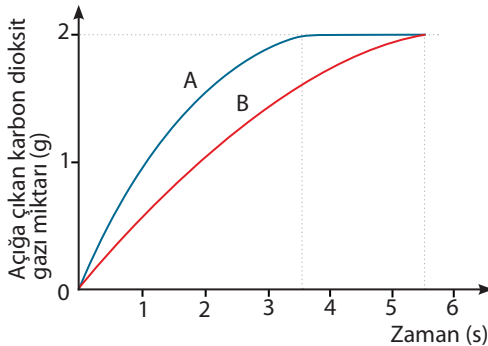
Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a)

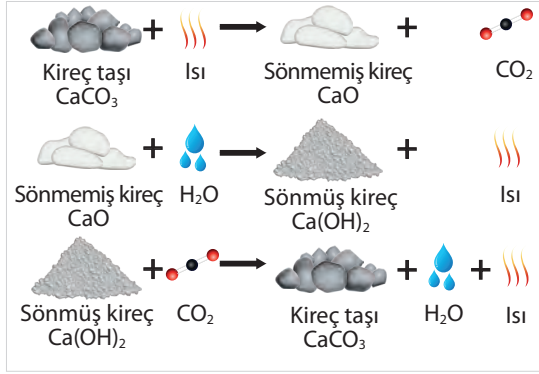


Görseldeki tüplerde eşit sürede gerçekleşen tepkimelerin çamaşır sodasının hangi formuna ait olduğunu nedeni ile belirtiniz.

- b) Grafikteki eğrilerin çamaşır sodasının hangi formuna ait olduğunu nedeni ile belirtiniz.



35-38. soruları aşağıdaki görselden ve metinden yararlanarak cevaplayınız.



Kayaların içerdiği kalsiyum karbonat belli süreçlerden geçirilerek binalardaki betona dönüştürülür. Bu süreç, kireç taşının doğal bir döngüsüyle gerçekleşir. Kayalıklardan çıkarılan kireç taşı fırınlanarak $\text{CaCO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{CaO}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g})$ tepkimesine göre sönmemiş kirece dönüştürülür.

Sönmemiş kireç, çimentoya eklenerek harcın bir parçası hâline gelir. Harç içinde, sönmemiş kireç su ile tepkimeye girerek $\text{CaO}(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{Ca(OH)}_2(\text{suda})$ şeklinde sönmüş kirece dönüşür. Betonun yapısına dâhil olan bu sönmüş kireç, havadaki karbon dioksit ile $\text{Ca(OH)}_2(\text{suda}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s})$ denkleminde göre tepkimeye girerek yeniden kireç taşına dönüşür. Böylece kayalıklardaki kireç taşı, beton içerisinde doğal karbonat yapısına geri dönerek döngüsünü tamamlar.

35. Kireç taşının sönmemiş kirece dönüştüğü tepkime için

- I. Endotermik bir tepkimedir.
- II. Kireç taşının enerjisi ürünlerden daha yüksektir.
- III. Isı aldığı sürece tepkime devam eder.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

36. Sönmemiş kirecin sönmüş kirece dönüştüğü tepkime için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Isı olarak gerçekleşir.
- B) Çevreye enerji verir.
- C) Ürünün enerjisi tepkenlerden azdır.
- D) Sistemin enerjisi azalır.
- E) Çevrenin sıcaklığı artar.

37. Sönmüş kirecin kireç taşına dönüştüğü tepkime için

- I. Ekzotermiktir.
- II. Kireç taşının enerjisi tepkenlere göre daha düşüktür.
- III. Çevreden ısı soğurarak gerçekleşir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

38. Metindeki bilgilere göre tepkimeler için

- I. Tepkimeler gerçekleşirken çevresiyle enerji alışverişi yapabilir.
- II. Ekzotermik tepkimeler gerçekleşirken çevrelerine ısı verir.
- III. Endotermik tepkimeler gerçekleşirken çevresinden ısı alır.

sonuçlarından hangilerine ulaşılabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

39-41. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

Uzay gemisi "Maarif 24" uzak bir güneş sistemine doğru uzun bir yolculuğa çıkmıştı. Gemideki enerji kaynakları zamanla azaldığından mürettebat yeni enerji kaynakları bulmaları gerektiğini fark etti. Geminin bilim insanları, farklı gezegenlerden topladıkları maddeleri inceleyerek bunların enerji potansiyellerini ölçmeye başladı.

İlk olarak gaz bakımından zengin olan bir gezegenden topladıkları hidrojeni incelediler. Hidrojen, evrende en bol bulunan elementti ve yüksek enerji potansiyeline sahipti. Ayrıca hidrojen yandığında sadece su oluştuyordu. Ancak hidrojeni depolamak ve kullanmak için özel sistemlere ihtiyaç vardı. Sonraki incelemelerde karbon bakımından zengin bir gezegenden aldıkları karbon bazlı bir maddeye odaklandılar. Bu madde yanınca yüksek miktarda enerji açığa çıkıyordu ancak çevrelerine zararlı emisyonlar da salınıyordu.

Bilim insanları tüm bu verileri değerlendirerek geminin enerji ihtiyacını karşılayabilecek en uygun yakıtı belirlemeye çalıştılar.

39. Farklı maddelerin yakıt olma potansiyelini belirlemek için yapılan deneylerin hangisinde bağımlı-bağımsız değişkenler ve kontrol değişkenleri en uygun şekilde kullanılmıştır?

- A) Farklı miktardaki hidrojeni aynı koşullarda yakarak üretilen enerjiyi ölçmek ve bu olayın çevreye etkilerini değerlendirmek
- B) Aynı miktarda hidrojen ve karbon bazlı maddeyi farklı sıcaklıklarda yakarak üretilen enerjiyi karşılaştırmak ve bu olayın çevreye etkilerini değerlendirmek
- C) Aynı miktardaki hidrojen ve karbon bazlı maddeyi aynı koşullarda yakarak üretilen enerjiyi ölçmek ve bu olayın çevreye etkilerini değerlendirmek
- D) Farklı basınçlarda aynı miktarda hidrojeni yakarak üretilen enerjiyi ölçmek ve bu olayın çevreye etkilerini değerlendirmek
- E) Farklı sıcaklıklarda aynı miktarda karbon bazlı maddeyi yakarak üretilen enerjiyi ölçmek ve bu olayın çevreye etkilerini değerlendirmek

40. "Maarif 24" uzay gemisindeki bilim insanları farklı maddelerin enerji kaynağı olma potansiyellerini neden-sonuç ilişkisi açısından değerlendirmişler ve bir enerji kaynağı seçmişlerdir.

Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi neden-sonuç ilişkisi açısından doğrudur?

- A) Hidrojenin evrendeki bolluğu, onu en güvenli enerji kaynağı yapar.
- B) Karbon bazlı maddelerin yüksek enerji verimi, potansiyel bir enerji kaynağı olarak değerlendirilemez.
- C) Hidrojenin yüksek enerji potansiyeline sahip olması iyi bir yakıt olması için yeterlidir.
- D) Karbon bazlı maddelerin yanma sürelerinin kısa olması, bu maddelerin iyi bir enerji kaynağı olmasını sağlar.
- E) Hidrojenin yüksek enerji potansiyeli ve yandığında sadece su oluşturması, hidrojenin iyi bir enerji kaynağı olmasını sağlar.

41. Uzay gemisi "Maarif 24"ün mürettebatı, yeni enerji kaynakları arayışında hidrojen ve karbon bazlı iki ana maddeyi incelemiştir.

Hidrojen veya karbon bazlı maddeye ilişkin verilen bilgiler ışığında bu iki yakıt türünün bilimsel araştırmadaki karşılaştırılabilir yönleriyle ilgili,

- I. Yanma tepkimeleri sonucunda aynı ürünü oluştururlar.
- II. Enerji açığa çıkarma potansiyelleri benzer derecede yüksek olarak değerlendirilmiştir.
- III. Çevresel sürdürülebilirlik açısından farklı sonuçlar doğururlar.

yorumlarından hangileri yapılabilir?

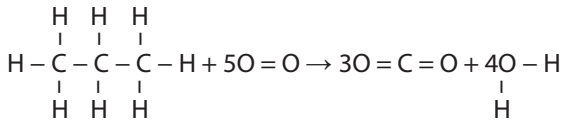
- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) II ve III
- D) I ve III
- E) I, II ve III

42-44. soruları aşağıdaki metin ve verilerden yararlanarak cevaplayınız.

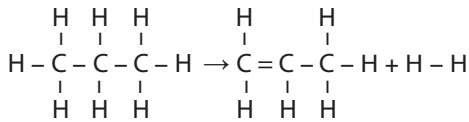


Propan, ham petrolde bol bulunan yanıcı bir gazdır. Birçok alanda yakıt olarak kullanılır. Kolay sıvılaşabildiği için bütan ile beraber LPG'yi oluşturur. Ev tüplerinde ve özellikle de kampçıların kullandığı tüplerde kullanılır. Propan, yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında propilen ve hidrojen moleküllerine ayrışır. Propilen, endüstride çok önemli bir ham maddedir. Propilenden üretilen polipropilen, dünyada en çok kullanılan ikinci plastik türüdür.

Propan, propilen ve hidrojen gazlarına ayrışma tepkimesinde çevreden ısı almaktadır. Ancak propan, oksijen gazıyla yanma tepkimesinde çevreye ısı vermektedir. Propanın yanma ve ayrışma tepkimeleri ile tepkimedeki bağların ortalama bağ enerji değerleri aşağıda verilmiştir.



(Yanma tepkimesi)



(Ayrışma tepkimesi)

Bağ	Bağ Enerjisi (kJ/mol)	Bağ	Bağ Enerjisi (kJ/mol)
C – H	414	O – H	464
C – C	347	C = C	611
O = O	498	H – H	436
C = O	736		

42. Propan gazı yanma tepkimesinde çevreye ısı verirken ayrışma tepkimesinde çevreden ısı alır. **Aşağıdaki ifadelerden hangisi bu durumu açıklamak için kullanılamaz?**

- A) Tepken ve ürünlerdeki bağ sağlamlıklarının farklı olması
- B) Propandan kimyasal tepkime ile farklı bileşikler oluşması
- C) Ürünlerin molekül kütlelerinin farklı olması
- D) Tepken ve ürünlerdeki bağ kararlılığının farklı olması
- E) Kırılan ve oluşan bağların enerji değerlerinin farklı olması

43. Propanın yanma ve ayrışma tepkimeleri için aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

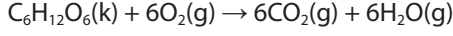
- A) Yanma tepkimesinde tepkenlerin bağ enerjileri toplamı ürünlerden daha yüksektir.
- B) Ayrışma tepkimesinde tepkenlerin bağ enerjileri toplamı ürünlerden daha düşüktür.
- C) Yanma tepkimesinde tepkenlere göre kararlılığı daha düşük olan ürünler oluşur.
- D) Ayrışma tepkimesinde tepkenlere göre kararlılığı daha yüksek olan ürünler oluşur.
- E) Her iki tepkimede de en yüksek enerjili bağ, ürünler tarafından kırılır.

44. Tepkime entalpileri bağ enerjilerinden yararlanarak hesaplandığında hangi seçenekte verilen değerlere ulaşılır?

	ΔH_{Yanma} (kJ)	$\Delta H_{\text{Ayrışma}}$ (kJ)
A)	– 816	128
B)	– 1632	– 128
C)	816	– 128
D)	– 1632	128
E)	128	1632

45-49. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

Besinlerin verdiği enerji değerleri, bomba kalorimetre adı verilen cihazla ölçülür. Bu cihazla standart şartlarda 1 mol glikozun ($C_6H_{12}O_6$) yanması sonucu açığa çıkan enerji değeri ölçülmüştür. Glikozun yanma tepkimesinin denklemi, tepkime denklemindeki bileşiklerin standart oluşum entalpi değerleri ve glikozun mol kütlesi aşağıda verilmiştir.



Bileşik	Standart Oluşum Entalpisi (kJ/mol)
$CO_2(g)$	-393,5
$H_2O(g)$	-241,8
$C_6H_{12}O_6(k)$	-1273

$C_6H_{12}O_6$ nın mol kütlesi: 180 g/mol

45. Glikozun yanmasına ait standart tepkime entalpisi kaç kJ'dür?

- A) -3811,8 B) -2538,8 C) -1273
D) 1273 E) 2538,8

46. Glikozun yanma tepkimesiyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Ekzotermik bir tepkimedir.
B) Oluşan bağların enerjisi, kırılan bağların enerjisinden düşüktür.
C) Tepkime sırasında çevreye ısı verilir.
D) Ürünler tepkenlerden daha karardır.
E) 360 g glikozun yanması ile 5077,6 kJ ısı açığa çıkar.

47. Canlılar yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar. Vücudun temel enerji kaynağı, yiyeceklerin yapı taşları olan karbonhidratlar, proteinler ve yağlardır. Karbonhidratlar sindirim sonucu glikoza dönüşerek hücre içi enerji kullanımına uygun hâle gelir. Yetişkin bir insanın günlük ortalama enerji ihtiyacı 10155,2 kJ'dür.

Buna göre sadece glikoz içeren gıdaları tüketerek günlük enerji ihtiyacını karşıladığı varsayılan yetişkin bir insanın kaç mol glikoza ihtiyacı vardır?

- A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 10

48. Verilen bilgilere göre

- I. Tepkimedey meydana gelen enerji değişimi
II. Tepkime entalpisi ile tepken ve ürünlerin standart oluşum entalpileri arasındaki bağıntı
III. 100 g glikoz içeren besin tüketildiğinde glikozdan alınan enerji miktarı

ifadelerinden hangileri bulunabilir?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

49. Standart oluşum entalpileriyle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Glikozun oluşumu sırasında dışarıdan enerji alınır.
B) O_2 elementel hâde olduğu için standart oluşum entalpisi sıfır kabul edilir.
C) Suyun oluşumu ekzotermik bir olaydır.
D) 1 mol CO_2 oluşumu sırasında çevreye 393,5 kJ ısı verilir.
E) Standart tepkime entalpisi standart oluşum entalpileriyle hesaplanabilir.

50-53. soruları aşağıdaki metin ve tablodaki görsellerden yararlanarak cevaplayınız.

Bir öğrenci kimya dersinde performans görevi olarak kimyasal tepkimelerin oluşumunu mikro seviyede açıklamak için bir sunum hazırlıyor.

Öğrenci sunumunda konuyu açıklamak için $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$ şeklindeki bir tepkimeyi görsellerle destekleyerek kullanmanın uygun olacağına karar veriyor. Moleküllerin olası bazı çarpışmalarını ve enerjilerini temsil etmek için aşağıdaki görseli hazırlıyor. Bu görselde A atomunu kırmızı küre, B atomunu mavi küre ile gösteriyor.

	Çarpışma Öncesi	Çarpışma Anı	Çarpışma Sonrası
1			
	Yüksek kinetik enerjili tanecikler		
2			
	Yüksek kinetik enerjili tanecikler		
3			
	Düşük kinetik enerjili tanecikler		

50. Moleküllerin çarpışmalarından aşağıdaki çıkarımlardan hangisi yapılamaz?

- A) Yalnız 2. çarpışma ürün oluşumu ile sonuçlanmıştır.
- B) 2 ve 3. çarpışma uygun geometride gerçekleşmiştir.
- C) Uygun geometrideki tüm çarpışmalar ürün oluşumuyla sonuçlanmıştır.
- D) 1. çarpışma uygun geometride olmadığı için tepkime gerçekleşmemiştir.
- E) Tepkimenin gerçekleşmesi için moleküllerin çarpışması gerekir.

51. Aşağıdakilerden hangisi 3. çarpışmanın ürün oluşumuyla sonuçlanmamasının nedenini en iyi açıklar?

- A) Çarpışmanın uygun geometride gerçekleşmemesi
- B) Çarpışan moleküllerin yeterli enerjiye sahip olmaması
- C) Çarpışan moleküllerin etkin çarpışma yapması
- D) Tepkenlerde yer alan farklı atomlar arasında kimyasal bağ oluşamaması
- E) Ortam koşullarının ürün oluşumuna etkisinin olmaması

52. Moleküllerin bazı çarpışma durumlarını gösteren görsel incelendiğinde tepkimenin gerçekleşme koşullarını açıklamak için aşağıdaki çıkarımlardan hangisi yapılabilir?

- A) Tepkimenin gerçekleşmesi için taneciklerin çarpışması yeterlidir.
- B) Uygun geometride gerçekleşen tüm çarpışmalar ürün oluşturur.
- C) Yeterli enerjiyle gerçekleşen her çarpışma ürün oluşumu ile sonuçlanır.
- D) Uygun geometride ve yeterli enerjiyle gerçekleşen çarpışmalar ürün oluşturabilir.
- E) Düşük enerjili taneciklerin çarpışması sonucu ürün oluşabilir.

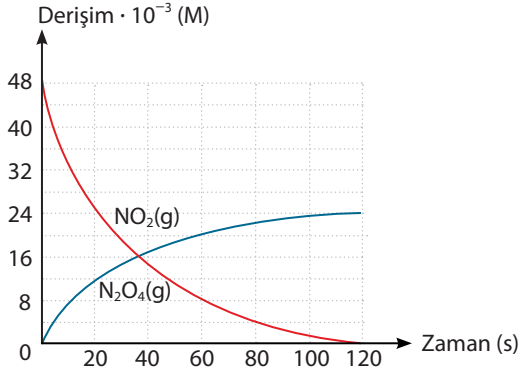
53. Uygun geometride ve yeterli kinetik enerjiye sahip taneciklerin çarpışması ürün oluşumu ile sonuçlanabilir. Bu tür çarpışmalara etkin çarpışma denir.

Moleküllerin çarpışma durumlarını gösteren görseldeki hangi çarpışma durumları etkin çarpışma olarak nitelendirilebilir?

- A) Yalnız 1
- B) Yalnız 2
- C) 1 ve 3
- D) 2 ve 3
- E) 1, 2 ve 3

54-58. soruları aşağıdaki metinden ve grafikten yararlanarak cevaplayınız.

Roket motorlarında yanma olayı çok hızlı gerçekleşir. Yanma olayı için atmosferdeki oksijen yeterli olmayabilir. Bazı roket motorlarında yanma için gerekli olan oksijen gazı oksitleyici denilen kimyasallarla karşılaşılır. Oksitleyici olarak N_2O_4 başta olmak üzere azot oksitler (NO_x) kullanılır. Genel olarak N_2O_4 gazı NO_2 gazından elde edilir. Sabit sıcaklıkta gerçekleşen bu tepkimeye ait derişim-zaman grafiğı aşağıda verilmiştir.



54. Grafiğı göre tepkimenin denklemleri aşağıdaki-lerden hangisi gibi olabilir?

- A) $NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$
- B) $N_2O_4(g) \rightarrow NO_2(g)$
- C) $2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$
- D) $2NO_2(s) \rightarrow N_2O_4(k)$
- E) $2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$

55. Grafiğı göre tepkimeyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Birim zamanda NO_2 gazının kütlesindeki derişim artmıştır.
- B) Tepkime süresince N_2O_4 gazının oluşma hızı giderek artmıştır.
- C) NO_2 gazının harcanma hızı, N_2O_4 gazının oluşma hızına eşittir.
- D) Aynı zaman aralıklarında harcanan NO_2 kütlesi oluşan N_2O_4 kütlesine eşittir.
- E) Tepkime hızı NO_2 gazının harcanma hızına eşittir.

56. Aşağıdaki ifadelerden hangisi grafiğı göre tepkime hızının zamanla nasıl deriştiğini ve bu derişimin nedenini en iyi açıklar?

- A) Tepkenlerin derişimi zamanla azaldığı için birim zamandaki çarpışma sayısı azalır ve tepkime giderek yavaşlar.
- B) Tepkenlerin derişimi sabit kaldığı için birim zamandaki çarpışma sayısı ve tepkime hızı sabit kalır.
- C) Ürünlerin derişimi zamanla arttığı için birim zamandaki tepkenlerin çarpışma sayısı artar ve tepkime giderek hızlanır.
- D) Tepkenlerin kinetik enerjileri zamanla arttığı için birim zamandaki çarpışma sayısı artar ve tepkime giderek hızlanır.
- E) Tepkenlerin kinetik enerjileri zamanla azaldığı için birim zamandaki çarpışma sayısı azalır ve tepkime giderek yavaşlar.

57. İlk 20 saniyede N_2O_4 gazının ortalama oluşma hızı nedir?

- A) $0,3 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$
- B) $0,6 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$
- C) $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$
- D) $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$
- E) $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$

58. 80 ve 120. saniyeler arasında NO_2 gazının ortalama harcanma hızı nedir?

- A) $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$
- B) $0,2 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$
- C) $0,3 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$
- D) $0,4 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$
- E) $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}$

59-63. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.



Galvanize çelik; bina çatılarında, kapılarda, pencerelerde, su depolarında, konteynerlerde ve diğer yapı elemanlarında kullanılan bir maddedir. Galvanize çelik, çeliğin çinkoyla kaplanmasıyla elde edilir. Kaplamadaki çinko metali aside maruz kaldığında korozyona uğrar. Korozyonun etkisini anlamak için bir kimya laboratuvarında yapılan deneyde, hidroklorik asit (HCl) çözeltisi ile çinko (Zn) parçaları arasında gerçekleşen tepkime incelenmiştir.

Deney sırasında, tepkimenin hızını etkileyen çeşitli faktörler değiştirilerek çinko parçasındaki küçülme ve gaz çıkış hızındaki değişim gözlemlenmiştir. Deneyde, tepkimenin hızını değiştirmek için aşağıda verilen işlemler uygulanmıştır.

- I. HCl çözeltisinin derişimini artırma
- II. Çinko metalini toz hâline getirme
- III. Sıcaklığı artırma
- IV. Katalizör ekleme

59. "Sıcaklığın artırılması, tepkime hızını artırır." hipotezini oluşturan bir öğrenci, hipotezini deneydeki III. işlem sonucu hangi gözlemine göre açıklayabilir?

- A) Çinko parçalarının küçülme süresinin artması
- B) Toplam gaz miktarının azalması
- C) Gaz çıkış süresinin azalması
- D) Çinko parçalarının tükenmesi
- E) Toplam gaz miktarının artması

60. "Tepkimelerde çarpışma olasılığının artışı tepkime hızını artırır mı?" araştırma sorusunun doğru cevabına hangi işlemlerde ulaşılabilir?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) II ve III
- D) I, II ve III
- E) I, II ve IV

61. Hangi işlemler çarpışma teorisi temelinde taneciklerin birim zamandaki etkin çarpışma sayısını artırarak tepkime hızını artırır?

- A) I ve II
- B) I ve III
- C) II, III ve IV
- D) I, II ve IV
- E) I, II, III ve IV

62. I. işlemde tepkime hızının arttığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç aşağıdakilerden hangisi ile en iyi açıklanabilir?

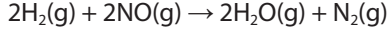
- A) Tepkenlerin kinetik enerjisinin artması
- B) Etkin çarpışma sayısının artması
- C) Tepkenlerin yüzey alanının artması
- D) Katalizörün tepkime hızına etkisi
- E) Aktivasyon enerjisinin düşmesi

63. IV. işlemde tepkime hızının arttığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç aşağıdakilerden hangisi ile en iyi açıklanabilir?

- A) Tepkenlerin kinetik enerjisinin artması
- B) Çarpışma sayısının artması
- C) Tepkenlerin yüzey alanının artması
- D) Tepken derişiminin artması
- E) Aktivasyon enerjisinin düşmesi

64-66. soruları aşağıdaki metin ve tablodan yararlanarak cevaplayınız.

Kimya bölümünde okuyan meraklı bir öğrenci bitirme projesi için H_2 ve NO gazları arasında gerçekleşen



tepkimesinin hızını araştırıyordu. Öğrenci; yüksek sıcaklıkta yaptığı deneylerde, farklı derişimlerde H_2 ve NO gazları kullanarak tepkime hızını ölçtü. Her deneyi dikkatle yürüterek sonuçları deney defterine kaydetti. Derişimleri ve tepkime hızları arasındaki ilişkiyi görmek için aşağıdaki tabloyu oluşturdu.

Deney	$[H_2]$ (M)	$[NO]$ (M)	Başlangıç Hızı (M/s)
1	0,010	0,024	$2,4 \cdot 10^{-6}$
2	0,005	0,024	$1,2 \cdot 10^{-6}$
3	0,010	0,012	$0,6 \cdot 10^{-6}$

Öğrenci, tablodaki verileri kullanarak derişimin tepkime hızına etkisi ile ilgili önermeler oluşturdu ve tepkime için hız denklemini tahmin etti.

64. Öğrencinin veriye dayalı tahmin ederek oluşturduğu tepkime hız denklemleri aşağıda verilmiştir.

- I. $r = k[H_2]^2[NO]^2$
- II. $r = k[H_2][NO]^2$
- III. $r = k[H_2][NO]$
- IV. $r = k[NO]^2$
- V. $r = k[H_2]^2[NO]$

Buna göre tepkime hız denklemlerinden hangisi bilimsel bilgilere göre doğrudur?

- A) I B) II C) III D) IV E) V

65. Öğrencinin tepkime hız denkleminde tespit ettiği hız sabitinin birimi, değeri ve tepkime derecesi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	"k" Hız Sabiti Birimi	"k" Hız Sabiti Değeri	Tepkime Derecesi
I	$1/sM^2$	0,1	3
II	$1/sM^2$	5/12	2
III	$1/sM$	0,1	2
IV	$1/sM$	0,1	3
V	$1/sM^2$	5/12	3

Buna göre tablodaki değerlerden hangisi doğrudur?

- A) I B) II C) III D) IV E) V

66. Öğrenci, tepken derişiminin tepkime hızına etkisine ilişkin aşağıdaki önermeleri oluşturmuştur.

- I. Tepken derişimi arttıkça tepkime hızı artar.
- II. Tepken derişimi tepkime hızını etkilemez.
- III. Tepken derişimi arttıkça tepkime hızında azalma olur.

Buna göre öğrencinin oluşturduğu önermeler bilimsel bilgilerle karşılaştırıldığında hangisinin doğru olduğu tespit edilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III



Etkileşimli Yapılandırılmış Grid çalışmasına ulaşmak için karekodu kullanınız.



Labirent çalışmasına ulaşmak için karekodu kullanınız.



Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu kullanınız.

2. TEMA

ÇEŞİTLİLİK

2.1. Denge

2.2. Asit ve Baz Çözeltilerinde Denge

2.3. Çözünürlük Dengesi

► Bu temada öğrenilecek kavramlar

- Arrhenius asidi/bazı
- asit-baz çifti
- asitlik/bazlık sabiti
- Brønsted-Lowry asidi/bazı
- çözünürlük çarpımı
- denge sabiti
- eş değerlik noktası
- fiziksel denge
- indikatör
- kimyasal denge
- kuvvetli asit/baz
- Le Chatelier ilkesi
- nötralleşme
- otoiyonizasyon
- pH/pOH
- titrasyon
- zayıf asit/baz

► Bu temada sizlerden

- tepkimelerin tersinir olabileceğine ilişkin gözlem yapabilmeniz, tepkimelerdeki denge sürecine ilişkin bilimsel gözleme dayalı tahminde bulunabilmeniz ve denge sabiti ifadesinin oluşturulmasına ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilmeniz,
- tersinir tepkimelerin dengeye ulaşp ulaşmadığını bilimsel veriye dayalı tahmin edebilmeniz, dengeye etki eden faktörlere ilişkin bilimsel sorgulama yapabilmeniz, saf suyun otoiyonizasyonuna ilişkin bilimsel gözlem yapabilmeniz ve asit-baz teorilerini karşılaştırabilmeniz,
- asitlerin ve bazların kuvvetlerine ilişkin bilimsel sorgulama yapabilmeniz, kuvvetli asit-zayıf asit ve kuvvetli baz-zayıf baz sulu çözeltilerindeki pH hesaplamalarını karşılaştırabilmeniz,
- nötralleşme olayını operasyonel tanımlayabilmeniz, kuvvetli asit ve kuvvetli baz çözeltilerinin derişimlerini titrasyon yöntemiyle belirlemeye yönelik deney yapabilmeniz ve asidik ya da bazik ürünlerin en uygun olanına karar verebilmeniz,
- suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne ilişkin model oluşturabilmeniz,
- suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörlere ilişkin bilimsel çıkarım yapabilmeniz **beklenmektedir.**



Tema Karekodu



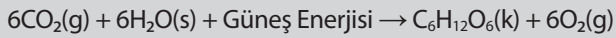
Tema tanıtımına ulaşmak için karekodu kullanınız.

O₂

CO₂

► Başlarken

Atmosferdeki karbon dioksit (CO₂) ve oksijen (O₂) gazları arasındaki denge, ekosistemin sağlığı için hayati öneme sahiptir. Bu denge, fotosentez ve hücresel solunum süreçleriyle korunur. Bitkiler, fotosentez sırasında karbon dioksit ve suyu kullanarak güneş enerjisi yardımıyla glikoz ve O₂ üretir.



Canlılar ise hücresel solunumla bu glikozu O₂ ile yakarak enerji üretir ve CO₂ salar.



Bu döngü O₂ ve CO₂ arasındaki dengeyi korur. Ancak ormansızlaşma ve karbon salımı bu dengeyi bozabilir. Bu yüzden ormanların korunması ve sera gazı emisyonlarının azaltılması büyük önem taşır.

► Tema sürecinde sizlerden

- etkinlikleri yapmanız,
- karekodlardaki e-içerikleri tamamlamanız,
- deney raporlarını, çalışma yapraklarını ve formları doldurmanız,
- temaya ilişkin performans görevini yerine getirmeniz,
- konuya başlarken, uygulama noktası, kontrol noktası, tema sonu ölçme ve değerlendirme sorularını cevaplamanız **beklenmektedir**.

NELER HATIRLIYORUM?

Yönerge

1. Çeşitlilik temasındaki denge, asit-baz çözeltilerinde denge ve çözünürlük dengesi konularında kullanmak üzere önceki öğrenme-öğretme süreçlerinde edinilen bilgi ve becerileri ne kadar hatırladığınızı gözden geçirmek için formu doldurunuz.
2. Formda verilen kavramlarla ilgili bilgileri okuyunuz. Hatırladığınız bilgilerin yanındaki kutucuğa ✓ işareti koyunuz.

Hatırlıyorum

Kimyasal Tepkimeler

- Bir kimyasal tepkimeye giren ve tepkime sırasında yapılarındaki değişim ile başka maddelere dönüşen kimyasal maddelere **tepken** denir. ☐
- Kimyasal tepkimelerde tepken taneciklerinin yeniden düzenlenmesi sonucu oluşan yeni maddelere **ürün** denir. ☐
- Bir kimyasal tepkimede tepkenlerin ürünlere dönüşümünün sembolik ifadelerle gösterilmesine **tepkime denklemi** denir. ☐

Denge Buhar Basıncı, Homojen ve Heterojen Kavramları

- Bir sıvının buharlaşma hızının, buhar fazındaki moleküllerin yoğunlaşma hızına eşit olduğu durumda sıvı buharının oluşturduğu basınca **denge buhar basıncı** denir. ☐
- Sıcaklık arttıkça bir sıvının denge buhar basıncı da artar. ☐
- **Homojen**, bir maddenin veya karışımın her noktasının aynı özelliklere ve bileşime sahip olduğunu ifade eden bir kavramdır. ☐
- **Heterojen**, bir maddenin veya karışımın her noktasının aynı özelliklere ve bileşime sahip olmadığı durumu ifade eden bir kavramdır. ☐

Asit-baz Tepkimeleri

- Asit-baz tepkimeleri sonucu genellikle tuz ve su oluşur. ☐
- Sulu ortamda gerçekleşen asit-baz tepkimelerinde H^+ ve OH^- iyonlarının etkileşimi ile su oluşur. ☐
- Asit-baz tepkimeleri, çevresine ısı vererek gerçekleşir. ☐
- **Ayıraç (belirteç)**, genellikle bir çözeltideki pH değişimini renk değişikliği yoluyla gösteren bir maddedir. ☐

Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler

- Çoğu katı türünün saf sudaki çözünürlüğü sıcaklığın artmasıyla artarken çözünürlüğü azalan katı türleri de vardır. ☐
- Saf suda gazların çözünürlüğü sıcaklığın artmasıyla azalır, sıcaklığın azalmasıyla artar. ☐
- Katıların çözünürlüğü basınçtan etkilenmez. ☐
- Gazların çözünürlüğü basıncın artmasıyla artar, basıncın azalmasıyla azalır. ☐
- Maddelerin yapılarındaki farklılıklara bağlı olarak saf sudaki çözünürlükleri değişkenlik gösterir. ☐

3. Forma göre tespit ettiğiniz bilgi eksiklerinizi tamamladıktan sonra tema konularına başlayınız.

2.1. DENGE

2.1.1. Tersinir Tepkimelerin Özellikleri

KONUYA BAŞLARKEN



Mobil cihazları şarj etmek için kullanılan taşınabilir güç kaynakları genellikle lityum-iyon pillerinden oluşur. Lityum-iyon piller, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine ve gerektiğinde de elektrik enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürebilen şarj edilebilir pillerdir. Bu pillerdeki tepkimeler hem ürünler hem de tepkenler yönüne ilerleyebilir.

Tepkime ürünlere doğru gittiğinde pil şarj olur, tepkimenin geriye doğru gitmesi durumunda ise pil deşarj olarak elektrik üretir. Bu tepkime iki yöne gidebilen tersinir bir tepkimedir. Pil tepkimelerinin iki yöne gidebilmesi, bir pilin tekrar tekrar kullanılabilir olmasını sağlar. Şarj edilebilir piller, tekrar

kullanılabilme özelliği sayesinde pilin kullanım ömrünü uzatarak atık pil miktarını azaltır.

- Kimyasal tepkimelerin tümü iki yöne gidebilir mi?
- Günlük yaşamdaki hangi olaylar her iki yöne gidebilen tepkimeler içerir?

2.1. ETKİNLİK

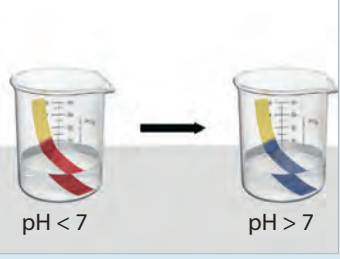


Adı	Kimyasal Tepkime Kanıtları
Amaç	Bir değişimin kimyasal olduğunu gösteren kanıtları açıklayabilme
Süre	20 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek soruları cevaplayınız.

1. Görselleri verilen olayların kimyasal olduğunu gösteren kanıtları gerekçeleriyle açıklayınız.

Olaylar		
Ateş böceğinin parlaması	Magnezyumun asit ile tepkimesi	Yemek sodası ile limon suyunun tepkimesi
		
Olayın Kimyasal Olduğunu Gösteren Kanıtlar	Olayın Kimyasal Olduğunu Gösteren Kanıtlar	Olayın Kimyasal Olduğunu Gösteren Kanıtlar
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		

Olaylar		
Kurşun(II) iyodür ile potasyum nitratın tepkimesi  Olayın Kimyasal Olduğunu Gösteren Kanıtlar 	HCl çözeltisine aşırı NaOH çözeltisi ilavesiyle gerçekleşen tepkime  Olayın Kimyasal Olduğunu Gösteren Kanıtlar 	Odunun yanması sırasında gerçekleşen tepkime  Olayın Kimyasal Olduğunu Gösteren Kanıtlar

2. Asit-baz tepkimelerini ve indikatörü açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme

1. Bir değişimin kimyasal olduğunu gösteren kanıtların neler olduğunu yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mevcut bilgileriniz doğrultusunda asit-baz tepkimeleri ve indikatörü açıklamanızdaki eksiklerinizi tespit ediniz. Eksiklerinizi tamamlamak için çalışma planı yapınız ve planınızı uygulayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

Gözlem yapmak bilimsel çalışmaların en kritik aşamalarından biridir. Gözlem, yapılan deneyin doğru ve güvenilir şekilde değerlendirilmesini sağlar ve hipotezlerin test edilmesi ile sonuçların doğrulanmasında kilit rol oynar. Tepkimelerin tersinir olup olmadığını tespit etmek, genellikle tepkimenin gözlemlenmesi ve bazı kimyasal ya da fiziksel niteliklerin incelenmesiyle mümkündür.

2.2. ETKİNLİK



Adı	Tersinir Tepkimeler
Amaç	Tepkimelerin tersinir olabileceğine ilişkin gözlem yapabilme
Süre	35 + 35 + 35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Siyah çay, tanenler ve çeşitli organik asitler içerir. Tanenler, hafif asidik özellik gösteren ve ağızda acımsı tat bırakan doğal kimyasallardır. Siyah çay, içeriğindeki organik asitler ve tanenlerden dolayı hafif asidik özellik gösterir. Demlenmiş siyah çayın pH değeri genellikle 4,9-5,5 arasında değişir. Siyah çaya limon sıkılırsa çayın rengi aşağıdaki görselde görüldüğü gibi açılır. Limonlu çaya yeterince sodyum bikarbonat (NaHCO_3) eklendiğinde ise görseldeki gibi çayın rengi koyulaşır.



Siyah çay



Limon damlatılmış siyah çay

Limonlu siyah çayın sodyum bikarbonat (NaHCO_3) eklendikten sonraki hâli

- a) Siyah çaya limon sıkıldığında ve sodyum bikarbonat (NaHCO_3) atıldığında oluşan renk değişimleri nasıl açıklanır?

.....

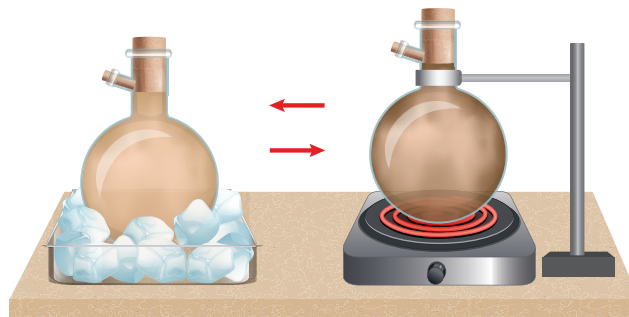
- b) Siyah çayda meydana gelen renk değişimi ile bir olayın tersinir olduğu nasıl açıklanabilir?

.....

2. Tersinir bir tepkimeye ilişkin gözlemlenebilir niteliklerin neler olabileceğini belirleyip yazınız.

.....

3. Aşağıdaki cam balonlarda $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ tepkimesi gerçekleşmektedir. NO_2 kahverengi, N_2O_4 ise renksiz bir gazdır. Cam balonlardaki tepkimenin farklı sıcaklıklarda gerçekleşmesi sırasındaki durumları görseldeki gibi olmaktadır.



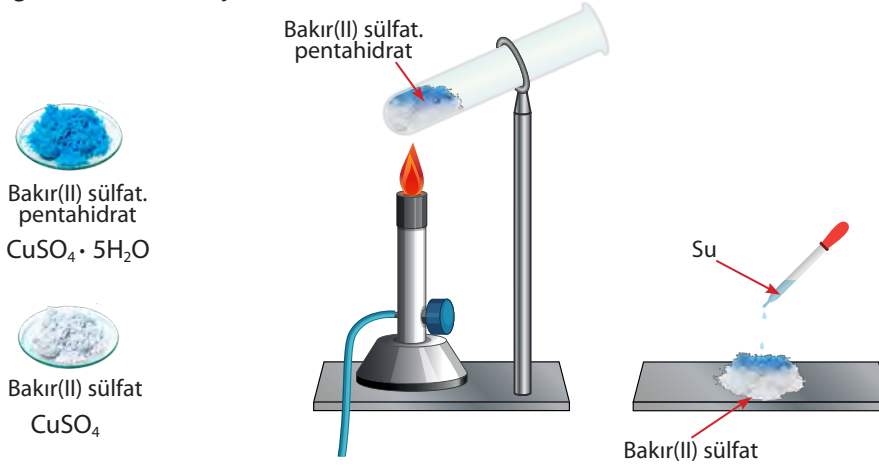
Düşük sıcaklık

Yüksek sıcaklık

Buna göre $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ tepkimesinin tersinir olduğuna ilişkin gözlemlerinizi yazınız.

.....

4. Bakır(II) sülfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) mavi, bakır(II) sülfat (CuSO_4) ise beyaz renkli bir bileşiktir. Bakır(II) sülfat pentahidrat bileşiğinin ısıtılması ve bakır(II) sülfat bileşiğine su damlatılması ile meydana gelen değişimler görsellerde verilmiştir.



Buna göre $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{k}) \rightleftharpoons \text{CuSO}_4(\text{k}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ tepkimesinin tersinir olduğuna ilişkin gözlemlerinizi yazınız.

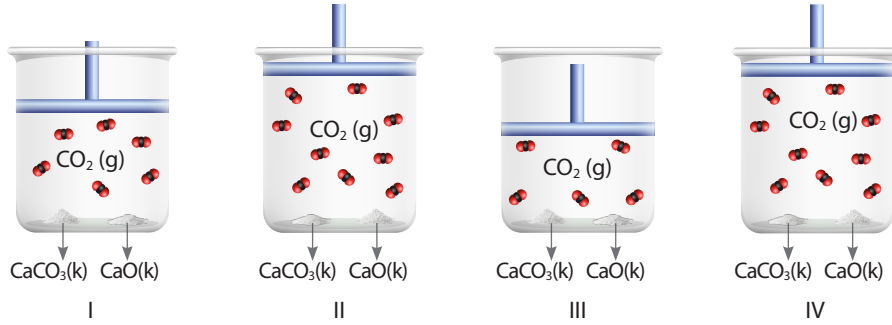
.....

.....

.....

.....

5. Aşağıdaki kaplarda $\text{CaCO}_3(\text{k}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g})$ tepkimesi gerçekleşmektedir. I. kabın hacmi, sabit sıcaklıkta piston aşağıya itilerek ya da yukarıya çekilerek sırayla II, III ve IV. duruma getirildiğinde tepkimede meydana gelen değişimler görsellerdeki gibi olmaktadır.



Buna göre $\text{CaCO}_3(\text{k}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g})$ tepkimesinin tersinir olduğuna ilişkin gözlemlerinizi yazınız.

.....

.....

.....

.....

6. Her iki yöne gidebilen tepkimelere ilişkin gözlenebilir nitelikleri bilimsel bakış açısıyla yorumlayınız.

.....

.....

.....

.....

7. Gözlem verileri doğrultusunda tepkimelerin tersinir olabileceğini gerekçeleriyle açıklayınız.

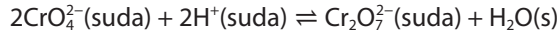
.....

.....

.....

.....

8. Aşağıdaki tepkimeyi ve tepkimede renkleri verilen maddeleri dikkate alarak deneyi gerçekleştiriniz.



Sarı

Turuncu



Deneyin Adı	Tersinir Tepkimeler
Deneyin Amacı	Tepkimelerin tersinir olduğunu gösteren nitelikleri gözlemleyebilme
Süre	35 dk.
Malzeme	1 M potasyum kromat (K_2CrO_4) çözeltisi, 1 M sülfürik asit (H_2SO_4) çözeltisi, 1 M sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi, pH metre veya pH kâğıdı, beherglas, pipet

İşlem basamakları:

- Bir beherglas içerisine 20 mL 1 M K_2CrO_4 çözeltisi ekleyiniz.
- Çözeltinin pH değerini ölçünüz ve kaydediniz.
- Beherglastaki K_2CrO_4 çözeltisine, renk değişimi gerçekleşene kadar 1 M H_2SO_4 çözeltisini damla damla ekleyiniz. Renk değişimi tamamlandığında çözeltiyi eklemeyi sonlandırınız.
- Renk değişimindeki gözlemlerinizi yazınız.
- Çözeltinin pH değerini tekrar ölçünüz ve kaydediniz.
- Aynı çözeltiye 1 M NaOH çözeltisinden renk değişimi gerçekleşene kadar damla damla ekleyiniz. Renk değişimi tamamlandığında çözelti eklemeyi sonlandırınız.
- Renk değişimindeki gözlemlerinizi yazınız.
- Çözeltinin pH değerini tekrar ölçünüz ve kaydediniz.
- Deney verilerine göre $2\text{CrO}_4^{2-}(\text{suda}) + 2\text{H}^+(\text{suda}) \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s})$ tepkimesinin tersinir olduğuna ilişkin gözlemlerinizi yazınız.

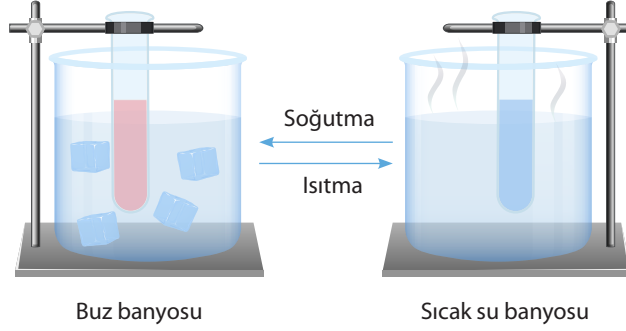
9. Aşağıdaki metne göre soruyu cevaplayınız.

Araştırmacı ve sorgulayıcı olmak hem birey hem de toplum için kritik bir öneme sahiptir. Bu özellikler; daha iyi kararlar almayı, derinlemesine bilgi sahibi olmayı, sorunları çözme becerisini geliştirmeyi ve sürekli bir öğrenme yolculuğunu mümkün kılar. Sorgulama ve araştırma kültürünün yaygınlaşması hem kişisel gelişim hem de toplumsal ilerleme açısından büyük faydalar sağlar.

Buna göre çalışma esnasındaki araştırmacı ve sorgulayıcı davranışlarınızı yazınız.

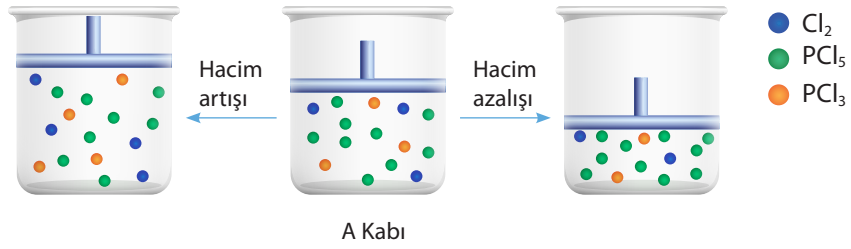
10. Bir deney tüpünde

$A^{2+}(\text{suda}) + 4B^{-}(\text{suda}) + \text{ısı} \rightleftharpoons C^{2-}(\text{suda}) + 6D(\text{suda})$ tepkimesi gerçekleşmektedir. Deney tüpü aşağıdaki görseldeki gibi soğuk su banyosunda soğutulduğunda ya da sıcak su banyosunda ısıtıldığında deney tüpündeki çözeltinin rengi görseldeki gibi olmaktadır. $[A^{2+}] > [C^{2-}]$ ise çözelti pembe, $[C^{2-}] > [A^{2+}]$ ise çözelti mavi renkli olduğuna göre deney tüpündeki değişimleri gözlemleyiniz.



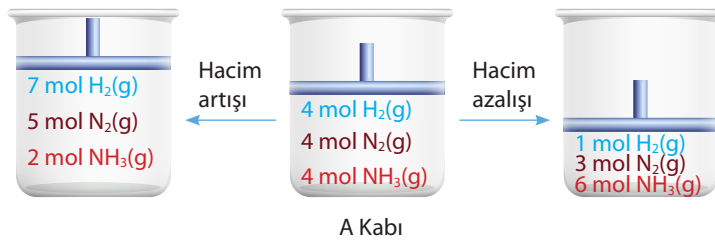
Gözlem verilerinize göre tersinir tepkime sürecine ilişkin belirlediğiniz niteliği yazınız.

11. Aşağıdaki $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$ sisteminin bulunduğu A kabının hacminin artması ve azalması sonucu meydana gelen değişimler görsellerdeki gibi olmaktadır. Kaplardaki değişimleri gözlemleyiniz.



Gözlem verilerinize göre tersinir tepkime sürecine ilişkin belirlediğiniz niteliği yazınız.

12. Aşağıdaki $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ sisteminin bulunduğu A kabının hacminin artması ve azalması sonucu meydana gelen değişimler görsellerdeki gibi olmaktadır. Kaplardaki değişimleri gözlemleyiniz.



Gözlem verilerinize göre tersinir tepkime sürecine ilişkin belirlediğiniz niteliği yazınız.

Değerlendirme

1. Bir tepkimenin tersinir olduğuna kanıt olacak gözlemlenebilir nitelikler nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

2. Tepkimelerin tersinir olabileceğine ilişkin tespitleriniz nelerdir?

.....

.....

.....

2.1. YANSITMA NOTU

"2.2. Etkinliği"nde tepkimelerin tersinir olduğuna kanıt olabilecek nitelikleri belirlemek için gözlem ve deneyler yaptınız. Etkinlik öncesi ön bilgilerinizin gözlem ve deney sonrasındaki değişimini tespit etmek için verilen soruları cevaplayınız.

1. Etkinlik öncesinde tepkimelerin hem ileri hem de geri yönde ilerlediğiyle ilgili ne biliyordum?

.....

.....

.....

.....

2. Etkinlikte tepkimelerin tersinir olduğuna ilişkin kanıt olabilecek hangi nitelikleri gözlemleyerek belirledim?

.....

.....

.....

.....

3. Belirlediğim niteliklerle ilgili hangi verileri toplayıp kaydettim?

.....

.....

.....

.....

4. Tepkimelerin tersinir olduğunu hangi verilere dayanarak açıklayabilirim?

.....

.....

.....

.....

5. Etkinlik öncesine göre tepkimelerin tersinir olabileceğiyle ilgili bilgilerimdeki değişimler nelerdir?

.....

.....

.....

.....

Tersinir ve tersinmez tepkimeler kimyasal tepkimelerin özelliklerini tanımlamak için kullanılan terimlerdir. Yalnızca bir yönde gerçekleşen ve geri yöndeki tepkimenin gerçekleşmediği tepkimelere **tersinmez tepkimeler** denir. Bu tepkimelerde tepkenler ürünlere dönüşür ancak ürünler tekrar tepkenlere dönüşemez. Tersinmez tepkime denklemlerinde tepkime geri yönde gerçekleşmediği için tek yönlü ok ($\rightarrow$) kullanılır. Örneğin metan gazının oksijenle yanması $[\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})]$ tersinmez bir tepkimedir. Bu tepkime sadece metanın yanma ürünü olan karbon dioksit ve suyu oluşturur. Ancak tepkimede karbon dioksit ve su tekrar geri yönlü tepkime vermediği için metan ve oksijen gazını oluşturamaz.

Tersinir tepkime terimi ise bir kimyasal tepkimenin her iki yönde gerçekleşebildiğini ifade eder. Hem ileri hem de geri yönde gerçekleşebilen tepkimelere **tersinir tepkimeler** denir. Bu tepkimelerde tepkenler ürünlere dönüşürken ürünler de geri yönde tepkime vererek tepkenlere dönüşebilir. Tersinir tepkime denklemlerinde tepkime her iki yöne gidebildiği için çift yönlü ok ($\rightleftharpoons$) kullanılır. Örneğin suyun iyonlaşması $[\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})]$ ve karbonik asidin karbon dioksit ve suya dönüşümü $[\text{H}_2\text{CO}_3(\text{suda}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s})]$ tersinir tepkimelerdir.

Tersinir tepkime kanıtları bir kimyasal tepkimenin her iki yönde de gerçekleşebileceğini gösteren niteliklerdir. Bu nitelikler tepkimenin şartlarının değiştirilerek her iki yönde de gerçekleşmesi durumunda gözlemlenebilir. Tepkimelerin tersinir oluşuna kanıt oluşturacak niteliklerin bazıları ve örnek tepkimeleri aşağıda verilmiştir.

- Renk değişimi: Renk değişiminin olduğu tepkimelerde gözlenebilir.
 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$
 Kahverengi Renksiz
- Sıcaklık değişimi: Isı değişiminin olduğu tepkimelerde gözlenebilir.
 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{ısı}$
- Basınç-hacim değişimi: Gaz katsayısının farklı olduğu tepkimelerde gözlenebilir.
 $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g})$
- İletkenlik değişimi: Elektron alışverişi olan ya da iyon derişiminin değiştiği tepkimelerde gözlenebilir.
 $\text{PbCl}_2(\text{k}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{suda}) + 2\text{Cl}^-(\text{suda})$
- Kütle değişimi: Tepken ve ürünlerdeki faz farkından kaynaklanan katı kütlelerinin değiştiği tepkimelerde gözlenebilir.
 $\text{CaCO}_3(\text{k}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{k}) + \text{O}_2(\text{g})$



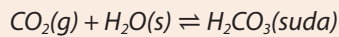
Tersinir tepkimeler ve denge durumuna ilişkin animasyona ulaşmak için karekodu kullanınız.

2.1. KİMYA VE YAŞAM

Gazlı İçeceklerde Denge



Karbon dioksitin su ile etkileşimi aşağıdaki denklemle ifade edilir.



Denklemden; CO_2 gazı, sıvı H_2O ile karbonik asit (H_2CO_3) adı verilen bir aside dönüşür ve bu asit suda çözünür. Karbonik asit de uygun koşullarda tekrar CO_2 ve H_2O moleküllerine dönüşebilir. Sıcak ortamda gazlı içecekler içerisinde gaz kabarcıkları oluşur. Bu içecekler soğutucuya konulduğunda ise gaz kabarcıklarının kaybolduğu gözlenir.

- Karbon dioksitin suda çözünmesinin tersinir bir olay olduğu hangi gözleme göre açıklanabilir?

2.1. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıdaki ilgili boşluğa, tabloda verilen ifadeler doğruysa "D", yanlışsa "Y" yazarak cevabınızı belirtiniz. İfade yanlışsa nedenini "Açıklamalar" kısmına yazınız.

İfadeler	D/Y	Açıklamalar
Tersinir tepkimelerin oluşumuna kanıt oluşturacak gözlemlenebilir nitelikler belirlenebilir.		
Tepken ve ürünleri farklı renkte olan tepkimelerde renk değişimi gözlemlenebilir bir niteliklerdir.		
$\text{Ag}^+(\text{suda}) + \text{Cl}^-(\text{suda}) \rightleftharpoons \text{AgCl}(\text{k})$ tepkimesinin tersinir olduğu, katı miktarındaki değişim ile belirlenebilir.		
$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$ tepkimesinin tersinir olduğu, sabit sıcaklıkta basınç değişimi ile belirlenebilir.		
Kimyasal bir tepkimenin sıcaklığı artırıldığında ortam renginin koyulaştığı, sıcaklık düşürüldüğünde ise ortam renginin açıldığı gözleniyor. Bu veriye göre tepkimenin tersinir tepkime olduğu anlaşılabılır.		
Tersinir tepkimeler sadece laboratuvar şartlarında gerçekleştirilebilir.		

2. Aşağıda yer alan cümlelerdeki boşlukları kutucuklardaki ifadelerden uygun olanı ile doldurunuz.

tersinmez

tersinir

renk değişimi

iletkenlik değişimi

basınç değişimi

sıcaklık değişimi

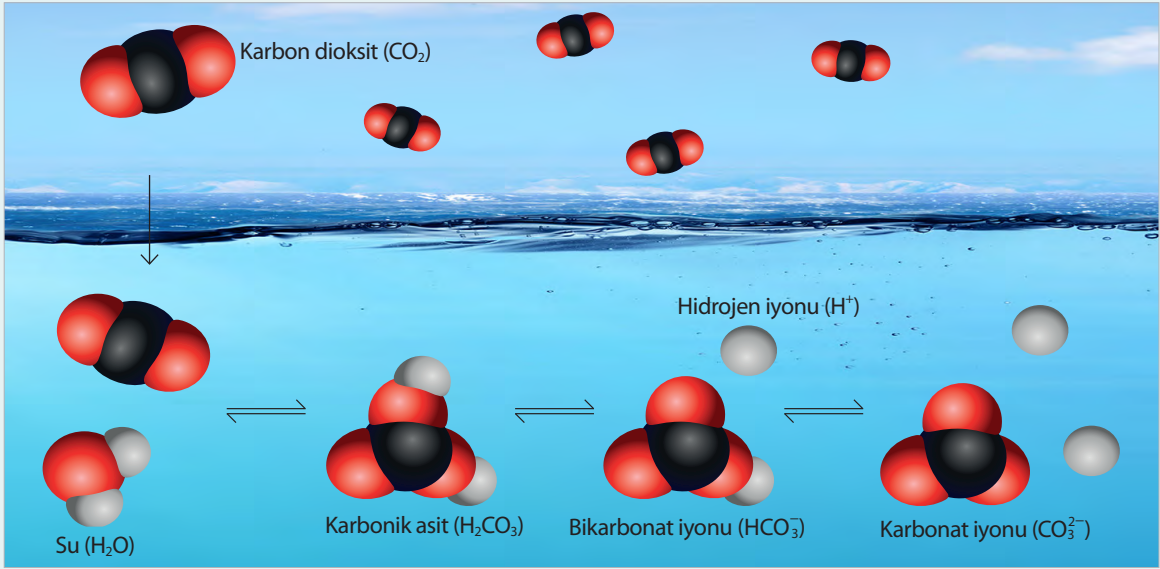
hacim değişimi

tersinir ve tersinmez

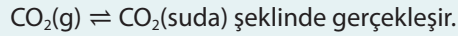
- Kimyasal tepkimelerin çift yönlü veya tek yönlü gerçekleştiğini ifade etmek için terimleri kullanılır.
- Sabit hacimli kapta gerçekleşen $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ tepkimesinin tersinir olduğu ile gözlemlenebilir.
- $\text{Ag}^+(\text{suda}) + \text{CN}^-(\text{suda}) \rightleftharpoons \text{AgCN}(\text{k})$ tepkimesinin tersinir olduğu ile gözlemlenebilir.
- $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) + \text{ısı}$ tepkimesinin tersinir olduğu ile gözlemlenebilir.
- $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2(\text{g})$ tepkimesinin tersinir olduğu ile gözlemlenebilir. (renksiz) (kırmızı) (renksiz)
- Bazı tepkimeler geri yönde gerçekleşmediği için tek yönlü ok ($\rightarrow$) kullanılır. Bu tür tepkimelere tepkimeler denir.

2.1.2. Fiziksel ve Kimyasal Değişimlerde Denge

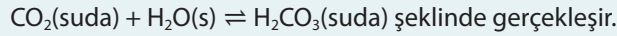
KONU YA BAŞLARKEN



Atmosferdeki karbon dioksitin (CO_2) suda çözünme süreci birkaç adımdan oluşur. Bu süreç özellikle okyanuslar ve su kaynakları için önemlidir çünkü atmosferdeki CO_2 gazının büyük bir kısmı bu yolla çözünür ve karbon döngüsünde önemli bir rol oynar. CO_2 gazı suya (H_2O) temas ettiğinde kısmen çözünerek çözünmüş karbon dioksit formuna dönüşür. Bu olay tersinir olup;



Çözünmüş karbon dioksitin bir kısmı su molekülleri ile tepkimeye girerek karbonik asit (H_2CO_3) oluşturur. Bu tepkime tersinir olup;



Her iki tarafa gidebilen bu tepkimeleri anlamak hem doğal süreçlerin anlaşılması hem de çevresel sorunlarla mücadele edilmesi açısından önemlidir.

- Tersinir tepkimelerde tepkimeler sonlanır mı?
- Tersinir tepkimelerde tepkime hızlarındaki süreç nasıl ilerler?
- Tersinir tepkimelerde her iki yöndeki tepkime hızı eşitlendiği durumda ne olur?

2.3. ETKİNLİK

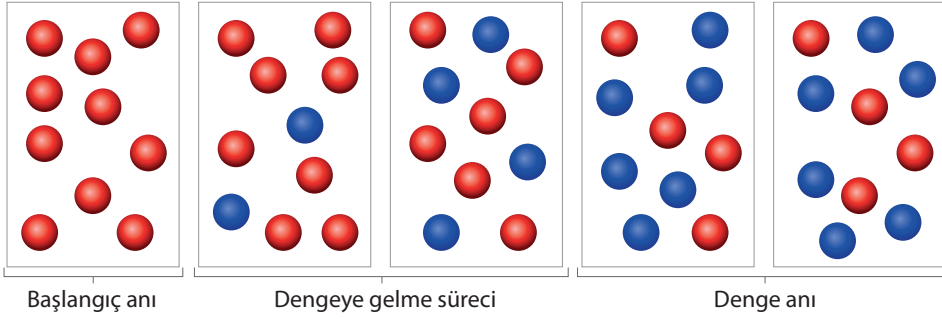


Adı	Dengenin Kimyası
Amaç	Tepkimelerdeki denge sürecine ilişkin bilimsel gözleme dayalı tahminde bulunabilme
Süre	35 + 35 dk.
Bu etkinlik Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilecektir. Dereceli Puanlama Anahtarı'na etkinlik sonunda bulunan karekodla ulaşılabilir.	

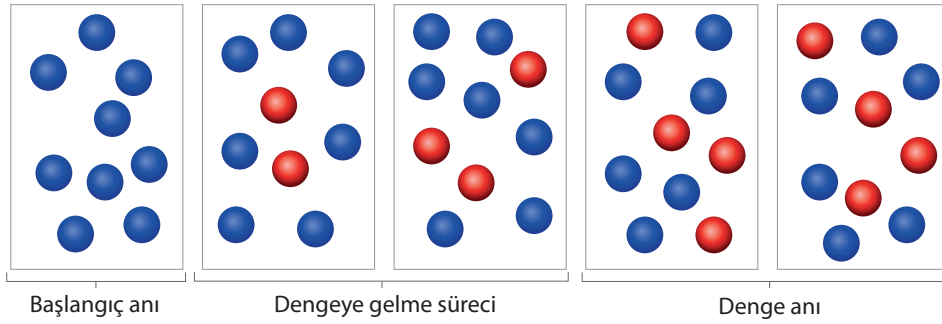
Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Tersinir tepkimelerin farklı zaman aralıklarında alt mikro düzeyde gerçekleşen değişimlerine ilişkin ön bilgilerinizle önermeler oluşturunuz. Oluşturduğunuz önermeleri verilen boşluğa yazarak dostluk ve saygı çerçevesinde sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Aşağıdaki görsellerde $A(g) \rightleftharpoons B(g)$ tepkimesinin sadece A gazı ile başlayan tepkime süreci verilmiştir. Görsellerdeki kutucuklarda A maddesini kırmızı renkli küre B maddesi ise mavi renkli küre temsil etmektedir.



Aşağıdaki görsellerde $A(g) \rightleftharpoons B(g)$ tepkimesinin aynı koşullarda sadece B gazı ile başlayan tepkime süreci verilmiştir.



Görsellerden yararlanarak tersinir bir tepkimede farklı zaman aralıklarında alt mikro seviyede gerçekleşen değişimlere ilişkin önermeler oluşturunuz. Oluşturduğunuz önermeleri verilen boşluğa yazarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

.....

.....

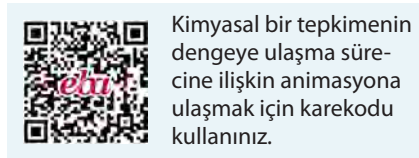
.....

3. Ön bilgilerinizle oluşturduğunuz önermeyi, gözleme dayalı önermelerinizle karşılaştırarak önermelerinizdeki benzerlikleri ve farklılıkları yazınız.

.....

.....

4. Doğru ve güvenilir bilgiye ulaşmak için aşağıda verilen karekoddaki animasyonu izleyiniz.



Animasyondaki denge sürecine ilişkin gözlemlerinizi yola çıkarak önermeleriniz için ulaştığınız sonuçları yazınız.

.....

.....

5. Denge sürecindeki ileri ve geri tepkime hızlarına ilişkin tahminlerinizi yazınız.

.....

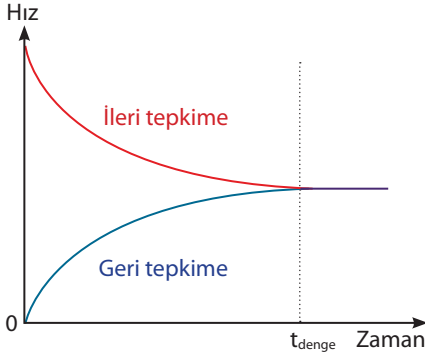
.....

6. İleri ve geri tepkime hızlarına ilişkin tahminlerinizi dikkate alarak denge durumunu açıklayınız.

.....

.....

7. Edindiğiniz bilgileri eleştirel bakış açısıyla değerlendirerek aşağıdaki denge sürecine ilişkin hız-zaman grafiğini inceleyiniz. Hız-zaman grafiğine göre denge sürecinde ileri ve geri tepkime hızlarına ilişkin tahminlerinizin geçerliliğini sorgulayınız. Sonuçları yazınız.



8. Gözlemlerinizden edindiğiniz verilerle ileri ve geri tepkime hızları açısından dengeyi açıklayan bir metin yazınız.

Değerlendirme

1. Tepkimelerin dengeye gelme sürecine dair gözlemlerinizi tahminlerinizi nasıl etkilediğini açıklayınız.

2. Denge sürecinde ileri ve geri tepkime hızları nasıl değişir? Açıklayınız.

3. Denge sürecinde ileri ve geri tepkime hızlarına ilişkin tahminleriniz ile bilimsel bilgiler arasında farklılıklar var ise nedenini açıklayınız.

Dereceli Puanlama Anahtarı'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



2.2. YANSITMA NOTU

"2.3. Etkinliği"nde tepkimelerin denge sürecindeki ileri ve geri tepkime hızlarına ilişkin tahminlerde bulunarak denge durumunu açıkladınız. İleri ve geri tepkime hızlarının denge sürecindeki değişimini hız-zaman grafiği üzerinden açıklamak için verilen soruları cevaplayınız.

1. Tepkimelerin farklı zaman aralıklarında ileri ve geri tepkime hızlarının nasıl değiştiğiyle ilgili ön bilgilerim etkinlik öncesinde nelerdi?

.....

.....

.....

2. Gaz fazında gerçekleşen bir kimyasal denge tepkimesinin başlangıcından dengeye ulaşana kadar ileri ve geri tepkime hızlarının değişimini göstermek için hız-zaman grafiğini nasıl çizebilirim?

3. Kimyasal tepkimelerin dengeye gelme sürecini gösteren grafiğe göre

a) İleri ve geri tepkimelerin başlangıç hızları hakkındaki çıkarımlarım nelerdir?

.....

.....

.....

b) İleri ve geri tepkime hızlarının zamanla nasıl değiştiğiyle ilgili açıklamalarım ve gerekçelerim nelerdir?

.....

.....

.....

c) Tepkime dengeye ulaştığında ileri ve geri tepkime hızlarıyla ilgili hangi genellemeleri yapabilirim?

.....

.....

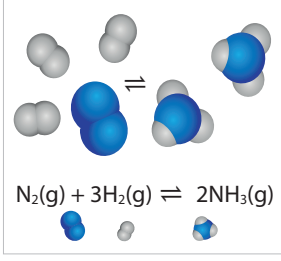
.....

4. Etkinlik öncesi bilgilerimle tepkimelerin dengeye ulaşana kadar ileri ve geri tepkime hızlarının değişimiyle ilgili etkinlikte edindiğim bilgilerim arasında ne gibi farklılıklar oldu?

.....

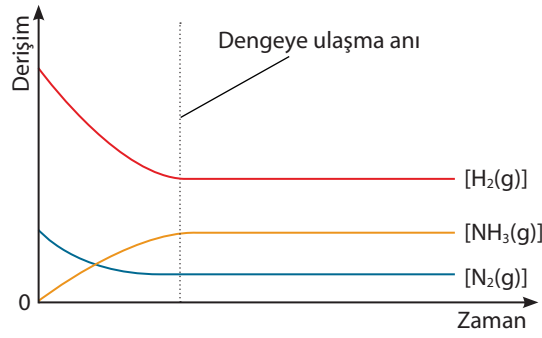
.....

.....



Görsel 2.1: Haber-Bosch sürecinde gerçekleşen denge tepkimesi

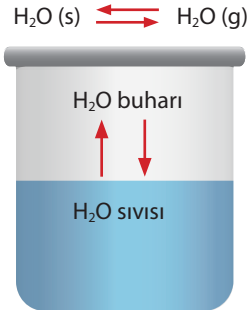
Haber-Bosch (Habe Boşh) süreci, günümüzde amonyak gazı üretiminde kullanılan temel endüstriyel yöntemdir. Bu yöntemle elde edilen amonyak gazının büyük bir bölümü sentetik gübre üretiminde değerlendirilerek artan nüfusun besin ihtiyacının karşılanmasına önemli bir katkı sağlanmaktadır. Haber-Bosch sürecinde gerçekleşen denge tepkimesi $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ şeklindedir (Görsel 2.1). Bu tepkime sürecinde oluşan denge, tepkenlerin tamamının amonyak gazına dönüşmesini engeller. Çünkü kapalı bir sistemde N_2 ve H_2 gazları ile başlayan tepkime ileri yönde devam ederken zamanla geri yönde de ilerlemeye başlar. İleri yöndeki tepkimede azot ve hidrojen gazından amonyak gazı oluşurken geri yöndeki tepkimede ise amonyak gazından azot ve hidrojen gazı oluşur. Bir zaman sonra ileri tepkime hızı geri tepkime hızına eşit hâle gelir. Böylelikle N_2 , H_2 ve NH_3 moleküllerinin aynı anda kapalı sistemde bulunduğu; derişimin, sıcaklığın ve basıncın sabit olduğu bir denge durumu oluşur (Grafik 2.1).



Grafik 2.1: Amonyak oluşum sürecinde derişimlerin zamanla değişimi

İleri ve geri yönlü tepkimelerin eşit hızla devam etmesi, tepkimede denge kurulduğu anlamına gelir. N_2 ve H_2 gazları ile sadece ileri yönlü gerçekleşen bir tepkimede oluşabilecek amonyak miktarı, aynı tepkimede denge kurulması durumunda oluşabilecek amonyak miktarından daha fazladır. Çünkü denge tepkimesinde geri yönde de bir tepkime gerçekleştiğinden oluşabilecek amonyak miktarı azalır.

Fiziksel ve kimyasal olaylarda denge, kapalı bir sistemde kurulabilir. Çünkü açık sistemlerde sistem ve çevre arasında madde-enerji alışverişi sürekli olarak devam ettiği için dengeye ulaşmak mümkün olmaz. Kapalı sistemlerde ise sistem ve çevre arasında madde alışverişi olmadığı için tepkimedeki ürünler ile tepkenler arasında bir denge kurulabilir. Denge kurulduğunda ileri ve geri tepkimeler eşit hızla devam ederken sıcaklık ve basınç sabit kalır.



Görsel 2.2: Su-buhar dengesi

Kapalı kaba konulan suyun yüzeyindeki bazı su molekülleri, yeterli enerjiye sahip olduklarında sıvı fazdan buhar fazına geçer. Başlangıçta kapta sadece su olduğu için buharlaşma hızı yüksektir. Buharlaşma devam ettikçe kap içindeki su buharı miktarı artar. Kap içindeki su buharı yoğunluğu arttıkça sıvı faza geri dönme olasılığı artar. Başlangıçta yoğunlaşma hızı düşüktür çünkü ortamda az miktarda su buharı vardır. Zamanla buharlaşma hızı azalırken yoğunlaşma hızı artar. Bir süre sonra buharlaşma hızı yoğunlaşma hızına eşitlenir. Bu durumda dinamik bir denge kurulur (Görsel 2.2.). Denge kurulduktan sonra gözle görülebilen (makro düzeyde) su miktarında ve buhar miktarında herhangi bir değişiklik gözlenmez. Ancak gözle görülemeyen (alt mikro düzeyde) buharlaşma ve yoğunlaşma olayları sürekli olarak aynı hızda gerçekleşmeye devam eder.

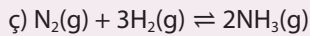
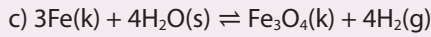
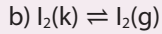
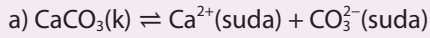
Maddelerin iç yapıları değişmeden sadece fiziksel hâlleri arasında ve belirli şartlarda kurulan dengeye **fiziksel denge** denir. Hâl değişimlerindeki dengeler ve çözünürlük dengeleri fiziksel dengelerdir. Belirli bir sıcaklıkta oluşan su-buz dengesi ve dibinde katısı olan doymuş çözeltilerde dipteki katı ile çözünen madde arasındaki çözünme-çökelme dengesi bu tür fiziksel denge örnekleridir.

Kimyasal bir olayda ileri ve geri yöndeki tepkime hızının eşit olmasıyla kurulan dengeye **kimyasal denge** denir. Kimyasal dengenin oluşabilmesi için tepkimenin tersinir olması gereklidir. Örneğin metanın (CH_4) yanması $[\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})]$ tersinmez bir tepkimedir ve bu tepkimede denge kurulamaz. Kükürt dioksidin (SO_2) yanması ise $[2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})]$ tersinirdir ve bu tepkimede uygun şartlarda denge kurulabilir. Denge hâli dinamiktir. Yani ileri ve geri tepkime eşit hızla yürümedir. Hızların eşitlenmesiyle dengeye ulaşan sistemde gözlenebilen olaylar durağan gibi görünse de gözlenemeyen olaylar devam eder.

Tepkenlerle ürünlerin aynı fazda bulunduğu denge tepkimeleri **homojen denge** tepkimeleridir. Örneğin $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ tepkimesi homojen denge tepkimesidir. Tepken ya da ürünlerdeki maddelerden en az birinin farklı fazda olduğu denge tepkimeleri ise **heterojen denge** tepkimeleridir. Örneğin $2\text{S}(\text{k}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g})$ tepkimesi heterojen denge tepkimesidir.

2.1. UYGULAMA NOKTASI

Verilen denge olaylarını fiziksel-kimyasal ve homojen-heterojen olarak sınıflandırınız.



Dengeye Gelme Sürecinde İleri ve Geri Tepkime Hızları

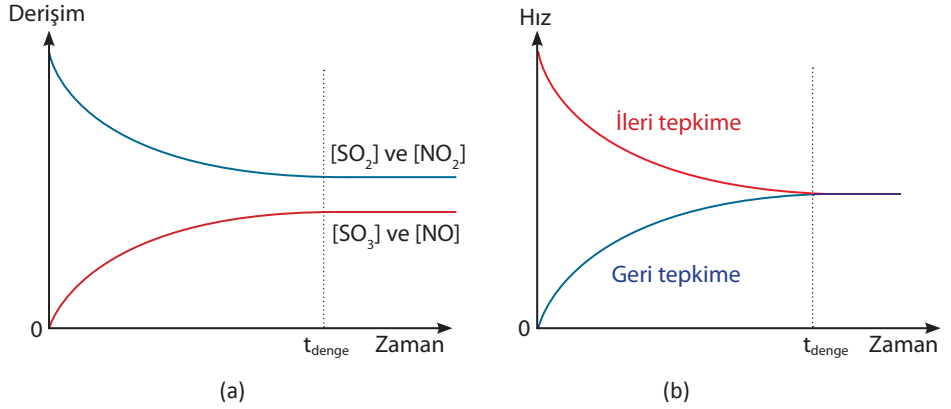
Kimyasal ve fiziksel olayların dengeye gelme sürecinde ileri ve geri tepkime hızları arasındaki ilişki nedir? Bu sorunun cevabı örnek tepkimeler üzerinden cevaplandırılabilir. $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$ tepkimesinde sabit sıcaklıkta denge sürecinde ileri ve geri tepkime hızlarının değişimi aşağıda açıklanmıştır.

Kapalı bir kapta eşit derişimli SO_2 ve NO_2 gazları ile başlayan tersinir tepkimenin başlangıcında SO_2 ve NO_2 gazlarının derişimleri en yüksek olduğundan ileri tepkime hızı en yüksek seviyededir. Ancak başlangıçta SO_3 ve NO gazları ortamda bulunmadığı için geri tepkime hızı sıfırdır. Zamanla SO_2 ve NO_2 gazlarının derişiminin azalması nedeniyle ileri tepkime hızı da azalır. Bu sırada SO_3 ve NO gazlarının oluşumuyla birlikte geri tepkime de başlar. SO_2 ve NO_2 gazlarının derişimi azalırken SO_3 ve NO gazlarının derişimi artar. SO_3 ve NO gazlarının derişiminin artması, geri tepkime hızının da artmasını sağlar. İleri ve geri tepkime hızları, birbirine eşitlenene kadar değişmeye devam eder.

Hızların eşitlenmesiyle denge oluşur ve bu noktadan sonra hızlar sabit kalır. Sonuç olarak en yüksek değerinde başlayan ileri tepkime hızı dengeye gelene kadar azalarak devam ederken geri tepkime hızı artarak devam eder. Dengeye ulaşıldığında her iki hız da eşitlenir ve tepkime sabit bir hızla devam eder (Grafik 2.2).



Kimyasal bir tepkimenin dengeye ulaşma sürecine ilişkin simülasyona ulaşmak için karekodu kullanınız.



Grafik 2.2: $SO_2(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) + NO(g)$ tepkimesinin denge sürecine ait (a) derişim-zaman ve (b) hız-zaman grafiği

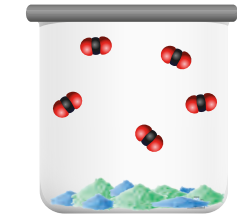
2.4. ETKİNLİK



Adı	Dinamik Denge
Amaç	Tepkeni katı fazda olan kimyasal bir tepkimenin dengeye ulaşma sürecinde ileri ve geri tepkime hızlarını açıklayabilme
Süre	20 dk.

Yönerge: Aşağıdaki bilgileri okuyunuz ve verilen açıklamalara göre soruları cevaplayınız.

$CaCO_3$ katısı ısıtıldığında CaO katısına ve CO_2 gazına ayrışır. Bu kimyasal tepkime tersinirdir ve kapalı bir kapta gerçekleştiğinde belli bir süre sonra $CaCO_3(k) \rightleftharpoons CaO(k) + CO_2(g)$ dengesi kurulur.



Belirli miktar $CaCO_3(k)$ ile başlayan $CaCO_3(k) \rightleftharpoons CaO(k) + CO_2(g)$ tepkimesi görseldeki kapalı kapta belli bir süre sonra dengeye ulaşıyor.



1. Açıklama: Hız denkleminde saf katı ve sıvılar yazılmaz.

İleri tepkime hız denklemini yazınız.

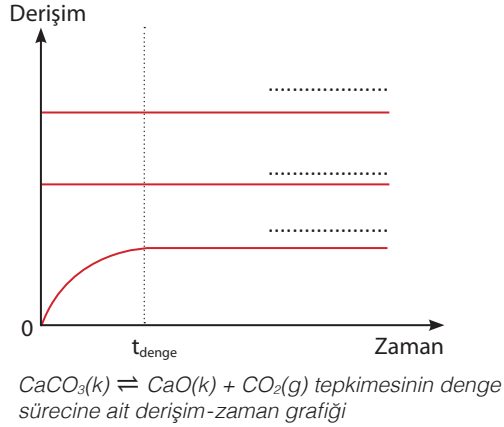
2. Açıklama: $CaCO_3$ katı hâlde olduğu için tepkime sürecinde derişimi değişmez.

Sistemin dengeye ulaşma sürecinde ileri tepkime hızındaki değişimi açıklayınız.

3. Açıklama: Başlangıç anında kapta $CaO(k)$ ve $CO_2(g)$ yoktur.

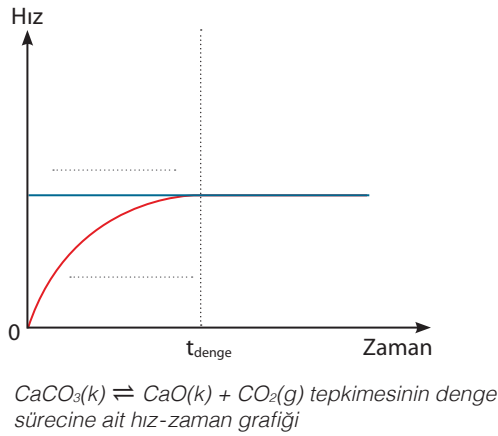
Sistemin dengeye ulaşma sürecinde geri tepkime hızındaki değişimi açıklayınız.

4. Açıklama: Denge anında tepkimedeki maddelerin derişimi sabit kalır. Aynı koşullarda $\text{CaCO}_3(k)$ bileşişinin birim hacminin mol sayısı, $\text{CaO}(k)$ bileşişinin birim hacminin mol sayısından daha büyüktür. Buna göre aşağıdaki derişim-zaman grafiğinde $\text{CaCO}_3(k)$, $\text{CaO}(k)$ ve $\text{CO}_2(g)$ maddelerini belirtilen noktalı boşluklara yazınız.



5. Açıklama: Denge anında ileri tepkime hızı geri tepkime hızına eşittir.

Aşağıdaki hız-zaman grafiğinde ileri ve geri tepkimelerin hızını grafik üzerinde verilen noktalı boşluklara yazınız.



Değerlendirme

1. Tersinir bir tepkimede katı ve gaz hâlde olan maddelerin derişimi, tepkimenin dengeye ulaşma sürecinde nasıl değişir? Açıklayınız.

.....

2. Tersinir bir tepkimede katı ve gaz hâlde olan maddelerin, tepkimenin dengeye ulaşma sürecinde ileri ve geri tepkime hızını nasıl etkilediğini açıklayınız.

.....

Özetle tersinir kimyasal tepkimeler dengeye ulaştığında

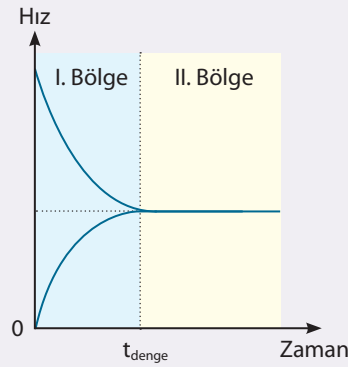
- İleri tepkime hızı geri tepkime hızına eşittir.
- Derişim, basınç ve sıcaklık sabittir.
- Gözlenebilen makro olaylar sabit kalırken gözlenemeyen alt mikro olaylar devam eder.

2.2. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıdaki ilgili boşluğa, tabloda verilen ifadeler doğruysa "D", yanlışsa "Y" yazarak cevabınızı belirtiniz. İfade yanlışsa nedenini karşısındaki "Açıklamalar" kısmına yazınız.

İfadeler	D/Y	Açıklamalar
Dengedeki bir tepkimede tepkenlerin derişimi zamanla azalmaya devam eder.		
Fiziksel ve kimyasal olayların dengeye gelme süreci madde miktarındaki değişim ile gözlenebilir.		
Tepken ve ürünlerinde renk farklılığı olan tepkimelerin dengeye gelme süreci renk değişimi ile gözlenebilir.		
Tepkenlerle başlatılan gaz fazındaki bir kimyasal tepkime dengeye ulaşırken ileri tepkime hızı zamanla artar.		
Tepkenlerle başlatılan gaz fazındaki bir kimyasal tepkime dengeye ulaşırken geri tepkime hızı zamanla azalır.		
Fiziksel ve kimyasal olaylar dengeye ulaştığında ileri ve geri tepkime hızları eşit hızda devam eder.		

2. Aşağıda kapalı bir kaptaki NO_2 gazı ile başlayan $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ tepkimesinin sabit sıcaklıkta dengeye gelme sürecinin hız-zaman grafiğı verilmiştir.

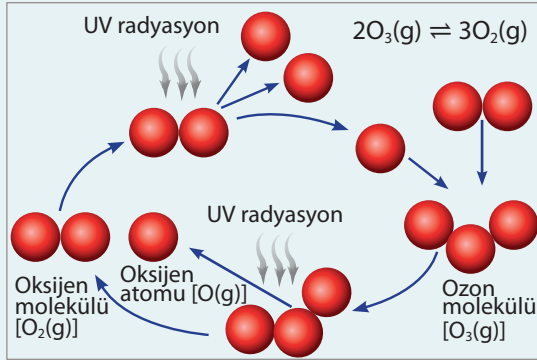


Grafiğı göre aşağıdaki tabloda "I ve II. Bölge"de verilen ifadelerin nasıl değiştiğini ilgili boşluğa yazınız.

	I. Bölge	II. Bölge
İleri tepkime hızı		
Geri tepkime hızı		
$\text{NO}_2(\text{g})$ mol sayısı		
$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ mol sayısı		
$\text{NO}_2(\text{g})$ derişimi		
$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ derişimi		

2.1.3. Denge Sabiti İfadesinin Yazılması

KONUYA BAŞLARKEN



Atmosferin stratosfer tabakasında ozon ve oksijen gazları arasında $2\text{O}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{O}_2(\text{g})$ dengesi vardır. Bu dengedeki maddeler UV (ultraviyole) ışınlarının dünya yüzeyine ulaşmasını engelleyerek canlıların zarar görmesini önler. Ozon ve oksijen gazları arasındaki denge sabit bir oran ile kurulur ve denge sistemi bu oranı korumaya çalışır. Oranı bozacak etkilere karşısında denge, etkiyi giderecek yönde hareket ederek oranın sabit kalmasını sağlar. Kimyasal dengelere ait sabit oran birçok kimyasal süreçteki madde değişimlerinin bilinmesi ve tahmin edilmesinde kritik öneme sahiptir.

Ozon ve oksijen gazları arasında oluşan dengede sabit oranın değeri belirlenebilir. Sabit oranın değeri sayesinde stratosfer tabakasındaki dengenin bozulup bozulmadığı tespit edilerek ozon tabakasını korumak için gerekli önlemler alınabilir. Dengedeki bir tepkimede tepken ve ürünler arasındaki orandan sabit bir değer bulunarak tepkimenin hangi yönde ilerleyeceği ve hangi maddelerin daha fazla oluşacağı belirlenebilir.

- Ozon ve oksijen gazlarının denge anında madde değişimlerinin sabit olmasının canlılar için önemi nedir?
- Denge tepkimelerinde değişimler arasında belirli bir örüntü var mıdır?
- Kimyasal denge tepkimelerinde matematiksel model ile genelleme yapılabilir mi?

2.5. ETKİNLİK



Adı	Denge Sabiti
Amaç	Denge sabiti ifadesinin oluşturulmasına ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme
Süre	35 + 35 + 35 dk.

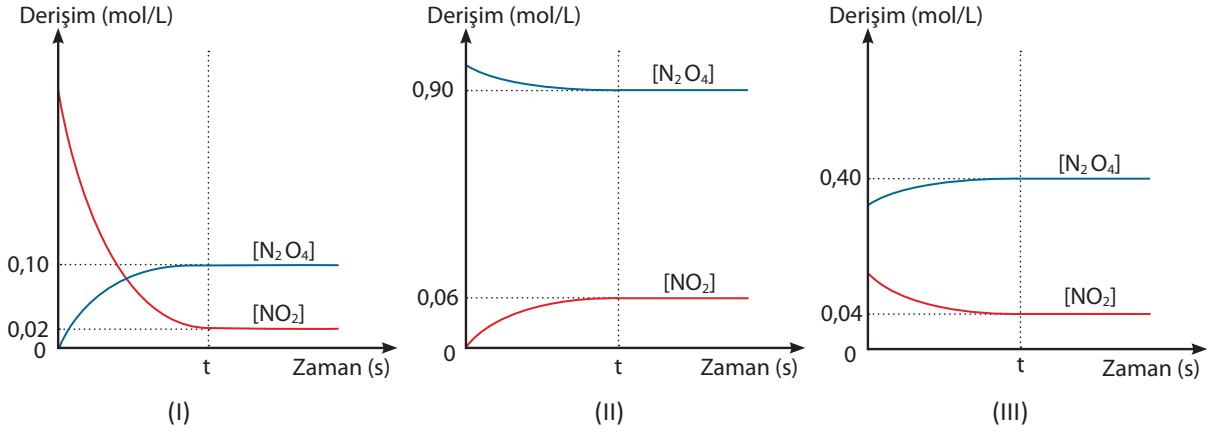
Yönerge : Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Tablodaki denge tepkimelerine ait verileri inceleyerek aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

Tepkime	İleri Tepkime Hız Sabiti (k_f)	Geri Tepkime Hız Sabiti (k_g)	Denge Sabiti Değeri (K_c)
$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$	$2 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$
$2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$	$4,2 \cdot 10^{-1}$	$7 \cdot 10^{-2}$	6
$\text{Sb}_2\text{S}_3(\text{k}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Sb}(\text{k}) + 3\text{H}_2\text{S}(\text{g})$	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$

Tepkimelerin hız sabitleri ile denge sabiti değeri arasındaki örüntüyü belirleyerek matematiksel model oluşturunuz. Modeli aşağıdaki boşluğa yazınız.

2. $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ tepkimesi için üç farklı başlangıç durumuna göre dengeye gelme sürecine ait derişim-zaman grafikleri verilmiştir. Grafik (I) $\text{NO}_2(\text{g})$ ile başlatılan bir dengeye, (II) $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ ile başlatılan bir dengeye, (III) ise $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ ve $\text{NO}_2(\text{g})$ ile başlatılan bir dengeye aittir. Buna göre grafikleri inceleyerek soruları cevaplayınız.



- a) Denge anını tespit ediniz ve grafikler üzerinde gösteriniz. Denge anını tespit etmek için hangi ölçütü kullandığınızı yazınız.

.....

.....

.....

.....

- b) $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ tepkimesi için grafiğe göre maddelerin denge derişimlerini yazınız. Denge derişimlerini kullanarak tabloda belirtilen oranları hesaplayıp ilgili boşluğa yazınız.

Grafik	Denge Derişimi (mol/L)		1. Denge Derişimleri Oranı	2. Denge Derişimleri Oranı	Denge Sabiti
	$[\text{N}_2\text{O}_4]$	$[\text{NO}_2]$	$\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$	$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$	K_c
I					$4 \cdot 10^{-3}$
II					$4 \cdot 10^{-3}$
III					$4 \cdot 10^{-3}$

- c) 1 ve 2. denge derişimi oranlarını inceleyiniz. Hesapladığınız oranlardan hangisinin denge sabitine eşit olduğunu belirleyiniz. Belirlediğiniz oranı aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

.....

- ç) Tablodaki verilerden yararlanarak $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ tepkimesi için denge derişimleri ile denge sabiti değeri arasındaki örüntüyü belirleyiniz. Belirlediğiniz örüntüyü açıklayınız.

.....

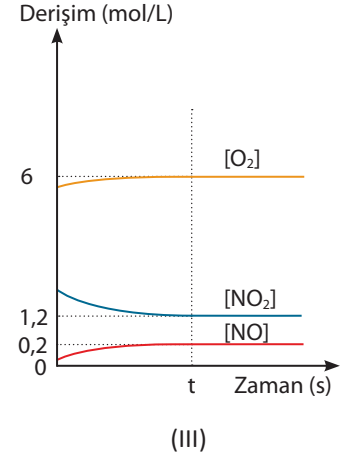
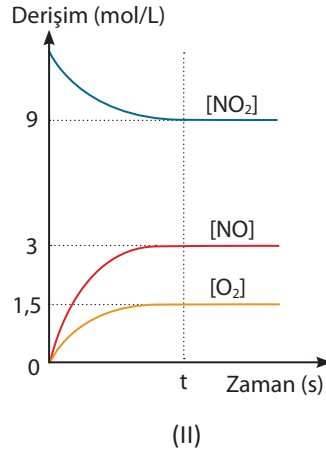
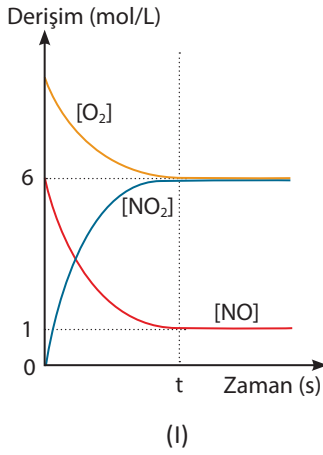
.....

- d) Belirlediğiniz örüntüyü matematiksel modelle ifade ederek modeli aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

.....

3. $2\text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{(g)}$ tepkimesi için üç farklı başlangıç durumuna göre dengeye gelme sürecine ait derişim-zaman grafikleri verilmiştir. Grafik (I) NO(g) ve $\text{O}_2\text{(g)}$ ile başlatılan bir dengeye, (II) $\text{NO}_2\text{(g)}$ ile başlatılan bir dengeye, (III) ise NO(g) , $\text{O}_2\text{(g)}$ ve $\text{NO}_2\text{(g)}$ ile başlatılan bir dengeye aittir. Buna göre grafikleri inceleyerek soruları cevaplayınız.



a) Denge anını tespit ediniz ve grafikler üzerinde gösteriniz. Denge anını tespit etmek için hangi ölçütü kullandığınızı yazınız.

b) $2\text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{(g)}$ tepkimesi için grafiğe göre maddelerin denge derişimlerini yazınız. Denge derişimlerini kullanarak tabloda belirtilen oranları hesaplayıp ilgili boşluğa yazınız.

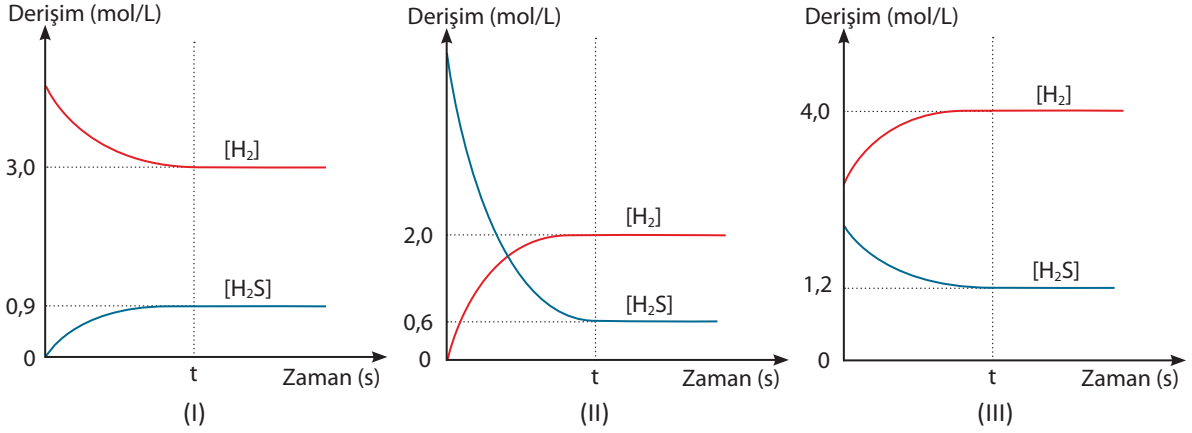
Grafik	Denge Derişimi (mol/L)			1. Denge Derişimleri Oranı	2. Denge Derişimleri Oranı	Denge Sabiti
	[NO]	[O ₂]	[NO ₂]	$\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}] [\text{O}_2]}$	$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]}$	K _c
I						6
II						6
III						6

c) 1 ve 2. denge derişimi oranlarını inceleyiniz. Hesapladığınız oranlardan hangisinin denge sabitine eşit olduğunu belirleyiniz. Belirlediğiniz oranı aşağıdaki boşluğa yazınız.

ç) Tablodaki verilerden yararlanarak $2\text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{(g)}$ tepkimesi için denge derişimleri ile denge sabiti değeri arasındaki örüntüyü belirleyiniz. Belirlediğiniz örüntüyü açıklayınız.

d) Belirlediğiniz örüntüyü matematiksel modelle ifade ederek modeli aşağıdaki boşluğa yazınız.

4. $\text{Sb}_2\text{S}_3(\text{k}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Sb}(\text{k}) + 3\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ tepkimesi için üç farklı başlangıç durumunun dengeye gelme sürecine ait derişim-zaman grafikleri verilmiştir. Katı fazda bulunan saf maddelerin derişimleri sabit olduğu için grafiklerde $\text{Sb}_2\text{S}_3(\text{k})$ ve $\text{Sb}(\text{k})$ gösterilmemiştir. Grafik (I) $\text{Sb}_2\text{S}_3(\text{k})$ ve $\text{H}_2(\text{g})$ ile başlatılan bir dengeye, (II) $\text{Sb}(\text{k})$ ve $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ ile başlatılan bir dengeye, (III) ise $\text{Sb}_2\text{S}_3(\text{k})$, $\text{H}_2(\text{g})$, $\text{Sb}(\text{k})$ ve $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ ile başlatılan bir dengeye aittir. Buna göre grafikleri inceleyerek soruları cevaplayınız.



a) Denge anını tespit ediniz ve grafikler üzerinde gösteriniz. Denge anını tespit etmek için hangi ölçütü kullandığınızı yazınız.

.....

.....

.....

b) $\text{Sb}_2\text{S}_3(\text{k}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Sb}(\text{k}) + 3\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ tepkimesi için grafiğe göre maddelerin denge derişimlerini yazınız. Denge derişimlerini kullanarak tabloda belirtilen oranları hesaplayıp ilgili boşluğa yazınız. (Katı ve sıvı fazda bulunan saf maddelerin derişimleri denge sabitine dâhil edilen bir değerdir. Bu nedenle katı ve sıvı fazda bulunan saf maddeler denge derişimleri oranında yer almazlar.)

Grafik	Denge Derişimi (mol/L)		1. Denge Derişimleri Oranı	2. Denge Derişimleri Oranı	Denge Sabiti
	$[\text{H}_2]$	$[\text{H}_2\text{S}]$	$\frac{[\text{H}_2\text{S}]}{[\text{H}_2]}$	$\frac{[\text{H}_2\text{S}]^3}{[\text{H}_2]^3}$	K_c
I					$2,7 \cdot 10^{-2}$
II					$2,7 \cdot 10^{-2}$
III					$2,7 \cdot 10^{-2}$

c) 1 ve 2. denge derişimi oranlarını inceleyiniz. Bu oranlardan hangisinin denge sabitine eşit olduğunu belirleyiniz. Belirlediğiniz oranı aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

ç) Tablodaki verilerden yararlanarak $\text{Sb}_2\text{S}_3(\text{k}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Sb}(\text{k}) + 3\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ tepkimesi için denge derişimleri ile denge sabiti değeri arasındaki örüntüyü belirleyiniz. Belirlediğiniz örüntüyü açıklayınız.

.....

d) Belirlediğiniz örüntüyü matematiksel modelle ifade ederek modeli aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

5. Tabloda denge tepkimelerinin bileşenlerine ilişkin denge derişimleri ve denge sabiti değeri verilmiştir. Buna göre 2, 3 ve 4. adımlarda oluşturduğunuz matematiksel modelleri genelleyiniz ve tablodaki tepkime-lerin denge sabiti modelini ilgili boşluğa yazınız.

Tepkime	Denge Derişimi (mol/L)			Denge Sabiti (K_c)	Denge Sabiti Modeli
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$	$[N_2]$	$[H_2]$	$[NH_3]$	0,20	
	0,04	0,05	0,001		
$CO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2(g)$	$[CO]$	$[Cl_2]$	$[COCl_2]$	200	
	0,012	0,05	0,12		
$Ag^+(suda) + Fe^{2+}(suda) \rightleftharpoons Ag(k) + Fe^{3+}(suda)$	$[Ag^+]$	$[Fe^{2+}]$	$[Fe^{3+}]$	2,5	
	0,3	0,24	0,18		
$C(k) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$	$[CO_2]$	$[CO]$		0,64	
	1	0,8			

6. Tabloda tepkimelerin denge sabiti ifadesi verilmiştir. Buna göre eleştirel bakış açısıyla aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Verilen denge sabiti ifadesini 5. adımdaki denge sabiti modeliniz ile karşılaştırarak modellerinizdeki benzerlikleri ve farklılıkları tablodaki ilgili boşluğa yazınız.

Tepkime	Denge Sabiti İfadesi	Denge Sabiti Modeliniz	Benzerlikler ve Farklılıklar
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$	$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] [H_2]^3}$		
$CO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2(g)$	$K_c = \frac{[COCl_2]}{[CO] [Cl_2]}$		
$Ag^+(suda) + Fe^{2+}(suda) \rightleftharpoons Ag(k) + Fe^{3+}(suda)$	$K_c = \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}][Ag^+]}$		
$C(k) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$	$K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$		

- b) Denge sabiti modeliniz ile bilimsel model arasında farklılıklar var ise bu farklılıkların nedenlerini açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme

Homojen ve heterojen tepkimelerde denge sabiti ifadesinin matematiksel olarak modellenmesini açıklayınız.

.....

.....

.....

2.1. ÇALIŞMA YAPRAĞI

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Sülfürik asit (H_2SO_4) üretim sürecinin bir parçası olan $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ tepkimesi belli bir sıcaklıkta dengeye ulaşıyor.

Dengedeki maddelerin derişimleri $[\text{SO}_2] = 0,5 \text{ M}$, $[\text{O}_2] = 0,2 \text{ M}$ ve $[\text{SO}_3] = 0,4 \text{ M}$ olduğuna göre aynı sıcaklıkta denge sabiti K_c nin değeri kaçtır?

.....

.....

.....

2. Metanol $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ tepkimesi ile elde edilebilir. Bu tepkime tersinir bir tepkimedir ve belli bir sıcaklıkta denge sabiti $K_c = 10$ 'dur.

Aynı sıcaklıkta dengede olan tepkime $[\text{CO}] = 2 \text{ M}$ ve $[\text{CH}_3\text{OH}] = 20 \text{ M}$ olduğuna göre hidrojen gazı derişimi $[\text{H}_2]$ kaç molardır?

.....

.....

.....

.....

3. Hava gazı (şehir gazı), kömürün yüksek sıcaklıklarda ısıtılmasıyla (kısmi yanma ve gazlaştırma) elde edilen bir gaz karışımıdır. Karbon monoksit (CO) ve hidrojen (H_2) gazları karışımından oluşur. Geçmişte özellikle 19. yüzyıldan 20. yüzyılın ortalarına kadar enerji ve aydınlatma amacıyla hava gazı yaygın olarak kullanılmıştır. Hava gazı $\text{C}(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ tepkimesinden elde edilir.

Belli bir sıcaklıkta dengede olan tepkime $[\text{H}_2\text{O}] = 0,01 \text{ M}$, $[\text{CO}] = 0,1 \text{ M}$ ve $[\text{H}_2] = 0,12 \text{ M}$ olduğuna göre aynı sıcaklıkta denge sabiti K_c nin değeri kaçtır?

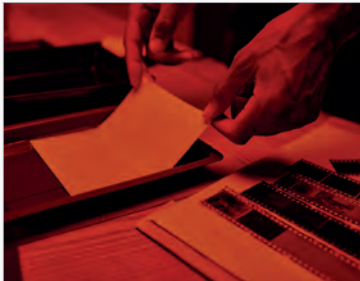
.....

.....

.....

.....

4.



Fotoğraf banyolarında kullanılan amonyum hidrojen sülfür (NH_4HS), kararsız bir bileşiktir. NH_4HS oda sıcaklığında $\text{NH}_4\text{HS}(\text{k}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ tepkime denkleminde ayrışır. Bu ayrışma tepkimesi tersinir bir tepkimedir. Bir miktar $\text{NH}_4\text{HS}(\text{k})$ ile başlayan tepkime dengeye ulaştığında dengede NH_3 ve H_2S gazları derişiminin eşit olduğu tespit edilmiştir.

Tepkimenin oda sıcaklığında denge sabiti K_c nin değeri $1,6 \cdot 10^{-3}$ olduğuna göre dengede NH_3 ve H_2S gazlarının derişimi kaç mol/L'dir?

.....

.....

.....

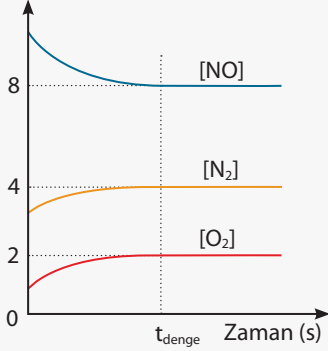
5. Azot, bitkiler için önemli bir elementtir ve kimyasal gübrelerin önemli bir kısmı azot içerir. Azot içeren kimyasal gübreler amonyaktan (NH_3) üretilir. Amonyak ise $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ tepkimesine göre elde edilir. Bu tepkime belli bir sıcaklıkta 2 litrelik kapta 2 mol N_2 , 0,8 mol H_2 ve 1,6 mol NH_3 gazları ile dengededir.

Buna göre aynı sıcaklıkta tepkimenin denge sabiti K_c nin değeri kaçtır?

6. Güçlü bir oksitleyici olan diazot tetraoksit (N_2O_4) metal nitratlar, nitrik asit ve bazı organik bileşiklerin sentezinde kullanılır. Diazot tetraoksit $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ tepkimesi ile elde edilir. Bu tepkimenin belli bir sıcaklıktaki denge sabiti $K_c = 0,4$ 'tür.

Tepkime aynı sıcaklıkta 1 litrelik kapta dengeye ulaştığında dengede 3 mol NO_2 ile x mol N_2O_4 olduğuna göre "x" değeri kaçtır?

7. Değişim (mol/L)

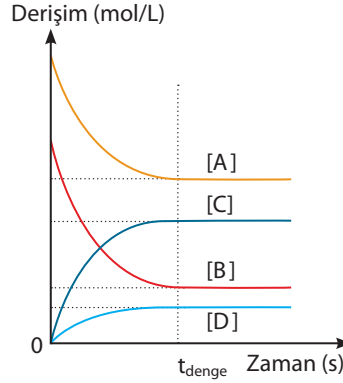


Azot monoksit (NO), insan sağlığı için zararlı bir gazdır. Doğada kendiliğinden parçalanmaz. Azot monoksit gazı uygun koşullarda ve katalizör eşliğinde $2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesine göre ayrıştırılabilir. Bu tepkimenin belli bir sıcaklıkta dengeye ulaşma sürecine ait değişim zaman grafiği yanda verilmiştir.

Grafikten yararlanarak aynı sıcaklıktaki tepkimenin denge sabiti K_c nin değerini hesaplayınız.

Denge sabiti, kimyasal tepkimelerde denge durumunu tanımlamak için türetilir. Kimyasal dengede belirli bir sıcaklık ve basınçta tepkime bileşenlerinin derişimleri arasında sabit bir oran oluşur. Bu oran tepken ve ürün derişimlerinden türetilen denge sabitidir. Denge sabiti oranı nicel olarak ifade edilir. Tepkenlerle başlayan ve dengeye ulaşabilen bir sistemde, zamanla ürün ve tepken derişimleri oranı denge sabitinin nicel değerine eşit olur. Bu oran sağlandığında tepkime dengeye ulaşmış demektir.

$aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$ tepkimesine göre A(g) ve B(g) gazları ile başlayan denge süreci Grafik 2.3'te verilmiştir.



Grafik 2.3: $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$ tepkimesinin dengeye ulaşma sürecinde derişimlerin zamanla değişimi

Grafiğe göre dengeye gelme sürecinde A(g) ve B(g) derişimi azalmış, C(g) ve D(g) derişimi sıfırdan başlayıp artarak devam etmiştir. Sistem t_{Denge} anında dengeye gelmiş ve bu andan itibaren madde derişimleri sabit kalmıştır. Denge tepkimelerinde ileri tepkimenin hızı r_i ile ve hız sabiti k_i ile gösterilirken geri tepkimenin hızı r_g ile ve hız sabiti k_g ile gösterilir.

$aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$ tepkimesi üzerinden denge sabiti bağıntısının türetilmesi aşağıda gösterilmiştir. Buna göre

$$\text{ileri tepkimenin hız denklemleri } r_i = k_i [A]^a [B]^b$$

$$\text{geri tepkimenin hız denklemleri } r_g = k_g [C]^c [D]^d \text{ şeklinde yazılır.}$$

Dengeye ulaşan sistemde ileri tepkime hızı geri tepkime hızına eşittir ($r_i = r_g$). Bu eşitliğe göre hız denklemlerinden

$$k_i [A]^a [B]^b = k_g [C]^c [D]^d \text{ bağıntısı yazılır.}$$

Belirli bir sıcaklıkta k_i/k_g oranına **denge sabiti** denir ve derişimler türünden denge sabiti K_c ile gösterilir.

$$K_c = \frac{k_i}{k_g}$$

$$k_i [A]^a [B]^b = k_g [C]^c [D]^d \text{ eşitliğinden}$$

$$K_c = \frac{k_i}{k_g} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \text{ bağıntısı türetilir.}$$

Böylece derişimler türünden denge sabiti

$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \text{ olur.}$$

Denge sabiti ifadesi aşağıdaki açıklamalara göre yazılır.

- Derişimler türünden denge ifadesi ürünlerin denge derişimleri çarpımının, tepkenlerin denge derişimleri çarpımına oranı olup tepkimedeki katsayılar üs olarak yazılır.
- Derişimler türünden denge ifadesine gazlar ve çözültide olan maddeler yazılır.
- Saf katı ve sıvılar, derişimler türünden denge ifadesine yazılmaz.



Denge sabitinin hesaplanmasına ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.

Bir tepkimenin denge sabitinin sayısal değeri sadece sıcaklıkla değişir.



2.6. ETKİNLİK

Adı	Dengede Hesaplamalar
Amaç	Denge sabiti bağıntısını kullanarak hesaplamalar yapabilmek
Süre	35 dk.

Yönerge : Aşağıdaki homojen denge tepkimesiyle ilgili sorunun çözüm adımlarını inceleyerek 1, 2 ve 3. soruları çözünüz.

$2\text{NO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)}$ tepkimesi dengeye ulaştığında NO gazının derişimi 0,4 M, H_2 gazının derişimi 0,2 M, N_2 gazının derişimi 2 M ve H_2O gazının derişimi 1,6 M'dir. **Buna göre bu tepkimenin aynı şartlarda denge sabiti K_c nin değeri kaçtır?**

1. Adım: Tepkimenin derişimler türünden denge sabiti yazılır.

$$K_c = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{NO}]^2[\text{H}_2]^2}$$

2. Adım: Soruda verilen derişim değerleri oluşturulan bağıntıda yerlerine konarak K_c değeri hesaplanır.

$$K_c = \frac{2 \cdot (1,6)^2}{(0,4)^2 \cdot (0,2)^2} \Rightarrow K_c = 800$$

1. $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_2\text{(g)}$ tepkimesi sabit sıcaklıkta dengeye geliyor. Dengedeki maddelerin derişimleri $[\text{CO}] = 0,25 \text{ M}$, $[\text{Cl}_2] = 5,6 \text{ M}$ ve $[\text{COCl}_2] = 1,4 \text{ M}$ olduğuna göre tepkimenin denge sabiti K_c nin değeri kaçtır?

.....

.....

.....

.....

2. $\text{Sb}_2\text{S}_3\text{(k)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{Sb(k)} + 3\text{H}_2\text{S(g)}$ tepkimesi için denge sabiti $K_c = 1$ 'dir. Sabit sıcaklıkta tepkime dengeye ulaştığı anda ortamda H_2S gazının derişimi 2 M olduğuna göre H_2 gazının derişimi kaç M olur?

.....

.....

.....

3. $\text{Mg(k)} + 2\text{Fe}^{3+}\text{(suda)} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}\text{(suda)} + 2\text{Fe}^{2+}\text{(suda)}$ tepkimesi sabit sıcaklıkta dengeye ulaşıyor. Tepkimenin denge sabiti $K_c = 0,2$ ve dengedeki maddelerin derişimleri $[\text{Mg}^{2+}] = 0,8 \text{ M}$ ve $[\text{Fe}^{2+}] = 3 \text{ M}$ olduğuna göre dengede Fe^{3+} derişimi kaç M olur?

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme

1. Dengedeki bileşenlerin derişimlerinden yararlanarak denge sabitinin değeri nasıl hesaplanır?

.....

.....

2. Denge sabitini kullanarak dengedeki bileşenlerden birinin derişimi nasıl hesaplanır?

.....

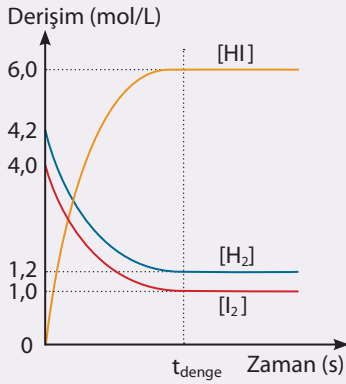
.....

2.3. KONTROL NOKTASI

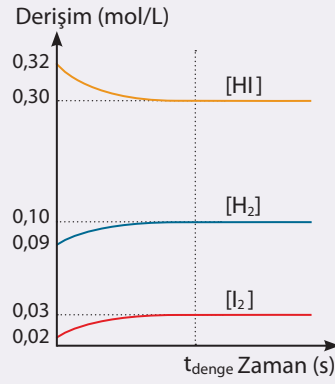
1. Aşağıdaki ilgili boşluğa, tabloda verilen ifadeler doğruysa "D", yanlışsa "Y" yazarak cevabınızı belirtiniz. İfade yanlışsa nedenini karşısındaki "Açıklamalar" kısmına yazınız.

İfadeler	D/Y	Açıklamalar
Denge tepkimelerinde tepken ve ürün derişimleri arasında sabit bir oran oluşturulabilir.		
Bir tepkimenin denge sabiti K_c nin değeri, sabit sıcaklıkta tepken ve ürün derişimlerine bağlı olarak değişebilir.		
Denge sabiti ifadesine saf katı ve sıvılar yazılır.		
Denge sabiti ile hız sabitleri arasında $K_c = \frac{k_i}{k_g}$ ilişkisi vardır.		
Denge sabitinin sayısal değeri tepkimenin herhangi bir anındaki madde derişimleri kullanılarak hesaplanabilir.		
Denge sabiti bağıntısının matematiksel modeli yazılırken madde katsayıları dikkate alınır.		
$\text{CaCO}_3(\text{k}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g})$ tepkimesinin denge sabiti bağıntısı $K_c = [\text{CO}_2]$ şeklinde yazılır.		

2. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ tepkimesinin aynı sıcaklıkta iki farklı başlangıç durumunun dengeye gelme sürecine ait derişim-zaman grafikleri verilmiştir. Buna göre grafiklerdeki verilerden yararlanarak tabloyu doldurunuz.



I. Grafik



II. Grafik

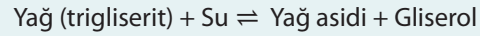
Grafik	Denge Derişimi (mol/L)			Derişimler Türünden Denge Sabiti Bağıntısı	Denge Sabiti (K_c) Değeri
	$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	$[\text{HI}]$		
I.					
II.					

2.1.4. Tepkime Oranı

2.4. KONUYA BAŞLARKEN



Asitlik, zeytinyağının kalitesini belirleyen önemli özelliklerden biridir. Asit oranı yükseldikçe zeytinyağının kalitesi azalır. Zeytinyağında asitliğin artması sağlık için faydalı içeriklerin azalmasına, tadın acımsı olmasına ve aromanın kaybolmasına neden olur. Zeytinyağının büyük çoğunluğu trigliserit adı verilen moleküllerden oluşur. Zeytinyağının asitliğini artıran etmenlerden biri trigliseritlerin su ile verdiği tepkidir. Zeytinyağı su ile tepkimeye girerek



denklemine göre yağ asidi ve gliserol oluşturur. Bu tepkime bir denge tepkimesidir.

Ortamda su moleküllerinin çok olması dengeyi ürünler yönüne kaydırarak daha fazla yağ asidi ve gliserol oluşumuna neden olur. Yağ asitleri derişiminin artması ise dengeyi tepkenler yönüne kaydırır. Herhangi bir andaki derişim değerleri ile hesaplanan oran, tepkimenin dengede olup olmadığını ayrıca dengeye ulaşmak için hangi yöne ilerleyeceğiyle ilgili bilgiler edinilmesini sağlar.

- Sistemlerin dengede olduğunu belirlemek için ölçütler nasıl kullanılır?
- Tersinir tepkimelerde tepken ve ürün derişimlerinden sistemin dengeye ulaşma yönü belirlenebilir mi?

2.7. ETKİNLİK



Adı	Tepkime Oranı
Amaç	Tersinir tepkimelerin dengeye ulaşıp ulaşmadığını bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme
Süre	35 + 35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Kapalı bir kaba H_2 , I_2 ve HI gazları konularak $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ tepkimesi başlatılıyor.

Buna göre $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ tepkimesi için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Belirli bir sıcaklıkta tepkimenin dengede olup olmadığı ile ilgili ön bilgilerinizle önermeler oluşturunuz. Oluşturduğunuz önermelerin metnini yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

b) Tepkime dengede değilse tepkimenin dengeye ulaşması için hangi yönde ilerlemesi gerektiği ile ilgili önermeler oluşturunuz. Oluşturduğunuz önermelerin metnini yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ tepkimesinin denge sabiti $K_c = 30$ 'dur. Kapalı bir kaptaki sabit sıcaklıkta ve belirli durumlarda H_2 , I_2 ve HI gazlarının derişimleri tabloda verilmiştir. Buna göre soruları cevaplayınız.

	Derişim (M)		
	$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	$[\text{HI}]$
I. Durum	2	0,2	2
II. Durum	0,3	2	6
III. Durum	0,3	1	3

a) Tepkimenin verilen durumlarda dengeye ulaşp ulaşmadığını belirlemek için verilerden yararlanarak önermeler oluşturunuz. Oluşturduğunuz önermelerin metnini yazınız.

.....

.....

.....

.....

Önermeniz doğrultusunda verilen durumlarda tepkimenin dengeye ulaşp ulaşmadığını ve nedenini tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

	Tepkimenin Dengeye Ulaşp Ulaşmadığı	Nedeni
I. Durum		
II. Durum		
III. Durum		

b) Dengeye ulaşmayan durumlarda tepkimenin dengeye ulaşması için ilerleme yönü ile ilgili verilerden yararlanarak oluşturduğunuz önermelerinizi yazınız.

.....

.....

.....

.....

Önermeleriniz doğrultusunda verilen durumlarda tepkimenin dengeye ulaşması için ilerleme yönünü ve nedenini tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

	Tepkimenin Dengeye Ulaşması İçin İlerleme Yönü	Nedeni
I. Durum		
II. Durum		
III. Durum		

c) Oluşturduğunuz önermeleri sınıf ortamında paylaşınız. Önermelerdeki farklılıkları saygı kuralları çerçevesinde sınıf arkadaşlarınızla tartışınız. Tartışma sonunda edindiğiniz çıkarımları yazınız.

.....

.....

.....

.....

3. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ tepkimesinin dengeye ulaşip ulaşmadığını ve dengeye ulaşmamışsa gerçekleşme yönüne ilişkin veriye ve ön bilgilerinize dayalı oluşturduğunuz önermelerinizdeki benzerlikleri ve farklılıkları ilgili boşluklara yazınız.

Önerme	Benzerlik	Farklılık
Tepkimenin dengeye ulaşip ulaşmadığı ile ilgili veriye ve ön bilgilerinize dayalı önermeleriniz		
Tepkimenin dengeye ulaşmak için gerçekleşme yönü ile ilgili veriye ve ön bilgilerinize dayalı önermeleriniz		

4. Tepkime oranı kavramı ile ilgili bilgileri okuyunuz ve soruları cevaplayınız.

Herhangi bir anda ürün ve tepken derişimlerinin oranına **tepkime oranı** denir ve Q_c ile gösterilir.

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ tepkimesi için Q_c ve K_c bağıntıları aşağıda verilmiştir. Q_c tepkimenin herhangi bir anı için kullanılırken K_c sadece denge anı için kullanılır.

Herhangi bir andaki oran	Denge anındaki oran
tepkime oranı $Q_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$	denge sabiti $K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$
	şeklindedir.

- a) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ tepkimesinin belirli bir sıcaklıkta denge sabiti $K_c = 30$ 'dur. Kapalı bir kaptaki sabit sıcaklıkta ve belirli durumlarda H_2 , I_2 ve HI gazlarının derişimleri verilen tepkimenin tepkime oranını (Q_c) hesaplayınız. Sonuçları tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

	Derişim (M)			Tepkime Oranı (Q_c)
	$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	$[\text{HI}]$	
I. Durum	1	0,1	1	
II. Durum	2	1	10	
III. Durum	0,2	6	6	

- b) Q_c değerlerini tablodaki ilgili boşluğa yazınız. Q_c ve K_c değerlerinden yararlanarak tepkimenin dengeye ulaşması için hangi yöne ilerleyeceğini tahmin ediniz. Tahmininizi tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

	Q_c	K_c	Tepkimenin Dengeye Ulaşması İçin İlerleme Yönü
I. Durum		30	
II. Durum		30	
III. Durum		30	

- c) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ tepkimesinin belirli bir sıcaklıkta denge sabiti $K_c = 30$ 'dur. Aşağıdaki tabloda tepkimenin belirli durumlarda derişimleri ve bu derişimlerde tepkimenin dengeye ulaşması için ilerlediği yön verilmiştir.

	Derişim (M)			Q_c	K_c	$Q_c - K_c$ ilişkisi	Tepkimenin Dengeye Ulaşmak İçin İlerlediği Yön
	$[H_2]$	$[I_2]$	$[HI]$				
I. Durum	1	0,1	1	10	30	$Q_c < K_c$	→ Ürünler
II. Durum	2	1	10	50	30	$Q_c > K_c$	← Tepkenler
III. Durum	0,2	6	6	30	30	$Q_c = K_c$	⇌ Denge

Verilen tepkime yönünü tahminlerinizle karşılaştırınız. Tahminlerinizdeki hataların nedenlerini verilen boşluğa yazarak tahminlerinizin geçerliliğini sorgulayınız.

.....

.....

.....

Değerlendirme

1. Tersinir tepkimelerin dengeye ulaşip ulaşmadığı ile ilgili oluşturduğunuz önermelerin geçerliliğini açıklayınız.
.....
.....
2. Tepkime oranının tepkimenin dengeye gelme yönünü belirlemedeki etkisini açıklayınız.
.....
.....
3. Tepkime oranından yararlanarak tepkimenin dengeye ulaşip ulaşmadığını ve dengeye ulaşmak için hangi yöne ilerleyeceğinin nasıl tespit edileceğini açıklayınız.
.....
.....

2.2. ÇALIŞMA YAPRAĞI

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1.



İtfaiyecilerin hayati ekipmanı olan yangına dirençli elbiselerin üretiminde brom içeren moleküller kritik rol oynar. Yangına dirençli polimer ürünler elde etmek için polimerlere brom içeren moleküller eklenir. Yanma sonucunda açığa çıkan atomik brom, yanma tepkimelerini sonlandırır. Yanma tepkimelerini sonlandıran brom atomu, brom moleküllerinden de $Br_2(g) \rightleftharpoons 2Br(g)$ tepkimesine göre elde edilebilir. Bu tepkimenin $1280^\circ C$ 'ta denge sabiti (K_c) = $1 \cdot 10^{-3}$ tür.

Buna göre $1280^\circ C$ 'ta kapalı bir kaptaki $6 \cdot 10^{-2} M Br_2(g)$ ve $1,2 \cdot 10^{-2} M Br(g)$ bulunduğu an için aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

- Tepkime oranını hesaplayarak tepkimenin dengede olup olmadığını, tepkime dengede değil ise dengeye ulaşması için hangi yöne ilerleyeceğini belirtiniz.

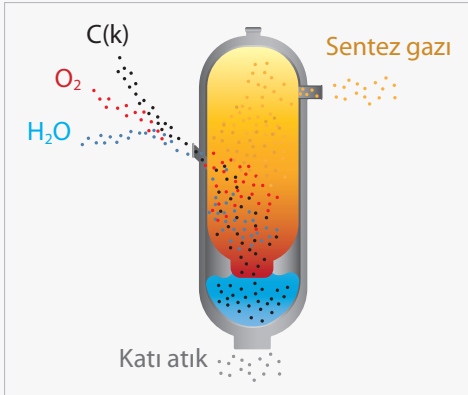
.....

.....

.....

.....

2.



$\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ sentez gazı değişim tepkimesi olarak bilinir. Endüstriyel süreçlerde bu tepkime ile sentez gazı üretilir. Bu süreçte öncelikle kömür $[\text{C(k)}]$ ile oksijen gazı (O_2) karbon monoksit (CO) gazını oluşturur. Karbon monoksit ve hidrojen (H_2) gazlarının tepkimesinden de sentez gazı oluşur. Süreç sonunda oluşan katı atık sistemden ayrıştırılır. Sentez gazı değişim tepkimesinin 25°C 'ta denge sabiti (K_c) = 0,8'dir.

Kapalı bir kapta 25°C 'ta 0,32 M CO_2 , 0,2 M H_2 , 0,4 M CO ve 0,2 M H_2O bulunduğu an için aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

- Tepkime oranını hesaplayarak tepkimenin dengede olup olmadığını, tepkime dengede değil ise dengeye ulaşması için hangi yöne ilerleyeceğini belirtiniz.

.....

.....

.....

.....

.....

3. $\text{PCl}_5\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{POCl}_3\text{(g)} + 2\text{HCl(g)}$ tepkimesinde oluşan fosforil klorür (POCl_3) bazı organik bileşiklerin sentezinde, birçok ilaç molekülünün üretiminde kullanılır. Özellikle antibiyotikler, anti-kanser ilaçları, bazı böcek ilaçları ve antiviral ilaçların üretiminde önemli rol oynar. Hidroklorik asit (HCl) ise bazı temizlik ürünlerinde kullanılır. Tepkimenin sabit sıcaklıkta denge sabiti (K_c) = 0,5'tir. **Aynı sıcaklıkta 2 litrelik bir kapta 1,6 mol PCl_5 , 0,8 mol H_2O , 1,2 mol POCl_3 ve 0,8 mol HCl gazları bulunduğu an için aşağıdaki soruyu cevaplayınız.**

- Tepkime oranını hesaplayarak tepkimenin dengede olup olmadığını, tepkime dengede değil ise dengeye ulaşması için hangi yöne ilerleyeceğini belirtiniz.

.....

.....

.....

.....

.....

4. $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_2\text{(g)}$ tepkimesi fosgen (COCl_2) gazının olduğu bir denge tepkimesidir. Fosgen oldukça zehirli, reaktif bir gaz olup poliüretan ve yapıştırıcı üretiminde başlangıç maddesi olarak kullanılır. Denge tepkimesinin 74°C 'ta denge sabiti (K_c) = 216'dır. **Aynı sıcaklıkta 2 litrelik bir kapta 0,4 mol CO , 0,02 mol Cl_2 ve 1,2 mol COCl_2 gazları bulunduğu an için aşağıdaki soruyu cevaplayınız.**

- Tepkime oranını hesaplayarak tepkimenin dengede olup olmadığını, tepkime dengede değil ise dengeye ulaşması için hangi yöne ilerleyeceğini belirtiniz.

.....

.....

.....

.....

.....

Tepkime oranı (Q_c), denge sabiti (K_c) bağıntısında olduğu gibi ürün ve tepken derişimlerinden hesaplanır. Tepkime oranı (Q_c) tepken ve ürünlerin bulunduğu kapalı bir sistemde tepkimenin dengeye ulaşp ulaşmadığını, dengeye ulaşmak için tepkimenin hangi yönde ilerleyeceğini belirleyen ölçüttür. Tepkimenin dengeye ulaşması için hangi yönde ilerleyeceği Q_c ve K_c değerleri karşılaştırılarak bulunur.

Q_c ve K_c değerlerinin karşılaştırılmasından aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir.

- $Q_c > K_c$ ise tepkime dengede değildir. Tepkimenin dengeye gelmesi için Q_c nin K_c ye eşit olana kadar küçülmesi gerekir. Q_c nin küçülmesi için

$$Q_c = \frac{[\text{Ürünler}]}{[\text{Tepkenler}]}$$

bağıntısına göre ürün derişimi azalmalı, tepken derişimi ise artmalıdır. Bu nedenle tepkime tepkenler yönüne ilerler. $Q_c > K_c$ olduğu durumlarda tepkime dengeye ulaşana kadar geri tepkime hızı ileri tepkime hızından büyüktür.

- $Q_c = K_c$ ise tepkime dengededir. Bu durumda ileri tepkime hızı geri tepkime hızına eşittir.

- $Q_c < K_c$ ise tepkime dengede değildir. Tepkimenin dengeye gelmesi için Q_c nin K_c ye eşit olana kadar büyümesi gerekir. Q_c nin büyümesi için

$$Q_c = \frac{[\text{Ürünler}]}{[\text{Tepkenler}]}$$

bağıntısına göre ürün derişimi artmalı tepken derişimi ise azalmalıdır. Bu nedenle tepkime ürünler yönüne ilerler. $Q_c < K_c$ olduğu durumlarda tepkime dengeye ulaşana kadar ileri tepkime hızı geri tepkime hızından büyüktür.

Örneğin $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons C(g)$ tepkimesinin belirli bir sıcaklıkta denge sabiti K_c değeri 1'dir. Kapalı bir sistemde sabit sıcaklıkta ve herhangi bir anda $[A] = 2 \text{ M}$, $[B] = 2 \text{ M}$ ve $[C] = 2 \text{ M}$, ise tepkime oranı (Q_c)

$$Q_c = \frac{[C]}{[A][B]^2} \text{ bağıntısından} \quad Q_c = \frac{2}{2 \cdot 2^2} = 0,25 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$Q_c < K_c$ olduğu için tepkime dengede değildir. Tepkimenin dengeye gelmesi için ürünler yönüne ilerlemesi gerekir.

Tablo 2.1'de denge tepkimesinin herhangi bir andaki Q_c - K_c ilişkileri verilmiştir. Q_c - K_c ilişkisine göre tepkimenin dengede olup olmadığı, dengede değilse dengeye ulaşana kadar hangi yöne ilerleyeceği, başlangıç anında ileri tepkime hızı (r_i) ile geri tepkime hızı (r_g) arasındaki büyüklük ilişkisi ve tepkimenin dengeye ulaşma sürecinde ileri ve geri tepkime hızındaki değişimler tabloda belirtilmiştir.

Tablo 2.1: Q_c - K_c İlişkisine Göre Denge Durumu, Dengeye Ulaşma Yönü, r_i - r_g İlişkisi, Dengeye Ulaşma Sürecinde r_i ve r_g Değişimi

	$Q_c - K_c$ ilişkisi	Tepkimenin Denge Durumu	Tepkimenin Dengeye Ulaşması İçin İlerleyeceği Yön	Başlangıçta r_i ve r_g Arasındaki İlişki	Dengeye Ulaşma Süreci	
					r_i Değişimi	r_g Değişimi
1. Durum	$Q_c < K_c$	Dengede değil.	$\rightarrow$ Ürünler yönü	$r_i > r_g$	Azalır.	Artar.
2. Durum	$Q_c = K_c$	Dengede.	$\rightleftharpoons$	$r_i = r_g$	Değişmez.	Değişmez.
3. Durum	$Q_c > K_c$	Dengede değil.	$\leftarrow$ Tepkenler yönü	$r_i < r_g$	Artar.	Azalır.



Tepkime oranı ile denge sabiti arasındaki bağlantıyı gösteren etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.



2.8. ETKİNLİK

Adı	Denge Tahmini
Amaç	Tepkime oranını hesaplayarak denge durumuna ilişkin tahminde bulunabilme
Süre	35 dk.

Yönerge: Aşağıdaki tepkime oranı ile ilgili sorunun çözüm adımlarını inceleyerek 1 ve 2. soruları çözünüz.

$2\text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{(g)}$ tepkimesinin belirli bir sıcaklıktaki denge sabiti $K_c = 1$ 'dir. Kapalı bir kaptaki aynı sıcaklıkta ve herhangi bir anda $[\text{NO}] = 2 \text{ M}$, $[\text{O}_2] = 2 \text{ M}$ ve $[\text{NO}_2] = 2 \text{ M}$ 'dir. Buna göre tepkime oranını hesaplayıp tepkimenin dengede olup olmadığını, tepkime dengede değil ise dengeye ulaşması için hangi yöne ilerleyeceğini belirtiniz.

1. Adım: Tepkime oranı Q_c bağıntısı yazılır.

$$Q_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]}$$

2. Adım: Soruda verilen derişim değerleri oluşturulan bağıntıda yerlerine konarak Q_c değeri hesaplanır.

$$Q_c = \frac{2^2}{2^2 \cdot 2} \Rightarrow Q_c = 0,5$$

3. Adım: Q_c ile K_c değerleri karşılaştırılarak tepkimenin dengede olup olmadığı belirlenir.

Q_c ile K_c değerleri eşit olmadığı için bu tepkime denge hâlinde değildir.

4. Adım: Q_c ile K_c değerlerinin büyüklükleri karşılaştırılarak tepkimenin dengeye ulaşması için ilerleyeceği yön belirlenir.

$$Q_c < K_c$$

Bu tepkimede Q_c değeri, K_c değerinden küçüktür. Tepkimenin dengeye ulaşması için $Q_c = K_c$ olması gerekir. Bu nedenle Q_c değerinin artması için tepkimenin ürünler yönünde ilerlemesi gerekir.

1. $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$ tepkimesinin 375°C 'taki denge sabiti (K_c) = 1,2'dir. Aynı sıcaklıkta kapalı bir kaptaki $0,2 \text{ M N}_2$, 1 M H_2 ve $0,4 \text{ M NH}_3$ gazları bulunduğuna göre tepkime oranını hesaplayıp tepkimenin dengede olup olmadığını, tepkime dengede değil ise dengeye ulaşması için hangi yöne ilerleyeceğini belirtiniz.

2. Belirli bir sıcaklıkta $2\text{NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NOCl(g)}$ tepkimesinin denge sabiti (K_c) = 120'dir. Aynı sıcaklıkta 2 litrelik bir kaptaki $0,2 \text{ mol NO}$, 4 mol Cl_2 ve 2 mol NOCl gazları bulunduğu anda tepkime oranını hesaplayıp tepkimenin dengede olup olmadığını, tepkime dengede değil ise dengeye ulaşması için hangi yöne ilerleyeceğini belirtiniz.

Değerlendirme

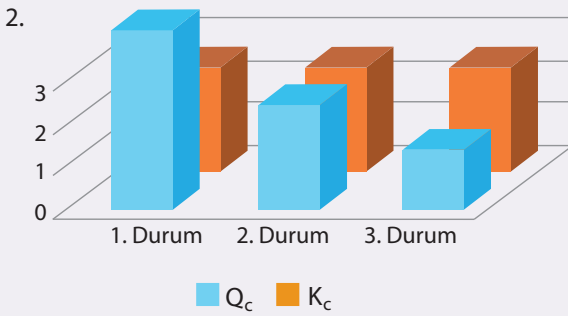
1. Bir tepkimenin herhangi bir andaki bileşen derişimlerinden tepkime oranı nasıl hesaplanır?

2. Dengeye ulaşmamış bir tepkimenin dengeye ulaşması için hangi yöne ilerleyeceği tepkime oranından nasıl tahmin edilir?

2.4. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıdaki ilgili boşluğa, tabloda verilen ifadeler doğruysa "D", yanlışsa "Y" yazarak cevabınızı belirtiniz. İfade yanlışsa nedenini karşısındaki "Açıklamalar" kısmına yazınız.

İfadeler	D/Y	Açıklamalar
Tersinir tepkimelerin dengeye ulaşıp ulaşmadığı tepkime oranından yararlanılarak bulunabilir.		
Tepkime oranı bir tepkime için sabit bir değerdir.		
Tersinir tepkimelerde tepkime oranı denge sabiti değerine eşitse ileri tepkime hızı geri tepkime hızına eşittir.		
Tepkime oranı denge sabitine eşitse sistem dengededir.		
Tersinir tepkimelerde tepkime oranı denge sabitinden küçük bir değere sahipse tepkimenin dengeye ulaşması için tepkenler yönüne ilerlemesi gerekir.		
Tersinir tepkimelerde tepkime oranı denge sabitinden büyük bir değere sahipse tepkimenin dengeye ulaşması için tepkimenin ürünler yönüne ilerlemesi gerekir.		
Gaz fazında gerçekleşen $Q_c > K_c$ olan tepkimelerde ileri tepkime hızı geri tepkime hızından küçüktür.		



Doğal gazın en önemli bileşeni olan metan gazı, H_2S ile $CH_4(g) + 2H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 4H_2(g)$ tepkimesine göre dengeye ulaşıyor. Kapalı bir kaptaki gerçekleşen tepkimenin Q_c - K_c ilişkisini gösteren üç farklı durum yandaki grafikte verilmiştir. Buna göre grafikteki veriler doğrultusunda her bir durum için Q_c ile K_c arasındaki ilişkiyi tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

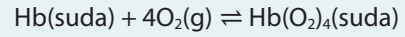
	1. Durum	2. Durum	3. Durum
Denge durumu (Dengede/Dengede değil.)			
Dengede değil ise dengeye ulaşma yönü (Ürünler/Tepkenler)			
Başlangıçta r_i ve r_g büyüklük ilişkisi ($r_i > r_g$, $r_i = r_g$, $r_i < r_g$)			
Dengeye ulaşma sürecinde r_i değişimi (Artar, Azalır, Değişmez.)			
Dengeye ulaşma sürecinde r_g değişimi (Artar, Azalır, Değişmez.)			

2.1.5. Dengeyi Etkileyen Faktörler

KONUYA BAŞLARKEN



Kanın kırmızı olmasının nedeni hemoglobin (Hb) adı verilen parlak kırmızı renkli bir protein içermesidir. Hemoglobinin (Hb) yapısında demir elementi bulunur. Demir elementi kan yoluyla oksijen ve karbon dioksitin taşınmasında görev alır. Taşınma sırasında alyuvarda oksijen ve hemoglobin arasında



tepkime denkleminde bir denge oluşur. Havada yeterli oksijen olduğu sürece bu denge sağlıklı bir şekilde korunur.

Yüksek irtifalarda oksijen oranı düşük olduğundan $\text{Hb(suda)} + 4\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Hb}(\text{O}_2)_4(\text{suda})$ denge tepkimesinde geri yöndeki tepkime daha hızlı gerçekleşir. Bu nedenle kanda oksijen oranı azalır. Vücudun hücrelerine ve dokularına yeterli oksijen gitmediği için kişide bilinç ve algı zayıflığı başlar. Vücut bu duruma tepki vermek için kanda Hb derişimini artırır. Kanda kırmızı Hb derişiminin artması hücre ve dokulara giden oksijenin artmasını sağlar.

- Dengedeki bir sistemin koşulları değiştirilirse denge etkilenir mi?
- Dengedeki bir sistem hangi durumlardan etkilenir?
- Dengedeki bir sisteme etki edildiğinde denge bu duruma nasıl tepki verir?

2.9. ETKİNLİK



Adı Denge Nasıl Bozulur?

Amaç Dengeye etki eden faktörleri bilimsel sorgulayabilme

Süre 35 + 35 + 35 dk.

Bu etkinlik Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilecektir. Dereceli Puanlama Anahtarı'na etkinlik sonunda bulunan karekodla ulaşabilirsiniz.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Görselleri verilen olayların gerçekleşme nedenini denge ile ilişkilendirerek ilgili boşluğa yazınız. Gerekçenizi açıklayınız.

Yaz günlerinde sığ deniz ve göllerde balıkların kafalarını suyun dışına çıkarmaları



Nedeni:

Gerekçe:

Küresel ısınma sonucu kutup buzullarında azalma görülmesi



Nedeni:

Gerekçe:

Elektrikli araç bataryalarının soğuk havalarda daha hızlı tükenmesi



Nedeni:

Gerekçe:

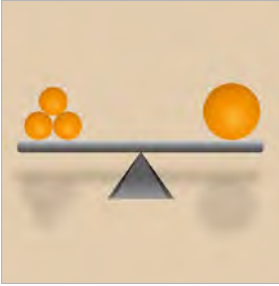
Soğuk havalarda camda buğu ve su damlacıkları oluşması



Nedeni:

Gerekçe:

2. Aşağıdaki metinden yararlanarak soruyu cevaplayınız ve cevabınızı ilgili boşluğa yazınız.



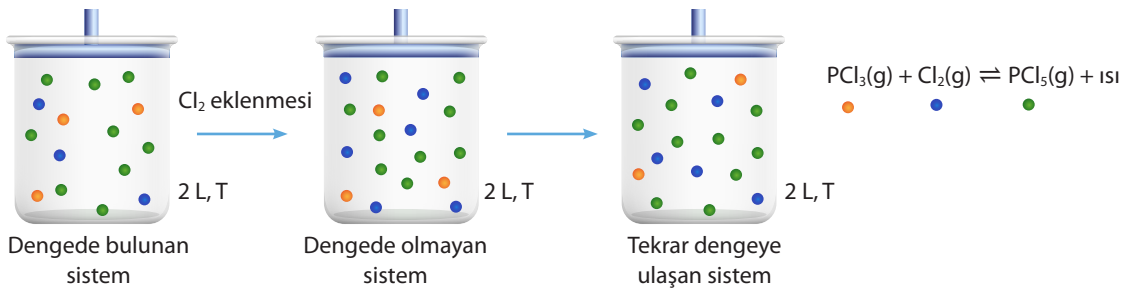
Henry Le Chatelier (Henri Lö Şatölye) 1850-1936 yılları arasında yaşamış önemli bir mühendis ve kimyagerdir. Çeşitli fikir, argüman ve yeni bilgilere açık olması ve merak ettiği olaylar üzerine araştırmalar yapması onun bilimsel çalışmalarındaki gelişimine büyük katkı sağladı. Bu sayede kimya alanında hâlen tüm dünyada kullanılan çok önemli keşiflere ve ilkelere imza attı. Denge tepkimele-
rinin kontrol altında tutulmasına ve verimliliğinin artırılmasına yönelik önemli bilgiler ortaya koyan "Le Chatelier ilkesi" en önemli buluşudur.

Çeşitli fikir, argüman ve yeni fikirlerle açık olmanın ve merak duygusunun peşinden gitmenin bilimsel gelişime katkıları neler olabilir?

.....

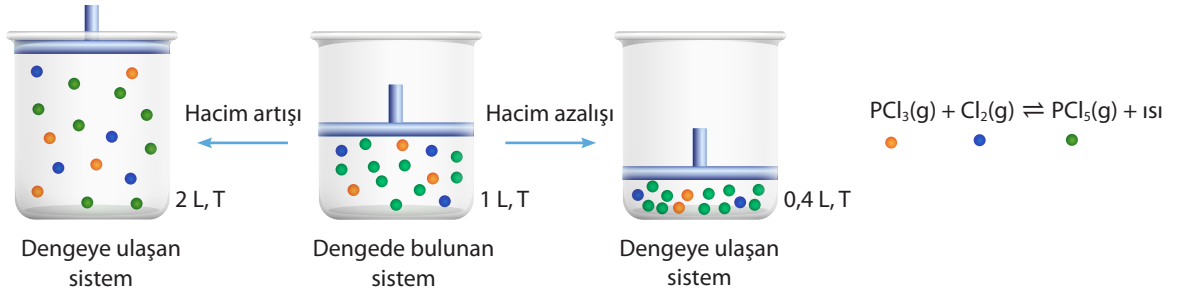
3. " $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g}) + \text{ısı}$ " tepkimesi; bir kapta dengede iken sırasıyla derişim, hacim, basınç, sıcaklık değerleri değiştiriliyor ve katalizör ekleniyor. Etkiler sonucu sistem tekrar dengeye ulaşıyor. Bu süreç; derişim, hacim, basınç, sıcaklık değişkenleri için görsellerle modellenmiş; katalizör için grafikler verilmiştir. Buna göre görsellerden ve grafiklerden yararlanarak verilen değişkenlerin kimyasal dengeye etkisine ilişkin araştırma soruları oluşturarak ilgili boşluklara yazınız.

a) Derişimin Etkisi

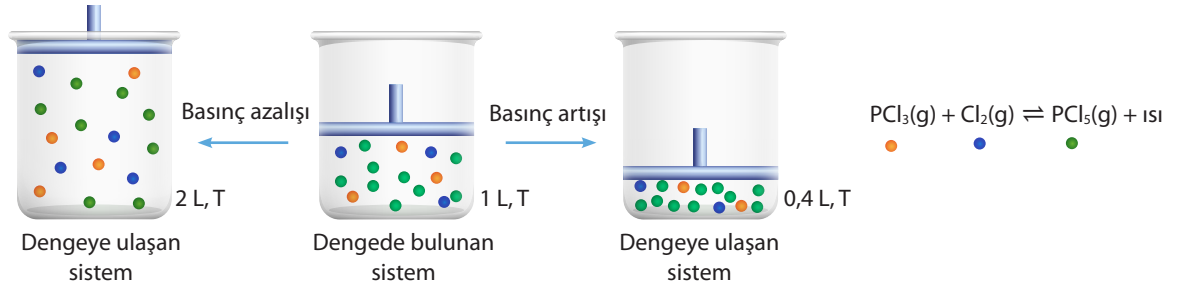


.....

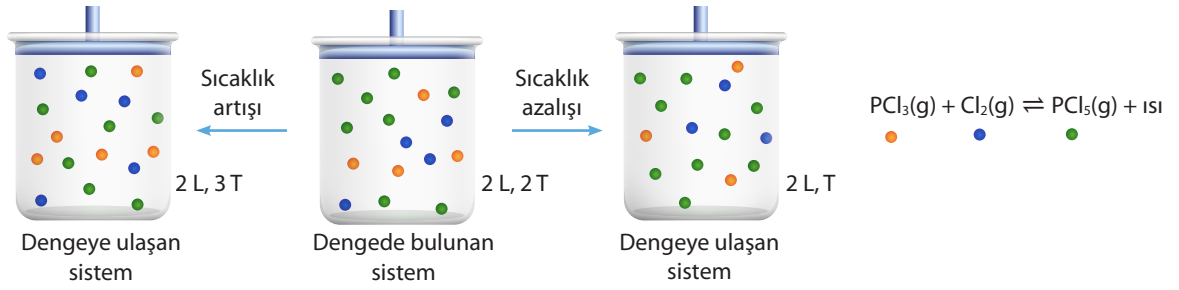
b) Hacmin Etkisi



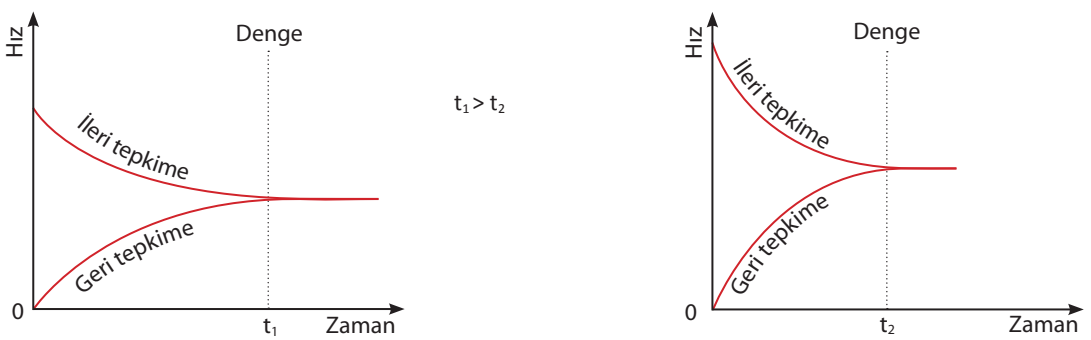
c) Basıncın Etkisi



ç) Sıcaklığın Etkisi



d) Katalizörün Etkisi



4. Araştırma sorularınızı dikkate alarak derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin kimyasal dengeye etkisine ilişkin hipotezler oluşturunuz ve oluşturduğunuz hipotezleri ilgili boşluklara yazınız.

Derişimin Etkisi:

.....

.....

Hacmin Etkisi:

.....

.....

Basıncın Etkisi:

.....

.....

Sıcaklığın Etkisi:

.....

.....

Katalizörün Etkisi:

.....

.....

5. Derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin kimyasal dengeye etkisine ilişkin deney videolarını güvenilir kaynaklardan (bilimsel dergi, bilimsel makaleler, güvenilir genel ağ adresleri vb.) zamanı etkili bir şekilde kullanarak araştırınız.

6. Deney videoları gözlemlerinden elde ettiğiniz çıkarımları yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Deney videoları gözlemlerinden elde ettiğiniz verileri kimyasal dengeye etki eden her bir değişken için analiz ederek yorumlayınız. Yorumlarınızı $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesi üzerinde analiz ederek ilgili boşluklara yazınız.

- a) Derişimin Etkisi: Sabit hacim ve sıcaklıkta $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesi dengededir. Bu dengeye aşağıdaki etkiler yapıldığında sistem tekrar dengeye ulaşmak için nasıl hareket eder?

Ortama $\text{NO}(\text{g})$ Eklenmesi:

.....

.....

Ortamdan $\text{O}_2(\text{g})$ Çıkarılması:

.....

.....

- b) Hacmin Etkisi: Sabit sıcaklıkta $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesi dengededir. Bu dengeye aşağıdaki etkiler yapıldığında sistem tekrar dengeye ulaşmak için nasıl hareket eder?

Sistem Hacminin Artırılması:

.....

.....

Sistem Hacminin Azaltılması:

.....

.....

- c) Basıncın Etkisi: Sabit sıcaklıkta $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesi dengededir. Bu dengeye aşağıdaki etkiler yapıldığında sistem tekrar dengeye ulaşmak için nasıl hareket eder?

Basıncın Artırılması:

.....

.....

Basıncın Azaltılması:

.....

.....

- ç) Sıcaklığın Etkisi: Sabit hacimde $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesi dengededir. Bu dengeye aşağıdaki etkiler yapıldığında sistem tekrar dengeye ulaşmak için nasıl hareket eder?

Sıcaklığın Artırılması:

.....

.....

Sıcaklığın Azaltılması:

.....

.....

- d) Katalizörün etkisi: Sabit hacim ve sıcaklıkta $2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesi dengededir. Bu sisteme katalizör eklenmesinin dengeyi nasıl etkileyeceğini açıklayınız.

.....

.....

8. Derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin dengeye etkisini 7. adımda verilen

$2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ tepkimesi üzerinden çarpışma kuramını kullanarak açıklayınız. Açıklamalarınızı ilgili boşluklara yazınız.

- a) Sabit Sıcaklık ve Hacimde Derişimin Etkisi:

.....

.....

- b) Sabit Sıcaklıkta Hacmin Etkisi:

.....

.....

- c) Sabit Sıcaklıkta Basıncın Etkisi:

.....

.....

- ç) Sabit Hacimde Sıcaklığın Etkisi:

.....

.....

- d) Katalizörün Etkisi:

.....

.....

9. Aşağıda verilen "Le Chatelier ilkesi" ile ilgili metni okuyunuz.

Le Chatelier ilkesi, dengedeki bir sistemin dengesinin bozulmasına neden olan bir etki gerçekleştiğinde; sistemin bu etkiyi azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak için tepki vereceğini ifade eder. Fransız kimyager Henri Le Chatelier tarafından geliştirilen bu ilke, şu şekilde özetlenir: "Bir sisteme dışarıdan bir etki uygulandığında sistem bu etkiyi azaltacak şekilde kendini düzenler." Örneğin dengede olan bir sistemde bileşenlerden birinin derişimi artırıldığında; sistem, bu bileşenin derişimini azaltacak yönde, sistemin basıncı azaltıldığında; sistem, basıncı artıracak yönde, sistemin sıcaklığı artırıldığında ise sistem, sıcaklığı azaltacak yönde hareket eder.

10. 9. adımda verilen bilgileri kullanarak; derişim, hacim, basınç ve sıcaklık değişiminin dengeye etkisini verilen örnekler üzerinden Le Chatelier ilkesiyle ilişkilendirerek açıklayınız. Açıklamalarınızı ilgili boşluklara yazınız.

- a) Derişimin Etkisi: Sabit sıcaklık ve hacimde $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) + \text{ısı}$ tepkimesi dengededir. Bu dengeye aşağıdaki etkiler yapıldığında sistem tekrar dengeye ulaşmak için Le Chatelier ilkesine göre nasıl hareket eder?

Ortama $\text{SO}_3(\text{g})$ Eklenmesi:

.....

Ortamdan $\text{O}_2(\text{g})$ Çıkarılması:

.....

Le Chatelier İlkesine Göre Derişimin Dengeye Etkisi:

.....

- b) Hacmin Etkisi: Sabit sıcaklıkta $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) + \text{ısı}$ tepkimesi dengededir. Bu dengeye aşağıdaki etkiler yapıldığında sistem tekrar dengeye ulaşmak için Le Chatelier ilkesine göre nasıl hareket eder?

Hacmin Artırılması:

.....

Hacmin Azaltılması:

.....

Le Chatelier İlkesine Göre Hacmin Dengeye Etkisi:

.....

- c) Basıncın Etkisi: Sabit sıcaklıkta $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) + \text{ısı}$ tepkimesi dengededir. Bu dengeye aşağıdaki etkiler yapıldığında sistem tekrar dengeye ulaşmak için Le Chatelier ilkesine göre nasıl hareket eder?

Basıncın Artırılması:

.....

Basıncın Azaltılması:

.....

Le Chatelier İlkesine Göre Basıncın Dengeye Etkisi:

.....

- ç) Sıcaklığın Etkisi: Sabit hacimde $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) + \text{ısı}$ tepkimesi dengededir. Bu dengeye aşağıdaki etkiler yapıldığında sistem tekrar dengeye ulaşmak için Le Chatelier ilkesine göre nasıl hareket eder?

Sıcaklığın Artırılması:

.....

Sıcaklığın Azaltılması:

.....

Le Chatelier İlkesine Göre Sıcaklığın Dengeye Etkisi:

.....

Değerlendirme

1. Derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin kimyasal dengeye etkisine ilişkin oluşturduğunuz hipotezlerin geçerliliğini kontrol ediniz.
2. Derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin dengeye etkisini açıklayınız.
3. Dengedeki sistemin dış etkilere karşı verdiği tepkilerdeki ortak yönleri açıklayınız.

Dereceli Puanlama Anahtarı'na ulaşmak için karekodu kullanınız.

**2.3. YANSITMA NOTU**

"2.9. Etkinliği"nde dengeye etki eden faktörleri bilimsel sorgulayabilmek için gözlemler yaptınız. Etkinlikte öğrenme sürecini değerlendirmek için verilen ifadeler hakkındaki düşüncelerinizi yazınız.

1. Araştırma sorularına yönelik oluşturduğum hipotezin geçerliliğini kontrol etmek için deney videolarını gözlemlemenin konuyu öğrenmeye sağladığı katkılar nelerdir?
2. Verileri analiz edip yorumlayarak elde ettiğim yeni bilgileri çarpışma teorisi ve Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirmemin öğrenme sürecime katkısı ne olmuştur?
3. Etkinliğin hangi bölümü yeni bilgilere, çeşitli fikirlere, argümanlara açık olmam gerektiğini fark etmemi sağladı?
4. Etkinliğin hangi bölümü bilimsel gelişim için merak duygumun peşinden gitmemin gerektiğini fark etmemi sağladı?

Bir sistemde ileri ve geri yöndeki tepkime hızları eşit olduğunda sistem denge hâlinindedir. Sisteme dışarıdan basınç, hacim, sıcaklık ve derişim değişikliğine neden olan etkiler uygulandığında ileri ve geri tepkime hızlarının farklı oranda değişmesi sonucu denge hâli bozulur. Denge bozulduğunda sistem ileri ve geri tepkime hızlarını yeniden eşitleyecek şekilde davranarak tekrar dengeye ulaşır. Denge bozulduğunda tepkime hızlarının değişim şekline göre denge ileri ya da geri yönde hareket eder. Sistemin yeniden dengeye ulaşması için ilerleyeceği yön Le Chatelier ilkesi ile belirlenir.

Le Chatelier İlkesi

Le Chatelier ilkesine göre dengedeki bir sisteme bir etki yapıldığında sistem bu etkiyi azaltacak yönde hareket eder. Örneğin dengede bulunan bir sistemde sıcaklık artırılırsa sistem bu artışı telafi etmek için sıcaklığı düşürecek yöne ilerler, basınç düştüğünde ise sistem bu düşüşü telafi etmek için basıncın artacağı yöne ilerler. Le Chatelier ilkesi kimyasal ve fiziksel dengeler için geçerlidir.



Derişimin Dengeye Etkisi

Dengedeki bir sistemde tepken veya ürünlerin derişimi değiştiğinde sistem bu değişikliği giderecek şekilde tepki verir. Sistem, derişimi azaltılan bir maddenin derişimini artırmaya, derişimi artırılan bir maddenin ise derişimini azaltmaya çalışır. Böylece sistem tekrar dengeye ulaşabilir. Derişimin değişmesi ileri ve geri hız sabitlerini etkilemediği için denge sabiti değerini değiştirmez.

Dengedeki Sisteme Madde Ekleme

Sabit hacim ve sıcaklıkta dengede bulunan bir kimyasal tepkimedeki maddelerden biri eklenerek maddenin derişimi artırıldığında sistem Le Chatelier ilkesine göre eklenen maddenin derişimini azaltacak yönde hareket eder.

Dengedeki Sistemden Madde Çıkarma

Sabit hacim ve sıcaklıkta dengede bulunan bir kimyasal tepkimedeki maddelerden biri çıkarılarak maddenin derişimi azaltıldığında sistem Le Chatelier ilkesine göre çıkarılan maddenin derişimini artıracak yönde hareket eder.

2.10. ETKİNLİK



Adı	Derişim ve Denge
Amaç	Derişimin dengeye etkisini Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirilerek açıklayabilme
Süre	35 + 35 dk.

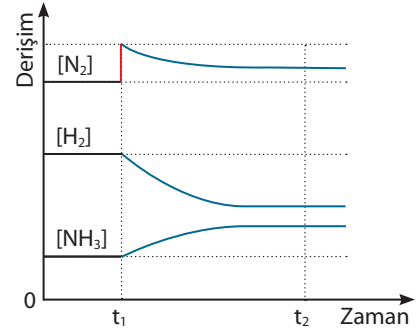
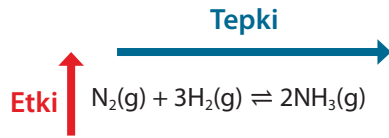
Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ denge tepkimesinde sabit hacim ve sıcaklıkta sisteme $N_2(g)$ eklenmesi durumunda sistemin davranışı Le Chatelier ilkesiyle ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Verilen açıklamaları ve grafiği inceleyiniz.

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ denge tepkimesine sabit sıcaklık ve hacimde

Yapılan etki: $N_2(g)$ eklenmesi

Sistemin verdiği tepki: **Tepkimenin ürünlere ilerlemesi**



Sistem yeniden dengeye ulaştığında başlangıç denge durumuna göre

- $[N_2]$ artar, $[H_2]$ azalır, $[NH_3]$ artar.
- Geri tepkime hızı artar.
- İleri tepkime hızı artar.
- K_c nin değeri değişmez.

2. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ denge tepkimesinde sabit hacim ve sıcaklıkta sisteme t_1 anında $NH_3(g)$ ekleniyor ve sistem t_2 anında yeniden dengeye ulaşıyor. Bu süreç için 1. adımdaki açıklamaları göz önüne alarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Sistemin hangi yöne ilerleyeceğini gerekçesiyle belirtiniz.

.....

.....

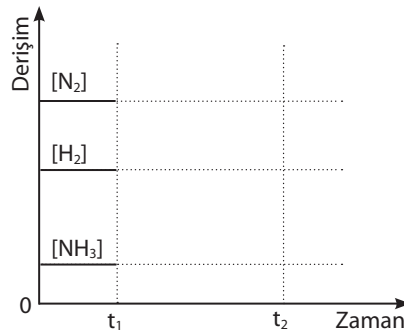
.....

.....

.....

.....

b) Madde derişimlerdeki değişimleri aşağıdaki grafik üzerinde gösteriniz.



c) Sistemdeki madde derişimlerinin nasıl değiştiğini "artar, azalır, değişmez" olarak aşağıdaki ilgili boşluklara yazınız.

[N₂]

[H₂]

[NH₃]

ç) Yapılan değişikliğin denge sabiti (K_c) üzerinde bir etkisi var mıdır? Açıklayınız.

.....

.....

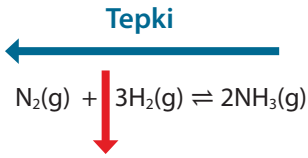
.....

3. N₂(g) + 3H₂(g) ⇌ 2NH₃(g) denge tepkimesinde sabit hacim ve sıcaklıkta sistemden H₂(g) çıkarılması durumunda sistemin davranışı Le Chatelier ilkesiyle ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Verilen açıklamaları ve grafiği inceleyiniz.

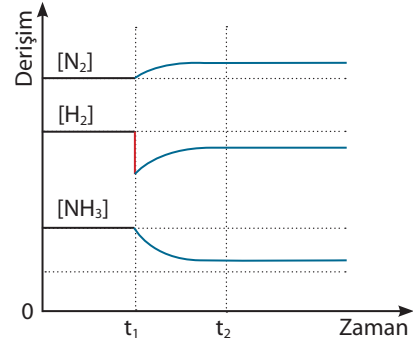
N₂(g) + 3H₂(g) ⇌ 2NH₃(g) denge tepkimesine sabit hacim ve sıcaklıkta

Yapılan etki: **H₂(g) çıkarılması**

Sistemin verdiği tepki: **Tepkimenin tepkenlere ilerlemesi**



Etki: H₂(g) derişim azalması



Sistem yeniden dengeye ulaştığında başlangıç denge durumuna göre

- [N₂] artar, [H₂] azalır, [NH₃] azalır.
- Geri tepkime hızı azalır.
- İleri tepkime hızı azalır.
- K_c nin değeri değişmez.

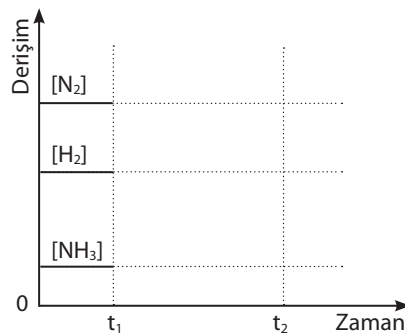
4. N₂(g) + 3H₂(g) ⇌ 2NH₃(g) denge tepkimesinde sabit hacim ve sıcaklıkta sistemden t₁ anında N₂(g) çıkarılıyor ve sistem t₂ anında yeniden dengeye ulaşıyor. Bu süreç için 3. adımdaki açıklamaları göz önüne alarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Sistemin hangi yöne ilerleyeceğini gerekçesiyle belirtiniz.

.....

.....

b) Madde derişimlerindeki değişimleri aşağıdaki grafik üzerinde gösteriniz.



c) Sistemdeki madde derişimlerinin nasıl değiştiğini “artar, azalır, değişmez” olarak aşağıdaki ilgili boşluklara yazınız.

[N₂]

[H₂]

[NH₃]

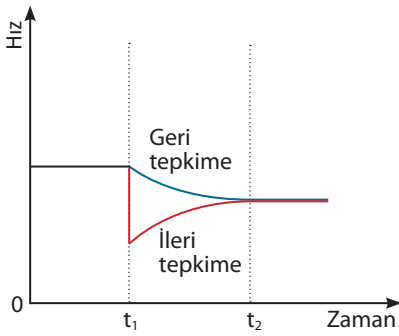
ç) Yapılan değişikliğin denge sabiti (K_c) üzerinde bir etkisi var mıdır? Açıklayınız.

.....

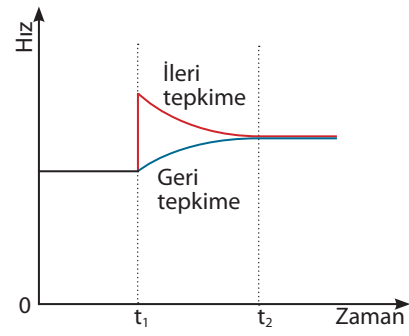
.....

.....

5. N₂(g) + 3H₂(g) ⇌ 2NH₃(g) denge tepkimesinde yer alan maddelerin derişimleri değiştirilerek yapılan etkiler sonucu ileri ve geri tepkime hızlarında meydana gelen değişimler hız-zaman grafiklerinde gösterilmiştir. Grafikleri inceleyerek verilen soruları cevaplayınız.



Grafik I



Grafik II

a) Grafik I ve II'deki ileri tepkime hızlarında meydana gelen değişiminin sebebi neler olabilir? Açıklayınız.

Grafik I:

.....

Grafik II:

.....

b) İleri ve geri tepkime hızlarındaki değişimlerin nedenini çarpışma teorisi ile açıklayınız.

Grafik I:

.....

Grafik II:

.....

Değerlendirme

1. Dengedeki bir sisteme tepken ilavesinde ya da tepkenin sistemden çıkarılmasında sistem bu etkiye nasıl bir tepki verir? Le Chatelier ilkesiyle açıklayınız.

.....

.....

.....

2. Dengedeki bir sisteme ürün ilavesinde ya da çıkarılmasında sistem bu etkiye nasıl bir tepki verir? Le Chatelier ilkesiyle açıklayınız.

.....

.....

.....

Hacmin Dengeye Etkisi

Bileşenlerden en az birinin gaz olduğu denge sistemlerinin hacmi sabit sıcaklıkta değiştirildiğinde ileri ve geri tepkime hızları farklı oranda değişirse sistemin denge durumu bozulur. İleri tepkime hızı tepken derişimine, geri tepkime hızı ürün derişimine bağlıdır. Bu nedenle tepken ve ürün katsayısı toplamı farklı olan denge tepkimeleri, hacim değişiminden etkilenir. Sistem tekrar dengeye ulaşmak için ileri ve geri tepkime hızlarını eşitlemeye çalışır. Hacim değişikliği denge sabiti K_c değerini değiştirmez.

Hacim Artışı

Dengedeki bir sistemin hacmi sabit sıcaklıkta artırıldığında gaz fazındaki bileşenlerin derişimi azalır. Tepken ya da ürünlerde gaz fazındaki maddelerin katsayısı fazla olan tarafın derişiminde daha fazla azalma olur. Sistem Le Chatelier ilkesine göre bu azalmayı telafi etmek ve dengeye ulaşmak için katsayısı fazla olan tarafa ilerler.

Hacim Azalışı

Dengedeki bir sistemin hacmi sabit sıcaklıkta azaltıldığında gaz fazındaki bileşenlerin derişimi artar. Tepken ya da ürünlerde gaz fazındaki maddelerin katsayısı fazla olan tarafın derişiminde daha fazla artma olur. Sistem Le Chatelier ilkesine göre bu artışı telafi etmek ve dengeye ulaşmak için katsayısı az olan tarafa ilerler.

2.11. ETKİNLİK



Adı	Hacim ve Denge
Amaç	Hacim değişiminin dengeye etkisini Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirerek açıklayabilme
Süre	35 + 35 dk.

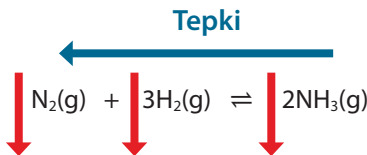
Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ denge tepkimesinde sabit sıcaklıkta hacmi artırıldığında sistemin davranışı Le Chatelier ilkesiyle ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Verilen açıklamaları ve grafiği inceleyiniz.

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ denge tepkimesine sabit sıcaklıkta

Yapılan etki: **Hacim artışı**

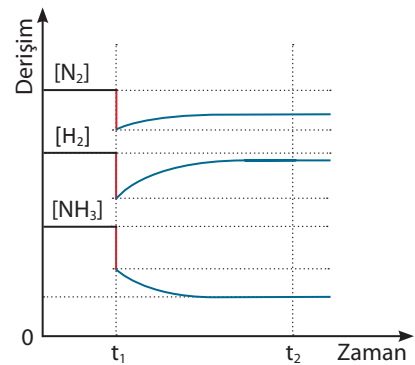
Sistemin verdiği tepki: **Katsayısı fazla olan tepkenler tarafına ilerlemesi**



Etki: Hacim artışı sonucu derişimlerin azalması

Sistem yeniden dengeye ulaştığında başlangıç denge durumuna göre

- $[N_2]$ azalır, $[H_2]$ azalır, $[NH_3]$ azalır.
- Geri tepkime hızı azalır.
- İleri tepkime hızı azalır.
- K_c nin değeri değişmez.



2. $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ dengede olan sistemin hacmi t_1 anında ve sabit sıcaklıkta artırılıyor. Sistem t_2 anında yeniden dengeye ulaşıyor. Bu süreç için 1. adımdaki açıklamaları göz önüne alarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

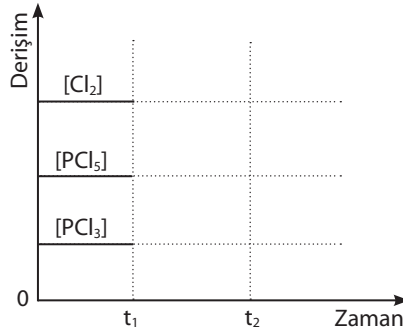
a) Sistemin hangi yöne ilerleyeceğini gerekçesiyle belirtiniz.

.....

.....

.....

b) Madde derişimindeki değişimleri aşağıdaki grafik üzerinde gösteriniz.



c) Sistemdeki madde derişimlerinin nasıl değiştirdiğini "artar, azalır, değişmez" olarak aşağıdaki ilgili boşluklara yazınız.

[PCl₃]

[Cl₂]

[PCl₅]

ç) Yapılan değişikliğin denge sabiti (K_c) üzerinde bir etkisi var mıdır? Açıklayınız.

.....

.....

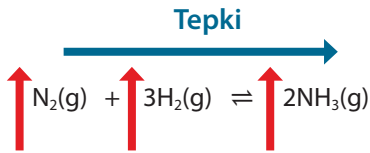
.....

3. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ denge tepkimesinde sabit sıcaklıkta hacim azaltıldığında sistemin davranışı Le Chatelier ilkesiyle ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Verilen açıklamaları ve grafiği inceleyiniz.

$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ denge tepkimesine sabit sıcaklıkta

Yapılan etki: **Hacim azalışı**

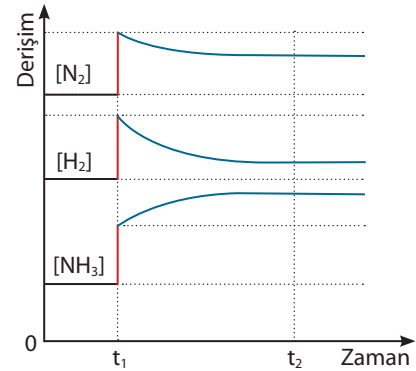
Sistemin verdiği tepki: **Katsayısı az olan ürünler tarafına ilerlemesi**



Etki: Hacim azalışı sonucu derişimlerin artması

Sistem yeniden dengeye ulaştığında başlangıç denge durumuna göre

- $[\text{N}_2]$ artar, $[\text{H}_2]$ artar, $[\text{NH}_3]$ artar.
- Geri tepkime hızı artar.
- İleri tepkime hızı artar.
- K_c nin değeri değişmez.



4. $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ dengede olan sistemin hacmi t_1 anında ve sabit sıcaklıkta azaltılıyor. Sistem t_2 anında yeniden dengeye ulaşıyor. Bu süreç için 3. adımdaki açıklamaları göz önüne alarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

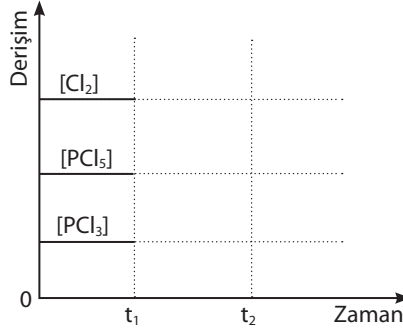
a) Sistemin hangi yöne ilerleyeceğini gerekçesiyle belirtiniz.

.....

.....

.....

b) Madde derişimlerindeki değışimleri aşağıdaki grafik üzerinde gösteriniz.



c) Sistemdeki madde derişimlerinin nasıl değıştiğini "artar, azalır, değışmez" olarak aşağıdaki ilgili boşluklara yazınız.

[PCl₃]

[Cl₂]

[PCl₅]

ç) Yapılan değışikliğin denge sabiti (K_c) üzerinde bir etkisi var mıdır? Açıklayınız.

.....

.....

.....

5. Aşağıda verilen açıklamaları göz önüne alarak soruları cevaplayınız.

Açıklama: Tepken ile ürün katsayıları eşit olan gaz fazında gerçekleşen denge tepkimelerinde hacim değışimi denge durumunu değıştirmez. Ancak gaz fazında olan maddelerin derişimleri hacim değışiminden etkilenir.



a) Denge durumunun neden etkilenmediğini yazınız.

.....

b) Madde derişimlerindeki değışimi "artar, azalır, değışmez" olarak aşağıdaki ilgili boşluklara yazınız.

[H₂]

[Cl₂]

[HCl]

c) Yapılan değışikliğin denge sabiti (K_c) üzerinde bir etkisi var mıdır? Açıklayınız.

.....

Açıklama: Hacim değışiminde gaz fazında olan maddelerin derişimleri değıştiği için ileri ve geri tepkime hızları bu değışimden etkilenir.

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$ dengede olan sistemin hacmi sabit sıcaklıkta artırıldığında ileri ve geri tepkime hızlarındaki değışimi açıklayınız.

.....

Açıklama: Dengedeki bir sistemin hacmi değiştirildiğinde katı ve sıvıların derişimi bu değişimden etkilenmez. $2\text{CO(g)} \rightleftharpoons \text{C(k)} + \text{CO}_2\text{(g)}$ dengede olan sistemin hacmi sabit sıcaklıkta artırıldığında C(k) derişimi nasıl değişir? Açıklayınız.

Değerlendirme

Dengedeki bir sistemin hacminin azaltılması ya da artırılması durumunda sistem bu etkiye nasıl bir tepki verir? Le Chatelier ilkesiyle açıklayınız.

Basıncın Dengeye Etkisi

Gaz fazında gerçekleşen denge tepkimelerinde hacim değişimi denge bileşenlerinin basıncını ve dolayısıyla toplam basıncı etkiler. Kimyasal denge tepkimelerinde tepken ve ürünlerdeki gazların katsayısı farklıysa hacim değişimi basıncı ve dengeyi etkiler. Bu tür denge tepkimelerinde

Hacim küçültülerek basınç artırıldığında

Sistem, basıncı azaltmak için daha az gaz molekülü içeren tarafa (gaz katsayısının daha düşük olduğu tarafa) ilerler.

Hacim artırılarak basınç azaltıldığında

Sistem, basıncı artırmak için daha fazla gaz molekülü içeren tarafa (gaz katsayısının yüksek olduğu tarafa) ilerler.

2.12. ETKİNLİK

Adı	Basınç ve Denge
Amaç	Basınç değişiminin dengeye etkisini Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirerek açıklayabilme
Süre	35 + 35 dk.

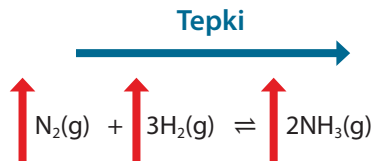
Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$ denge tepkimesinde sabit sıcaklıkta hacmi azaltıldığında sistemin davranışı Le Chatelier ilkesiyle ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Verilen açıklamaları ve grafiği inceleyiniz.

$\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$ denge tepkimesine sabit sıcaklıkta

Yapılan etki: **Hacim azaltılarak basınç artması**

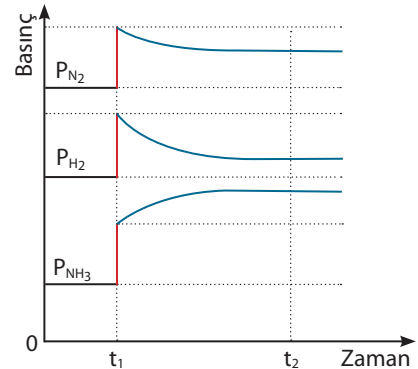
Sistemin verdiği tepki: **Toplam basının düşmesi için sistemin katsayısı az olan ürünler tarafına ilerlemesi**



Etki: Hacim azaltılarak basınç artışı

Sistem yeniden dengeye ulaştığında başlangıç denge durumuna göre

- P_{N_2} artar, P_{H_2} artar, P_{NH_3} artar.
- Geri tepkime hızı artar.
- İleri tepkime hızı artar.
- K_c nin değeri değişmez.



2. $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ dengede olan sistemin hacmi t_1 anında ve sabit sıcaklıkta azaltılıyor. Sistem t_2 anında yeniden dengeye ulaşıyor. Bu süreç için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

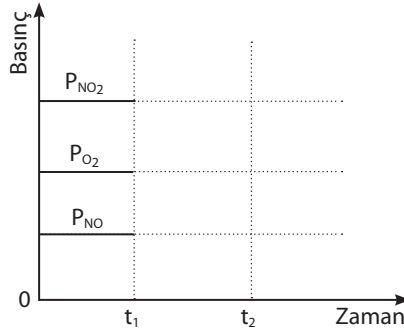
a) Sistemin hangi yöne ilerleyeceğini basınçla ilişkilendirerek belirtiniz.

.....

.....

.....

b) Maddelerin basınçlarındaki değişimleri aşağıdaki grafik üzerinde gösteriniz.



c) Sistemdeki maddelerin basınçlarındaki değişimi "artar, azalır, değişmez" olarak aşağıdaki ilgili boşluklara belirtiniz.

P_{NO_2}

P_{O_2}

P_{NO}

ç) Yapılan değişikliğin denge sabiti (K_c) üzerinde bir etkisi var mıdır? Açıklayınız.

.....

.....

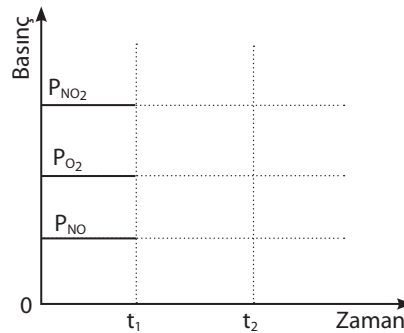
3. $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ dengede olan sistemin hacmi t_1 anında ve sabit sıcaklıkta artırılıyor. Sistem t_2 anında yeniden dengeye ulaşıyor. Bu süreç için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Sistemin hangi yöne ilerleyeceğini basınçla ilişkilendirerek belirtiniz.

.....

.....

b) Maddelerin basınçlarındaki değişimleri aşağıdaki grafik üzerinde gösteriniz.



c) Sistemdeki maddelerin basınçlarındaki değişimi "artar, azalır, değişmez" olarak aşağıdaki ilgili boşluklara belirtiniz.

P_{NO_2}

P_{O_2}

P_{NO}

ç) Yapılan değişikliğin denge sabiti (K_c) üzerinde bir etkisi var mıdır? Açıklayınız.

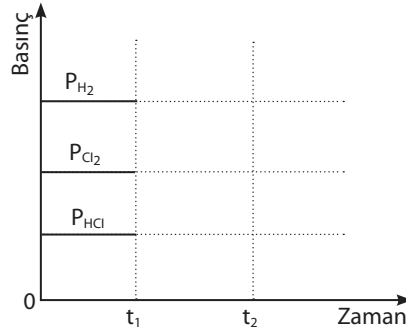
.....

4. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$ dengede olan sistemin hacmi t_1 anında ve sabit sıcaklıkta azaltılıyor. Sistem t_2 anında yeniden dengeye ulaşıyor. Bu süreç için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Sistemin hangi yöne ilerleyeceğini basınçla ilişkilendirerek belirtiniz.

.....

b) Maddelerin basınçlarındaki değişimleri aşağıdaki grafik üzerinde gösteriniz.



c) Sistemdeki maddelerin basınçlarındaki değişimi “artar, azalır, değişmez” olarak aşağıdaki ilgili boşluklara belirtiniz.

P_{H_2}

P_{Cl_2}

P_{HCl}

ç) Yapılan değişikliğin denge sabiti (K_c) üzerinde bir etkisi var mıdır? Açıklayınız.

.....

5. Heterojen denge tepkimelerinde hacim değişimi gaz fazında bulunan maddelerin basıncını etkilerken katı ve sıvı fazdaki maddelerin basıncını etkilemez. Buna göre $MgCO_3(k) \rightleftharpoons MgO(k) + CO_2(g)$ denge tepkimesinin sabit sıcaklıkta hacmi artırıldığında sistemin tekrar dengeye ulaşma süreci için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Sistemin hangi yöne ilerleyeceğini basınçla ilişkilendirerek aşağıdaki boşluğa gerekçesiyle belirtiniz.

.....

b) Sistem yeniden dengeye ulaştığında sistemin basıncını “artar, azalır, değişmez” olarak aşağıdaki boşluğa gerekçesiyle belirtiniz.

.....

Değerlendirme

Dengedeki bir sistemin basıncının azaltılması ya da artırılması durumunda sistem bu etkiye nasıl bir tepki verir? Le Chatelier ilkesiyle açıklayınız.

.....

Sıcaklığın Dengeye Etkisi

Le Chatelier ilkesine göre dengede olan bir sistemde sıcaklık değiştirildiğinde sistem, bu sıcaklık değişimini gidermek için çalışır. Sistem; sıcaklık artırıldığında sıcaklığı düşürmeye, sıcaklık düşürüldüğünde ise sıcaklığı artırmaya çalışarak dengeye yeniden ulaşmak ister. Bu süreçlerde denge sabiti K_c nin değeri de değişir. Sıcaklık değişiminin dengeye olan etkisi, dengeyin endotermik ya da ekzotermik olmasına bağlı olarak değişir.

Endotermik Denge Tepkimelerine Sıcaklığın Etkisi

Endotermik denge tepkimelerinde sıcaklık artırıldığında sistem, sıcaklığı düşürerek tekrar dengeye ulaşmak için ürünler yönüne ilerler. Yeni kurulan dengede başlangıca göre ürün derişimi artıp tepken derişimi azaldığı için K_c nin değeri artar. Endotermik denge tepkimelerinde sıcaklık azaltıldığında sistem sıcaklığı artırarak tekrar dengeye ulaşmak için tepkenler yönüne ilerler. Yeni kurulan dengede başlangıca göre ürün derişimi azalıp tepken derişimi arttığı için K_c nin değeri azalır. Endotermik denge tepkimelerinde sıcaklık ile K_c doğru orantılı değişir.

Ekzotermik Denge Tepkimelerine Sıcaklığın Etkisi

Ekzotermik denge tepkimelerinde sıcaklık artırıldığında sistem, sıcaklığı düşürerek tekrar dengeye ulaşmak için tepkenler yönüne ilerler. Yeni kurulan dengede başlangıca göre ürün derişimi azalıp tepken derişimi arttığı için K_c nin değeri azalır. Ekzotermik denge tepkimelerinde sıcaklık azaltıldığında sistem sıcaklığı artırarak tekrar dengeye ulaşmak için ürünler yönüne ilerler. Yeni kurulan dengede başlangıca göre ürün derişimi artıp tepken derişimi azaldığı için K_c nin değeri artar. Ekzotermik denge tepkimelerinde sıcaklık ile K_c ters orantılı değişir.

2.13. ETKİNLİK



Adı	Sıcaklık ve Denge
Amaç	Sıcaklığın dengeye etkisini Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirerek açıklayabilme
Süre	35 + 35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. $N_2O_4(g) + ısı \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ denge tepkimesinin sabit hacimde sıcaklığı artırıldığında sistemin davranışı

Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Verilen açıklamaları ve grafiği inceleyiniz.

$N_2O_4(g) + ısı \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ denge tepkimesine sabit hacimde

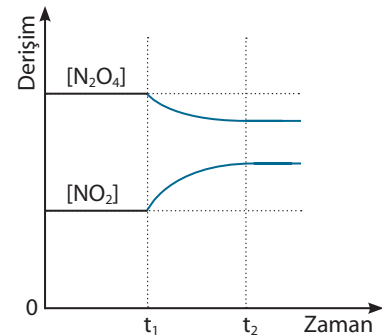
Yapılan etki: **Sıcaklığın artırılması**

Sistemin verdiği tepki: **Sıcaklığı azaltmak için sistemin ürünler tarafına ilerlemesi**



Sistem yeniden dengeye ulaştığında başlangıç denge durumuna göre

- $[N_2O_4]$ azalır, $[NO_2]$ artar.
- Geri tepkime hızı artar.
- İleri tepkime hızı artar.
- K_c nin değeri artar.



2. $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + \text{ısı} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ dengede olan sistemin sabit hacimde ve t_1 anında sıcaklığı azaltılıyor. Sistem t_2 anında yeniden dengeye ulaşıyor. Bu süreç için 1. adımdaki açıklamaları göz önüne alarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

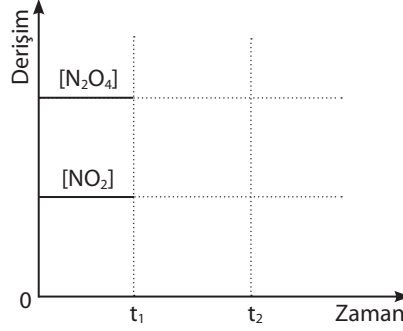
a) Sistemin hangi yöne ilerleyeceğini gerekçeyle belirtiniz.

.....

.....

.....

b) Maddelerin derişimlerdeki değişimleri aşağıdaki grafik üzerinde gösteriniz.



c) Sistemdeki maddelerin derişimlerdeki değişimi "artar, azalır, değişmez" olarak aşağıdaki ilgili boşluklara belirtiniz.

$[\text{N}_2\text{O}_4]$

$[\text{NO}_2]$

ç) Yapılan değişikliğin denge sabiti (K_c) üzerinde bir etkisi var mıdır? Açıklayınız.

.....

.....

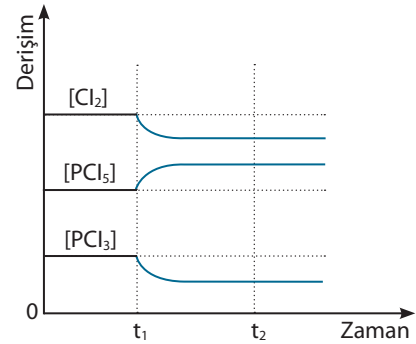
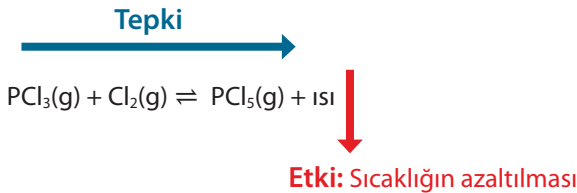
.....

3. $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g}) + \text{ısı}$ şeklinde dengede olan sistemin t_1 anında ve sabit hacimde sıcaklığı azaltıldığında sistemin davranışı Le Chatelier ilkesiyle ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Verilen açıklamaları ve grafiği inceleyiniz.

$\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g}) + \text{ısı}$ denge tepkimesine sabit hacimde

Yapılan etki: **Sıcaklığın azaltılması**

Sistemin verdiği tepki: **Sıcaklığı artırmak için sistemin ürünler tarafına ilerlemesi**



Sistem yeniden dengeye ulaştığında başlangıç denge durumuna göre

- $[\text{PCl}_3]$ azalır, $[\text{Cl}_2]$ azalır, $[\text{PCl}_5]$ artar.
- Geri tepkime hızı azalır.
- İleri tepkime hızı azalır.
- K_c nin değeri artar.

4. $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g}) + \text{ısı}$ şeklinde dengede olan sistemin t_1 anında ve sabit hacimde sıcaklığı artırılıyor. Sistem t_2 anında yeniden dengeye ulaşıyor. Bu süreç için 3. adımdaki açıklamaları göz önüne alarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

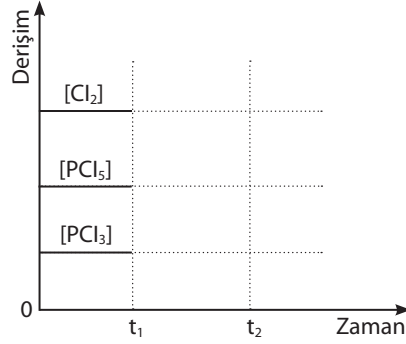
a) Sistemin hangi yöne ilerleyeceğini gerekçesiyle belirtiniz.

.....

.....

.....

b) Madde derişimlerdeki değişimleri aşağıdaki grafik üzerinde gösteriniz.



c) Sistemdeki maddelerin derişimlerdeki değişimi "artar, azalır, değişmez" olarak aşağıdaki ilgili boşluklara yazınız.

[PCl₃]

[Cl₂]

[PCl₅]

ç) Yapılan değişikliğin denge sabiti (K_c) üzerinde bir etkisi var mıdır? Açıklayınız.

.....

.....

.....

5. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{ısı}$ şeklinde dengede olan sistemin sabit hacimde sıcaklığı azaltılıyor. Sistem tekrar dengeye ulaştığında aşağıda verilen ifadeleri ilk denge durumuna göre "artar, azalır, değişmez" olarak ilgili boşluklara belirtiniz.

[N₂]

[H₂]

[NH₃]

İleri tepkime hızı

Geri tepkime hızı

K_c

Değerlendirme

1. Dengedeki endotermik bir sistemde sabit hacimde sıcaklık değişiminde sistem bu etkiye nasıl bir tepki verir? Le Chatelier ilkesiyle açıklayınız.

.....

.....

.....

2. Dengedeki ekzotermik bir sistemde sabit hacimde sıcaklık değişiminde sistem bu etkiye nasıl bir tepki verir? Le Chatelier ilkesiyle açıklayınız.

.....

.....

.....

Katalizörün Dengeye Etkisi

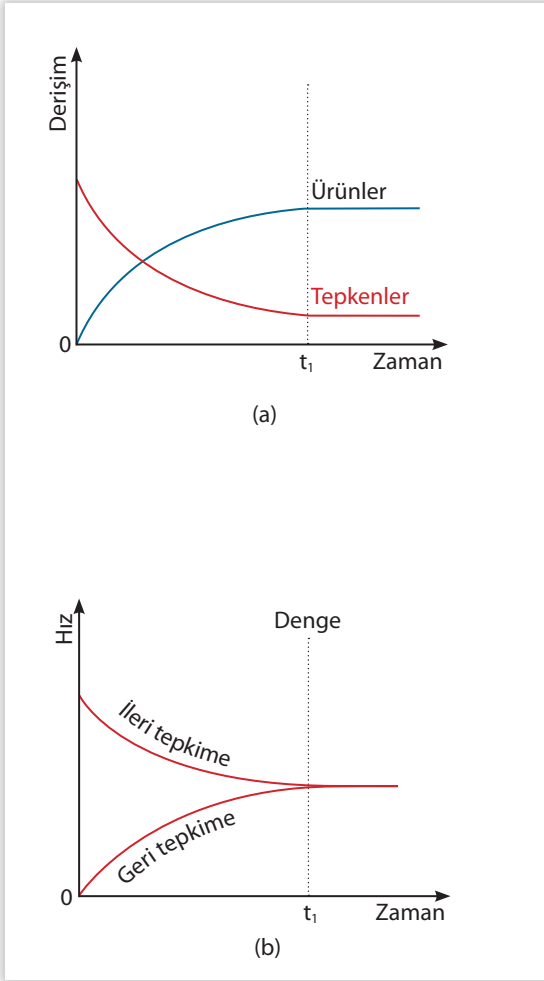
Katalizör, tepkimelerin aktivasyon enerjisini düşürerek tepkimeleri hızlandırır. Denge tepkimelerinde katalizör hem ileri hem de geri tepkimelerin aktivasyon enerjisini düşürerek sistemin dengeye ulaşma hızını artırır. Sistemin dengeye daha kısa sürede ulaşmasını sağlar.

Katalizör ileri ve geri tepkimelerin hızını aynı oranda artırır. Denge sabiti K_c değerini, ürünlerin ve tepkenlerin denge derişimlerini değiştirmez.

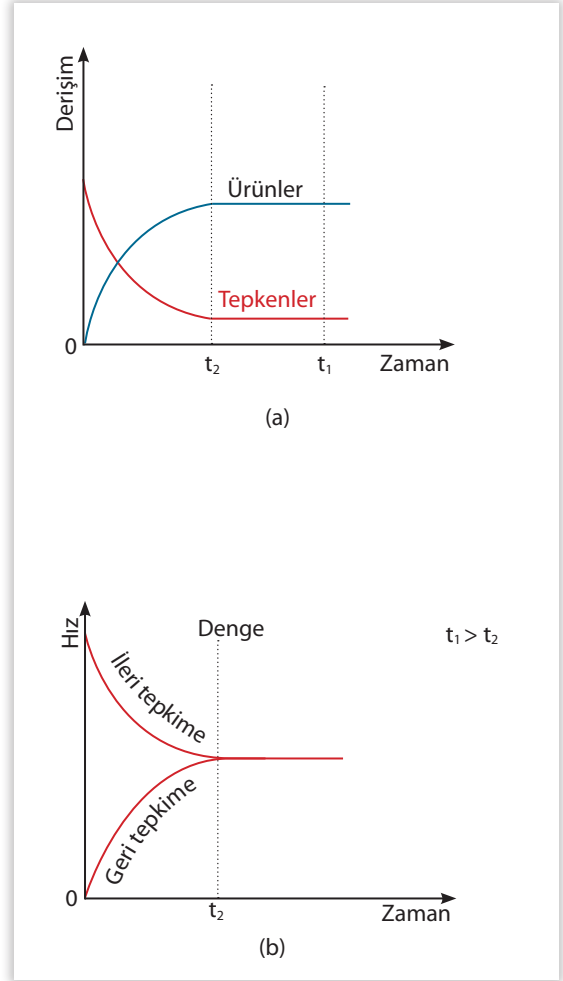
Tepken $\rightleftharpoons$ Ürün tepkimesinin katalizörsüz ve katalizörlü dengeye gelme sürecine ait derişim-zaman ve hız-zaman grafikleri Grafik 2.4 ve 2.5'te verilmiştir.



Dengeye etki eden faktörlere ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.



Grafik 2.4: Katalizörsüz bir dengenin (a) derişim-zaman, (b) hız-zaman grafiği

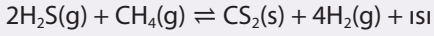


Grafik 2.5: Katalizörlü bir dengenin (a) derişim-zaman, (b) hız-zaman grafiği

Sistem yeniden dengeye ulaştığında başlangıç denge durumuna göre

- Tepken ve ürün derişimleri değişmez.
- İleri tepkime hızı artar.
- Geri tepkime hızı artar.
- Dengeye gelme süresi azalır.
- K_c nin değeri değişmez.

2.5. KONTROL NOKTASI



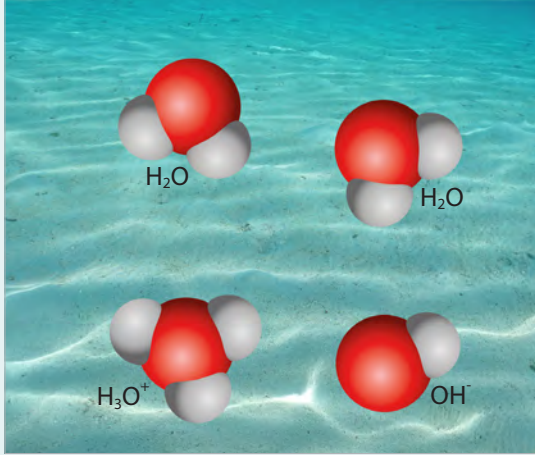
Yukarıda tepkime denklemi verilen dengedeki sisteme yapılan etkiler tabloda verilmiştir. Bu etkiler sonucunda sistemin tepkisini tablodaki ilgili boşluklara ok işareti ile belirtiniz. (Ok işaretlerini; sistemin yönü tepkenler ($\leftarrow$), sistemin yönü ürünler ($\rightarrow$), artar ($\uparrow$), azalır ($\downarrow$), değişmez ($\leftrightarrow$) şeklinde kullanınız.)

Etki	Sistemin Yönü	K_c	$[\text{H}_2\text{S}]$	$[\text{CH}_4]$	$[\text{CS}_2]$	$[\text{H}_2]$
Sabit hacim ve sıcaklıkta $\text{CH}_4(\text{g})$ ekleme						
Sabit hacim ve sıcaklıkta $\text{H}_2(\text{g})$ ekleme						
Sabit hacim ve sıcaklıkta $\text{CS}_2(\text{s})$ ekleme						
Sabit hacim ve sıcaklıkta $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ çıkarma						
Sabit hacimli kapta sıcaklığı artırma						
Sabit hacimli kapta sıcaklığı azaltma						
Sabit sıcaklıkta kabın hacmini artırma						
Sabit sıcaklıkta kabın hacmini azaltma						
Katalizör ekleme						
Sabit sıcaklıkta sistemin basıncını artırma						
Sabit sıcaklıkta sistemin basıncını azaltma						
Sabit hacim ve sıcaklıkta $\text{He}(\text{g})$ ekleme						
Sabit basınçlı kaba sabit sıcaklıkta $\text{He}(\text{g})$ ekleme						

2.2. ASİT VE BAZ ÇÖZELTİLERİNDE DENGE

2.2.1. Saf Suyun Otoiyonizasyonu

KONUYA BAŞLARKEN



Saf su çok az da olsa iyonlaşabilir. Bu iyonlaşma sonucu H_3O^+ ve OH^- iyonları oluşur. Saf suyun iyonlaşması pH skalasının ve asitlik-bazlık kavramlarının temelini oluşturur. Doğadaki birçok kimyasal süreç, suyun iyonlaşması ile yakından ilişkilidir. Sulu çözeltilerde gerçekleşen hidroliz ve esterleşme gibi tepkimelerde H_3O^+ ve OH^- iyonları katalizör görevi görerek tepkimeleri hızlandırabilir.

Canlılardaki birçok kimyasal olay su içerisinde gerçekleşir. Bu olayların çoğunda H_3O^+ ve OH^- iyonları doğrudan rol oynar. Ayrıca H_3O^+ ve OH^- iyonları vücut sıvılarının pH dengesinin korunmasında etkilidir.

- Saf suyun iyonlaştığı nasıl anlaşılabilir?
- Saf suyun iyonlaşması ile pH kavramı arasında nasıl bir ilişki olabilir?
- Kimyasal bir olayın gerçekleşmesinde saf suyun iyonlaşmasının nasıl bir rolü olabilir?

2.14. ETKİNLİK



Adı	Otoiyonizasyon
Amaç	Saf suyun otoiyonizasyonuna ilişkin bilimsel gözlem yapabilme
Süre	35 + 35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda çıkış kartını doldurunuz.

1. Aşağıda verilen bilgiden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Saf suyun kendi kendine iyonlaşmasına **saf suyun otoiyonizasyonu** denir. Saf su iyonlaştığında H_3O^+ ve OH^- iyonları oluşur. Bu olay $2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{ısı} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$ şeklinde gösterilir.

a) Otoiyonizasyon, saf suyun hangi özelliklerini değiştirebilir?

.....

b) Otoiyonizasyon sonucu saf suyun değişen özellikleri hangi yöntemlerle gözlemlenebilir?

.....

c) pH, iletkenlik gibi özelliklerin saf suyun otoiyonizasyonu ile ilişkisini açıklayınız?

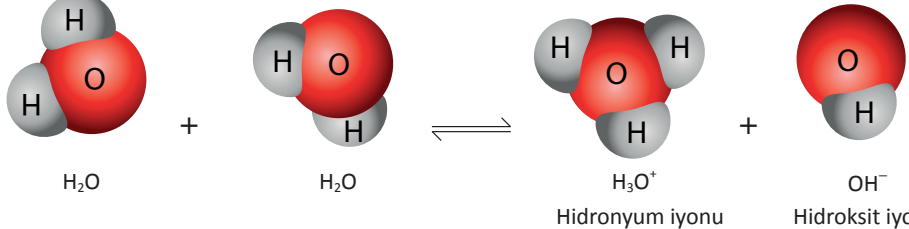
.....

2. Otoiyonizasyon sonucu saf suyun değişen özellikleri hakkındaki düşüncelerinizi etki altında kalmadan sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. Arkadaşlarınızın paylaşımları sırasında dikkatinizi çeken farklı bir bakış açısını yazınız.

.....

4. Aşağıdaki "Kanıt Kartı"nı ve karekoddaki simülasyonu inceleyerek soruları cevaplayınız.

Kanıt Kartı	Saf Suyun Otoiyonizasyonu
İddia	Saf su iyonlaşabilir. Saf suyun iyonlaşması aşağıdaki modelle gösterilebilir.  H₂O + H₂O $\rightleftharpoons$ H₃O⁺ + OH⁻ Hidronyum iyonu Hidroksit iyonu
1. Açıklama	Saf suyun iletkenlik değeri 0,055 mS/cm olarak ölçülmüştür. İletkenlik için ya serbest dolaşabilen elektronlar ya da iyonlar gereklidir. Saf su moleküllerinde serbest dolaşan elektron bulunmamaktadır. Az da olsa iletken olması saf suyun iyonlaştığını gösterir.
2. Açıklama	Saf suyun pH değeri 25 °C'ta 7 olarak ölçülmüştür. pH değerinin ölçülebilmesi suda hidronyum ve hidroksit iyonları bulunduğunu gösterir.
3. Açıklama	Yapılan deneylerle 25 °C'ta $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ denkleminde göre saf suyun iyonlaşmasına ait denge sabiti değeri $K_{\text{su}} = 1 \cdot 10^{-14}$ olarak hesaplanmıştır. K_{su} değerinin deneyle belirlenmesi saf suyun iyonlaştığını gösterir.
Sonuç	Bilimsel kaynaklardan alınan açıklamalar ile saf suyun iyonlaştığı kanıtlanmıştır.



Saf suyun otoiyonizasyonuna ilişkin simülasyona ulaşmak için karekodu kullanınız.

a) "Kanıt Kartı"nda ve simülasyonda saf suyun iyonlaşması hangi veriler ile kanıtlanmıştır?

.....

b) "Kanıt Kartı"nda ve simülasyonda saf suyun iyonlaştığına dair gözlemlerinizi yazınız.

.....

5. Aşağıdaki bilgileri inceleyerek soruları cevaplayınız.

pH değeri ile H_3O^+ derişimi arasında matematiksel eşitlik $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ bağıntısı ile ifade edilir. Saf suyun iyonlaşma tepkimesine ait denge sabiti (iyonlaşma sabiti) K_{su} şeklinde gösterilir. Saf suyun 25 °C'taki iyonlaşma sabitinin yaklaşık değeri $1 \cdot 10^{-14}$ tür.

a) Saf suyun otoiyonizasyon denklemini aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

b) Saf suyun otoiyonizasyonunu ifade eden K_{su} denge bağıntısını yazınız.

.....

c) Saf suyun 25 °C'taki pH değeri 7 olduğuna göre $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ bağıntısını kullanarak H_3O^+ iyonu derişimini hesaplayınız.

.....

ç) 25 °C'ta K_{su} denge bağıntısını ve H_3O^+ derişimini kullanarak OH^- derişimini hesaplayınız.

.....

d) pOH değeri ile OH^- derişimi arasında matematiksel eşitlik $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ bağıntısı ile ifade edilir. Hesapladığınız OH^- derişimini kullanarak saf suyun 25 °C'ta pOH değerini hesaplayınız.

.....



Saf sudaki hidronyum ve hidroksit iyonları derişimlerini hesaplamaya ilişkin simülasyona ulaşmak için karekodu kullanınız.

Saf suyun otoiyonizasyonu tersinir bir olaydır ve bu olay denge hâlinindedir. Saf suyun otoiyonizasyonu endotermik olup $2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{ısı} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$ denklemiyle ifade edilir.

H_3O^+ iyonu H^+ sembolü ile gösterilebildiği için saf suyun otoiyonizasyonu kısaca $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{ısı} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$ şeklinde yazılabilir.

Saf suyun otoiyonizasyonu sonucu oluşan H_3O^+ ve OH^- derişimleri çok küçüktür. Bu sayılarla işlem yapmak oldukça güçtür. Bu nedenle kullanışlı bir ölçüm birimi olan ve hidrojenin gücü anlamına gelen pH [power of hydrogen (pavir of hadricin)] kavramı geliştirilmiştir.

Hidronyum ya da hidrojen iyonu derişiminin negatif logaritması pH değerini verir ve pH değeri aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \text{ ya da } \text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

25 °C'ta saf suda H_3O^+ derişimi $1 \cdot 10^{-7}$ M'dir. Bu sıcaklıkta saf suyun pH değeri

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 1 \cdot 10^{-7}$$

pH = 7 şeklinde hesaplanır.

Hidroksit iyonu derişiminin negatif logaritması pOH değerini verir ve pOH değeri aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

25 °C'ta saf suda OH^- derişimi $1 \cdot 10^{-7}$ M'dir. Bu sıcaklıkta saf suyun pOH değeri

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log 1 \cdot 10^{-7}$$

pOH = 7 şeklinde hesaplanır.

$2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$ denge tepkimesine göre saf suyun otoiyonizasyonuna ait denge sabiti K_{su} ile gösterilir ve saf suyun otoiyonizasyonuna ait denge bağıntısı

$$K_{\text{su}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \text{ şeklinde yazılır.}$$

K_{su} , denge sabiti K_c nin genel özelliklerini taşır, tıpkı K_c gibi sıcaklığa bağlı olarak değişir ve Le Chatelier ilkesine uyar.

Saf suyun otoiyonizasyonunda H_3O^+ derişimi OH^- derişimine her zaman eşittir. Deneyler sonucunda 25 °C'ta saf suda bulunan H_3O^+ ve OH^- derişimleri $1 \cdot 10^{-7}$ M olarak ölçülmüştür. Bu değerler saf suyun otoiyonizasyon denge sabiti denkleminde yerine yazılırsa

$$K_{\text{su}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

$$K_{\text{su}} = (1 \cdot 10^{-7}) \cdot (1 \cdot 10^{-7})$$

$$K_{\text{su}} = 1 \cdot 10^{-14} \text{ sonucuna ulaşılır.}$$

Bu değer 25 °C'ta hesaplanan değerdir. K_{su} değeri sıcaklığa bağlı olarak değişir. Tablo 2.2'de farklı sıcaklıklarda K_{su} değerleri verilmiştir. K_{su} değerine bağlı olarak 25 °C'ta pH ölçeği 0-14 aralığında iken pH = 7 değeri saf suyun nötr olduğunu ifade eder. Ancak farklı sıcaklıklarda K_{su} değeri değiştiği için pH ölçeği aralıkları ve saf suyun nötr olduğunu ifade eden pH değeri değişir.

Tablo 2.2: Farklı Sıcaklıklardaki K_{su} Değerleri

Sıcaklık (°C)	K_{su} Değeri (Yaklaşık)
0	$1,14 \cdot 10^{-15}$
10	$2,92 \cdot 10^{-15}$
25	$1 \cdot 10^{-14}$
37	$2,4 \cdot 10^{-14}$
50	$5,48 \cdot 10^{-14}$
100	$5,13 \cdot 10^{-13}$

2.6. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıda verilen kelime ilişkilendirme testi iki bölümden oluşmaktadır. Her bir bölümde verilen yönergeye ve örneğe göre testi tamamlayınız.

A Bölümü

Saf suyun otoiyonizasyonu ile ilgili aklınıza gelen kavram ve bağıntıları 1 dakika içinde yazınız.

1. Saf suyun otoiyonizasyonu H_3O^+
2. Saf suyun otoiyonizasyonu
3. Saf suyun otoiyonizasyonu
4. Saf suyun otoiyonizasyonu
5. Saf suyun otoiyonizasyonu
6. Saf suyun otoiyonizasyonu
7. Saf suyun otoiyonizasyonu
8. Saf suyun otoiyonizasyonu

B Bölümü

A bölümünde verdiğiniz cevaplarınız ile "saf suyun otoiyonizasyonu" ifadesinin kullanıldığı anlamlı birer cümle yazınız.

1. Cümle Saf suyun otoiyonizasyonu sonucu H_3O^+ oluşur.
2. Cümle
3. Cümle
4. Cümle
5. Cümle
6. Cümle
7. Cümle
8. Cümle

2. Saf suyun otoiyonizasyonu ile pH kavramı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

3. Saf suyun otoiyonizasyonu ile K_{su} değeri arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

2.2.2. Asit-Baz Teorilerinin Karşılaştırılması

KONUYA BAŞLARKEN



Atmosfere salınan karbon dioksitin önemli bir kısmı okyanuslarda depolanır. Atmosferdeki karbon dioksit seviyesi arttıkça okyanus suyunda çözünen karbon dioksit miktarı da artar. Bu durum okyanuslardaki asitleşmeyi artırarak kabuklu canlılar için büyük bir tehdit oluşturur.

Okyanuslarda yaşayan midye, istiridye, deniz salyangozu gibi kabuklu canlıların dış iskeletleri kalsiyum karbonattan oluşur. Okyanus canlıları için hayati öneme sahip olan kalsiyum karbonat, okyanus suyunun normal pH seviyesinde çözünmez.

Okyanuslardaki pH değerinin azalması kabuklu canlıların dış iskeletlerindeki kalsiyum karbonatın çözünmesine neden olarak bu canlılara zarar verir.

- Atmosferdeki karbon dioksit miktarının artması ile okyanus sularının asitlik düzeyi arasındaki ilişki nedir?
- Okyanus suyundaki hidronyum, karbonat veya bikarbonat gibi iyonların derişiminlerindeki değişimler ekolojik dengeyi nasıl etkiler?
- Asit ve baz teorilerinin geliştirilmesi, günlük yaşamdaki kimyasal maddelerin kullanımını nasıl etkilemiştir?

2.15. ETKİNLİK

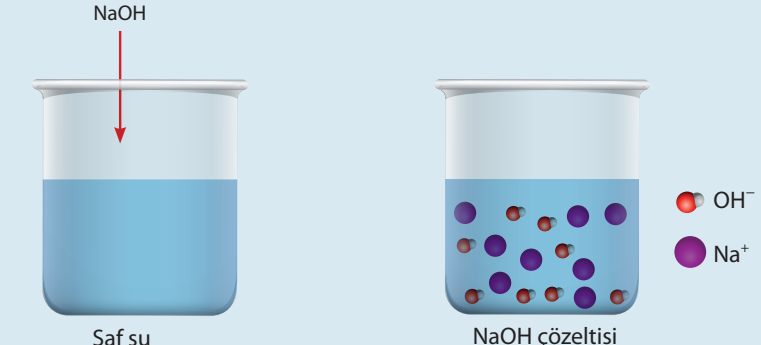
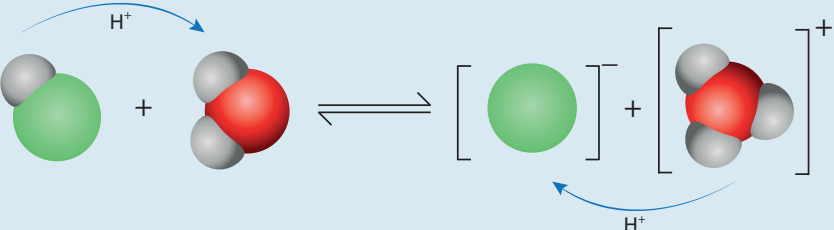
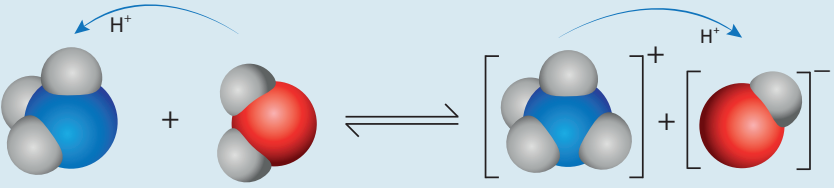


Adı	Asit-Baz Teorileri
Amaç	Arrhenius (Arrhenyus) ve Brønsted-Lowry (Brönsted-Lavri) asit-baz teorilerini karşılaştırabilme
Süre	35 + 35 dk.

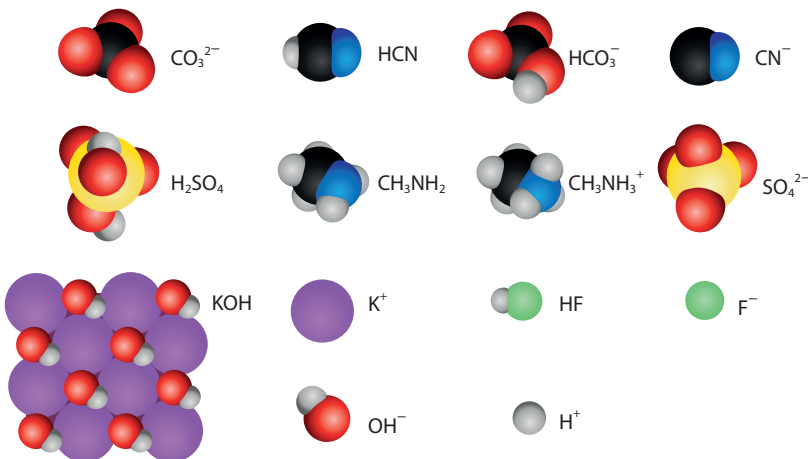
Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

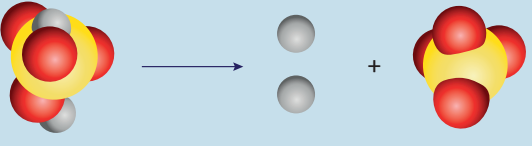
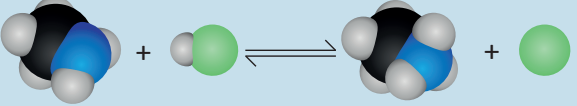
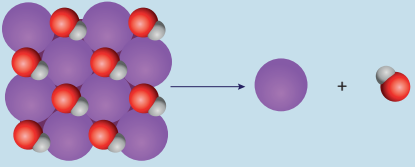
1. Verilen tabloda asitlerin ve bazların sulu çözeltilerdeki davranışlarına ilişkin tepkime denklemlerini, modellerini ve ait oldukları teorileri inceleyiniz.

Tepkime Denklemi ve Modeli		Ait Olduğu Teori
$\text{HCl(g)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+(\text{suda}) + \text{Cl}^-(\text{suda})$ Asit HCl Saf su HCl çözeltisi		Arrhenius

Tepkime Denklemi ve Modeli	Ait Olduğu Teori
Baz $\text{NaOH(k)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$  Saf su NaOH çözeltisi	Arrhenius
$\text{HF(suda)} + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{F}^-(\text{suda}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda})$ 	Brønsted-Lowry
$\text{NH}_3(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$ 	Brønsted-Lowry

2. Aşağıdaki tanecik modelleri ile verilen tablodaki asitler ve bazların sulu çözeltilerine ait tepkime modellerini inceleyiniz. 1. adımdaki bilgileri göz önünde bulundurarak verilen modeller için tepkime denklemlerini yazınız. Tepkime modelleri ve yazdığınız denklemlere göre asitler ve bazların ait olduğu teoriyi tablodaki ilgili boşluğa yazınız.



Tepkime Denklemi ve Modeli	Ait Olduğu Teori
Tepkime Modeli: 	
Tepkime Denklemi:	
Tepkime Modeli: 	
Tepkime Denklemi:	
Tepkime Modeli: 	
Tepkime Denklemi:	
Tepkime Modeli: 	
Tepkime Denklemi:	

3. 1 ve 2. adımdaki çıkarımlarınızdan yola çıkarak Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit-baz teorilerine ilişkin belirlediğiniz varsayımları yazınız.

Arrhenius Asit ve Baz Teorisi:

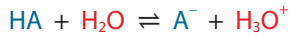
Brønsted-Lowry Asit ve Baz Teorisi:

4. 1 ve 2. adımdaki çıkarımlarınızdan yola çıkarak Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit-baz teorilerinin benzerliklerini ve farklılıklarını aşağıdaki tabloda ilgili boşluğa listeleyiniz.

Benzerlikler	Farklılıklar

5. Aşağıdaki bilgileri okuyunuz.

Brønsted-Lowry, asit-baz tanımını proton transferine dayandırır. Brønsted-Lowry tanımına göre asit-baz tepkimelerinde proton (H^+) veren madde asit, proton (H^+) alan madde bazdır. Örneğin



Asit Baz Baz Asit

tepkimesinde HA protonunu (H^+) suya verdiği için asit, H_2O proton aldığı için bazdır. HA proton verince A^- iyonunu, H_2O proton alınca H_3O^+ iyonunu oluşturur.

Bir asit, protonunu verdiğinde geriye kalan tür, o asidin eşlenik (konjuge) bazı olur. Bir baz proton aldığı anda oluşan tür, o bazın eşlenik asidi olur. Bu şekilde oluşan asit-baz çiftlerine **eşlenik asit-baz çiftleri** denir. Örneğin $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$ tepkimesine göre $HA-A^-$ ve $H_3O^+-H_2O$ eşlenik asit-baz çiftleridir.

Bir tane proton (H^+) verebilen asitlere **monofonksiyonel asit**, bir tane proton (H^+) alabilen ya da bir tane hidroksit (OH^-) verebilen bazlara **monofonksiyonel baz** denir. Birden fazla proton (H^+) verebilen asitlere **polifonksiyonel asit**, birden fazla proton (H^+) alabilen ya da birden fazla hidroksit (OH^-) verebilen bazlara **polifonksiyonel baz** denir.

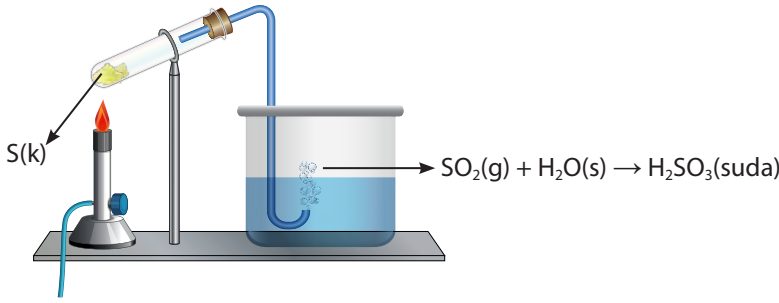
6. Aşağıda iki farklı deney ve bu deneylerde gerçekleşen tepkimeler verilmiştir. Deney adımlarını, deneysel verileri, gerçekleşen tepkimeleri ve tepkime modellerini inceleyiniz.

1. Deney

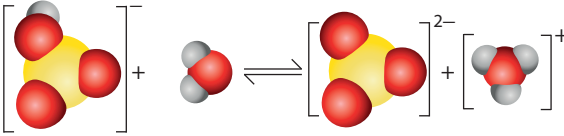
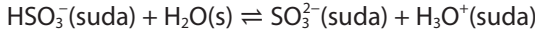
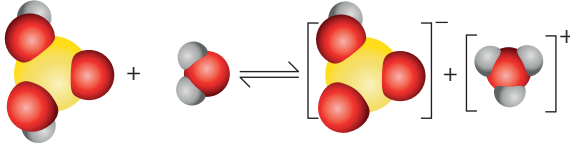
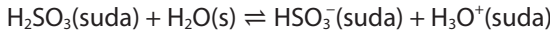
Deney Adımları

1. Adım: Spatül yardımıyla bir miktar kükürt katısı alınarak deney tüpüne konur. Kükürt, bek alevi ile ısıtıldığında $S(k) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ tepkimesine göre kükürt dioksidi (SO_2) dönüşür.

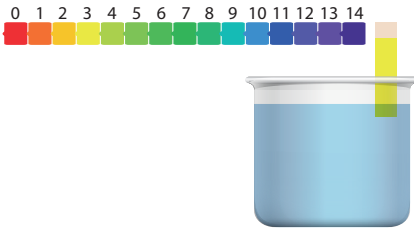
Oluşan SO_2 gazı görseldeki gibi deney tüpüne bağlanan cam boru yardımıyla beherglastaki saf su içine gönderilir. Kükürt dioksit saf suda $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3(\text{suda})$ denklemine göre H_2SO_3 e dönüşür.



2. Adım: Sülfüroz asidin (H_2SO_3) suda çözünme denklemleri ve bu denklemlerin modelleri aşağıdaki gibi yazılır.



3. Adım: Beherglastaki çözelti, cam bagetle karıştırılarak pH kâğıdı çözeltiye daldırılır. pH kâğıdında gerçekleşen renk değişiminden yararlanarak çözeltinin pH değeri belirlenir.



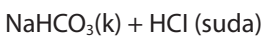
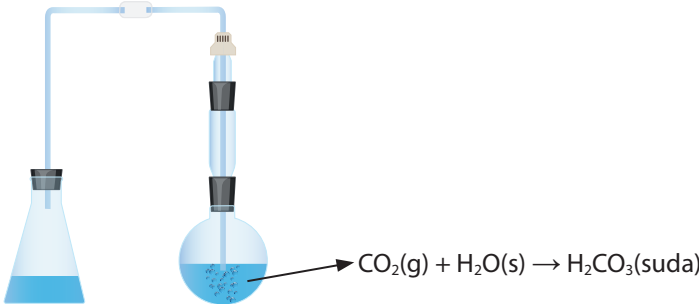
2. Deney

Deney Adımları

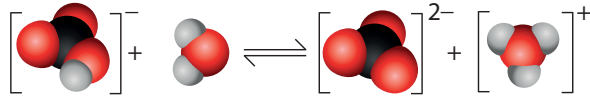
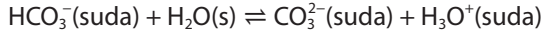
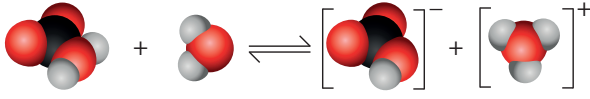
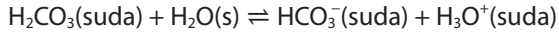
1. Adım: Bir miktar sodyum bikarbonat katısı HCl çözeltisine eklenerek

$\text{NaHCO}_3(\text{k}) + \text{HCl}(\text{suda}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ tepkimesine göre karbon dioksit (CO_2) gazı elde edilir.

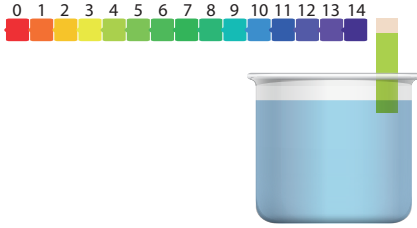
Oluşan CO_2 gazı görseldeki gibi cam boru yardımıyla saf su doldurulmuş cam balona gönderilir. Karbon dioksit saf suda $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{suda})$ denklemine göre H_2CO_3 e dönüşür.



2. Adım: Karbonik asitin (H_2CO_3) suda çözünme denklemleri ve bu denklemlerin modelleri aşağıdaki gibi yazılır.

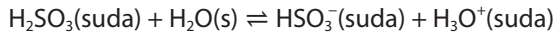


3. Adım: Beherglastaki çözelti, cam bagetle karıştırılarak pH kâğıdı çözeltiye daldırılır. pH kâğıdında gerçekleşen renk değişiminden yararlanarak çözeltinin pH değeri belirlenir.

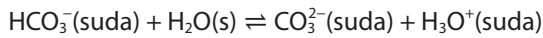


7. Aşağıdaki soruları bilgilerden ve deney verilerinden yararlanarak araştırmacı ve sorgulayıcı bakış açısıyla cevaplayınız.

a) H_2SO_3 ve HCO_3^- asitlerinin aşağıda verilen suda çözünme denklemlerinde her bir bileşenin asit ya da baz olduğunu ilgili noktalı boşluklara yazınız. Eşlenik asit-baz çiftlerini belirtiniz.



.....



.....

Eşlenik asit-baz çiftleri:

.....

b) Çözünme denklemlerinden yararlanarak H_2SO_3 ve H_2CO_3 asitlerinin monofonksiyonel ya da polifonksiyonel olduğunu nedeniyle açıklayınız.

.....

.....

.....

c) Oluşan çözeltilerin pH değerlerinden yararlanarak ametal oksitlerin sulu çözeltilerinin asitliği hakkındaki çıkarımlarınızı yazınız.

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme

1. Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit ve baz teorilerinin varsayımlarına ilişkin özellikleri yazınız.

.....

.....

.....

2. Ametal oksitlerin asidik özelliğini belirlerken deneysel verilerde ve suda çözünme denklemlerinde temel alacağınız ölçütler nelerdir? Açıklayınız.

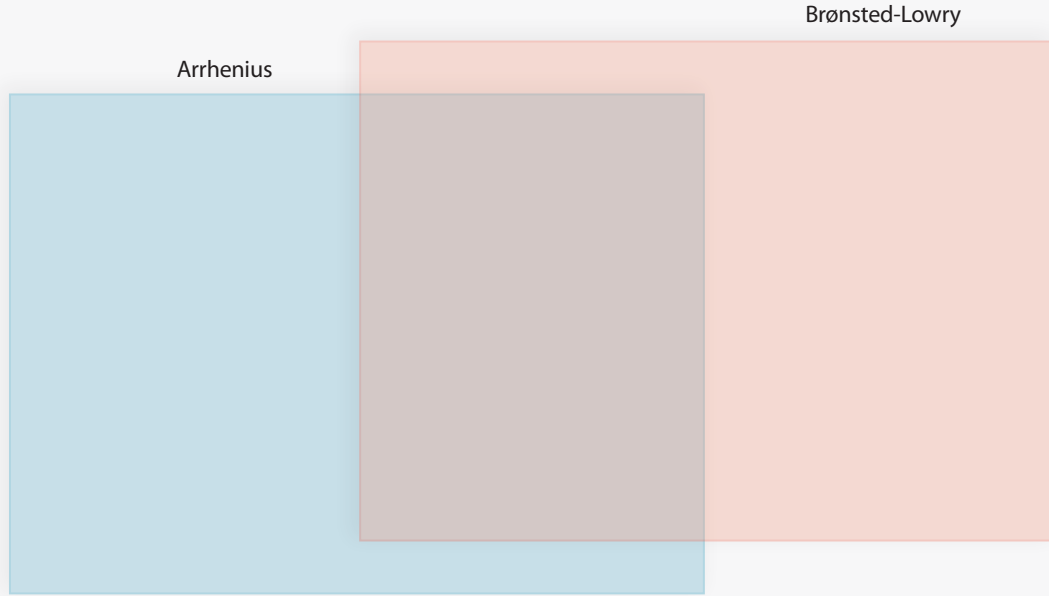
.....

.....

.....

2.3. ÇALIŞMA YAPRAĞI

Aşağıda verilen Venn Şeması üzerinde Arrhenius ve Brønsted - Lowry asit ve baz teorilerinin benzerliklerini ve farklılıklarını listeleyiniz.

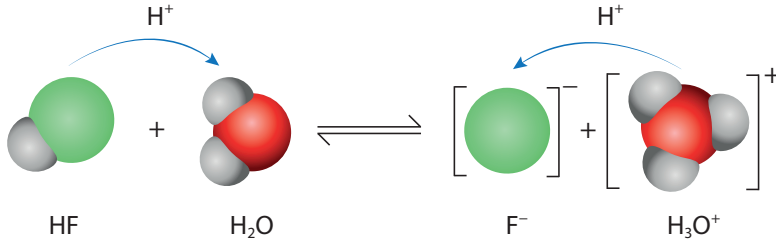


Brønsted-Lowry asit-baz tanımına göre eşlenik asit-baz çiftlerinin belirlenmesine ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.

Asitler ve bazlarla ilgili ilk kabul gören bilimsel tanım İsveçli kimyacı Arrhenius tarafından 1884 yılında yapılmıştır. Arrhenius asit-baz teorisine göre suda çözüldüğünde suya H^+ iyonu veren maddelere **asit**, OH^- iyonu veren maddelere ise **baz** denir. Arrhenius asit-baz teorisi sadece sulu çözeltiler için geçerlidir. Bu teori, yapısında hidrojen içermeyen SO_2 , CO_2 gibi maddelerin asitliğini ve NH_3 gibi hidroksit içermeyen maddelerin bazlığını açıklamada yetersiz kalmıştır.

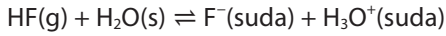
Birbirlerinden bağımsız çalışan Danimarkalı J. N. Brønsted ve İngiliz T. M. Lowry tarafından yapılan daha geniş kapsamlı asit-baz teorisi 1923 yılında kabul görmüştür. Brønsted-Lowry asit-baz teorisine göre proton (H^+) veren madde **asit**, proton (H^+) alan madde **bazdır**. Bu teori, yapısında hidrojen içermeyen SO_2 , CO_2 gibi maddelerin asitliğini ve hidroksit içermeyen NH_3 gibi maddelerin bazlığını açıklar. Brønsted-Lowry asit-baz teorisi, hem sulu çözeltiler hem de susuz ortamlar için geçerlidir.

Brønsted-Lowry asit-baz teorisine göre asit-baz tepkimelerinde proton asitten baza aktarılır. Örneğin $\text{HF(g)} + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{F}^-(\text{suda})$ ileri yönlü tepkimesinde HF, H_2O ya proton verdiği için asit, H_2O ise proton aldığı için bazdır. Geri yönlü tepkimede ise H_3O^+ proton verdiği için asit, F^- proton aldığı için bazdır (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Hidrojen florürün (HF) suda iyonlaşma tepkime modeli

Brønsted-Lowry asit-baz teorisine göre aralarında bir proton (H^+) fark bulunan asit-baz çiftlerine **eşlenik (konjuge) asit-baz çifti** denir. Örneğin



tepkimesinde HF-F^- ve $\text{H}_2\text{O-H}_3\text{O}^+$ eşlenik çiftlerdir. Eşlenik asit baz çiftleri aralarında proton alışverişi yaparlar. Tepkimede HF ve H_3O^+ proton verdiği için asit, F^- ve H_2O proton aldığı için bazdır. Buna göre HF, F^- nin H_3O^+ ise H_2O nun eşlenik asidi olurken F^- , HF nin H_2O ise H_3O^+ nın eşlenik bazıdır.

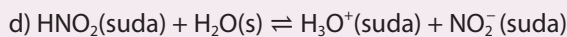
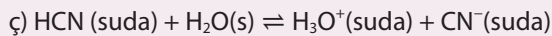
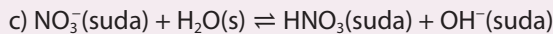
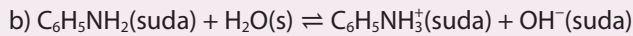
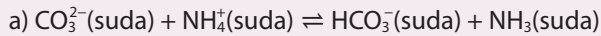
Eşlenik asit-baz çiftleri tepkime üzerinde "Asit1-Baz1, Asit2-Baz2" şeklinde aşağıdaki gibi gösterilir.



Asit 1 Baz 2 Baz 1 Asit 2

2.2. UYGULAMA NOKTASI

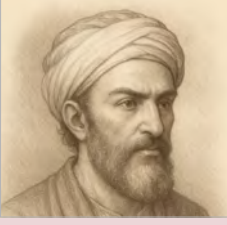
Aşağıda verilen tepkime denklemlerinde eşlenik asit-baz çiftlerini belirleyerek tepkime denkleminin altındaki ilgili boşluklara yazınız. Ayrıca belirlediğiniz eşlenik asit-baz çiftlerini tablodaki ilgili boşluklara yazınız.



	Asit 1-Baz 1	Asit 2-Baz 2
a)		
b)		
c)		
ç)		
d)		

Arrhenius asit-baz tanımı, sadece sulu çözeltilerde asit ve bazları tanımlayabilir. Bu nedenle oldukça dar kapsamlıdır. Bu tanıma göre nötralleşme tepkimeleri sonunda, tuz ve su oluşur.

Brønsted-Lowry asit-baz tanımı ise her ortamda geçerlidir. Bu nedenle daha geniş kapsamlıdır. Asit ve baz arasındaki tepkime, proton transferi ile gerçekleştiği için tuz ve su oluşması gerekmez.

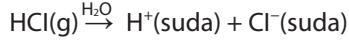


Ebu Bekir Razi (Temsili)

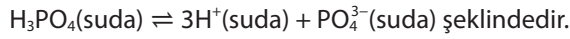
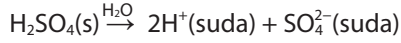
Ebu Bekir Razi, Orta Çağ'ın önemli İslam bilgini, hekimi ve simyacıdır. Çiçek ve kızamık hastalığına ilk tedaviyi geliştirmiştir. Kimyasal maddeleri metalik, bitkisel ve hayvansal olarak sınıflandırmıştır. Karınca asidi, sülfürik asit, kostik soda ve gliserini ilk kez elde etmiştir. Deneyisel yöntemlerle kimyaya bilimsel bir kimlik kazandırmıştır.

Ametal oksitlerinin genellikle oksijen atomu sayısı ametal atom sayısına eşit ya da daha az olan (oksijence fakir) CO, NO, N₂O gibi ametal oksitler, nötr oksit özelliği gösterir.

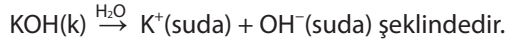
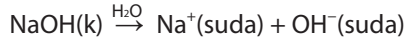
Hidroklorik asit (HCl), nitrik asit (HNO₃), asetik asit (CH₃COOH) gibi asitler **mono-fonksiyonel** asitlerdir. Bu tür asitlerin bir molekülü suda iyonlaştığında sadece bir hidrojen iyonu (H⁺) ya da hidronyum (H₃O⁺) iyonu oluşturur. Bu asitlerin iyonlaşma denklemleri



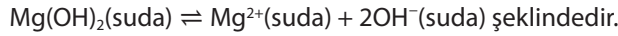
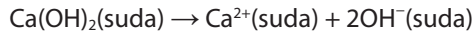
Sülfürik asit (H₂SO₄), fosforik asit (H₃PO₄) gibi asitler **polifonksiyonel** asitlerdir. Bu tür asitlerin her bir molekülü suda iyonlaştığında birden fazla hidrojen iyonu (H⁺) ya da hidronyum (H₃O⁺) iyonu oluşturur. Bu asitlerin iyonlaşma denklemleri



Sodyum hidroksit (NaOH), potasyum hidroksit (KOH) gibi bazlar **monofonksiyonel** bazlardır. Bu tür bazlar iyonlaştığında sadece bir hidroksit iyonu (OH⁻) oluşturur. Bu bazların iyonlaşma denklemleri

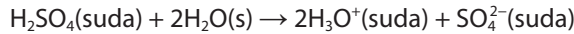
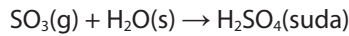
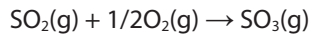


Kalsiyum hidroksit [Ca(OH)₂], magnezyum hidroksit [Mg(OH)₂] gibi bazlar **polifonksiyonel** bazlardır. Bu tür bazlar iyonlaştığında birden fazla hidroksit (OH⁻) iyonu verirler. Bu bazların iyonlaşma denklemleri

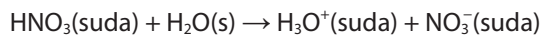
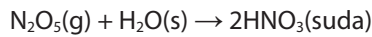


Ametal Oksitlerin Asidik Özelliği

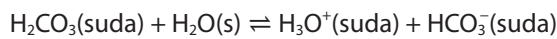
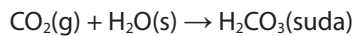
Ametallerin oksijenle oluşturdukları bileşiklere **ametal oksit** denir. Ametal oksitlerin genellikle oksijen atomu sayısı ametal atom sayısından daha fazla olan (oksijence zengin) bileşiklerinin sulu çözeltileri asidik özellik gösterir. Ametal oksitler su ile tepkimeye girerek asitleri oluşturur. Bu asitler de suda çözüldüklerinde H₃O⁺ iyonu oluştururlar. SO₂, N₂O₅, CO₂ gibi ametal oksitlerin asidik özelliğinden yararlanan önemli endüstriyel uygulamalar vardır.



H₂SO₄; gübre, patlayıcı ve pil üretiminde ayrıca petrol, tekstil endüstrisi gibi pek çok alanda kullanılır.



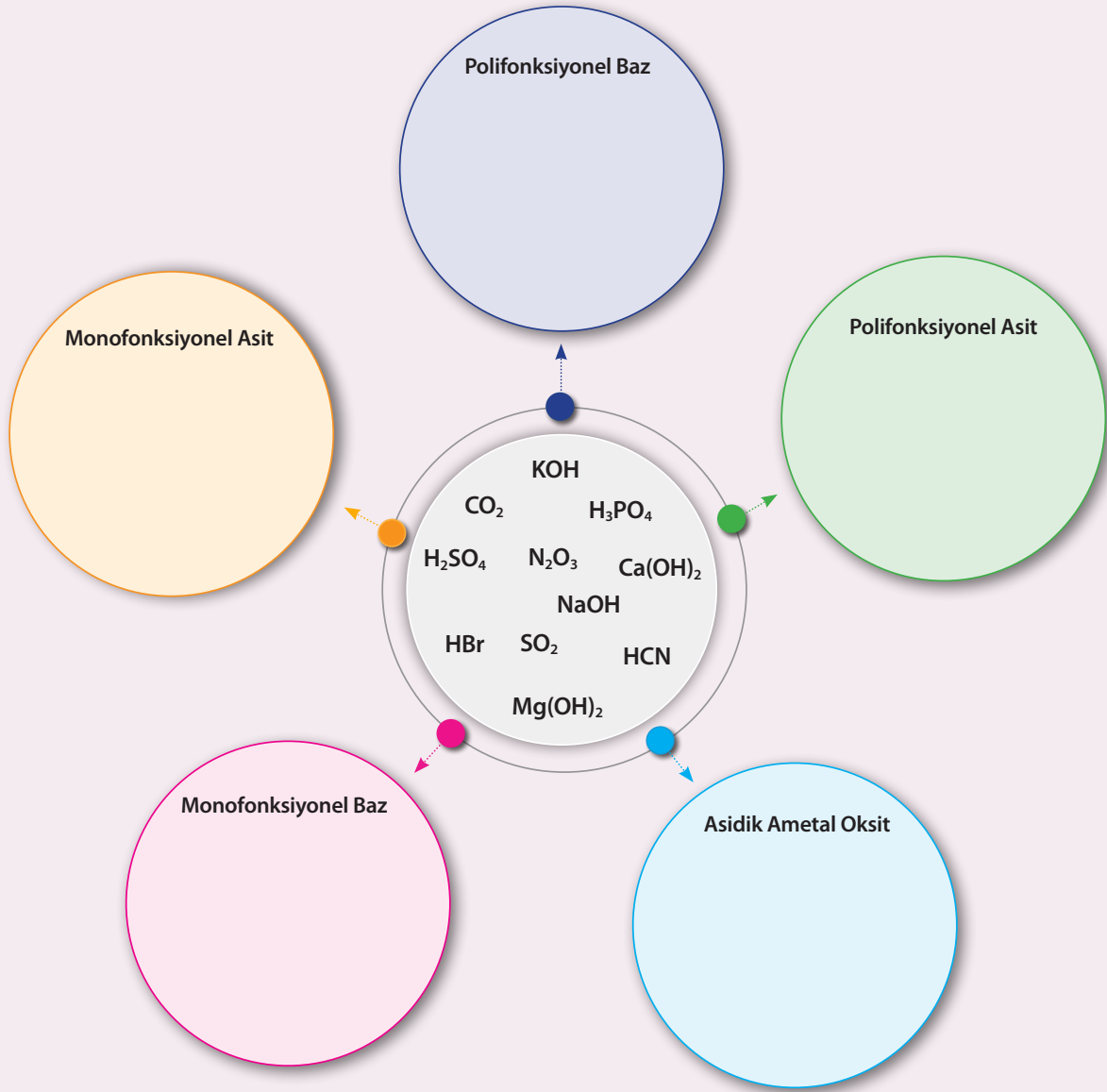
HNO₃; gübre, patlayıcı, boya, ilaç üretimi gibi pek çok alanda ve bazı roketlerde oksitleyici olarak kullanılır.



Bu tepkimeler; kanın pH değerini dengeler, deniz ve okyanusların pH değerini düşürür, gazlı içeceklerin üretiminde kullanılır. Bu nedenle biyolojik, ekolojik ve endüstriyel öneme sahiptir.

2.3. UYGULAMA NOKTASI

1. Aşağıda verilen maddeleri özelliklerine göre sınıflandırıp ilgili boş alanlara yazınız.



2. CH₃COOH bileşiği için

a) Arrhenius asit-baz teorisine göre bileşiğin asit/baz özelliğini, tepkime denklemini yazarak açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

b) Brønsted-Lowry asit ve baz teorisine göre bileşiğin asit/baz özelliğini, tepkime denklemini yazarak açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

2.7. KONTROL NOKTASI

1. Verilen ifadelerin Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit-baz teorilerinden hangisiyle ilişkili olduğunu kutucuğa ✓ işareti koyarak belirtiniz. Bazı ifadelerin her iki teoriyle de ilişkili olabileceğini göz önünde bulundurunuz.

İfadeler	Arrhenius	Brønsted-Lowry
Maddelerin asit-baz özelliğini açıklayan teoridir.	☐	☐
Maddelerin asit-baz özelliğini sadece sulu çözeltilerde açıklayabilir.	☐	☐
Maddelerin asit-baz özelliğini sulu ve susuz ortamlarda açıklayabilir.	☐	☐
Yapısında hidrojen ve hidroksit içermeyen maddelerin asit ve baz özelliğini açıklamada yetersiz kalmıştır.	☐	☐
Proton (H ⁺) veren madde asit, proton (H ⁺) alan madde bazdır.	☐	☐
Suda çözüldüğünde ortama H ⁺ iyonu veren madde asit, OH ⁻ iyonu veren madde bazdır.	☐	☐
Eşlenik asit-baz çifti kavramını açıklayan teoridir.	☐	☐
HCN(suda) + NO ₂ ⁻ (suda) ⇌ CN ⁻ (suda) + HNO ₂ (suda) tepkimesindeki maddelerin asitlik ve bazlık özelliğini açıklayan teoridir.	☐	☐
CO ₂ , SO ₂ , N ₂ O ₅ gibi oksijence zengin oksitlerin asidik özelliğini açıklayabilir.	☐	☐

2. Aşağıda tabloda verilen tepkime denklemlerinin hangi teori ile ilişkili olduğunu ilgili kutucuğa ✓ işareti koyarak belirtiniz.

Tepkime Denklemi	Arrhenius	Brønsted-Lowry
HClO ₄ (suda) + NH ₃ (suda) ⇌ NH ₄ ⁺ (suda) + ClO ₄ ⁻ (suda)	☐	☐
LiOH(k) $\xrightarrow{H_2O}$ Li ⁺ (suda) + OH ⁻ (suda)	☐	☐
HNO ₂ (g) $\xrightarrow{H_2O}$ H ⁺ (suda) + NO ₂ ⁻ (suda)	☐	☐
H ₃ PO ₄ (suda) + CO ₃ ²⁻ (suda) → H ₂ PO ₄ ⁻ (suda) + HCO ₃ ⁻ (suda)	☐	☐
C ₅ H ₅ N(suda) + HCl(suda) ⇌ C ₅ H ₅ NH ⁺ (suda) + Cl ⁻ (suda)	☐	☐

2.2.3. Asitlerin ve Bazların Kuvveti

KONUYA BAŞLARKEN



Günlük hayatta karşılaşılan birçok madde asit veya baz içerir. Bu maddelerdeki asitlerin ve bazların kuvveti farklıdır. Örneğin limon suyu ve sirkeye ekşi tadı veren içeriklerindeki zayıf asitlerdir. Bu asitlerin zayıf olması limon suyu ve sirkenin gıda olarak tüketilmesine imkân verirken tahriş edici ve aşındırıcı etkisinin zarar vermeyecek düzeyde olmasını sağlar. Kireç çözücüler ise tuz ruhu (HCl) gibi kuvvetli asitler içerir. Kuvvetli asitlerin tahriş edici ve aşındırıcı etkileri vardır. Bu nedenle kuvvetli asitlerin etkilerinden korunmak için önlemler alınması gerekir.

Sabunlar zayıf baz özelliği gösterir. Zayıf bazların tahriş edici özellikleri oldukça düşük olduğundan sabun kullanımı cildi tahriş etmez ve sağlığa zarar vermez. Öte yandan lavabo açıcı olarak kullanılan NaOH gibi kuvvetli bazlar temas hâlinde cildi tahriş eder. Günlük hayatta asitlerin ve bazların kuvvetini anlamak, güvenli kullanım açısından oldukça önemlidir.

- Asitlerin ve bazların kuvvetlerinin farklı olması, kullanım alanlarını nasıl etkiler?
- Asitlerin ve bazların kuvveti hangi özelliklerine bağlıdır?
- Asitlerin ve bazların kuvvetlerini kıyaslamak için hangi nicelikler kullanılabilir?

2.16. ETKİNLİK



Adı	Asitlerin ve Bazların Kuvveti
Amaç	Asitlerin ve bazların kuvvetlerine ilişkin bilimsel sorgulama yapabilme
Süre	35 + 35 + 35 dk.
Bu etkinlik Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğrenci ve öğretmen tarafından değerlendirilecektir. Dereceli Puanlama Anahtarı'na etkinlik sonunda bulunan karekodla ulaşabilirsiniz.	

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Tablolarda bazı asitlerin ve bazların iyonlaşma denklemleri ile derişimi 1 M olan sulu çözeltilerinde iyonlaşma yüzdelerinin yaklaşık değerleri belirtilmiştir. Tablolardaki verileri inceleyerek asitlerin ve bazların kuvvetlerinin belirlenmesi amacıyla araştırma soruları oluşturunuz ve oluşturduğunuz soruları tabloların altındaki boşluğa yazınız.

Asit	İyonlaşma Denklemi	İyonlaşma Yüzdesi
Hidroklorik asit	$\text{HCl(g)} + \text{H}_2\text{O(s)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{Cl}^-(\text{suda})$	%100
Nitrik asit	$\text{HNO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O(s)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{NO}_3^-(\text{suda})$	%100
Hidroflorik asit	$\text{HF(suda)} + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{F}^-(\text{suda})$	%2,6
Asetik asit	$\text{CH}_3\text{COOH(suda)} + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{suda})$	%0,4

Baz	İyonlaşma Denklemi	İyonlaşma Yüzdesi
Sodyum hidroksit	$\text{NaOH(k)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$	%100
Potasyum hidroksit	$\text{KOH(k)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{K}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$	%100
Etilamin	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$	%2,5
Amonyak	$\text{NH}_3(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$	%0,4

2. Aşağıdaki metinden yararlanarak soruyu cevaplayınız.

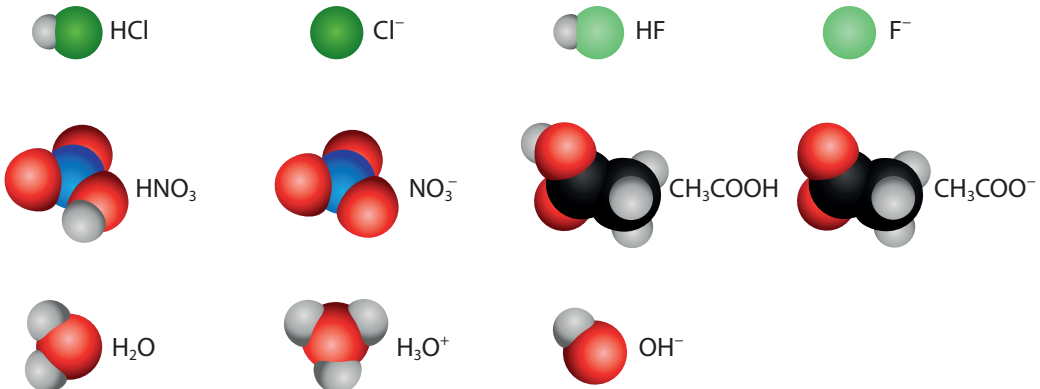


Cabir bin Hayyan (Temsili)

Orta Çağ'ın en önemli İslam âlimlerinden biri olan Cabir bin Hayyan, yaptığı çalışmalarla kimya bilimine birçok katkı sağlamıştır. Cabir bin Hayyan ilk laboratuvarı kurmuştur. Deneylerde kullanılan bazı aletleri tasarlayıp bu aletlerin nasıl kullanılacağını açıklamıştır. Damıtma işleminde "imbik" aletini kullanarak bitkilerden esans ve bazı asitler elde etmiştir. Damıtma yöntemi uygulayarak zaç yağı, kezzap ve tuz ruhunu bulmuştur. Çalışmalarında günümüzde de hâlâ geçerliliği olan damıtma, kristallendirme, süblimleştirme ve süzme yöntemlerini kullanmıştır. Kimyanın bilim hâline gelişinden yüzyıllar öncesinde laboratuvar çalışmaları yapmıştır. Deneysel kimyanın öncülerinden olduğu için "Kimyanın Babası" ünvanını almıştır.

Çeşitli fikir, argüman ve yeni bilgilere açık olmanın ve merak duygusunun peşinden gitmenin bilimsel gelişime katkıları neler olabilir?

3. Aşağıda verilen tanecik modellerini inceleyiniz. 1. adımda verilen asitlerin iyonlaşma yüzdelerinden ve verilen tablodaki örneklerden yararlanarak HCl ve HF asitlerinin iyonlaşma denklemlerini yazınız. Verilen tanecik modellerini kullanarak iyonlaşma modellerini oluşturunuz. Ayrıca tablodaki verilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.



Asit: HNO_3	İyonlaşma Yüzdesi: %100	Asit: HCl	İyonlaşma Yüzdesi: %100
İyonlaşma Denklemi		İyonlaşma Denklemi	
$\text{HNO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{NO}_3^-(\text{suda})$			
İyonlaşma Modeli		İyonlaşma Modeli	
$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$			
Sulu Çözeltisindeki İyonlar		Sulu Çözeltisindeki İyonlar	
HNO_3			

Asit: CH_3COOH	İyonlaşma Yüzdesi: %0,4	Asit: HF	İyonlaşma Yüzdesi: %2,6
İyonlaşma Denklemi		İyonlaşma Denklemi	
$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{suda})$			
İyonlaşma Modeli		İyonlaşma Modeli	
$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$			
Sulu Çözeltisindeki İyonlar		Sulu Çözeltisindeki İyonlar	
CH_3COOH			

a) Tablodaki asitlerin derişimleri ve sıcaklıkları eşit olan çözeltilerinde H_3O^+ derişimlerini asitlerin iyonlaşma yüzdelерinden faydalanarak kıyaslayınız.

.....

.....

.....

.....

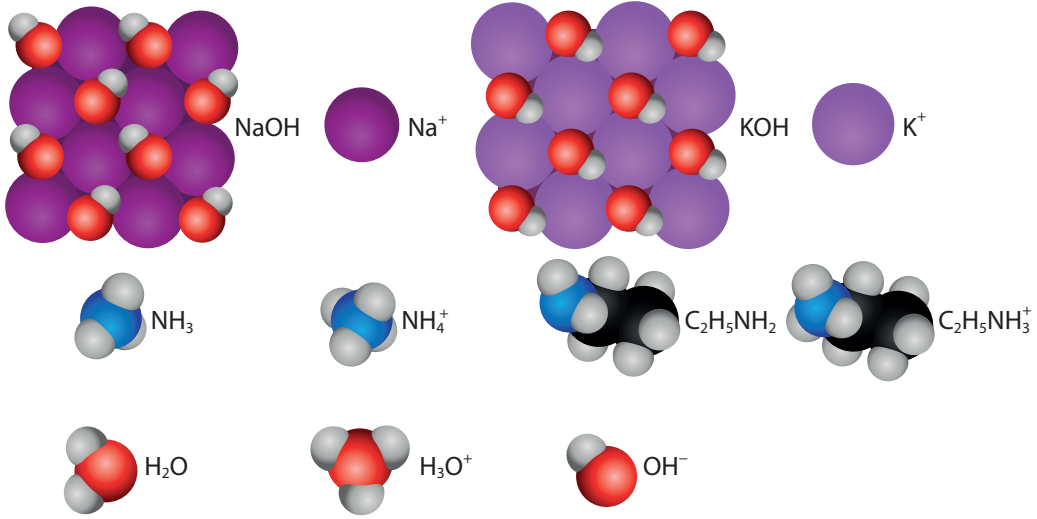
.....

.....

.....

b) Tabloda oluşturduğunuz modellerden ve iyonlaşma yüzdelerinden yararlanarak HCl, HNO₃, HF ve CH₃COOH asitlerinin kuvvetine ilişkin çıkarımlarınızı yazınız.

4. Aşağıda verilen tanecik modellerini inceleyiniz. 1. adımda verilen bazların iyonlaşma yüzdelerinden ve verilen tablodaki örneklerden yararlanarak NaOH ve NH₃ bazlarının iyonlaşma denklemlerini yazınız. Verilen tanecik modellerini kullanarak iyonlaşma modellerini oluşturunuz. Ayrıca tablodaki verilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.



Baz: NaOH	İyonlaşma Yüzdesi: %100	Baz: KOH	İyonlaşma Yüzdesi: %100
İyonlaşma Denklemi		İyonlaşma Denklemi	
$\text{NaOH(k)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$			
İyonlaşma Modeli		İyonlaşma Modeli	
NaOH Na⁺ OH⁻			
Sulu Çözeltisindeki İyonlar		Sulu Çözeltisindeki İyonlar	

Baz: C ₂ H ₅ NH ₂	İyonlaşma Yüzdesi: %2,5	Baz: NH ₃	İyonlaşma Yüzdesi: %0,4
İyonlaşma Denklemi		İyonlaşma Denklemi	
$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$			
İyonlaşma Modeli		İyonlaşma Modeli	
$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$			
Sulu Çözeltisindeki İyonlar		Sulu Çözeltisindeki İyonlar	

a) Tablodaki bazların derişimleri ve sıcaklıkları eşit olan çözeltilerinde OH⁻ derişimlerini bazların iyonlaşma yüzdelerinden faydalanarak kıyaslayınız.

b) Tabloda oluşturduğunuz modellerden ve iyonlaşma yüzdelerinden yararlanarak KOH, NaOH, C₂H₅NH₂ ve NH₃ bazlarının kuvvetine ilişkin çıkarımlarınızı yazınız.

5. Asitlerin ve bazların kuvvetlerini karşılaştırabilmek için verilen deneyi işlem basamaklarını takip ederek gerçekleştiriniz.

Deneyin Adı	Asitlerin ve Bazların Kuvveti
Deneyin Amacı	Asitlerin ve bazların kuvvetlerini karşılaştırabilme
Süre	20 dk.
Malzeme	0,1 M HCl çözeltisi, 0,1 M CH ₃ COOH çözeltisi, 0,1 M NaOH çözeltisi, 0,1 M NH ₃ çözeltisi, pH metre ya da pH kâğıdı, kondüktometre (iletkenlik ölçer), 4 adet 100 mL'lik beherglas, etiket, mezür, termometre

İşlem basamakları

- Temiz ve kuru 4 adet 100 mL'lik beherglas alınız.
- Her bir beherglasa 0,1 M HCl, 0,1 M CH₃COOH, 0,1 M NaOH ve 0,1 M NH₃ çözeltilerinden yirmişer mililitre ekleyiniz.
- İçindeki asit ya da baz türünü ve derişimini gösterecek biçimde beherglasları etiketleyiniz.
- Oda sıcaklığındaki asit ve baz çözeltilerinin pH değerini, pH metre veya pH kâğıdı kullanarak ölçünüz. Ölçüm sonuçlarını ilgili boşluklara yazınız.

HCl
NaOH

CH₃COOH
NH₃

d) Kondüktometre ile her bir çözeltinin elektriksel iletkenliğini ölçünüz. Ölçüm sonuçlarını ilgili boşluklara yazınız.

HCl	CH ₃ COOH
NaOH	NH ₃

6. 5. adımdaki deney sonuçlarından yararlanarak soruları cevaplayınız.

a) Ölçtüğünüz pH ve elektriksel iletkenlik değerlerinden yararlanarak HCl ve CH₃COOH çözeltilerindeki H₃O⁺ derişimlerini karşılaştırınız.

.....

b) HCl ve CH₃COOH çözeltilerinin pH değerlerinin ve elektriksel iletkenliklerinin neden farklı olduğunu iyonlaşma yüzdesi ile ilişkilendirerek açıklayınız.

.....

c) HCl ve CH₃COOH asitlerinin kuvvetini iyonlaşma yüzdesi ile ilişkilendirerek karşılaştırınız. Karşılaştırmanızı iyonlaşma denklemleri ve modellerini kullanarak açıklayınız.

.....

ç) Ölçtüğünüz pH ve elektriksel iletkenlik değerlerinden yararlanarak NaOH ve NH₃ çözeltilerindeki OH⁻ derişimlerini karşılaştırınız.

.....

d) NaOH ve NH₃ çözeltilerinin pH değerlerinin ve elektriksel iletkenliklerinin neden farklı olduğunu iyonlaşma yüzdesi ile ilişkilendirerek açıklayınız.

.....

e) HCl ve CH₃COOH asitlerinin kuvvetini iyonlaşma yüzdesi ile ilişkilendirerek karşılaştırınız. Karşılaştırmanızı iyonlaşma denklemleri ve modellerini kullanarak açıklayınız.

.....

7. Asitlerin ve bazların kuvvetine ilişkin çıkarımlarınızı açıklayınız.

.....

8. Asitlerin ve bazların kuvvetine ilişkin açıklamalarınızla aşağıda verilen bilimsel bilgiler arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

*İyonlaşma yüzdesi arttıkça asitlerin ve bazların kuvveti artar. Suda yaklaşık %100 iyonlaşan asitlere, bazlara **kuvvetli asit** ya da **kuvvetli baz** denir. Suda kısmen iyonlaşan asitlere, bazlara ise **zayıf asit** ya da **zayıf baz** denir.*

Benzerlikler	Farklılıklar
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

9. Asitlerin ve bazların kuvvetine ilişkin açıklamalarınızı bilimsel bilgilerle değerlendiriniz. Eğer varsa açıklamalarınızdaki eksikliklerinizi analitik düşünme yaklaşımıyla tamamlayınız ve hatalarınızı düzeltiniz.

Değerlendirme

1. Asitlerin ve bazların kuvvetini belirleyen ölçüt nedir?

2. Araştırma sorusu oluşturmanın ve bu soruyu araştırmak için deney yapmanın asitlerin ve bazların kuvvetine ilişkin açıklamalarınıza katkısı ne olmuştur?

Dereceli Puanlama Anahtarı'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



Asitlerin ve bazların kuvveti suda iyonlaşma oranıyla ilgilidir. Bir asidin suda oluşturduğu H_3O^+ derişiminin, asidin başlangıç derişimine oranının 100 ile çarpılması asidin iyonlaşma yüzdesini verir.

HA monofonksiyonel asidi için iyonlaşma yüzdesi

$$\text{İyonlaşma yüzdesi} = \frac{\text{Asitten gelen } H_3O^+ \text{ derişimi}}{\text{Asidin başlangıç derişimi}} \cdot 100 \quad \text{ya da}$$

$$\text{İyonlaşma yüzdesi} = \frac{[H_3O^+]}{[HA]} \cdot 100 \text{ şeklinde hesaplanır.}$$

Bir bazın suda oluşturduğu OH^- derişiminin, bazın başlangıç derişimine oranının 100 ile çarpılması bazın iyonlaşma yüzdesini verir.

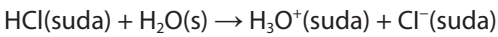
BOH monofonksiyonel bazı için iyonlaşma yüzdesi

$$\text{İyonlaşma yüzdesi} = \frac{\text{Bazdan gelen } OH^- \text{ derişimi}}{\text{Bazın başlangıç derişimi}} \cdot 100 \quad \text{ya da}$$

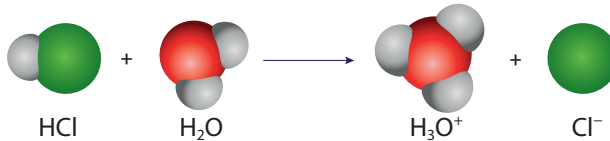
$$\text{İyonlaşma yüzdesi} = \frac{[OH^-]}{[BOH]} \cdot 100 \text{ şeklinde hesaplanır.}$$

Suda tamamen (%100) iyonlaştığı kabul edilen asitlere **kuvvetli asit** denir. Kuvvetli asitlere HCl, HNO_3 , $HClO_4$, H_2SO_4 gibi asitler örnek verilebilir. Kuvvetli asitlerin suda çözünmesi tek yönlü gerçekleşir.

Hidroklorik asit (HCl) suda



denkleminde göre iyonlarına ayrılarak çözünür ve iyonlaşma modeli Görsel 2.5'teki gibi gösterilir.

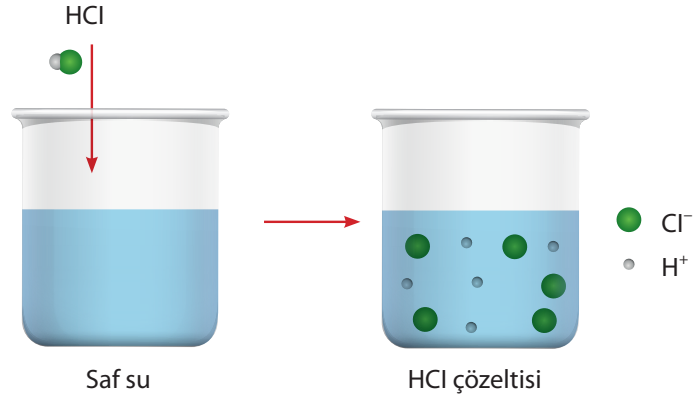


Görsel 2.5: HCl'in iyonlaşma modeli

HCl nin suda çözünme denklemi kısaca

$\text{HCl(g)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}^+(\text{suda}) + \text{Cl}^-(\text{suda})$ şeklinde de yazılır.

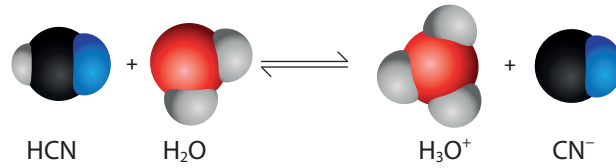
HCl nin sulu çözeltisindeki iyonlar Görsel 2.6'daki gibi modellenenebilir.



Görsel 2.6: HCl nin sulu çözeltisindeki iyonları gösteren model

Kuvvetli bir asit olan HCl nin suda tamamen iyonlaştığı kabul edildiği için çözeltinin HCl derişimi ile çözeltideki H_3O^+ iyonu derişimi birbirine eşittir. Örneğin 25 °C sıcaklıkta 1 M HCl sulu çözeltisi 1 M H_3O^+ iyonu içerir.

Suda çözündüğünde kısmen iyonlaşan asitlere **zayıf asit** denir. Zayıf asitlere HF, HNO_2 , HCN, HCOOH gibi asitler örnek gösterilebilir. Örneğin zayıf bir asit olan hidrojen siyanür (HCN) suda kısmen iyonlaştığı için suda çözünmüş HCN molekülleri ile sulu çözeltisindeki iyonlar arasında bir denge vardır (Görsel 2.7). Bu nedenle HCN nin suda çözünme denklemi çift yönlü okla gösterilir.

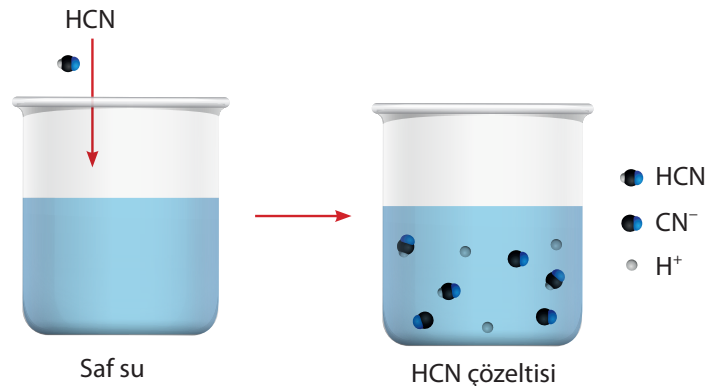


Görsel 2.7: HCN nin iyonlaşma modeli

HCN nin suda çözünme denklemi kısaca

$\text{HCN(g)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{suda}) + \text{CN}^-(\text{suda})$ şeklinde de yazılır.

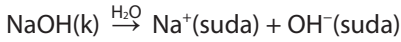
HCN nin sulu çözeltisindeki molekül ve iyonlar Görsel 2.8'deki gibi modellenenebilir.



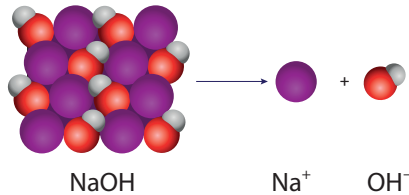
Görsel 2.8: HCN nin sulu çözeltisindeki molekül ve iyonları gösteren model

Zayıf bir asit olan HCN, suda kısmen iyonlaştığı için iyonlaşma sonucu oluşan H_3O^+ derişimi başlangıçtaki HCN derişiminden çok daha küçüktür. Örneğin 25 °C sıcaklıkta 1 M HCN sulu çözeltisinde H_3O^+ derişimi yaklaşık $2,5 \cdot 10^{-5}$ M'dır. Zayıf asitlerin iyonlaşma yüzdeleri oldukça küçüktür. Zayıf asit çözeltilerindeki iyon derişimi eşit derişimli kuvvetli asitlerin iyon derişiminden daha azdır. Bu nedenle zayıf asit çözeltilerinin elektriksel iletkenlikleri, eşit derişimli kuvvetli asit çözeltilerine göre düşük, pH değeri ise daha büyüktür.

Suda tamamen (%100) iyonlaştığı kabul edilen bazlara **kuvvetli baz** denir. Kuvvetli bazlara LiOH, NaOH, KOH, Ba(OH)₂ gibi bazlar örnek verilebilir. Kuvvetli bazların suda çözünmesi tek yönlü gerçekleşir. Sodyum hidroksit (NaOH) suda,

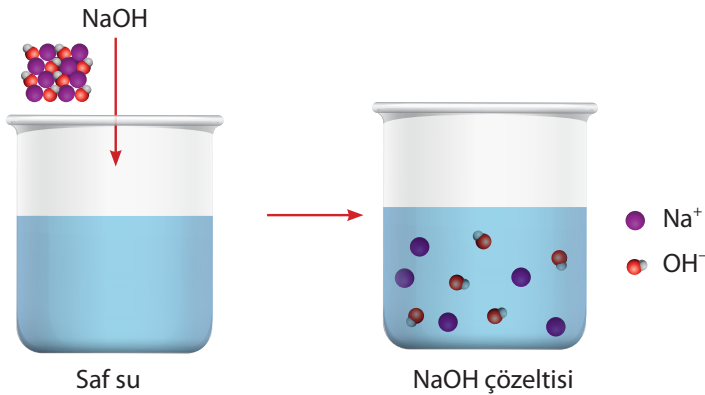


denkleminde göre iyonlarına ayrılarak çözünür ve iyonlaşma modeli Görsel 2.9'daki gibi gösterilir.



Görsel 2.9: NaOH nin iyonlaşma modeli

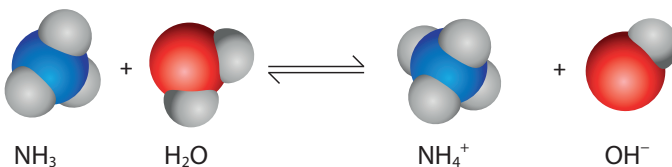
NaOH nin sulu çözeltisindeki iyonlar Görsel 2.10'daki gibi modellenebilir.



Görsel 2.10: NaOH nin sulu çözeltisindeki iyonları gösteren model

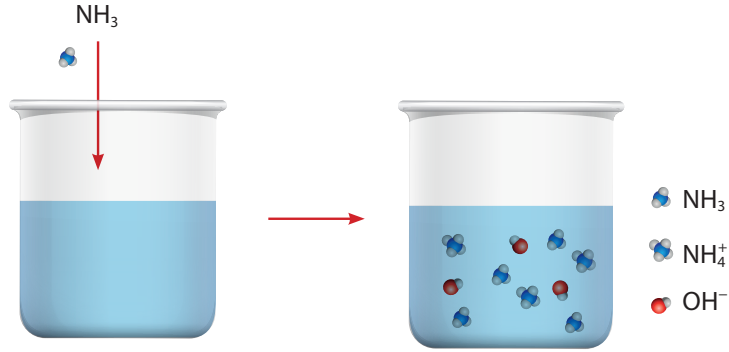
Kuvvetli bir baz olan NaOH nin suda tamamen iyonlaştığı kabul edildiği için çözeltinin NaOH derişimi ile çözeltideki OH⁻ iyonu derişimi birbirine eşittir. Örneğin 25 °C sıcaklıkta 1 M NaOH sulu çözeltisi, 1 M OH⁻ iyonu içerir.

Suda çözündüğünde kısmen iyonlaşan bazlara **zayıf baz** denir. Zayıf bazlara NH₃, CH₃NH₂, C₂H₅NH₂ gibi bazlar örnek gösterilebilir. Örneğin zayıf bir baz olan NH₃ suda kısmen iyonlaştığı için suda çözünmüş NH₃ molekülleri ile sulu çözeltisindeki iyonlar arasında bir denge vardır. Bu nedenle NH₃ ün suda çözünme denklemi çift yönlü okla gösterilir. NH₃ suda $\text{NH}_3(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$ denkleminde göre iyonlarına ayrılarak çözünür ve iyonlaşma modeli Görsel 2.11'de verilmiştir.



Görsel 2.11: NH₃ ün iyonlaşma modeli

NH_3 ün sulu çözeltisindeki molekül ve iyonlar Görsel 2.12'deki gibi modellenebilir.



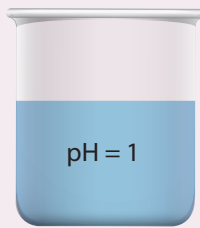
Görsel 2.12 NH_3 ün sulu çözeltisindeki molekül ve iyonları gösteren model

Zayıf bir baz olan NH_3 suda kısmen iyonlaştığı için iyonlaşma sonucu oluşan OH^- derişimi başlangıçtaki NH_3 derişiminden çok daha küçüktür. Örneğin 25°C sıcaklıkta 1 M NH_3 sulu çözeltisinde OH^- derişimi, yaklaşık $4,2 \cdot 10^{-3}\text{ M}$ 'dir.

Zayıf bazların iyonlaşma yüzdeleri oldukça küçüktür. Zayıf baz çözeltilerindeki iyon derişimi eşit derişimli kuvvetli bazların iyon derişiminden daha azdır. Bu nedenle zayıf baz çözeltilerinin elektriksel iletkenlikleri ve pH değerleri eşit derişimli kuvvetli baz çözeltilerine göre daha düşüktür.

2.4. UYGULAMA NOKTASI

1. Derişimleri $0,1\text{ M}$ olan HX ve HY asitlerinin 25°C sıcaklıktaki sulu çözeltilerinin pH değerleri pH metre yardımıyla görsellerdeki gibi ölçülüyor.



$0,1\text{ M HX}$



$0,1\text{ M HY}$

- a) HX ve HY asitlerinin suda çözünme denklemlerini yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

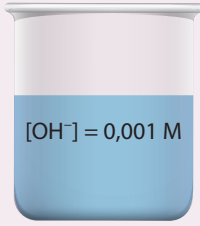
- b) HX ve HY asitlerinin iyonlaşma yüzdesi, elektriksel iletkenlik ve asitlik kuvvetlerini karşılaştırınız. Karşılaştırma sonucuna uygun olacak şekilde aşağıdaki boşluklara HX ve HY yazınız.

I. İyonlaşma yüzdesi: >

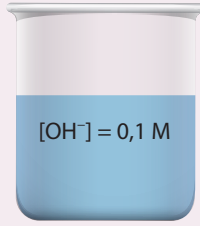
II. Elektriksel iletkenlik: >

III. Asitlik kuvveti: >

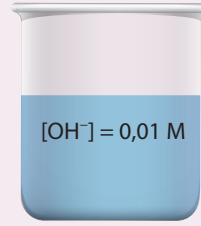
2. XOH, YOH ve ZOH bazlarıyla 25 °C sıcaklıkta hazırlanan derişimi 0,1 M olan sulu çözeltilerde hidroksit iyonu derişimi görsellerdeki gibidir.



0,1 M XOH



0,1 M YOH



0,1 M ZOH

Buna göre XOH, YOH ve ZOH bazlarının iyonlaşma yüzdelerini kıyaslayarak bazların kuvvetini belirleyiniz.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Klorik asit (HClO_3), kloröz asit (HClO_2) ve hipokloröz asit (HClO) ile aynı sıcaklıkta görsellerdeki gibi üç ayrı çözelti hazırlanmıştır.

(a)



1 M
 HClO_3

(b)



1 M
 HClO_2

(c)



1 M
 HClO

Aşağıdaki işlemler bu çözeltilere ayrı ayrı uygulanıyor ve iletkenliklerindeki değişim ölçülüyor.

- I. (a) çözeltisinin bir kısmı (b) çözeltisine eklendiğinde (b) çözeltisinin elektriksel iletkenliği artıyor.
- II. (c) çözeltisinin bir kısmı (a) çözeltisine eklendiğinde (a) çözeltisinin elektriksel iletkenliği azalıyor.
- III. (b) çözeltisinin bir kısmı (c) çözeltisine eklendiğinde (c) çözeltisinin elektriksel iletkenliği artıyor.

Buna göre HClO_3 , HClO_2 ve HClO asitleri ve bu asitlerin sulu çözeltileri için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) (a), (b) ve (c) çözeltilerinde asitlerin iyonlaşma yüzdelerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

.....

- b) (a), (b) ve (c) çözeltilerinin pH değerlerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

.....

- c) HClO_3 , HClO_2 ve HClO asitlerinin kuvvetlerini karşılaştırınız.

.....

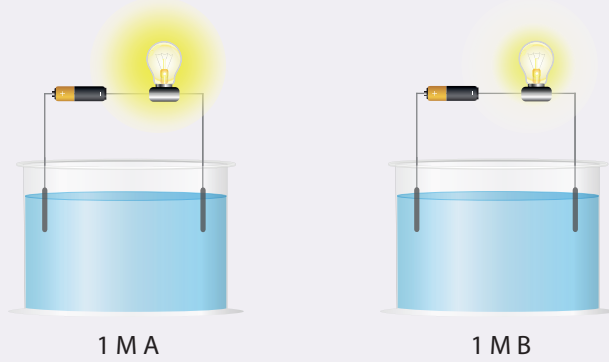
2.8. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıdaki tabloda asit ya da baz olduğu bilinen X, Y, Z, T, M ve N maddelerinin 25 °C sıcaklıkta hazırlanan çözeltilerinde iyonlaşma yüzdeleri ile çözeltilerin pH değerleri verilmiştir.

Verileri inceleyerek maddelerin asit ya da baz, kuvvetli veya zayıf olma durumunu tablodaki ilgili boşluklara yazınız.

Madde	X	Y	Z	T	M	N
İyonlaşma Yüzdesi	%0,1	%0,7	%1,8	%2,4	%100	%100
pH	pH > 7	pH < 7	pH > 7	pH < 7	pH > 7	pH < 7
Asit/Baz						
Kuvvetli/Zayıf						

2. Monofonksiyonel asit ya da baz olduğu bilinen A ve B maddeleri ile 25 °C sıcaklıkta derişimleri 1 M olan çözeltiler hazırlanarak görsellerdeki özdeş elektrik devreleri oluşturuluyor.



Görsellerdeki devrelerde ampullerin parlaklıklarındaki farklılıktan yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Sadece görsellerdeki deney düzeneği yardımıyla A ve B maddelerinin iyonlaşma yüzdelerini karşılaştırınız.

.....

b) Görsellerdeki düzenek yardımıyla A ve B maddesinin asit mi baz mı olduğu belirlenebilir mi? Cevabınızı nedenleri ile birlikte yazınız.

.....

c) Görsellerdeki düzenek yardımıyla A ve B maddelerinden herhangi birinin tamamen (%100) iyonlaştığı belirlenebilir mi? Cevabınızı nedenleri ile birlikte yazınız.

.....

ç) Görsellerdeki çözeltilerin turnusol kâğıdı ile test edilmesi hangi bilgilere ulaşılmasını sağlar?

.....

2.2.4. Kuvvetli Asit-Zayıf Asit ve Kuvvetli Baz-Zayıf Baz Sulu Çözeltilerindeki pH Hesaplamaları

KONUYA BAŞLARKEN



pH metre birçok alanda maddelerin asitlik ve bazlık özelliklerini belirlemek için kullanılan bir cihazdır. pH metrenin çalışma prensibi H_3O^+ iyonlarının aktifliklerine dayanır. pH metre cihazında iki elektrot bulunur. Biri H_3O^+ iyonlarına duyarlı camdan yapılmış bir ölçüm elektrotudur. Ölçüm elektrotu ile çözeltideki H_3O^+ iyonları arasındaki etkileşim elektrot üzerinde bir potansiyel oluşmasına neden olur. Diğer elektrot sabit bir potansiyele sahip referans elektrottur. pH metre iki elektrot arasındaki potansiyel farkını ölçerek pH değerine dönüştürür. Böylelikle bir maddenin asitlik/bazlık özelliği ve asitlik/bazlık kuvveti belirlenebilir.

- pH ölçümü günlük hayatta hangi alanlarda kullanılır?
- pH hesaplanırken hangi verilerden yararlanılabilir?
- Kuvvetli asit-baz ile zayıf asit-baz pH hesaplamaları aynı yöntemle yapılabilir mi?

2.17. ETKİNLİK



Adı	Adım Adım pH Hesaplama
Amaç	Kuvvetli asit-zayıf asit ve kuvvetli baz-zayıf baz sulu çözeltilerindeki pH hesaplamalarını karşılaştırabilme
Süre	35 + 35 + 35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Aşağıdaki tabloda belirli bir sıcaklıkta kuvvetli ve zayıf asit sulu çözeltilerine ait pH değerleri verilmiştir. Tablodaki veriler doğrultusunda soruları cevaplayınız.

Asit	İyonlaşma Denklemi	Asit Derişimi (M)	pH
HCl (Hidroklorik asit)	$\text{HCl(g)} + \text{H}_2\text{O(s)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{Cl}^-(\text{suda})$	0,1	1
CH_3COOH (Asetik asit)	$\text{CH}_3\text{COOH(suda)} + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{suda})$	0,1	3
HCN (Hidrosiyanik asit)	$\text{HCN(suda)} + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{suda}) + \text{CN}^-(\text{suda})$	0,1	6

- a) Tablodaki veri setini kullanarak pH değerine ilişkin özellikleri belirlemek üzere bir plan yapınız. Planınızı yazınız.

.....

.....

.....

- b) Planınızı uygulayarak pH değerine ilişkin özellikleri belirlemede ulaştığınız sonuçları yazınız.

.....

.....

.....

c) Tabloda yer alan asitleri kuvvetli ve zayıf olarak sınıflandırınız.

.....

.....

.....

ç) Tabloda yer alan asitlerin kuvvetli ya da zayıf olduğunu belirleme ölçütleriniz nelerdir?

.....

.....

.....

d) $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ bağıntısını kullanarak tablodaki kuvvetli ve zayıf asit çözeltilerinin H_3O^+ iyon derişimlerini hesaplayınız.

HCl:

.....

.....

CH_3COOH :

.....

.....

HCN:

.....

.....

e) Asitlerin iyonlaşma denklemleri üzerinden asit derişimleri ile H_3O^+ iyon derişimlerini karşılaştırınız.

HCl:

.....

.....

CH_3COOH :

.....

.....

HCN:

.....

.....

f) Asitlerin derişimleri ve H_3O^+ iyon derişimlerinden yararlanarak asitlerin iyonlaşma yüzdelerini karşılaştırınız.

.....

.....

.....

.....

g) Asitlerin iyonlaşma yüzdelerini dikkate aldığınızda hangi asitler için denge bağıntısı yazılabileceğini gerekçeleriyle açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

4. Edindiğiniz bilgiler doğrultusunda kuvvetli ve zayıf asit çözeltilerinin pH hesaplamalarına ilişkin benzerlikleri ve farklılıkları aşağıda verilen tabloya yazınız.

Benzerlikler	Farklılıklar
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

5. Aşağıdaki tabloda belirli bir sıcaklıkta kuvvetli ve zayıf baz sulu çözeltilisine ait pH değerleri verilmiştir. Tablodaki veriler doğrultusunda soruları cevaplayınız.

Baz	İyonlaşma Denklemi	Baz Derişimi (M)	pH
NaOH (Sodyum hidroksit)	$\text{NaOH(suda)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$	0,1	13
NH_3 (Amonyak)	$\text{NH}_3(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$	0,1	11
$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ (Anilin)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O(s)} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$	0,1	8

- a) Tabloda yer alan bazları kuvvetli ve zayıf olarak sınıflandırınız.

.....

- b) Tabloda yer alan bazların kuvvetli ya da zayıf olduğunu belirleme ölçütleriniz nelerdir?

.....

- c) 25 °C'ta $\text{pH} + \text{pOH} = 14$, $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ bağıntılarını kullanarak tablodaki kuvvetli ve zayıf baz çözeltilerinin pOH değerini ve OH^- iyon derişimini hesaplayınız.

NaOH:

.....

NH_3 :

.....

$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$:

.....

- ç) Bazların iyonlaşma denklemleri üzerinden bazların derişimleriyle OH^- iyon derişimleri arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

NaOH:

.....

NH₃:

C₆H₅NH₂:

d) Bazların derişimi ve OH⁻ iyon derişiminden yararlanarak bazların iyonlaşma yüzdelerini karşılaştırınız.

e) Bazların iyonlaşma yüzdelerini dikkate aldığınızda hangi bazlar için denge bağıntısı yazılabileceğini gerekçeleriyle açıklayınız.

f) Derişimi C_b olan YOH kuvvetli bazına ait iyonlaşma denklemi, OH⁻ iyon derişimi, pOH bağıntısı ve 25 °C'ta pOH-pH ilişkisi aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu verilerden yararlanarak NaOH ve KOH kuvvetli bazlarının OH⁻ iyon derişimlerini, pOH ve pH değerlerini hesaplayınız. Hesapladığınız değerleri tabloda ilgili boşluğa yazınız.

Kuvvetli Baz ve Derişimi (M)	İyonlaşma Denklemi	OH ⁻ İyon Derişimi (M)	pOH	pH												
YOH C _b M	YOH(suda) → Y⁺(suda) + OH⁻(suda) <table> <tr> <td>Başlangıç:</td> <td>C_b</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Değişim:</td> <td>-C_b</td> <td>+C_b</td> <td>+C_b</td> </tr> <tr> <td>Sonuç:</td> <td>0</td> <td>C_b</td> <td>C_b</td> </tr> </table>	Başlangıç:	C _b	-	-	Değişim:	-C _b	+C _b	+C _b	Sonuç:	0	C _b	C _b	C _b M	-logC _b	14-pOH
Başlangıç:	C _b	-	-													
Değişim:	-C _b	+C _b	+C _b													
Sonuç:	0	C _b	C _b													
NaOH 0,01 M	NaOH(suda) → Na⁺(suda) + OH⁻(suda) <table> <tr> <td>Başlangıç:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Değişim:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sonuç:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Başlangıç:				Değişim:				Sonuç:						
Başlangıç:																
Değişim:																
Sonuç:																
KOH 0,001 M	KOH(suda) → K⁺(suda) + OH⁻(suda) <table> <tr> <td>Başlangıç:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Değişim:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sonuç:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Başlangıç:				Değişim:				Sonuç:						
Başlangıç:																
Değişim:																
Sonuç:																

6. BOH zayıf bazı için derişim (C_b), iyonlaşma denklemi ve belirli bir sıcaklıktaki iyonlaşma/bazlık sabitinin (K_b) yaklaşık değeri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Ayrıca iyonlaşma denklemi, C_b ve K_b den yararlanarak OH^- iyon derişiminin ve pH değerinin hesaplanması aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Bu verilerden yararlanarak NH_3 ve $C_6H_5NH_2$ zayıf bazlarının OH^- iyon derişimlerini ve pH değerlerini hesaplayınız. Hesapladığınız değerleri tabloda ilgili boşluğa yazınız.

Zayıf Baz ve Derişimi (M)	İyonlaşma Denklemi	K_b Değerinden Yararlanarak OH^- İyonu Derişimi Hesaplama
BOH C_b M	$BOH(suda) \rightleftharpoons B^+(suda) + OH^-(suda)$	$K_b = \frac{[B^+][OH^-]}{[BOH]}$
	Başlangıç: C_b - -	$K_b = \frac{x \cdot x}{C_b - x}$ (x değeri çok küçük olduğu için C_b değerinin yanında ihmal edilir.)
	Değişim: $-x$ $+x$ $+x$	$x = [OH^-] = \sqrt{C_b K_b}$
	Denge: $C_b - x$ x x	
Hidroksit İyonu Derişiminden pH Hesaplama		
	OH^- iyon derişimi: x pOH: $-\log[OH^-]$ pH: $14 - pOH$	
NH_3 0,001 M	$NH_3(suda) + H_2O(s) \rightleftharpoons NH_4^+(suda) + OH^-(suda)$	$K_b = 1 \cdot 10^{-5}$
	Başlangıç:	
	Değişim:	
	Denge:	
Hidroksit İyonu Derişiminden pH Hesaplama		
	OH^- iyon derişimi: x pOH: pH:	
$C_6H_5NH_2$ 0,01 M	$C_6H_5NH_2(suda) + H_2O(s) \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+(suda) + OH^-(suda)$	$K_b = 1 \cdot 10^{-10}$
	Başlangıç:	
	Değişim:	
	Denge:	
Hidroksit İyonu Derişiminden pH Hesaplama		
	OH^- iyon derişimi: x pOH: pH:	

7. Edindiğiniz bilgiler doğrultusunda kuvvetli ve zayıf baz çözeltilerinin pH hesaplamalarına ilişkin benzerlikleri ve farklılıkları aşağıda verilen tabloya yazınız.

Benzerlikler	Farklılıklar
.....	
.....	
.....	
.....	

Değerlendirme

1. Derişimleri eşit olan kuvvetli asit-zayıf asit ve kuvvetli baz-zayıf baz sulu çözeltilerinin pH değerlerindeki farklılığın nedenini yazınız.

.....

2. Kuvvetli asitlerde ve bazlarda pH hesaplamalarındaki benzerlikleri listeleyiniz.

.....

3. Zayıf asitlerde ve bazlarda pH hesaplamalarındaki benzerlikleri listeleyiniz.

.....

2.4. ÇALIŞMA YAPRAĞI

1. 25 °C'ta hazırlanmış derişimleri verilen aşağıdaki çözeltiler için soruları cevaplayınız. (HF için 25 °C'ta K_a değeri yaklaşık $1 \cdot 10^{-4}$ tür.)



a) HI çözeltisinin pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

.....

b) HF çözeltisinin pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

c) HI ve HF çözeltilerinin asitlik kuvvetlerini pH değerlerine göre karşılaştırınız.

.....

.....

.....

2. 25 °C'ta hazırlanmış derişimleri verilen aşağıdaki çözeltiler için soruları cevaplayınız. (NH_3 için 25 °C'ta K_b değeri yaklaşık $1 \cdot 10^{-5}$ tir.)



a) KOH çözeltisinin pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

.....

b) NH_3 çözeltisinin pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

c) KOH ve NH_3 çözeltilerinin bazlık kuvvetlerini pH değerlerine göre karşılaştırınız.

.....

.....

.....



pH hesaplamaya ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.

Kuvvetli asitlerin ve bazların suda %100 iyonlaştığı kabul edilir. Kuvvetli asitlerin ve bazların suda iyonlaşma tepkimeleri tek yönlü olduğu için denge bağıntısı yazılmaz. Monofonksiyonel kuvvetli asitlerde asidin derişimiyle H_3O^+ iyonu derişimi, monofonksiyonel kuvvetli bazlarda ise bazın derişimiyle OH^- iyonu derişimi eşittir.

Bir sulu çözeltide H_3O^+ iyonu derişiminden pH değeri $pH = -\log[H_3O^+]$ bağıntısıyla, OH^- iyonu derişiminden pOH değeri $pOH = -\log[OH^-]$ bağıntısıyla hesaplanır. 25 °C sıcaklıkta bir sulu çözeltide pH ile pOH değerleri arasında $pH + pOH = 14$ ilişkisi bulunur.

Örneğin kuvvetli bir asit olan HCl nin 0,1 M'lık çözeltisindeki H_3O^+ iyonu derişimi 0,1 M'dır. Bu çözeltide $pH = -\log[H_3O^+]$ bağıntısına göre $pH = 1$ değeri bulunur.

Kuvvetli bir baz olan NaOH nin 0,1 M'lık çözeltisinde ise OH^- iyonu derişimi 0,1 M'dır. $pOH = -\log[OH^-]$ bağıntısına göre $pOH = 1$ 'dir. 25 °C'ta pH ile pOH değerleri toplamı 14 olacağı için $pH = 13$ sonucuna ulaşılır.

Zayıf asitlerde ve zayıf bazlarda pH hesaplamaları kuvvetli asitlere ve kuvvetli bazlara göre farklılık gösterir. Çünkü zayıf asitler ve zayıf bazlar suda kısmen iyonlaşır. Zayıf asitlerin ve zayıf bazların iyonlaşma tepkimeleri denge tepkimeleridir. İyonlaşan miktarı belirlemek için denge bağıntısından yararlanılır. Zayıf asitler için denge sabiti ifadesine **asitlik sabiti** denir ve K_a ile gösterilir. Zayıf bazlar için denge sabiti ifadesine **bazlık sabiti** denir ve K_b ile gösterilir.

2.18. ETKİNLİK

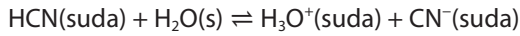


Adı	pH Hesaplamaları
Amaç	Zayıf asitlerde ve zayıf bazlarda pH hesaplama
Süre	35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

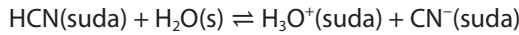
1. Belirli bir sıcaklıkta K_a değeri $1 \cdot 10^{-9}$ olan HCN'ün 0,1 M'lık sulu çözeltisi için pH hesaplama adımlarını inceleyiniz.

a) Zayıf asit olan HCN'ün suda iyonlaşma denge tepkimesinin denklemi yazılır.



b) Denge bağıntısı yazılır. $K_a = \frac{[H_3O^+][CN^-]}{[HCN]}$

c) İyonlaşma sonucu derişimlerdeki değişim x olarak ifade edilir. HCN derişimi ve x'ten yararlanılarak denge anındaki derişimler aşağıdaki çizelge yardımıyla belirlenir.



Başlangıç:	0,1 M	-	-
Değişim:	-x M	+x M	+x M
Denge:	(0,1 - x) M	x M	x M

ç) Denge anındaki derişimler denge bağıntısında yerine yazılır.

$$K_a = \frac{x \cdot x}{0,1 - x}$$



d) HCN nin denge derişimi $(0,1 - x)$ M olarak yazılır. Ancak zayıf asitler çok az iyonlaştığı için x değeri $0,1$ değerinin yanında ihmal edilebilir. Bu durumda denge ifadesi aşağıdaki şekilde yazılır ve değerler yerine konularak H_3O^+ iyonu derişimine eşit olan x değeri hesaplanır.

$$K_a = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-5} \Rightarrow x = [H_3O^+] = 10^{-5} M$$

e) HCN çözeltisinin pH değeri $pH = -\log[H_3O^+]$ bağıntısından hesaplanır.

$$pH = -\log 10^{-5} \Rightarrow pH = 5$$

2. 1. adımdaki hesaplama aşamalarından yararlanarak belirli bir sıcaklıkta $0,2$ M HF zayıf asit çözeltisinin pH değerini hesaplayınız. (HF için aynı sıcaklıkta K_a değerini $5 \cdot 10^{-4}$ olarak alınız.)

.....

.....

.....

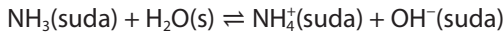
.....

.....

.....

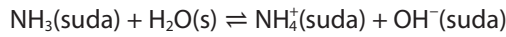
3. $25^\circ C$ sıcaklıkta K_b değeri yaklaşık $1 \cdot 10^{-5}$ olan NH_3 ün $0,1$ M'lık sulu çözeltisi için pH hesaplama adımlarını inceleyiniz.

a) Zayıf baz olan NH_3 ün suda iyonlaşma denge tepkimesinin denklemi yazılır.



b) Denge bağıntısı yazılır. $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$

c) İyonlaşma sonucu derişimlerdeki değişim x olarak ifade edilir. NH_3 derişimi ve x 'ten yararlanılarak denge anındaki derişimler aşağıdaki çizelge yardımıyla belirlenir.



Başlangıç:	$0,1$ M	-	-
Değişim:	$-x$ M	$+x$ M	$+x$ M
Denge:	$(0,1 - x)$ M	x M	x M

ç) Denge anındaki derişimler denge bağıntısında yerine yazılır.

$$K_b = \frac{x \cdot x}{0,1 - x}$$

d) NH_3 ün denge derişimi $(0,1 - x)$ M olarak yazılır. Ancak zayıf bazlar çok az iyonlaştığı için x değeri $0,1$ değerinin yanında ihmal edilebilir. Bu durumda denge ifadesi aşağıdaki şekilde yazılır ve değerler yerine konularak OH^- iyonu derişimine eşit olan x değeri hesaplanır.

$$K_b = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x^2 = 10^{-6} M \Rightarrow x = [OH^-] = 10^{-3} M$$

e) $pOH = -\log[OH^-]$ bağıntısından pOH değeri hesaplanır.

$$pOH = -\log 10^{-3} \Rightarrow pOH = 3$$

f) NH_3 çözeltisinin pH değeri $pH + pOH = 14$ bağıntısından hesaplanır.

$$pH + 3 = 14 \Rightarrow pH = 11$$

4. 3. adımdaki hesaplama aşamalarını takip ederek 25 °C sıcaklıkta 0,25 M $C_2H_5NH_2$ zayıf baz çözeltisinin pH değerini hesaplayınız. ($C_2H_5NH_2$ için 25 °C'ta K_b değerini $4 \cdot 10^{-4}$ olarak alınız.)

Değerlendirme

Zayıf asitlerde ve zayıf bazlarda pH hesaplama adımlarındaki benzerlikleri ve farklılıkları açıklayınız.

2.5. UYGULAMA NOKTASI

1.



Evlerde sıkça karşılaşılan problemlerden biri çaydanlık, su ısıtıcısı, güneş enerji sistemleri gibi malzemelerdeki kireçlenmedir. Bu kireçlenmeyi temizlemek için asitler kullanılır. Kireç çözücü gibi endüstriyel temizlik ürünlerinde genellikle hidroklorik asit (HCl) kullanılır. Doğal ve zararsız olduğu için sıkça tercih edilen maddelerden biri de asetik asit (CH_3COOH) içeren sirkedir. HCl, suda %100'e yakın iyonlaştığı için hızlı ve etkili bir temizlik sağlar.

Ancak aşındırıcı özellik taşıdığı için malzemelere, özellikle de metallere zarar verebilir. CH_3COOH ise suda kısmen iyonlaştığı için kireci daha yavaş temizler. Fakat HCl ye göre zararı çok daha azdır. İki farklı su ısıtıcısını kireçten arındırmak için 0,1 molarlık HCl ve CH_3COOH çözeltileri hazırlanmıştır.

Verilen bilgilere göre soruları cevaplayınız.

- a) HCl ve CH_3COOH nin kuvvetli veya zayıf olması hakkında ne söylenebilir?

- b) HCl çözeltisinin pH değerini hesaplayınız.

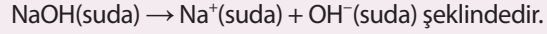
- c) 25 °C'ta CH_3COOH için K_a değeri yaklaşık $1 \cdot 10^{-5}$ olduğuna göre CH_3COOH çözeltisinin pH değerini hesaplayınız.

- ç) pH değerlerine göre HCl ve CH_3COOH çözeltilerinin asitlik kuvvetlerini karşılaştırınız.

2.

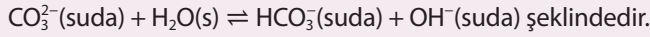


Lavabo açıcılarda en sık kullanılan madde sodyum hidroksittir (NaOH). NaOH tıkanıklıkları genellikle hızlı ve etkili bir şekilde açar. Ancak yüksek miktarda kullanılması tesisata zarar verebilir. Ayrıca kullanımı esnasında zararlı gazlar oluşabileceği için maske kullanılmalıdır. NaOH nin suda iyonlaşma denklemi



Lavabo açıcı olarak sodyum karbonat (Na_2CO_3) bileşiği de kullanılabilir. Ancak Na_2CO_3 tıkanıklıkları NaOH kadar etkili ve hızlı bir şekilde açamaz.

Na_2CO_3 kullanımı tesisata zarar vermez. Na_2CO_3 suda Na^+ ve CO_3^{2-} iyonlarına ayrışır. CO_3^{2-} iyonları su ile tepkimeye girerek OH^- iyonu oluşturur. Bu tepkimenin denklemi:



Verilen bilgilere göre soruları cevaplayınız.

a) İyonlaşma denklemlerine bakıldığında NaOH ve CO_3^{2-} bazlarının kuvvetli veya zayıf olması hakkında ne söylenebilir?

.....

.....

.....

b) İyonlaşma denklemlerine bakıldığında NaOH ve CO_3^{2-} bazlarının iyonlaşma yüzdeleri hakkında ne söylenebilir?

.....

.....

.....

c) Lavabo açıcı olarak 1 L ve 0,1 M NaOH çözeltisi hazırlanarak tıkanan lavabonun açılması sağlanmıştır. Buna göre kullanılan çözeltinin oda sıcaklığında pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

.....

ç) 0,1 mol Na_2CO_3 ile 1 L sulu çözelti hazırlanarak hafif tıkanıklık olan lavabonun açılması sağlanmıştır. Buna göre kullanılan çözeltinin oda sıcaklığında pH değerini hesaplayınız.

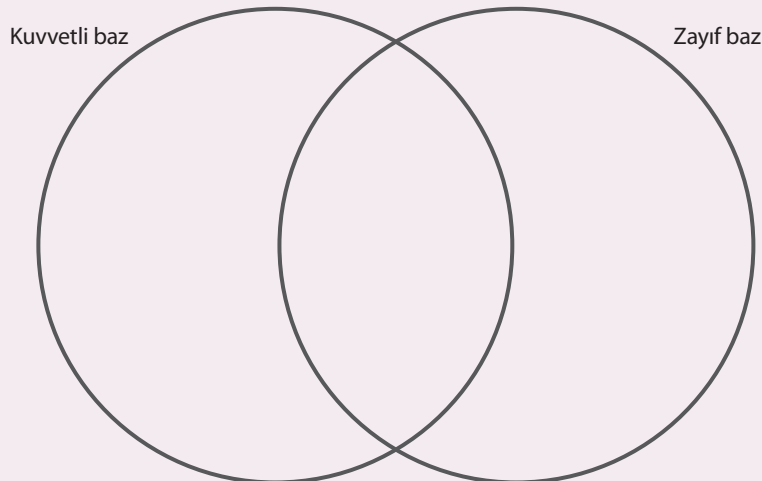
(CO_3^{2-} iyonu için K_b değeri yaklaşık $1 \cdot 10^{-5}$ tür.)

.....

.....

.....

3. Aşağıdaki Venn Şeması'na kuvvetli bazlar ile zayıf bazlarda pH hesaplamadaki benzerlikleri ve farklılıkları yazınız.



2.9. KONTROL NOKTASI

Aşağıdaki tabloda 25 °C'ta monofonksiyonel kuvvetli asit-baz ve monofonksiyonel zayıf asitlerle ve bazlarla ilgili ifadeler verilmiştir. İfade kuvvetli asit, zayıf asit; kuvvetli baz, zayıf baz kavramlarından hangisi ya da hangileriyle ilgili ise o kutucuğa ya da kutucuklara ✓ işareti koyunuz.

	Kuvvetli Asit	Zayıf Asit	Kuvvetli Baz	Zayıf Baz
Eşit derişimli çözeltilerinde iyonlaşma yüzdeleri farkından yararlanarak pH değeri karşılaştırılabilir.				
Eşit derişimli çözeltilerinde iyonlaşma yüzdesi arttıkça pH değeri azalır.				
Eşit derişimli çözeltilerinde iyonlaşma yüzdesi arttıkça pH değeri artar.				
Suda %100 iyonlaştığı kabul edilir.				
Suda kısmen iyonlaşır.				
H_3O^+ iyonu derişimi OH^- iyonu derişiminden daha fazladır.				
OH^- iyonu derişimi H_3O^+ iyonu derişiminden daha fazladır.				
Derişimi belli olan bir çözeltinin pH değeri hesaplanırken asitlik sabiti (K_a) değerinden yararlanılabilir.				
Derişimi belli olan bir çözeltinin pH değeri hesaplanırken bazlık sabiti (K_b) değerinden yararlanılabilir.				
Sulu çözeltilerinde asit derişimi ile H_3O^+ iyonu derişimi birbirine eşittir.				
Sulu çözeltilerinde baz derişimi ile OH^- iyonu derişimi birbirine eşittir.				
pH hesaplamak için iyonlaşma tepkimesi denklemi bilinmelidir.				
pH hesaplamak için iyonlaşma denge bağıntısından yararlanılabilir.				
Sulu çözeltisinde asit derişimi, H_3O^+ iyonu derişiminden fazladır.				
Sulu çözeltisinde baz derişimi, OH^- iyonu derişiminden fazladır.				
Aynı koşullarda eşit derişimli çözeltileri karşılaştırıldığında pH değeri en büyüktür.				
OH^- iyonu derişiminden yararlanılarak çözeltisinin pH değeri hesaplanabilir.				

2.2.5. Kuvvetli Asit ve Kuvvetli Bazların Nötralleşme Tepkimeleri

KONUYA BAŞLARKEN



Toprağın verimliliği pH değerine göre önemli ölçüde değişkenlik gösterir. Çünkü bitkilerin topraktan besin maddelerini yeterli miktarda alabilmesi için toprağın pH değerinin uygun olması gerekir. pH değeri bitki için uygun olmadığında bitkiler gerekli besinleri topraktan yeterli miktarda alamaz. Örneğin bitkiler yüksek pH değerine sahip bazı topraklarda fosfor elementini, düşük pH değerine sahip topraklarda ise potasyum, magnezyum elementlerini topraktan yeterli miktarda alamaz. Bitki yetiştirmenin verimli olması için toprak pH değerinin uygun değerlere getirilmesi gerekir.

Örneğin ayçiçeği bitkisinin yetiştirilmesi için toprağın pH değeri 6,0-7,2 aralığına getirilir.

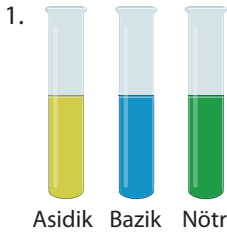
- Bazık topraklarda ayçiçeği yetiştirebilmek için toprağın pH değeri nasıl elverişli hâle getirilebilir?
- Asitler ve bazlar her durumda tepkimeye girer mi?
- Asit ve baz tepkimeleri sonunda ortamın pH değeri daima 7'ye eşit midir?

2.19. ETKİNLİK



Adı	Nötralleşme
Amaç	Nötralleşme olayını operasyonel tanımlayabilme
Süre	35 + 35 + 35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

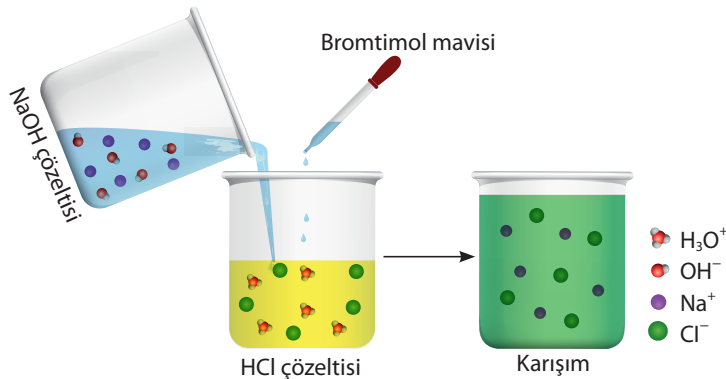


Asidik Bazık Nötr

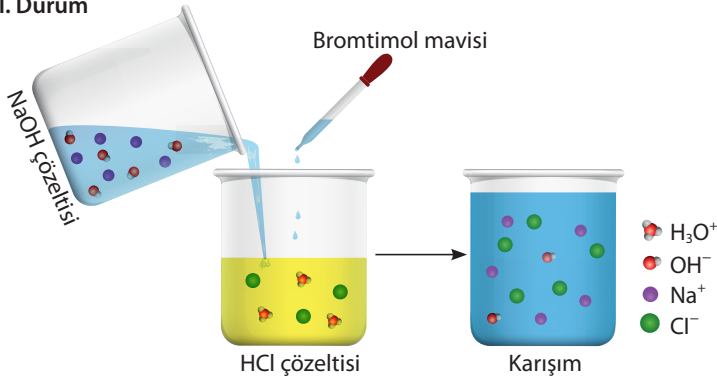
I. Durum

İndikatör (belirteç/ayıraç), ortamın pH aralığına göre renk değiştiren maddelerdir. Bir indikatör olan bromtimol mavisinin asidik, bazık ve nötr ortamda aldıkları renkler yandaki deney tüplerindeki gibidir.

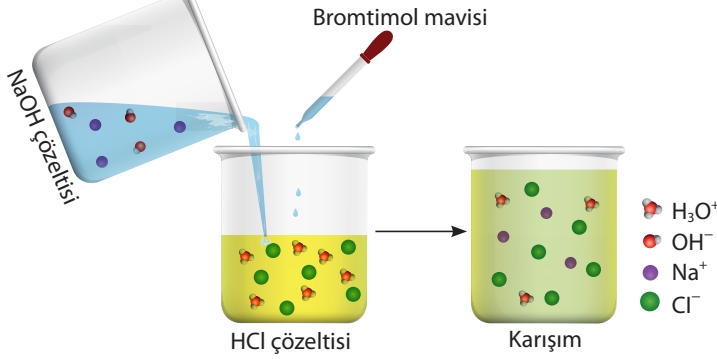
Bromtimol mavisini içeren ve kuvvetli bir asit olan HCl ile kuvvetli bir baz olan NaOH nin sulu çözeltileri karıştırılıyor. Aynı ya da farklı derişimlerde HCl ve NaOH çözeltileri kullanılarak üç ayrı karıştırma işlemi yapılıyor. Karıştırma işlemleri sonucunda meydana gelen renk değişimi ve çözeltilerdeki iyonların temsili gösterimi görselleştirilerek aşağıda verilmiştir.



II. Durum



III. Durum



a) Her bir durum için karıştırma işlemi tamamlandığında elde edilen son çözeltiyi asidik, bazik ve nötr olarak sınıflandırınız.

- I.
- II.
- III.

b) Çözeltileri asidik, bazik ve nötr olarak sınıflandırırken hangi ölçütleri dikkate aldınız?

.....

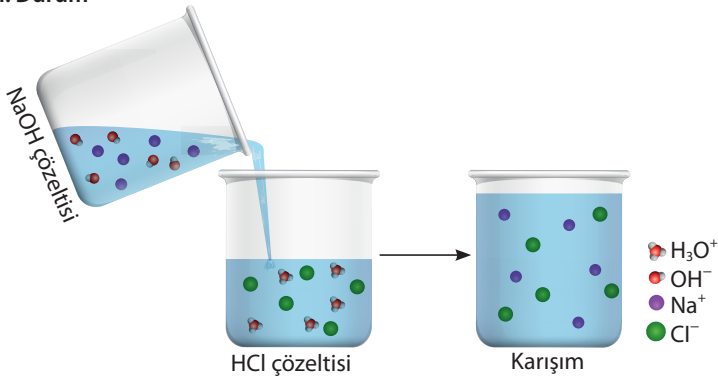
c) HCl ve NaOH çözeltileri karıştırıldığında $\text{HCl}(\text{suda}) + \text{NaOH}(\text{suda}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{suda})$ tepkimesi gerçekleşir. Görsellerde gözlemlediğiniz değişimleri bu tepkimeyle ilişkilendiriniz ve çıkarımlarınızı yazınız.

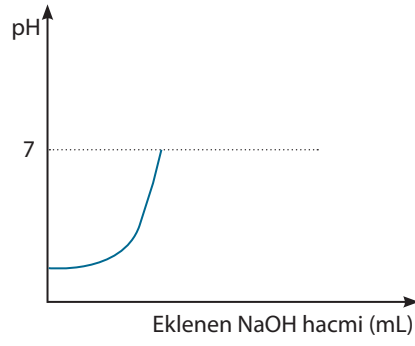
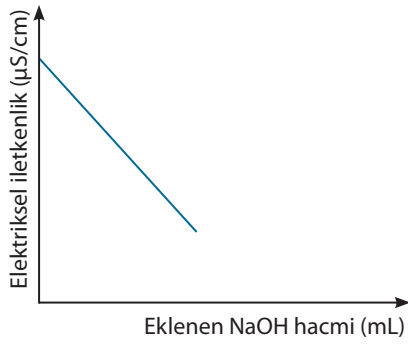
.....

2. HCl çözeltilerine NaOH çözeltisi eklenmesi sırasında meydana gelen değişimler görsellerdeki gibi modellenmiştir. Eklenen baz hacmine göre HCl çözeltisinin 25 °C sıcaklıktaki elektriksel iletkenliği ve pH değerindeki değişimi gösteren grafikler verilmiştir.

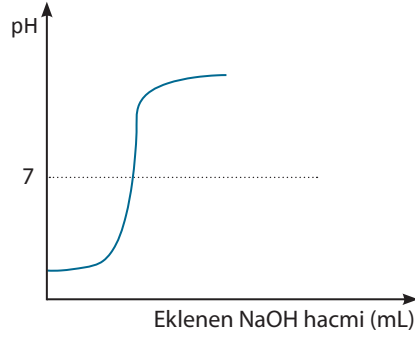
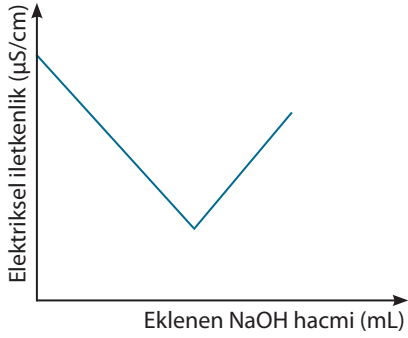
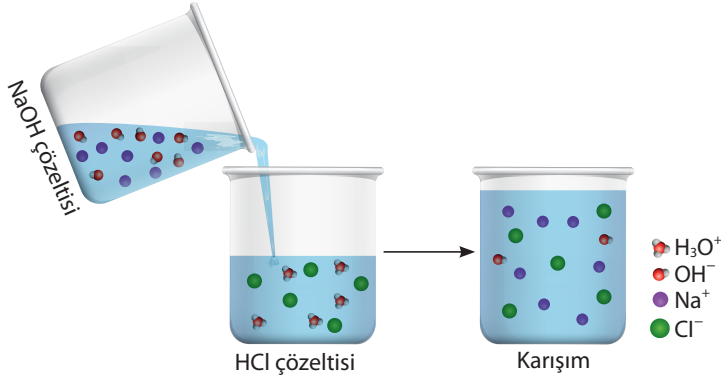
Buna göre görselleri ve grafikleri inceleyerek soruları cevaplayınız.

I. Durum





II. Durum



a) Elektriksel iletkenliğin en düşük değere ulaştığı noktada pH değeri ne olur?

b) HCl çözeltisi üzerine NaOH çözeltisi eklenmesiyle elektriksel iletkenliğin her iki durumda önce azaldığı gözlemlenmektedir. Bu azalmanın nedenini $\text{HCl}(\text{suda}) + \text{NaOH}(\text{suda}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{suda})$ tepkimesini göz önünde bulundurarak açıklayınız.

c) II. durumda elektriksel iletkenliğin minimum değere ulaştıktan sonra tekrar artmaya başlamasını pH değerindeki değişimi de göz önünde bulundurarak açıklayınız.

ç) I ve II. durumda NaOH ilavesi tamamlandığında son çözeltileri asidik, bazik ya da nötr olarak sınıflandırınız. Sınıflandırmayı hangi ölçütlere göre yaptığınızı açıklayınız.

3. Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek deneyi gerçekleştiriniz. Deneyi yapmaya başlamadan önce hedefinize ulaşmak ve etkili bir yol haritası çizebilmek için kullanacağınız malzemeler ve uygulayacağınız işlem basamaklarına göre çalışmalarınızı planlayıp hazırladığınız planı uygulayınız.



Deneyin Adı	Nötralleşme Deneyi
Deneyin Amacı	Nötralleşme olayına ilişkin belirlenen ölçütleri test edebilme
Süre	20 dk.
Malzeme	0,1 M HCl çözeltisi, 0,1 M NaOH çözeltisi, 2 adet 50 mL'lik mezür, indikatör (fenolftalein ya da metil oranj), pH metre/pH kâğıdı, kondüktometre (iletkenlik ölçer), 2 adet 100 mL'lik beherglas, etiket

İşlem basamakları

- a) Asit ve baz hacmini ölçmek için ayrı ayrı mezürler kullanınız. Asit ve baz hacmini ölçmek için kullanacağınız mezürleri belirleyiniz ve etiketleyiniz.
- b) Asit hacmini ölçmek için etiketlenmiş mezürle 40 mL 0,1 M HCl çözeltisini ölçerek temiz ve kuru bir beherglasa koyunuz. Beherglastaki çözeltiye birkaç damla indikatör damlatınız.
- c) Beherglastaki HCl çözeltisinin pH değerini ve iletkenliğini ölçerek, çözelti rengini ise gözlemleyerek ilgili boşluğa not ediniz.

pH: İletkenlik: Renk:

- ç) Baz hacmini ölçmek için etiketlenmiş mezürü kullanarak 0,1 M NaOH çözeltisinden 20 mL ölçünüz. Mezürdeki çözeltiyi yavaş yavaş beherglastaki asit çözeltisine ekleyiniz. Eklenen baz hacmi ile beraber beherglastaki çözeltinin pH değerini ve iletkenliğini ölçerek, çözelti rengini ise gözlemleyerek ilgili boşluğa not ediniz.

Eklenen Baz Hacmi: pH: İletkenlik: Renk:

- d) Beherglastaki çözeltide kalıcı renk değişimi meydana gelinceye kadar "ç" işlem basamağını tekrarlayınız. Kalıcı renk değişimi meydana geldiği anda baz eklemeyi durdurunuz. Her bir tekrardan sonra eklenen baz hacmi ile beraber beherglastaki çözeltinin pH değerini ve iletkenliğini ölçerek, çözelti rengini ise gözlemleyerek ilgili boşluğa not ediniz.

I. Tekrar pH: Eklenen Baz Hacmi: İletkenlik: Renk:

II. Tekrar pH: Eklenen Baz Hacmi: İletkenlik: Renk:

III. Tekrar pH: Eklenen Baz Hacmi: İletkenlik: Renk:

- e) Kalıcı renk değişimi meydana geldikten sonra baz hacmini ölçmek için etiketlenmiş mezürü kullanarak 0,1 M NaOH çözeltisinden 20 mL ölçünüz ve beherglastaki çözeltiye ekleyiniz. Eklenen baz hacmi ile beraber beherglastaki çözeltinin pH değerini ve iletkenliğini ölçerek, çözelti rengini ise gözlemleyerek ilgili boşluğa not ediniz.

Eklenen Baz Hacmi: pH: İletkenlik: Renk:

4. 3. adımdaki deneyden elde ettiğiniz verileri kullanarak aşağıdaki uygulamaları gerçekleştiriniz.

- a) Aşağıdaki asitler ve bazlar arasında gerçekleşen tepkimelerin denklemlerini yazınız ve tepkime modellerini oluşturunuz.

Tepkime Denklemi: $\text{HBr(suda)} + \text{KOH(suda)} \rightarrow \dots + \dots$

Tepkime Modeli:

Tepkime Denklemi: $\text{HI}(\text{suda}) + \text{NaOH}(\text{suda}) \rightarrow \dots + \dots$

Tepkime Modeli:

b) Nötralleşme olayını açıklayınız.

.....

.....

.....

5. Kuvvetli bir asit olan H_2SO_4 ün 1 M 100 mL'lik çözeltisi ile kuvvetli bir baz olan NaOH nin 2 M 100 mL'lik çözeltisinin karıştırılması sonucunda gerçekleşen nötralleşme olayına ait adımları takip ederek soruları cevaplayınız.

a) Karıştırma işlemi ile birlikte gerçekleşen nötralleşme olayına ait tepkime denklemini yazınız ve tepkime modelini oluşturunuz.

Tepkime Denklemi:

Tepkime Modeli:

b) Asitten gelen hidrojen iyonu ile bazdan gelen hidroksit iyonunun su molekülünü oluşturduğu tepkimenin denklemini yazınız ve tepkime modelini oluşturunuz.

Tepkime Denklemi:

Tepkime Modeli:

c) Çözelti derişimleri (M) ve hacimlerinden (V) yararlanarak ve $n = MV$ eşitliğini kullanarak H_2SO_4 ün ve NaOH nin mol sayılarını hesaplayınız.

.....

.....

.....

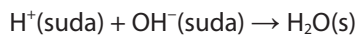
ç) H_2SO_4 ve NaOH nin iyonlaşma denklemlerinden yararlanarak H^+ ve OH^- iyonlarının mol sayılarını belirleyiniz.

.....

.....

.....

d) Hesapladığınız H^+ ve OH^- mol sayılarını aşağıdaki ilgili boşluklara yazarak tepkime sonundaki maddelerin mol sayılarını bulunuz.



Başlangıç: -

Harcanan/Oluşan:

Tepkime Sonu:

e) Tepkime sonunda çözeltide bulunan maddelerin mol sayılarını göz önünde bulundurarak çözeltiyi asidik, bazik ya da nötr olarak sınıflandırınız.

.....

.....

f) Son durumdaki çözeltinin pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

.....

6. Derişimi 1 M, hacmi 1 000 mL olan HCl çözeltisi ile derişimi 0,8 M, hacmi 1 000 mL olan NaOH sulu çözeltisi karıştırıldığında meydana gelen nötralleşme olayı ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) HCl ve NaOH çözeltileri karıştırıldığında gerçekleşen nötralleşme olayına ait tepkime denklemini yazınız ve tepkime modelini oluşturunuz.

Tepkime Denklemi:

Tepkime Modeli:

b) HCl ve NaOH nin iyonlaşma denklemlerinden yararlanarak HCl çözeltisindeki H^+ iyonunun ve NaOH çözeltisindeki OH^- iyonunun mol sayısını hesaplayınız.

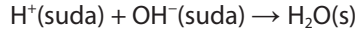
.....

.....

.....

.....

c) Hesapladığınız H^+ ve OH^- mol sayılarını aşağıdaki ilgili boşluklara yazarak tepkime sonundaki maddelerin mol sayılarını bulunuz.



Başlangıç:	.....	.....	-
Harcanan/Oluşan:	.....	.....	.....
Tepkime Sonu:	.....	.....	.....

ç) Tepkime tamamlandığında artan iyon derişimini ve çözeltinin 25 °C sıcaklıktaki pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

.....

.....

7. Derişimi 1,8 M, hacmi 1 000 mL olan HNO_3 çözeltisi ile derişimi 1 M, hacmi 1 000 mL olan $Ba(OH)_2$ sulu çözeltisi karıştırıldığında meydana gelen nötralleşme olayı ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) HNO_3 ve $Ba(OH)_2$ çözeltilerinin karıştırıldığında gerçekleşen nötralleşme olayına ait tepkime denklemini ve tepkime modelini yazınız.

.....

.....

.....

.....

b) HNO_3 ve $Ba(OH)_2$ nin iyonlaşma denklemlerinden yararlanarak HNO_3 çözeltisindeki H^+ iyonunun ve $Ba(OH)_2$ çözeltisindeki OH^- iyonunun mol sayısını hesaplayınız.

.....

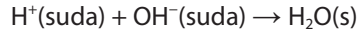
.....

.....

.....

.....

c) Hesapladığınız H^+ ve OH^- mol sayılarını aşağıdaki ilgili boşluklara yazarak tepkime sonundaki maddelerin mol sayılarını bulunuz.



Başlangıç:	.....	.....	-
Harcanan/Oluşan:	.....	.....	.....
Tepkime Sonu:	.....	.....	.....

ç) Tepkime tamamlandığında artan iyonun derişimini ve çözeltinin 25 °C sıcaklıktaki pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. Nötrleşme olayı tamamlandığında çözeltinin nötr, asidik ya da bazik olduğunu hangi ölçüt ya da ölçütlere göre belirlersiniz?

.....

.....

.....

.....

9. Nötrleşme olayı tamamlandığında çözeltiyi nötr, asidik ya da bazik olarak tanımlamak için matematiksel ilişkiler oluşturunuz.

.....

.....

.....

10. Nötrleşme olayını örnek bir tepkime denklemi ve bu tepkimeye ait modeli kullanarak açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendirme

1. Nötrleşme tepkimelerini gözlemleyebilmek için hangi ölçütler kullanılabilir?

.....

.....

.....

.....

2. Nötrleşme olayını hidrojen ve hidroksit iyonlarının mol sayıları arasındaki matematiksel ilişkiyi kullanarak tanımlayınız.

.....

.....

.....

.....

2.4. YANSITMA NOTU

Kuvvetli asitler ve kuvvetli bazlar arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimelerini gözlemlemek için belirlediğiniz ölçütleri test etmek ve nötralleşme olayını açıklamak amacıyla deney yaptınız.

Deney sürecinde kendinizi değerlendirmek ve yaşadığınız duyguları fark etmek için aşağıda verilen ifadeler hakkındaki duygularınızı ve düşüncelerinizi yazınız.

1. Araştırma sorularına yönelik oluşturduğum hipotezin geçerliliğini kontrol etmek için deneyler yapmanın konuyu öğrenmeme sağladığı katkılar nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Nötralleşme tepkimelerini gözlemlemek için belirlediğim ölçütleri test etmek amacıyla deney yapmanın konuyu öğrenmeme katkısı nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Yaptığım deneyin nötralleşme olayını açıklamama ve matematiksel ilişkiler içeren tanımlar yapmama katkıları nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Deney sürecini geliştirmek için yapabileceğim şeyler nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Deney sırasında yaşadığım duygular nelerdir?

.....

.....

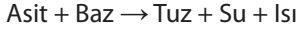
.....

.....

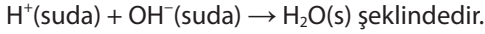
.....

.....

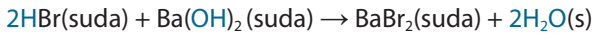
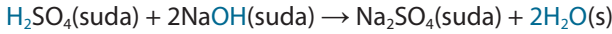
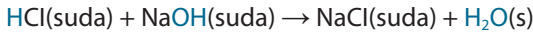
Asit ve bazın tepkimeye girerek tuz ve su oluşturduğu kimyasal olaya **nötralleşme** denir. Nötralleşme tepkimelerinde asit ve baz tepkimeye girerek birbirinin özelliklerini etkisiz hâle getirir. Yani nötrale eder. Kuvvetli asitler ve kuvvetli bazlar arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimeleri oldukça hızlı ve tek yönlüdür. Tepkime veriminin %100 olduğu kabul edilir. Nötralleşme tepkimeleri genellikle ekzotermiktir. Nötralleşme tepkimelerinin genel gösterimi aşağıdaki gibidir.



Nötralleşme tepkimelerinin net iyon denklemi



Nötralleşme tepkimeleri sırasında asidin H^+ iyonu ile bazın OH^- iyonu net iyon denklemine göre birleşerek suyu, geriye kalan iyonlar ise birleşerek tuzu oluşturur. Bu açıklamalara göre



tepkimleri yazılarak denkleştirilir. Kuvvetli asitler ve kuvvetli bazlar arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimeleri sonunda ortamın pH değerini belirlemek için asitten gelen H^+ ve bazdan gelen OH^- iyonlarının mol sayılarının hesaplanması gerekir. Bu hesaplama aşağıdaki gibi yapılır.

Asit Çözeltisindeki H^+ İyonunun Mol Sayısı

Asit çözeltisinin derişimi ve hacmi kullanılarak asidin mol sayısı hesaplanır.

$$M_{\text{Asit}} = \frac{n_{\text{Asit}}}{V_{\text{Asit}}} \Rightarrow n_{\text{Asit}} = M_{\text{Asit}} V_{\text{Asit}}$$

Asidin mol sayısı asidin iyonlaşabilen hidrojen sayısı (Z_{Asit}) ile çarpılarak H^+ iyonunun mol sayısı bulunur.

$$n_{\text{H}^+} = Z_{\text{Asit}} n_{\text{Asit}}$$

Aşağıdaki eşitlik yardımıyla asit çözeltisindeki H^+ iyonunun mol sayısı doğrudan bulunabilir.

$$n_{\text{H}^+} = Z_{\text{Asit}} M_{\text{Asit}} V_{\text{Asit}}$$

Baz Çözeltisindeki OH^- İyonunun Mol Sayısı

Baz çözeltisinin derişimi ve hacmi kullanılarak bazın mol sayısı hesaplanır.

$$M_{\text{Baz}} = \frac{n_{\text{Baz}}}{V_{\text{Baz}}} \Rightarrow n_{\text{Baz}} = M_{\text{Baz}} V_{\text{Baz}}$$

Bazın mol sayısı bazın iyonlaşabilen hidroksit sayısı (Z_{Baz}) ile çarpılarak OH^- iyonunun mol sayısı bulunur.

$$n_{\text{OH}^-} = Z_{\text{Baz}} n_{\text{Baz}}$$

Aşağıdaki eşitlik yardımıyla baz çözeltisindeki OH^- iyonunun mol sayısı doğrudan bulunabilir.

$$n_{\text{OH}^-} = Z_{\text{Baz}} M_{\text{Baz}} V_{\text{Baz}}$$



Astronotları Ay'a ulaştıran Apollo Ay Modülü içerisinde astronotların solunumu sonucu açığa çıkan CO_2 gazı, belli bir oranın üzerine çıktığında astronotlar için zehirli olacağından CO_2 gazını normal seviyeye düşürmek zorunludur. Bu amaçla modül içindeki hava, katı LiOH içeren kartuşlar üzerinden geçirilip $2\text{LiOH}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ tepkimesi yardımıyla temizlenir.

Nötralleşme sırasında gerçekleşen $\text{H}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s})$ net iyon denklemine göre H^+ ve OH^- iyonları bire bir oranında tepkimeye girer.

$n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^-}$ ise asitten gelen H^+ ve bazdan gelen OH^- tamamen tükenmiştir. Bu durum **tam nötralleşme** olarak adlandırılır. Çözeltide sadece saf suyun otoiyonizasyonundan gelen H^+ ve OH^- iyonları bulunduğu için 25°C sıcaklıkta çözeltinin pH değeri 7 olur.

$n_{\text{H}^+} \neq n_{\text{OH}^-}$ ise meydana gelen nötralleşme olayına **kısmi nötralleşme** denir. Kısmi nötralleşme tepkimelerinde $n_{\text{H}^+} > n_{\text{OH}^-}$ ise asitten gelen H^+ iyonu artar ve çözelti asidik olur. Çözeltideki H^+ iyonu derişimi ve çözeltinin pH değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$[\text{H}^+] = \frac{n_{\text{H}^+} - n_{\text{OH}^-}}{V_{\text{Asit}} + V_{\text{Baz}}}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

Kısmi nötralleşme tepkimelerinde $n_{OH^-} > n_{H^+}$ ise bazdan gelen OH^- iyonu artar ve çözelti bazik olur. Çözeltideki OH^- iyonu derişimi ve çözeltinin pH değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$[OH^-] = \frac{n_{OH^-} - n_{H^+}}{V_{asit} + V_{baz}}$$

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$pH = 14 - pOH$$

2.20. ETKİNLİK

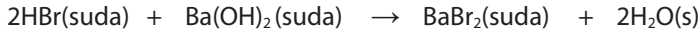


Adı	Nötralleşme Hesaplamaları
Amaç	Nötralleşme olayındaki matematiksel ilişkileri kullanabilme
Süre	35 dk.

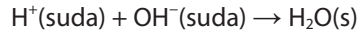
Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. 1 M 100 mL $Ba(OH)_2$ çözeltisi üzerine 2,2 M 100 mL HBr çözeltisi ilave edilmesi durumunda meydana gelen nötralleşme olayına ait açıklamaları ve pH hesaplama adımlarını inceleyiniz.

a) $Ba(OH)_2$ ve HBr arasında gerçekleşen tepkime denklemi yazılır.



b) Asit baz tepkimelerine ait net iyon denklemi yazılır.



c) $Ba(OH)_2$ çözeltisindeki OH^- iyonlarının mol sayısı ve HBr çözeltisindeki H^+ iyonların mol sayısı hesaplanır.

$Ba(OH)_2$ çözeltisindeki OH^- iyonlarının Mol Sayısı

$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2OH^-$ tepkimesine göre 1 mol $Ba(OH)_2$ iyonlaştığında 2 mol OH^- oluşturduğu için

$Z_{Ba(OH)_2} = 2$ olur.

$$n_{OH^-} = Z_{Ba(OH)_2} \cdot M_{Ba(OH)_2} \cdot V_{Ba(OH)_2}$$

$$n_{OH^-} = 2 \cdot 1,0 \cdot 0,1$$

$$n_{OH^-} = 0,20 \text{ mol}$$

HBr çözeltisindeki H_3O^+ iyonların Mol Sayısı

$HBr \rightarrow H^+ + Br^-$ tepkimesine göre 1 mol HBr iyonlaştığında 1 mol H^+ oluşturduğu için $Z_{HBr} = 1$ olur.

$$n_{H^+} = Z_{HBr} \cdot M_{HBr} \cdot V_{HBr}$$

$$n_{H^+} = 1 \cdot 2,2 \cdot 0,1$$

$$n_{H^+} = 0,22 \text{ mol}$$

ç) $n_{H^+} > n_{OH^-}$ olduğu için kısmi nötralleşme meydana gelmiştir. Tepkime sonunda H^+ iyonu arttığı için çözelti asidiktir.

d) Tepkime tamamlandığında artan H^+ iyonlarının mol sayısı ($n_{H^+} - n_{OH^-}$) ifadesi ile hesaplanacağı için çözeltide H^+ iyonlarının derişimi ve çözeltinin pH değeri hesaplanır.

$$[H^+] = \frac{n_{H^+} - n_{OH^-}}{V_{asit} + V_{baz}} \quad pH = -\log[H^+]$$

$$[H^+] = \frac{0,22 - 0,2}{0,1 + 0,1} \quad pH = -\log 0,1$$

$$[H^+] = \frac{0,02}{0,2} \quad pH = 1$$

$$[H^+] = 0,1$$

2. 1. adımdaki aşamaları takip ederek aşağıdaki nötralleşme tepkimeleri sonucunda oluşan çözeltilerin pH değerlerini hesaplayınız.

a) 1 M 100 mL HI çözeltisi üzerine 1,2 M 100 mL NaOH çözeltisi eklenmesi

b) 1 M 200 mL H₂SO₄ çözeltisi üzerine 4 M 100 mL NaOH eklenmesi

Değerlendirme

1. Nötralleşme tepkimelerindeki matematiksel ilişkileri açıklayınız.

2. Tam ve kısmi nötralleşme arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları açıklayınız.

Nötralleşme tepkimelerini gözlemleyebilmek için indikatörler, pH ölçümü, iletkenlik ölçümü gibi yöntemler kullanılır.

Ortamin pH değerine göre renk değiştiren maddelere **indikatör** denir. Çay, mor lahana suyu, ortanca çiçeği (Görsel 2.13) gibi bazı maddeler doğal indikatörlerdir. Doğal indikatörlerin içerikleri standart olmadığından ve koşullara göre değişebildiğinden renk değiştirdikleri pH aralığı sabit olmayabilir. Bu nedenle laboratuvarlarda, bilimsel çalışmalarda ve endüstride yapay olarak hazırlanmış indikatörler kullanılır. Bazı indikatörlerin renk değiştirdiği pH aralığı ve pH değerine göre renkleri Tablo 2.3'te verilmiştir. Örneğin kongo kırmızısı pH değeri 3,0'ün altında olan çözeltilerde mavi, 5,2'nin üstünde olan çözeltilerde kırmızı görünürken 3,0-5,2 aralığında kademeli olarak renk değiştirir.



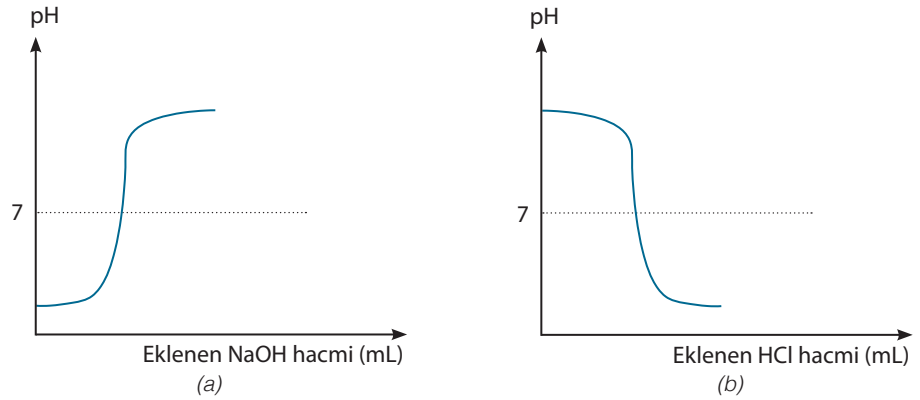
Görsel 2.13: Toprağın pH değerine göre renk alan ortanca çiçeği

Tablo 2.3: Bazı İndikatörlerin Renk Değiştirdiği pH Aralığı ve pH Değerine Göre İndikatör Renkleri

İndikatör	Düşük pH Değerindeki Renk	Renk Değiştirdiği pH Aralığı	Yüksek pH Değerindeki Renk
Kongo kırmızısı	mavi	3,0 - 5,2	kırmızı
Metil oranj (Metil turuncusu)	turuncu	3,1 - 4,4	sarı
Metil kırmızısı	kırmızı	4,2 - 6,3	sarı
Bromtimol mavisi	sarı	6,0 - 7,6	mavi
Fenolftalein	renksiz	8,2 - 10,0	pembe
Alizarin sarısı	sarı	10,1 - 12,0	kırmızı

Nötralleşme tepkimelerinde tam nötralleşme anı uygun indikatör kullanarak gözlemlenebilir. İndikatör yardımıyla tam nötralleşme anını doğru belirleyebilmek için indikatör seçimi çok önemlidir. İndikatör tam nötralleşme anına yakın bir aralıkta renk değiştirmeli, renk değişimi belirgin biçimde gözlemlenebilir. Kuvvetli asitler ve kuvvetli bazlar arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimelerinde genellikle fenolftalein, bromtimol mavisi ve metil kırmızısı tercih edilir. Nötralleşme tepkimesinde çözeltinin farklı pH değerlerini gözlemlemek için genellikle pH 4 ve pH 10 aralığında her bir tam pH değerinde farklı renk alan evrensel indikatörler kullanılır.

Nötralleşme tepkimeleri pH ölçümüyle de gözlemlenebilir. pH ölçümü için pH kâğıtları ya da pH metre kullanılır. Kuvvetli asitler ve kuvvetli bazlar arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimeleri sırasında eklenen baz ya da asit hacmine karşı pH değişimini gösteren Grafik 2.6 aşağıda verilmiştir. Grafiklerde pH değerinin 7 olduğu nokta tam nötralleşme anını gösterir.

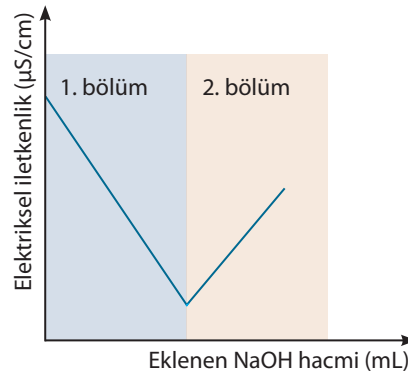


Grafik 2.6: a) Eklenen baz hacmine göre pH değişimi, b) Eklenen asit hacmine göre pH değişimi



Nötralleşme tepkimeleri ve gündelik yaşamdaki örneklerine ilişkin videoya ulaşmak için karekodu kullanınız.

Nötralleşme tepkimelerini gözlemlemek için bir diğer yöntem iletkenlik ölçümüdür. Genel olarak bir çözeltinin iletkenliği içerdiği iyonların toplam derişimine bağlıdır. Çözeltideki iyonların toplam derişimi ne kadar fazla ise çözeltinin elektrik iletkenliği o kadar fazladır. Grafik 2.7 HCl çözeltisi üzerine NaOH çözeltisi ilave edilmesi durumunda HCl çözeltisinin bulunduğu kaptaki iletkenlik değişimini göstermektedir. Grafiğin 1. bölümünde H^+ ve OH^- iyonları tepkimeye girdiği için HCl çözeltisindeki H^+ iyon derişimi azalır. Ayrıca çözelti hacmi arttığı için diğer iyonların derişimi de azalır. Buna bağlı olarak 1. bölümde iletkenlik azalır. Çözeltide asitten gelen H^+ iyonları tükendiğinde iletkenlik minimum değerine ulaşır. NaOH eklenmeye devam edildiğinde nötralleşme tepkimesi tamamlandığı için NaOH bazından gelen OH^- iyonları tepkimeye girmez ve çözeltinin iyon derişimini artırır. Bu nedenle 2. bölümde iletkenlik artar.



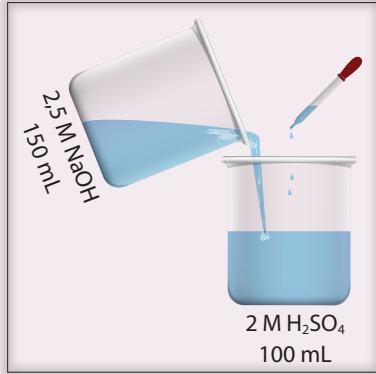
Grafik 2.7: HCl çözeltisine NaOH eklenmesi sırasında HCl çözeltisinin elektriksel iletkenlik değişimi

2.6. UYGULAMA NOKTASI

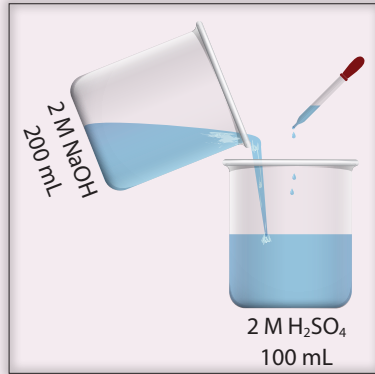
Aşağıdaki metinden ve görsellerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Bir kimya teknisyeni, antika otomobillerin eskimiş krom kaplı parçalarını restore eden bir işletmede çalışmaya başlıyor. Bu işletme eskimiş parçaları temizlemek için H_2SO_4 çözeltisi kullanmaktadır. Kimya teknisyeninin ilk görevi atık H_2SO_4 çözeltisini nötralize etmektir.

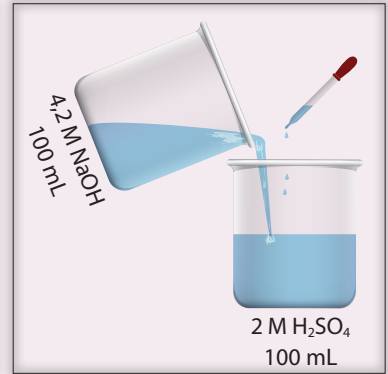
Kimya teknisyeni, derişimi 2 M olan atık H_2SO_4 çözeltisinin tam nötralleştiği durumu gözlemlemek için H_2SO_4 çözeltisinden yüzer mL'lik üç ayrı örnek hazırlıyor. Bu örneklerle asidik ve nötr ortamda renksiz olan, bazik ortamda ise pembe renk alan fenolftalein indikatörü damlatıyor. Daha sonra çözeltilere görsellerdeki gibi NaOH çözeltileri ilave ediyor.



I. İşlem



II. İşlem



III. İşlem

1. H_2SO_4 ve NaOH arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimesini yazınız ve tepkime modelini oluşturunuz.

2. Gerçekleştirilen I. işlem sonunda çözeltinin pH değerini hesaplayınız.

3. Gerçekleştirilen II. işlem sonunda çözeltinin pH değerini hesaplayınız.

4. Gerçekleştirilen III. işlem sonunda çözeltinin pH değerini hesaplayınız.

5. Gerçekleştirilen I, II ve III. işlemler sonunda çözeltilerin hangi renkte görüneceğini yazınız.

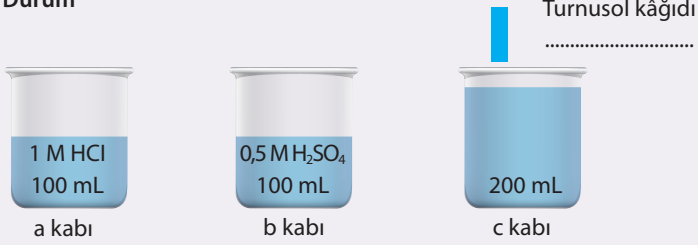
6. Hangi işlem sonunda çözelti iletkenliğinin en düşük olacağını gerekçesi ile birlikte açıklayınız.

7. Kimya teknisyeni, atık H_2SO_4 çözeltisini tam nötralleştirmek için hangi işlemi uygulamalıdır?

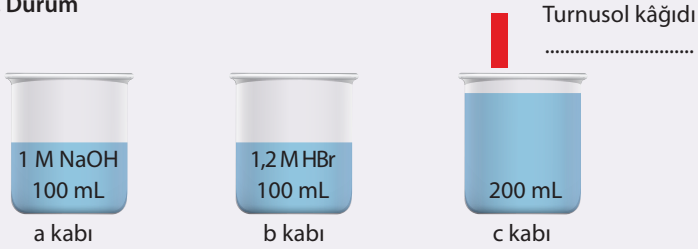
2.10. KONTROL NOKTASI

Görsellerde 25 °C sıcaklıkta üç durum için a ve b kaplarında bulunan çözeltilerin derişimleri ve hacimleri belirtilmiştir. a ve b kaplarındaki çözeltiler karıştırılarak c kabındaki çözeltiler elde ediliyor, c kabındaki çözeltilere görseldeki gibi turnusol kâğıtları batırılıyor. Buna göre görsellerdeki üç durumda meydana gelen olaylarla ilgili soruları cevaplayınız.

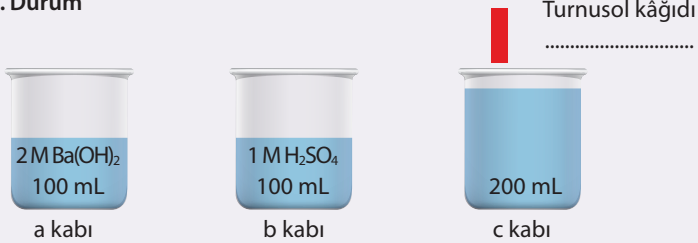
I. Durum



II. Durum



III. Durum



1. Hangi durum ya da durumlarda nötralleşme olayı gerçekleşir?

.....

2. Nötralleşme olayının gerçekleştiği kap ya da kaplardaki tepkime denklemini yazınız.

.....

.....

3. Her bir durum için c kabında bulunan çözeltilere batırılan turnusol kâğıdının alacağı rengi belirleyip görsel üzerinde noktalarla gösterilen ilgili boşluğa yazınız.

4. Hangi durum ya da durumlarda turnusol kâğıtlarının rengi değişir? Gerekçeleriyle açıklayınız.

.....

.....

5. Her üç durumda c kaplarındaki çözeltinin pH değerini hesaplayarak küçükten büyüğe doğru sıralayınız.

.....

.....

6. Her üç durum için a ve c kaplarındaki çözeltilerin elektriksel iletkenliklerini karşılaştırınız.

.....

.....

.....

2.2.6. Kuvvetli Asit-Kuvvetli Baz Titrasyonları

KONUYA BAŞLARKEN



Maddenin kimyasal bileşimini ve bu bileşenlerin miktarını belirlemek için kimyasal analiz yöntemleri kullanılır. Kimyasal analiz gündelik hayatta büyük öneme sahiptir. Sağlık, gıda, çevre, arkeoloji, endüstri gibi alanlarda ve bazen de adli olayları aydınlatmak için kimyasal analiz yöntemlerinden faydalanılır. Kimyasal analiz yöntemleri doğanın daha iyi anlaşılmasını sağlar. Bu yöntemler bazen gelişmiş elektronik araçlar kullanmayı gerektirse de kütle ve hacim ölçümüne dayanan klasik analiz yöntemleri günümüzde yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Bu yöntemlerden biri de hacim ölçümüne dayanan ve derişimi bilinmeyen asit ya da bazın derişimini belirlemek için kullanılan titrasyondur. Titrasyon yöntemi kolay olması ve oldukça hassas sonuçlar vermesi nedeniyle tercih edilir.

- Günlük hayatta kullanılan kuvvetli asitlerin ya da kuvvetli bazların derişiminin bilinmesi neden önemlidir?
- Derişimi bilinmeyen kuvvetli bir asit ya da kuvvetli bir bazın derişimini belirlemek için nötralleşme tepkimelerinden ne şekilde yararlanılabilir?
- Kuvvetli asitlerin ve kuvvetli bazların derişimlerini belirlemek için hacim ölçümüne dayanan kimyasal analiz yöntemleri ne şekilde kullanılabilir?

2.21. ETKİNLİK



Adı	Titrasyon
Amaç	Kuvvetli asit ve kuvvetli baz çözeltilerinin derişimlerini titrasyon yöntemiyle belirlemeye yönelik deney yapabilme
Süre	35 + 35 + 35 dk.

Bu etkinlik Öz Değerlendirme Formu ile öğrenci tarafından, Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilecektir. Öz Değerlendirme Formu ve Dereceli Puanlama Anahtarı'na etkinlik sonunda yer alan karekodlarla ulaşılabilir.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Aşağıdaki karekodu kullanarak Öz Farkındalık Formu'nu doldurunuz.

Öz Farkındalık Formu'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



2. Derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltisinin derişimini nasıl belirlersiniz?

.....

.....

3. Derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltisinin derişimini belirlemek için hangi malzemelere ihtiyaç duyarsınız?

.....

.....

4. Derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltisinin derişimini belirlemeye yönelik 1 ve 2. soruya verdiğiniz cevaplarınızı sınıf arkadaşlarınızla paylaşarak tartışınız. Tartışma sonucunda cevaplarınızı arkadaşlarınızdan aldığınız yeni fikirler çerçevesinde değerlendirip yeniden düzenleyiniz.

5. Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik çalışma grupları oluşturarak uygulamaları gerçekleştiriniz.

6. Aşağıdaki görseli inceleyiniz ve bilgileri okuyunuz.



Titrasyon işleminde harcanan çözeltinin hacmini belirlemek için büret kullanılır. Titrasyon işlemi yanda görseli verilen düzenek yardımıyla gerçekleştirilir. Titrasyon işlemi sırasında tam nötralleşme anı indikatörün renk değişimiyle belirlenir. Tam nötralleşme anına ulaşmak için harcanan çözelti hacminin doğru belirlenmesi çok önemlidir. Bu nedenle büretteki çözelti, erlenmayere damla damla ilave edilmelidir. Titrasyon işlemi sonucunda harcanan çözelti hacmiyle derişimi bilinmeyen asit ya da bazın derişimi asit ve baz monofonksiyonel ise $V_A M_A = V_B M_B$ formülü kullanılarak hesaplanır.

7. Aşağıdaki malzemeleri kullanarak ve 6. adımdaki bilgilerden yararlanarak derişimi bilinmeyen HCl çözeltisinin derişimini belirlemek için açık ve ulaşılabilir hedefler belirleyip bir deney planlayınız. Planladığınız deneyin işlem basamaklarını ilgili boşluğa yazınız.



Deneyin Adı	Titrasyon Deneyi
Deneyin Amacı	Derişimi bilinmeyen HCl çözeltisinin derişimini belirlemek
Süre	35 dk.
Malzeme	mezür, 100 mL'lik büret, huni, 100 mL'lik erlenmayer, spor düzeneği, fenolftalein, 0,1 M NaOH çözeltisi, derişimi bilinmeyen HCl çözeltisi

İşlem basamakları

.....

.....

.....

.....

.....

a) Planladığınız deneyi gerçekleştirmek için grup arkadaşlarınızla her bir arkadaşınızın aktif rol alabileceği şekilde görev paylaşımı yapınız. Etkili bir yol haritası oluşturarak planladığınız deneyi grup arkadaşlarınızla iş birliği içinde, zamanı etkili biçimde kullanarak gerçekleştiriniz.

b) Deney sonunda 0,1 M NaOH çözeltisinin harcanan hacmini büretten belirleyerek yazınız.

c) Deney sonunda 0,1 M NaOH çözeltisinin harcanan hacmini kullanarak $z_A V_A M_A = z_B V_B M_B$ formülüyle HCl çözeltisinin derişimini hesaplayınız.

.....

.....

.....

Değerlendirme

1. Titrasyon işleminde derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltisinin derişimini belirlemek için hangi ölçütlerden yararlanılır?
2. Titrasyon işleminde derişimi bilinmeyen kuvvetli bir asit ya da kuvvetli bazın derişimi nasıl hesaplanır? Açıklayınız.

Öz Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu kullanınız.

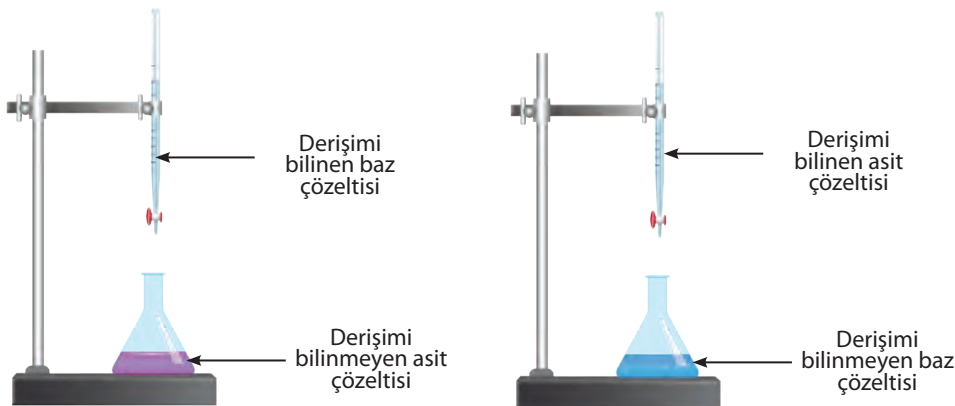


Dereceli Puanlama Anahtarı'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



Derişimi bilinen bir çözelti yardımıyla derişimi bilinmeyen bir çözeltinin derişiminin belirlenmesi için kullanılan analiz yöntemine **titrasyon** denir. Titrasyon yönteminde derişimi bilinmeyen belirli hacimdeki çözelti erlenmayere, derişimi belirli olan çözelti ise bürete konulur. İşlem sırasında büretteki çözelti, damla damla erlenmayerdeki çözeltiye ilave edilir. Çözeltilerdeki maddeler arasında kimyasal bir tepkime gerçekleşmesi beklenir. Titrasyon; gerçekleşen kimyasal tepkimelere göre çöktürme, redoks, asit-baz titrasyonları şeklinde sınıflandırılır.

Kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltilerinin derişiminin belirlenmesi için yapılan titrasyon işlemine **kuvvetli asit - kuvvetli baz titrasyonu** denir. Kuvvetli asit - kuvvetli baz titrasyonlarında derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz erlenmayer içine konulur. Derişimi bilinen kuvvetli baz ya da kuvvetli asit ise bürete doldurulur ve damla damla erlenmayerdeki çözeltiye eklenerek nötralleşme tepkimesi gerçekleştirilir (Görsel 2.14).



Görsel 2.14: Titrasyon düzenekleri

Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonlarında nötralleşme tepkimesinin tamamlandığı noktaya eş değerlik noktası denir. Eş değerlik noktasında tepkimeye giren hidrojen ve hidroksit iyonlarının mol sayıları eşittir ve tam nötralleşme gerçekleşir. Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonlarında eş değerlik noktasında pH değeri 7 olur. Eş değerlik noktası teorik bir kavramdır ve doğrudan gözlemlenmesi mümkün değildir.

Eş değerklik noktasında ya da yakınlarında fiziksel bir değişimi belirlemek için asit-baz indikatörleri, pH metre veya iletkenlik ölçen araçlar kullanılır. Asit-baz titrasyonlarında dönüm noktasını belirlemek için yaygın olarak indikatörler kullanılır. Renk değişiminin gözlemlendiği noktaya **dönüm noktası** denir. Eş değerklik noktası doğrudan gözlemlenemediğinden hesaplamalarda dönüm noktası verileri kullanılır.

Titrasyon işleminde dönüm noktasına ulaşmak için harcanan çözelti hacmi belirlenerek monofonksiyonel asit ve bazlar için $V_A M_A = V_B M_B$ eşitliğinden derişimi bilinmeyen çözeltinin derişimi hesaplanır.

Kuvvetli Asit-Kuvvetli Baz Titrasyon Eğrisi

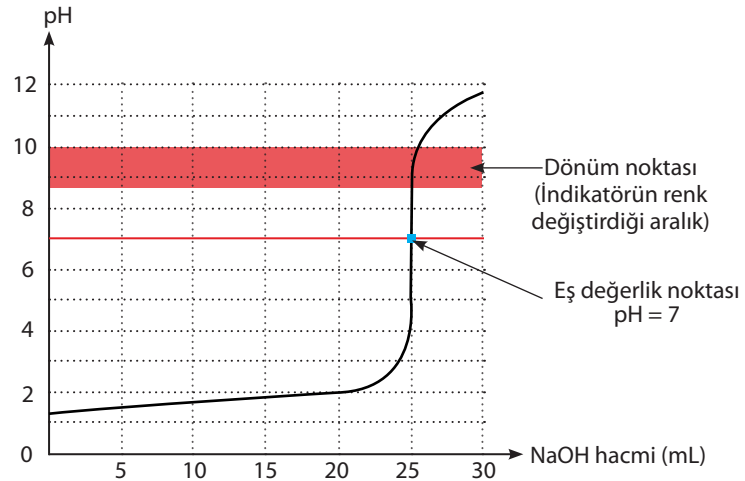
Asit-baz titrasyonlarında büretten eklenen çözelti hacmine karşı pH değişimini gösteren grafiğe **titrasyon eğrisi** denir. 50 mL 0,05 M HCl çözeltisinin 0,1 M NaOH çözeltisi ile fenolftalein indikatörü eşliğinde titrasyonu sırasında eklenen NaOH hacmine karşı çözeltinin pH değerleri Tablo 2.4'te, titrasyon eğrisi ise Grafik 2.8'de verilmiştir.

Tablo 2.4: Eklenen NaOH Hacmine Göre Çözeltinin pH Değerleri

NaOH Hacmi (mL)	0	5	10	15	20	25	30
pH	1,3	1,4	1,6	1,8	2,1	7	11,8



Titrasyon işlemine ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.



Grafik 2.8: HCl çözeltisinin NaOH çözeltisi ile titrasyonuna ait titrasyon eğrisi

Tablo 2.4 ve Grafik 2.8 incelendiğinde eş değerklik noktasına yaklaşıncaya kadar pH değerinin önemli oranda değişmediği, eş değerklik noktası yakınıdaysa pH değerinin çok hızlı arttığı görülür. Grafikte dikkat çeken bir diğer durum ise eş değerklik noktası ile dönüm noktasının farklı olmasıdır. Eş değerklik noktası ile dönüm noktası arasında harcanan NaOH çözeltisi hacmi yaklaşık 0,002 mL'dir. Bu değer bir damladan çok daha küçüktür ve büretle ölçülemez. Bu nedenle çözelti derişiminin belirlenmesi için eş değerklik noktası yerine dönüm noktası kullanılır.

2.7. UYGULAMA NOKTASI

1. Fenolftalein indikatörü kullanılarak derişimi bilinmeyen 30 mL HCl çözeltisi üzerine damla damla 0,1 M KOH çözeltisi eklenerek titrasyon işlemi uygulanıyor. Titrasyon işlemi sırasında dönüm noktasına ulaşmak için 60 mL KOH çözeltisi harcandığı belirleniyor. Buna göre verilen soruları cevaplayınız.

a) Titrasyon işleminde hangi çözelti erlenmayere, hangi çözelti bürete konulmuştur, yazınız.

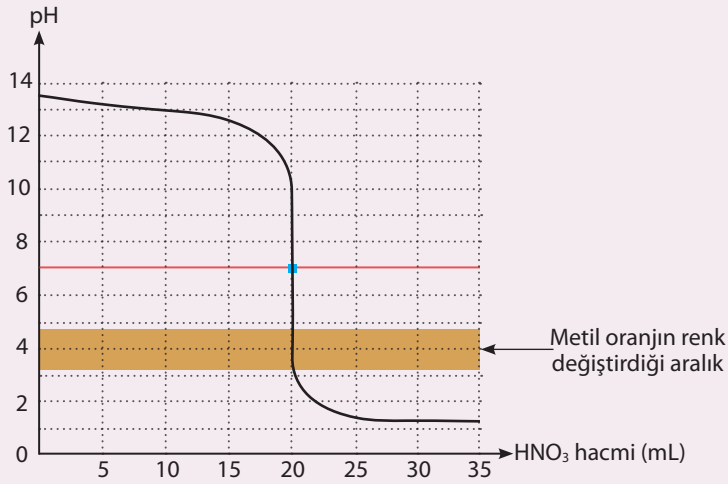
Erlenmayer :

Büret :

b) Eş değerlik noktasına ulaşmak için harcanan KOH çözeltisinin hacminden faydalanarak HCl çözeltisinin derişimini hesaplayınız.

.....

2. Aşağıdaki grafikte, derişimi bilinmeyen 50 mL KOH çözeltisinin 0,5 M HNO_3 çözeltisi ile metil oranj indikatörü eşliğinde titrasyonuna ait eğri verilmiştir.



Buna göre verilen soruları cevaplayınız.

a) Titrasyon eğrisi üzerinde eş değerlik noktasını ve dönüm noktasını gösteriniz.

b) Eş değerlik noktasında harcanan HNO_3 çözeltisinin hacminden faydalanarak derişimi bilinmeyen KOH çözeltisinin derişimini hesaplayınız.

.....

c) Bu titrasyon işleminde renk değıştirdiğı pH aralıklarıyla birlikte aşağıdaki tabloda verilen indikatörlerden hangisinin ya da hangilerinin kullanılması uygun değildir? Gerekçelendirerek açıklayınız.

İndikatör	Renk Değıştirdiğı pH Aralığı
Bromtimol mavisi	6,0 - 7,6
Fenolftalein	8,2 - 10,0
Alizarin sarısı	10,1 - 12,0

.....

2.11. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler doğruysa ilgili boşluğa "D", yanlışsa "Y" yazarak belirtiniz. İfade yanlış ise nedenini "Açıklamalar" kısmına yazınız.

İfadeler	D/Y	Açıklamalar
Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonu derişimi bilinmeyen çözeltinin derişimini bulmak için yapılır.		
Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonunda kullanılan indikatör 25 °C'ta pH = 7 nin üzerinde renk değiştiriyorsa dönüm noktasında H ⁺ ve OH ⁻ iyonlarının mol sayıları eşittir.		
Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonunda 25 °C sıcaklıkta eşdeğerlik noktasında pH değeri 7 olur.		
Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonunda eşdeğerlik noktası doğrudan gözlemlenebilir.		
Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonunda indikatörün renk değiştirdiği noktaya eşdeğerlik noktası denir.		
Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonunda kullanılacak indikatör seçiminde indikatörün renk değiştirdiği aralık önemlidir.		
Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonları hacim ölçümüne dayanan analiz yöntemidir.		

2. Bir kimya mühendisinin sürekli kullandığı bir yağ çözücü ürünün etiketinde ana bileşen olarak 0,3 M sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi olduğu belirtilmektedir. Kimya mühendisi üründeki NaOH derişimini test etmek ister. Laboratuvarında bu yağ çözücünün bazlık derişimini belirlemek için bir titrasyon deneyi kurgular. Derişimi 0,1 M olan hidroklorik asit (HCl) çözeltisi ve indikatör olarak ise bazik ortamda pembe, asidik ortamda renksiz olan fenolftalein kullanır.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Yapılan deneyde, yağ çözücüden alınan 25 mL numuneyi tamamen nötralleştirmek için büretten 50 mL 0,1 M HCl çözeltisi harcadığı gözlemlenmiştir. Buna göre yağ çözücüdeki NaOH değerini hesaplayarak etikette yazan değerin doğruluğunu yazınız.

.....

.....

.....

.....

b) Deney sırasında fenolftalein indikatörünün rengi pembeden tam olarak renksizleştiği anda musluğun kapatılmasının sebebi nedir? İndikatörün renk değiştirdiği anın kimyasal açıdan önemini H₃O⁺ ve OH⁻ iyonları arasındaki ilişkiyle açıklayınız.

.....

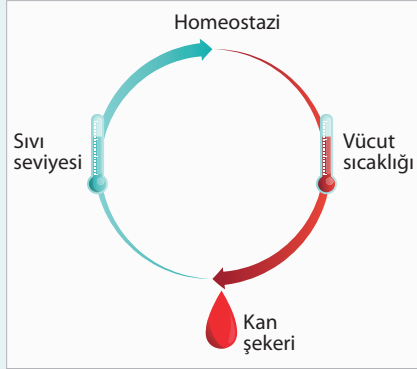
.....

.....

.....

2.2.7. Asidik ve Bazik Ürünlerin Seçiminde Dikkat Edilmesi Gerekenler

KONU YA BAŞLARKEN



İnsan vücudundaki fiziksel ve kimyasal dengeler sağlıklı bir yaşam için çok önemlidir. Sağlıklı bir bireyde vücut sıcaklığı, vücuttaki su oranı, kandaki glikoz derişimi (kan şekeri), vücut sıvılarının pH değeri gibi değerlerin belli bir aralıkta tutulması gereklidir. Bu değerler fiziksel ve kimyasal koşullara göre değişebilir. Sağlıklı bir vücut uygun koşullarda fiziksel ve kimyasal dengeyi koruyacak donanıma sahiptir.

Ağız içinin pH değeri belli bir aralıkta olmalıdır. Ancak yenilen ve içilen besinlere göre ağız içinin pH değeri değişebilir. Limon, turşu gibi asit içeren yiyeceklerin ve gazlı içeceklerin sık ve aşırı tüketimi ağızdaki asit dengesini bozar ve asitliği artırarak ağız

içinin pH değerini düşürür. Ağız temizliğine yeterince dikkat edilmesi durumunda tükürük ağız içindeki pH dengesini korur. Ancak kötü beslenme ve ağız temizliğine dikkat edilmemesi hâlinde ağızdaki pH dengelenemez duruma gelir. Bu durum başta diş çürükleri olmak üzere çeşitli ağız ve diş sağlığı sorunlarına neden olur.

- Asidik ya da bazik ürünlerin seçiminde nelere dikkat edersiniz?
- Kişisel temizlik ve sağlık için kullanılan ürünlerde pH değerinin önemi var mıdır?

2.22. ETKİNLİK



Adı	Ürünlerin Asitlik ve Bazlığı
Amaç	Asidik ya da bazik ürünlerin en uygun olanına karar verebilme
Süre	35 + 35 dk.
Bu etkinlik Akran Değerlendirme Formu ile öğrenci tarafından, Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilecektir. Akran Değerlendirme Formu ve Dereceli Puanlama Anahtarı'na etkinlik sonunda bulunan karekodlarla ulaşılabilir.	

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. "Bir canlıda iç ortamın fiziksel ve kimyasal koşulların sağlıklı bir yaşam için en uygun durumda sabit tutulması çabasına **homeostazi** denir." bu bilgiye göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.
 - a) Vücut sıvılarındaki asitler ve bazlar arasındaki denge ile homeostazi arasında nasıl bir ilişki vardır?
.....
 - b) Sizce beslenme biçimi, kullanılan kozmetik ürünler ve yaşam tarzının homeostazinin korunması ve vücut sağlığı üzerinde ne gibi etkileri vardır?
.....
2. Aşağıda mide, ağız, diş ve cilt sağlığı ile ilgili araştırma sorularını inceleyerek araştırma yapmak için size verilen 5 sorudan uygun olan bir tanesini seçiniz.
 - a) Farklı diş macunlarının dişleri koruma etkisi ile macunun pH değeri arasında nasıl bir ilişki vardır?
 - b) Kullanılan diş macunu miktarının ağız içi pH değerine etkisi nedir?
 - c) Farklı ağız çalkalama sularının ağız sağlığını koruma özellikleri ile ağız çalkalama suyunun pH değeri arasında nasıl bir ilişki vardır?

ç) Asidik veya bazik özelliğe sahip yiyecek ve içeceklerin, mide ilaçlarının (proton inhibitörleri, mide koruyucular vb.) mide sağlığına etkileri nelerdir?

d) Cilt bakım ürünlerinin farklı ciltler için uygunluğunu belirleyen özellikleri nelerdir?

3. Seçtiğiniz araştırma sorusundan yola çıkarak yapacağınız araştırmanın amacını yazınız.

4. Öğretmeninizin rehberliğinde aynı araştırma sorusunu seçen arkadaşlarınızla çalışma grupları oluşturunuz.

5. Belirlediğiniz amaca yönelik deney planlayınız. Amacınıza uygun mide, ağız, diş ve cilt sağlığı ile ilgili ürünler belirleyip kullanacağınız malzemelere dâhil ediniz. Deneyin adını, amacını, deney süresini, kullanacağınız malzemeleri ve deneyin işlem basamaklarını ilgili boşluklara yazınız.

Deneyin Adı	.....
Deneyin Amacı	.....
Süre	.....
Malzeme	.....

İşlem basamakları

a) Planladığınız deneyi bilimsel bakış açısıyla gerçekleştiriniz.

b) Deneydeki gözlemlerinize dayanarak asidik veya bazik özelliğe sahip ürünlerin sağlığa etkisine yönelik "En bazik diş macunu gece boyunca dişleri daha iyi korur." önermesine benzer önermeler oluşturunuz ve oluşturduğunuz önermeleri yazınız.

c) Oluşturduğunuz önermeyi göz önünde bulundurduğunuzda mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için kullanılan asidik veya bazik özellik gösteren ürünlerin seçiminde kullanılabilecek ölçütler nelerdir?

ç) Belirlediğiniz ölçütlerden yararlanarak oluşturduğunuz önermeler üzerinden mantıksal denetleme yapınız. Mantıksal denetleme sonucunu yargı cümlesi ile ifade ediniz.

d) Mantıksal denetleme sonucuna göre deneyde kullandığınız ürünlerden en uygun olanını seçiniz. Seçim yaparken kullandığınız ölçütü ve karar verme gerekçenizi açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

6. 5. adımdaki deneyimlerinizden yola çıkarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Deneyimlerinizden elde ettiğiniz çıkarımları yazınız.

.....

.....

.....

b) Mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için seçtiğiniz ürünlerin etkisine yönelik yansıtmaınızı yazınız.

.....

.....

.....

c) Sabah kalktığınızda ve gün içinde ağız içinin pH değerini göz önünde bulundurarak sabah ve gün içinde kullanacağınız diş macununu seçiniz. Yaptığınız seçimin sağlıklı yaşam üzerindeki etkilerini de dikkate alarak seçiminize ilişkin duygularınızı ve düşüncelerinizi yazınız.

.....

.....

.....

7. Öğrendiğiniz bilgileri yakın çevrenizle paylaşınız.

Değerlendirme

1. Asidik ve bazik özellik gösteren mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için kullanılan ürünlerden en uygun olanına hangi ölçüte göre karar verirsiniz?

.....

.....

.....

2. Asidik ve bazik özellik gösteren mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için kullanılan ürünlerden en uygun olanı seçebilmenin sağlık açısından önemi nedir?

.....

.....

.....

Akran Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



Dereceli Puanlama Anahtarı'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



Günlük yaşamda mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için birçok ürün kullanılır. Bu ürünler asidik ya da bazik özellik gösterebilir. Asidik ve bazik özellik gösteren ürünlerin seçiminde ürünlerin pH değeri sağlık açısından oldukça önemlidir.

Mide Sağlığı İçin Uygun Ürünlerin Seçimi

Mide; kaslardan oluşan, besinlerin fiziksel ve kimyasal sindiriminde görev alan sindirim sistemi organıdır (Görsel 2.15). Mide kasılıp gevşeyerek besinlerin mekanik



Görsel 2.15: Midenin yapısı

sindirimini sağlarken içerdiği hidroklorik asit ve pepsinojen enzimi sayesinde proteinlerin kimyasal sindirimini de gerçekleştirir. Midenin iç yüzeyinde yer alan özel hücreler hidroklorik asit (HCl) salgılar. Bu nedenle mide içinde bulunan sıvı oldukça asidiktir. Bu sıvının pH değeri genellikle 1,5-3,5 arasında değişir. Midedeki bu asidik ortam kimyasal sindirimin yanı sıra besinlerle alınan mikroorganizmaları da yok ederek mikroorganizmaların vücuda girmesini engeller.

Mide asidinin yetersiz olması; enfeksiyon riski, besinlerin sindirilememesi, bazı maddelerin emilememesi gibi sorunlara neden olur. Aşırı mide asidi ise midede yanma hissi, reflü, ülser gibi sağlık sorunlarına yol açar. Mide asitliğini azaltmak için mide koruyucular,

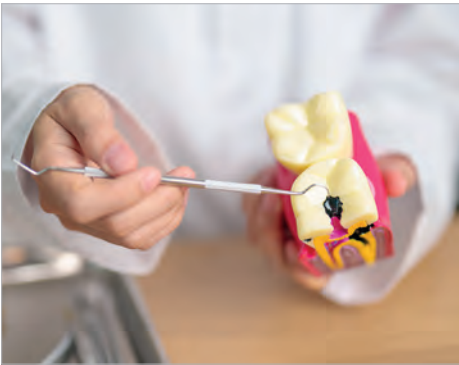
proton inhibitörleri gibi mide ilaçları kullanılır. Mide koruyuculardan bazıları antiasit tabletleridir. Bu tabletler bazik maddeler içerir ve mide asidini nötralize eder. Proton inhibitörleri ise mide yüzeyindeki hücrelerin HCl salgılamasını engeller.

Asitli yiyecek ve içeceklerin sık ve aşırı tüketimi midenin pH dengesini bozarak çeşitli sağlık sorunlarına neden olur. Bu nedenle asitli yiyecek ve içeceklerin aşırı tüketiminden kaçınmak gerekir.

Mide sağlığı ile ilgili ilaçların seçiminde pH değerleri önemlidir. Bu seçim doktor kontrolünde yapılmalıdır. Mide ilaçlarının bilinçsiz ve gereksiz kullanımları sağlık sorunlarına neden olabilir.

Ağız ve Diş Sağlığı İçin Uygun Ürünlerin Seçimi

Sağlıklı bir yaşam için ağız ve diş sağlığı oldukça önemlidir. Ağız ve diş sağlığı ile ilgili en genel problem diş çürükleridir. Ağız içinde çok fazla sayıda ve farklı türde



Görsel 2.16: Diş çürüğünü gösteren model

bakteri yaşar. Bu bakterilerden bazıları kendileri için gereken enerjiyi şeker ve nişastayı aside dönüştürerek elde eder. Bu bakterilerin ürettiği asit, dişin dış kısmında bulunan mine tabakasına etki ederek diş minesinin mineral kaybetmesine ve zayıflamasına neden olur. Diş minesinde beyaz noktalar oluşur. Bu durum çürümenin erken bir işaretidir. Bu aşamada florür içeren mineraller yardımıyla diş minesinin onarımı ve erken çürüklerin tedavisi mümkündür. Erken çürükler sürekli aside maruz kalır ve tedavi edilmezse mine üzerindeki beyaz noktalar diş çürüklerine dönüşür (Görsel 2.16).

Uygun bir diş macunu ile dişleri düzenli fırçalamak diş yüzeyinde asit oluşumunu engelleyerek diş sağlığının korunmasını sağlar.

Diş macunları bazik oldukları için ağız içi pH değerini yükseltir ve dişleri korur. Diş macunlarının pH değeri genellikle 8-9 aralığındadır. Diş macununun pH değerinin 8'in altında olması ağız içi pH değerinin etkili bir şekilde artırmak için yeterli olmayabilir. Diş macununun pH değerinin 9'un üstünde olmasının ise diş minesinin aşınması, diş eti problemleri, ağız yaralarının oluşumu gibi olumsuz etkileri olabilir.

Diş macunlarının flor içeriği, diş çürüklerinin önlenmesinde en az, macunun pH değeri kadar önemlidir. Flor içeren diş macunları diş minesinin onarımına yardımcı olur. Uygun bir diş macunuyla etkili diş fırçalama, diş çürüklerinin oluşumunu engeller.

Cilt Sağlığı İçin Uygun Ürünlerin Seçimi

Cilt; vücudu dış etkilerden koruyan, terleme yoluyla vücut sıcaklığını dengelemeye yardımcı olan organdır. Cildin pH değeri genel olarak 4,5-5,5 arasında değişir. Bu değer; genetik özellikler, yaş ve cinsiyete bağlı olarak değişebilir. Ayrıca çevresel etkiler ve kullanılan kozmetik ürünler de cildin pH değeri üzerinde etkilidir. Sağlıklı bir cildin hafif asidik yapısı zararlı mikroorganizmalara karşı koruyucu bir bariyer oluşturur.

Cilt sağlığının korunması için en önemli faktörlerden biri cildin pH değerinin korunmasıdır. Cilt bakımında en çok kullanılan ürünlerden biri olan sabunlar genellikle bazik yapıdadır. pH değeri çok yüksek olan sabunların kullanımı başta cilt kuruluğu olmak üzere çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilir. Cildin pH değerini korumak için kişinin kendi cildinin pH değerine uygun ürünler kullanması gerekir (Görsel 2.17).

Yağ çözücü, çamaşır suyu gibi temizlik ürünlerinin cilde doğrudan temas etmesi, cilt temizliğinde aşırı sıcak su ve yüksek oranda alkol içeren dezenfektanların sık kullanılması cildin pH dengesini bozar ve cildi tahriş eder. Yağ çözücü ve çamaşır suyu kullanılacaksa mutlaka koruyucu eldiven giyilmelidir. Cilt temizliğinde ılık su kullanmak cildin pH dengesinin korunmasına yardımcı olur. Cilt sağlığını korumak için dengeli ve sağlıklı beslenmek ve yeterince su içmek de önemlidir.



Görsel 2.17: Uygun ürünlerle cilt bakımı



Mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için kullanılan ürünlerin en uygun olanının seçimine ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için kare-kodu kullanınız.

2.2. KİMYA VE YAŞAM

Diş Macunlarının Gelişim Süreci



Yapılan arkeolojik çalışmalar insanların antik dönemlerden beri ağız ve diş sağlığı için çeşitli ürünler kullandığını ortaya koymaktadır. Antik dönemlerde ağız ve diş sağlığını korumak için kullanılan ürünler; ezilmiş yumurta kabukları, odun kömürü tozu, nane, ginseng gibi maddeler içeriyordu.

Avrupa'da 18. yüzyılda diş bakımı için aşındırıcı toz karışımlar kullanıldığı bilinmektedir. 19. yüzyılın başlarında bu toz karışımlara sabun eklenmesiyle bazik özellik gösteren diş macunları günlük hayata girmiş oldu.

Zamanla diş macunu formülasyonuna tebeşir, mükrekkep balığı tozu gibi kalsiyum içeren maddeler, fenol, kafur gibi antiseptikler, çeşitli aromalar ve tatlandırıcılar eklendi. 19. yüzyılın sonlarında diş macunları ticari bir ürün olarak üretilmeye başlandı. 20. yüzyıldan itibaren diş macunlarına florür içeren tuzlar eklendi. Diş macunu formülasyonundaki sabunun yerini sodyum lauril sülfat (SLES) gibi deterjanlar aldı.

Günümüzdeki diş macunları; çürük önlemek için florür tuzları, beyazlatıcı etki için hafif aşındırıcılar (silika ve kalsiyum karbonat) ve kimyasal ağartıcılar (peroksitler), diş hassasiyetini gidermek için potasyum nitrat, kalay florür, stronsiyum klorür gibi tuzlar içerir. Bunların yanında tartar önleyici, diş eti sağlığını destekleyici, bitkisel ve ayrıca çocuklar için de florür içermeyen diş macunları üretilmektedir. Etkili bir diş macunu hafif bazik bir yapıya sahip olmalıdır.

- Ağız ve diş sağlığı için bazik diş macunlarının tercih edilmesinin nedeni nedir?

2.8. UYGULAMA NOKTASI

Bir öğrenci A, B ve C şeklinde kodladığı üç farklı sabundan hangisinin cilt sağlığına daha uygun olduğuna karar vermek için bir deney yapıyor. Sabunları ayrı ayrı rendeleyip sabunlardan onar gram tartarak alıyor. Görseldeki gibi 25 °C sıcaklıkta saf su kullanarak A, B ve C sabunları ile 100 mL hacminde üç ayrı çözelti hazırlıyor ve üç çözeltinin pH değerlerini ölçüyor.



Deneyin devamında öğrenci sınıf arkadaşlarının sırasıyla A, B ve C sabunları ile ellerini yıkayıp kuruluk his-sine neden olma, yağı temizleyebilme, güzel kokma ve kolay durulanma ölçütlerini 1-5 arasında puanla-malarını istiyor. Öğrenci her bir sabun için sınıf arkadaşlarının verdikleri puanların ortalamasını hesaplayıp aşağıdaki tabloya kaydediyor.

	Ortalama Puan		
	A Sabunu Çözeltisi	B Sabunu Çözeltisi	C Sabunu Çözeltisi
Ciltte kuruluk hissi oluşturdu.	4,2	1,2	3,6
İyi temizliyor.	4,6	2,8	3,8
Güzel kokuyor.	0,8	3,2	4,6
Kolay durulanıyor.	3,6	3,2	1,8

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Öğrencinin deneyi yapmadaki amacı nedir?

.....

.....

2. A, B ve C sabunlarının pH değerleri ile hangi ölçüt ya da ölçütler arasında anlamlı bir ilişki kurulabilir?

.....

.....

3. Hangi ölçüt ya da ölçütler sabunun cilt sağlığı üzerindeki etkisine göre karar verilmesinde daha az etkilidir?

.....

.....

4. Deney sonucuna göre bir önerme oluşturunuz. Önermenizi yazınız.

.....

.....

.....

5. Deneyden elde edilen verilere göre sağlıklı bir cilt için hangi sabun tercih edilmelidir?

.....

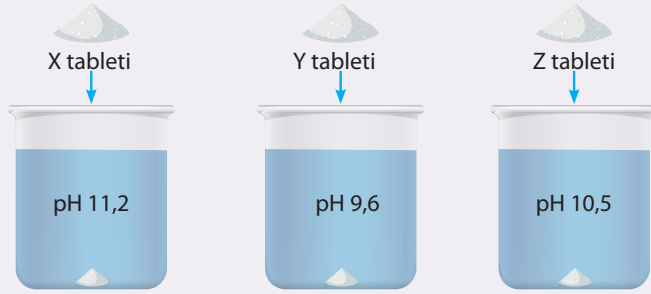
.....

.....

2.12. KONTROL NOKTASI

Ahmet ve Zeynep, midedeki yanma hissini rahatlatmak için kullanılan X, Y ve Z şeklinde kodladıkları 3 farklı antiasit tabletten en uygun olanına karar verebilmek için ayrı ayrı deneyler yapıyorlar.

Ahmet havanda ezerek toz hâline getirdiği antiasit tabletleri kullanarak 25 °C sıcaklıkta 50 mL karışım hazırlıyor ve karışımların pH değerlerini ölçüyor.



25 °C sıcaklıktaki 50 mL X, Y ve Z karışımları

Zeynep de tabletleri Ahmet'in yaptığı gibi toz hâline getiriyor ve tabletlerin 25 °C sıcaklıktaki 50 mL'lik karışımların içinde kısmen çözündüğünü fark ediyor. Zeynep, tabletlerin mide asidi ile tepkimeye girmesi gerektiğini düşünüp her bir karışıma 0,1 M HCl asit çözeltisinden yirmişer mL ekliyor. Gaz kabarcığı çıkışı ve dipteki katının tamamen tükenmesi için geçen süreleri ve karışımların tepkime sonundaki pH değerlerini belirleyip aşağıdaki tabloya kaydediyor.

	Tepkime Süresi (dk.)	Tepkime Sonunda pH Değeri
X tableti karışımı	3	6
Y tableti karışımı	4	7
Z tableti karışımı	2	8

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Ahmet, deneyini hangi ölçüt ya da ölçütleri test etmek için tasarlamıştır?

.....

2. Ahmet'in deney sonucuna göre midedeki yanma hissini gidermek için en uygun tabletin hangisi olduğunu nedeniyle birlikte yazınız.

.....

3. Zeynep, deneyini hangi ölçüt ve ölçütleri test etmek için tasarlamıştır?

.....

4. Zeynep'in deney sonucuna göre midedeki yanma hissini gidermek için en uygun tabletin hangisi olduğunu nedeniyle birlikte yazınız.

.....

5. Zeynep'in deneyinde antiasit tablet ile HCl arasındaki tepkimenin süresi uygun tabletin seçiminde nasıl bir etkiye sahip olabilir?

.....

6. Ahmet ve Zeynep'in deney sonuçlarına göre midedeki yanma hissini gidermek için seçtiğiniz tabletler birbirinden farklı mıdır? Eğer farklı seçimler yaptıysanız nedenini ve hangi seçimin daha uygun olduğunu açıklayınız.

.....

.....

2.3. ÇÖZÜNÜRLÜK DENGESİ

2.3.1. Suda Az Çözünen Tuzların Molar Çözünürlükleri

KONU YA BAŞLARKEN



Su ısıtıcısında oluşan kireçlenme, suyun buharlaşmasıyla birlikte suda çözünmüş hâlde bulunan minerallerin çökerek katılaşması sonucu oluşan doğal bir olaydır. Bu durum, kimyada "çözünür-lük" olarak adlandırılan kavramla ilişkilendirilebilir. Suyun sert-liği, sıcaklığı, su ısıtıcısının malzemesi (örneğin çelik, cam veya seramik) gibi faktörler kireçlenmeyi etkiler. Sert su, çözünmüş hâlde fazla miktarda mineral içerdiği için su buharlaştıkça daha fazla tortu birikmesine neden olur. Bu tortu, su ısıtıcısının iç yü-zeyinde bir tabaka oluşturarak ısı transferini zorlaştırır. Bu da su ısıtıcısının daha hızlı yıpranmasına ve daha fazla enerji harcan-masına yol açar. Ayrıca tortu, sudaki faydalı mineralleri tutarak bu minerallerin insan vücuduna girmesini engeller. Bu nedenle su ısıtıcısındaki tortunun düzenli olarak temizlenmesi gerekir.

- Kireçlenme olayı maddenin hangi özellikleriyle açıklanabilir?
- Günlük hayatta çözünürlüğü az olan maddelerin neden olduğu değişimler neler olabilir?

2.23. ETKİNLİK



Adı	Çözünürlük Modeli
Amaç	Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne ilişkin model oluşturabilme
Süre	35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

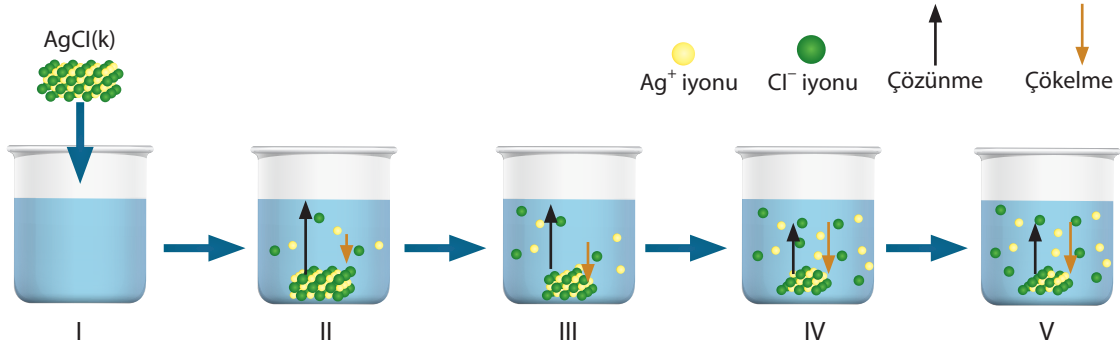
1. Çözünürlük dengesinin günlük hayata etkisi üzerine verilen soruları cevaplayınız.

a) Dişler neden çürür?

b) Çocukların dişlerinde yetişkinlere göre neden daha fazla çürüme olur, açıklayınız.

2. Gümüş klorür (AgCl) suda az çözünen bir tuzdur. Çözünme denklemi $\text{AgCl}(k) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{suda}) + \text{Cl}^-(\text{suda})$ şeklindedir. Buna göre gümüş klorürün suda çözünme aşamalarını gösteren alt mikro seviyede model oluşturunuz.

3. I, II, III, IV ve V numaralı kaplarda verilen suda az çözünen AgCl tuzunun değişimine ait görselleri inceleyiniz.



4. 2. adımda oluşturduğunuz AgCl tuzunun suda çözünme aşamalarını gösteren modeliniz ile 3. adımda verilen bilimsel modeli karşılaştırınız. Karşılaştırma sonucunda tespit ettiğiniz benzerlikleri ve farklılıkları yazınız.

.....

.....

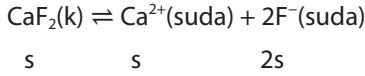
.....

.....

.....

5. Suda az çözünen bir tuzun molar çözünürlüğü "s" olarak alındığında bu tuzun çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) sabiti kullanılarak molar çözünürlüğü hesaplanabilir. Çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) değeri yaklaşık $4 \cdot 10^{-12}$ olan kalsiyum florür (CaF_2) tuzunun molar çözünürlüğünün hesaplama aşamaları aşağıda verilmiştir.

I. Tuzun suda çözünme denklemi yazılır. Denklem üzerinde tuzun molar çözünürlüğüne (s) göre iyon derişimleri yazılır.



II. Tuzun $K_{çç}$ bağıntısında iyon derişimleri yerine yazılır.

$$\begin{aligned} K_{çç} &= [\text{Ca}^{2+}] [\text{F}^{-}]^2 \\ &= s \cdot (2s)^2 \\ &= 4s^3 \end{aligned}$$

III. $K_{çç}$ değeri bağıntıda yerine yazılarak molar çözünürlük değeri hesaplanır.

$$\begin{aligned} 4 \cdot 10^{-12} &= 4s^3 \\ s &= 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

6. Belirli bir sıcaklıkta suda az çözünen bazı tuzların yaklaşık $K_{çç}$ değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) sabitlerini kullanarak verilen tuzların molar çözünürlüklerini hesaplayınız?

Tuz	$K_{çç}$
AgCl	$16 \cdot 10^{-10}$
BaCO_3	$9 \cdot 10^{-8}$
SrF_2	$32 \cdot 10^{-9}$

.....

.....

.....

.....

.....

7. Aşağıdaki tabloda bazı tuzların formülleri ve belirli bir sıcaklıkta yaklaşık $K_{çç}$ değerleri verilmiştir. $K_{çç}$ değerlerini kullanarak verilen tuzların molar çözünürlüklerini karşılaştırınız.

Tuz	$K_{çç}$
AgBr	$1 \cdot 10^{-14}$
MgCO ₃	$16 \cdot 10^{-8}$
Ag ₂ SO ₄	$4 \cdot 10^{-6}$

8. Suda az çözünen farklı tuzların çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) sabitlerini kullanarak çözünürlüklerine ilişkin çıkarımlarınızı yazınız.

Değerlendirme

1. Bu etkinlikte tuzların çözünme modelini oluştururken en zorlandığınız durumlar nelerdir?

2. Suda az çözünen tuzların $K_{çç}$ değerinden yararlanarak molar çözünürlükleri nasıl hesaplanır?

2.5. ÇALIŞMA YAPRAĞI

1.



Gümüş sülfat (Ag_2SO_4), esas olarak süs eşyalarının gümüşle kaplamasında kullanılan renksiz iyonik bir bileşiktir. Kaplamacılıkta kullanılan doymuş Ag_2SO_4 çözeltisinin derişimi $1 \cdot 10^{-3}$ mol/L olarak belirleniyor. **Buna göre aynı sıcaklıkta Ag_2SO_4 tuzunun çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) değeri nedir?**

2.



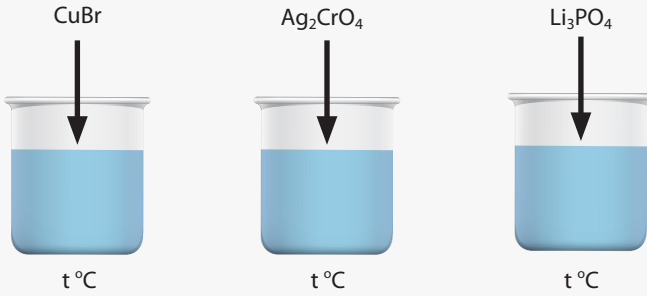
Mağaralardaki kireç taşından (CaCO_3) oluşan sarkıt ve dikitleri inceleyen bir araştırmacı, bu oluşumların çözünme-çökme tepkimeleri sonucunda meydana geldiğini belirler. Sarkıt ve dikitlerin oluşum hızını tahmin edebilmek için CaCO_3 tuzunun sudaki molar çözünürlüğünü hesaplar. **CaCO_3 tuzunun belirli bir sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) değeri $1 \cdot 10^{-8}$ olduğuna göre, aynı sıcaklıkta CaCO_3 tuzunun molar çözünürlüğü nedir?**

3.



Kristal suyu içeren kalsiyum sülfat dihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), jips (alçı taşı) olarak adlandırılır. CaSO_4 su ile temas ettiğinde suda çok az çözünmesine rağmen suyu yapısında tutarak jipse dönüşür. **Belli bir sıcaklıkta CaSO_4 tuzunun çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) $1,6 \cdot 10^{-9}$ olduğuna göre 0,544 gram CaSO_4 katısının tamamen çözünebilmesi için kaç litre su gerekir?** ($\text{CaSO}_4 : 136 \text{ g/mol}$)

4. Bir öğrenci, laboratuvarında aynı sıcaklıkta birer litre saf su bulunan üç kaba ayrı ayrı CuBr , Ag_2CrO_4 ve Li_3PO_4 tuzlarını ekleyerek doymun çözeltiler hazırlıyor. Öğrenci, bu tuzların molar çözünürlüğünü aynı sıcaklıkta $1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$ olarak hesaplıyor.

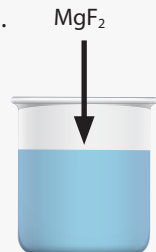


Buna göre verilen soruları cevaplayınız.

a) Öğrencinin elde ettiği molar çözünürlük değerini kullanarak her bir tuzun çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) değerini hesaplayınız ve bu değerleri karşılaştırınız.

b) Çözeltilerde bulunan iyonların derişimlerini karşılaştırınız.

5.



Bir öğrenci laboratuvarında suda az çözünen tuzların davranışlarını gözlemlemek için bir deney tasarladı. Tasarladığı deneyin işlem basamaklarını aşağıdaki şekilde yazdı.

1. Adım: Hassas terazi kullanarak 1gram magnezyum florür (MgF_2) katısını tartınız.

2. Adım: Bir beherglasa $t^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 1 litre saf su koyunuz.

3. Adım: Tarttığınız MgF_2 tuzunu saf suda çözerek bir çözelti hazırlayınız.

Deney talimatlarına uyarak deneyi gerçekleştirmek isteyen öğrenci 1 gram MgF_2 tuzunu tartarak beherglasa koydu ve 1 L çözelti olacak şekilde üzerine saf su ekledi. Bir süre sonra beherglasın dibinde beyaz toz hâlinde bir çökelti oluştuğunu fark etti.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) MgF_2 tuzunun $t^\circ\text{C}$ sıcaklıkta çözünürlük çarpımı $K_{\text{çç}} = 4 \cdot 10^{-9}$ olduğuna göre bu tuzun kaç gramı kabın dibinde çözünmeden kalır? (MgF_2 : 62 g/mol)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) $t^\circ\text{C}$ sıcaklıkta dipteki katıyı çözmek için kaç litre daha saf su eklemek gerekir?

.....

.....

.....

.....

.....

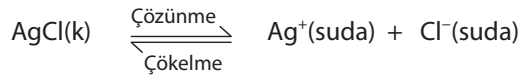
.....

.....

.....

.....

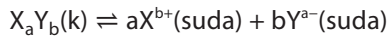
NaCl suda çok çözünen bir tuz iken AgCl suda az çözünen bir tuzdur. AgCl tuzunun bir miktarı suya ilave edildiğinde bir süre sonra AgCl tuzunun doymuş çözeltisi oluşur. Doymuş AgCl çözeltisinde AgCl katısı ile Ag^+ ve Cl^- iyonları denge hâlinindedir. Dipteki AgCl katısı bir yandan çözünürken, çözeltideki Ag^+ ve Cl^- iyonları bir taraftan çöker. Kurulan dengede, birim zamanda çözünen ve çöken AgCl miktarları birbirine eşit olur. Böylelikle doymuş çözeltide çözünmüş olarak bulunan Ag^+ ve Cl^- iyonlarının derişimleri sabit kalır. Çözünme hızının çökme hızına eşitliğine **çözünürlük dengesi** denir. AgCl tuzunun suda çözünmesiyle oluşan denge tepkimesi aşağıda verilmiştir.



AgCl tuzunun çözünürlük denge bağıntısı $K_{\text{çç}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ şeklinde yazılır. Bağıntıdaki $K_{\text{çç}}$ ye **çözünürlük çarpımı** veya **çözünürlük çarpımı sabiti** denir. Tepkimede yer alan saf AgCl katısının derişimi sabit olduğu için denge bağıntısında yer almaz.

Çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) suda az çözünen tuzlar için kullanılır ve değeri sadece sıcaklık ile değişir. Çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) doymuş bir çözeltideki iyonların derişimi çarpımı olup iyonların katsayıları iyon derişimleri üzerine üs olarak yazılır.

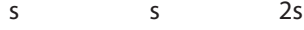
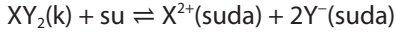
Bir katının çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) ifadesinin yazılabilmesi için katının suda iyonlarına ayrışarak ve az çözünmesi gerekir. Suda az çözüldüğü varsayılan X_aY_b tuzunun çözünürlük dengesi bağıntısı



$K_{\text{çç}} = [\text{X}^{b+}]^a[\text{Y}^{a-}]^b$ şeklinde yazılır.

Suda moleküler hâlde çözünen katıların [örneğin $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{k})$] çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) ifadesi yazılmaz.

1 litre doymuş çözeltide çözünen maddenin mol sayısına **molar çözünürlük** denir. Birimi mol/L'dir. Bir maddenin çözünürlüğü molar çözünürlük veya çözünürlük olarak ifade edilebilir. Hesaplamalarda molar çözünürlük sembolü olarak "s" harfi kullanılır. Örneğin XY₂ tuzu için çözünme denklemi ve denge sabiti kullanılarak çözünürlük ve çözünürlük çarpımı (K_{çç}) arasındaki ilişki aşağıdaki gibi gösterilir.



$$K_{çç} = [X^{2+}][Y^{-}]^2$$

$$K_{çç} = (s) \cdot (2s)^2$$

$$K_{çç} = 4s^3 \text{ elde edilir.}$$

Tablo 2.5'te tuzların formülüne göre çözünürlük ve çözünürlük çarpımı (K_{çç}) ilişkisi verilmiştir.

Tablo 2.5: Tuzun Formülüne Göre Çözünürlük ve Çözünürlük Çarpımı

Tuz	Çözünürlük	Çözünürlük Çarpımı (K _{çç})
XY	s	s ²
XY ₂	s	4s ³
XY ₃	s	27s ⁴
X ₂ Y ₃	s	108s ⁵

Tablo 2.6'da bazı tuzların 25 °C'ta çözünürlük çarpımı (K_{çç}) değerleri verilmiştir.

Tablo 2.6: Bazı Tuzların 25 °C'ta Çözünürlük Çarpımı (K_{çç}) Değerleri

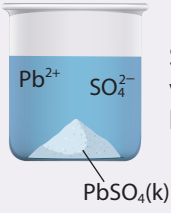
Tuzun Formülü	Tuzun Adı	Çözünürlük Çarpımı (K _{çç})
AgCl	Gümüş klorür	1,6 · 10 ⁻¹⁰
AgI	Gümüş iyodür	8,3 · 10 ⁻¹⁷
Ag ₂ S	Gümüş sülfür	6 · 10 ⁻⁵¹
Ag ₂ SO ₄	Gümüş sülfat	1,4 · 10 ⁻⁵
BaCO ₃	Baryum karbonat	8,1 · 10 ⁻⁹
BaSO ₄	Baryum sülfat	1,1 · 10 ⁻¹⁰
BaF ₂	Baryum florür	1,7 · 10 ⁻⁶
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat	8,7 · 10 ⁻⁹
CaF ₂	Kalsiyum florür	4,0 · 10 ⁻¹¹
Ca ₃ (PO ₄) ₂	Kalsiyum fosfat	1,2 · 10 ⁻²⁶
CoS	Kobalt(II) sülfür	4,0 · 10 ⁻²¹
CuBr	Bakır(I) bromür	4,2 · 10 ⁻⁸
CuS	Bakır(II) sülfür	6,0 · 10 ⁻³⁷
FeS	Demir(II) sülfür	6,0 · 10 ⁻¹⁹
HgS	Cıva(II) sülfür	4,0 · 10 ⁻⁵⁴
MnS	Mangan(II) sülfür	3,0 · 10 ⁻¹⁴
PbCrO ₄	Kurşun(II) kromat	2,0 · 10 ⁻¹⁴
PbS	Kurşun(II) sülfür	3,4 · 10 ⁻²⁸
SrCO ₃	Stronsiyum karbonat	1,6 · 10 ⁻⁹
ZnS	Çinko sülfür	3,0 · 10 ⁻²³



Suda az çözünen tuzlarla ilgili çalışma yapma-ğın- ulaşımak için karekodu kullanınız.

2.13. KONTROL NOKTASI

1.



Sabit sıcaklıkta, kapta katısıyla dengede olan PbSO₄ çözeltisiyle ilgili olarak tabloda verilen bilgiler doğruysa "D", yanlışsa "Y" yazınız. İfade yanlış ise nedenini "Açıklamalar" kısmına yazınız.

İfadeler	D/Y	Açıklamalar
Çözünme ve çökelme olayı devam eder.		
Çözünme ve çökelme hızları birbirine eşittir.		
Molar çözünürlük zamanla artar.		
K _{çç} değeri zamanla artar.		
Zamanla Pb ²⁺ ve SO ₄ ²⁻ iyonları molar derişimi artar.		
Çözünürlük çarpımı (K _{çç}) ifadesi K _{çç} = [Pb ²⁺][SO ₄ ²⁻] şeklinde yazılır.		
Denge bağıntısında saf PbSO ₄ katısı yer alır.		
Çözünürlük çarpımı (K _{çç}) ile molar çözünürlük arasında K _{çç} = s ² ilişkisi vardır.		
Pb ²⁺ iyon derişimi SO ₄ ²⁻ iyon derişiminden büyüktür.		
PbSO ₄ katı miktarı zamanla artar.		

2. Tabloda verilen suda az çözünen tuzların çözünme denklemini ve çözünürlük denge bağıntısını yazınız.

Tuzlar	Çözünme Denklemi	Çözünürlük Denge Bağıntısı
CaCO ₃ (k)		
Ag ₂ S(k)		
MgF ₂ (k)		
ScF ₃ (k)		
Bi ₂ S ₃ (k)		
Cu ₃ (AsO ₄) ₂ (k)		

2.3.2. Suda Az Çözünen Tuzların Çözünürlüğüne Etki Eden Faktörler

KONUYA BAŞLARKEN



Peynir çeşitleri üretilirken farklı yöntemlerden yararlanılır. Bu yöntemlerde amaç istenilen kıvamda peynir elde etmektir. Peynirin oluşumunda suda çözünmüş hâlde bulunan kalsiyum iyonları etkin rol oynar. Kalsiyum iyonları süt proteinlerini (kazein) birbirine bağlayarak süt proteinlerinin pıhtılaşmasını ve çökmesini sağlar. Süte kalsiyum iyonu içeren bir tuz eklenirse kalsiyum iyonlarının süt proteinleri ile çökme hızı ve sıklığı artar. Böylece daha kısa sürede daha sert peynir elde edilebilir. Ayrıca sıcaklık değişimi de süt proteinlerinin çökme hızını etkileyerek peynirin kıvamını değiştirebilir.

- Gıda sektöründe iyon türünün seçimi neden önemlidir?
- Peynir üretiminde kalsiyum iyonu yerine başka bir iyon kullanılması peynirin kıvamını nasıl etkiler?

2.24. ETKİNLİK



Adı Çözünürlük Değişir mi?

Amaç Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörlere ilişkin bilimsel çıkarım yapabilme

Süre 35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Tuzların sudaki çözünürlüklerinin nelere bağlı olduğunu ön bilgilerinizi kullanarak yazınız.

2. Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörlerin etkisini gözlemlemek üzere karekodda verilen animasyonu izleyiniz.



Tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörlerle ilgili animasyona ulaşmak için karekodu kullanınız.

3. Aşağıdaki tablolarda kalsiyum iyodat $[Ca(IO_3)_2]$ ve kalsiyum kromat ($CaCrO_4$) tuzlarının farklı sıcaklıklardaki sulu çözeltileri için yaklaşık molar çözünürlük ve çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) değerleri verilmiştir. Tabloları inceleyerek soruları cevaplayınız.

$Ca(IO_3)_2$	0 °C	20 °C	40 °C
Çözünürlük (mol/L)	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$
Çözünürlük Çarpımı ($K_{çç}$)	$4,9 \cdot 10^{-8}$	$9,5 \cdot 10^{-7}$	$8,8 \cdot 10^{-6}$

$CaCrO_4$	0 °C	20 °C	40 °C
Çözünürlük (mol/L)	0,29	0,14	0,09
Çözünürlük Çarpımı ($K_{çç}$)	$8,4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$8,1 \cdot 10^{-3}$

a) Sıcaklık artışı kalsiyum iyodat tuzunun çözünürlüğüne nasıl etki etmiştir?

.....

b) Sıcaklık artışı kalsiyum kromat tuzunun çözünürlüğüne nasıl etki etmiştir?

.....

c) Hangi tuzun çözünmesi endotermik, hangi tuzun çözünmesi ekzotermiktir?

Endotermik:

Ekzotermik:

ç) $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ ve CaCrO_4 tuzlarının çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) değerlerindeki değişimin sıcaklıkla ilişkisini açıklayınız.

.....

4. 3. adımdaki çıkarımlarınızı kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisini açıklayınız.

Endotermik çözünmelerde

.....

.....

Ekzotermik çözünmelerde

.....

.....

b) Suda az çözünen tuzların çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) değerine sıcaklığın etkisini açıklayınız.

Endotermik çözünmelerde

.....

Ekzotermik çözünmelerde

.....

c) Sıcaklığın suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etkisini Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirerek açıklayınız.

Endotermik çözünmelerde

.....

.....

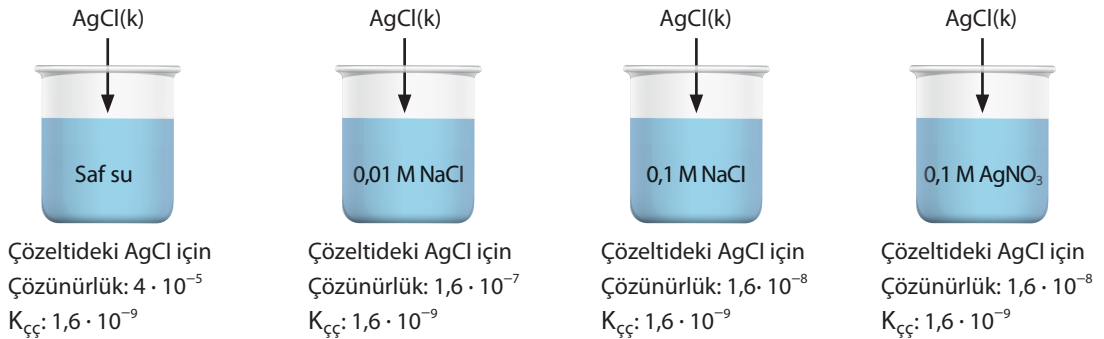
Ekzotermik çözünmelerde

.....

.....

5. Suda az çözünen gümüş klorür (AgCl) tuzunun aynı sıcaklıkta saf su, 0,01 M NaCl , 0,1 M NaCl ve 0,1 M AgNO_3 sulu çözeltilerindeki yaklaşık çözünürlük ve yaklaşık çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) değerleri aşağıdaki görsellerde verilmiştir.

Görselleri inceleyerek soruları cevaplayınız.



a) AgCl , NaCl ve AgNO_3 tuzlarının iyonlaşma denklemlerini yazınız.

.....

.....

.....

b) AgCl tuzunun, NaCl ve AgNO_3 çözeltilerindeki ortak iyonları tespit ederek aşağıdaki ilgili boşluklara yazınız.

AgCl ve NaCl tuzlarının iyonlaşma denklemlerindeki ortak iyonlar:

AgCl ve AgNO_3 tuzlarının iyonlaşma denklemlerindeki ortak iyonlar:

c) Gümüş klorürün saf suda ve ortak iyon içeren çözeltilerdeki çözünürlüklerinin farklı olmasının nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

ç) Ortak iyonun AgCl tuzunun çözünürlüğüne etkisini açıklayınız.

.....

.....

.....

d) Ortak iyonun AgCl tuzunun çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) değerine etkisini açıklayınız.

.....

.....

.....

6. 5. adımdaki çıkarımlarınızı kullanarak soruları cevaplayınız.

a) Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne ortak iyon etkisini açıklayınız.

.....

.....

.....

b) Ortak iyonun suda az çözünen tuzların çözünürlük çarpımı ($K_{\text{çç}}$) değerine etkisini açıklayınız.

.....

.....

.....

c) Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne ortak iyonun etkisini Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirerek açıklayınız.

.....

.....

.....

7. Sıcaklık ve ortak iyonun tuzların çözünürlüğüne etkisine ilişkin çıkarımlarınızı etkili iletişim becerilerini kullanarak sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Değerlendirme

1. Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörleri açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörleri Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirerek açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

PERFORMANS GÖREVİ



Adı	Çözünürlük Faktörlerinin Keşfi
Amaç	Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörlere ilişkin bilimsel çıkarım yapabilme
Hazırlama Süresi	30 dk.
Beklenen Beceriler	Bilimsel çıkarım yapma

Yönerge: Verilen adımları takip ederek performans görevini gerçekleştiriniz.

1. Aşağıdaki karekodda verilen Öz Farkındalık Formu'nu deneyden önce doldurunuz.
2. Sıcaklık ve ortak iyonun bir tuzun çözünürlüğüne etkisini araştırmak üzere bir deney tasarlayınız.
3. Deney için kullanacağınız malzemeleri belirleyiniz.
4. Deneyin amacına uygun bir deney planı hazırlayınız ve deneyi gerçekleştiriniz.
5. Aşağıdaki karekodda verilen deney raporunu doldurduktan sonra öğretmeninizle paylaşınız.
6. Aşağıdaki karekodda verilen Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

Değerlendirme

Performans görevinde sürecin bütünü aşağıdaki karekodda verilen Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilecektir.

Karekodlar



Öz Farkındalık Formu



Deney Raporu



Öz Değerlendirme Formu



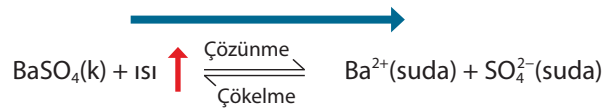
Dereceli Puanlama Anahtarı

Suda iyi çözünen tuzlar olduğu gibi suda az çözünen tuzlar da bulunmaktadır. Bu durumun nedeni tuzların yapısıyla ilgilidir. Tuzların sudaki çözünürlüğü bazı faktörlerle değişir. Sıcaklık ve ortak iyon, suda az çözünen tuzların çözünürlüğünü etkileyen önemli faktörlerdir.

Sıcaklığın Etkisi

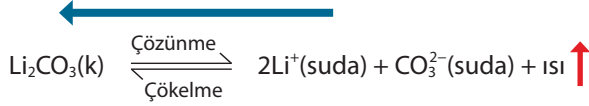
Tuzların büyük bir kısmının sudaki çözünürlüğü sıcaklık arttıkça artar. Bunun yanında sıcaklık arttıkça sudaki çözünürlüğü azalan tuzlar da vardır. Tuzların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisi tuzun suda çözünmesinin endotermik ya da ekzotermik olmasına bağlıdır.

Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisi Le Chatelier ilkesiyle açıklanabilir. Le Chatelier ilkesine göre dengede olan bir sisteme dışarıdan bir etki yapıldığında sistem bu etkiyi azaltacak yönde hareket eder. Suda az çözünen tuzların doymuş çözeltisi kolaylıkla dengeye ulaşır. Endotermik çözünme sonucu oluşan denge sistemlerinde sıcaklık arttıkça sistem, sıcaklığı azaltacak yönde hareket eder. Bu durumda denge çözünme yönüne ilerler. Böylece sıcaklık arttıkça suda az çözünen tuzun çözünürlüğü artar. Çözeltideki iyonların derişimi artacağı için çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) değeri de artar. Örneğin baryum sülfat ($BaSO_4$) tuzunun suda çözünmesi endotermik bir olaydır ve bu olayın denklemi aşağıda verilmiştir.



Sıcaklık arttıkça dengedeki $BaSO_4$ katısının bir kısmı iyonlarına ayrılarak çözünür. Bu nedenle sıcaklık arttıkça $BaSO_4$ tuzunun çözünürlüğü ve çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) değeri artar.

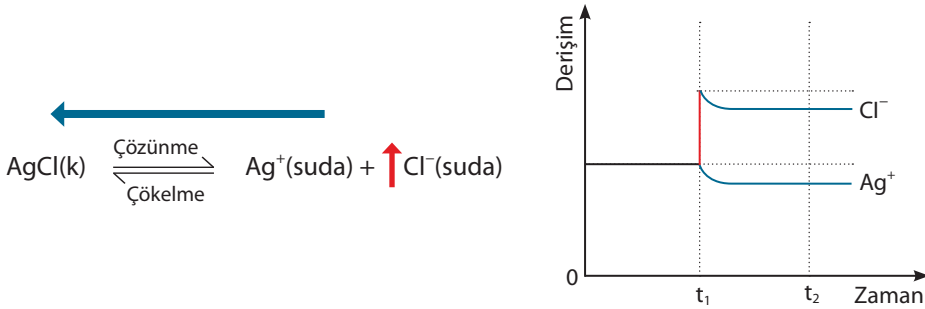
Ekzotermik çözünme sonucu oluşan denge sistemlerinde sıcaklık arttıkça sistem, sıcaklığı azaltacak yönde hareket eder. Bu durumda denge çökeltme yönüne ilerler. Böylece sıcaklık arttıkça suda az çözünen tuzun çözünürlüğü azalır. Çözeltildeki iyonların derişimi azalacağı için çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) değeri de azalır. Örneğin lityum karbonat (Li_2CO_3) tuzunun suda çözünmesi ekzotermik bir olaydır ve bu olayın denklemini aşağıda verilmiştir.



Sıcaklık arttıkça çözeltideki Li^+ ve CO_3^{2-} iyonlarının bir kısmı birleşerek Li_2CO_3 katısına dönüşür ve çökeltme gerçekleşir. Bu nedenle sıcaklık arttıkça Li_2CO_3 tuzunun çözünürlüğü ve çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) değeri azalır.

Ortak İyon Etkisi

Suda az çözünen bir tuzun dengede olan çözeltisine aynı sıcaklıkta çözeltideki iyonlardan biri eklenirse bu iyonun derişimi artar. Le Chatelier ilkesine göre sistem, derişimi artan iyonun derişimini azaltacak yönde hareket eder. Bu durumda sistem çökeltme yönüne ilerler ve tuzun çözünürlüğü azalır. Ancak tuzun çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) değeri değişmez. Örneğin AgCl tuzunun dengedeki çözeltisine bir miktar NaCl katısı ilave edilirse Cl^- iyonu derişimi artar (Grafik 2.9).

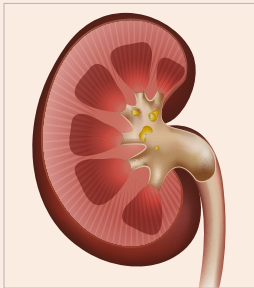


Grafik 2.9: AgCl çözeltisine NaCl katısı eklenmesi sırasında derişimlerde meydana gelen değişim

Le Chatelier ilkesine göre sistem artan Cl^- iyonları derişimini azaltmaya çalışır. Bu yüzden Cl^- iyonlarının bir kısmı Ag^+ iyonlarıyla birleşerek AgCl katısını oluşturur ve çökeltme gerçekleşir. Böylece ortak iyon derişimi arttığı için AgCl tuzunun çözünürlüğü azalırken çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) değeri değişmez. İlk denge durumuna göre Cl^- iyonu derişimi artar, Ag^+ iyonu derişimi azalır, AgCl katısı miktarı artar.

2.3. KİMYA VE YAŞAM

Böbrek Taşı ve Ortak İyon



Böbrek taşları, genellikle kalsiyum oksalat (CaC_2O_4) tuzunun çökmesiyle oluşur. CaC_2O_4 , suda az çözünen bir tuzdur. Farklı yiyecek ve içeceklerin tüketilmesi sonucu idrara geçen kalsiyum (Ca^{2+}) ve oksalat ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) iyonları birleşerek CaC_2O_4 tuzunu oluşturabilir. İdrarda farklı yiyecek ve içeceklerden gelen Ca^{2+} ve $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ iyonlarının derişimi arttığında ortak iyon etkisi ortaya çıkar. Bu durum, CaC_2O_4 tuzunun çözünürlüğünü azaltarak çökeltme hızını artırır ve böbrek taşı oluşumuna neden olur. Böbrek taşı sorunu yaşayan kişilerin, oksalat iyonu içeren besinlerin tüketimini azaltmaları ve bol su içmeleri önemlidir. Bu sayede ortak iyon etkisi azaltılarak böbrek taşı oluşumu riski düşürülebilir.

- Böbrek taşlarının oluşumunda ortak iyon etkisinin nasıl bir rol oynadığını açıklayınız.



Tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörlere ilişkin simülasyona ulaşmak için karekodu kullanınız.

2.9. UYGULAMA NOKTASI

Gümüş klorür (AgCl), suda az çözünen bir tuzdur. Işığa duyarlı olduğu için fotoğrafçılıkta, bazı tıbbi cihazlarda ve özel camların yapımında kullanılır. AgCl tuzu, gümüş nitrat (AgNO_3) ve sodyum klorür (NaCl) bileşiklerinin sulu ortamda tepkimesinden elde edilebilir. Görseldeki 1. kaptaki AgNO_3 çözeltisi ile 2. kaptaki NaCl çözeltisinin bir kısmı 3. kaptaki karıştırıldığında, AgCl ve sodyum nitrat (NaNO_3) tuzları oluşur. NaNO_3 suda iyi çözünen bir tuz olduğu için çözeltide kalmaya devam eder. AgCl ise suda çok az çözündüğünden büyük kısmı çözünmez ve dibe çöker. Çöken katı süzülüp kurutularak AgCl bileşiği saf hâlde elde edilir.



Verilen bilgilere göre soruları cevaplayınız.

1. Eşit hacim ve derişimde AgNO_3 ve NaCl çözeltileri karıştırılarak 20°C ve 50°C sıcaklıklarda ayrı ayrı AgCl tuzu elde ediliyor. Buna göre denge kurulduğunda hangi sıcaklıkta dipteki katı miktarı daha fazla olur? Nedenini açıklayınız. (AgCl tuzunun suda çözünmesi endotermik bir olaydır.)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Tepkime sonucu oluşan 3. kaptaki çözeltiye bir miktar NaCl katısı eklenmesi oluşan AgCl katısı miktarını nasıl etkiler? Nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Daha fazla AgCl elde etmek için Le Chatelier ilkesinden nasıl yararlanılabilir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

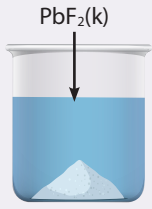
.....

.....

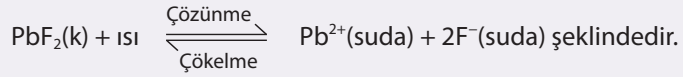
.....

.....

2.14. KONTROL NOKTASI



Yandaki görselde PbF_2 tuzunun katısıyla dengedeki sulu çözeltisi verilmiştir. PbF_2 tuzunun suda çözünme denklemi



Görseli verilen dengedeki sisteme tabloda verilen etkiler yapıldığında sistemde meydana gelmesi beklenen değişimleri ilgili boşluklara ok işaretleriyle belirtiniz.

Ok işaretlerini; çözünme ($\rightarrow$), çökme ($\leftarrow$), artar ($\uparrow$), azalır ($\downarrow$), değişmez ($\leftrightarrow$) şeklinde kullanınız.

Yapılan Etki	Dengenin Yönü	Çözünürlük	$[\text{Pb}^{2+}]$	$[\text{F}^{-}]$	$K_{\text{çç}}$
Sıcaklığı artırma					
Sıcaklığı azaltma					
PbF_2 katısı ekleme					
NaF katısı ekleme (NaF suda iyi çözünür.)					
PbSO_4 katısı ekleme (PbSO_4 suda iyi çözünür.)					
NaCl katısı ekleme (PbCl_2 suda az çözünür.)					
Katının bir kısmını çözecek kadar su ekleme					
Çözeltideki suyun bir kısmını buharlaştırma					

NELER ÖĞRENDİM?

Yönerge

1. Çeşitlilik temasındaki kimyasal tepkimelerde denge, asit-baz çözeltilerinde denge ve çözünürlük dengesi bölümlerinde edindiğiniz bilgi ve becerileri gözden geçirmek için formu doldurunuz.
2. Edindiğiniz bilgi ve becerilerin yanındaki kutucuğa ✓ işareti koyunuz.

Öğrendiklerim

Denge



- Tersinir bir tepkimeye ilişkin gözlemlenebilir nitelikleri belirleyebilirim. ☐
- Tepkimelerin tersinir olabileceğini verilere dayalı olarak açıklayabilirim. ☐
- Denge sürecine ilişkin önermeler oluşturabilirim. ☐
- İleri ve geri yöndeki tepkime hızlarını dikkate aldığımda denge durumunu açıklayabilirim. ☐
- Tepkimenin ileri ve geri tepkime hızları ile ilgili tahminlerimin geçerliliğini hız-zaman grafiklerini kullanarak sorgulayabilirim. ☐
- Tepkimelerin denge sabiti ifadesine ilişkin örüntüyü matematiksel modellerle ifade edebilirim. ☐
- Tepkimede dengedeki bileşenlerin derişimlerini kullanarak denge sabitini hesaplayabilirim. ☐
- Denge sabitini kullanarak dengedeki bileşenlerden birinin derişimini hesaplayabilirim. ☐
- Herhangi bir tepkimenin dengeye ulaşmak için hangi yöne ilerleyeceğini Q_c ve K_c değerlerini karşılaştırarak tahmin edebilirim. ☐
- Derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizörün dengeye etkisini çarpışma kuramını kullanarak açıklayabilirim. ☐
- Dengeye etki eden faktörleri Le Chatelier ilkesiyle ilişkilendirerek açıklayabilirim. ☐

Asit ve Baz
Çözeltilerinde Denge

- Saf suyun otoiyonizasyonunun gözlemlenebileceği nitelikleri tanımlayabilirim. ☐
- Saf suyun pH değerini ve iyonlar çarpımı sabitini (25°C , K_{su}) kullanarak saf sudaki H_3O^+ ve OH^- iyonlarının derişimini hesaplayabilirim. ☐
- Saf suyun pH değerini ve iyonlar çarpımı sabitini (25°C , K_{su}) kullanarak saf suyun otoiyonizasyonunu açıklayabilirim. ☐
- Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit ve baz teorilerinin varsayımlarına ilişkin özellikleri belirleyebilirim. ☐
- Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit ve baz teorilerinin benzerliklerini ve farklılıklarını listeleyebilirim. ☐
- Brønsted-Lowry asit-baz tanımını kullanarak eşlenik asit-baz çiftlerini açıklayabilirim. ☐

Öğrendiklerim

- Ametal oksitlerin asidik özelliğini; suda çözünme denklemleri, modeller, deney veya deneysel verileri kullanarak açıklayabilirim. ☐
- Asitlerin ve bazların kuvvetini saf suda iyonlaşma yüzdelerini kullanarak açıklayabilirim. ☐
- Asitlerin ve bazların kuvvetine ilişkin açıklamalarımda alt mikro ve sembolik seviyede gösterimler kullanabilirim. ☐
- Açıklamalarımı bilimsel bilgiler ile değerlendirebilirim. ☐
- Derişimleri aynı olan kuvvetli asit-zayıf asit ve kuvvetli baz-zayıf baz sulu çözeltilerinin pH değerine ilişkin özellikleri belirleyebilirim. ☐
- Kuvvetli asit-zayıf asit ve kuvvetli baz-zayıf baz çözeltilerinin pH hesaplamalarına ilişkin benzerlikleri ve farklılıkları listeleyebilirim. ☐
- Kuvvetli asit ve kuvvetli baz sulu çözeltileri arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimelerini gözlemleyebilmek için ölçütler (iletkenlik, pH değişimi ve indikatörün renk değişimi) belirleyebilirim. ☐
- Makro ve sembolik gösterimleri kullanarak nötralleşme olayını açıklayabilirim. ☐
- Nötralleşme olayı ile ilgili matematiksel ilişkilendirmeyi yapabilirim. ☐
- Derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltilerinin derişimlerini belirlemeye ilişkin deney planlayabilirim. ☐
- Derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltilisinin derişimini belirleyebilirim. ☐
- Mide, ağız, diş ve cilt sağlığı açısından asidik ya da bazik özellik gösteren uygun ürünleri seçebilirim. ☐

Çözünürlük Dengesi



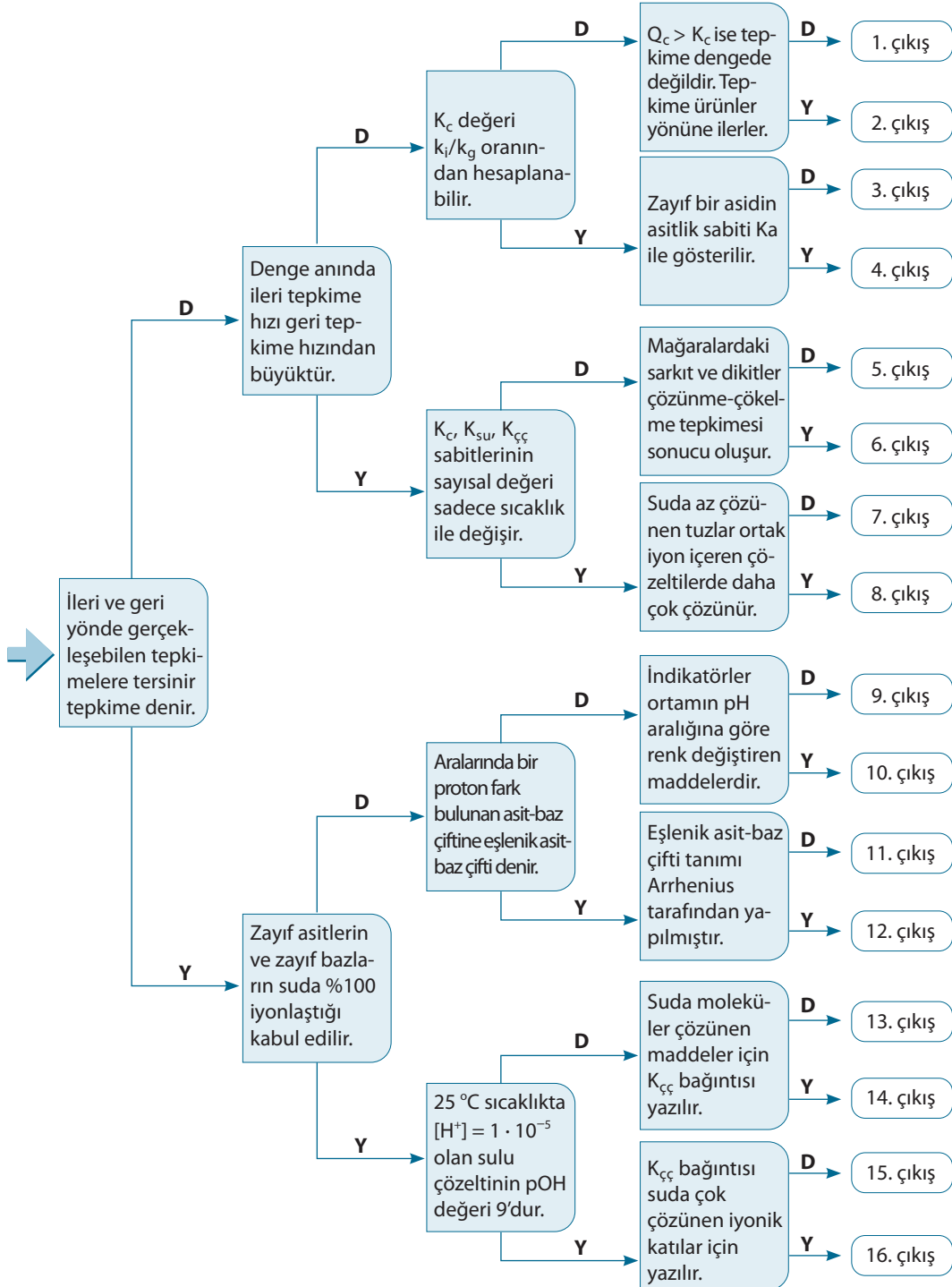
- Suda az çözünen bir tuzun çözünme denklemine göre tuzun suda çözünme sürecine ilişkin alt mikro seviyede süreç aşamalı bir model oluşturabilirim. ☐
- Çözünürlük sabitlerini kullanarak suda az çözünen tuzların molar çözünürlüklerine ilişkin hesaplama yapabilirim. ☐
- Farklı tuz örneklerine ait molar çözünürlük ve $K_{çç}$ değerlerini kullanarak ortak iyonun ve sıcaklığın bir tuzun çözünürlüğüne etkisini açıklayabilirim. ☐
- Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörleri Le Chatelier ilkesiyle ilişkilendirerek açıklayabilirim. ☐

3. Forma göre bilgi ve becerilerdeki eksiklerinizi tamamladıktan sonra "2. Tema Ölçme Değerlendirme Soruları"na başlayınız.

2. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları

Bu testte cevaplamanız için farklı soru çeşitlerinden toplam 75 soru verilmiştir. Daha fazla soruya testin sonunda verilen karekodları kullanarak ulaşabilirsiniz.

1. Aşağıdaki tanılayıcı dallanmış ağaç sorusunda verilen kutucuklardaki ifadeleri okuyunuz. İlk ifadede başlayarak ifade doğru ise "D", yanlış ise "Y" yönünde ilerleyip doğru çıkışa ulaşınız.



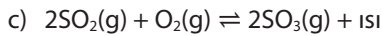
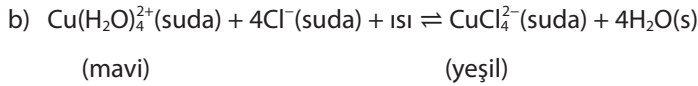
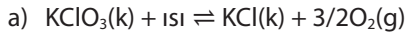
2-17. cümlelerdeki boşlukları aşağıdaki kutucuklarda verilen ifadelerden uygun olanı ile doldurunuz.

Le Chatelier ilkesi	zayıf	nötralleşme	tersinmez	iyonlaşma yüzdesi
denge sabiti	proton	ortak iyon	H ⁺ iyonu	sıcaklık
çözünürlük	hızı	OH ⁻ iyonu	titrasyon	tepkime oranı
pH	otoiyonizasyon	iletkenlik	tersinir	kuvvetli

2. Hem ileri yönde hem de geri yönde gerçekleşebilen tepkimelere tepkimeler denir.
3. Denge durumundaki bir tepkimede ileri tepkime ile geri tepkime birbirine eşittir.
4. Sabit sıcaklıkta kimyasal bir tepkimenin denge durumundaki ileri ve geri tepkimelerin hız sabitleri oranına denir.
5. Kimyasal bir denge tepkimesinde tepkimenin herhangi bir anındaki ürün derişimi ile tepken derişimlerinden türetilen orana denir.
6. Kimyasal bir denge tepkimesine dışarıdan bir etki yapıldığında sistemin bu etkiye vereceği tepki ile ifade edilir.
7. Kimyasal bir tepkimedeki denge durumu derişim, hacim, basınç ve derişkenlerinden birinin derişmesiyle bozulabilir.
8. Saf suyun kendi kendine iyonlarına ayrışmasına denir.
9. Arrhenius asit-baz teorisine göre suda çözüldüğünde oluşturan maddeler asittir.
10. Brønsted-Lowry asit-baz teorisine göre alabilen maddeler bazdır.
11. Suda % 100 iyonlaştığı kabul edilen bazlara bazlar denir.
12. Bir asit-bazın kuvvetli ya da zayıf olduğunu belirler.
13. Bir asit ile bir bazın sulu çözeltilerinin tepkimeye girerek tuz ve su oluşturduğu kimyasal tepkimelere tepkimeleri denir.
14. Derişimi bilinen bir asit ya da baz çözeltisi kullanarak derişimi bilinmeyen bir asit ya da baz çözeltisinin derişimini belirleme işlemine denir.
15. Mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için kullanılan ürünlerde değerine dikkat edilmelidir.
16. Belirli bir sıcaklıkta suda az çözünen bir tuzun K_{çç} değeri kullanılarak değeri hesaplanabilir.
17. Suda az çözünen tuzların çözünürlüğünü sıcaklık ve etkiler.

18-31. açık uçlu soruları cevaplayınız ve cevapları boş bırakılan ilgili alanlara yazınız.

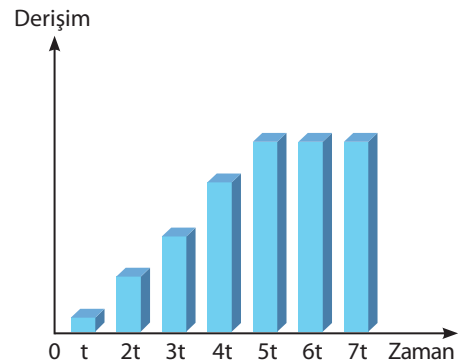
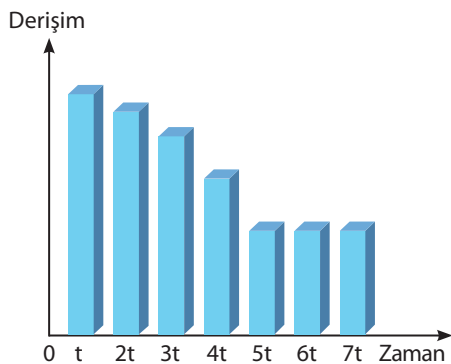
18. Aşağıdaki tepkimelerin tersinir olabileceğine ilişkin gözlemlenebilir veya ölçülebilir nitelikleri belirtiniz.



19. Kapalı bir kaba sabit sıcaklıkta belirli bir miktar A gazı konularak sistemin $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$ tepkimesine göre dengeye ulaşması sağlanıyor.

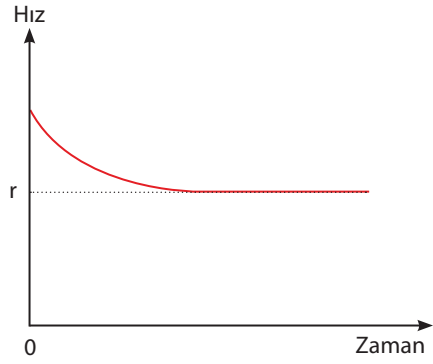
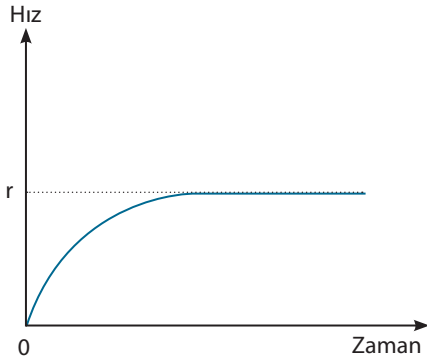
Buna göre sistemin dengeye gelme süreciyle ilgili soruları cevaplayınız.

a) Derişim-zaman grafiklerinin hangisinin A gazına hangisinin B gazı ait olduğunu ve gerekçesini ilgili boşluklara yazınız.



Gerekçe

- b) Hız-zaman grafiklerinden hangisinin ileri tepkime hızını, hangisinin geri tepkime hızını gösterdiğini ve gerekçesini ilgili boşluklara yazınız.



Gerekçe

.....

.....

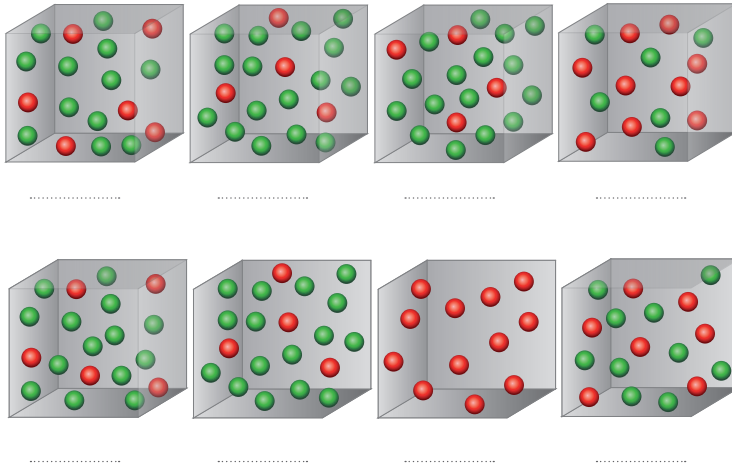
.....

.....

.....

.....

- c) Tepkimede A (kırmızı küre) ve B (yeşil küre) maddelerinin karışık olarak 0-7t zaman aralığındaki miktarını gösteren modeller verilmiştir. Bu modellerin 0, t, 2t, 3t, 4t, 5t, 6t ve 7t zamanlarından hangilerine ait olduğunu ilgili boşluklara yazınız.



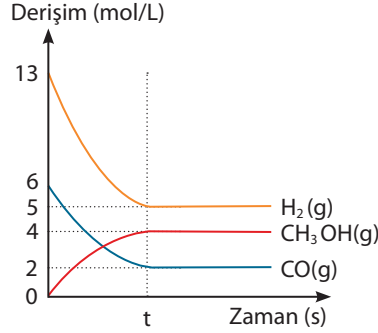
- ç) Tepkimenin dengeye ulaşma sürecinde ileri tepkime hız sabiti k_i , geri tepkime hız sabiti k_g ve denge sabiti K_c değerlerini artar, azalır ve değişmez olarak ilgili boşluklara yazınız.

İleri tepkime hız sabiti k_i :

Geri tepkime hız sabiti k_g :

Denge sabiti K_c :

20. Metanol (CH_3OH), endüstri alanı ve enerji üretimi için önemli bir bileşiktir. Metanolün tepkimelerini araştıran bir kimyager, $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$ ve $\text{CO}(\text{g})$ moleküllerinin aynı kapalı ortamda bulunduklarında aralarında denge kurulabildiğini tespit ediyor. Bu denge üzerinde çalışmalarını yoğunlaştıran kimyager $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$ ve $\text{CO}(\text{g})$ molekülleri arasında kapalı bir kapta kurulan dengeyi inceliyor. Deney sırasında belirli bir sıcaklıkta moleküllerin derişimlerdeki değışimler takip edilmiş ve elde edilen veriler grafikte gösterilmiştir.



Buna göre grafikteki verilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

- a) Denge tepkimesini yazınız.

.....

.....

- b) Tepkimenin denge bağıntısını yazınız.

.....

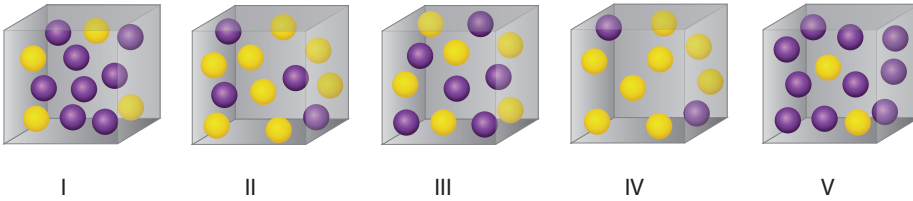
.....

- c) Denge sabiti K_c nin değerini hesaplayınız.

.....

.....

21. $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ tepkimesinin 2°C 'taki denge sabiti $K_c = 2$ 'dir. Aşağıdaki 1 litrelik kaplarda sabit sıcaklıkta her bir sarı küre 1 mol N_2O_4 ü ve her bir mor küre ise 1 mol NO_2 yi temsil etmektedir.



Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Kapların hangisinde $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ sistemi dengededir?

.....

.....

- b) Denge olmayan sistemler dengeye ulaşmak için hangi yöne ilerler? Açıklayınız.

.....

.....

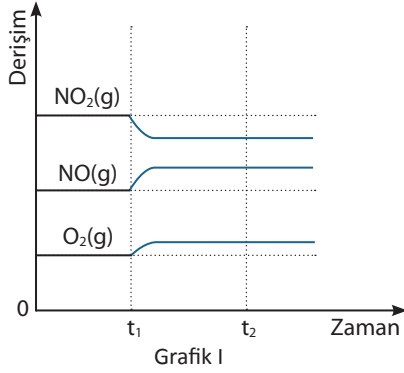
- c) Kaplardaki ileri ve geri tepkime hızlarını karşılaştırınız.

.....

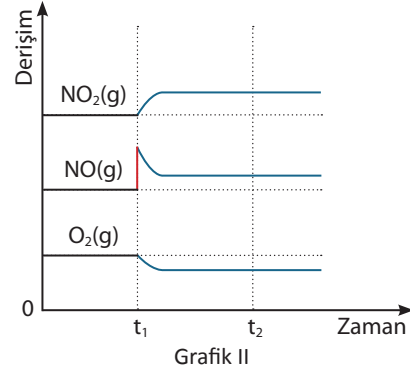
.....

22. Araba motoru içinde hava-yakıt karışımının yanması ile sıcaklık değişimlerine bağlı olarak farklı miktarlarda NO ve NO₂ gazları oluşur. Bunun sonucunda motorun içinde NO, O₂ ve NO₂ gazları arasında $2\text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{(g)} + \text{ısı}$ dengesi kurulur. Bu denge sistemini incelemek için sisteme bazı etkiler yapılmıştır. Etkilerin dengedeki sistemde neden olduğu değişimler aşağıdaki grafiklerde belirtilmiştir.

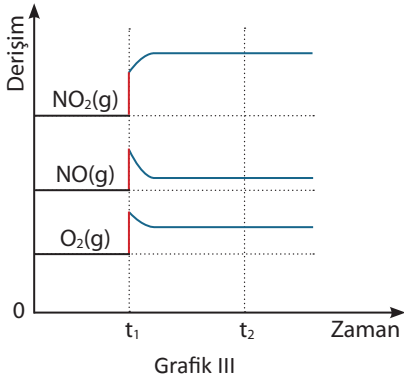
Buna göre dengedeki sisteme yapılan etkiyi grafiklerdeki değişimleri dikkate alarak tespit ediniz. Tespit ettiğiniz etkiyi ve gerekçesini Le Chatelier ilkesiyle ilişkilendirerek ilgili boşluğa yazınız.



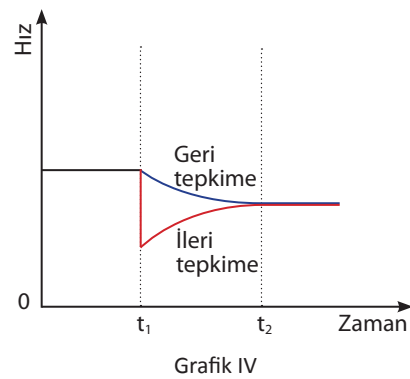
Etki:
Gerekçe:
.....



Etki:
Gerekçe:
.....



Etki:
Gerekçe:
.....



Etki:
Gerekçe:
.....

23. Saf suyun otoiyonizasyonu $\text{H}_2\text{O(s)} + \text{ısı} \rightleftharpoons \text{H}^+\text{(suda)} + \text{OH}^-\text{(suda)}$ şeklinde gerçekleşir. Saf suyun K_{su} değeri sıcaklık arttıkça artar.

Buna göre 25 °C sıcaklıktaki saf su ve 50 °C sıcaklıktaki saf su için aşağıdaki ifadeleri tabloda ilgili yerlere küçüktür (<), eşittir (=) ya da büyüktür (>) işareti yazarak karşılaştırınız.

25 °C	Karşılaştırma "<", "=" ya da ">"	50 °C
[H ⁺]		[H ⁺]
[OH ⁻]		[OH ⁻]
pH		pH
pOH		pOH

24. Bir laboratuvar deneyinde HCl ve NH₃ maddelerinin asit baz özellikleri açıklanmak isteniyor. Bunun için iki sistem oluşturuluyor. İlk sistemde HCl nin suda tamamen iyonlaşarak H⁺ ve Cl⁻ iyonları oluşturduğu tespit ediliyor. İkinci sistemde ise HSO₄⁻ ve NH₃ arasındaki tepkimede NH₃ ün HSO₄⁻ iyonundan proton alarak NH₄⁺ ve SO₄²⁻ iyonlarını oluşturduğu tespit ediliyor.

Buna göre deney verilerinden yola çıkarak HCl ve NH₃ maddeleri için aşağıdaki soruları Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit-baz teorileriyle ilişkilendirerek cevaplayınız.

a) Arrhenius asit-baz teorisi ile hangi maddenin asit ya da baz özelliğinin açıklanabildiğini gerekçesiyle belirtiniz?

.....

b) Brønsted-Lowry asit-baz teorisi ile hangi maddenin asit ya da baz özelliğinin açıklanabildiğini gerekçesiyle belirtiniz?

.....

c) Deneyde HCl ve NH₃ maddelerinin asit baz özelliklerinin açıklandığını tespit ettiğiniz teorinin dışında diğer teori ile açıklanması için hangi verilerin tespit edilmesi gerektiğini belirtiniz.

.....

ç) Hangi teorinin hangi durumlarda daha geniş bir kapsama sahip olduğunu ve nedenini örnekler üzerinden açıklayınız.

.....

25. Bir öğrenci, asitlerin ve bazların kuvvetlerini belirlemek amacıyla bir deney tasarlamış ve bu deney sonucunda 25 °C sıcaklıkta çeşitli veriler toplamıştır. Deneyinde molar derişimleri 0,1 M olan ve monofonksiyonel asit ya da baz olduğu bilinen A, B, C ve D maddelerinin eşit hacimli çözeltilerinin pH değerlerini ölçerek tablodaki verileri elde etmiştir. Daha sonra bu verileri analiz ederek A, B, C ve D maddelerinin iyonlaşma derecelerini karşılaştırmış ve asit-baz kuvvetlerine ilişkin bilimsel çıkarımlarda bulunmuştur.

	0,1 M A	0,1 M B	0,1 M C	0,1 M D
pH	4	13	1	10

Buna göre öğrencinin elde ettiği verilerden yola çıkarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) A, B, C ve D maddelerinin asit ya da baz olma gerekçesini açıklayarak belirtiniz.

.....

b) A, B, C ve D maddelerinin iyonlaşma yüzdelerini karşılaştırınız.

.....

c) A, B, C ve D maddelerinin kuvvetleri ile ilgili nasıl bir çıkarım yapılabilir?

.....

ç) A, B, C ve D maddelerinin çözeltilerindeki OH⁻ derişimlerini karşılaştırınız.

.....

d) 0,1 M A ve 0,1 M C çözeltilerinin elektrik iletkenliklerini karşılaştırınız.

.....

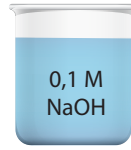
26. Bir 11. sınıf öğrencisi, kimya öğretmeninin verdiği proje ödevi kapsamında günlük yaşamda karşılaşılan farklı asit ve baz çözeltilerinin pH değerlerini hesaplamak istiyor. Bunun için kireç çözücü, sirke, lavabo açıcı ve yüzey temizleyici maddelerini seçiyor. İçerisinde asit ve baz bulunan kireç çözücü, sirke, lavabo açıcı ve yüzey temizleyici maddelerine ait çözeltileri görseldeki gibi hazırlıyor. Öğrenci 25 °C'ta asetik asit (CH_3COOH) için $K_a = 1 \cdot 10^{-7}$ ve amonyak (NH_3) için $K_b = 1 \cdot 10^{-5}$ olduğunu kaynaklardan belirleyip çözeltilerin pH değerlerini hesaplıyor.



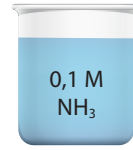
Kireç çözücü



Sirke



Lavabo açıcı



Yüzey temizleyici

Buna göre öğrencinin elde ettiği verilerden yola çıkarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Kireç çözücü çözeltisinin pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

.....

- b) Sirke çözeltisinin pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

.....

- c) Lavabo açıcı çözeltisinin pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

.....

- ç) Yüzey temizleyici çözeltisinin pH değerini hesaplayınız.

.....

.....

.....

- d) Aynı derişime sahip kuvvetli ve zayıf asitlerin pH değerlerinin farklı olmasının nedeni nedir?

.....

.....

.....

27. Bir laboratuvar deneyinde 200 mL 0,8 M HNO_3 çözeltisi ile 200 mL 0,6 M KOH çözeltisi karıştırılarak nötralleşme tepkimesi gerçekleştiriliyor.

Bu deneyin sonuçlarını analiz ederek aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Çözeltinin pH değeri kaç olur?

.....

.....

.....

- b) Çözeltinin kırmızı renkli turnusol kâğıdına etkisini açıklayınız.

.....

.....

.....

- c) HNO_3 çözeltisinin nötralleşme tepkimesi sürecinde elektriksel iletkenliğini açıklayınız.

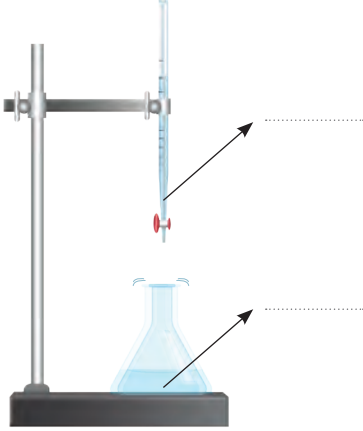
.....

.....

28. Laboratuvar çalışmasında bir öğrenciden temizlik malzemesi olan kireç çözücülerin pH değerini belirlemesi isteniyor. Öğrenci, kireç çözücü içindeki hidroklorik asidin HCl derişimini belirlemek için bir titrasyon deneyi yapmaya karar veriyor. Bunun için 50 mL HCl çözeltisinden alarak derişimi 0,1 M olan NaOH çözeltisi ile titrasyon yapıyor. Titrasyon sırasında fenolftalein indikatörü kullanılıyor ve renk değişimi 30 mL NaOH harcandığında gözlemleniyor.

Bu deneyle ilgili aşığıdaki soruları cevaplayınız.

a) Titrasyon deney düzeneği görselinde çözeltileri ve işlem basamaklarını ilgili boşluklara yazınız.



İşlem Basamakları

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) Eş değerklik noktasının nasıl belirleneceğini açıklayınız.

.....

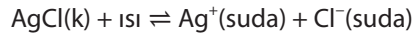
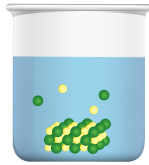
.....

c) Titrasyon verilerini kullanarak kireç çözücünün derişimini hesaplayınız.

.....

.....

29. Katısı ile dengede olan AgCl çözeltisine aşığıdaki işlemler uygulandığında verilen değerlerin nasıl değiştüğünü (artar, azalır, değişmez) ilgili boşluklara belirtiniz.



a) Sistemin sıcaklığını artırma

Ag⁺ derişimi: Cl⁻ derişimi: AgCl tuzunun çözünürlüğü:

AgCl katı kütlesi: Ag⁺ mol sayısı: Cl⁻ mol sayısı:

b) AgCl katısının bir miktarını çözecek kadar su ilave etme

Ag⁺ derişimi: Cl⁻ derişimi: AgCl tuzunun çözünürlüğü:

AgCl katı kütlesi: Ag⁺ mol sayısı: Cl⁻ mol sayısı:

c) NaCl katısı ilave etme

Ag⁺ derişimi: Cl⁻ derişimi: AgCl tuzunun çözünürlüğü:

AgCl katı kütlesi: Ag⁺ mol sayısı: Cl⁻ mol sayısı:

30. Aşağıda yaşanan sağlık sorunlarını önlemek ya da gidermek için kullanılan ürünlerden hangilerinin asidik, hangilerinin bazik özellik göstermesi gerektiğini açıklayınız.

a) Sürekli mide ekşimesi ve reflü şikâyetleri, asidik ortamın yol açtığı rahatsızlıklar

b) Hassas diş minesi ve diş eti problemleri, aşırı asidik ortama maruz kalan diş dokuları

c) Akne ve sivilce problemleri, ciltte dengesiz pH nedeniyle oluşan iltihaplanmalar

31. İçme suları jeolojik yapıdan dolayı yüksek miktarda demir iyonu içerebilir. Yüksek miktarda demir iyonu; suyun tadını, rengini ve kokusunu olumsuz etkiler.

Demir iyonu, arıtma işlemleri ile içme suyundan uzaklaştırılır. Demir iyonlarının sudan çöktürülerek uzaklaştırılması, su arıtma işlemlerinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde demir iyonları 25 °C'ta çözünürlük çarpımı yaklaşık $3,6 \cdot 10^{-11}$ olan FeCO_3 bileşiğine dönüşerek

$\text{Fe}^{2+}(\text{suda}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{suda}) \rightleftharpoons \text{FeCO}_3(\text{k})$ tepkimesine göre artansız olarak çöktürülür.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) İçme suyunda Fe^{2+} iyonlarının çöktürülmesini aşağıda verilen kürecikleri ve kabı kullanarak modelleyiniz.

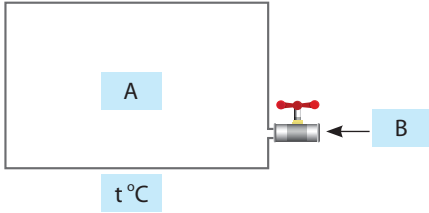


b) 25 °C'ta FeCO_3 bileşiğinin saf suda çözünürlüğü kaç mol/L olur?

c) İçme suyunda Fe^{2+} iyonlarının tam çöktürülmesi sonrasında dengeye ulaşan doygun çözeltide Fe^{2+} ve CO_3^{2-} iyon derişimleri kaç M olur?

32-34. soruları aşağıdaki metinden ve görselden yararlanarak cevaplayınız.

Bir araştırmacı, kapalı bir kaptaki $t^{\circ}\text{C}$ 'ta bulunan renksiz A maddesi üzerine renksiz B maddesini ekleyerek meydana gelen değişimleri inceliyor. Kaptaki zamanla A ve B madde miktarlarında azalma olurken C maddesinin oluştuğunu, ortam renginin sarıya dönüştüğünü ve kaptaki sıcaklığın arttığını gözlemliyor. Bir süre sonra C maddesinin tekrar A ve B maddelerini oluşturduğunu fark ederek zamanla A, B ve C maddelerinin derişimlerinin sabitlendiğini belirliyor.



32. Bu gözlemlere göre araştırmacı kaptaki gerçekleşen tepkimeyle ilgili aşağıdaki sonuçlardan hangisine ulaşamaz?

- A) Tersinirdir.
- B) Dengeye ulaşmıştır.
- C) Tam verimle gerçekleşmiştir.
- D) Hem ileri hem de geri yönde gerçekleşmiştir.
- E) Ekzotermiktir.

33. Bu gözlemlere göre araştırmacı aşağıdaki sonuçlardan hangisine ulaşır?

- A) Fiziksel denge tepkimesidir.
- B) Kimyasal denge tepkimesidir.
- C) Endotermik bir tepkimedir.
- D) Gözlenemeyen mikro olaylar durmuştur.
- E) Tersinmez bir tepkimedir.

34. Kaptaki gerçekleşen tepkimeye göre aşağıdaki ifadelerden hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) Homojen bir tepkimedir.
- B) Yanma tepkimesidir.
- C) Heterojen bir tepkimedir.
- D) Analiz (ayırışma) tepkimesidir.
- E) Denge tepkimesidir.

35-38. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

Bir kimya öğretmeni öğrencilerine denge olayı ile ilgili bazı tepkimeler verir.

- I. $\text{H}_2\text{O}(k) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(s)$
- II. $\text{H}_2(g) + \text{Br}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(g)$
- III. $\text{C}(k) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{H}_2(g) + \text{CO}(g)$
- IV. $2\text{NO}_2(g) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(g)$
- V. $\text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(s) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{suda})$

Bu tepkimelerin hem fiziksel değişimleri hem de kimyasal dönüşümleri yansıttığını; bazılarının aynı fazda, bazılarının ise farklı fazlarda gerçekleştiğini söyler. Öğretmen, öğrencilerinden tahtaya yazdığı tepkimeleri; fiziksel, kimyasal, homojen ve heterojen denge tepkimesi olarak sınıflandırmalarını ister.

35. Hangileri fiziksel denge tepkimesidir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız IV
- C) I ve II
- D) III ve V
- E) II, III ve IV

36. Hangileri kimyasal heterojen denge tepkimesidir?

- A) I ve II
- B) II ve IV
- C) III ve V
- D) III, IV ve V
- E) II, III, IV ve V

37. Hangileri kimyasal homojen denge tepkimesidir?

- A) I ve III
- B) II ve IV
- C) II, III ve V
- D) III, IV ve V
- E) I, II, III, IV ve V

38. Hangi tepkimelerde denge bağıntısında yer almayan madde bulunur?

- A) I ve II
- B) II ve III
- C) II, III ve V
- D) I, III ve V
- E) II, III, IV ve V

39-44. soruları aşağıdaki metinden ve tablodan yararlanarak cevaplayınız.

Bir kimyager, laboratuvarında yeni bir tersinir tepkime üzerinde çalışıyor. Yaptığı çalışmalarda $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g) + 3D(g)$ tepkimesinin dengeye ulaşıp ulaşmadığını anlamak amacıyla 25 °C'ta, farklı zaman aralıklarında tepkime kabındaki her bir maddenin derişimini hassas bir şekilde ölçüyor. Elde ettiği verileri aşağıdaki tabloya kaydediyor. Tablodaki verileri kullanarak; tepkimenin dengeye ulaşıp ulaşmadığına dair tahmin ve çıkarımlarda bulunmak istiyor.

Zaman (s)	[A] (mol/L)	[B] (mol/L)	[C] (mol/L)	[D] (mol/L)
0	1,2	2,4	0	0
10	0,9	1,8	0,6	0,9
20	0,7	1,4	1,0	1,5
30	0,6	1,2	1,2	1,8
40	0,6	1,2	1,2	1,8

39. Buna göre $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g) + 3D(g)$ tepkimesinin denge bağıntısı hangisidir?

- A) $K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$ B) $K_c = \frac{[C]^2[D]^3}{[A][B]^2}$
 C) $K_c = \frac{[A][B]^2}{[C]^2[D]^3}$ D) $K_c = \frac{[A][B]}{[C][D]}$
 E) $K_c = \frac{[C]^3[D]^2}{[A]^2[B]}$

40. Kimyagerin elde ettiği verilere göre tepkimenin dengeye ulaştığına dair hangi önerme en güçlü kanıtı sunar?

- A) 10. saniyede [C] ve [D] derişimlerinin artması
 B) 20. saniyede [A] ve [B] derişimlerinin azalması
 C) 30 ve 40. saniyelerde tüm derişimlerin sabit kalması
 D) Tepkimenin başlangıçta [A] ve [B] ile başlaması
 E) Tepkimenin tersinir olması

41. Kimyager, tepkime oranını (Q) hesaplayarak denge durumunu tahmin etmek istiyor. Buna göre; kimyager, 20. saniyedeki tepkime oranı (Q) yaklaşık değerini kaç olarak hesaplamıştır?

- A) 2,41 B) 2,46 C) 24,1
 D) 24,6 E) 48,2

42. 25 °C'ta denge sabiti (K_c) değeri 9,72 ile 10. saniyede hesaplanan tepkime oranı (Q_c) değeri karşılaştırıldığında

- I. İleri tepkime hızı geri tepkime hızına eşittir.
 II. Tepkime ürünler yönüne hareket eder.
 III. Kaptaki molekül sayısı zamanla artar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) II ve III E) I, II ve III

43. Kimyager, tepkimedeki maddelerin derişimlerinden yararlanarak tepkimenin dengeye ulaştığına dair tahmininin geçerliliğini sorgulamak için hangi bilimsel veriye ihtiyaç duyar?

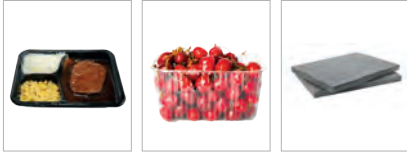
- A) Tepkimenin entalpi değişimine
 B) Tepkimenin aktivasyon enerjisine
 C) Denge sabiti değerine
 D) Tepkime kabının hacmine
 E) Tepkimeye katalizör eklenip eklenmediğine

44. Kimyager tepkimenin dengeye ulaşp ulaşmadığını tahmin etmek için hangi yöntemi kullanmıştır?

- A) Tepkimeye katalizör ekleyerek gözlem yapmak
 B) Sadece tepkimeye girenlerin derişimlerini ölçmek
 C) Sadece ürünlerin derişimlerini ölçmek
 D) Tepkimeye girenlerin ve ürünlerin derişimlerini farklı zamanlarda ölçmek
 E) Tepkimeyi farklı sıcaklıklarda tekrarlamak

45-48. soruları aşağıdaki metinden ve görselden yararlanarak cevaplayınız.

PET (polietilen tereftalat), görseldeki ürünlerin üretiminde kullanılan ve günlük hayatı kolaylaştıran termoplastik bir polimerdir.



PET geri dönüştürülebilir ve tekrar kullanılabilir. Kullanılmış PET şişeler eritilip yeni şişeler, tekstil lifleri veya plastik ürünler üretilebilir. Genellikle polikondenzasyon tepkimesi ile üretilir. Bu tepkime tersinir olup kimyasal bir dengeye ulaşabilir.

PET $(-OCH_2CH_2OCOC_6H_4CO-)_n$ sentezinde tereftalik asit $(HOOC-C_6H_4-COOH)$ ile etilen glikol $(HO-CH_2CH_2-OH)$ tepkimeye girer. n tane tereftalik asit ve n tane etilen glikol tepkimeye girerek PET polimerini ve n-1 tane su molekülü oluşturur. Bu tepkime endotermiktir.

45. Bir araştırmacı, PET sentez tepkimesi dengede iken; ortama tereftalik asit ilave edilip sabit sıcaklıkta sistemin tekrar dengeye gelmesiyle ilgili aşağıdaki hipotezleri oluşturmuştur.

- I. Sistem tereftalik asit derişimini azaltmaya çalışır.
- II. Sistem etilen glikol derişimini artırmak için geri yöne ilerler.
- III. Sistemde ürün miktarı artar.

Buna göre; oluşturulan hipotezlerin hangisi Le Chatelier ilkesine göre doğru olur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

46. PET sentez tepkimesinde ortamda suyun fazla miktarda birikmesi

- I. Dengedeki sistemin geri yöne ilerlemesi,
- II. PET üretim veriminin artması,
- III. Sabit sıcaklıkta tepkime denge sabiti K_c nin sayısal değerinin değişmesi

olaylarından hangilerine neden olur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

47. PET sentez tepkimesi dengede iken ortama sabit sıcaklıkta etilen glikol ilave ediliyor. Buna göre sistemin tekrar dengeye ulaşma sürecinde

- I. Daha az miktarda PET elde edilmesi,
- II. İleri tepkime hızının artması,
- III. Tereftalik asit derişiminin azalması

olaylarından hangileri gerçekleşir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

48. Ambalaj ve tekstil ürünleri üreten bir fabrikada PET üretim tepkimesi denge hâlindeyken dengeye

- I. Sıcaklığı düşürme,
- II. Ortama etilen glikol ilave etme,
- III. Oluşan polietilen tereftalatı ortamdan uzaklaştırma

işlemleri uygulanıyor.

Buna göre aşağıdaki çıkarımların hangisi yanlış olur?

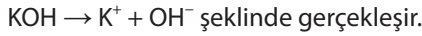
- A) I. işlem PET'ten üretilen içecek şişelerinin miktarının azalmasını sağlar.
- B) II. işlem PET'ten üretilen elyaf liflerin miktarının artmasını sağlar.
- C) III. işlem üretilen PET miktarının toplamda azalmasına neden olur.
- D) I. işlem tekstil endüstrisinde PET'ten üretilen ürün miktarında düşmeye neden olur.
- E) II ve III. işlem birlikte yapıldığında ambalaj sanayisinde PET'ten üretilen gıda kabı sayısını toplamda artırır.

49-53. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

Saf suyun otoiyonizasyonu pH ve iletkenlik nitelikleri ile belirlenebilir. Saf su ısıtıldığında suyun sıcaklığı ve su moleküllerinin hareketliliği artar. Bu sırada suyun otoiyonizasyon dengesi değişir, yani daha fazla H^+ ve OH^- iyonu oluşur. Bu nedenle $25^\circ C$ 'tan daha yüksek sıcaklıklarda suyun pH değeri 7'den biraz daha düşük olabilir. pH değişimi saf suyun otoiyonizasyonunu açıklar. Bir başka örnek ise saf suyun elektrik iletkenliği ile ilgilidir. Normalde saf su iyi bir iletken değildir ancak içindeki az miktardaki iyonlar sayesinde elektriği çok düşük seviyede iletebilir. Eğer suya nitroz asit (HNO_2) gibi bir asit veya potasyum hidroksit (KOH) gibi bir baz eklenirse iyon sayısı artar ve suyun iletkenliği önemli ölçüde yükselir. Çünkü HNO_2 nin suda çözünmesi



KOH nin suda çözünmesi ise



49. Suyun otoiyonizasyon dengesi hakkında aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Saf suyun otoiyonizasyonu sıcaklık değişiminden etkilenmez.
- B) Saf suyun $50^\circ C$ 'ta pH değeri 7'dir.
- C) Saf suda $50^\circ C$ 'ta $[H^+] > [OH^-]$ ilişkisi vardır.
- D) Saf suda $10^\circ C$ 'ta $[H^+] < [OH^-]$ ilişkisi vardır.
- E) Saf suyun K_{su} değeri $50^\circ C$ 'ta $1 \cdot 10^{-14}$ değerinden büyüktür.

50. Saf suyun otoiyonizasyonu

- I. İletkenlik değişimi,
- II. pH değişimi,
- III. Hidrojen gazı miktarı

niteliklerinden hangileri ile gözlemlenebilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I, II ve III

51. Nitröz asit için

- I. Arrhenius asit-baz teorisine göre suya bir proton vererek suda çözünür.
- II. Brønsted-Lowry asit-baz teorisine göre suda H_3O^+ iyonu derişimini artırdığı için asittir.
- III. Brønsted-Lowry asit-baz teorisine göre eşlenik bazı NO_2^- iyonudur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

52. Potasyum hidroksit için

- I. Brønsted-Lowry asit baz teorisine göre baz özelliği açıklanmıştır.
- II. Arrhenius asit-baz teorisine göre baz özelliği açıklanmıştır.
- III. Brønsted-Lowry asit baz teorisine göre eşlenik bazı K^+ iyonudur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I, II ve III

53. $25^\circ C$ sıcaklıkta HNO_2 çözeltisi için

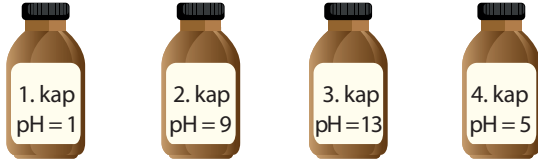
- I. $[H^+] > [OH^-]$
- II. $[H^+][OH^-] = 1 \cdot 10^{-14}$
- III. $pH > pOH$
- IV. OH^- iyonu içermez.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) I ve II
- B) III ve IV
- C) II ve IV
- D) I, II ve III
- E) I, II, III ve IV

54-57. soruları aşağıdaki metinden ve görselden yararlanarak cevaplayınız.

Bir fabrikada kimya laboratuvarları için her biri 0,1 M olan monofonksiyonel kuvvetli asit, zayıf asit, kuvvetli baz ve zayıf baz çözeltileri üretilmektedir. Bu fabrikada üretilmiş olan 4 kaptaki asitlerin ve bazların etiketleri yanlış yapıştırılmıştır. Bu asitleri ve bazları, bunların kuvvetlerini doğru olarak belirlemek isteyen kimya mühendisi 25 °C sıcaklıkta pH ölçümlerini yapmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşmıştır.



54. Kaptaki asitlerin ve bazların iyonlaşma yüzdeleri aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	1. kap	2. kap	3. kap	4. kap
A)	% 100	% 0,01	% 100	% 0,01
B)	% 0,01	% 0,02	% 100	% 100
C)	% 100	% 100	% 0,01	% 0,02
D)	% 0,02	% 100	% 0,01	% 100
E)	% 100	% 100	% 0,02	% 0,02

55. Kaptaki H_3O^+ iyonu derişimleri hangi ıkta doğru verilmiştir?

	1. kap	2. kap	3. kap	4. kap
A)	$1 \cdot 10^{-1} M$	$1 \cdot 10^{-9} M$	$1 \cdot 10^{-1} M$	$1 \cdot 10^{-13} M$
B)	$1 \cdot 10^{-9} M$	$1 \cdot 10^{-9} M$	$1 \cdot 10^{-1} M$	$1 \cdot 10^{-13} M$
C)	$1 \cdot 10^{-9} M$	$1 \cdot 10^{-1} M$	$1 \cdot 10^{-13} M$	$1 \cdot 10^{-1} M$
D)	$1 \cdot 10^{-1} M$	$1 \cdot 10^{-1} M$	$1 \cdot 10^{-1} M$	$1 \cdot 10^{-1} M$
E)	$1 \cdot 10^{-1} M$	$1 \cdot 10^{-9} M$	$1 \cdot 10^{-13} M$	$1 \cdot 10^{-5} M$

56. Etiketler pH ölçümü sonuçlarına göre hangi şekilde yerleştirilirse doğru olur?

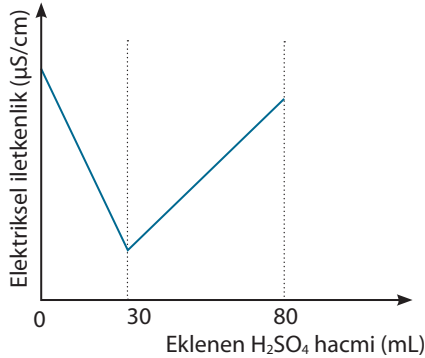
	1. kap	2. kap	3. kap	4. kap
A)	Zayıf asit	Zayıf baz	Kuvvetli asit	Kuvvetli baz
B)	Zayıf asit	Kuvvetli asit	Zayıf baz	Kuvvetli baz
C)	Kuvvetli asit	Zayıf baz	Kuvvetli baz	Zayıf asit
D)	Kuvvetli asit	Zayıf asit	Kuvvetli baz	Zayıf baz
E)	Kuvvetli baz	Zayıf baz	Zayıf asit	Kuvvetli asit

57. Kuvvetli asitler/bazlardaki pH hesaplama ile zayıf asitler/bazlardaki pH hesaplamının farklı olmasının nedeni nedir?

- A) İyonlaşma yüzdeleri
- B) H_3O^+ iyonu derişimi
- C) OH^- iyonu derişimi
- D) İletkenlik değerleri
- E) pOH değerleri

58-61. soruları aşağıdaki metinden ve grafikten yararlanarak cevaplayınız.

Beyaz sabun, yağların NaOH ile tepkimesinden elde edilir. Elde edilecek sabunun kalitesi kullanılan yağa ve NaOH çözeltisinin derişimine bağlıdır. Geleneksel yöntemlerle zeytinyağından sabun üreten kimyager Ayşe Hanım en son ürettiği sabunların istenen kalitede olmadığını fark ediyor. Ayşe Hanım yaptığı araştırma sonunda NaOH katısını tarttığı terazinin yanlış ölçüm yaptığını tespit ediyor. Bu yüzden NaOH çözeltisinin derişiminin hatalı olduğunu anlıyor. Depodaki hatalı hazırlanmış ve derişimi bilinmeyen çok miktardaki NaOH çözeltisinin derişimini nötralleşme tepkimesinden yararlanarak belirlemek istiyor. Bu amaçla 25 °C sıcaklıkta derişimi bilinmeyen 20 mL NaOH çözeltisine birkaç damla fenolftalein indikatörü damlattıktan sonra 1 M H_2SO_4 çözeltisinden ekliyor. NaOH çözeltisi içeren kaptaki elektriksel iletkenlik derişimini ölçerek aşağıdaki grafiği elde ediyor.



58. NaOH ve H_2SO_4 arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimesini gözlemleyebilmek için iletkenlik derişimi dışında

- I. Kütle derişimi,
- II. İndikatörün renk derişimi,
- III. pH derişimi

ölçütlerinden hangileri kullanılabilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II ve III

59. Nötralleşme tepkimesi sırasında NaOH çözeltisi içeren kaptaki meydana gelen olaylarla ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) NaOH tükeninceye kadar çözeltinin iletkenliği azalmaya devam eder.
- B) İletkenlik en düşük değerine ulaştığında tam nötralleşme gerçekleşir.
- C) 35 mL H_2SO_4 çözeltisi eklendiğinde karışımın pH değeri 7'den büyüktür.
- D) Nötralleşme tepkimesi sırasında Na_2SO_4 tuzu ve H_2O oluşur.
- E) 30 mL H_2SO_4 çözeltisi eklendiğinde H^+ ve OH^- iyonlarının derişimleri eşit olur.

60. NaOH çözeltisinin derişimi kaç molardır?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5
- E) 6

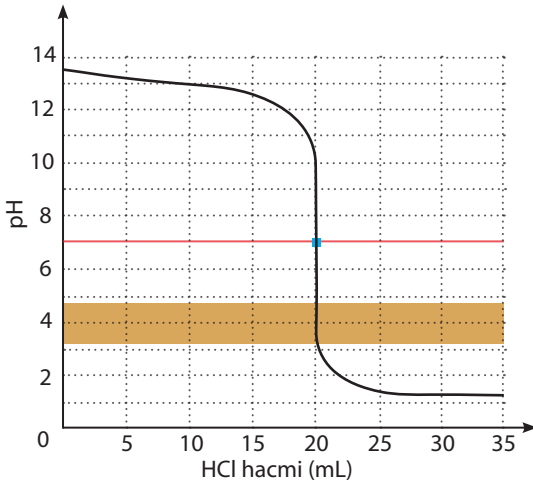
61. 80 mL H_2SO_4 çözeltisi harcadığında karışımın pH değeri kaç olur?

- A) 0
- B) 1
- C) 2
- D) 3
- E) 4

62-65. soruları aşağıdaki metinden ve grafikten yararlanarak cevaplayınız.

Petrol rafinerilerinde petrol içindeki asitli bileşenleri nötralize etmek ve sülfür bileşiklerini uzaklaştırmak için NaOH kullanılır. Kullanılan NaOH çözeltisinin derişimi ham petrol içindeki asidik bileşenlerin türü ve miktarına göre belirlenir.

Bir petrol rafinerisinin kalite kontrol laboratuvarı, işlemlerde kullanılan NaOH çözeltisinin uygun derişimde olup olmadığını günlük olarak test etmektedir. NaOH çözeltisinden alınan 20 mL'lik numune; asidik ortamda kırmızı, bazik ortamda sarı renk alan metil oranj indikatörü kullanılarak 1 M HCl çözeltisi ile 25 °C sıcaklıkta titre edilmiştir. Titrasyon sırasında harcanan HCl hacmine karşı pH değişimini gösteren titrasyon eğrisi aşağıdaki gibidir. Metil oranj indikatörünün renk değiştirdiği pH aralığı da grafik üzerinde gösterilmiştir.



62. Derişimi bilinmeyen NaOH çözeltisi ile 1 M'lık HCl çözeltisi arasında gerçekleştirilen titrasyon işlemi ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi doğrudur?

- A) 60 mL HCl harcadığında $n_{H^+} = n_{OH^-}$ olur.
- B) 40 mL HCl harcadığında indikatör renk değişir.
- C) Grafikte eş değerlik noktası ve dönüm noktası aynı konumu göstermektedir.
- D) pH değeri 7 olduğunda eş değerlik noktasına ulaşılmıştır.
- E) Grafikte pH değerinin 7 olduğu nokta dönüm noktasıdır.

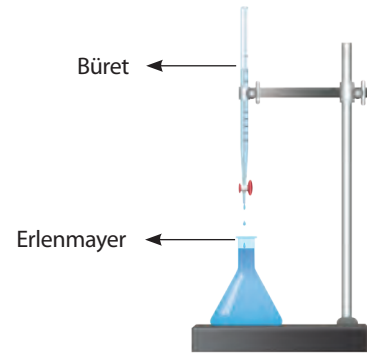
63. Yalnızca titrasyon grafiğinden yararlanarak

- I. Baz çözeltisinin üzerine asit çözeltisi ilave edilmiştir.
- II. Eş değerlik noktasına ulaşmak için 80 mL HCl harcanmıştır.
- III. Titrasyon işleminde HCl kullanılmıştır.

sonuçlarından hangilerine ulaşılabilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve III
- E) I, II ve III

64.



Titrasyon işlemine ait işlem basamakları sırası ile aşağıda verilmiştir.

- I. Derişimi belirlenmek istenen NaOH çözeltisi erlenmayere, 1 M HCl çözeltisi bürete konulur.
- II. Büretteki HCl çözeltisine birkaç damla metil oranj indikatörü damlatılır.
- III. Büretteki çözelti erlenmayerdeki çözeltiye damla damla ilave edilir.
- IV. Erlenmayerde kalıcı renk değişiminin meydana geldiği an harcanan HCl çözeltisinin hacmi belirlenir.
- V. Harcanan HCl çözeltisi hacminden yararlanılarak NaOH çözeltisinin derişimi hesaplanır.

Verilen işlem basamaklarının hangisinde hata yapılmıştır?

- A) I
- B) II
- C) III
- D) IV
- E) V

65. NaOH çözeltisinin derişimi kaç molaardır?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

66-68. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

Mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için kullanılan bazı ürünler asidik ya da bazik özellik gösterir. Bu ürünlerden en uygun olanını seçerken ürünlerin içerdiği asit ya da baz miktarı da dikkate alınmalıdır. Örneğin midedeki yanma hissini gidermek için kullanılan antiasit tabletler doğrudan yutulmak yerine genellikle çiğnenerek kullanılır. Antiasit ilaçların içeriğindeki bazlar suda tamamen çözünmemeli, mideye ulaşıncaya kadar sindirim kanalına zarar vermeyecek uygun pH değerine sahip olmalıdır. Mideye ulaştığında kolayca dağılmalı, mide asidi ile mümkün olduğunca hızlı tepkimeye girmelidir. Midenin pH değerini aşırı yükseltip midedeki koruyucu asit bariyerini ortadan kaldırmamalıdır. İlaç içeriğindeki bazlar midede tamamen tükenmeli bağırsaklara geçmemelidir. Antiasit ilaçlardan en uygun olanına karar verebilmek için bu durumlar göz önünde bulundurulmalıdır.

66. Tablet formundaki antiasit ilaçların genellikle çiğnenerek kullanılmasının temel sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Suda daha iyi çözünmesinin sağlanması
- B) Sindirim kanalından geçemeyecek kadar büyük olması
- C) Mideye ulaşıncaya kadar dağılmasının engellenmesi
- D) Mideye küçük parçalar hâlinde ulaşım hızla tepkimeye girmesi
- E) Midedeki koruyucu asit bariyerini ortadan kaldırması

67. Mide sağlığı için kullanılan antiasit ilaçlardan en uygun olanına karar verebilmek için

- I. Mide asidiyle hızlı tepkime verme,
- II. Midede kolayca dağılma,
- III. Mide pH değerini yeterince yükseltebilme

ölçütlerinden hangileri göz önüne alınmalıdır?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II ve III

68. Mide sağlığı için kullanılan antiasit ilaçların en uygun olanıyla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Mide asidi ile tepkimeye girerek mide içeriğinin pH değerini artırır.
- B) İçeriklerinde suda çok çözünen kuvvetli bazlar bulundurlar.
- C) Mideye ulaşıncaya kadar sindirim sistemi organlarını tahriş etmezler.
- D) Midede hızla dağılıp mide asidi ile hızlıca tepkimeye girerler.
- E) Mide asidiyle tepkimeye girerek tamamen tükenir, bağırsaklara ulaşamazlar.

69-71. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

Sülfürik asit (H_2SO_4), gübre, deterjan, akümülatör üretimi gibi birçok alanda kullanılan önemli bir bileşiktir. Sülfürik asit, kükürt trioksit (SO_3) gazından üretilir. Bir kimya fabrikasında sülfürik asit elde etmede kullanılacak kükürt trioksit (SO_3), kükürt dioksit (SO_2) ve oksijen (O_2) gazlarının tepkimesinden üretilmektedir. Bu tepkime $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \Delta H < 0$ şeklinde gerçekleşir.

Fabrikanın kimya mühendisi, çeşitli denemeler yaparak tepkimenin verimini artırmaya çalışmaktadır.

69. Kimya mühendisi, dengedeki tepkimeye daha fazla $\text{SO}_3(\text{g})$ elde etmek için aşağıdaki hipotezleri oluşturuyor.

- I. Sıcaklığı artırmak, sistemi ürünler yönüne ilerleterek daha fazla SO_3 elde edilmesini sağlar.
- II. Tepkime kabının hacmini artırmak, sistemi ürünler yönüne ilerleterek daha fazla SO_3 elde edilmesini sağlar.
- III. SO_2 gazının derişimini artırmak, sistemi ürünler yönüne ilerleterek daha fazla SO_3 elde edilmesini sağlar.

Buna göre oluşturulan hipotezlerin hangisi bilimsel bilgilerle karşılaştırıldığında doğru olur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

70. Kimya mühendisi, enerji maliyetlerini düşürmek için tepkimeyi daha düşük sıcaklıkta gerçekleştirmeyi planlıyor.

Bu değişiklik ile dengedeki sistemde aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir?

- A) Sistem tepkenler yönüne ilerler.
B) SO_2 miktarında bir artış gözlenir.
C) İleri tepkime hızı artar.
D) K_c nin sayısal değeri azalır.
E) SO_3 miktarında artış gözlenir.

71. Kimya mühendisi, dengede bulunan sisteme aşağıdaki etkileri yaparak gözlemler yapıyor.

Buna göre hangi etkiler sonucu en kısa sürede en az enerji ile en fazla SO_3 gazını elde eder?

- A) Ortama $\text{SO}_2(\text{g})$ ilave etme ve sıcaklığı düşürme
B) Ortamdan $\text{O}_2(\text{g})$ uzaklaştırma ve sıcaklığı yükseltme
C) Ortama katalizör ekleme ve sıcaklığı yükseltme
D) Sistemin hacmini artırma ve sıcaklığı düşürme
E) Ortama $\text{O}_2(\text{g})$ ilave etme, sıcaklığı düşürme ve katalizör ilave etme

72. Fabrikada tepkime ortamına katalizör eklenmesi durumunda aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

- A) Tepkimenin dengeye ulaşma süresini geciktirerek daha fazla SO_3 oluşmasını sağlar.
B) İleri ve geri tepkimenin hızını eşit şekilde artırır.
C) İleri tepkimeyi daha fazla hızlandırarak ürün verimini artırır.
D) Sıcaklığı düşürerek tepkimenin daha hızlı gerçekleşmesini sağlar.
E) Denge durumunu sonlandırarak tepkimenin tamamen ileri yönlü olmasını sağlar.

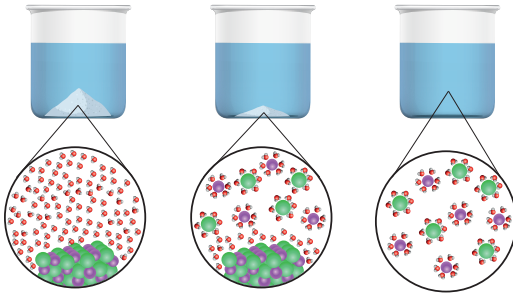
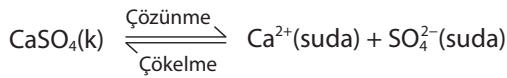
73-75. soruları metindeki bilgilere göre cevaplayınız.

Bir kimya laboratuvarında CaSO_4 tuzunun molar çözünürlüğünü hesaplamak isteyen bir öğrenci 10 g CaSO_4 tuzunu 1 L çözelti olacak şekilde çeşme suyuna atarak çözünmesini sağlamıştır. Yaptığı doğru hesaplamalar sonucunda CaSO_4 tuzunun çözünürlüğünü 2×10^{-4} M olarak bulmuştur. Yaptığı deney sonucuna göre CaSO_4 tuzunun suda çözünme denklemini yazarak suda çözünme sürecinin aşamalarını gösteren modelini oluşturmuştur. Bu modelde

(●) SO_4^{2-} iyonlarını,

(●) Ca^{2+} iyonlarını,

(●) su moleküllerini temsil etmektedir.



Daha sonra yaptığı deneyin sonuçlarını test etmek amacıyla CaSO_4 tuzunun $K_{\text{çç}}$ değerini ve çözünme modelini bilimsel kaynaklardan araştırmıştır. Bilimsel kaynaklarda CaSO_4 tuzunun 25 °C sıcaklıkta yaklaşık $K_{\text{çç}}$ değerinin $9 \cdot 10^{-6}$ olduğunu görmüştür.

73. Bilimsel kaynaklardan elde edilen $K_{\text{çç}}$ değerine göre CaSO_4 tuzunun 25 °C sıcaklıkta molar çözünürlüğü nedir?

- A) $2 \cdot 10^{-2}$ M B) $3 \cdot 10^{-2}$ M C) $3 \cdot 10^{-3}$ M
D) $9 \cdot 10^{-3}$ M E) $9 \cdot 10^{-6}$ M

74. Öğrenci hesapladığı çözünürlük değerinin bilimsel kaynaklardaki $K_{\text{çç}}$ değerinden hesaplanan çözünürlük değerinden farklı olduğunu fark etmiştir. Buna göre

- I. Çeşme suyu sıcaklığının 25 °C sıcaklıktan farklı bir sıcaklıkta olması
II. Çeşme suyunun Ca^{2+} ya da SO_4^{2-} iyonları içermesi
III. Çözeltinin daha hızlı dengeye ulaşmasını sağlamak için çözeltinin karıştırılması

İfadelerinden hangileri hesaplanan çözünürlük değerinin farklı olmasının nedeni olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

75. CaSO_4 tuzunun suda çözünme aşamalarını gösteren modelini çizerken öğrencinin yaptığı temel hata nedir?

- A) CaSO_4 tuzunu kristal örgü yapısıyla göstermesi
B) Çözünme olayında iyonların etrafının su molekülleri ile sarıldığını göstermesi
C) CaSO_4 tuzunun iyonlarına ayrılarak çözüldüğünü göstermesi
D) Katyonların su molekülünün oksijeni tarafından sarıldığını göstermesi
E) CaSO_4 tuzunun tamamının çözüldüğünü göstermesi



Etkileşimli Yapılandırılmış Grid çalışmasına ulaşmak için karekodu kullanınız.



Labirent çalışmasına ulaşmak için karekodu kullanınız.



Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu kullanınız.

3. TEMA

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

3.1. Nanoteknoloji ve Sürdürülebilirlik

► Bu temada öğrenilecek kavramlar

- mikroplastik
- nanoplastik
- nanoteknoloji
- yeşil hidrojen enerjisi

► Bu temada sizlerden

- evsel atıklardan fermentasyon yöntemi ile yeşil hidrojen enerjisi elde etme sürecine yönelik hipotez oluşturmanız,
- nanoteknolojik ürünlerin seçimine yönelik eleştirel düşünmeniz,
- mikroplastik ve nanoplastiklerin etkilerini sorgulamanız **beklenmektedir.**



Tema Karekodu



Tema tanıtımına ulaşmak için karekodu kullanınız.

► Başlarken

Günümüzde sürdürülebilirlik ve çevre bilinci giderek önem kazanırken; nanoteknoloji, birçok alanda çığır açan yenilikler sunmaktadır. Evsel atıklardan yeşil hidrojen enerjisi üretimi gibi çözümler, enerji ihtiyacımız için sürdürülebilir bir yanıt sunarken; atık yönetimi için de yenilikçi bir yaklaşım getirmektedir. Nanoteknolojik ürünlerin potansiyel faydalarının yanı sıra sağlık ve çevre açısından oluşturduğu riskler ve diğer yandan yaşamın her alanına sızan mikroplastik ve nanoplastiklerin etkileri giderek daha fazla endişe oluşturmaktadır. Gelecek nesiller için daha yaşanabilir bir dünya inşa etmek adına bu konuların anlaşılması ve sürdürülebilir çözümler üretilmesi kritik bir öneme sahiptir.

► Tema sürecinde sizlerden

- etkinlikleri yapmanız,
- karekodlardaki e-içerikleri tamamlamanız,
- deney raporlarını, çalışma yapraklarını, formları doldurmanız,
- temaya ilişkin performans görevini yerine getirmeniz,
- konuya başlarken, uygulama noktası, kontrol noktası, tema sonu ölçme ve değerlendirme sorularını cevaplamanız **beklenmektedir**.

NELER HATIRLIYORUM?

Yönerge

1. Sürdürülebilirlik temasındaki nanoteknoloji ve sürdürülebilirlik konularında kullanmak üzere önceki öğrenme-öğretme süreçlerinde edinilen bilgi ve becerileri ne kadar hatırladığınızı gözden geçirmek için formu doldurunuz.
2. Formda verilen kavramlarla ilgili bilgileri okuyunuz. Hatırladığınız bilgilerin yanındaki kutucuğa ✓ işareti koyunuz.

Hatırlıyorum

Sürdürülebilirlik

- Günlük faaliyetler sonucu atmosfere salınan sera gazı miktarının karbon dioksit eş değeri cinsinden ölçüsü karbon ayak izi, bu faaliyetlerin tatlı sulara etkisi su ayak izi ve atmosfere salınan tüm gazların çevreye etkisi emisyon ayak izi kavramlarıyla ifade edilir. ☐
- Güneş, rüzgâr, dalga, jeotermal enerji, biyokütle gibi sürekli yenilenebilen ve tükenmeyen enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji kaynakları denir. ☐

Nanoparçacıkların Çevresel Etkileri

- Boyutu 1-100 nanometre (nm) arasında olan nanoparçacıklar küçük boyutları nedeniyle canlı vücutlarına kolaylıkla girebilir. ☐
- Sulara karışan nanoparçacıklar toksik etkilere neden olurken toprakta biriken nanoparçacıklar bitkilerin büyümesini ve gelişmesini engelleyebilir. ☐
- Havadaki nanoparçacıklar solunum yoluyla canlı vücutlarına girerek çeşitli hastalıklara neden olabilir. ☐

Kimyasal Tepkimelerde Enerji ve Hız

- Kimyasal tepkimeler sırasında enerji türleri (bağ enerjisi, ısı enerjisi, elektrik enerjisi vb.) birbirine dönüşebilir. ☐
- Kimyasal tepkimeler sırasında çevreye enerji yayılabilir ya da çevreden enerji alınabilir. ☐
- Günlük hayatta gerçekleşen tepkimelerin hızını anlamak ve kontrol etmek sürdürülebilirlik için önemlidir. ☐
- Tepken cinsi, fiziksel hâl, derişim, sıcaklık, temas yüzeyi ve katalizör tepkime hızını etkileyen faktörlerdir. ☐

Asitler-Bazlar ve Çözünürlük

- Asitler metallerle ve bazlarla tepkimeye girer. ☐
- Bazlar tahriş edici ve yakıcı özelliklere sahiptir. ☐
- Kuvvetli asitler/bazlar suda tamamen iyonlaşıyorken zayıf asitler/bazlar suda kısmen iyonlaşır. ☐
- Çözünürlük belirli şartlarda ve belirli miktar çözücünde çözünebilen maksimum madde miktarıdır. ☐
- Basınç, sıcaklık ve ortak iyon çözünürlüğü etkileyen faktörlerdir. ☐

3. Forma göre tespit ettiğiniz bilgi eksiklerinizi tamamladıktan sonra tema konularına başlayınız.

3.1. NANOTEKNOLOJİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

3.1.1. Yeşil Hidrojen Enerjisi

KONUYA BAŞLARKEN



Günlük hayattaki en önemli ihtiyaçlardan biri enerjidir. Enerji üretimi hem devletler hem de fertler için hayati öneme sahiptir. Isınma, ulaşım, üretim, nakliye gibi birçok alanda temel kaynak enerjidir. Bu enerji ihtiyacı büyük oranda kömür, petrol, doğal gaz gibi yenilenemez enerji kaynaklarından karşılanır. Ancak bu kaynaklar maliyetli olmakla beraber çevre kirliliği, küresel ısınma gibi önemli sorunlara yol açmaktadır.

Yeşil hidrojen enerjisi, çevre dostu olması ve yüksek enerji verimliliğiyle diğer kaynaklara güçlü bir alternatif oluşturur.

Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, evsel atık gibi yenilenebilir kaynaklar kullanılarak üretilen hidrojen enerjisine **yeşil hidrojen enerjisi** denir. Hidrojen gazının yanma tepkimesi $H_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ şeklindedir. Hidrojen gazının yanması sırasında yüksek miktarda enerji açığa çıkarken oluşan ürün, sadece su buharıdır.

- Yeşil hidrojen enerjisinin çevre dostu ve yüksek enerji verimine sahip olmasına rağmen diğer enerji kaynakları kadar yaygın kullanılamamasının sebebi ne olabilir?
- Basit yöntemlerle hidrojen gazı elde etmek mümkün müdür?

3.1. ETKİNLİK



Adı	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
Amaç	Evsel atıkların değerlendirilmesi ve kaynakların etkin kullanımı hakkında fikir yürütebilme
Süre	20 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarına örnekler yazınız.

2. Yenilenebilir enerji kaynaklarının temel özelliğini açıklayınız.

3. Yenilenebilir enerji kaynaklarının "temiz enerji" veya "çevre dostu" olarak ifade edilmesinin nedenleri nelerdir?

4. Evsel atıkların değerlendirilmesi, çöplerin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve kaynakların daha etkin kullanılabilmesi için neler yapılabilir?

5. Evsel atıklar hangi alanlarda kullanılabilir?

.....

.....

6. Yeşil hidrojen enerjisi, evsel atıklardan elde edilebilmesi ve çevre dostu olması nedeniyle sürdürülebilir bir çözüm olarak önem kazanmıştır. Evsel atıklardan enerji üretiminin çevresel etkileri neler olabilir?

.....

.....

.....

7. Enerji kaynakları ve evsel atıkların değerlendirilmesiyle ilgili sorulara verdiğiniz cevapları sınıf arkadaşlarınızla tartışınız. Tartışma sonunda değişen fikirlerinizi yazınız.

.....

.....

Değerlendirme

1. Yenilenebilir enerji kaynakları çevre açısından neden önemlidir?

.....

.....

.....

2. Evsel atıkların değerlendirilmesinin çevre için önemi nedir?

.....

.....

.....

**Görsel 3.1:** Evsel atıklar ve çöpler

Evsel atıklar ve çöpler, çevre kirliliğine neden olması ve ülke ekonomisine yük oluşturması bakımından önemli bir problem olarak görülmektedir (Görsel 3.1). Evsel atıkların bir kısmı geri dönüşüm ile tekrar kullanılabilirken evsel atıklardan çeşitli yollarla enerji de üretilebilir. Bu sayede evsel atıkların ve çöplerin çevreye olan olumsuz etkileri azaltılabilir ve ülke ekonomisine katkı sağlanabilir.

3.2. ETKİNLİK

Adı	Atıktan Enerjiye Dönüşüm
Amaç	Evsel atıklardan fermantasyon yöntemiyle yeşil hidrojen enerjisi elde etme sürecine yönelik hipotez oluşturabilme
Süre	35 + 35 + 35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi (ICHET) tarafından İstanbul'da uygulamaya konulan Gezi-ci Hidrojen Evi, Yakıt Pili Yolcu Taşıma Aracı, Hidrojen Yakıt Pili Forklift, İDO Yakıt Pili Kesintisiz Güç Kaynağı gibi projelerle ilgili haberleri araştırıp bu projeler hakkında bilgi toplayınız. Topladığınız bilgileri inceleyerek aşağıdaki soruların cevaplarını sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

a) Yeşil hidrojen enerjisinin kullanım yolları nelerdir?

b) Hidrojen gazının yanma tepkimesine göre yeşil hidrojen enerjisinin çevresel etkileri neler olabilir?

c) Yeşil hidrojen enerjisi kullanımının yaygınlaşmasının çevre, canlılar ve sürdürülebilirlik açısından önemi nedir?

2. Aşağıda fermantasyonla ilgili verilen soruları cevaplayınız.

a) Fermantasyon nedir?

.....

.....

.....

b) Fermantasyon sürecinde mikroorganizmaların rolü nedir?

.....

.....

.....

c) Fermantasyonun gerçekleşmesi için hangi koşullar gereklidir?

.....

.....

.....

ç) Fermantasyon ile enerji üretilebilir mi?

.....

.....

3. Karekodu kullanarak; evsel atıklardan fermantasyon yöntemiyle yeşil hidrojen enerjisi elde etmeyle ilgili deney videosunu izleyiniz.



Evsel atıklardan fermantasyon yöntemiyle yeşil hidrojen enerjisi elde etmeyle ilgili deney videosuna ulaşmak için karekodu kullanınız.

4. Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik çalışma grubunuzu oluşturunuz. Çalışma grubunuzla bundan sonraki adımları iş birliği yaparak gerçekleştiriniz.

5. Hidrojen gazı eldesinde kullanabileceğiniz en az beş tane evsel atık türünü yazınız.

.....

.....

.....

6. Evsel atıklardan fermantasyon yöntemiyle elde edilebilecek hidrojen gazı miktarını etkileyen faktörler hakkında araştırma soruları oluşturarak yazınız.

.....

.....

.....

7. 5. adımda yazdığınız evsel atık türlerinden üçünü seçiniz. Seçtiğiniz evsel atıkları yazınız.

.....

.....

.....

8. Yeşil hidrojen enerjisi elde etmek üzere seçtiğiniz evsel atık türlerinin hidrojen gazı miktarını nasıl etkilediğine yönelik neden-sonuç ilişkilerini belirleyerek yazınız.

.....

.....

.....

9. 6. adımda oluşturduğunuz araştırma sorularına göre bağımlı-bağımsız değişken ve kontrol değişkenlerini ilgili boşluklara yazınız.

Bağımlı değişken:

Bağımsız değişken:

Kontrol değişkenleri:

10. 7. adımda seçtiğiniz atık türlerinden her biri için fermantasyon deneyini gerçekleştiriniz.

11. Deney sonuçlarını yazınız.

.....

.....

.....

12. Deney sonuçlarını diğer gruplarla paylaşınız.

13. Deney sonuçlarına dayanarak hidrojen gazı miktarının değişimine neden olan faktörlere yönelik önermelerinizi yazınız.

.....

.....

.....

14. Deneyde kullandığınız evsel atığın içeriği ile fermantasyon sonucu elde edilen hidrojen gazı miktarı arasında nasıl bir ilişki vardır?

.....

.....

.....

15. Fermantasyonun karanlık ortamda yapılmasının üretilen hidrojen gazı miktarını nasıl etkilediğiyle ilgili açıklamanızı yazınız.

.....

.....

.....

16. Fermantasyon yönteminin elde edilen hidrojen gazı miktarına etkisine yönelik hipotez oluşturunuz ve oluşturduğunuz hipotezin metnini yazınız.

.....

.....

.....

17. Evsel atık miktarının elde edilen hidrojen gazı miktarına etkisine yönelik hipotez oluşturunuz ve oluşturduğunuz hipotezin metnini yazınız.

.....

.....

.....

18. Ortam sıcaklığının elde edilen hidrojen gazı miktarına etkisine yönelik hipotez oluşturunuz ve oluşturduğunuz hipotezin metnini yazınız.

.....

.....

.....

Değerlendirme

1. Araştırma sorularınıza yönelik gerçekleştirdiğiniz deneyinizde evsel atıklardan fermantasyonla hidrojen gazı elde edilmesine ilişkin neler gözlemlediniz?

.....

.....

.....

2. Önermelerinize göre hidrojen gazının miktarını artırmak için neler yapılmalıdır?

.....

.....

.....

3. Evsel atıklardan fermantasyonla yeşil hidrojen enerjisi elde etme çalışmaları yüksek verimle sonuçlanıp tüm dünyada yaygın olarak kullanılırsa çevreye ne gibi etkileri olur?

.....

.....

.....

Nüfusun ülkemizde ve dünyada sürekli artması, birçok sorunun da büyümesine yol açmaktadır. Enerji ihtiyacındaki artış, fosil yakıtların aşırı kullanımı, sera gazlarının artışı küresel ısınmaya neden olmaktadır. Artan nüfusla birlikte atıkların çevre kirliliğine yol açması gibi sorunlar daha ciddi boyutlara ulaşmaktadır (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Fabrikalarda fosil yakıtların kullanımı sonucu oluşan hava kirliliği

Günümüzde artan enerji kullanımı ve evsel atıklar, ekonomik açıdan önemli maliyetler oluşturur. Bununla birlikte sınırlı olan yenilenemez enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, bu sorunların daha da derinleşmesine neden olmaktadır. Bu sorunlar hem ülkemiz hem de dünya için sürdürülebilir kalkınma ile çevrenin korunması hedeflerine ulaşılmasının önünde ciddi bir engel teşkil etmektedir.

Bu sorunların üstesinden gelmek için üzerinde durulması gereken öncelikli konulardan biri, temiz enerji üretimidir. Ülkemiz de dâhil olmak üzere birçok ülke, temiz enerji üretimi konusunda kapsamlı çalışmalar yürütmektedir. Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik santralleri, jeotermal enerji gibi çeşitli yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yoğun araştırmalar devam etmektedir. Atıklardan biyogaz üretimi de bir alternatif olarak değerlendirilmekle birlikte kullanım sırasında karbon salınımına yol açması nedeniyle tam anlamıyla çevre dostu kabul edilmemektedir. Bu nedenle kullanım esnasında yalnızca su buharı ortaya çıkaran hidrojen enerjisi üretimine yönelik çalışmalar giderek önem kazanmaktadır.

Evrende en yaygın element olmasına rağmen dünyada serbest hâlde hidrojen gazına nadiren rastlanır. Dünyadaki hidrojenin büyük bir bölümü, diğer elementlerle kimyasal bileşikler hâlinde bulunmaktadır. Renksiz, kokusuz ve yanıcı bir gaz olan saf hidrojen aynı zamanda havadan da oldukça hafiftir. Hidrojen gazı günümüzde kömürden benzin eldesinde, paslanmaz çelik üretiminde, reaktör soğutmada, hidrojen yakıt hücrelerinde ve uzay araçlarında olmak üzere pek çok farklı alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Hidrojenin bu denli geniş kullanım alanları, gelecekte enerji ihtiyacının karşılanmasında ve çevresel sorunların çözümünde önemli bir rol oynayacağını göstermektedir. Özellikle hidrojen yakıt hücrelerinin geliştirilmesi ve yaygınlaşması, temiz enerji kaynaklarına olan geçiş sürecinde kritik bir adım olarak değerlendirilmektedir.



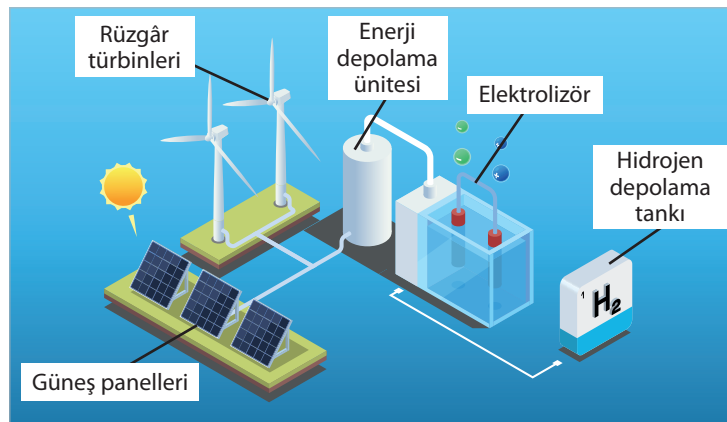
Evsel atık türünün fermantasyon yöntemiyle elde edilen hidrojen gazı miktarına etkisine ilişkin simülasyona ulaşmak için karekodu kullanınız.

Hidrojen gazı çeşitli yöntemlerle üretilebilir ve üretim yöntemine göre farklı renklerle sembolize edilir. Hidrojen gazının renk kodları ve üretim yöntemleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1: Hidrojen Gazının Renk Kodları ve Üretim Yöntemleri

Renk Kodu	Üretim Yöntemi
Sarı hidrojen	Şehir enerji şebekesinden sağlanan elektrik kullanılarak suyun elektroliziyle elde edilen hidrojendir. Şehir enerji şebekesinin enerji üretim yöntemine bağlı olarak CO ₂ ve diğer sera gazları salınımı gerçekleşebilir.
Gri hidrojen	Doğal gazdan buhar reformasyonu ile üretilen hidrojendir. Üretimi esnasında doğaya CO ₂ gazı salınımı gerçekleşmektedir.
Turkuaz hidrojen	Doğal gazdan piroliz yöntemiyle elde edilen hidrojendir. Üretimi esnasında oluşan CO ₂ gazı katı karbona dönüştürülür.
Mavi hidrojen	Doğal gazdan buhar reformasyonu ile elde edilen hidrojendir. Ancak açığa çıkan CO ₂ gazının çoğu yakalanarak yer altında depolanır.
Kahverengi hidrojen	Kömürden gazlaştırma yöntemiyle elde edilen hidrojendir. Üretimi esnasında doğaya CO ₂ ve diğer sera gazları salınımı gerçekleşmektedir.
Pembe hidrojen	Nükleer enerji kullanılarak suyun elektroliziyle elde edilen hidrojendir. CO ₂ ve diğer sera gazları oluşmaz. Ancak nükleer kirlilik oluşabilir.
Yeşil hidrojen	Güneş, rüzgâr, evsel atık vb. yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak üretilen hidrojendir. Diğer yöntemlere göre çevreye zararı çok azdır.

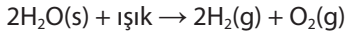
Yeşil hidrojenin hem üretimi hem de kullanımı, diğer enerji kaynaklarına kıyasla çevreye çok daha az zarar vermektedir. Yeşil hidrojen üretiminde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan biri güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik santralleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak elektroliz yoluyla suyun ayrıştırılmasına dayanmaktadır (Görsel 3.3).



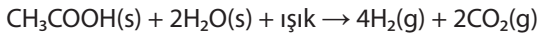
Görsel 3.3: Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrolizle hidrojen gazı üretiminin temsili gösterimi

Bazı yöntemler ise bitki ve hayvan kalıntıları ile atıkların mikroorganizmalar tarafından parçalanmasına dayanır. Bu yöntemler **biyofotoliz**, **fotofermantasyon** ve **karanlık fermantasyon** olarak adlandırılır.

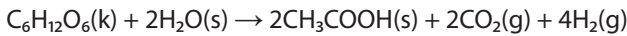
- **Biyofotoliz** yönteminde siyanobakteriler ve mikroalgler kullanılır. Bu mikroorganizmalar belirli koşullarda güneş ışığını kullanarak suyu hidrojen ve oksijen moleküllerine ayrıştırır. Biyofotoliz yöntemindeki tepkime denklemi aşağıda verilmiştir.



- **Fotofermantasyon** yönteminde fotosentetik bakteriler kullanılır. Bu bakteriler organik bileşikler oksijensiz ortamda ve güneş ışığı yardımıyla hidrojen ve karbon dioksit moleküllerine ayrıştırır. Fotofermantasyon yönteminde gerçekleşen tepkimelerden biri aşağıda verilmiştir.

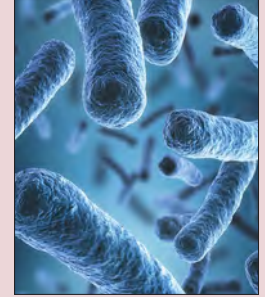


- **Karanlık fermantasyon** yönteminde ise anaerobik bakteriler kullanılır. Bu bakteriler karanlık, oksijensiz ve sulu bir ortamda organik bileşikler ayrıştırarak hidrojen gazı üretir. Karanlık fermantasyon yönteminde gerçekleşen tepkimelerden biri aşağıda verilmiştir.



Biyofotoliz ve fotofermantasyon yöntemleriyle hidrojen gazı üretimi ışık gerektirir. Geceleri ve bulutlu günlerde verim çok azalır. O yüzden hidrojen gazı üretiminde biyofotoliz ve fotofermantasyon yöntemleri pek tercih edilmemektedir. Sürekli üretime elverişli olduğu için karanlık fermantasyon yöntemi daha sık kullanılmaktadır.

Karanlık fermantasyonla hidrojen üretiminin birçok avantajı vardır. Bu avantajlardan bazıları; yenilenebilir olması, enerji ve ışık gerektirmemesi, atıkları değerlendirilmesi ve çevre dostu olmasıdır. Bu sebeplerle bu yöntem üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Ancak henüz istenilen verimde hidrojen üretilmemiştir. Üretilen hidrojen gazı miktarını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Evsel atığın içeriği, miktarı, mikroorganizmaların türü, pH, sıcaklık, hidrojen gazının kısmi basıncı, azot ve fosfor elementleri, metal iyonları ve bekleme süresi gibi etkenler üretilen hidrojen gazı verimini etkilemektedir.



Anaerobik bakteriler, oksijensiz ortamlarda yaşayıp enerji üretmek için fermantasyon veya anaerobik solunum gibi farklı mekanizmalar kullanan mikroorganizmalardır. Derin deniz tabanları, toprak altı, hayvan sindirim sistemleri, bataklıklar gibi oksijenin sınırlı olduğu yerlerde bulunurlar.

Evsel Atıklardan Fermantasyonla Yeşil Hidrojen Enerjisi Üretiminde Hidrojen Gazı Miktarına Etki Eden Faktörler

1. Evsel Atığın İçeriği

Meyve-sebze atıkları, yemek atıkları, kızartma yağı, hayvansal gıda kalıntıları gibi birçok gıda atıkları fermantasyonla hidrojen gazı üretiminde kullanılabilir. Bu atıkların hidrojen gazı üretiminde kullanılmalarının nedeni karbonhidrat, yağ ya da protein içermeleridir. Karbonhidrat, yağ ve protein içerikli atıklardan fermantasyon yöntemiyle hidrojen gazı üretilir. Yapılan çeşitli çalışmalarda karbonhidrat içerikli atıklardan üretilen hidrojen gazının veriminin yağ ve protein içerikli atıklara göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Nişasta, selüloz, glikoz, sükroz, maltoz gibi karbonhidratları içeren atıklarla çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda sükroz içeren atıklardan daha yüksek verim alındığı görülmüştür. Atık içindeki karbonhidrat moleküllerinin mikroorganizmalar tarafından doğrudan kullanılabilir duruma getirilmesi hidrojen gazı üretim hızını artırır. Bunun için önce atık parçalanır, sonra sıcak suya konularak atığın içerdiği karbonhidrat moleküllerinin suda çözünmesi sağlanır.

2. Evsel Atığın Miktarı

Fermantasyonla yeşil hidrojen enerjisi üretiminde evsel atık miktarı üretilen hidrojen gazını etkilemektedir ve üretilen hidrojen gazına etkisi üzerine farklı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan birinde 1 litre karışımda sırasıyla 2,2 gram, 5,5 gram, 8,3 gram, 11,0 gram, 13,8 gram ve 23,1 gram karbonhidrat içeren atıklar kullanılmıştır. Her bir miktar atık için ayrı deneyler yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda 5,5 gram karbonhidrat içeren atıktan en yüksek verim elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 1 litre karışımda 5,5 gram karbonhidrat bulunana dek atık miktarının artırılması hidrojen gazı verimini yükseltmiş ancak bu eşikten sonra evsel atık miktarındaki ilave artışlar hidrojen gazı veriminde düşüşe neden olmuştur.

3. Mikroorganizmaların Türü

Fermantasyonla hidrojen gazı üretiminde çok çeşitli bakteriler kullanılabilir. En çok kullanılan bakteriler Clostridium (Klostridyum), Enterobacter (Enterobakter) ve Bacillus (Basil) türleridir (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: a) Clostridium, b) Enterobacter, c) Bacillus türlerinden birer bakteri örneği

Bu bakteri türleri genellikle toprak, hayvan gübresi kalıntıları, arıtma çamurları, kompost vb. doğal ortamlarda bulunur. Ancak bu ortamlarda hidrojen üreten bakteri türleriyle beraber karbon dioksit ve metan üreten, hatta hidrojen tüketen mikroorganizmalar da bulunabilir. Bu yüzden diğer mikroorganizmaları ortamdan uzaklaştırmak için alınan karışıma bazı ön işlemler yapılmalıdır. Isıl şok uygulamak, asidik veya bazik ortamda arıtım, havalandırma, dondurma, çözme gibi ön işlemler karışımdaki hidrojen üreten bakterilerin oranını büyük ölçüde artırabilir.

4. pH

Fermantasyon ortamının asidik-bazik özellikleri, mikroorganizmaların yaşamlarını ve aktifliğini doğrudan etkiler. Bu durum üretilen hidrojen gazı miktarını önemli ölçüde değiştirir. Bazı mikroorganizmalar asidik ortamlarda yaşamlarını sürdürmezken bazılarının büyümesi ve üremesi için asidik ortam gereklidir. Kullanılan atık türünün içeriğine ve karışımdaki mikroorganizma türlerine göre en uygun pH değerleri değişkenlik göstermektedir. Genel olarak fermantasyonla hidrojen üretim çalışmalarında pH 6-8 aralığı tercih edilir. Karbonhidrat içeren atıklarla yapılan çalışmalarda pH 5-7 arasında daha yüksek verim alınmıştır. Çok çeşitli mikroorganizma içeren karışımların kullanıldığı fermantasyon ortamında pH değerinin 4-5 aralığında tutulmasının en yüksek hidrojen gazı üretimini sağladığı tespit edilmiştir.

5. Sıcaklık

Fermantasyonla hidrojen gazı üretiminde sıcaklık değişimi önemli bir faktördür ve sıcaklığın üretilen hidrojen gazı miktarı üzerine etkisini görmek için farklı sıcaklık aralıkları denenmiştir. 25-40 °C, 40-60 °C, 65-80 °C ve 80 °C üzeri sıcaklık aralıklarında çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda 25-40 °C sıcaklık aralıklarının hidrojen gazı üretimi için en uygun koşullar olduğu sonucuna varılmıştır.

6. Hidrojen Gazının Kısmi Basıncı

Fermantasyon ortamında hidrojen gazının kısmi basıncı arttıkça verim azalır. Çünkü hidrojen tüketen mikroorganizmalar, hidrojeni kullanarak diğer bileşikler oluşturur. Bu durumda hidrojen üreten mikroorganizmaların hidrojen üretme hızı azalır. Bu yüzden üretilen hidrojen gazı fermantasyon ortamından uzaklaştırılmalı ya da hidrojen gazının kısmi basıncını azaltmak için fermantasyon ortamına azot, argon gibi gazlar eklenmelidir.

7. Azot ve Fosfor Elementleri

Hidrojen üreten mikroorganizmaların büyümesi için azot ve fosfor elementleri önemli besin maddeleridir. Bu yüzden fermantasyon ortamına azot ve fosfor ilave etmek hidrojen üreten mikroorganizmaları güçlendirir ve üretilen hidrojen gazı verimini artırır.

8. Metal İyonları

Mikroorganizmalar yaşam faaliyetleri için az miktarda Na, Mg, Zn, Fe gibi metallerle ihtiyaç duyar. Bu metallerin iyonlarının az miktarda fermantasyon ortamında bulunması hidrojen gazı üretimini artırır. Ancak bu iyonların fazla miktarda olması mikroorganizmaların yaşamını tehdit ederek oluşan hidrojen gazı veriminin düşmesine neden olur. Ayrıca Cu, Ni, Pb gibi ağır metallerin varlığı; hidrojen üreten mikroorganizmaların ölmesine neden olarak hidrojen üretimini engeller.

9. Bekleme Süresi

Fermantasyon ortamı hazırlandıktan sonra hidrojen üretimi için bir bekleme süresi gereklidir. Bu süre; kullanılan atığa, fermantasyon ortamındaki mikroorganizmaların türüne, oluşturulan fermantasyon düzeneğine ve ortam şartlarına göre değişkenlik gösterir. Bazı çalışmalarda 12 saat bekleme süresinde en iyi verim alınırken bazı çalışmalarda bu süre 5 güne kadar çıkmıştır. Maksimum verim alındıktan sonra bekleme işlemi devam ederse mikroorganizmalar tarafından hidrojen kullanımı artacağından verim düşer.

3.1. KİMYA VE YAŞAM



Hidrojen Yakıt Pilli Araçlar

Hidrojen yakıt pilli araçlar (HYPA'lar), egzozlarından yalnızca su buharı salarak çevreci bir ulaşım alternatifi sunar. Yakıt dolumu benzinli araçlar kadar kısa sürdüğü için zaman tasarrufu sağlar ve elektrikli araçların uzun şarj sürelerine kıyasla pratik bir seçenektir. Ayrıca hidrojenin yüksek enerji yoğunluğu sayesinde genellikle daha uzun sürüş menzilleri sunabilirler. Sessiz motorları ise daha konforlu bir yolculuk deneyimi yaşatır. Ancak hidrojen yakıt pilli araçların yaygınlaşmasının önünde önemli zorluklar

bulunmaktadır. Öncelikle hidrojen üretiminin ve dağıtım altyapısının henüz yeterli olmaması büyük bir engel teşkil eder. Temiz hidrojen üretimi yüksek maliyetli olabilirken fosil kaynaklardan elde edilen hidrojenin çevresel faydaları sınırlıdır. Bununla birlikte, hidrojen dolum istasyonlarının sayısının azlığı ve araçların yüksek üretim maliyetleri de tüketicilerin bu teknolojiye yönelmesini zorlaştırmaktadır.

- Hidrojen yakıt pilli araçların yaygınlaşması için neler yapılabilir?

.....

.....

.....

.....

.....

3.1. UYGULAMA NOKTASI

Tabloda bazı hidrojen üretim kaynakları verilmiştir. Bu kaynakların hidrojen üretimi açısından avantaj ve dezavantajlarını ilgili boşluklara yazınız.

	Evsel Atıklardan Hidrojen Üretimi	Suyun Elektroliziyle Hidrojen Üretimi	Fosil Yakıtlardan Hidrojen Üretimi
Avantajları			
Dezavantajları			

PERFORMANS GÖREVİ



Adı	Hidrojen Verimi
Amaç	Evsel atıklardan fermantasyonla yeşil hidrojen enerjisi eldesi deneyinde sıcaklığın ya da evsel atık miktarının oluşan hidrojen gazı miktarına etkisini belirleyebilme
Hazırlama Süresi	30 dk.
Beklenen Beceriler	Hipotez oluşturabilme

Yönerge: Verilen adımları takip ederek performans görevini gerçekleştiriniz.

1. Aşağıdaki karekodda verilen Öz Farkındalık Formu'nu deneyden önce doldurunuz.
2. Sıcaklığın ya da evsel atık miktarının oluşan hidrojen gazı miktarına etkisini araştırmak üzere bir deney tasarlayınız.
3. Deney için kullanacağınız malzemeleri belirleyiniz.
4. Deneyin amacına uygun bir deney planı hazırlayınız ve deneyi gerçekleştiriniz.
5. Aşağıdaki karekodda verilen deney raporunu doldurduktan sonra öğretmeninizle paylaşınız.
6. Aşağıdaki karekodda verilen Öz Değerlendirme Formu'nu doldurunuz.

Değerlendirme

Performans görevinde sürecin bütünü aşağıdaki karekodda verilen Dereceli Puanlama Anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilecektir.



Öz Farkındalık Formu



Deney Raporu



Öz Değerlendirme Formu



Dereceli Puanlama Anahtarı

3.1. KONTROL NOKTASI



Evsel atıklardan hidrojen üreten bir tesiste çalışan bir kimya mühendisi, hidrojen üretim verimini artırmak amacıyla çeşitli deneyler yapmaktadır. Görseldeki numaralandırılmış tanklarda aynı şartlar altında, aynı tür ve eşit miktarlarda evsel atık kullanılarak 4 farklı bakteri türü ile denemeler gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloya kaydedilmiştir. Her bir tankta 4 farklı bakteri türünden biri kullanılmıştır.

	1. Tank "A" Bakterisi	2. Tank "B" Bakterisi	3. Tank "C" Bakterisi	4. Tank "Ç" Bakterisi
Günlük Üretilen Hidrojen Gazı Hacmi (m ³)	25,6	30,5	17,4	35,2

Soruları bu bilgilere göre cevaplayınız.

1. Kimya mühendisinin yaptığı deneyin araştırma sorusu ne olabilir?

.....

2. Deneydeki neden-sonuç ilişkisini yazınız.

.....

3. Deneydeki bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini yazınız.

Bağımlı değişken:

Bağımsız değişken:

Kontrol değişkenleri:

4. Deney sonuçlarına göre hidrojen gazı üretimini artırmak için ne yapılmalıdır?

.....

5. Kimya mühendisinin yerinde olsaydınız üretilen hidrojen miktarını artırmak için mühendisten farklı olarak nasıl bir deney yapardınız?

.....

.....

.....

.....

.....

6. Günlük üretilen hidrojen gazı miktarını artırmak için uygun bakteri türü kullanmak dışında neler yapılabilir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.1.2. Nanoteknolojik Ürünlerin Potansiyel Faydaları ve Olası Zararları

KONU YA BAŞLARKEN



1-2 haftalık tatillerde kıyafet dolu valizlerin taşınması bazen tatilin keyfini kaçırabilir. Ancak ıslanmayan ve kirlenmeyen tek bir kıyafet ile tatili geçirmek mümkün olabilir. Tekstil alanında nanoteknoloji kullanılarak üretilen, ıslanmayan ve kir tutmayan kumaşlar bu soruna çözüm olabilir.

Nanoteknoloji; sağlık, teknoloji, gıda, otomotiv, enerji gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ülkemizin ekonomik gelişimini desteklemek ve gelişmiş ülkelerle rekabet edebilmesini sağlamak için endüstriyel üretim önemli bir alandır. Son yıllarda endüstriyel üretim alanında nanoteknolojinin payı önemli ölçüde artmıştır ve bu teknoloji geleceğin üretim teknolojisi olarak görülmektedir.

Nanoteknolojik ürünler, istenilen özelliklere sahip nanoparçacıklar kullanılarak üretilir ve bu sayede çok kullanışlı ve dayanıklı ürünler ortaya çıkar. Ancak nanoteknolojik ürünlerin insan sağlığına ve çevreye olası zararları henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu zararların anlaşılması, uzun yıllar süren bilimsel çalışmalar gerektirebilir.

- Nanoteknolojik ürünlerin başka ne gibi faydaları olabilir?
- Nanoteknolojik ürünlerin sağlığa ve çevreye ne gibi zararları olabilir?
- Bir ürünü kullanıp kullanmama konusunda karar verirken ölçütleriniz nelerdir?

3.3. ETKİNLİK



Adı	Nano Boyut ve Teknoloji
Amaç	Nanoteknolojik ürünlerin seçimine yönelik eleştirel düşünebilme
Süre	35 + 35 dk.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Aşağıda nanoteknoloji alanında verilen bazı güncel gelişmeleri ve haberleri inceleyiniz.



Grafen, grafitten elde edilen iki boyutlu çok sağlam ve çok ince bir nanoteknolojik malzemedir. Çelikten 200 kat daha güçlü olmasına rağmen esnek, şeffaf ve çok ince bir tabaka hâlinindedir. Birçok sıvıyı, gazı ve zararlı kimyasalı geçirmez. Bu özellikleri nedeniyle grafen araçların kaplanması da kullanılır. Araçların görünümünü güzelleştirirken aynı zamanda darbeler, çizilmelere ve çeşitli kimyasallara karşı koruma sağlar. Böylece aracın boyası uzun yıllar dayanır ve araçtaki metaller paslanmaya karşı korunur.



Özel gereksinimli bireylerin yaşamlarını kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen protezler ilk olarak kavis, kemer gibi malzemelerle uzva tutturularak kullanılmıştır. Daha sonra 3 boyutlu olarak her hastaya özel olarak tasarlanmıştır. Son dönemde nanoteknolojinin devreye girmesiyle kemik yapısına uygun, uzva tamamen entegre olabilen ve hareket kabiliyetini artıran protezler geliştirilmiştir.



Gıdalarda patojenler (hastalık yapan mikroorganizmalar) bulunabilir. Bu patojenler nano boyuttaki olayları algılayabilen ve algıladığı bilgiyi sinyale dönüştüren cihazlar ile tespit edilebilir. Bu cihazlara **nanosensör** denir. Nanosensörler sayesinde gıdalardaki patojenler ve bu patojenlerin türleri hızlı bir şekilde tespit edilerek gerekli önlemler alınmaktadır. Ayrıca nanosensörler gıda yoluyla bulaşan hastalıkların teşhisi için de kullanılmaktadır. Hastalığa neden olan mikroorganizmanın türü hızlı bir şekilde belirlenerek en etkili tedavi yöntemi kısa zamanda uygulanmaktadır.



Türkiye’de ilk kez yapılan bir çalışmada İstanbul’da hava kirliliğine neden olan **nanoparçacık** sayımı yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda 1 cm³ hava içerisinde 10 bin ile 20 bin adet arasında parçacık tespit edilmiştir. Bu parçacıkların yaklaşık yüzde 80’inin nanoparçacık olduğu belirlenmiştir. Yüksek miktarda nanoparçacık içeren havanın solunması kalp ve damar hastalıklarına neden olabilir.



Nanoteknolojik ürünlerin üretilmesi sırasında çok miktarda nanoparçacık; havaya, toprağa ve sulara dağılmaktadır. Havadaki ve topraktaki nanoparçacıklar yağmurlarla birlikte nehir, göl, deniz gibi sulara karışmaktadır. Bu durum suda yaşayan canlıların yaşamları için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Nanoparçacıkların su canlılarına etkisini belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada 24 saat yoğun bir şekilde nanoparçacıklara maruz kalan balıklarda beyin hasarı, üreme bozuklukları gibi sorunlar tespit edilmiştir. Bu süre uzadıkça balıklarda ölümler görülmeye başlanmıştır.

2. Soruları 1. adımda incelediğiniz güncel gelişmelerle ilgili bilgiler ve haberler arasındaki örüntüyü ifade ederek cevaplayınız.

a) Nanoteknolojik ürünlerin potansiyel faydaları neler olabilir?

.....

.....

.....

.....

.....

b) Nanoteknolojik ürünlerin olası zararları neler olabilir?

.....

.....

.....

.....

.....

c) İnsan sağlığı, çevre ve canlı yaşamı üzerindeki etkileri dikkate alındığında bu tür güncel gelişmeleri takip etmenin bireylere ne tür sorumluluklar yüklediğini düşünüyorsunuz?

.....

.....

.....

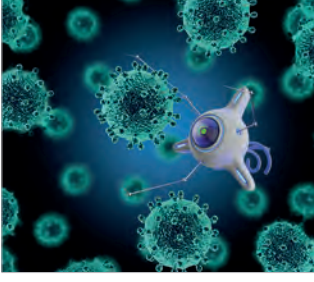
.....

.....

.....

3. Öğretmeniniz rehberliğinde 4-6 kişik çalışma grubunuzu oluşturunuz. Çalışma grubunuzla bundan sonraki adımları iş birliği yaparak gerçekleştiriniz.

4. Aşağıda verilen metinden yararlanarak nanokameralarla ilgili çıkarımlarda bulununuz.



Nanokameralar

Nanokameralar, mikroskobik boyutlarıyla günümüz teknolojisinde büyük önem taşımaktadır. Boyutları nanometre ölçeğinde olan bu kameralar, gelecekteki kameraların erişemediği alanlara ulaşarak yeni uygulama alanları açmıştır. Nanokameraların en büyük faydası; boyutları sayesinde, ulaşılabilen noktalarda görüntüleme imkânı sunmalarıdır. Sağlık alanında vücut içine yerleştirilerek kanser hücrelerini erken teşhis edebilir, damar tıkanıklıklarını görüntüleyebilir ve cerrahi operasyonlarda rehberlik edebilirler.

Güvenlik alanında zor erişimli bölgelerin gözetlenmesinde, hatta arama-kurtarma operasyonlarında ve enkaz altında kalanları tespit etmede kullanılabilirler. Endüstriyel denetimde boru hatlarındaki çatlakları veya mikro düzeydeki kusurları tespit ederek bakım süreçlerini optimize edebilirler. Tüketici elektroniğinde ise daha ince ve hafif cihazların üretilmesine olanak tanıyabilirler. Ancak nanokameraların yaygınlaşması bazı potansiyel zararları da beraberinde getirmektedir. En büyük endişe, mahremiyetin ihhalidir. Gözle görülemeyen bu kameralar izinsiz gözetleme ve veri toplama için kötüye kullanılabilir. Ayrıca siber güvenlik riskleri de mevcuttur, bu kameraların hacklenmesi (sisteme izinsiz erişim elde etme) veya verilerinin ele geçirilmesi ciddi sonuçlar doğurabilir.

Tıbbi uygulamadaki potansiyel faydaları büyük olsa da vücut içine yerleştirilen nanokameraların uzun vadeli biyolojik etkileri ve olası toksisiteleri konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Cihazların biyo-uyumluluğu ve vücuttan atılımı gibi konular kritik öneme sahiptir. Mahremiyetin yanı sıra bireylerin rızası olmadan toplanan verilerin nasıl kullanılacağı ve kimlerin bu verilere erişebileceği gibi etik sorular da gündeme gelmektedir. Potansiyel kötüye kullanım senaryolarına karşı yasal düzenlemeler ve etik kuralların belirlenmesi gereklidir. Ayrıca kötü niyetli kişilerin ve suç örgütlerinin bu teknolojiyi kendi amaçları için kullanma potansiyeli de göz ardı edilmemelidir. Nanokameraların üretim ve imha süreçlerinde ortaya çıkabilecek nanopartiküllerin çevreye olası etkileri henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Bu nanopartiküllerin su ve toprak kirliliğine yol açma veya ekosistemlere zarar verme potansiyeli bulunmaktadır. Sürdürülebilir üretim ve geri dönüşüm yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Özetle nanokameralar birçok alanda önemli gelişmelere olanak sağlayacak heyecan verici bir teknoloji sunmaktadır. Ancak bu teknolojinin faydalarını en üst düzeye çıkarırken potansiyel zararlarını en aza indirmek için dikkatli bir şekilde ele alınması, kapsamlı araştırmalar yapılması ve gerekli yasal, etik ve güvenlik önlemlerinin alınması büyük önem taşımaktadır.

5. Nanokameralarla ilgili metinden çıkarımlarınız doğrultusunda aşağıdaki soruların cevaplarını grup arkadaşlarınızla tartışınız. Tartışma sonucu ulaştığınız çıkarımları yazınız.

a) Nanokameraların potansiyel faydalarına kanıtlar nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) Nanokameraların olası zararlarına kanıtlar nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

299

Değerlendirme

1. Nanoteknolojik ürünlerin potansiyel fayda ve olası zararlarını dikkate aldığınızda üretimi hakkında ne düşünüyorsunuz?

2. Nanoteknolojik ürünlerin potansiyel fayda ve olası zararlarını dikkate aldığınızda kullanımı hakkında ne düşünüyorsunuz?

3.1.YANSITMA NOTU

Nanoteknolojik ürünlerin potansiyel faydaları ve olası zararlarıyla ilgili etkinlik öncesi ve sonrası değişen görüşlerinizi yazınız?

Atomların, moleküllerin, nano boyutta atom ya da molekül topluluklarının düzenlenerek ham madde olarak kullanılmasına **nanoteknoloji** denir. Nanoteknoloji; sağlık, teknoloji, gıda, tekstil gibi birçok alanda devrim niteliğinde gelişmeler sağlamıştır. Nanoteknoloji; dayanıklılık, hafiflik, esneklik gibi üstün özelliklere sahip ürünler üretilmesine imkân sağlamıştır.

Sağlık alanında akıllı ilaç çalışmaları sürdürülmektedir. Bu çalışmaların amacı ilaçların vücutta belirlenen hedeflere ulaşmasını sağlamaktır (Görsel 3.5). Böylece hem daha etkili bir tedavi uygulanabilir hem de ilacın yan etkileri azaltılabilir. Hastalıkların erken teşhisinde nanoteknolojik sensörler kullanılmakta, nanoparçacıklar sayesinde manyetik rezonans görüntüleme (MRI), bilgisayarlı tomografi (CT) gibi görüntüleme cihazlarının görüntü kalitesi artırılmaktadır. Ayrıca vücut dokularına daha uygun medikal ürünler geliştirmek için nanomalzemelerden yararlanılmaktadır. Aşıların etkinliğini artırmak amacıyla da nanoparçacıklar kullanılmaktadır.

Nanoteknoloji, teknoloji alanında daha küçük ve daha güçlü elektronik cihazların geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Görsel 3.6). Bu teknoloji, pil ve bataryaların depolama kapasitesini artırarak cihazların daha uzun süre veya şarj edilmeden kullanılmasını sağlar. Ayrıca güneş panellerinde nanomalzemelerin kullanımı ile verimlilik artırılmaktadır. Süper iletken nanomalzemeler sayesinde ise daha hızlı ve verimli elektronik devreler tasarlanabilmektedir.

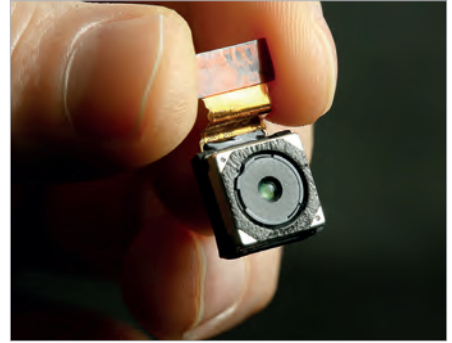
Gıda alanında oksijen ve nem geçişini engelleyen ambalajların üretiminde nanoteknoloji kullanılmaktadır. Bu sayede gıdaların bozulması önlenir ve raf ömrü uzatılır. Ayrıca nanoteknolojik sensörler sayesinde gıdaların sıcaklık, nem ve kimyasal değişimleri izlenerek bozulmaların erken tespit edilmesi sağlanır (Görsel 3.7). Bu sensörler, gıdalardaki alerjiye sebep olan maddelerin ve hastalık yapan mikroorganizmaların tespit edilmesine de yardımcı olmaktadır. Bunun yanı sıra antibakteriyel etki gösteren nanoparçacıklar kullanılarak gıdalar zararlı mikroorganizmalardan arındırılır.

Nanoteknolojik gübreler tarımda daha az miktarda kullanılsa bile daha güçlü etki gösterir (Görsel 3.8). Böylece hem tasarruf sağlanır hem de bitkilerin ihtiyaçları daha etkin bir şekilde karşılanır. Ayrıca bitki hastalıklarına neden olan mikroorganizmaların tespitinde ve bitkilerin bu mikroorganizmalardan arındırılmasında nanoteknoloji kullanılmaktadır. Su tasarrufu sağlamak amacıyla suyun toprakta daha uzun süre kalmasını sağlayan nanomalzemeler üretilmiştir.

Nanoteknolojinin potansiyel faydaları çok fazladır. Nanoteknoloji neredeyse her alanda sınırsız yenilikçi çalışma yapılmasına olanak tanımıştır. Tüm dünyada her gün milyonlarca nanoteknolojik ürün üretilmektedir. Ancak bu esnada sayısız nanoparçacık ister istemez çevreye dağılmaktadır. Havada, suda ve toprakta nanoparçacıkların sayısı çok fazla artmıştır. Nanoparçacıkların çevre ve sağlık üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir. Bu etkilerin tam olarak anlaşılabilmesi için yıllar sürecektir çalışmalarına ihtiyaç vardır.



Görsel 3.5: Vücutta belirlenen hedefe ulaşması planlanan akıllı ilaç



Görsel 3.6: Nanoteknoloji ile üretilmiş bir kamera



Görsel 3.7: Gıda güvenliğinde kullanılan nanoteknolojik sensörler



Görsel 3.8: Nanoteknoloji ile üretilmiş gübre

Havada dağılan nanoparçacıkların solunum yoluyla vücuda girerek solunum yolu hastalıklarına, kalp-damar hastalıklarına, bağışıklık sisteminin zayıflamasına ve beyin hasarına neden olduğu tespit edilmiştir.

Sulara karışan nanoparçacıklar su canlılarında sinir sistemi ve üreme bozukluklarına sebep olmaktadır. Ayrıca su canlılarının solungaçlarına takılarak solunumlarını olumsuz etkilemektedir. Su canlılarının vücutlarında biriken nanoparçacıklar besin zinciriyle insanlara ulaşabilmektedir. Besin zinciri ve içme suyu ile insan vücuduna giren nanoparçacıklar sinir sistemi hasarı, bağışıklık sistemi zayıflaması, kanser gibi tehlikeli hastalıklara neden olabilir.

Toprakta biriken nanoparçacıklar bitkilerin büyümesini engelleyebilir, bitkilerin hastalıklara daha kolay yakalanmasına neden olabilir. Topraktaki organik madde oranını azaltarak bitkilerin yeterli beslenmesini engelleyebilir. Bitki ve mikroorganizmaların yapısına girerek besin zinciri yoluyla insanlara ulaşabilir. Ayrıca toprakta bulunan nanoparçacıklar yağmur sularıyla beraber yer altı sularına karışabilir.



Nanoteknolojik ürünlerin potansiyel faydaları ve olası zararlarına ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.

Nanoteknolojik ürünlerin gelişimi devam ettikçe sağlık, etik, güvenlik ve sürdürülebilirlik açılarından potansiyel fayda ve olası zararlarına dikkat edilmesi hem insan sağlığını hem de çevresel sürdürülebilirliği koruma açısından önem taşımaktadır. Nanoparçacıkların insan vücudundaki etkileşimleri, yol açabileceği uzun vadeli sağlık problemleri ve taşıdığı potansiyel riskler hakkında daha derinlemesine araştırmalar yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda üretim süreçlerinde kullanılan nanomateriyallerin çevresel etkileri, atık yönetimi ve sürdürülebilir üretim yöntemlerinin geliştirilmesi de büyük önem arz etmektedir. Etik çerçeveler ve yasal düzenlemeler, nanoteknolojinin sorumlu bir şekilde geliştirilmesini ve kullanılmasını sağlamak, potansiyel riskleri en aza indirmek ve toplumsal faydalarını en üst düzeye çıkarmak için önemli bir rol oynamaktadır.

3.2. KİMYA VE YAŞAM

Asbest



Asbest; ısıya, aşınmaya ve kimyasal maddelere dayanıklı, esnek ve lifli yapıda bir mineraldir. Bu özelliklerinden dolayı uzun yıllar çeşitli alanlarda değerlendirilmiştir. İnşaat sektöründe ısı yalıtımı ve çatı kaplama malzemesi, otomotivde ısıya dayanıklı malzeme olarak; tekstilde ise ısıya dayanıklı itfaiyeci elbisesi ve battaniye üretiminde kullanılmıştır. Ancak kullanılmaya başlandıktan yıllar sonra asbestin çeşitli hastalıklara sebep olduğu anlaşılmıştır.

Asbestten kopan lif parçacıkları havada dağılmaktadır. Solunum yoluyla vücuda alınan bu parçacıklar asbestöz (akciğer zarında yaralanma), mezotelyoma (akciğer zarı kanseri), akciğer kanseri gibi hastalıklara sebep olmaktadır. Çok sayıda insanın asbestten etkilenecek bu hastalıklara yakalandığı tespit edilmiştir. Bu nedenle asbest kullanımı ülkemizle beraber çok sayıda ülkede yasaklanmıştır. Ancak günümüzde eski kullanımlardan kaynaklanan asbest riski devam etmektedir. Eski binaların yıkılması ya da eski çocuk parkı zeminlerinin aşınması sonucu asbest lifleri havaya karışarak risk oluşturmaktadır.

- Asbest olayından yola çıkıldığında nanoteknolojik ürünlerde benzer sorunların yaşanmaması için ne gibi tedbirler alınmalıdır?

3.2. KONTROL NOKTASI

1. Terazinin bir tarafına nanoteknolojik ürünlerin potansiyel faydalarını diğer tarafına ise nanoteknolojik ürünlerin olası zararlarını yazınız.

Nanoteknolojik ürünlerin potansiyel faydaları

Nanoteknolojik ürünlerin olası zararları



2.Yazdığınız ifadelere göre sizce terazinin hangi tarafı daha ağırdır? Nedenini açıklayınız.

3. Nanoteknolojik ürünlerin kullanılması konusundaki kararınızı gerekçesiyle birlikte yazınız.

4. Yazdığınız nanoteknolojik ürünlerin potansiyel faydalarını ve olası zararlarını göz önünde bulundurarak nanoteknolojik ürünlerin sağlık, etik, güvenlik ve sürdürülebilirlik açılarından etkilerini yazınız.

3.1.3. Mikroplastik ve Nanoplastikler

KONUYA BAŞLARKEN



Plastikler; hafif, dayanıklı, kolay işlenebilir ve düşük maliyetli olmaları sayesinde ambalaj, inşaat, otomotiv, sağlık gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ürün; koruma, taşıma kolaylığı, maliyet düşürme, yenilikçi tasarımlar gibi imkânlar sunar. Bu çok yönlü avantajlarıyla toplum için vazgeçilmezdirler.

Bunun yanı sıra son yıllarda plastik kullanımının artmasıyla denizlerdeki plastik atık miktarı da önemli ölçüde artmıştır. Bu atıklar deniz canlıları için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Deniz canlıları plastiklere takılabilir veya onları yutabilir. Bu durum; boğulma, yaralanma, sindirim sorunları ve beslenme bozukluklarına yol açabilmektedir.

Küçük boyutları nedeniyle deniz canlıları tarafından besin zannedilerek yutulan mikroplastikler ve nanoplastikler, günümüzde deniz canlıları ve ekosistemleri için önemli bir çevre sorunu teşkil etmektedir.

- Plastik ürünlerin yaygın kullanılmasının sebebi nedir?
- Gelecek nesillere plastik içermeyen bir deniz bırakmak için neler yapılmalıdır?

3.4. ETKİNLİK



Adı	Mini Plastikler
Amaç	Mikroplastik ve nanoplastiklerin etkilerini sorgulayabilme
Süre	35 + 35 dk.
Malzeme	genel ağ bağlantılı cihaz

Bu etkinlik Akran Değerlendirme Formu ile öğrenci tarafından değerlendirilecektir. Akran Değerlendirme Formu'na etkinlik sonunda bulunan karekodla ulaşabilirsiniz.

Yönerge: Verilen adımları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Soruları cevaplayınız.

a) Pandemi sürecinde kullandığınız maskelerin hangi maddelerden üretildiğini merak ettiniz mi? Bu süreçte kullandığınız maskelerin içerikleri nelerdir?

.....

.....

.....

b) Kullandığınız plastik içerikli maskelerden plastik parçaların kopma ihtimalinin olup olmadığını ve kopan parçaların solunum sisteminde birikme ihtimalini yorumlayınız?

.....

.....

.....

c) Gelişigüzel atılmış plastik içerikli maskelerin çevreye etkileri nelerdir?

.....

.....

.....

2. Mikroplastik ve nanoplastiklerin etkilerine ilişkin araştırma yapmak amacıyla verilen adımları uygulayınız.

a) Tek kullanımlık plastik içerikli polipropilen maske örneğinden yola çıkarak mikroplastik ve nanoplastiklerin etkilerine ilişkin araştırmak istediğiniz bir konu belirleyiniz. Belirlediğiniz araştırma konusunu yazınız.

.....

.....

.....

b) Mikroplastik ve nanoplastiklerin etkilerine ilişkin aynı ya da benzer konuyu merak eden arkadaşlarınızla çalışma grupları oluşturunuz.

c) Belirlediğiniz konu kapsamında mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma etkileri hakkında araştırma soruları oluşturunuz. Oluşturduğunuz araştırma sorularını yazınız.

.....

.....

.....

ç) Oluşturduğunuz araştırma sorularını diğer gruplarla tartışınız.

d) Araştırma sorularına cevaplar bulmak amacıyla çeşitli güvenilir kaynaklardan (bilimsel dergi, bilimsel makaleler, güvenilir genel ağ adresleri vb.) ya da öğretmeninizin verdiği çeşitli bilimsel kaynaklardan bilgi toplayınız.

e) Ulaştığınız bilgilerle mikroplastik ve nanoplastiklerin potansiyel faydaları ve olası olumsuz etkilerini belirleyiniz.

.....

.....

.....

f) Mikroplastik ve nanoplastiklerin zararlarını en aza indirmek için neler yapılabileceğine ilişkin tahminlerde bulununuz. Mikroplastik ve nanoplastikler bazı alanlarda fayda sağlasa da çevreye ve canlılara verdiği zarar düşünüldüğünde plastik kirliliğinin olası olumsuz etkilerini en aza indirmek için hangi adımlar atılabilir?

.....

.....

.....

g) Topladığınız bilgilerin doğruluğunu farklı kaynaklarla değerlendirerek mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma etkilerine ilişkin çıkarımlar yapınız. Yaptığınız çıkarımları yazınız.

.....

.....

.....

h) Mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma olası olumlu ve olumsuz etkileri hakkında bireysel olarak poster hazırlayarak posteri arkadaşlarınıza ve ailenize sununuz.

Değerlendirme

1. Mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma etkileri nelerdir?

.....

.....

2. Mikroplastik ve nanoplastiklerin potansiyel faydaları ve olası olumsuz etkilerini açıklayınız.

.....

.....

Akran Değerlendirme Formu'na ulaşmak için karekodu kullanınız.



3.2. YANSITMA NOTU

"3.4. Etkinliği"nde mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma olası faydaları ve olumsuz etkileri hakkında araştırma yaptınız. Etkinlik öncesi ön bilgilerinizi araştırma sonrasında değişimini tespit etmek için soruları cevaplayınız.

1. Mikroplastik ve nanoplastikler hakkında etkinlik öncesinde ne biliyordum?

.....

.....

.....

.....

.....

2. Mikroplastik ve nanoplastiklerin canlılar ve ekosistemler üzerindeki hangi olumsuz etkilerini araştırmaları sonucunu belirledim?

.....

.....

.....

.....

.....

3. Mikroplastik ve nanoplastiklerin canlılar ve ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için bireysel olarak neler yapabilirim?

.....

.....

.....

.....

.....

4. Mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakım için olumlu ve olumsuz etkilerini hangi araştırmalarla destekleyebilirim?

.....

.....

.....

.....

.....

5. Mikroplastik ve nanoplastiklerin çevresel etkileri hakkında ders öncesi ve sonrasında değişen görüşlerinizi yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

1 mikrometre = 10^{-6} metre,
1 nanometre = 10^{-9} metre

Plastikler, günlük hayatın her alanında yer alan ve birçok avantaj sunan fosil kaynaklarından veya selüloz gibi organik maddelerden elde edilen sentetik ve yarı sentetik materyallerdir. Günümüzde bu materyallerin kullanımı oldukça yaygındır ve birçok sektörde (telekomünikasyon, sağlık, tekstil, otomotiv, ambalaj, yapı sanayi, kozmetik vb.) kullanılmaktadır. Ancak plastiklerin çevreye verdiği zararlar, özellikle de mikroplastik ve nanoplastiklerin etkileri, günümüzde ciddi bir endişe kaynağı hâline gelmiştir.

Mikroplastikler 5 milimetreden küçük, 1 mikrometreden büyük; **nanoplastikler** ise genellikle 100 nanometreden küçük plastik parçacıkları olarak tanımlanır.

Mikroplastikler suda çözünmeyen sentetik katı parçacıklar ve polimer maddelerdir. Nanoplastikler ise esas olarak mikroplastiklerin zamanla parçalanması sonucunda oluşur (Görsel 3.9).

Doğaya karışan plastik materyaller; ultraviyole ışınları, sıcaklık, asidite, yer değiştirme, mikrobiyal bozulma gibi etmenler aracılığıyla daha küçük parçalara ayrılabilir. Bu duruma **mikroplastik kirliliği** denir. Mikroplastik ve nanoplastik kirliliği denizlerde, göllerde, akarsularda hatta toprakta bile yaygın olarak bulunmaktadır. Bu durum çevre ve insan sağlığı için ciddi bir tehdit oluşturur. Örneğin mikroplastikler sucul ekosistemleri değiştirerek balık ve diğer su canlılarının yaşamalarını tehdit eder. Nanoplastikler ise biyolojik sistemlere daha kolay nüfuz edebilecekleri için özellikle de su canlıları üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Plastik malzemelerin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için geri dönüşüm teşvik edilmeli ve çevreye zarar veremeyen malzemelerin kullanımı artırılmalıdır. Ayrıca mikroplastik kirliliğinin engellenmesi için kullanılan plastik malzemelerin geri dönüşüm kutularına bırakılması, çevresel temizlik faaliyetlerinin geliştirilmesi ve arıtma tesisleriyle atık suların kontrol altına alınması gerekir.

Mikroplastik ve Nanoplastiklerin Oluşumu

Mikroplastikler, doğrudan üretilen küçük plastikler (birincil mikroplastikler) veya büyük plastik atıkların parçalanması (ikincil mikroplastikler) şeklinde çevreye salınır. Birincil mikroplastiklere örnek olarak kozmetik ürünlerindeki mikro boncuklar, sentetik kumaşlardan çıkan mikrofiberler ve endüstriyel bazı polimer parçacıkları verilebilir (Görsel 3.10). İkincil mikroplastikler ise plastik şişeler, poşetler ve diğer plastik atıkların zamanla parçalanmasıyla oluşur (Görsel 3.11). Nanoplastikler ise çok çeşitli yollarla oluşabilen mikroplastiklerden daha küçük parçacıklardır. Plastik parçacıkları denizlerdeki dalgalar, güneş ışığı, sıcaklık değişiklikleri gibi faktörler ve kimyasal tepkimeler sonucu daha da küçülerek nanometre boyutuna ulaşırlar.

Mikroplastik ve Nanoplastiklerin Etkileri

Mikroplastik ve nanoplastikler günümüzde sağlık, çevre, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik gibi alanlarda fayda sağlar. Ancak çevre ve sağlık üzerinde olumsuz etkileri de bulunmaktadır.

Sağlık

Bazı nanoplastikler, ilacı içinde taşıyan çok küçük kapsüller gibi görev yapar. Üzerleri hastalıklı hücreleri tanıyacak şekilde özel moleküllerle kaplanabilir. İlaçların doğrudan hastalıklı hücrelere (örneğin kanser hücrelerine) ulaştırılmasını sağlar. Vücuda verildiğinde bu nanopartiküller sadece hedeflenen hücrelere bağlanır. İlaç yalnızca orada salarak diğer sağlıklı hücrelere zarar vermez. Bu sayede sağlıklı hücreler korunur ve yan etkiler azalır.

Mikroplastik ve nanoplastiklerin sağlık alanında faydalı yönleri olduğu gibi canlı sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Bu parçacıkların solunum ve sindirim sistemi yoluyla veya cilt yoluyla vücuda girebileceği bilinmektedir (Görsel 3.12). Mikroplastik ve nanoplastiklerin vücutla etkileşiminin uzun vadeli sonuçları hakkında önemli endişeler bulunmaktadır.



Görsel 3.9: Parçalanmış plastik atıklar



Görsel 3.10: Birincil mikroplastik kaynağı olabilecek sentetik kumaş



Görsel 3.11: İkincil mikroplastik kaynağı olabilecek pet şişe



Görsel 3.12: Mikroplastik parçacıkları



Mikroplastik ve nanoplastiklerin etkilerine ilişkin etkileşimli içeriğe ulaşmak için karekodu kullanınız.



Görsel 3.13: Mikroplastik ve nanoplastik kaynaklarının toprakta oluşturduğu kirlilik



Görsel 3.14: Plastikle sarılmış gıda

Mikroplastik ve nanoplastiklerin canlılar üzerindeki etkileri; parçacıkların boyutuna, şekline, kimyasal bileşimine ve organizmanın türüne bağlı olarak değişebilir. Yapılan çalışmalar, mikroplastik ve nanoplastiklerin canlı vücudunda birikme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu parçacıklar, canlıların solunum ve sindirim sistemlerini tıkayabilir, doku hasarına neden olabilir ve toksik kimyasalların vücuda alınmasına yol açabilir. Ayrıca mikroplastik ve nanoplastikler, bağışıklık sisteminin zayıflamasına ve bazı kanser türlerine neden olabilir.

Çevre

Bazı plastik türleri geri dönüştürülerek yeniden kullanılabilir, bu da doğal kaynakların korunmasına yardımcı olur. Hafif olmaları sayesinde plastik parçalar araçlarda kullanıldığında yakıt verimliliğini artırabilir, dolayısıyla karbon emisyonlarını düşürebilir. Plastik kullanımının artışı ve kullanılan plastik ürün atıklarının çevreye bırakılması sonucu su, toprak ve havada mikroplastik ve nanoplastikler yaygın olarak bulunabilmektedir. Bunun yanı sıra bu parçacıklar toprağı ve su kaynaklarını kirleterek ekosistemin dengesini bozar (Görsel 3.13). Mikroplastik ve nanoplastikler, boyutları nedeniyle suda kolayca dağılır ve sucul ekosistemlerde ciddi sorunlara yol açar. Bu parçacıklar, canlı organizmalar tarafından kolaylıkla yutulur ve besin zinciri boyunca biyolojik olarak birikir. Bu durum, deniz canlılarından insanlara kadar pek çok canlı türünü olumsuz etkiler.

Mikroplastikler ve nanoplastikler, toprak yapısını bozarak toprak kirliliğini artırır ve topraktaki faydalı mikroorganizmaların yaşamını zorlaştırarak toprak verimliliğini düşürür.

Mikroplastik ve nanoplastikler güneş ışığını yansıtarak küresel ısınmayı hızlandırır. Ayrıca bulut oluşumunu etkileyerek yağış dengesini bozabilir. Tüketiciler, mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre üzerindeki etkileri hakkında bilgilendirilmeli, tüketicilerin çevre dostu ürünlere yönelmeleri teşvik edilmelidir. Kullanılmış plastiklerin geri dönüştürülmesi, çevre kirliliğinin azalmasına ve ülke ekonomisinin gelişmesine katkı sağlar.

Gıda

Plastik ambalajlar, gıdaların tazeliğini ve raf ömrünü uzatarak gıda israfını azaltır (Görsel 3.14). Taşıma ve depolama sırasında koruma sağlayarak ürünlerin sağlam ve hijyenik kalmasına yardımcı olur. Gıdalara bakteri mikroorganizması bulaşma ve üreme riskini düşürerek gıda güvenliğini artırır. Hafif ve kullanışlıdır, bazıları tekrar kullanılabilir. Bunun yanında mikroplastik ve nanoplastikler, su ve toprak yoluyla bitkilere ve hayvanlara geçerek besin zincirini kirletir.

Mikroplastik ve nanoplastiklerin gıda ürünlerindeki varlığı tüketicilerin bu parçacıkları besinlerle birlikte almasına neden olur. Gıda üretimi ve paketlenme süreçlerinde mikroplastik ve nanoplastik kirliliğini önlemek için daha sıkı hijyen standartları belirlenmelidir.

Enerji

Mikroplastik ve nanoplastikler, malzemelerin güçlendirilmesi ve dayanıklılığının artırılmasında kullanılarak daha hafif ve daha güçlü malzemeler elde edilmesini sağlar.

Rüzgâr türbinleri ve güneş panelleri üretiminde mikroplastik ve nanoplastikler kullanılır (Görsel 3.15). Bu durum, enerji sektöründe daha verimli ve dayanıklı ürünlerin geliştirilmesini mümkün kılar. Öte yandan üretim süreçlerinde ortaya çıkan mikroplastik ve nanoplastik atıklar, çevre kirliliğini artırır.

Malzeme Bilimi

Malzeme biliminde mikroplastik ve nanoplastik kullanımı enerji, sağlık, iletişim, ulaşım gibi birçok alanda önemli ilerlemelere olanak sağlamıştır. Ayrıca metalürji, havacılık, seramik, elektronik, otomotiv gibi sektörlerde katkıda bulunmuş ve leke tutmayan kumaşlar; granit tencereler, şarj edilebilir piller gibi günlük hayatı kolaylaştıran ürünleri ortaya çıkarmıştır (Görsel 3.16). Ancak çevresel bir sorun olan mikropplastik ve nanoplastikler, mevcut malzemelerin performansını ve ömrünü olumsuz etkileyebilmektedir. Malzeme yüzeylerine yapışarak veya içlerine sızarak bozunmayı hızlandıran bu küçük parçacıklar, özellikle dış ortamdaki polimerlerde kullanım ömrünü kısaltırken elektronik eşyalarda performans düşüşüne neden olabilmektedir.

Çevresel mikropplastik ve nanoplastiklerin malzeme bilimine doğrudan olumlu bir katkısı bulunmamakla birlikte mevcut malzemelerin performansı, ömrü ve geri dönüşüm süreçleri üzerindeki olumsuz etkileri önemli bir sorun teşkil etmektedir.

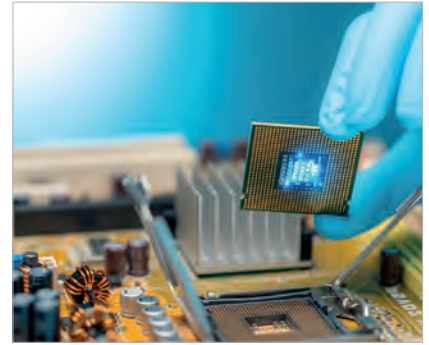
Kozmetik ve Kişisel Bakım

Mikroplastik ve nanoplastikler, kozmetik sektöründe çeşitli amaçlarla kullanılır. Mikroplastikler cilt temizleme ürünlerine cildin ölü hücrelerini temizlemek için mikro boncuklar şeklinde eklenir. Bazı kozmetik ürünlerde ise kıvam artırmak ve daha kremi bir doku elde etmek için de kullanılır. Rujlar, göz farları gibi ürünlerde parlaklık ve ısıltı etkisi yaratmak amacıyla bu maddeler sıklıkla tercih edilir (Görsel 3.17). Ayrıca güneş kremlerinde fiziksel bir bariyer oluşturarak UV ışınlarını yansıtmak için de kullanılır. Bu geniş kullanım alanlarının yanı sıra mikropplastik ve nanoplastikler, kozmetik ürünlerin üretim maliyetlerini düşürerek sektör için ekonomik bir avantaj sağlar.

Ancak bu ürünlerin kullanımı, çevreye mikropplastik ve nanoplastik salınımına neden olur. Ayrıca cilt ve saç bakım ürünlerindeki mikropplastikler cilt gözeneklerini tıkayabilir, cilt tahrişine neden olabilir ve saç sağlığını olumsuz etkileyebilir.



Görsel 3.15: Mikroplastik ve nanoplastik içeren rüzgâr türbini



Görsel 3.16: Mikroplastik ve nanoplastik içeren elektronik parçalar



Görsel 3.17: Mikroplastik ve nanoplastik içeren kozmetik ürün

3.3. KİMYA VE YAŞAM



Maske Kullanımı

Küresel COVID-19 salgınının yayılmasıyla birlikte maske kullanımı pek çok ülkede zorunlu hâle geldi ve günlük hayatın bir parçası oldu. Dünya Sağlık Örgütü tarafından onaylanan maskelerin tamamına yakını plastik ham maddeden üretilmektedir. Maske kullanımı, havadaki mikropplastiklerin solunma riskini azaltırken maskelerdeki mikropplastiklerin solunum yoluyla vücuda girmesine neden olur.

- Maskelerin potansiyel faydaları ile çevre ve sağlık üzerindeki etkilerini açıklayınız.

3.3. KONTROL NOKTASI

1. Aşağıdaki ilgili boşluğa, tabloda verilen ifadeler doğruysa "D", yanlışsa "Y" yazarak cevabınızı belirtiniz. İfade yanlışsa nedenini "Açıklamalar" kısmına yazınız.

İfadeler	D/Y	Açıklamalar
Mikroplastiklerin boyutları 1 mikrometre ile 5 milimetre arasında değişmektedir.		
Mikroplastikler suda çözünür.		
Plastikler jeotermal ısı, rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji üretiminde kullanılır.		
Mikroplastik ve nanoplastik kirliliği çevre ve canlılar için ciddi tehdit oluşturur.		
Mikroplastik ve nanoplastikler çok küçük olmaları nedeniyle vücuttan kolayca atıldıkları için sağlığa etkisi önemsiz derecede kalır.		
Plastikler kullanıldığı alanlarda çok fayda sağladığı için olumsuz etkileri göz ardı edilebilir.		

2. Aşağıda yer alan cümlelerdeki boşlukları kutucuklardaki ifadelerden uygun olanı ile doldurunuz.

nanoplastikler	mikroplastik	plastik şişe	mikrofiber	çevre, sağlık
maske	mikrometre	sıcaklık	mikroplastik kirliliği	basınç

Nanoplastikler parçalarının yıpranarak ufalanması sonucu oluşur.

Birincil mikroplastiklere örnek verilebilir.

İkincil mikroplastiklere örnek verilebilir.

Mikroplastik ve nanoplastiklerin günümüzde gibi alanlara etkisi bulunmaktadır.

Biyolojik sistemlere daha kolay nüfuz eder.

Doğaya karışan plastik materyaller, çeşitli nedenlerle daha küçük parçalara ayrılarak oluşumuna neden olur.

3. Tablonun bir tarafına mikroplastik ve nanoplastiklerin potansiyel faydalarını diğer tarafa ise olası olumsuz etkilerini yazınız.

Mikroplastik ve Nanoplastiklerin Potansiyel Faydaları	Mikroplastik ve Nanoplastiklerin Olumsuz Etkileri

NELER ÖĞRENDİM?

Yönerge

1. Sürdürülebilirlik temasındaki nanoteknoloji ve sürdürülebilirlik bölümlerinde edindiğiniz bilgi ve becerileri gözden geçirmek için formu doldurunuz.
2. Edindiğiniz bilgi ve becerilerin yanındaki kutucuğa ✓ işareti koyunuz.

Öğrendiklerim

Yeşil Hidrojen Enerjisi



- Evsel atıklardan fermantasyon yöntemi ile yeşil hidrojen enerjisi elde etme sürecini etkileyen faktörlere yönelik araştırma soruları belirleyebilirim. ☐
- Evsel atıklardan fermantasyon yöntemi ile yeşil hidrojen enerjisi elde etme sürecinde hidrojen gazı miktarını etkileyen faktörlere yönelik neden-sonuç ilişkilerini belirleyebilirim. ☐
- Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere deneyler yaparak hidrojen gazı miktarının değişimine neden olan faktörlere yönelik önermeler sunabilirim. ☐

Nanoteknoloji



- Nanoteknolojik ürünlerin potansiyel faydalarını ve olası zararlarını sorguyabilirim. ☐
- Sağlık, etik, güvenlik ve sürdürülebilirlik açılarından nanoteknolojik ürünlerin etkileri hakkında akıl yürütebilirim. ☐
- Nanoteknolojik ürünlerin potansiyel faydaları ve olası zararlarıyla ilgili akıl yürütmeye ulaştığım çıkarımları yansıtabilirim. ☐

Mikroplastik Ve Nanoplastiklerin Etkileri



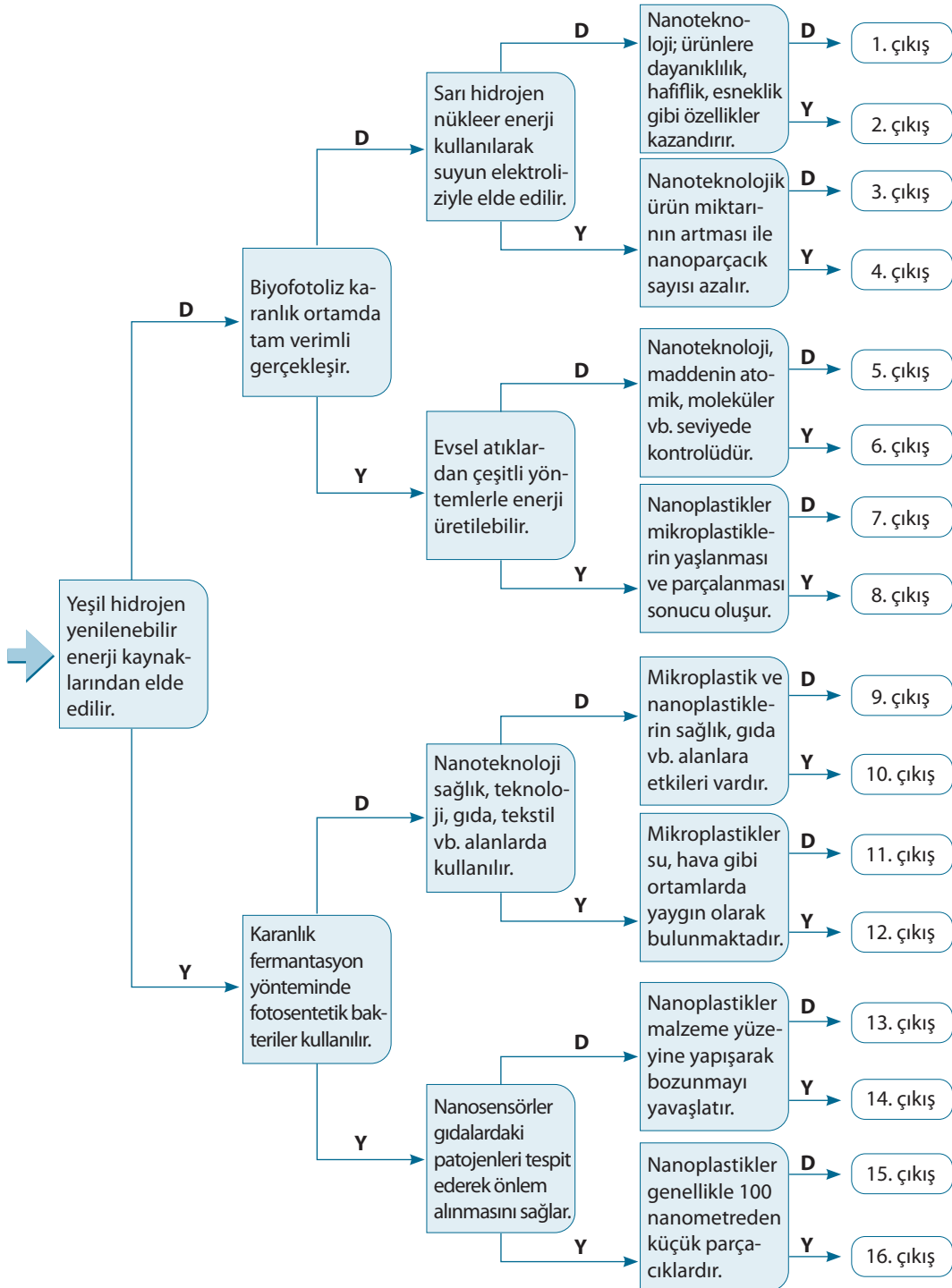
- Mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma etkileri hakkında araştırma soruları oluşturabilirim. ☐
- Mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma etkileri hakkında bilgi toplayarak topladığım bilgilerin doğruluğunu değerlendirebilirim. ☐
- Topladığım bilgileri kullanarak mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma etkilerine ilişkin çıkarımlar yapabilirim. ☐

3. Forma göre bilgi ve becerilerdeki eksiklerinizi tamamladıktan sonra "3. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları"na başlayınız.

3. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları

Bu testte cevaplamanız için farklı soru çeşitlerinden toplam 42 soru verilmiştir. Daha fazla soruya testin sonunda verilen karekodları kullanarak ulaşabilirsiniz.

1. Aşağıdaki tanılayıcı dallanmış ağaç sorusunda verilen kutucuklardaki ifadeleri okuyunuz. İlk ifadede başlayarak ifade doğru ise "D", yanlış ise "Y" yönünde ilerleyip doğru çıkışa ulaşınız.



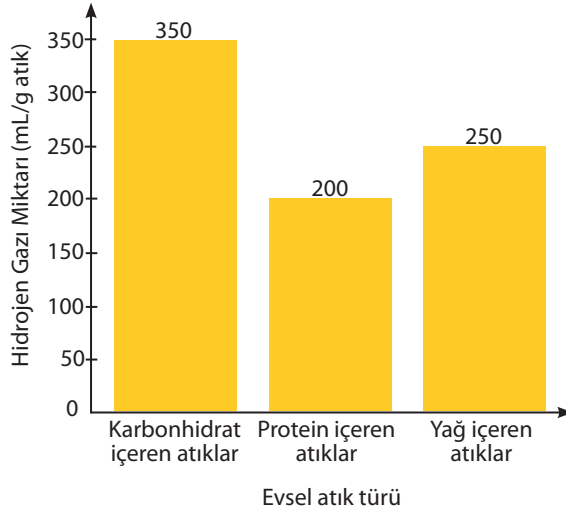
2-14. cümlelerdeki boşlukları aşağıdaki kutucuklarda verilen ifadelerden uygun olanı ile doldurunuz.

anaerobik bakteriler	yenilenebilir	mikroplastik	hidrojen gazı	fotosentetik bakteriler
metan gazı	fulleren	aerobik	birincil mikroplastiklere	malzeme bilimi
nanoparçacık	plastikler	nanoteknoloji	yenilenemez	mezofilik
hidrojen	nanoplastik	grafen	ikincil mikroplastiklere	pembe hidrojen

- Elektrik enerjisi kullanılarak suyun elektroliziyle oksijen ve elementleri elde edilir.
- Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik santralleri, jeotermal enerji gibi enerji kaynakları enerji kaynaklarıdır.
- Karanlık fermantasyon yöntemindekullanılır.
- Hidrojen gazı üretimi için en uygun koşullar koşullardır.
- Günümüzde kömürden benzin eldesinde, reaktör soğutmada, uzay araçları vb. alanlarda yaygın olarak kullanılır.
- Fosil kaynaklarından veya selüloz gibi organik maddelerden elde edilen sentetik ve yarı sentetik materyallerdir.
- Genellikle 100 nanometreden küçük plastik parçacıklar olarak tanımlanır.
- Mikro boncuklar, mikrofiberler ve bazı polimer parçacıkları örnek verilebilir.
- Leke tutmayan kumaşlar, granit tencereler, şarjlı piller gibi günlük hayatı kolaylaştıran ürünleri ortaya çıkarmıştır.
- Nanoteknolojik ürünlerin üretilmesi sırasında çok miktarda havaya, toprağa ve sulara dağılmaktadır.
- Atomların, moleküllerin, nano boyutta atom ya da molekül topluluklarının düzenlenerek ham madde olarak kullanılmasınadenir.
- Grafitten elde edilen iki boyutlu çok sağlam ve çok ince bir nanoteknolojik malzemedir.
- Kömür, petrol, doğal gaz enerji kaynaklarıdır.

15-24. açık uçlu soruları cevaplayınız ve cevapları boş bırakılan ilgili alanlara yazınız.

15. Enerji ihtiyacının artmasıyla birlikte yenilenebilir enerji kaynakları önem kazanmıştır. Özellikle büyük şehirlerde biriken evsel atıkların çevreye zarar vermemesi ve bu atıklardan yararlanmak için değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla evsel atıklardan fermantasyon yöntemiyle yeşil hidrojen üretimi için araştırmalar hız kazanmıştır. Araştırmalar neticesinde fermantasyon yöntemiyle evsel atıklardan yeşil hidrojen üreten tesislerin kurulması planlanmaktadır. Bu tesislerde genellikle karbonhidrat, protein ve yağ içeren çeşitli evsel atıklar fermantasyona tabi tutulmaktadır. Farklı evsel atık türlerinin fermantasyonu sonucu elde edilen hidrojen gazı miktarları ile ilgili bir araştırmada yapılan deney sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Metinden ve grafikteki verilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

- a) Bu deney için uygun bir araştırma sorusu yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

- b) Deneydeki bağımlı ve bağımsız değişkenleri yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

- c) En yüksek miktarda hidrojen gazı elde etmek için tercih edilecek evsel atık türü ne olmalıdır? Gerekçelendirerek açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

- 16.** Evsel atıklardan fermantasyon yöntemiyle yeşil hidrojen üretimi, sürdürülebilir enerji üretiminde yaygınlaşan bir yöntemdir. Hidrojen gazı üretiminin verimini etkileyen birçok faktör vardır. Yapılan araştırmalarda ortam sıcaklığı, kullanılan evsel atık miktarı ve fermantasyon süresinin hidrojen gazı üretimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Aşağıdaki tabloda ortam sıcaklığı, atık miktarı ve bekleme süresi değiştirilerek gerçekleştirilen fermantasyon deneylerinde elde edilen hidrojen gazı miktarları verilmiştir.

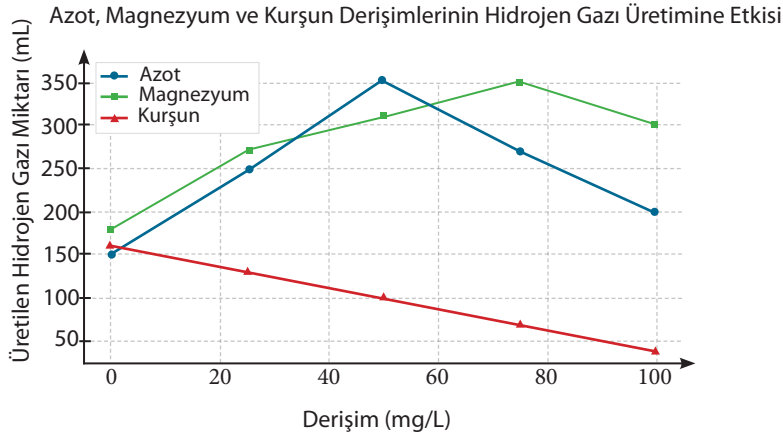
Ortam Sıcaklığı (°C)	Atık miktarı (g/L)	Bekleme Süresi (Saat)	Hidrojen Gazı Miktarı (mL)
20	10	24	150
35	5	24	200
35	10	24	350
35	10	12	200
35	15	24	320
35	10	48	300
50	10	24	280

Metinden ve tablodaki verilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

- a) Fermantasyon ortamında sıcaklık değişiminin hidrojen gazı üretimini nasıl etkilediğini açıklayınız.
-
-
-
-
-
-
- b) Sıcaklık ve evsel atık miktarı sabit tutulduğunda bekleme süresindeki değişimin hidrojen gazı üretimini nasıl etkilediğini açıklayınız. Hidrojen gazı üretiminde en uygun bekleme süresi nedir?
-
-
-
-
-
-
- c) Ortam sıcaklığı ve bekleme süresi sabit tutulurken atık miktarının değiştirilmesi, hidrojen gazı üretim miktarını nasıl etkilemektedir? Hidrojen gazı üretimini artırmak için ideal atık miktarı ne olmalıdır?
-
-
-
-
-
-

17. Fermantasyon yöntemiyle evsel atıklardan yeşil hidrojen enerjisi elde edilirken ortamda bulunan bazı elementlerin derişimi mikroorganizmaların etkinliğini doğrudan etkiler. Mikroorganizmaların metabolik faaliyetlerini sürdürebilmesi için belirli miktarda azot, magnezyum gibi elementlere ihtiyaç duyulur. Bu elementler uygun miktarlarda bulunduğunda hidrojen gazı üretimini artırırken aşırı veya yetersiz miktarlarda olmaları durumunda üretim verimini düşürebilir.

Ayrıca kurşun gibi bazı ağır metaller mikroorganizmalar üzerinde toksik etki yapar. Kurşun derişiminin artması, mikroorganizmaların hayatta kalma oranını düşürerek hidrojen gazı üretimini ciddi biçimde azaltır. Aşağıdaki grafik; yapılan deneysel çalışmalar sonucunda farklı azot, magnezyum ve kurşun derişimlerinin fermantasyon ortamında üretilen hidrojen gazı miktarına etkisini göstermektedir.



Metinden ve grafikteki verilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

- a) Azot ve magnezyum derişimlerinin hidrojen gazı üretimi üzerinde nasıl bir etkisi vardır? Bu etkinin nedenlerini açıklayınız.

.....

.....

.....

- b) Magnezyum derişimi yaklaşık 75 mg/L olduğunda hidrojen gazı üretiminin en yüksek düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Bu veriye dayanarak fermantasyon ortamında magnezyumun işlevi hakkında nasıl bir çıkarımda bulunabilirsiniz?

.....

.....

.....

- c) Kurşun derişimi arttıkça hidrojen gazı üretiminin sürekli azaldığı görülmektedir. Bu durumun nedeni ne olabilir?

.....

.....

.....

- ç) Hidrojen gazı üretimini en yüksek seviyeye getirmek isteyen bir araştırmacı; azot, magnezyum ve kurşun derişimlerini hangi seviyelerde tutmalıdır?

.....

.....

.....

18.



Son yıllarda nanoteknolojiyle üretilen gıda ambalajları, ürünlerin tazeliğini korumak için yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu ambalajlar oksijen ve nem geçişini azaltmakta, antibakteriyel nanoparçacıklar sayesinde mikroorganizmaların çoğalmasını engellemektedir. Ayrıca bazı ambalajlar, içerdikleri nanosensörler yardımıyla ürünün bozulup bozulmadığını sinyallerle göstermektedir. Ancak ambalajlarda kullanılan nanoparçacıkların zamanla gıdaya geçebileceği ve bu parçacıkların vücutta birikerek bağışıklık sistemini olumsuz etkileyebileceği konusunda araştırmalar devam etmektedir.

Metinden yararlanarak verilen soruları cevaplayınız.

- Nanoteknolojik gıda ambalajlarının potansiyel faydalarını ve olası zararlarını karşılaştırarak açıklayınız.
.....
.....
- Gıda sektöründe kullanılan nanoteknolojik ürünlerin etik ve sağlık açısından değerlendirilebilmesi için hangi sorular sorulmalıdır?
.....
.....
- Nanoteknolojik ürünlerin kullanılmasıyla ilgili sizin kararınız nedir? Kararınızı gerekçesiyle birlikte yazınız.
.....
.....

19.



Nanoteknolojinin sağlık alanındaki en dikkat çekici uygulamalarından biri akıllı ilaçlardır. Bu ilaçlar vücutta sadece hedeflenen hücrelere ulaşip etki göstermekte ve bu sayede ilacın yan etkileri azalmaktadır. Kanseri gibi ciddi hastalıkların tedavisinde umut verici sonuçlar alınmaktadır. Ancak bazı bilim insanları; nanoparçacıkların uzun vadede beyin, karaciğer ve bağışıklık sistemi üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceğini ve bu etkilerin henüz yeterince araştırılmadığını belirtmektedir.

Metinden yararlanarak verilen soruları cevaplayınız.

- Akıllı ilaçların sunduğu tıbbi avantajları ve potansiyel sağlık risklerini karşılaştırınız.
.....
.....
- Böyle bir tedavi yönteminin kullanılması kararı alınırken hasta, doktor ve ilaç firması arasında hangi etik sorumluluklar gözetilmelidir?
.....
.....
- Bu tür ilaçların geliştirilmesi ve kullanımı hakkındaki görüşlerinizi sağlık ve sürdürülebilirlik açısından gerekçelendirerek açıklayınız.
.....
.....

20.



Otomotiv sektöründe kullanılan nanoteknolojik yüzey kaplamaları; araçları çizilmelere, paslanmaya ve kimyasal aşınmaya karşı korur. Bu kaplamalar sayesinde araçlar daha uzun ömürlü ve estetik görünür. Ancak bu işlemler sırasında açığa çıkan nanoparçacıklar havaya, toprağa ve suya karışmaktadır. Araştırmalara göre bu parçacıklar su canlılarının beyin ve üreme sistemlerinde hasara yol açabilir ve besin zinciri aracılığıyla insan sağlığını tehdit edebilir.

Metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

- a) Bu teknolojiyle üretilen ürünlerin günlük hayatta sağladığı faydalar ve çevreye verdiği zararlar nelerdir?
-
-
-
- b) Nano kaplamaların üretim ve kullanım sürecinde çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için hangi önlemler alınmalıdır?
-
-
-
- c) Bu tür ürünlerin üretiminin tamamen yasaklanması mı yoksa denetlenerek sürdürülmesi mi daha doğru olurdu? Açıklayınız.
-
-
-

21.



Günümüzde kişisel bakım ve kozmetik ürünlerinde mikroplastik ve nanoplastikler sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin cilt temizleme ürünlerinde bulunan mikro boncuklar ölü hücreleri arındırmak için tercih edilirken güneş kremlerinde nanoplastikler UV ışınlarını yansıtmak amacıyla kullanılır. Bu ürünler cilde uygulandığında gözenekleri tıkayabilir, tahrişe ve cilt dengesinin bozulmasına neden olabilir. Aynı zamanda bu ürünlerin içeriğindeki mikroplastik ve nanoplastiklerin bir kısmı ciltten emilerek vücuda geçebilir. Ayrıca

bu maddeler, kullanıldıktan sonra suya ve toprağa karışabilir. Su ve topraktaki mikroplastikler ise canlı vücuda geçebilir.

Metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

- a) Kişisel bakım ürünlerinde kullanılan mikroplastik ve nanoplastiklerin hem faydalı yönlerini hem de risklerini değerlendiriniz.
-
-
-
- b) Bu ürünlerin sağlık ve çevre üzerindeki etkilerini azaltmak için üreticiler ve tüketiciler nasıl sorumluluk almalıdır?
-
-
-
- c) Sizce bu ürünlerin tamamen yasaklanması mı gerekir yoksa daha bilinçli kullanımı mı teşvik edilmelidir? Gerekçelerinizi yazınız.
-
-
-

22.



Plastik ürünler günlük hayatın vazgeçilmez bir parçası hâline gelmiştir. Market poşetleri, plastik şişeler, ambalajlar, tekstil ürünleri, temizlik süngerleri gibi pek çok eşya plastik içeriklidir. Ancak bu ürünler kullanıldıkça güneş ışığına, suya, sıcaklığa ve fiziksel etkilere maruz kaldıkça zamanla parçalanmaya başlar. Önce küçük parçalara ayrılır, sonra bu parçalar daha da küçülerek mikroplastik ve nanoplastik hâline gelir. Bu parçacıklar çevrede uzun süre kalabilir ve gözle görülmedikleri için kolay fark edilmezler.

Mikroplastiklerin bir kısmı doğrudan üretilir (örneğin kozmetik ürünlerdeki mikro boncuklar), bir kısmı ise büyük plastiklerin doğada parçalanmasıyla oluşur. Nanoplastikler ise genellikle bu mikroplastiklerin zamanla daha da küçülmesiyle ortaya çıkar. Bu görünmeyen parçacıklar suya, toprağa ve havaya yayılırken canlılara zarar verebilecek şekilde ekosisteme karışır.

Metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

- a) Mikroplastik ve nanoplastiklerin oluşum sürecinde hangi çevresel faktörler etkili olabilir? Bu faktörler nanoplastiklerin parçalanma sürecini nasıl hızlandırır?

.....

.....

.....

- b) Günlük hayatınızda kullandığınız hangi ürünler zamanla mikroplastik veya nanoplastik hâline gelebilir? Örnekler vererek açıklayınız.

.....

.....

.....

- c) Mikroplastiklerin doğrudan üretildiği (birincil) ve parçalanarak oluştuğu (ikincil) kaynakları karşılaştırınız. Hangisi daha fazla çevresel riske neden olabilir?

.....

.....

.....

- ç) Hayali bir su ekosisteminde X balığı planktonlarla, Y balığı ise X balığı ile beslenmektedir. Bu ekosistemde planktonlar ile X ve Y balıklarının vücutlarındaki mikroplastik ve nanoplastik seviyelerini karşılaştırınız. Ayrıca bu canlıların mikroplastik ve nanoplastik kirliliğinden etkilenme düzeylerini tartışınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- d) Mikroplastik ve nanoplastik oluşumunu azaltmak için bireyler ve üreticiler hangi önlemleri almalıdır? Önerilerinizi yazınız.

.....

.....

.....

23.



COVID-19 pandemisi sırasında dünya genelinde milyarlarca plastik içerikli maske kullanıldı. Bu maskelerin çoğu polipropilen gibi plastik türevlerinden üretildi. Her gün kullanılan bu maskelerin zamanla parçalanarak mikroplastik ve nanoplastik oluşturduğu ve bu parçacıkların çevreye yayıldığı belirlenmiştir. Ayrıca bazı araştırmalar, maskelerden kopan bu parçacıkların solunum yoluyla insan vücuduna girebileceğini ve burada birikebileceğini ortaya koymaktadır.

Gelişigüzel atılan maskeler, toprak ve su sistemlerinde mikroplastik birikimine yol açmakta; suda yaşayan canlılar ve hatta tarım ürünleri üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir.

Metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

- a) Günlük hayatta kullanılan plastik içerikli maskelerin çevre ve sağlık açısından oluşturabileceği riskleri açıklayınız.

.....

.....

.....

- b) Mikroplastik kaynaklı sorunların önlenmesi için hangi bireysel ve toplumsal önlemler alınmalıdır?

.....

.....

.....

- c) Maskelerin potansiyel faydaları ile çevreye verdiği zararlar karşılaştırıldığında nasıl bir denge kurulmalıdır? Çıkarımlarınızı yazınız.

.....

.....

24.



Yapılan araştırmalarda denizlerdeki mikroplastiklerin ve nanoplastiklerin balıkların sindirim sistemine geçtiği ve bu balıkların sofralara kadar ulaştığı ortaya konmuştur. Ayrıca mikroplastikler ve nanoplastikler toprak ve su yoluyla tarım ürünlerine de bulaşabilmektedir. Bu durum besin zinciri boyunca plastik parçacıklarının insan vücuduna geçmesi anlamına gelir. Plastik parçacıklarının canlı dokularda birikebileceği, bağışıklık sistemini zayıflatabileceği ve bazı kanser türlerine yol açabileceği yönünde bilimsel bulgular mevcuttur.

Metinden yararlanarak verilen soruları cevaplayınız.

- a) Mikroplastik ve nanoplastiklerin gıda zincirine katılması hangi sağlık risklerini beraberinde getirir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

- b) Mikroplastik ve nanoplastik kirliliğinin önlenmesi için gıda üretiminden sofraya kadar hangi önlemler alınmalıdır?

.....

.....

.....

.....

.....

25-28. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.



Bir araştırmacı, pazarlarda sebze ve meyve atıklarının giderek arttığını fark ediyor. Bu atıkları değerlendirmenin yollarını araştırırken organik atıklardan fermentasyon yöntemiyle yeşil hidrojen enerjisi elde edilebileceğini öğreniyor. Bu durum hem atıkları değerlendirme hem de çevreye duyarlı bir enerji kaynağı elde etme konusunda araştırmacıyı heyecanlandırıyor. Araştırmacı, bu süreçte hangi faktörlerin önemli olduğunu ve nasıl bir yol izlemesi gerektiğini düşünüyor. Meyve ve sebze atıklarından fermentasyon yöntemiyle yüksek verimde hidrojen gazının nasıl üretilebileceğiyle ilgili deneyler yapmaya karar veriyor. Çeşitli sebze ve meyvelerle deneyler yaparak fermentasyon yöntemiyle yeşil hidrojen enerjisi elde etmede en verimli atığı bulmaya çalışıyor.

25. Araştırmacının yaptığı deneyler için aşağıdaki araştırma sorularından hangisi en uygun olur?

- A) Sebze ve meyve atıkları başka hangi alanlarda değerlendirilebilir?
- B) Farklı enerji kaynaklarının özellikleri nelerdir?
- C) Ülkemizdeki meyve sebze atığı miktarı ne kadardır?
- D) Farklı evsel atık türleri, hidrojen gazı miktarını nasıl etkiler?
- E) Yeşil hidrojen enerjisi hangi alanlarda kullanılabilir?

26. Araştırmacının yaptığı deneylerde bağımsız değişken aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Evsel atık türü
- B) Hidrojen gazı miktarı
- C) Ortam sıcaklığı
- D) Fermentasyon yöntemi
- E) Bakteri türü

27. Araştırmacının deneylerinde hidrojen gazı miktarındaki değişimi gözlemlemek istemesi, aşağıdaki neden-sonuç ilişkilerinden hangisine odaklandığını gösterir?

- A) Atık miktarı-üretilen hidrojen gazının saflığı
- B) Atık türü-üretilen hidrojen gazı miktarı
- C) Fermentasyon süresi-enerji tüketimi
- D) Fermentasyon yöntemi-oluşan gaz türleri
- E) Ortam sıcaklığı-atık ayrıştırma hızı

28. Araştırmacının deneylerinde üretilen hidrojen gazı miktarını sadece kullanılan atık türüne bağlamak ve diğer faktörlerin etkisini en aza indirmek için

- I. Fermentasyon ortamındaki sıcaklık
- II. Fermentasyon ortamının pH değeri
- III. Ölçülen hidrojen gazı miktarı
- IV. Fermentasyon süresi

seçeneklerinden hangilerini kontrol değişkeni olarak sabit tutması gerekir?

- A) I ve II
- B) II ve III
- C) I, II ve IV
- D) I, III ve IV
- E) II, III ve IV

29-35. soruları aşağıdaki metinden ve tablodan yararlanarak cevaplayınız.

Bir lisedeki öğrenciler bulundukları bölgede düzenlenecek olan “Bilim ve Toplum” fuarına hazırlanıyor. Bu lisedeki bazı öğrenciler dört farklı nanoteknolojik ürünün potansiyel faydaları ve olası zararlarını inceleyip bu ürünü fuarda ayrıntılı biçimde tanıtmak için bir tablo hazırlıyor.

Ürün	Potansiyel Fayda	Olası Zarar
Kir ve su tutmayan nano kumaştan üretilmiş mont	Kir tutmayan nano kaplama sayesinde mont yıllarca yıkanmadan temiz kalır. Su ve enerji tasarrufu sağlar. Uzun ömürlüdür.	Nano kaplama uygulaması sırasında nanoparçacıklar solunum yoluyla akciğerlere ulaşabilir ve bazı sağlık sorunlarına yol açabilir.
Grafen bazlı otomobil boyası	Çizilmelere, kimyasallara ve paslanmaya karşı ultra dayanıklıdır. Aracın ömrünü uzatır, yeniden boyama ihtiyacını azaltır.	Üretim hattında havaya yayılan grafen parçacıklarının solunması solunum, bağışıklık sistemi hastalıkları gibi çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilir.
Hazır gıdalarda ve ilaçlarda nanokapsüllerin kullanılması	Nanokapsül teknolojisi besinlerde vitamin ve aromaları korur ve gıdaların raf ömrünü uzatır. Doğrudan hedefe yönelen ilaçlar tasarlanmasına izin verir ve ilaçların yan etkilerini azaltır.	Nanokapsüllerin çevreye ve insan sağlığına etkileri henüz tam anlamıyla bilinmemektedir. Bu durum bazı etik sorunlara neden olabilir.
Bitkilerde mineral alımını en iyi hâle getiren nano gübre	Birim alana geleneksel gübrelerin dörtte biri kadar uygulandığında geleneksel gübrelerle aynı verimin alınmasını sağlar. Su ve toprak kirliliğini azaltır. Taşıma maliyetlerini önemli oranda düşürür.	Toprakta birikmesi durumunda bitki köklerine zarar verebileceği ve yeraltı suyuna karışabileceği yönünde bazı çalışmalar mevcuttur.

Öğrenciler tablodaki ürünlerin sağlık, etik, güvenlik ve sürdürülebilirlik boyutlarını da dikkate alarak tanıtacakları ürüne karar vermek istiyor.

29. Aşağıdaki öğrenci ifadelerinden hangisi nano kaplama mont ile ilgili potansiyel faydayı ve olası zararı birlikte analiz ederek dengeli bir değerlendirme yapmaktadır?

- A) Montun yıkanmadan uzun süre kullanılabilmesi hem zaman hem deterjan tasarrufu sağladığı için olası zararlar göz ardı edilebilir.
- B) Faydası ne olursa olsun sağlık sorunlarına yol açma riski taşıdığı için nano kaplamalı ürünlerin kesinlikle kullanılmaması gerekir.
- C) Montun yüzeyindeki nano kaplama solunabilir parçacıklar içerebilir, bu yüzden kullanım yararları kadar sağlık riskleri de dikkate alınmalıdır.
- D) Su ve kir tutmaması bu ürünün çevreye dost olduğunu gösterir, üretim sırasındaki etki önemli değildir.
- E) Nano kaplama kumaşın özelliklerini değiştirebilir ya da kalitesini düşürebilir, sağlıkla ilgili etkilerinin dikkate alınmasına gerek yoktur.

30. Öğrenciler bilim fuarında nanokapsül teknolojinin faydalı yönlerini tanıtmak ve sonrasında nanokapsüllerle ilgili etik kaygıları katılımcılarla tartışmak istiyor. Bu süreçlerde hangisinin vurgulanması uygun olur?

- A) Gıdaların raf ömrünü uzattığı için marketlerde israf azalır.
- B) İlaçlarda kontrollü salım sağlayarak tedavi başarısını artırır.
- C) Uzun vadeli etkilerini bilirleylemek için daha fazla araştırma gereklidir.
- D) İlaç formülasyonunu kolaylaştırarak üretim süresini kısaltır.
- E) Gıdalardaki vitaminleri korur ancak üretim maliyetlerini artırır.

31. Grafen bazlı otomobil boya kaplamasını kullanma kararı alacak bir otomobil üreticisi, aşağıdaki hangi gerekçeye dayanarak bu ürünü kullanmaya karar verirse sağlık ve güvenlik ölçütlerini birlikte değerlendirmiş olur?

- A) Dayanıklılığı yüksek olduğu için çizilmez, bu nedenle güvenlidir.
- B) Üretim alanında yeterli havalandırma sistemi kullanıldığında güvenlidir.
- C) Yeniden boyamaya gerek kalmadığı için çevre dostudur.
- D) Estetik görüntü sağladığı için kullanıcı memnuniyeti artar.
- E) Araç içi sıcaklığını düşürdüğü için tercih edilir.

32. Aşağıdaki çıkarımlardan hangisi sağlık, etik, güvenlik, sürdürülebilirlik ölçütleri dikkate alınarak eleştirel düşünme süreci neticesinde alınmış en uygun kararı yansıtır?

- A) Grafen bazlı otomobil boyası kaplaması; avantajları açık, üretim riskleri belirsiz olduğundan riskler yok sayılmalıdır.
- B) Nano gübrelerin kullanımı riskler içerdiğinden üretilmemesi ve kullanılmaması gerekir.
- C) Nanosensörler gıda güvenliğini artırsa da veri gizliliği ile ilgili etik sorunlar dikkate alınarak kullanımı tartışılmalıdır.
- D) Nano kaplama tekstil ürünleri geleceğin moda eğilimi olmaya aday olduğu için oluşturacağı sağlık risklerine rağmen ilgi gören ürünlerdir.
- E) Tüm nanoteknolojik ürünler sağlık ve çevre açısından önemli ve belirsiz riskler içerdiğinden hiçbir nanoteknolojik ürün kullanılmamalıdır.

33. Nano gübrelerin potansiyel faydaları ve olası zararları göz önünde bulundurulduğunda aşağıdaki uygulamalardan hangisi ürün verimliliği, maliyet, çevre ve insan sağlığı açısından en uygun çözümdür?

- A) Nano gübrelerin düzenli toprak ve su analizi yapılarak kullanılması
- B) Nano gübrelerin toprak ve su analizi yapılmadan kullanılması
- C) Geleneksel gübrelerin analiz yapılmadan kullanılması
- D) Geleneksel gübrelerin kontrollü sulama ile kullanılması
- E) Nano gübrelerin ürün verimi göz önünde bulundurularak kullanılması

34. Tabloda verilen bilgilere göre uzun vadeli çevresel sürdürülebilirlik açısından belirsizliği en yüksek ve etik açıdan tartışmalı ürün hangisidir?

- A) Kir ve su tutmayan nano kumaş mont
- B) Grafen bazlı otomobil boyası kaplaması
- C) Hazır gıdalarda ve ilaçlarda kullanılan mikro-kapsüller
- D) Nano gübre
- E) Nano gübre kullanılarak yetiştirilen ürünler

35. Öğrenciler fuarda su tasarrufu vurgusunu öne çıkarmak, aynı zamanda ürün verimliliği ile maliyeti dengede tutmak istiyor. Hangi ürünü seçmeleri bu üç ölçütü birlikte en iyi karşılar?

- A) Kir ve su tutmayan nano kumaş mont
- B) Grafen bazlı otomobil boyası kaplaması
- C) Hazır gıdalarda ve ilaçlarda kullanılan mikro-kapsüller
- D) Nano gübre
- E) Hazır gıdalar ve ilaçlar

36-40. soruları aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

Bir grup öğrenci nanoteknolojinin potansiyel faydaları ve olası zararlarını araştırmak için öğretmenlerinin yönlendirmesiyle bölgelerinde düzenlenen “Nanoteknolojinin Bugünü ve Yarını” konferansına katılmıştır. Öğrenciler konuşmacıların konuşmalarını dinlemiş ve önemli gördükleri kısımları not etmiştir. Öğrencilerin aldığı notlar aşağıdaki gibidir.

Operatör Doktor Aylin (Göğüs Hastalıkları Uzmanı)

Maske takmak, havadaki mevcut plastik liflerin %65’ini filtreleyerek solunum riskini düşürür. Bununla birlikte tek kullanımlık polipropilen maskelerin lifleri zamanla kopup akciğer alveollerine kadar ilerleyebilir. Tıbbi amaçla kullanılan ürünler için biyobozunurluğu yüksek materyallerin geliştirilmesi gerekir.

Profesör Doktor Kerem (Deniz Biyoloğu)

Denizler ve okyanuslar başta olmak üzere suda bulunan 5 milimetrenin altındaki plastik parçacıklar balıkların solungaçlarını tıkiyor. Mikroplastikler ve nanoplastikler besin zincirine karışarak sofralarımıza kadar ulaşıyor. Bu nedenle tüketicilerin bilinçlendirilmesi çok önemlidir.

Doktor Elif (Gıda Mühendisi)

Tarla sulamasında mikroplastik ve nanoplastik içeren su kullanılması durumunda bitki kökleri bu parçacıkları emiyor. Plastik kirliliği kontrol altına alınamazsa un, pirinç, sebze gibi yiyeceklerin hepsi mikroplastik ve nanoplastiklerle kirlenebilir. Plastik kirliliğinin azaltılması için geri dönüşüm teşvik edilmelidir.

Yüksek Mühendis Mert (Malzeme Bilimi)

Rüzgâr türbininin kanatlarına nanoplastik katkı reçineler eklediğimizde kanat %15 hafifliyor ve buna rağmen kanadın dayanımı artıyor. Ancak bu ürünlerin üretimi sırasında açığa çıkan atıklar nanoplastik kirliliğine neden olmaktadır.

Uzman Kimyager Zeynep (Kozmetik Ürün Geliştirme)

Bazı cilt temizleme ürünlerinde mikro boncuklar ölü deriyi nazikçe uzaklaştırıyor fakat bu mikro boncuklar ürün kullanıldıktan sonra atık sulara karışıyor. Günümüzdeki arıtma tesisleri genellikle mikro boncukları sudan uzaklaştıramadığı için suya karışan mikro boncuklar ekosistemdeki canlılara zarar verebiliyor. Etkili filtrasyon sistemlerinin geliştirilmesi oldukça önemlidir.

36. Maske kullanımına dair aşağıdaki uygulamalardan hangisi hem solunan plastik lifleri azaltma hem de maske kaynaklı lif kopma riskini en aza indirme hedeflerini aynı anda karşılar?

- A) Tek katlı kumaş maske takmak
- B) Polipropilen maskeyi her gün atmak
- C) Biyobozunur, yüksek filtrasyonlu maske geliştirmek
- D) Maske yerine yalnızca yüz siperliği kullanmak
- E) Maske takmamak, kapalı alanları havalandırmak

37. Aşağıdakilerden hangisi balıkçılık sektörünün “sofraya mikroplastik taşınmasını” azaltmak için alabileceği tedbirlerden biridir?

- A) Avlanırken ağ yerine olta kullanmak
- B) Balıkları daha derin sularda avlamak
- C) Tüketicilere balık yeme sıklığını düşürmelerini önermek
- D) Biyobozunurluğu yüksek polimerlerden üretilmiş ağlar kullanmak
- E) Balık çiftliklerini ve avlanma alanlarını açık denize taşımak

38. Tarla sulamasında mikroplastik içeren su kullanıldığında ürünlerde mikroplastik ve nanoplastik kirliliği riskini azaltmak için aşağıdakilerden hangisi uygulanabilir bir stratejidir?

- A) Sulama suyunu uygun biçimde filtrelemek
- B) Damla sulamaya geçmek
- C) Sulama suyunu dezenfekte etmek
- D) Sulamayı tamamen yağmura bırakmak
- E) Yüksek doz gübre kullanmak

39. Aşağıdaki uygulamalardan hangisi yapılsa rüzgâr türbini kanatlarında nanoplastik katkılı reçine kullanmanın avantajı korunurken üretim kaynaklı kirlilik riski en aza iner ?

- A) Atıkları depolama sahasına gömmek
- B) Üretim atıklarını geri dönüştürmek
- C) Nanoplastik katkı kullanmamak
- D) Nanoplastik katkı miktarını düşürmek
- E) Kanat üretimini uzak bölgelere taşımak

40. Mikro boncukların avantajları da gözetilerek mikro boncuk içeren kozmetiklerin çevresel zararını kısa vadede azaltabilecek düzenleme aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Mikro boncuk içeren ürünleri yasaklamak
- B) Arıtma tesislerine yüksek verimli mikro filtre eklemek
- C) Üreticilere mikro boncuk vergisi koymak
- D) Mikro boncuk içeren ürünlerin bilinçli kullanılmasını sağlamak
- E) Biyobozunurluğu yüksek mikro boncuklar geliştirmek

41-42. soruları gazete haberinden alınmış aşağıdaki metinden yararlanarak cevaplayınız.

Çok uzak olmayan bir gelecekte başta kanser olmak üzere hastalıkların tedavisinde mikroskobik nano robotların kullanılması kaçınılmazdır. Nano robotlar önceden programlanarak ya da dışarıdan yönlendirilerek ilacı hastalıklı doku ve hücrelere ulaştırır. Bu sayede kemoterapinin yan etkileri büyük ölçüde ortadan kalkar. Ancak nano robotların üretiminde kullanılan metal-polimer nano materyallerin insan vücudu ve çevre üzerindeki uzun vadeli olumsuz etkileri belirsizdir. Üstelik nano robotlara siber müdahale riski vardır. Sağlık otoriteleri bu alandaki çabaların umut verici olduğunu ancak toksisite ve siber güvenlikle ilgili araştırmaların tamamlanmasının uzun zaman alabileceğini ifade etmektedir.

41. Nano robotların kullanımının oluşturabileceği sağlık riski aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Hastalıklı bölgeyi doğru tanıyarak ilacı hedef bölgeye ulaştırması
- B) Metal-polimer yapıların vücut ve atık suda birikmesi
- C) Maliyetinin mevcut tedavilere göre çok daha yüksek olması
- D) Tek dozla beklenen ilaç düzeyine ulaşamayıp tedaviyi zayıflatması
- E) Nano robotların görünümünün hastalarda psikolojik rahatsızlık oluşturması

42. Hastalıkların tedavisinde kullanılan nanorobotların potansiyel faydalarını ve bu süreçteki olası zararlarını birlikte ele alan yaklaşım aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Hastalıkları etkili bir biçimde tedavi edebileceği için hızlı onay verilip yaygın klinik kullanıma hemen geçilmelidir.
- B) Siber güvenlik riski nedeniyle tüm nano robot araştırmaları ve üretimi tamamen yasaklanmalıdır.
- C) Yalnızca maliyet avantajı gerekçe gösterilip toksisite ve güvenlik testleri yapılmadan kullanılmalıdır.
- D) Kalıcı toksisite ve siber güvenlik riskleri yanında etkili bir tedavi sağlaması nedeniyle kontrollü kullanılmalıdır.
- E) İnsan ve çevre üzerinde olası toksik etkileri nedeniyle nano robotların kullanımı bilimsel çalışmalarla sınırlandırılmalıdır.



Etkileşimli Yapılandırılmış Grid çalışmasına ulaşmak için karekodu kullanınız.



Labirent çalışmasına ulaşmak için karekodu kullanınız.



Etkileşimli sorulara ulaşmak için karekodu kullanınız.

Deney Raporu

DENEY RAPORU	Tarih:/...../.....
Öğrencinin Adı ve Soyadı:	
Öğrenci No.:	
Sınıf:	
1. Deneyin Adı 2. Deneyin Amacı 3. Teorik Bilgi 4. Malzemeler 5. Deneyin İşlem Basamakları 6. Gözlemler 7. Hesaplamalar 8. Sonuç ve Değerlendirme 9. Kaynakça	

A

ağartıcı	: Renkli maddeleri renksiz hâle getirmek ve leke çıkarmak için kullanılan kimyasal.
aktivasyon enerjisi	: Tepkimenin gerçekleşebilmesi için gerekli olan minimum potansiyel enerji.
analiz	: Bir bütünün parçalarını inceleyerek yapısını, işleyişini ve özelliklerini anlama süreci.
argüman	: Bir iddiayı desteklemek veya çürütmek amacıyla sunulan gerekçe ya da kanıt.
arkeolog	: Geçmiş uygarlıklara ait maddi kalıntıları bulup inceleyerek insanlık tarihi ve tarih öncesi hakkında bilgi edinen uzman kişi.
Arrhenius asidi	: Suda çözündüğünde hidrojen iyonu (H^+) oluşturan madde.
Arrhenius bazı	: Suda çözündüğünde hidroksit iyonu (OH^-) oluşturan madde.
asit-baz çifti	: Aralarında bir proton (H^+) farkı olan ve birbirine dönüşebilen madde çifti.
asitlik sabiti	: Belirli bir sıcaklıkta sulu çözeltide iyonlarıyla dengedeki bir asidin hidrojen iyonu (H^+) oluşturmalarının bir ölçüsü.
ayırma tepkimesi	: Bir bileşiğin birden fazla element ya da bileşiğe parçalandığı tepkime türü.

B

bağ enerjisi	: Gaz hâlindeki bir türün bir mol kovalent bağını kırmak için gereken enerji.
bağımlı değişken	: Deneyde değeri ölçülen ve bağımsız değişkendenki değişikliklerden etkilenen değişken.
bağımsız değişken	: Deneyde araştırmacının değiştirdiği ve bağımlı değişkeni etkilediği düşünülen değişken.
bağıntı	: İki ya da daha fazla nesne, olay, değişken vb. arasındaki ilişki.
basınç	: Birim alana dik olarak uygulanan kuvvet.
bazlık sabiti	: Belirli bir sıcaklıkta sulu çözeltide iyonlarıyla dengedeki bir bazın hidroksit iyonu (OH^-) oluşturmalarının bir ölçüsü.
biyobozunur	: Mikroorganizmalar tarafından parçalanabilen madde.
Brønsted-Lowry asidi	: Proton (H^+) verebilen madde.
Brønsted-Lowry bazı	: Proton (H^+) alabilen madde.
buhar	: Gazların özelliklerini taşıyan ancak bulunduğu sıcaklıkta herhangi bir basınçta sıvılaşabilen akışkan.
buhar basıncı	: Sıvı yüzeyinden ayrılan moleküllerin kendi sıvısı üzerine yaptığı basınç.
buhar reformasyonu	: Hidrokarbonların yüksek sıcaklıkta su buharı ile tepkimesiyle hidrojen gazı üretilmesi.

C-Ç

çarpışma teorisi	: Kimyasal bir tepkimenin çarpışmalar sonucu gerçekleştiğini ileri süren teori.
çıkarmı	: Mevcut bilgi, kanıt veya gözlemlerden mantıksal yollarla yeni bir sonuca ulaşma süreci.
çökelek	: Çözeltiden ayrılan ve dibe çöken madde.
çökme	: Doygunluk sınırının üzerinde olan iyonların birleşerek çözeltiden ayrılması.
çözelti	: İki veya daha fazla maddenin birbiri içerisinde homojen olarak karışmasıyla oluşan madde.
çözünme	: Bir maddenin başka bir madde içinde homojen olarak dağılması.
çözünürlük	: Belirli sıcaklık ve basınçta, belirli miktardaki çözücüde çözünebilen en fazla madde miktarı.
çözünürlük dengesi	: Dibinde katısı bulunan doymuş çözeltilerde çözünme hızı çökme hızına eşit olduğunda birim zamanda kapta bulunan katıdan çözeltiliye geçen iyonlar ile çöken iyonlar arasında kurulan denge.
çözünürlük çarpımı	: Suda az çözünen iyonik bir katının doymuş çözeltisindeki iyon derişimlerinin çarpımı.
çürüme	: Organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından parçalanarak daha basit bileşiklere dönüşmesi.

D-E-F

denge sabiti	: Denge anında ürünlerin ve tepkenlerin derişimleri oranıyla ilgili sabit bir değeri.
derişik çözelti	: Çözünen oranının fazla olduğu çözelti.
derişim	: Belirli miktardaki çözelti veya çözücüde çözünmüş olan madde miktarı.
dinamik	: Hareketli, sürekli değışen.
doygun çözelti	: Belirli bir sıcaklık ve basınçta bir çözücünün çözebildiği en fazla madde miktarıyla oluşturduğu çözelti.
doymamış çözelti	: Belirli bir sıcaklık ve basınçta bir çözücünün çözebildiği en fazla madde miktarından daha az madde miktarıyla oluşturduğu çözelti.
dönüm noktası	: Titrasyonda gözlemlenebilir bir fiziksel değışimin olduğu nokta.
ekosistem	: Belirli bir alanda yaşıyan canlılar ile cansız çevreleri arasındaki etkileşimlerin oluşturduğu bütünsel yapı.
ekzotermik tepkime	: Bulunduğu ortama ısı vererek gerçekleşen tepkime.
elektrot	: Elektron alışverişini sağlayan iletken bir malzeme.
emisyon	: Bir kaynaktan çevreye yayılan maddeler ya da enerji.
endotermik tepkime	: Bulunduğu ortamdan ısı alarak gerçekleşen tepkime.
enerji	: Maddede var olan ve ısı, ışık gibi farklı şekillerde ortaya çıkan güç.
entalpi	: Sabit basınç altındaki bir sistemin toplam içerdigi ısı miktarı.
enzim	: Biyolojik tepkimeleri hızlandıran protein yapılı katalizörler.
eş değeri noktası	: Titrasyonda eklenen titrant miktarı ile analiz edilen madde miktarının denk olduğu nokta.
eşik enerjisi	: Tepkenlerin ürünlere dönüşmesi için aşmaları gereken enerji bariyeri.
etkin çarpışma	: Ürün oluşumuyla sonuçlanan çarpışma.
faz	: Her tarafı aynı homojenlikte olan, sınırları tanımlanabilen, diğeri fazlardan fiziki olarak ayrılabilen sıvı, gaz veya katı sistemin bir parçası.
faktör	: Bir sonucu etkileyen etken.
fiziksel denge	: Maddelerin iç yapıları değışmeden sadece fiziksel hâlleri arasında ve belirli şartlarda kurulan denge.
fizyolojik	: Canlı organizmaların normal işlevleriyle ilgili.
fosil yakıt	: Canlı kalıntılarının çok uzun süre fiziksel ve kimyasal dönüşümlere uğraması sonucu oluşan enerji kaynakları.

G-Ğ-H

gaz	: Bulunduğu sıcaklıkta hiçbir basınç altında sıvılaştıramayan sıkıştırılabilir akışkan.
geri tepkime	: Tepkime sonucu oluşan ürünlerin tekrar tepkenlere dönüşmesi.
gerekçe	: Bir kararı, eylemi veya iddiayı haklı çıkarmak veya açıklamak için sunulan neden.
ginseng	: Geleneksel tıpta kullanılan, kısa boylu, yavaş büyüyen ve etli köklere sahip bir bitki türü.
harcanma hızı	: Tepkimeye giren maddelerin birim zamandaki azalma miktarı.
heterojen denge	: Tepkimeye giren maddeler ile ürünlerden en az birinin farklı fiziksel hâlde bulunduğu denge.
heterojen katalizör	: Tepkenlerden farklı fazdaki katalizör.
hız sabiti	: Belirli bir sıcaklıkta, tepkime hızını tepken derişimlerindeki değışimle ilişkilendiren orantı sabiti.
hipotez	: Olaylar arasındaki ilişkiyi açıklamaya yönelik, henüz kanıtlanmamış bilimsel bir önerme veya tahmin.
homojen denge	: Tepkimeye giren maddelerle ürünlerin aynı fazda bulunduğu denge.
homojen katalizör	: Tepkenlerle aynı fazdaki katalizör.

I-I-J

ileri tepkime	: Tepkenlerin ürünlere dönüştüğü tepkime.
indikatör	: Ortamdaki pH değerine göre renk değiştirebilen madde.
inhibitör	: Bir tepkimenin hızını yavaşlatan ya da tepkimeyi durduran madde.
irtifa	: Bir noktanın deniz seviyesinden yüksekliği.
itki gücü	: Bir cismi hareket ettirmek veya hareketine engel olan bir kuvvete karşı üstün gelmek için uygulanan itme kuvveti.
jel	: Bir ağ yapısı içerisinde hapsolmuş bol miktarda sıvı içeren yarı katı madde.
Joule ve Thomson olayı	: Gazların genleşmesi sırasında sıcaklıkların değişmesi olayı.

K-L

kalori	: Bir gram suyun sıcaklığını 1°C yükseltmek için gerekli ısı miktarı.
kalorimetre	: Kimyasal tepkimelerdeki veya fiziksel değişimlerdeki ısı değişimini ölçmede kullanılan cihaz.
kararlılık	: Bir sistemin veya durumun dış etkilere rağmen değişime direnme veya dengeyi koruma yeteneği.
katalizör	: Tepkime hızını artıran ve tepkime sonunda değişmeden çıkan madde.
kaynama noktası	: Bir sıvının buhar basıncının atmosfer basıncına eşit olduğu sıcaklık.
kimyasal denge	: İleri ve geri yöndeki tepkime hızlarının eşit olduğu, derişim ve sıcaklığın sabit kaldığı anda kurulan denge.
kinetik enerji	: Hareket eden cisimlerin sahip olduğu enerji.
kontrol değişkeni	: Deney boyunca sabit tutulan faktörler.
kristalizasyon	: Bir çözültide çözünmüş hâlde bulunan bir maddenin uygun koşullar sağlandığında düzenli bir yapı olan kristaller oluşturması.
kuru buz	: Katı karbon dioksit.
kuvvetli asit	: Suda tamamen iyonlaşarak yüksek oranda hidrojen iyonu (H^+) oluşturan asit.
kuvvetli baz	: Suda tamamen iyonlaşarak yüksek oranda hidroksit iyonu (OH^-) oluşturan baz.
Le Chatelier ilkesi	: Dengedeki bir sisteme dışarıdan bir etki uygulandığında sistemin bu etkiyi azaltacak yönde tepki vererek yeniden dengeye ulaştığını ifade eden ilke.
lokal anestezi	: Vücudun belirli bir bölgesindeki ağrı duyusunu geçici olarak ortadan kaldıran yöntem.

M-N

mekanizmalı tepkime	: Birden çok ara basamaktan oluşan tepkime.
metabolik olaylar	: Canlı organizmalarda yaşamın sürdürülmesi için gerçekleşen tüm yapım ve yıkım olayları.
mikroplastik	: 5 milimetreden küçük, 1 mikrometreden büyük plastik parçacıkları.
model	: Bir şeyin basitleştirilmiş veya soyutlanmış temsili.
molar çözünürlük	: 1 L doygun çözültide çözünmüş olan maddenin mol sayısı.
monofonksiyonel	: Tek bir işleve sahip olan.
nanoplastik	: 100 nanometreden küçük plastik parçacıkları.
nanoteknoloji	: Maddelerin atomik ve moleküler düzeyde düzenlenerek yeni malzemeler üretme bilimi.
nitelik	: Özellik.
normal koşullar	: 0 °C sıcaklık ve 1 atm basınç koşulları.
nötralleşme	: Bir asitle bazın tuz ve su oluşturduğu tepkime.
nükleer enerji	: Atom çekirdeğinden elde edilen enerji türü.

O-Ö-P-R

olasılık	: Bir şeyin gerçekleşme ihtimali.
oluşma hızı	: Tepkimede oluşan ürünlerin birim zamandaki artan miktarı.
ortalama tepkime hızı	: Belirli bir zaman aralığında tepkenlerin derişimindeki azalma veya ürünlerin derişimindeki artış miktarı.
ortak iyon etkisi	: Suda az çözünen bir tuzun çözeltisine tuzdaki iyonlardan birini içeren başka bir madde eklendiğinde bu tuzun çözünürlüğünün azalması.
ortam (çevre)	: Sistemin dışında kalan evren parçası.
otoiyonizasyon	: Kendiliğinden iyonlaşma.
ölçüt	: Bir şeyi değerlendirmek veya karşılaştırmak için kullanılan standart ya da kriter.
örüntü	: Belirli bir kurala ya da düzene göre tekrar eden.
paslanma	: Demirin oksijen ve su ile tepkimeye girerek pas oluşturması.
pH	: Hidrojen iyonu derişiminin (mol/L olarak) negatif logaritması.
piroliz	: Organik maddelerin oksijensiz ortamda yüksek ısı etkisiyle kimyasal olarak parçalanması.
pOH	: Hidroksit iyonu derişiminin (mol/L olarak) negatif logaritması.
polifonksiyonel	: Birden fazla işleve sahip olan.
polimer	: Çok sayıda küçük molekülün kimyasal bağlarla birleşerek oluşturduğu zincir yapılı büyük moleküller.
potansiyel	: Bir sistemin sahip olduğu gizli yetenek.
potansiyel enerji	: Bir cismin konumu, durumu ve yapısı nedeniyle sahip olduğu enerji.

S-Ş

seyreltik çözelti	: Çözünen madde oranı az olan çözelti.
sensör	: Çevresel değişiklikleri algılayıp elektriksel veya optik sinyallere dönüştüren cihaz.
sentez	: Basit maddelerden karmaşık maddelerin oluşturulması.
sera gazı	: Atmosferde ısıyı tutarak dünyanın ısınmasına neden olan gaz.
sistem	: Belli bir amaç için bir araya gelmiş, birbirleriyle ilişkili unsurlar bütünü.
standart oluşum entalpisi	: Bir bileşiğin standart koşullarda elementlerinden oluştuğu tepkimenin entalpisi.
standart tepkime entalpisi	: Standart şartlarda gerçekleşen bir tepkime sırasındaki enerji değişimi.

T

temas yüzeyi	: İki veya daha fazla maddenin birbiriyle doğrudan temas ettiği alanın büyüklüğü.
teori	: Olguları açıklayan, doğrulanmış gözlem ve deneylere dayanan sistemli bir düşünce yapısı.
tepken	: Tepkimeye giren madde.
tepkime	: Maddelerin atomlarının yeniden düzenlenerek yeni maddeler oluşturduğu süreç.
tepkime derecesi	: Tepkime hız denklemindeki derişimlerin üslerinin toplamı.
tepkime entalpisi	: Bir kimyasal tepkimede alınan ya da verilen ısı.
tepkime hızı	: Bir tepkimede birim zamandaki madde miktarı değişimi.
tepkime oranı	: Tepkimenin herhangi bir anındaki ürün ve tepken derişimleri oranı.
Termit tepkimesi	: Metal oksit ile alüminyum tozu arasında gerçekleşen ve yüksek ısı açığa çıkaran tepkime.
termodinamik	: Isı, iş, sıcaklık ve enerji arasındaki ilişkileri inceleyen bir bilim dalı.
termokimya	: Kimyasal tepkimelerdeki ısı değişimlerini ve enerji dönüşümlerini inceleyen bilim dalı.
tersinir (çift yönlü) tepkime	: Her iki yönde devam eden tepkime.
tersinmez tepkime	: Tepkimeye giren maddelerden birinin tükenmesi ile sonlanan tek yönlü tepkime.
tespit etme	: Bir şeyi belirleme, ortaya çıkarma veya fark etme.
titrasyon	: Derişimi bilinmeyen bir çözeltinin derişimini, derişimi bilinen bir çözelti kullanarak belirleme işlemi.
toksik	: Zehir etkisi gösteren.
tortu	: Bir sıvının içinde asılı duran katı parçacıkların zamanla dibe çökmesiyle oluşan birikinti.
trigliserit	: Bir gliserol molekülüne üç yağ asidi molekülünün bağlanmasıyla oluşan yağ türü.

U-Ü-V-Y-Z

uçucu sıvı	: Oda sıcaklığında kolaylıkla buharlaşabilen sıvı.
veri	: İşlenmemiş ham gerçekler, sayılar, semboller veya gözlemler.
yakıt	: Yandığında yüksek enerji açığa çıkarabilen madde.
yansıtma	: Bir kişinin kendi duygu ve düşüncelerini ifade etmesi.
yeşil hidrojen enerjisi	: Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak üretilen hidrojen enerjisi.
yoğunlaşma	: Bir maddenin gaz hâlden sıvı hâle geçmesi.
yüzey alanı	: Bir nesnenin dış yüzeyinin toplam büyüklüğü.
zayıf asit	: Suda kısmen iyonlaşan asit.
zayıf baz	: Suda kısmen iyonlaşan baz.

Kaynakça

ATKINS, P. ve JONES, L. (1999). *Temel Kimya Moleküller, Maddeler ve Değişimler* (Çeviri Editörleri E. KILIÇ, F. KÖSE-OĞLU ve H. YILMAZ). Ankara: Bilim Yayıncılık.

ARCAK, S. ve SÖZÜDOĞRU OK, S. (2012). *Ekoloji ve Çevre Bilgisi* (Ed. S. ARCAK). Eskişehir. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2352 Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1349.

CHANG, R. ve GOLDSBY, K. A. (2016). *Genel Kimya Temel Kavramlar* (Çeviri Editörleri R. İNAM, S. AKSOY ve T. UYAR). Ankara: Palme Yayıncılık.

MORTIMER, C. E. (1993). *Modern Üniversite Kimyası* (Çeviren T. ALTINATA). İstanbul: Çağlayan Kitabevi.

NIVALDO J. TRO (2016). *Genel Kimya Moleküler Bir Yaklaşımla Kimyanın İlkeleri* (Çeviri Editörleri E. KÖKSAL ve A. DENİZLİ). İstanbul: Nobel Yayıncılık.

PETRUCCI, R. H., HERRING, F. G., MADURA, J. D. ve BISSONNETTE, C. (2015). *Genel Kimya İlkeler ve Modern Uygulamalar* (Çeviri Editörleri T. UYAR, S. AKSOY ve R. İNAM). Ankara: Palme Yayıncılık.

SIENKO, M. J. ve PLANE, R. A. (1983). *Temel Kimya* (Çevirenler N. GÜNDÜZ, T. GÜNDÜZ ve C. TÜZÜN). Ankara: Savaş Kitap ve Yayınevi.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Kimya Dersi Öğretim Programı (9 ve 12. Sınıflar). Ankara.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programları Ortak Metni. Ankara.

TDK (2012). *Yazım Kılavuzu*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

TEZ, Z. (2000). *Kimya Tarihi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

TUNALI, N. K. ve ÖZKAR, S. (2011). *Anorganik Kimya*. Ankara: Gazi Kitabevi.

NOT: Kaynakça APA-6 formatına göre hazırlanmıştır.



Cevap anahtarı için karekodu kullanınız.



Görsel, genel ağ ve e-içerik kaynakçası için karekodu kullanınız.

