ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ
11. Sınıf
KİMYA

KİM.11.1.1. Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin deney yapabilme

KİM.11.1.1. Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin deney yapabilme

a) Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimini gözlemlemek amacıyla deney tasarlar ve tasarladığı deneyi gerçekleştirir.
b) Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin elde ettiği sonuçları günlük hayattaki olayları açıklamak için kullanır.

ACİL DURUM ISI PAKETLERİ



Emre, doğa sporları ve acil durum ekipmanları geliştiren bir firmanın Ar-Ge laboratuvarında çalışan kimya mühendisidir. Firma; dağcılık, kamp, arama kurtarma ve spor yaralanmalarında kullanılmak üzere taşınabilir ısıtıcı ve soğutucu paketler üretmektedir. Firmanın ürettiği paketlerle ilgili yapılan kullanıcı değerlendirmelerinde bazı sorunlar belirlenmiştir. Soğutucu paketlerden bazılarının yeterince soğumadığı, ısıtıcı paketlerden bazılarının ise ihtiyaç duyulandan daha kısa süre sıcak kaldığı bildirilmiştir.

Ayrıca paketlerin içinde gerçekleşen olayların fiziksel mi yoksa kimyasal mı olduğu ve bu olaylar sırasında enerjinin hangi yönde aktarıldığı konusunda ürün tanıtım metinlerinde farklı açıklamalara yer verildiği görülmüştür. Ar-Ge birimi, ısıtıcı ve soğutucu paketlerde hangi fiziksel ve kimyasal süreçlerden yararlanılabileceğini belirlemek amacıyla yeni paketler tasarlamayı planlamaktadır.

- Soğutucu paket: Spor yaralanmalarında şişliği azaltmak için kullanılacaktır.
- Isıtıcı paket: Soğuk hava koşullarında vücudu ısıtmak için kullanılacaktır.

Ar-Ge birimi Emre'den fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimlerini deneysel olarak incelemesini ister. Emre, araştırmaya başlamadan önce piyasadaki paketlerin çalışma ilkelerini inceler. Bazı soğutucu paketlerde bir maddenin suda çözünmesinden, bazı ısıtıcı paketlerde ise bir maddenin kristallenmesinden veya kimyasal tepkimeye girmesinden yararlanıldığını belirler. Emre, aşağıdaki olayları incelemeye karar verir.

- Ürenin suda çözünmesi
- Aşırı doymuş sodyum tiyosülfat çözeltisinin kristallenmesi
- Sitrik asit ile sodyum bikarbonatın tepkimeye girmesi
- Demir yününün havadaki oksijenle tepkimeye girmesi

Emre'nin incelemeye karar verdiği dört olay sırasında gerçekleşen enerji değişimlerini gözlemlemek amacıyla her bir olay için ayrı bir deney tasarlayınız. Deney tasarımlarınızı yaparken aşağıda verilen malzemelerden kullanmanız gerekenleri seçerek her deney için ilgili formda belirtilen kısıma yazınız.

Malzemeler
• Sodyum tiyosülfat pentahidrat • Sitrik asit • Sodyum bikarbonat • İnce demir yünü • Hacimce %5'lik sirke • Saf su • Küçük beherglas • Büyük deney tüpü • Termometreler • Dereceli silindir • Terazi • Spatül • Cam baget • Kronometre • Maşa • Deney tüpü standı ve tutacağı • Lastik bant • Sıcak su banyosu • Koruyucu gözlük ve eldiven • Su bardağı

Deney Tasarım Formu	
Olay	Ürenin suda çözünmesi
Deneyin amacı	Ürenin suda çözünmesi sırasında meydana gelen sıcaklık değişimini belirleyerek olayın endotermik veya ekzotermik olduğunu tespit etmek
Sıcaklık değişimine ilişkin tahmininiz	Üre suya eklendiğinde karışımın sıcaklığı azalacaktır.
Tahmininizin gerekçesi	Ürenin çözünmesi sırasında sistem, çevresinden ısı alırsa sistemin çevresinde, dolayısıyla ölçülen karışımda, sıcaklık azalması gözlenir.
Kullanılacak araç ve gereçler	Beher, termometre, 50 mL'lik dereceli silindir, terazi, spatül, cam baget ve kronometre
Kullanılacak maddeler ve miktarları	Oda sıcaklığında 50 mL saf su ve 5,0 g üre
Bağımsız değişken	Üre suya eklendikten sonra geçen süre
Bağımlı değişken	Üre-su karışımının sıcaklığı
Kontrol altında tutulacak değişkenler	Suyun hacmi ve başlangıç sıcaklığı, üre miktarı, kullanılan kap, karıştırma süresi ve hızı, termometrenin konumu, ölçüm aralıkları ve ortam sıcaklığı
Kaydedilecek ölçüm ve gözlemler	Karışımın sıcaklığı; ürenin çözünme durumu ve karışımın görünümü
Ölçümlerin yapılacağı zaman aralıkları	Üre eklenmeden önce ve üre eklendikten sonra 30 saniyede bir, toplam 3 dakika
Alınacak güvenlik önlemleri	Koruyucu gözlük ve eldiven kullanılmalı; üre tozu solunmamalı ve tadına bakılmamalı; termometre kabın tabanına veya kenarına temas ettirilmemelidir.

Deneyin Yapılışı	
1. Basamak	Koruyucu gözlük ve eldiven takılır, deney düzeneği hazırlanır.
2. Basamak	Dereceli silindirle 50 mL saf su ölçülerek su bardağına aktarılır.
3. Basamak	Termometre suya yerleştirilir ve suyun başlangıç sıcaklığı kaydedilir.
4. Basamak	Elektronik terazide 5,0 g üre tartılır.
5. Basamak	Üre suya eklenir, kronometre çalıştırılır ve karışım sabit hızla karıştırılır.
6. Basamak	Karışımın sıcaklığı 30 saniyede bir ölçülür, ürenin çözünmesine ilişkin gözlemler kaydedilir.
7. Basamak	En düşük sıcaklık ile başlangıç sıcaklığı karşılaştırılır ve sıcaklık değişimi hesaplanır.

Deney Tasarım Formu	
Olay	Aşırı doymuş sodyum tiyosülfat çözeltisinin kristallenmesi
Deneyin amacı	Aşırı doymuş sodyum tiyosülfat çözeltisinin kristallenmesi sırasında meydana gelen sıcaklık değişimini belirlemek
Sıcaklık değişimine ilişkin tahmininiz	Kristallenme başladığında sistemin sıcaklığı artacaktır.
Tahmininizin gerekçesi	Kristal yapı oluşurken sistem, çevresine ısı verirse çevrenin ve ölçülen sistemin sıcaklığında artış gözlenir.
Kullanılacak araç ve gereçler	Büyük deney tüpü veya küçük beherglas, termometre, deney tüpü tutacağı, spatül, kronometre ve deney tüpü standı
Kullanılacak maddeler ve miktarları	Oda sıcaklığına kadar soğutulmuş yaklaşık 20 mL aşırı doymuş sodyum tiyosülfat çözeltisi ile bir küçük sodyum tiyosülfat kristali
Bağımsız değişken	Kristal eklendikten sonra geçen süre
Bağımlı değişken	Sodyum tiyosülfat sisteminin sıcaklığı
Kontrol altında tutulacak değişkenler	Çözeltinin hacmi ve derişimi, başlangıç sıcaklığı, kullanılan kap, tohum kristalin büyüklüğü, termometrenin konumu, ortam sıcaklığı ve ölçüm aralıkları
Kaydedilecek ölçüm ve gözlemler	Sistemin sıcaklığı, kristallerin oluşmaya başladığı zaman, kristallenme hızı ve sistemin görünümündeki değişim
Ölçümlerin yapılacağı zaman aralıkları	Kristal eklenmeden önce, eklendikten sonra ilk dakika 15 saniyede bir, sonraki iki dakika 30 saniyede bir
Alınacak güvenlik önlemleri	Koruyucu gözlük ve eldiven kullanılmalı, çözeltiye elle temas edilmemeli, cam malzemeler dikkatli kullanılmalı, çözelti öğrenciler tarafından hazırlanacaksa sıcak su banyosu kullanılmalı ve kapalı bir kap doğrudan ısıtılmamalıdır.

Deneyin Yapılışı	
1. Basamak	Koruyucu gözlük ve eldiven takılır, aşırı doymuş çözeltinin kristallenmemiş olduğu kontrol edilir.
2. Basamak	Termometre, kabın tabanına ve kenarlarına temas etmeyecek şekilde çözeltiye yerleştirilir.
3. Basamak	Çözeltinin başlangıç sıcaklığı ölçülerek kaydedilir.
4. Basamak	Çözeltiye küçük bir sodyum tiyosülfat kristali eklenir ve kronometre çalıştırılır.
5. Basamak	Kristallerin oluşmaya başladığı bölge ve kristallenmenin sistem içerisindeki ilerleyişi gözlenir.
6. Basamak	Sıcaklık belirlenen zaman aralıklarında ölçülerek kristallenmeye ilişkin gözlemlerle birlikte kaydedilir.
7. Basamak	Ulaşılan en yüksek sıcaklık ile başlangıç sıcaklığı karşılaştırılarak sıcaklık değişimi hesaplanır.

Deney Tasarım Formu	
Olay	Sitrik asit ile sodyum bikarbonatın tepkimeye girmesi
Deneyin amacı	Sitrik asit ile sodyum bikarbonatın tepkimesi sırasında meydana gelen sıcaklık değişimini ve kimyasal değişim belirtilerini belirlemek
Sıcaklık değişimine ilişkin tahmininiz	Tepkime sırasında karışımın sıcaklığı azalacaktır.
Tahmininizin gerekçesi	Tepkime sistemi çevreden ısı alırsa sistemin çevresinde ve ölçülen karışımda soğuma gözlenir.
Kullanılacak araç ve gereçler	Beher, termometre, elektronik terazi, spatül, 50 mL'lik dereceli silindir, cam baget ve kronometre
Kullanılacak maddeler ve miktarları	Oda sıcaklığında 50 mL saf su, 2,0 g sitrik asit ve yaklaşık 2,6 g sodyum bikarbonat
Bağımsız değişken	Sodyum bikarbonat eklendikten sonra geçen süre
Bağımlı değişken	Tepkime karışımının sıcaklığı
Kontrol altında tutulacak değişkenler	Su hacmi ve başlangıç sıcaklığı, sitrik asit ve sodyum bikarbonat miktarları, kullanılan kap, karıştırma hızı, termometrenin konumu, ortam sıcaklığı ve ölçüm aralıkları
Kaydedilecek ölçüm ve gözlemler	Karışımın sıcaklığı; gaz kabarcığı, köpürme ve diğer gözlenebilir değişimler
Ölçümlerin yapılacağı zaman aralıkları	Tepkime başlatılmadan önce, ilk dakika 15 saniyede bir, sonraki iki dakika 30 saniyede bir
Alınacak güvenlik önlemleri	Koruyucu gözlük ve eldiven kullanılmalı, maddeler solunmamalı ve tadına bakılmamalı, gaz oluşacağı için deney kabının ağzı kesinlikle kapatılmamalıdır.

Deneyin Yapılışı	
1. Basamak	Koruyucu gözlük ve eldiven takılır, araç ve gereçler hazırlanır.
2. Basamak	Dereceli silindirle 50 mL saf su ölçülerek behere aktarılır.
3. Basamak	Suya 2,0 g sitrik asit eklenir ve çözünene kadar karıştırılır.
4. Basamak	Sitrik asit çözeltisinin başlangıç sıcaklığı ölçülerek kaydedilir.
5. Basamak	Çözeltiye 2,6 g sodyum bikarbonat eklenir ve aynı anda kronometre çalıştırılır.
6. Basamak	Karışımın sıcaklığı belirlenen zaman aralıklarında ölçülür, gaz çıkışı ve köpürme gibi değişimler kaydedilir.
7. Basamak	En düşük sıcaklık ile başlangıç sıcaklığı karşılaştırılarak sıcaklık değişimi hesaplanır.

Deney Tasarım Formu	
Olay	Demir yününün havadaki oksijenle tepkimeye girmesi
Deneyin amacı	Demir yününün oksitlenmesi sırasında meydana gelen sıcaklık değişimini ve kimyasal değişim belirtilerini belirlemek
Sıcaklık değişimine ilişkin tahmininiz	Demir yünü oksitlendikçe sıcaklığı artacaktır.
Tahmininizin gerekçesi	Demirin oksijenle tepkimesi sırasında sistem ,çevresine ısı verirse termometrede sıcaklık artışı gözlenir.
Kullanılacak araç ve gereçler	Bardak, termometre, elektronik terazi, beherglas, kronometre, maşa ve lastik bant
Kullanılacak maddeler ve miktarları	Yaklaşık 5,0 g sabun içermeyen ince demir yünü ve 20 mL %5'lik sirke
Bağımsız değişken	Demir yününün oksijenle temasından sonra geçen süre
Bağımlı değişken	Demir yününün bulunduğu sistemin sıcaklığı
Kontrol altında tutulacak değişkenler	Demir yününün miktarı ve yüzey alanı, sirkenin hacmi ve derişimi, sirkeyle temas süresi, kullanılan kap, başlangıç sıcaklığı, termometrenin konumu, hava miktarı ve ölçüm aralıkları
Kaydedilecek ölçüm ve gözlemler	Sistemin sıcaklığı; demir yününün renk ve görünümündeki değişiklikler
Ölçümlerin yapılacağı zaman aralıkları	Başlangıçta ve oksitlenme başladıktan sonra 1 dakikada bir, toplam 10 dakika
Alınacak güvenlik önlemleri	Koruyucu gözlük ve eldiven kullanılmalı; demir yünü liflerine çıplak elle dokunulmamalı, demir yünü alevden, kıvılcımdan ve elektrik kaynaklarından uzak tutulmalı, demir yünün üzerindeki fazla sirke maşa yardımıyla uzaklaştırılmalıdır.

Deneyin Yapılışı	
1. Basamak	Koruyucu gözlük ve eldiven takılır, kavanoz içerisindeki başlangıç sıcaklığı ölçülür.
2. Basamak	Yaklaşık 5,0 g ince demir yünü gevşetilerek yüzey alanı artırılır.
3. Basamak	Demir yünü 20 mL sirke içerisinde yaklaşık bir dakika bekletilir.
4. Basamak	Demir yünü maşa ile çıkarılır ve üzerindeki fazla sirke akıtılır.
5. Basamak	Demir yünü termometrenin haznesini çevreleyecek şekilde gevşekçe sarılır ve geniş ağızlı kavanoza yerleştirilir.
6. Basamak	Sıcaklık birer dakikalık aralıklarla ölçülür, demir yününün rengindeki ve görünümündeki değişiklikler kaydedilir.
7. Basamak	En yüksek sıcaklık ile başlangıç sıcaklığı karşılaştırılarak sıcaklık değişimi hesaplanır.

Tasarladığınız deneyleri gerçekleştiriniz. Deney sonuçlarınıza göre her bir olayın soğutucu pakette mi yoksa ısıtıcı pakette mi kullanılmaya uygun olduğunu belirleyiniz. Kararınızı, olay sırasında gözlediğiniz sıcaklık değişimine dayandırarak açıklayınız.

Soğutucu pakette ürenin suda çözünmesi veya sitrik asit ile sodyum bikarbonatın tepkimesi kullanılabilir.
Bu olaylar sırasında sıcaklık azaldığı için paket çevresini soğutur.
Isıtıcı pakette ise sodyum tiyosülfatın kristallenmesi veya demir yününün oksijenle tepkimesi kullanılabilir.
Bu olaylar sırasında sıcaklık arttığı için paket çevresini ısıtır.

Deneylerden elde ettiğiniz sonuçlara göre aşağıdaki tabloyu uygun şekilde işaretleyiniz.

Olay	Fiziksel	Kimyasal	Ekzotermik	Endotermik
Ürenin suda çözünmesi	✔			✔
Aşırı doymuş sodyum tiyosülfat çözeltisinin kristallenmesi	✔		✔	
Sitrik asit ile sodyum bikarbonatın tepkimeye girmesi		✔		✔
Demir yününün havadaki oksijenle tepkimeye girmesi		✔	✔	

Aşağıdaki günlük yaşam olaylarını inceleyiniz. Her bir olayın fiziksel mi kimyasal mı olduğunu ve enerji değişimi bakımından endotermik mi ekzotermik mi gerçekleştiğini belirleyiniz. Cevabınızı gerekçelendiriniz.

Günlük Yaşam Olayı	Olay Türü	Enerji Değişimi	Gerekçe
Kolonyanın buharlaşması	Fiziksel	Endotermik	Kolonya buharlaşırken çevresinden, özellikle elden, ısı alır. Bu nedenle elde serinlik hissedilir.
Eritilmiş mumun katılaşması	Fiziksel	Ekzotermik	Mum katılaşırken çevresine ısı verir. Maddenin kimliği değişmediği için fiziksel olaydır.
Kekin fırında pişmesi	Kimyasal	Endotermik	Kekin pişmesi sırasında yeni maddeler oluşur ve sistem fırından ısı alır.
Kendiliğinden ısınan yemek paketinde kalsiyum oksidin suyla tepkimesi	Kimyasal	Ekzotermik	Tepkime sırasında yeni bir madde oluşur ve çevreye ısı verildiği için paket ısınır.

NOTLAR

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ

11. Sınıf

KİMYA

KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme

KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme

a) Yanma tepkimeleri temelinde maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin problemleri tanımlar.
b) Yanma tepkimeleri temelinde maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin neden-sonuç ilişkilerini belirler.
c) Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyellerinin tespitine yönelik oluşturduğu neden-sonuç ilişkileri temelinde bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirler.
ç) Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere deneyler yapar.
d) Deneyler sonucunda yakıtların veya canlılara enerji veren maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin önermelerini bilimsel veriler temelinde geliştirir.

YANARTAŞ



Antalya'nın Çıralı bölgesinde bulunan Yanartaş, yaklaşık 2.500 yıldır devam eden doğal alevleriyle geçmişte denizciler için bir işaret olmuş, günümüzde ise jeoloji ve kimya araştırmalarına konu olmuştur.

Alevlerin kaynağı; suyun demir ve magnezyum bakımından zengin kayaçlarla etkileşime girmesidir. Bu süreçte gerçekleşen tepkimeler,

$3Fe_2SiO_4(k) + 2H_2O(s) \rightarrow 2Fe_3O_4(k) + 3SiO_2(k) + 2H_2(g)$

$CO_2(g) + 4H_2(g) \rightarrow CH_4(g) + 2H_2O(s)$

şeklindedir.

Gaz akışı; çatlak yapısı, yer altı suyu, yağış ve çıkış kanallarındaki tıkanmalar gibi etkenlere bağlı olarak değişebilir. Yanartaş alevleri çatlaklarından çıkan yanıcı gazların oksijenle temas ederek tutuşması sonucu oluşur. Ancak bir gazın yanıcı olması, onun doğrudan uygun bir enerji kaynağı olarak değerlendirilebileceği anlamına gelmez. Yanartaş'tan çıkan gazların enerji kaynağı olarak değerlendirilebilmesi; gazın bileşimi, miktarı, akış sürekliliği, toplanabilirliği, enerji verimi ve çevresel etkileri gibi çeşitli özelliklerin incelenmesini gerektirir.

Yanartaş'ta uzun süredir devam eden doğal alevleri oluşturan gazların hacimce ortalama bileşimi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Bileşen	Hacimce Oran
Metan (CH_4)	%87
Hidrojen (H_2)	%10
Diğer gazlar	%3

Yanartaş'tan çıkan gazların bileşimi ve yanma sırasında açığa çıkardıkları enerjiden yararlanarak bu gazların enerji kaynağı olarak kullanımına ilişkin araştırılabilir bir problem cümlesi yazınız.

Yanartaş'tan çıkan gazların miktarı, akış sürekliliği ve yanma sonucu sağladığı enerji, bu gazların sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak kullanılabilmesi için yeterli midir?

Yanartaş bölgesinde enerji tesisi kurulmak istenirse önce hangi problemin çözülmesi gerektiğini yazınız.

Yanartaş'tan çıkan gazın debisi ile birim zamanda sağladığı enerjinin sürdürülebilir enerji üretimi için yeterli ve kararlı olup olmadığının belirlenmesidir.

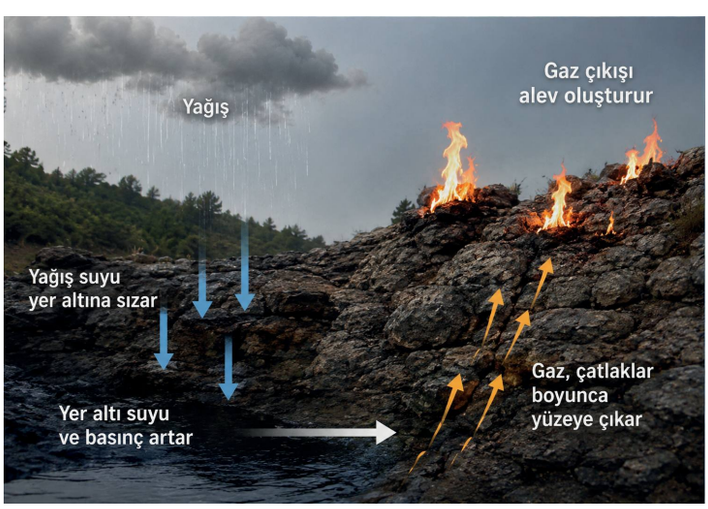
Aşağıdaki tabloda bazı yakıtların ısıl değerleri ve CO_2 emisyonları verilmiştir.

Yakıt Türü	Isıl Değer (MJ/m^3)	CO_2 Emisyonu (g/MJ)
Yanartaş Gazı	33,5	180
Doğal Gaz (Ticari)	38	200
LPG	93	230

Buna göre Yanartaş gazının endüstriyel bir enerji tesisinde yakıt olarak kullanılmasını gerekli yakıt miktarı ve CO_2 emisyonu açısından değerlendiriniz.

Yanartaş gazının ısıl değeri doğal gaz ve LPG'den daha düşük olduğundan aynı miktarda enerji elde etmek için daha fazla yakıt kullanılması gerekir. Buna karşılık Yanartaş gazının birim enerji başına CO_2 emisyonu diğer iki yakıttan daha düşüktür. Bu nedenle Yanartaş gazı, gerekli yakıt miktarı açısından dezavantajlı; CO_2 emisyonu açısından ise daha avantajlıdır.

Yer altı gazlarının yüzeye çıkış süreci görselde ve mevsime bağlı ortalama alev yüksekliği aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

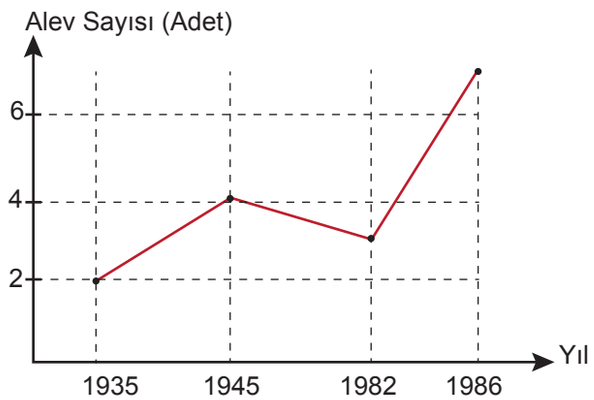


Mevsimsel Gözlem Verileri		
Mevsim	**Yağış Düzeyi**	**Ortalama Alev Yüksekliği**
Yaz	Düşük	40 cm
Sonbahar	Orta	55 cm
Kış	Yüksek	90 cm
İlkbahar	Orta	60 cm

Yağış düzeyi ile ortalama alev yüksekliği arasındaki neden-sonuç ilişkisini yazınız.

Yağış arttıkça yer altı suyu ve gözenek basıncı artar. Bu durum gazın yüzeye doğru itilmesini kolaylaştırarak alev yüksekliğinin artmasına yol açar.

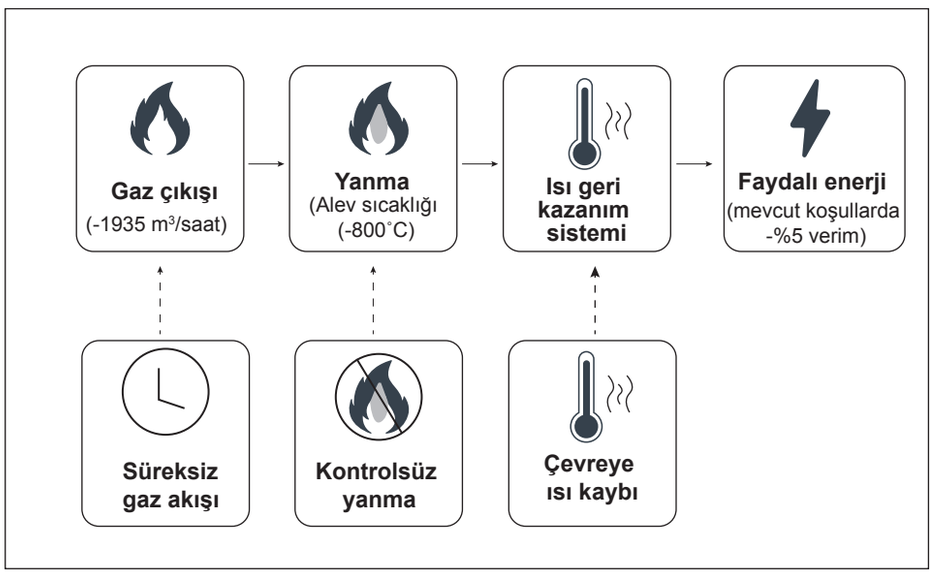
Yanartaş'ta aktif alev noktalarının yıllara göre sayılarındaki değişimler aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Yanartaş'taki alev noktalarının yıllara göre değişimini, bu kaynağın enerji üretimindeki sürekliliği açısından değerlendiriniz.

Alev noktalarının ve gaz çıkış yollarının değişken olması, kaynağın kararlılığının sınırlı olabileceğini gösterir. Bu nedenle enerji amaçlı kullanımda süreklilik ve güvenilirlik ayrıca araştırılmalıdır.

Aşağıdaki diyagrama göre Yanartaş gazının kimyasal enerji içeriğinin düşük olduğu söylenebilir mi? Cevabınızı aşağıdaki kutucuklardan birini "x" ile işaretleyerek belirtiniz. Gerekçenizi yazınız.



Evet: ☐

Hayır: ☒

Gerekçe: Düşük verimin temel nedeni gazın kimyasal enerji içeriğinin düşük olması değil, yanma sırasında açığa çıkan ısının kontrolsüz ve yalıtımsız ortamda yeterince toplanamamasıdır. Çevreye aktarılan ısı arttıkça yararlı enerji miktarı ve sistem verimi azalır.

Yanartaş'ta belirli bir gaz çıkış noktasında, son 24 saatte yağış miktarı ile ortalama alev yüksekliği arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Ortalama alev yüksekliği her gün aynı saatte, beş dakika boyunca ve aynı çıkış noktasından ölçülmektedir.

Bu araştırmanın bağımsız değişkenini, bağımlı değişkenini ve kontrol değişkenini yazınız.

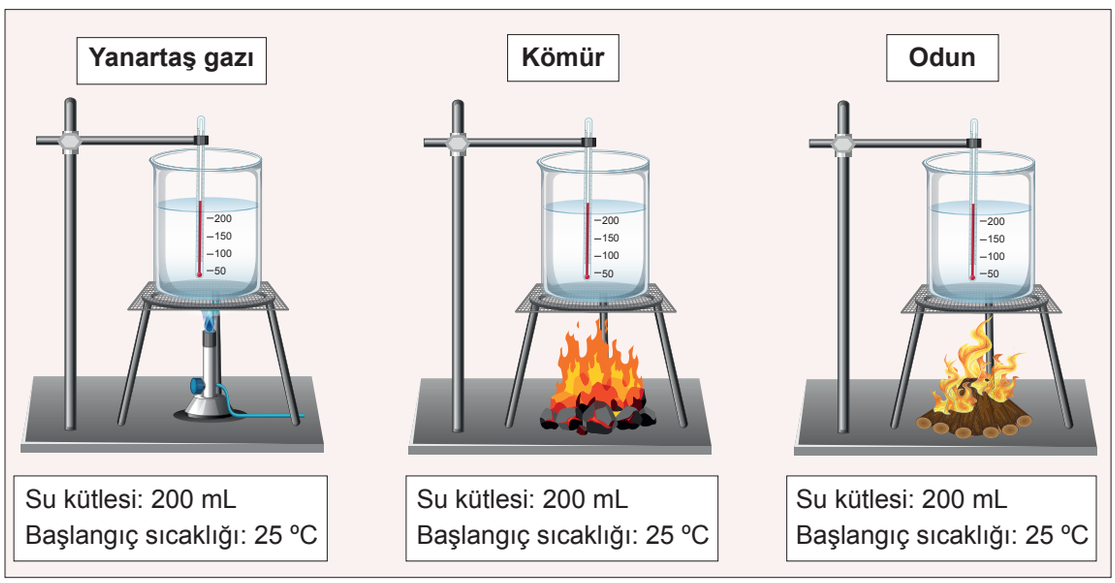
Bağımsız değişken: Toplam yağış miktarı

Bağımlı değişken: Ortalama alev yüksekliği

Kontrol değişkenleri: Gaz çıkış noktası, ölçüm saati ve süresi

Bir mühendis, Yanartaş gazının enerji kaynağı olarak kullanılma potansiyelini araştırmak amacıyla aşağıdaki iki aşamalı çalışmayı gerçekleştirmiştir.

1. Aşama: Yanartaş gazı, kömür ve odunun eşit kütlelerini özdeş kalorimetre düzeneklerinde tamamen yakmış, eşit miktarda ve aynı başlangıç sıcaklığındaki sularda meydana gelen sıcaklık artışlarını ölçmüştür.



2. Aşama: Toplam gaz hacmini ve yanmayan gazların oranını sabit tutarak CH_4 ve H_2 oranları farklı olan A, B ve C gaz karışımlarını aynı deney koşullarında yakmıştır ve aşağıdaki tabloda yer alan verileri elde etmiştir.

Karışım	H_2 (%)	CH_4 (%)	Yanmayan Gazlar (%)	Sıcaklık Farkı, ΔT (°C)
A	10	87	3	12,5
B	20	77	3	10,5
C	30	67	3	8,5

Araştırmanın iki aşamasında incelenen bağımsız değişkenleri ve ortak bağımlı değişkeni yazınız.

- **1. Aşamanın bağımsız değişkeni:** Kullanılan yakıt türü
- **2. Aşamanın bağımsız değişkeni:** Gaz karışımındaki CH_4 ve H_2 oranları
- **Ortak bağımlı değişken:** Suyun sıcaklık farkı (ΔT)

Sonuçların yalnızca bağımsız değişkenlere bağlanabilmesi için her aşamada sabit tutulması gereken en az üç değişken yazınız.

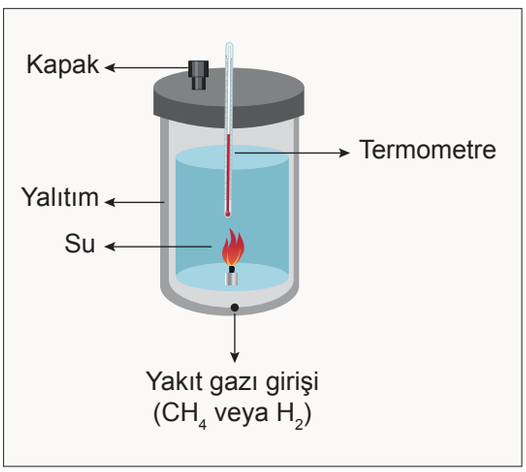
1. Aşamada sabit tutulması gereken değişkenler:

- Yakıt kütlesi
- Su kütlesi
- Suyun başlangıç sıcaklığı
- Kalorimetrenin özellikleri ve yalıtımı
- Yakıt ile kap arasındaki uzaklık
- Yanmanın tamamlanması için sağlanan oksijen koşulları

2. Aşamada sabit tutulması gereken değişkenler:

- Toplam gaz hacmi
- Yanmayan gazların oranı
- Gazların sıcaklığı ve basıncı
- Su kütlesi
- Suyun başlangıç sıcaklığı
- Kalorimetrenin özellikleri
- Yanma koşulları

Yanma tepkimesinin ısıl değerini etkileyen faktörleri araştırmak isteyen bir öğrenci, görseldeki deney düzeneğini kullanarak gaz karışımındaki CH_4 ve H_2 oranını aşağıdaki tabloda değiştirmiştir.



Kapalı ve Yalıtımlı Kalorimetre

Karışım	H_2 (%)	CH_4 (%)	ΔT (1. Ölçüm)	ΔT (2. Ölçüm)	ΔT (3. Ölçüm)	ΔT (ortalama)
A	10	87	12,4	12,5	12,6	**12,5**
B	20	77	10,4	10,5	10,6	**10,5**
C	30	67	8,4	8,5	8,6	**8,5**

Bu tür enerji karşılaştırma deneylerinde neden kapalı ve yalıtımlı bir kalorimetre kullanılmalıdır?

Kapalı ve yalıtımlı kalorimetre çevreye olan ısı kaybını azaltır. Böylece ölçülen sıcaklık artışı, yakıtın yanması sonucunda suya aktarılan enerji daha doğru ölçülür.

Yapılan deneyden "Eşit kütlede ve aynı koşullarda tamamen yakılan hidrojen, metana göre suya daha fazla enerji aktarır." **hipotezinin doğru olup olmadığı anlaşılabilir mi? Cevabınızı gerekçenizle birlikte yazınız.**

Evet anlaşılabilir. Eşit kütlede CH_4 ve H_2 özdeş kalorimetrelerde tamamen yakılır; suyun sıcaklık artışı veya bir gram yakıt başına aktarılan ısı karşılaştırılır.

Verilen bilgilere göre Yanartaş gazının enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin avantajını ve sınırlılığını içeren birer bilimsel önerme yazınız.

Yanartaş gazı, düşük CO_2 emisyonu nedeniyle yerel bir enerji kaynağı olabilir; ancak düşük hacimsel ısıl değeri ve düzensiz gaz debisi kullanımını sınırlar.

Eşit kütlede hidrojen ve metan, yeterli oksijen bulunan özdeş kalorimetrelerde tamamen yakılmıştır. Hidrojenin alt ısıl değeri yaklaşık 120 MJ/kg, metanınki ise yaklaşık 50 MJ/kg'dır. Deneyde hidrojenin suyun sıcaklığını daha fazla artırdığı gözlenmiştir.

Buna göre hidrojen ve metan gazlarının tam yanma tepkimelerini yazınız.

$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

Alt ısıl değeri 120 MJ/kg olan hidrojen gazı ile 50 MJ/kg olan metan gazı yakıtlarının kütle başına enerjilerini ve CO_2 emisyonlarını karşılaştırınız.

Isıl değerlere göre hidrojen, kütle başına metandan yaklaşık 2,4 kat fazla enerji sağlar ve yanma sırasında doğrudan CO_2 oluşturmaz. Metanın yanması ise CO_2 oluşturur.

Hidrojenin enerji kaynağı olarak kullanımına ilişkin bilimsel bir önerme yazınız.

Hidrojen kütle başına yüksek enerji sağlayan ve yanma aşamasında doğrudan CO_2 oluşturmayan bir yakıt olabilir. Ancak çevresel üstünlüğünün belirlenmesinde üretim yöntemi, depolama ve taşıma koşulları da dikkate alınmalıdır.

Yanartaş gazının enerji içermesi, hidrojen bulundurması ve uzun yıllardır yanması dikkate alındığında "Yanartaş kesin olarak temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır." **hipotezini değerlendiriniz.**

Yanartaş gazı yanıcıdır ve enerji potansiyeline sahiptir. Ancak gaz akışının sürekliliği, toplanabilir miktar ve sürekliliği yeterli olmadığı için kesin temiz, yenilenebilir enerji kaynağı olduğu söylenemez.

NOTLAR

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ
11. Sınıf
KİMYA

KİM.11.1.3. Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

KİM.11.1.3. Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

a) Farklı tepkimelerde kırılan ve oluşan bağların enerjileri ile tepkimelerin entalpi değişimi arasında keşfettiği örüntüyü matematiksel olarak modeller.
b) Matematiksel modelini kullanarak bir tepkimenin endotermik ya da ekzotermik olma durumuna ilişkin genellemeler yapar.

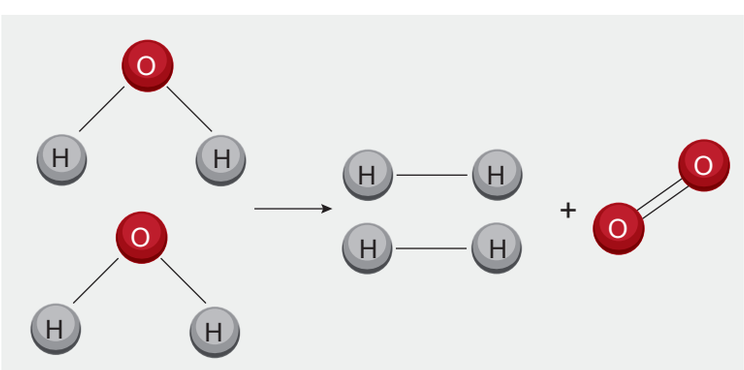
HİDROJENİN GÜCÜ



Dünya genelinde artan enerji ihtiyacı ve fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar, bilim insanlarını ve mühendisleri daha temiz ve sürdürülebilir enerji kaynakları aramaya yöneltmiştir. Bu arayışın en önemli adaylarından biri ise hidrojen gazıdır.

Ancak hidrojen gazı doğada serbest hâlde bulunmaz, genellikle bileşikler hâlinde yer alır. Bu nedenle hidrojen elde etmek için çeşitli yöntemler kullanılır. En yaygın yöntemlerden biri, suyun elektrik enerjisi yardımıyla bileşenlerine ayrılması yani elektroliz işlemidir.

Suyun elektroliz tepkimesi $2H_2O(g) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$ şeklindedir.



Bu elektroliz tepkimesi gerçekleşirken hangi bağların kırıldığını ve oluştuğunu bağ sayıları ile yazınız.

Kırılan bağlar: O-H bağı (4 tane)

Oluşan bağlar: H-H bağı (2 tane) O=O bağı (1 tane)

Aşağıdaki tabloda bu tepkimedeki moleküllerin içerdiği kimyasal bağlar ve ortalama bağ enerjileri verilmiştir.

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

Tabloya göre tepkimedeki kırılan ve oluşan bağların ortalama bağ enerjileri toplamlarını hesaplayınız.

Kırılan bağların ortalama bağ enerjileri toplamı: 4x464=1856 kJ/mol

Oluşan bağların ortalama bağ enerjileri toplamı: (2x436) + 498= 1370 kJ/mol

Sabit basınç altında kimyasal bir tepkimedeki ısı değişimine tepkime entalpi değişimi denir ve $\Delta H_{tepkime}$ ile gösterilir.

$2H_2O(g) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$ tepkimesi için $\Delta H_{tepkime}$ = + 486 kJ/mol olduğuna göre kırılan ve oluşan bağların enerjileri ile tepkimelerin entalpi değişimi (ΔH) arasındaki örüntüyü matematiksel olarak modelleyiniz.

ΔH = 1856-1370= +486 kJ/mol

$\Delta H_{tepkime}$ = ∑ tepken (kırılan) bağ enerjisi - ∑ ürün (oluşan bağ enerjisi)

Havada %78 oranında en çok bulunan gaz N_2 gazıdır. Bu gaza ait aşağıdaki tepkimede kırılan ve oluşan bağları belirleyerek tepkimenin entalpi değişimini aşağıdaki tabloda verilen ortalama bağ enerjilerini kullanarak hesaplayınız.

$$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$$

Bağ	Ortalama Bağ Enerjisi (kJ/mol)
N≡N	946
O=O	498
N=O	590

Kırılan bağlar: N≡N = 946 kJ/mol O=O = 498 kJ/mol

Toplam: 946 + 498 = 1444 kJ

Oluşan bağlar: 2 x 590 = 1180 kJ

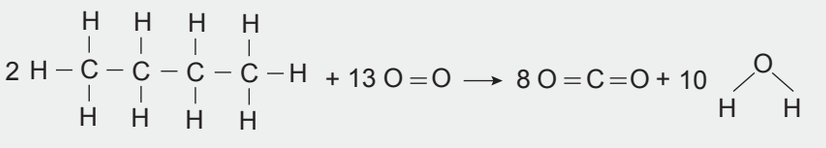
Tepkime entalpisi: ΔH = Kırılan bağ enerjileri – Oluşan bağ enerjileri

ΔH = 1444 – 1180

ΔH = +264 kJ/mol

Mutfak tüplerinde bulunan bütan gazının yanma tepkimesi aşağıda verilmiştir.

$2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \rightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(g)$



Aşağıdaki tabloda bu tepkimedeki moleküllerin içerdiği kimyasal bağlar ve ortalama bağ enerjileri verilmiştir.

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

Buna göre, entalpi değişimini tablodaki ortalama bağ enerjilerini kullanarak hesaplayınız.

Kırılan bağlar: 6(C-C) + 20(C-H) +13(O=O)

(.6x347) + (20x414) + 13x498

16836 kJ/mol

Oluşan bağlar: 16(C=O) + 20(H-O)

(16x736) + (20x464)

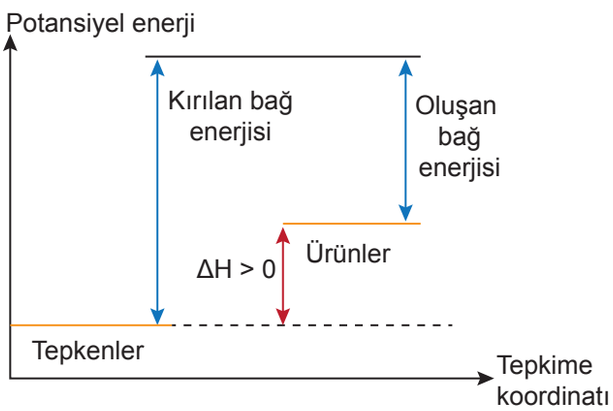
21056 kJ/mol

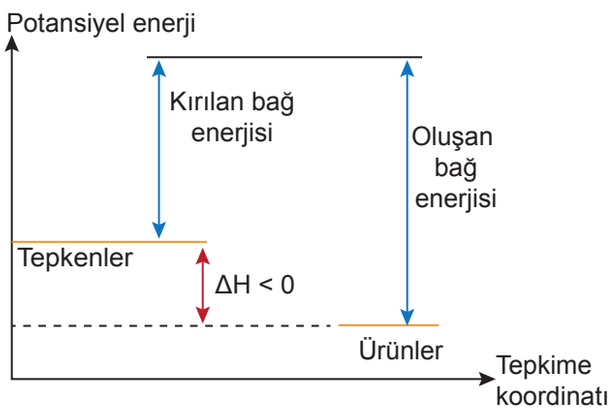
ΔH = Kırılan bağ enerjileri – Oluşan bağ enerjileri

ΔH = 16836– 21056

ΔH = - 4220 kJ/mol

Aşağıdaki grafiklerde tepkimelerde tepken ve ürünlerin potansiyel enerjilerindeki değişim, kırılan ve oluşan bağ enerjisi üzerinden gösterilmektedir.





Bağların kırılması için dışarıdan enerji alınır, bağlar oluşurken dışarıya enerji verilir. Bu nedenle tepkimenin endotermik veya ekzotermik olması kırılan ve oluşan bağ enerjilerinin karşılaştırılmasına bağlıdır.

Tepkimelerin entalpi değişiminin pozitif veya negatif olma durumuna göre endotermik veya ekzotermik tepkimeler olarak sınıflanabileceği genelleme yazınız.

Kırılan bağ enerjileri toplamı oluşan bağ enerjileri toplamından büyükse tepkime çevreden ısı alarak gerçekleşir. Yani ΔH > 0 ise endotermik tepkime gerçekleşir.
Kırılan bağ enerjileri toplamı oluşan bağ enerjileri toplamından küçükse tepkime çevreye ısı vererek gerçekleşir. Yani ΔH < 0 ise ekzotermik tepkime gerçekleşir.

Buna göre yukarıdaki örneklerde yer alan suyun bileşenlerine ayrılması, azot ve bütan gazlarının yanması olaylarını ekzotermik/endotermik olarak belirleyiniz.

Suyun bileşenlerine ayrılması: ΔH = +486 kJ/mol > 0 endotermik
Azot gazının yanması: ΔH = +264 kJ/mol > 0 endotermik
Bütan gazının yanması: ΔH = -2110 kJ/mol < 0 ekzotermik

Günlük hayattan ekzotermik ve endotermik olaylara örnek veriniz.

Örnek cevap: Endotermik: Kolonyanın buharlaşması, buzun erimesi vb.
Ekzotermik: Odunun yanması, suyun donması vb.

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ tepkimesinin entalpi değişimini hesaplayarak endotermik veya ekzotermik olarak sınıflandırınız. (Bağ enerjileri: N≡N: 946 kJ/mol, H − H: 436 kJ/mol , N − H =389 kJ/mol)

ΔH = Kırılan bağ enerjileri − Oluşan bağ enerjileri
ΔH = 946 + 3(436) – 2(3(389)
ΔH = 2254 – 2334
ΔH = -80 kJ/mol < 0 olduğundan tepkime ekzotermiktir.

NOTLAR

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ
11. Sınıf
KİMYA

KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme

KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme

a) Standart oluşum entalpi verileri üzerinden kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerinin hesaplanmasına ilişkin önermeler oluşturur.
b) Entalpi değişimine ilişkin veriye dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.
c) Standart oluşum entalpi verileriyle farklı tepkimelerin standart tepkime entalpilerini hesaplar.
ç) Standart tepkime entalpi hesaplamalarının sonuçlarını önermelerinin geçerliliğini sorgulamak için kullanır.

DOĞAL GAZ ÇEVRİM SANTRALİ



Selin, temiz ve sürdürülebilir enerji kaynakları üzerine çalışan bir enerji santralinde stajyer kimya mühendisidir. Santralde elektrik üretimi için temel olarak metan gazının (CH_4) yanma tepkimesinden açığa çıkan yüksek ısı enerjisi kullanılmaktadır. Kullanılan yakıtın temel bileşeni metan olmakla birlikte yakıt karışımında az miktarda etan ve propan gazları da bulunabilmektedir. Ar-Ge birimi, hem karbon salınımını azaltmak hem de birim yakıt başına elde edilen ısı verimini artırmak amacıyla sisteme alternatif bir yakıt olarak etan (C_2H_6) gazının miktarını artırmayı planlamaktadır. Selin'den sistemin enerji verimliliğini analiz etmesi ve her iki yakıtın standart şartlar (25°C, 1 atm) altındaki performansını teorik verilerle karşılaştırması istenir. Selin, bu amaçla bazı maddelerin standart oluşum entalpisi (ΔH_f°) değerlerini içeren aşağıdaki tabloyu hazırlar.

Madde	Kimyasal Formülü / Fiziksel Hali	Standart Oluşum Entalpisi (ΔH_f°, kJ/mol)
Metan	$CH_4(g)$	-74,9
Etan	$C_2H_6(g)$	-84,7
Karbondioksit	$CO_2(g)$	-393,5
Su (Sıvı)	$H_2O(s)$	-241,8
Oksijen	$O_2(g)$	0

Selin, metan gazının tam yanması sırasında açığa çıkan enerji miktarını tablodan yararlanarak tepkimenin standart entalpi değerini hesaplar.

$$CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)$$

$$\Delta H^\circ = \sum n\cdot\Delta H_f^\circ(\text{Ürünler}) - \sum m\cdot\Delta H_f^\circ(\text{Girenler})$$

$$\Delta H^\circ = \left[\,1\cdot\Delta H_f^\circ(CO_2) + 2\cdot\Delta H_f^\circ(H_2O)\,\right] - \left[\,1\cdot\Delta H_f^\circ(CH_4) + 2\cdot\Delta H_f^\circ(O_2)\,\right]$$

$$\Delta H^\circ = [\,1\cdot(-393,5) + 2\cdot(-241,8)\,] - [\,1\cdot(-74,9) + 2\cdot(0)\,]$$

$$\Delta H^\circ = [-393,5 - 483,6] - [-74,9]$$

$$\Delta H^\circ = -877,1 + 74,9 = -802,2\,\text{kJ/mol}$$

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + 802,2\ \text{kJ}$$

Tepkimeye yönelik şu önermeler yazılabilir:

- 1 mol metan gazı standart şartlarda yanması sonucunda çevreye 802,2 kJ ısı verir.
- Bir tepkimenin entalpisi hesaplanırken maddelerin tepkime denklemindeki katsayıları dikkate alınır.
- Oksijen gazı en kararlı hâli olan elementel hâlde bulunuyor. Elementin standart şartlardaki en kararlı hâlinin standart oluşum entalpisi 0 (sıfır) kabul edildiği için entalpi değişimine katkı sağlamaz.

Yukarıdaki önermeleri ve metanın yanma tepkimesine ilişkin hesaplama basamaklarını inceleyiniz. Bu önermelerden hareketle etan gazının tam yanma tepkimesini yazarak en küçük tam sayılarla denkleştiriniz ve bu yanma tam tepkimesinin standart entalpi değişiminin hesaplanmasına yönelik iki önerme oluşturunuz.

En küçük tam sayılarla denkleştirilmiş tepkime: $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$

$$\Delta H^\circ = [\,4 \cdot \Delta H_f^\circ(CO_2) + 6 \cdot \Delta H_f^\circ(H_2O)\,] - [\,2 \cdot \Delta H_f^\circ(C_2H_6) + 7 \cdot \Delta H_f^\circ(O_2)\,]$$
$$\Delta H^\circ = [4 \cdot (-393,5) + 6 \cdot (-241,8)] - [2 \cdot (-84,7) + 7 \cdot (0)]$$
$$\Delta H^\circ = [-1574 - 1450] - [-169,4]$$
$$\Delta H^\circ = -3024,8 - 169,4 = -2855,4\ \text{kJ/mol}$$

Örnek önermeler:

• Standart koşullarda 2 mol etan gazının tamamen yanması sonucunda çevreye 2855,4 kJ ısı verilir.

• Etanın yanma tepkimesinin standart entalpisi hesaplanırken maddelerin standart oluşum entalpileri tepkime denklemindeki katsayılarla çarpılır ve ürünlerin toplamından girenlerin toplamı çıkarılır.

Aşağıdaki tablodan yararlanarak verilen önermelerin karşılarına doğru ise 'D' **yanlış ise** 'Y' **yazınız.**

No	Önerme	Doğru/ Yanlış
1	Standart şartlar altında 1 mol $CO_2(g)$ bileşiği en kararlı elementlerinden sentezlendiğinde çevreye 393 kJ ısı açığa çıkar.	D
2	2 mol metan gazı elementlerinden sentezlendiğinde toplam entalpi değişimi 149,8 kJ olur.	Y
3	Metan gazının (CH_4) standart oluşum entalpisi -74,9 kJ/mol'dür; bu veri aynı zamanda CH_4 gazının standart şartlardaki yanma entalpisine eşittir.	Y
4	Tepkime entapileri hesaplanırken element halindeki maddelerin entalpi değeri ihmal edilir.	D

Metan ve etan gazlarının standart koşullarda tamamen yanma tepkimeleri ile ilgili aşağıda verilen önermeleri karşılaştırınız. Bu önermelerden hangisinin doğru olduğunu gerekçesiyle yazınız.

- **Önerme I:** Metan ve etanın tam yanması sonucunda aynı tür ürünler oluşmasına rağmen, tepkimelerde oluşan karbondioksit ve su miktarları farklı olduğundan bir mol yakıt başına standart yanma entalpileri birbirinden farklıdır.
- **Önerme II:** Metan ve etan aynı elementlerden oluştuğu ve tam yanmaları sonucunda aynı tür ürünleri meydana getirdiği için bir mol metan ile bir mol etanın standart yanma entalpileri eşittir.

Önerme I doğrudur. Metan ve etanın yanması sonucunda CO_2 ve H_2O oluşmasına rağmen tepkimelerdeki ürün miktarları farklıdır.

Aynı enerji tesisinde stajyer olan mühendis Ali de aşağıdaki önermelerde bulunmuştur.

• **Önerme A:** Yanma tepkimelerinde oluşan suyun sıvı veya gaz olması açığa çıkan net ısıyı değiştirmez. Çünkü hidrojen ve oksijen atomları aynı miktarda birleşmiştir.

• **Önerme B:** Standart şartlarda karbon katısının yanarak karbondioksit gazı oluşturduğu tepkime ekzotermiktir.

Ali'nin önermelerinden hangisinin bilimsel verilere dayalı (kanıtlanabilir), hangisinin veriye dayalı olmayan (yanlış/varsayımsal) bir önerme olduğunu gerekçesiyle yazınız.

Önerme A veriye dayalı olmayan ve bilimsel olarak yanlış bir önermedir. Yanma sonucunda oluşan suyun fiziksel hâli, tepkimenin standart entalpi değişimini etkiler. Çünkü sıvı su ile su buharının standart oluşum entalpileri farklıdır.

Önerme B bilimsel verilere dayalı ve doğru bir önermedir. Tabloya göre entalpi değişiminin negatif olması, tepkime sırasında çevreye ısı verildiğini ve tepkimenin ekzotermik olduğunu gösterir.

Selin, yakıt karışımındaki propan oranının arttırılmasının santralde açığa çıkan ısı miktarı üzerindeki etkisini belirlemek istemektedir.

Bu amaçla propan (C_3H_8) gazının tam yanma tepkimesini en küçük tam sayılarla denkleştiriniz ve bu yanma tepkimesinin standart oluşum entalpisini hesaplayınız.(ΔH_f° C_3H_8= -103,8 kJ/mol)

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$$

$$\Delta H^\circ = \sum n \cdot \Delta H_f^\circ(\text{Ürünler}) - \sum m \cdot \Delta H_f^\circ(\text{Girenler})$$

$$\Delta H^\circ = [\,3 \cdot \Delta H_f^\circ(CO_2) + 4 \cdot \Delta H_f^\circ(H_2O)\,] - [\,1 \cdot \Delta H_f^\circ(C_3H_8) + 5 \cdot \Delta H_f^\circ(O_2)\,]$$

$$\Delta H^\circ = [3 \cdot (-393,5) + 4 \cdot (-241,8)] - [1 \cdot (-103,8) + 5 \cdot (0)]$$

$$\Delta H^\circ = [-1180,5 - 967,2] - [-103,8]$$

$$\Delta H^\circ = -2147,7 + 103,8 = -2043,9 \text{ kJ/mol}$$

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g) + 2043,9 \text{ kJ}$$

Metan, etan ve propan gazlarının standart yanma entalpisi hesaplamalarından elde ettiğiniz sonuçları inceleyiniz.

"Bir hidrokarbonun yapısındaki karbon ve hidrojen atomlarının sayısı arttıkça, bu hidrokarbonun 1 molünün standart koşullarda yanması sonucunda açığa çıkan ısı miktarı da artar."

Bu önermenin metan, etan ve propan için elde ettiğiniz sayısal sonuçlarla desteklenip desteklenemediğini açıklayınız.

Evet, önerme metan, etan ve propan için elde edilen sayısal sonuçlarla desteklenmektedir. Standart yanma entalpisinin metandan propana doğru daha negatif olması, 1 mol yakıtın yanması sırasında çevreye aktarılan ısı miktarının arttığını gösterir. Bu nedenle karbon ve hidrojen atomlarının sayısı arttıkça, incelenen bu üç hidrokarbonun bir molünün tam yanmasıyla açığa çıkan ısı miktarı da artmıştır.

Aşağıdaki cümlelerde bırakılan boşlukları tablodaki en uygun terimlerle tamamlayınız.

standart tepkime entalpisi	negatif (-)	0	toplanmasıyla
geçerlilik	pozitif (+)	100	çıkarılmasıyla

- Bir tepkimenin standart tepkime entalpisi (ΔH°), ürünlerin standart oluşum entalpileri toplamından girenlerin standart oluşum entalpileri toplamının çıkarılmasıyla bulunması esasına dayanan bilimsel bir önermedir.
- Standart şartlar altında (25˚C, 1 atm) elementlerin en kararlı doğal hâllerindeki standart oluşum entalpileri 0 olarak kabul edilir.
- Metan gazının tam yanması olayının standart tepkime entalpisi, ürünlerin bağ enerjileri toplamının girenlerinkinden fazla olması nedeniyle işareti negatif (-) olan ekzotermik bir süreçtir.
- Karbon sayısı arttıkça yakıtın yanma entalpisinin artacağı hipotezini kuran bir öğrenci, metan ve etan gazlarının standart oluşum entalpi verilerini kullanarak yaptığı tepkime entalpisi hesaplama sonuçlarıyla hipotezinin geçerlilik (doğruluk) sorgulayabilir.
- Verilen standart oluşum entalpisi verileriyle yapılan hesaplama sonuçları negatif (< 0) çıkıyorsa sistem çevresine ısı veriyor demektir; bu da tepkimenin standart tepkime entalpisi olduğunu kanıtlar ve “yakıt olarak kullanılabilir” önermesini doğrular.

NOTLAR

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ
11. Sınıf
KİMYA

KİM.11.1.5. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamak için kanıt kullanabilme

KİM.11.1.5. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamak için kanıt kullanabilme

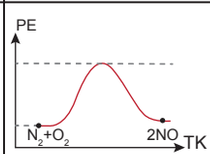
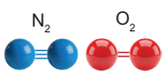
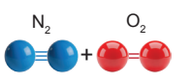
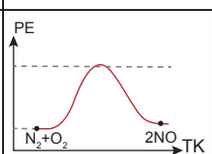
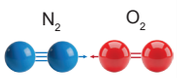
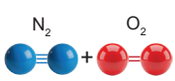
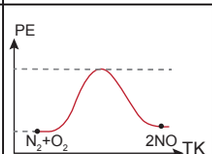
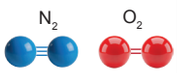
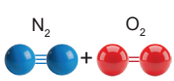
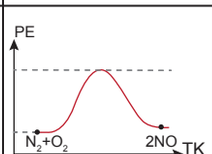
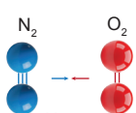
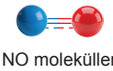
a) Kimyasal tepkimelerin gerçekleşmesi için gerekli şartları belirlemeye yönelik ölçütler (gerekli enerji ve uygun doğrultuda çarpışma) oluşturur.
b) Kimyasal tepkimelerin oluşum sürecine ilişkin alt mikro seviyedeki gösterimlerden seçtiği verilerden örüntüler oluşturur.
c) Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarına yönelik iddialarını veriye dayalı olarak açıklayarak bu açıklamalarını desteklemek için çarpışma teorisi ile sembolik modelleri kullanır.

YILDIRIM ANI

Atmosferimizin yaklaşık %78'i azot (N_2), %21'i ise oksijen (O_2) gazından oluşur. Bu gazlar atmosferde sürekli olarak bir arada bulunmalarına rağmen normal koşullarda aralarındaki tepkime gözlenebilir bir hızda gerçekleşmez. Yıldırım sırasında atmosferde çok yüksek miktarda enerji açığa çıkar. Bu sırada azot ve oksijen molekülleri arasında gerçekleşen bazı çarpışmalar sonucunda azot monoksit (NO) gazı oluşur. Gerçekleşen tepkime aşağıda verilmiştir.

$$N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$$

Ancak atmosferdeki bütün azot ve oksijen molekülleri tepkimeye girmez, moleküller arasındaki çarpışmaların yalnızca bir kısmı NO oluşumuyla sonuçlanır. NO oluşumuna ilişkin farklı çarpışma durumları aşağıdaki alt mikro seviyedeki gösterimde verilmiştir.

Çarpışma Durumu	Çarpışma Öncesi	Çarpışma Anı	Çarpışma Sonrası	Tepkimenin Gerçekleşme Durumu
I. Durum Enerji yetersiz, yönelim uygun değil.		 Uygun değil.	 Değişmeden ayrılır.	✘ Gerçekleşmiyor
II. Durum Enerji yetersiz, yönelim uygun		 Uygun	 Değişmeden ayrılır.	✘ Gerçekleşmiyor
III. Durum Enerji yeterli, yönelim uygun değil.		 Uygun değil.	 Değişmeden ayrılır.	✘ Gerçekleşmiyor
IV. Durum Enerji yeterli, yönelim uygun		 Uygun	2 NO  NO molekülleri oluşur.	✔ Gerçekleşiyor

N_2: Azot molekülü | O_2: Oksijen molekülü | NO: Azot monoksit molekülü | TK: Tepkime Koordinatı | PE: Potansiyel enerji

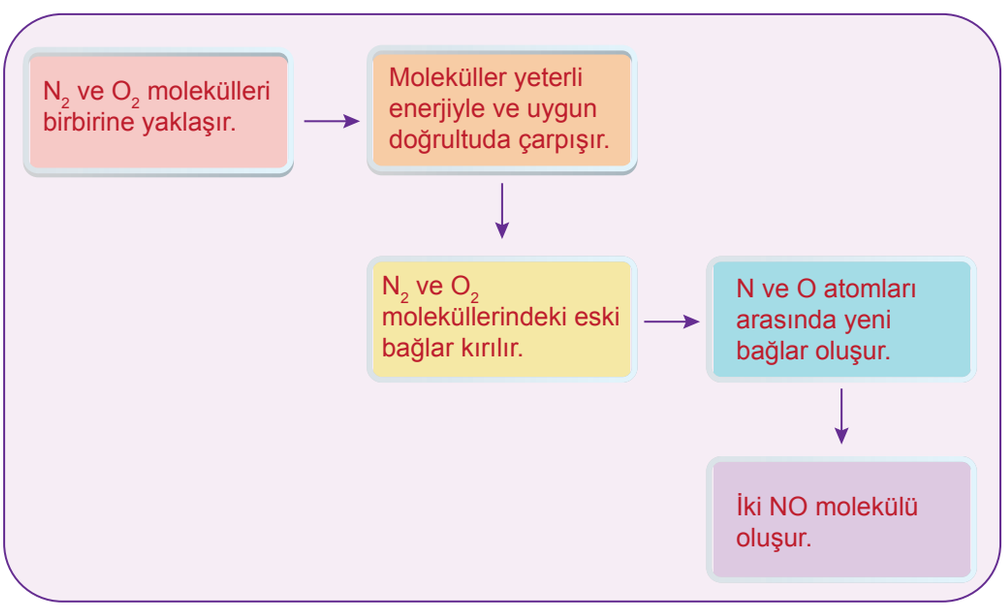
Çarpışma durumlarını inceleyerek bir çarpışmanın kimyasal tepkimeyle sonuçlanması için gerekli olan iki ölçütü yazınız.

1. Çarpışan moleküllerin enerjisi, aktivasyon enerjisine eşit veya daha büyük olmalıdır.
2. Moleküller uygun doğrultuda çarpışmalıdır.

Aşağıdaki çarpışma durumlarında tepkimenin gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini belirleyerek gerekçelendiriniz.

Çarpışma Durumu	Sonuç	Gerekçe
Enerji yetersiz, doğrultu uygun	Gerçekleşmez.	Aktivasyon enerjisi aşılamaz.
Enerji yeterli, doğrultu uygun değil	Gerçekleşmez.	Bağların kırılıp yeni bağların oluşmasını sağlayacak yönelim yoktur.
Enerji yeterli, doğrultu uygun	Gerçekleşir.	Her iki ölçüt de sağlanmıştır.
Yalnızca temas etme	Gerçekleşmez.	Her çarpışma etkin değildir; enerji ve doğrultu şartları birlikte sağlanmalıdır.

IV. duruma ait çarpışma öncesi, çarpışma anı ve çarpışma sonrası alt mikro gösterimlerini inceleyiniz. NO oluşumu sırasında tanecik düzeyinde gerçekleşen değişimleri sırasıyla yazınız.



Alt mikro gösterimlerdeki çarpışma enerjisi, moleküllerin yönelimi ve ürün oluşumu arasındaki ilişkilerden yararlanarak tepkimenin oluşum sürecine ilişkin en az iki önerme yazınız.

Örnek cevaplar:

- Moleküller yeterli enerjiye sahip değilse uygun yönelimle çarpışsalar bile ürün oluşmaz.
- Moleküller yeterli enerjiye sahip olsa da uygun doğrultuda çarpışmadığında tepkime gerçekleşmez.
- Moleküller yeterli enerjiyle ve uygun doğrultuda çarpıştığında ürün oluşur.
- Moleküller uygun doğrultuda ve yeterli enerjiyle çarpıştığından eski bağlar kırılır, yeni bağlar oluşur ve NO molekülleri meydana gelir.

Bir öğrenci aşağıdaki hipotezi ileri sürmüştür.

"N_2 ve O_2 moleküllerinin aktivasyon enerjisine eşit veya daha yüksek enerjiyle çarpışması, NO oluşması için yeterlidir."

Bu hipotezin doğru olup olmadığını III ve IV. çarpışma durumlarından kanıt göstererek yazınız.

Hipotez doğru değildir. III. durumda moleküllerin çarpışma enerjisi aktivasyon enerjisine eşit veya daha yüksek olmasına rağmen yönelim uygun olmadığı için ürün oluşmamıştır. IV. durumda ise yeterli enerji ve uygun yönelim şartları birlikte sağlandığında NO molekülleri oluşmuştur.

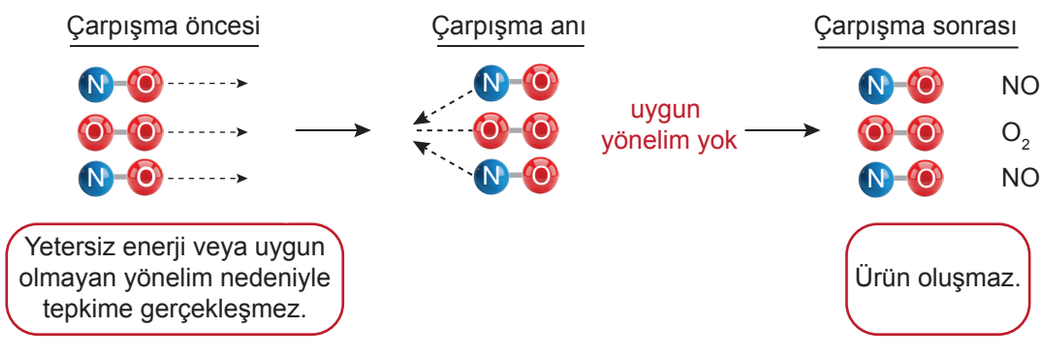
NO oluşması için gerekli koşullara ilişkin bir hipotez yazınız. Hipotezinizi çarpışma durumlarından seçtiğiniz en az iki kanıtla ve sembolik modeli kullanarak çarpışma teorisiyle açıklayınız.

Hipotez	Çarpışma Durumlarından Kanıtlar	Çarpışma Teorisine Göre Açıklama
NO oluşabilmesi için N_2 ve O_2 molekülleri yeterli enerjiyle ve uygun doğrultuda çarpışmalıdır.	II. durumda yönelim uygun olmasına rağmen enerji yetersiz olduğu için ürün oluşmamıştır. III. durumda enerji yeterli olmasına rağmen yönelim uygun olmadığı için ürün oluşmamıştır. IV. durumda iki şart birlikte sağlanmış ve NO oluşmuştur.	Çarpışma teorisine göre yalnızca aktivasyon enerjisini aşabilecek enerjiye sahip ve uygun doğrultuda gerçekleşen çarpışmalar etkindir. IV. durumda gerçekleşen etkin çarpışma sonucunda N_2 ve O_2 moleküllerindeki bağlar yeniden düzenlenmiş ve 2NO molekülü oluşmuştur. Sembolik model bu değişimi aşağıdaki denklemle göstermektedir. $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

Yıldırım sırasında oluşan NO gazı, atmosferdeki O_2 gazıyla tepkimeye girerek NO_2 gazını oluşturabilir.

Bu tepkimeye ilişkin, biri ürün oluşumuyla sonuçlanmayan, diğeri ürün oluşumuyla sonuçlanan iki farklı çarpışma durumunu alt mikro düzeyde çiziniz. Çiziminizde çarpışma enerjisini, moleküllerin yönelimini ve çarpışma sonrası tanecikleri gösteriniz.

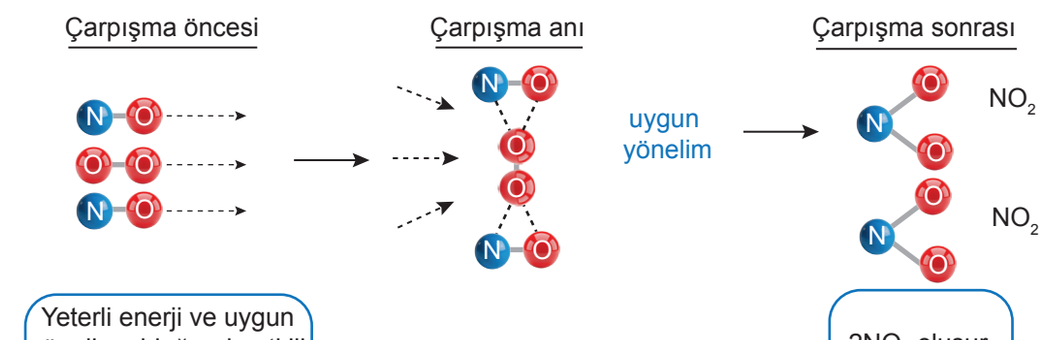
1 Ürün oluşumuyla sonuçlanmayan çarpışma



Yetersiz enerji veya uygun olmayan yönelim nedeniyle tepkime gerçekleşmez.

Ürün oluşmaz.

2 Ürün oluşumuyla sonuçlanan çarpışma



Yeterli enerji ve uygun yönelim olduğunda etkili çarpışma gerçekleşir.

$2NO_2$ oluşur.

NOTLAR

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ
11. Sınıf
KİMYA

KİM.11.1.6. Tepkime hızının zamanla değişimini bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme

KİM.11.1.6. Tepkime hızının zamanla değişimini bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme

a) Bir kimyasal tepkimede tepken ve ürünlerin derişimlerinin zamanla değişimi ile ilgili hazır verileri kullanarak tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin önermeler oluşturur.
b) Tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin veriye dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.
c) Bir tepkimenin farklı zaman aralıklarındaki ortalama hızlarına ilişkin hesaplamalar yapar.
ç) Tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin çıkarımlarının geçerliliğini çarpışma teorisi temelinde sorgular.

MİDE RAHATLATICI

Eczacı Eylül, mide asidini nötralleştiren antiasit tabletler üreten bir ilaç firmasında çalışmaktadır. Firma tarafından yapılan kullanıcı değerlendirmelerinde tabletlerin suyla birlikte alındıktan sonra başlangıçta hızlı biçimde köpürdüğü, ancak köpürmenin zamanla azaldığı bildirilmiştir. Eylül, tabletin mide asidini nötralleştirme hızının zamanla değişip değişmediğini belirlemek ister. Bu amaçla tabletin hidroklorik asitle tepkimesi, mide ortamını temsil eden sabit hacim ve sıcaklıktaki bir laboratuvar düzeneğinde incelenir. Tablette bulunan sodyum bikarbonat ile hidroklorik asit arasında gerçekleşen tepkime aşağıda verilmiştir.

$HCl(suda) + NaHCO_3(suda) \rightarrow NaCl(suda) + H_2O(s) + CO_2(g)$

Deney sırasında hidroklorik asidin ve oluşan sodyum klorürün derişimleri belirli zaman aralıklarında ölçülerek aşağıdaki tablo elde edilmiştir.

Zaman (s)	HCl Derişimi (M)	NaCl Derişimi (M)
0	0,120	0,000
10	0,078	0,042
20	0,052	0,068
30	0,035	0,085
40	0,024	0,096
50	0,017	0,103
60	0,012	0,108

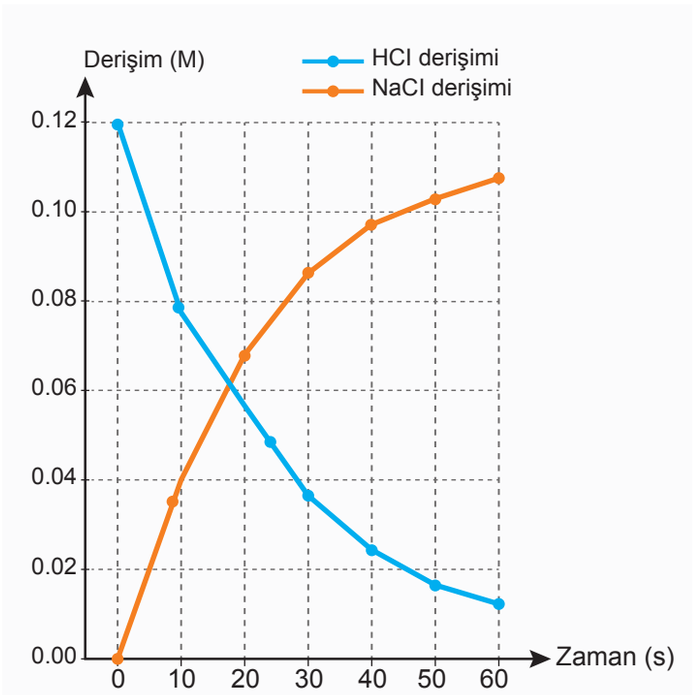
Tablodaki verileri inceleyerek HCl ve NaCl derişimlerinin zamanla nasıl değiştiğini açıklayınız.

HCl bir tepken olduğu için derişimi zamanla azalmaktadır. NaCl bir ürün olduğu için derişimi zamanla artmaktadır.

Verilen zaman aralıklarında HCl derişimindeki azalma ve NaCl derişimindeki artma miktarlarını hesaplayarak tabloyu tamamlayınız.

Zaman Aralığı (s)	HCl Derişimindeki Azalma (M)	NaCl Derişimindeki Artma (M)
0-10	0,042	0,042
10-20	0,026	0,026
20-30	0,017	0,017
30-40	0,011	0,011
40-50	0,007	0,007
50-60	0,005	0,005

Tablodaki verilerden yararlanarak HCl ve NaCl derişimlerinin zamanla değişimini aynı koordinat sistemi üzerinde gösteren bir derişim-zaman grafiği çiziniz.



Çizdiğiniz grafikteki HCl ve NaCl eğrilerinin 0 - 10 saniye zaman aralıklarındaki eğimleri ile 30 - 40 saniye zaman aralıklarındaki eğimlerini karşılaştırınız.

0–10 saniye aralığında eğimlerin mutlak değeri 30-40 saniye aralığına göre daha büyüktür. Eğimin mutlak değeri tepkime hızının bir göstergesi olduğundan, tepkime başlangıçta daha hızlı gerçekleşmiş tepkime ilerledikçe HCl'nin tüketilme ve NaCl'nin oluşma hızları azalmıştır.

0-10 saniye ile 50-60 saniye aralıklarında meydana gelen derişim değişimlerini karşılaştırınız. Tepkimenin hangi zaman aralığında daha hızlı gerçekleştiğini verilerle açıklayınız.

0-10 saniye aralığında HCl derişimi 0,042 M azalırken 50-60 saniye aralığında yalnızca 0,005 M azalmıştır. Eşit zaman aralıklarında başlangıçta daha büyük derişim değişimi gerçekleştiği için tepkime 0-10 saniye aralığında daha hızlıdır.

Tamamladığınız tablo ve çizdiğiniz grafikten yararlanarak tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin en az iki önerme oluşturunuz.

Örnek cevaplar:
• Tepkime hızı başlangıçta daha yüksek, ilerleyen zamanlarda daha düşüktür.
• HCl'nin eşit zaman aralıklarında harcanan miktarı zamanla azaldığı için tepkime hızı zamanla azalmaktadır.
• NaCl'nin eşit zaman aralıklarında oluşan miktarı zamanla azaldığı için ürün oluşma hızı da zamanla azalmaktadır.
• Tepkime ilerledikçe HCl ve NaCl eğrilerinin eğimleri küçülmektedir.
• Tepken derişimindeki azalma ve ürün derişimindeki artma, tepkimenin devam ettiğini göstermektedir.
• Tepkimede girenlerin harcanma hızı azaldıkça ürünlerin oluşma hızı azalır.
• Stokiyometrik katsayısı eşit olan türlerin oluşma ve harcanma hızları da birbirine eşittir.

Eylül'ün çalışma arkadaşlarının tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin önermeleri aşağıda verilmiştir.

Her önermenin verilen ölçüm sonuçları ve çizdiğiniz grafikle desteklenip desteklenmediğini belirleyerek gerekçelendiriniz.

Önerme	Gerekçe
0-10 saniye aralığında HCl derişimindeki azalma, 50-60 saniye aralığındaki azalmadan daha fazla olduğundan tepkime hızı zamanla azalmaktadır.	Önerme desteklenmektedir. HCl derişimi 0-10 saniye aralığında 0,042 M, 50–60 saniye aralığında ise 0,005 M azalmıştır. Eşit zaman aralıklarındaki derişim değişiminin azalması, tepkime hızının zamanla azaldığını gösterir.
Tablet aynı miktarda madde içerdiği için tepkime başlangıçtan sona kadar sabit hızla devam etmektedir.	Önerme desteklenmemektedir. HCl ve NaCl derişimlerindeki değişim miktarları eşit zaman aralıklarında sabit değildir. Grafikteki eğimlerin büyüklüğü zamanla azalmaktadır.
NaCl derişim-zaman eğrisinin eğiminin zamanla azalması, NaCl'nin oluşma hızının azaldığını göstermektedir.	Önerme desteklenmektedir. NaCl derişimindeki artış miktarı başlangıçta daha fazla, ilerleyen zamanlarda daha azdır. Eğrinin zamanla yatıklaşması, NaCl'nin oluşma hızının azaldığını gösterir.
HCl derişimi 60. saniyede sıfıra ulaştığı için tepkime tamamen sona ermiştir.	Önerme desteklenmemektedir. HCl derişimi 60. saniyede sıfır değil, 0,012 M'dır. Ayrıca veriler yalnızca 60. saniyeye kadar olduğundan tepkimenin tamamen sona erdiği sonucuna ulaşılamaz.

"Tepkime başlangıçta daha hızlıdır, çünkü efervesan tabletler her zaman ilk anda daha güçlü etki gösterir."

Verilen önermeyi, Eylül'ün elde ettiği ölçüm sonuçlarından veya çizdiğiniz grafikten en az bir sayısal kanıt kullanarak yeniden düzenleyiniz.

Öğrencilerin aynı zaman aralıklarında HCl derişimindeki azalmayı veya NaCl derişimindeki artışı doğru biçimde karşılaştıran farklı cevapları kabul edilir.

Örnek cevaplar:

- Tepkime başlangıçta daha hızlıdır, çünkü HCl derişimi 0-10 saniye aralığında 0,042 M azalırken 50-60 saniye aralığında yalnızca 0,005 M azalmıştır.
- Tepkime başlangıçta daha hızlıdır, çünkü NaCl derişimi 0-10 saniye aralığında 0,042 M artarken 50-60 saniye aralığında yalnızca 0,005 M artmıştır.
- Tepkime başlangıçta daha hızlıdır, çünkü HCl derişimi ilk 20 saniyede 0,068 M azalırken 40-60 saniye aralığında yalnızca 0,012 M azalmıştır.
- Tepkime başlangıçta daha hızlıdır, çünkü NaCl derişimi ilk 20 saniyede 0,068 M artarken son 20 saniyede yalnızca 0,012 M artmıştır.
- Tepkime ilk 30 saniyede daha hızlıdır, çünkü bu sürede HCl derişimi 0,085 M azalırken 30-60 saniye aralığında yalnızca 0,023 M azalmıştır.
- Tepkime ilk 30 saniyede daha hızlıdır, çünkü NaCl derişimi bu sürede 0,085 M artarken sonraki 30 saniyede yalnızca 0,023 M artmıştır.
- Tepkime başlangıçta daha hızlı, ilerleyen zamanlarda daha yavaştır; çünkü HCl derişimi zamanla 0,042 M, 0,026 M, 0,017 M, 0,011 M, 0,007 M ve 0,005 M olmuştur.
- Tepkime hızı zamanla azalmaktadır, çünkü eşit zaman aralıklarında oluşan NaCl miktarı giderek azalmış ve NaCl derişim-zaman eğrisi zamanla daha yatık hâle gelmiştir. Örneğin NaCl derişimi ilk 10 saniyede 0,042 M, son 10 saniyede ise 0,005 M artmıştır.

Eylül'ün elde ettiği ölçüm sonuçlarından yararlanarak HCl'nin aşağıdaki zaman aralıklarındaki ortalama harcanma hızlarını hesaplayınız.

Zaman Aralığı (s)	HCl Derişimindeki Değişim (M)	Ortalama HCl Harcanma Hızı (M/s)
0-10	0,120 − 0,078 = 0,042	0,042/ 10= 0,0042
20-30	0,052 − 0,035 = 0,017	0,017/ 10= 0,0017
50-60	0,017 − 0,012 = 0,005	0,005/ 10= 0,0005

NaCl'nin 0-10, 20-30 ve 50-60 saniye aralıklarındaki ortalama oluşma hızlarını hesaplayınız. Elde ettiğiniz sonuçları aynı zaman aralıklarında hesapladığınız HCl'nin ortalama harcanma hızlarıyla karşılaştırınız.

$0-10\,s: \frac{0,042-0,000}{10} = 0,0042\,M/s$

$20-30\,s: \frac{0,085-0,068}{10} = 0,0017\,M/s$

$50-60\,s: \frac{0,108-0,103}{10} = 0,0005\,M/s$

HCl'nin harcanma ve NaCl'nin oluşma hızları aynı zaman aralıklarında birbirine eşittir. Bunun nedeni tepkime denkleminde HCl ve NaCl'nin katsayılarının 1:1 olmasıdır.

Hesapladığınız ortalama hızları büyükten küçüğe sıralayarak HCl'nin harcanma ve NaCl'nin oluşma hızlarının zamanla değişimi hakkında ulaştığınız sonucu açıklayınız.

$V_{0-10} > V_{20-30} > V_{50-60}$

0,0042 > 0,001 > 0,0005 M/s

HCl'nin ortalama harcanma hızı ile NaCl'nin ortalama oluşma hızı aynı zaman aralıklarında birbirine eşittir. Her iki hız da tepkime ilerledikçe azalmaktadır. Buna göre tablet, mide asidini başlangıçta daha hızlı nötralleştirmekte; ilerleyen zamanlarda nötralleştirme hızı azalmaktadır.

Eylül, tabletin ilk 30 saniyedeki ve sonraki 30 saniyedeki ortalama HCl harcanma hızlarını karşılaştırmak istemektedir.

Her iki zaman aralığındaki ortalama hızları hesaplayarak tabletin hangi zaman aralığında daha hızlı etki gösterdiğini belirleyiniz.

$0-30\,s: \frac{0,120-0,035}{10} = \frac{0,085}{30} = 0,0028\,M/s$

$30-60\,s: \frac{0,035-0,012}{30} = \frac{0,023}{30} = 0,0008\,M/s$

Tablet, 0-30 saniye aralığında daha hızlı etki göstermektedir. Çünkü bu zaman aralığındaki ortalama HCl harcanma hızı, 30-60 saniye aralığındaki ortalama hızdan daha büyüktür.

Hesapladığınız ortalama hızlardan ulaştığınız "Tepkime hızı zamanla azalmaktadır." **çıkarımının çarpışma teorisiyle uyumlu olup olmadığını değerlendiriniz. Açıklamanızda tepken derişimi, çarpışma sıklığı ve etkili çarpışma sayısı kavramlarını kullanınız.**

Hesaplama sonuçlarından ulaşılan çıkarım, deney koşullarında çarpışma teorisiyle uyumludur. Tepkime ilerledikçe tepkime ortamındaki tepken taneciklerinin derişimi azalır. Birim hacimdeki tepken taneciği sayısının azalması, taneciklerin çarpışma sıklığını düşürür. Böylece birim zamanda gerçekleşen etkin çarpışma sayısı ve tepkime hızı azalır. Ortalama hızların 0,0042 M/s'den 0,0017 M/s'ye, ardından 0,0005 M/s'ye düşmesi bu açıklamayı desteklemektedir.

Eylül'ün çalışma arkadaşları tepkime hızının zamanla azalmasını aşağıdaki gibi açıklamıştır.

Ayşe: "Tepkenlerin derişimi azaldıkça birim hacimdeki tepken taneciği sayısı ve etkili çarpışma sayısı azalır. Bu nedenle tepkime hızı zamanla düşer."

Mert: "Zaman geçtikçe tanecikler kendiliğinden yavaşladığı için tepkime hızı azalır."

Hangi açıklama tepkime hızındaki değişimi çarpışma teorisine göre doğru açıklar? Hesaplama sonuçlarınızla gerekçelendiriniz.

Ayşe'nin açıklaması doğrudur. Tepkime ilerledikçe tepkenlerin derişimi ve birim hacimdeki tepken taneciği sayısı azalır. Bu nedenle tanecikler arasındaki çarpışma sıklığı ve birim zamanda gerçekleşen etkili çarpışma sayısı düşer. Tepkime hızının 0,0042 M/s'den 0,0017 M/s'ye, ardından 0,0005 M/s'ye azalması bu açıklamayla uyumludur.
Mert'in açıklaması doğru değildir. Deneyde sıcaklık sabit tutulduğundan taneciklerin yalnızca zaman geçtiği için kendiliğinden yavaşladığı söylenemez. Tepkime hızındaki azalma, tepken derişiminin ve buna bağlı olarak etkili çarpışma sayısının azalmasıyla açıklanır.

Eylül deney sonuçlarına göre aşağıdaki genellemeyi yapmıştır.

"Bütün kimyasal tepkimelerin hızı zamanla mutlaka azalır."

Bu genellemenin bütün kimyasal tepkimeler için geçerli olup olmadığını açıklayınız. Cevabınızı deney koşulları ve çarpışma teorisiyle gerekçelendiriniz.

Bu genelleme bütün kimyasal tepkimeler için geçerli değildir. Bu deneyde sıcaklık ve hacim sabit tutulmuş, tepkime ortamına yeni tepken eklenmemiştir. Tepkime ilerledikçe tepken derişimleri azaldığı için taneciklerin çarpışma sıklığı ve birim zamanda gerçekleşen etkili çarpışma sayısı düşmüş, buna bağlı olarak tepkime hızı azalmıştır. Ancak sıcaklığın artırılması, ortama tepken veya katalizör eklenmesi gibi koşul değişiklikleri tepkime hızının artmasına ya da farklı biçimde değişmesine neden olabilir. Bu nedenle "Tepkime hızı zamanla azalır." çıkarımı yalnızca verilen deney koşulları için geçerlidir.

NOTLAR

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ

11. Sınıf

KİMYA

KİM.11.1.7. Tepkime hızına etki eden faktörleri bilimsel sorgulayabilme

KİM.11.1.7. Tepkime hızına etki eden faktörleri bilimsel sorgulayabilme

a) Tepken cinsinin, fiziksel hâlin, tepken derişiminin, sıcaklığın, katı tepkenin temas yüzeyinin ve katalizörün tepkime hızına etkisine ilişkin araştırılabilir sorular oluşturur.
b) İlgili değişkenlerin tepkime hızına etkisini belirlemek üzere hipotezler oluşturur.
c) Tepken cinsinin, fiziksel hâlinin ve derişiminin, sıcaklığın, katı tepkenin temas yüzeyinin ve katalizörün tepkime hızına etkisine ilişkin bir deney planlar ve deneyi gerçekleştirir.
ç) Deney verilerini analiz ederek yorumlar.
d) Deney sonuçlarını kullanarak her bir değişkenin tepkime hızına etkisini alt mikro seviyede açıklar.
e) Tepkime hızına etki eden faktörleri çarpışma teorisi ile ilişkilendirir.

SEMİZOTU

Anadolu'da "pürpürüm" olarak da bilinen semizotu, gün içinde belirgin bir tat değişimi gösterir. Güneş doğarken toplanan taze bir semizotu yaprağı belirgin şekilde ekşiyken aynı bitkiden ikindi vakti toplanan yaprakların ekşiliği kaybolmuş, yerini daha nötr bir tada bırakmıştır.

Yapılan kimyasal analizler, bu ekşiliğe yaprak kofullarında biriken malik asidin neden olduğunu göstermiştir.

- Gece semizotu yapraklarının gözeneklerinden giren CO_2 gazının, yaprak hücrelerindeki enzimlerle tepkimesi sonucunda malik asit oluşur.

$$\text{Karbondioksit } (CO_2) + \text{Organik Tepkenler} \xrightarrow{\text{Enzim (Katalizör)}} \text{Malik Asit (Ekşi)}$$

- Gündüz sıcaklığın artmasıyla malik asit hızla parçalanarak glikoz ve CO_2 gazına dönüşür.

$$\text{Malik Asit} \xrightarrow{\text{Sıcaklık (Işık)}} \text{Glikoz} + CO_2 \text{ (Tatlı)}$$

Semizotunda gerçekleşen biyokimyasal olaylardan hareketle aşağıdaki tabloda verilen her değişkenin tepkime hızına etkisine yönelik araştırma sorusu ve test edilebilir bir hipotez yazınız.

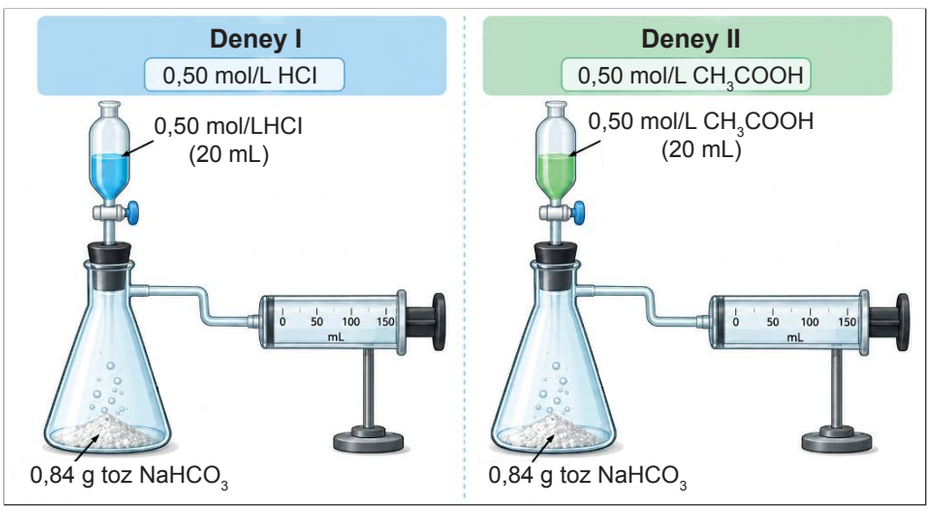
Değişken	Araştırma Sorusu	Hipotez
Tepken Cinsi	Tepken cinsi tepkime hızını nasıl etkiler?	Tepken cinsi değiştiğinde tepkime hızı değişir.
Fiziksel Hâl	Tepkenlerin fiziksel hâli tepkime hızını nasıl etkiler?	Tepkenlerin fiziksel hâli değiştiğinde tepkime hızı değişir.
Tepken Derişimi	Tepken derişimi tepkime hızını nasıl etkiler?	Tepken derişimi arttıkça tepkime hızı artar.
Sıcaklık	Sıcaklık tepkime hızını nasıl etkiler?	Sıcaklık arttıkça tepkime hızı artar.
Katı Tepkenin Temas Yüzeyi	Katı tepkenin temas yüzeyi tepkime hızını nasıl etkiler?	Katı tepkenin temas yüzeyi arttıkça tepkime hızı artar.
Katalizör	Katalizör varlığı tepkime hızını nasıl etkiler?	Katalizör varlığında tepkime daha hızlı gerçekleşir.

Semizotu için gerekli CO_2 gazını kontrollü biçimde üretmek amacıyla sodyum bikarbonatın ($NaHCO_3$) farklı asitlerle tepkimeleri incelenir. Bu amaçla eşit derişim ve hacimde hidroklorik asit (HCl) ve etanoik asit (CH_3COOH) çözeltileri kullanılır. Gerçekleşen tepkimeler aşağıda verilmiştir.

$NaHCO_3(s) + HCl(suda) \rightarrow NaCl(suda) + H_2O(s) + CO_2(g)$

$NaHCO_3(s) + CH_3COOH(suda) \rightarrow CH_3COONa(suda) + H_2O(s) + CO_2(g)$

Tepken cinsinin tepkime hızına etkisini incelemek amacıyla aşağıdaki iki deney düzeneği hazırlanmıştır.



Her iki deney aynı koşullarda gerçekleştirilmiş ve belirli zamanlarda oluşan CO_2 hacmi ölçülmüştür.

Süre (s)	HCl ile Oluşan CO_2 (mL)	CH_3COOH ile Oluşan CO_2 (mL)
0	0	0
15	60	50
30	100	80
45	130	100
60	150	110

Deney verilerini karşılaştırarak tepken cinsinin CO_2 oluşum hızına etkisini açıklayınız.

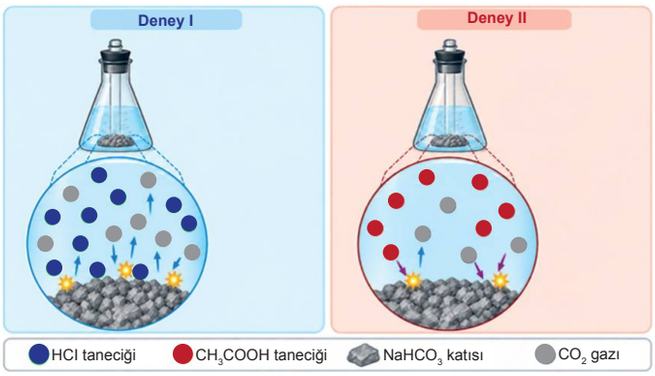
Aynı zaman aralıklarında HCl kullanılan deneyde oluşan CO_2 hacmi CH_3COOH kullanılan deneye göre daha fazladır. Bu durum tepken cinsinin tepkime hızını etkilediğini ve HCl ile gerçekleşen tepkimenin daha hızlı olduğunu göstermektedir.

Deney sonuçlarının kurduğunuz hipotezi destekleyip desteklemediğini verilerden yararlanarak açıklayınız.

Evet. Örneğin; 30. saniyede HCl kullanılan sistemde 100 mL CO_2 oluşurken CH_3COOH kullanılan sistemde 80 mL CO_2 oluşmuştur. Bu fark, tepken cinsinin tepkime hızını etkilediğini göstermektedir.

Deney sonuçlarından yararlanarak CO_2 oluşum hızlarının farklı olmasını, tepken taneciklerinin farklı yapılarını dikkate alarak alt mikro düzeyde modelleyiniz ve açıklayınız.

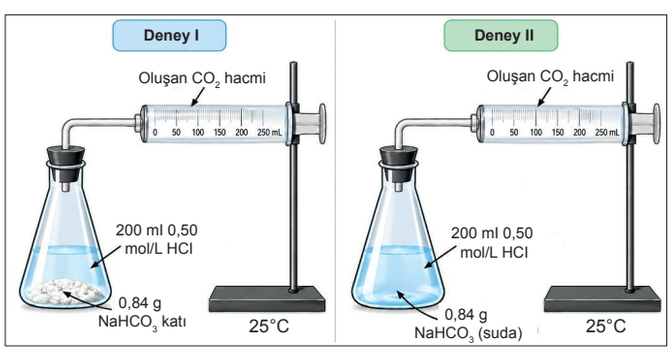
HCl ve CH_3COOH farklı yapıdaki tepken tanecikleridir. Bu nedenle $NaHCO_3$ tanecikleriyle gerçekleştirdikleri etkin çarpışma sayısı aynı değildir. HCl kullanılan deneyde birim zamanda daha fazla etkin çarpışma gerçekleştiği için CO_2 daha hızlı oluşur. CH_3COOH kullanılan deneyde ise etkin çarpışma sayısı daha az olduğundan CO_2 daha yavaş oluşur. Bu durum, tepken cinsinin tepkime hızını etkilediğini gösterir.



Deney sonuçlarından yararlanarak tepken cinsinin tepkime hızına etkisini çarpışma teorisiyle ilişkilendirerek açıklayınız.

Tepkenlerin kimyasal özellikleri, tepkimeye katılabilecek taneciklerin yapısını ve etkin çarpışma olasılığını etkiler. HCl çözeltisinde tepkimeye katılabilecek iyonların daha fazla bulunması, bikarbonat iyonlarıyla birim zamanda gerçekleşen etkin çarpışma sayısını artırır. Bu nedenle HCl ile gerçekleştirilen tepkimede CO_2 daha hızlı oluşur.

Semizotu için gerekli CO_2'nin kontrollü üretiminde, aynı tepkimede sodyum bikarbonatın katı ve suda çözünmüş hâlleri kullanılarak CO_2 oluşumu incelenir. Aynı miktarda $NaHCO_3$ ve HCl kullanılarak iki düzenek hazırlanmış; birinci düzenekte $NaHCO_3$ katı hâlde, ikinci düzenekte ise suda çözünmüş hâlde kullanılmıştır. Diğer koşullar aynı tutulmuş ve belirli zaman aralıklarında oluşan CO_2 hacimleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.



Süre (s)	$NaHCO_3$(k) ile Oluşan CO_2 (mL)	$NaHCO_3$(suda) ile Oluşan CO_2(mL)
0	0	0
15	48	118
30	92	188
45	132	222
60	166	236
90	214	240
120	239	240

Deney verilerini karşılaştırarak $NaHCO_3$ maddesinin fiziksel hâlinin CO_2 gazının oluşum hızına etkisini açıklayınız.

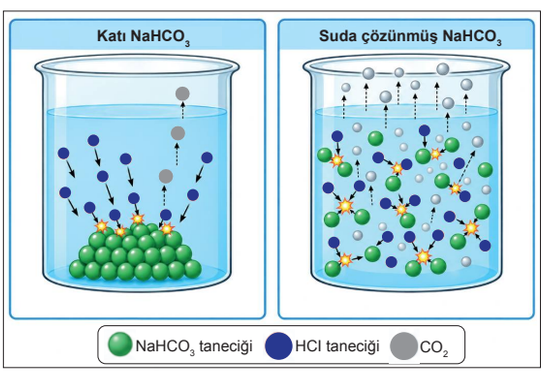
Suda çözünmüş $NaHCO_3$ kullanılan sistemde aynı zaman aralıklarında daha fazla CO_2 oluşmuştur. Örneğin 15. saniyede katı $NaHCO_3$ kullanılan sistemde 48 mL, suda çözünmüş $NaHCO_3$ kullanılan sistemde 118 mL CO_2 oluşmuştur. Bu durum çözünmüş hâlde bulunan tepkenle tepkimenin daha hızlı gerçekleştiğini göstermektedir.

Deney sonuçlarının kurduğunuz hipotezi destekleyip desteklemediğini verilerden yararlanarak açıklayınız.

Deney sonuçları hipotezi desteklemektedir. $NaHCO_3$ maddesinin fiziksel hâli değiştirildiğinde aynı sürede oluşan CO_2 miktarının değişmesi, fiziksel hâlin tepkime hızını etkilediğini göstermektedir.

Deney sonuçlarından yararlanarak $NaHCO_3$ maddesinin fiziksel hâlinin CO_2 oluşum hızına etkisini alt mikro düzeyde modelleyiniz ve açıklayınız.

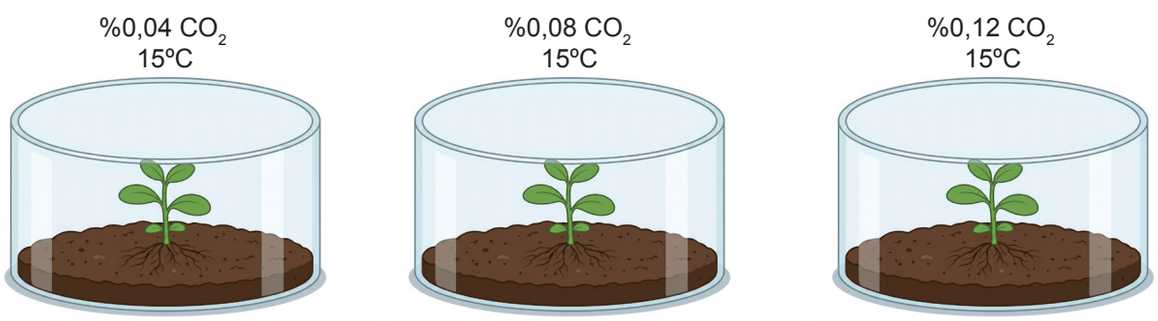
Katı $NaHCO_3$'te tepken tanecikleri bir arada bulunduğundan HCl tanecikleriyle karşılaşmalar büyük ölçüde katının yüzeyinde gerçekleşir. Suda çözünmüş $NaHCO_3$'te ise tepken tanecikleri çözelti içerisinde dağılmış durumda olduğundan HCl tanecikleriyle daha kolay karşılaşır. Bu nedenle çözünmüş sistemde birim zamanda daha fazla tepkime gerçekleşir ve CO_2 daha hızlı oluşur.



$NaHCO_3$ maddesinin fiziksel hâlinin tepkime hızına etkisini deney verilerinden yararlanarak çarpışma teorisiyle ilişkilendiriniz.

Suda çözünmüş $NaHCO_3$ tanecikleri çözelti içerisinde daha iyi dağıldığından HCl tanecikleriyle karşılaşma olasılıkları artar. Böylece birim zamanda gerçekleşen etkin çarpışma sayısı artar ve tepkime daha hızlı gerçekleşir.

Semizotunda gece gerçekleşen malik asit oluşumunda CO_2 derişiminin etkisini incelemek amacıyla özdeş büyüklükteki üç semizotu grubu, sekiz saat boyunca aynı sıcaklık, ışık ve nem koşullarında bekletilmiştir. Düzeneklerde yalnızca ortamdaki CO_2 derişimi değiştirilmiş ve sekiz saat sonunda semizotunda biriken malik asit miktarları ölçülmüştür. Elde edilen veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bir araştırma ekibi, özdeş büyüklükteki üç semizotu grubunu gece sekiz saat boyunca aynı koşullarda (sıcaklık, ışık, nem) bekletmiştir. Deney boyunca yalnızca ortamdaki CO_2 derişimi değiştirilmiştir.



Başlangıçtaki CO_2 Derişimi (%)	8 Saat Sonundaki Malik Asit Miktarı (mg/100 g)
0,04	22
0,08	37
0,12	49

Deney verilerini karşılaştırarak CO_2 derişiminin malik asit oluşum hızına etkisini açıklayınız.

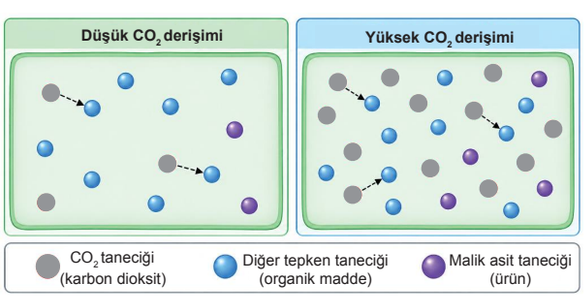
CO_2 derişimi arttıkça sekiz saat sonunda semizotunda biriken malik asit miktarı artmıştır. CO_2 derişimi %0,04 iken 22 mg/100 g, %0,08 iken 37 mg/100 g, %0,12 iken 49 mg/100 g malik asit ölçülmüştür. Buna göre CO_2 derişiminin artması malik asit oluşum hızını artırmıştır. .

Deney sonuçlarının kurduğunuz hipotezi destekleyip desteklemediğini verilerden yararlanarak açıklayınız.

Deney sonuçları hipotezi desteklemektedir. CO_2 derişimi arttıkça aynı sürede daha fazla malik asit oluşması, tepken derişiminin artmasının tepkime hızını artırdığını göstermektedir.

CO_2 derişimindeki artışın malik asit oluşum hızına etkisini alt mikro düzeyde modelleyiniz ve açıklayınız.

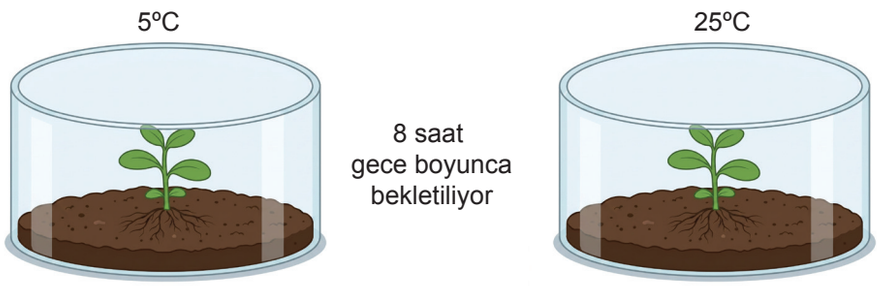
CO_2 derişimi arttığında aynı hacimde daha fazla CO_2 taneciği bulunur. Alt mikro modelde düşük derişimli ortamda daha az, yüksek derişimli ortamda ise daha fazla CO_2 taneciği gösterilir. Tanecik sayısının artması, CO_2 taneciklerinin diğer tepken tanecikleriyle karşılaşma olasılığını artırır. Bu nedenle birim zamanda daha fazla malik asit oluşur.



Deney sonuçlarından yararlanarak CO_2 derişiminin tepkime hızına etkisini çarpışma teorisiyle ilişkilendirerek açıklayınız.

Çarpışma teorisine göre tepkimenin gerçekleşebilmesi için tepken taneciklerinin etkin biçimde çarpışması gerekir. CO_2 derişimi arttığında birim hacimdeki CO_2 taneciklerinin sayısı artar. Böylece diğer tepkenlerle birim zamanda gerçekleşen etkin çarpışma sayısı artar ve tepkime hızı yükselir. Ana etkinlikte de derişim artışı bu şekilde etkin çarpışma sayısındaki artışla ilişkilendirilmiştir.

Semizotunda gündüz gerçekleşen malik asit parçalanmasında sıcaklığın etkisini incelemek amacıyla özdeş miktardaki semizotu örnekleri 5°C ve 25°C'ta bekletilmiştir. Düzeneklerde CO_2 derişimi, ışık, nem ve semizotu miktarı aynı tutulmuş; belirli zaman aralıklarında semizotundaki malik asit miktarı ölçülmüştür. Elde edilen veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.



Bekleme Süresi (saat)	5 °C'taki Oluşan Malik Asit Miktarı (mg malik asit /100 g)	25 °C'taki Oluşan Malik Asit Miktarı (mg malik asit /100 g)
0	80	80
2	74	68
4	69	58
6	64	49
8	60	41

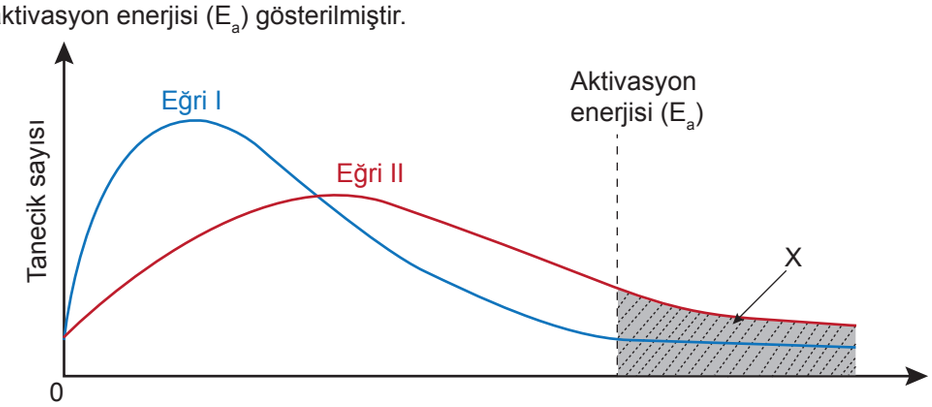
Deney verilerini karşılaştırarak sıcaklığın malik asit parçalanma hızına etkisini açıklayınız.

25°C'ta semizotundaki malik asit miktarı 5°C'a göre daha hızlı azalmıştır. Örneğin 8. saatin sonunda 5°C'ta malik asit miktarı 60 mg/100 g iken 25°C'ta 41 mg/100 g'dır. Bu durum, sıcaklığın artmasının malik asit parçalanma hızını artırdığını göstermektedir.

Deney sonuçlarının kurduğunuz hipotezi destekleyip desteklemediğini tablodaki verilerden yararlanarak açıklayınız.

Deney sonuçları hipotezi desteklemektedir. Her iki sistemde başlangıçta malik asit miktarı 80 mg/100 g iken, 25°C'taki azalma 5°C''akinden daha fazladır. Sekizinci saatte 25°C'ta 41 mg/100 g, 5°C'ta ise 60 mg/100 g malik asit kalması, yüksek sıcaklıkta parçalanmanın daha hızlı gerçekleştiğini göstermektedir.

Deneyde gözlenen hız farkının tanecik düzeyindeki nedenini incelemek için aşağıdaki Maxwell–Boltzmann enerji dağılım grafiğinden yararlanınız. Grafikte 5°C ve 25°C'taki taneciklerin kinetik enerji dağılımları ile tepkimenin aktivasyon enerjisi (E_a) gösterilmiştir.



Eğri I ve Eğri II'nin hangi sıcaklıklara ait olduğunu belirleyiniz.

Eğri I → 5 °C

Eğri II → 25 °C

Grafikte X ile gösterilen taralı bölgenin neyi ifade ettiğini yazınız.

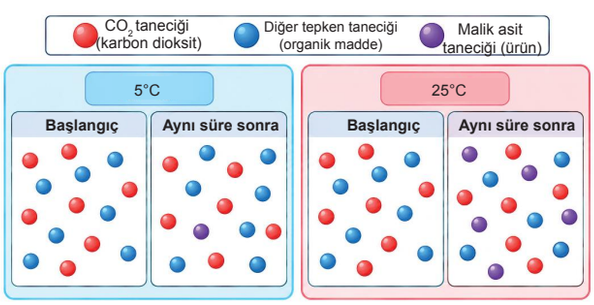
Aktivasyon enerjisine eşit veya daha yüksek kinetik enerjiye sahip taneciklerin oranını gösterir.

Grafiğe göre hangi sıcaklıkta aktivasyon enerjisini aşabilecek taneciklerin oranı daha fazladır?

25 °C'de daha fazladır. Sıcaklık arttığında taneciklerin ortalama kinetik enerjisi arttığından aktivasyon enerjisini aşabilecek enerjiye sahip taneciklerin oranı artar.

Deney sonuçlarından ve Maxwell–Boltzmann grafiğinden yararlanarak sıcaklığın malik asit parçalanma hızına etkisini alt mikro düzeyde modelleyiniz ve açıklayınız.

5 °C'ta taneciklerin ortalama kinetik enerjisi daha düşük, 25°C'ta ise daha yüksektir. Bu nedenle 25°C'ta aktivasyon enerjisini aşabilecek enerjiye sahip taneciklerin oranı daha fazladır. Alt mikro modelde 25°C'ta tanecikler daha hareketli ve birim zamanda daha fazla etkin çarpışma gerçekleştirecek şekilde gösterilir. Bunun sonucunda malik asit 25°C'ta daha hızlı parçalanır.



Deney sonuçları, Maxwell–Boltzmann grafiği ve oluşturduğunuz modelden yararlanarak sıcaklığın tepkime hızına etkisini çarpışma teorisiyle ilişkilendirerek açıklayınız.

Çarpışma teorisine göre bir tepkimenin gerçekleşebilmesi için taneciklerin yeterli enerjiye sahip olarak uygun biçimde çarpışması gerekir. Sıcaklık arttığında taneciklerin ortalama kinetik enerjisi ve aktivasyon enerjisini aşabilecek taneciklerin oranı artar. Böylece birim zamanda gerçekleşen etkin çarpışma sayısı artar ve tepkime hızlanır. Bu nedenle malik asit 25 °C'ta 5 °C'a göre daha hızlı parçalanır.

Aşağıdaki ifadeleri doğru (D) veya yanlış (Y) olarak değerlendiriniz. Değerlendirmenizi gerekçesiyle açıklayınız.

İfade	D/Y	Gerekçe
Sıcaklık arttığında taneciklerin ortalama kinetik enerjisi artar.	D	Sıcaklık arttıkça taneciklerin ortalama kinetik enerjisi artar.
Sıcaklık aktivasyon enerjisini düşürür.	Y	Sıcaklık aktivasyon enerjisini değiştirmez.
Sıcaklık arttığında aktivasyon enerjisini aşan taneciklerin oranı artar.	D	Daha fazla tanecik yeterli enerjiye sahip olur.
Sıcaklık arttığında her çarpışma etkin olur.	Y	Her çarpışma uygun yönelim ve yeterli enerji koşullarını sağlamaz.

Semizotunda bulunan C vitamininin oksijenle tepkimesinde temas yüzeyinin etkisini incelemek amacıyla eşit miktardaki (5g) semizotu örnekleri bütün yaprak, doğranmış yaprak ve püre hâline getirilmiş yaprak hazırlanmıştır. Sıcaklık, ışık ve oksijen koşulları aynı tutularak belirli bir süre sonunda C vitamini kaybı ölçülmüş ve aşağıdaki tablodaki veriler elde edilmiştir.

1. Bütün yaprak



2. Doğranmış yaprak



3. Püre hâline getirilmiş yaprak



Semizotunun Durumu	C Vitamini Kaybı (%)
Bütün yaprak	15
Doğranmış yaprak	45
Püre hâline getirilmiş yaprak	85

Deney verilerini karşılaştırarak semizotunun temas yüzeyindeki değişimin C vitamini bozunma hızına etkisini açıklayınız.

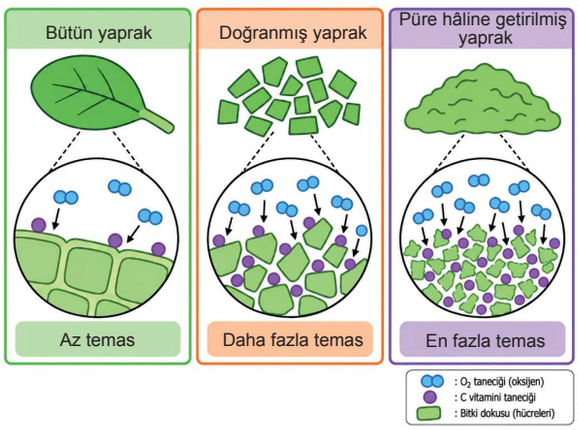
Semizotunun parçalanma düzeyi arttıkça C vitamini kaybı artmıştır. Bütün yaprakta %15 olan C vitamini kaybı, doğranmış yaprakta %45'e, püre hâline getirilen yaprakta ise %85'e yükselmiştir. Buna göre temas yüzeyinin artması C vitamininin bozunma hızını artırmıştır.

Deney sonuçları, kurduğunuz hipotezi desteklemekte midir? Tablodaki verilerden yararlanarak açıklayınız.

Deney sonuçları hipotezi desteklemektedir. Semizotunun temas yüzeyi arttıkça aynı sürede gerçekleşen C vitamini kaybının artması, temas yüzeyinin tepkime hızını etkilediğini göstermektedir.

Deney sonuçlarından yararlanarak temas yüzeyinin C vitamini bozunma hızına etkisini alt mikro düzeyde modelleyiniz ve açıklayınız.

Bütün yaprakta C vitamini içeren taneciklerin oksijenle temas edebildiği yüzey daha sınırlıdır. Semizotu doğrandığında veya püre hâline getirildiğinde daha fazla yüzey açığa çıkar ve daha fazla C vitamini taneciği oksijen tanecikleriyle karşılaşabilir. Bu nedenle temas yüzeyi arttıkça birim zamanda gerçekleşen tepkime sayısı artar ve C vitamini daha hızlı bozunur.

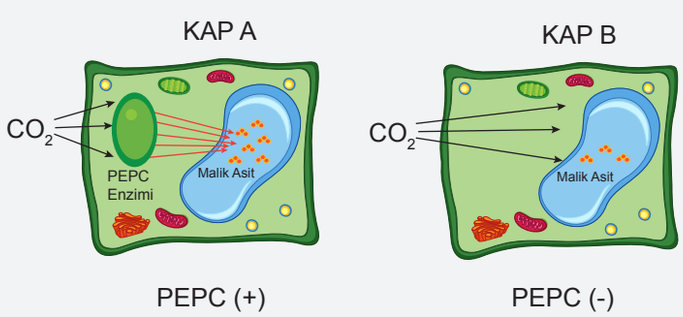


Deney sonuçlarından yararlanarak temas yüzeyinin tepkime hızına etkisini çarpışma teorisiyle ilişkilendirerek açıklayınız.

Katı tepkenin temas yüzeyi arttığında diğer tepken tanecikleriyle karşılaşabilecek tanecik sayısı artar. Böylece birim zamanda gerçekleşen etkin çarpışma sayısı artar ve tepkime hızı yükselir.

Semizotunda gece CO_2 kullanılarak malik asit oluşurken PEPC enzimi bu tepkimede katalizör olarak görev yapar. Katalizörün tepkime hızına etkisini incelemek için PEPC enziminin bulunduğu ve bulunmadığı iki ortamda aynı sürede oluşan malik asit miktarları karşılaştırılmıştır.

DENEY: PEPC Enzimi'nin Semizotunda Malik Asit Oluşumuna Etkisi



Her iki düzende sıcaklık, CO_2 derişimi, süre ve diğer koşullar özdeştir.

Aşağıdaki tabloda PEPC enziminin bulunduğu ve bulunmadığı ortamda aynı sürede oluşan malik asit miktarı verilmiştir.

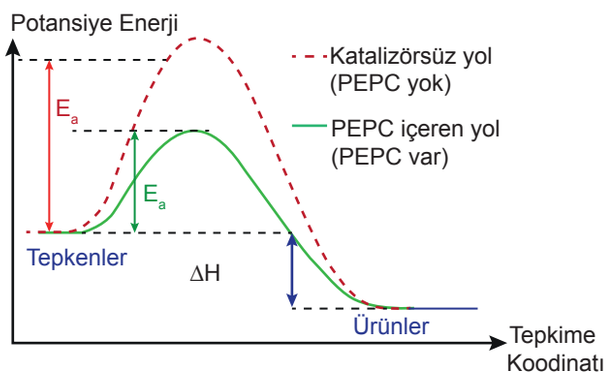
Süre (dakika)	PEPC (+) Ortamında Oluşan Malik Asit (birim)	PEPC (–) Ortamında Oluşan Malik Asit (birim)
1	18	7
2	35	14
3	49	20
4	60	25
5	68	29

Tablodaki verileri karşılaştırarak PEPC enziminin malik asit oluşum hızına etkisini açıklayınız.

PEPC enziminin bulunduğu ortamda aynı sürelerde daha fazla malik asit oluşmuştur. Örneğin 5. dakikada PEPC (+) ortamında 68 birim malik asit oluşurken PEPC (–) ortamında 29 birim oluşmuştur. Buna göre PEPC enziminin varlığı malik asit oluşum hızını artırmıştır.

Deney sonuçları kurduğunuz hipotezi desteklemekte midir? Tablodaki verilerden yararlanarak açıklayınız.

Deney sonuçları hipotezi desteklemektedir. PEPC bulunan ortamda her ölçüm zamanında PEPC bulunmayan ortama göre daha fazla malik asit oluşması, katalizör varlığının tepkime hızını artırdığını göstermektedir.

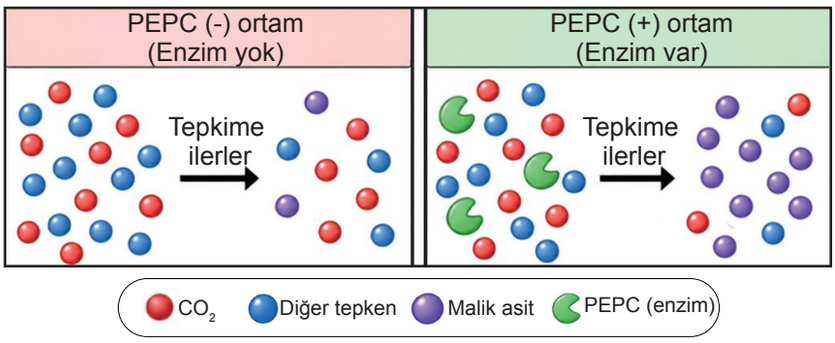


Yukarıdaki enerji diyagramını inceleyerek pozitif bir katalizörün verilen niceliklerin değişim yönünü (‘Artar’, ‘Azalır’, ‘Değişmez’) **gösteren tabloyu doldurunuz.**

Kimyasal Nicelik	Katalizör Etkisi ile Değişimi
İleri ve Geri Aktivasyon Enerjisi E_{ai}, E_{ag}	Azalır (Aynı miktarda düşer)
Tepkime Entalpisi (ΔH)	Değişmez
Girenlerin ve Ürünlerin Potansiyel Enerjisi	Değişmez
Tepkime Verimi (Oluşan Toplam Ürün Miktarı)	Değişmez (Sadece ürüne ulaşma süresi kısalır.)

Deney sonuçlarından ve enerji diyagramından yararlanarak PEPC enziminin malik asit oluşum hızına etkisini alt mikro düzeyde modelleyiniz ve açıklayınız.

PEPC enzimi tepkime için daha düşük aktivasyon enerjisine sahip alternatif bir tepkime yolu sağlar. Bu nedenle aynı sıcaklıkta daha fazla tepken taneciği tepkime için gerekli enerji koşulunu sağlayabilir. Alt mikro modelde her iki sistemde aynı sayıda tepken taneciği gösterilir. PEPC bulunan sistemde ise aynı sürede daha fazla ürün oluşturan etkili çarpışma ve daha fazla malik asit taneciği gösterilir. Böylece malik asit daha hızlı oluşur.



Deney sonuçları ve enerji diyagramından yararlanarak PEPC enziminin tepkime hızına etkisini çarpışma teorisiyle ilişkilendirerek açıklayınız.

Çarpışma teorisine göre tepkimenin gerçekleşebilmesi için taneciklerin yeterli enerjiyle ve uygun biçimde çarpışması gerekir. PEPC enzimi aktivasyon enerjisini düşüren alternatif bir tepkime yolu sağladığından, aynı sıcaklıkta daha fazla çarpışma ürün oluşumuyla sonuçlanır. Böylece birim zamanda gerçekleşen etkili çarpışma sayısı artar ve tepkime hızlanır.

Aşağıdaki tabloyu, tepkime hızına etki eden faktörlerin mikro düzeydeki etkilerini dikkate alarak "Artar", "Azalır" veya "Değişmez" **şeklinde tamamlayınız.**

Faktör Değişimi	Aktivasyon Enerjisi (E_a)	Ortalama Kinetik Enerji	Birim Zamandaki Etkin Çarpışma Sayısı	Tepkime Hızı
Derişim Artışı	Değişmez	Değişmez	Artar	Artar
Sıcaklık Artışı	Değişmez	Artar	Artar	Artar
Temas Yüzeyi Artışı	Değişmez	Değişmez	Artar	Artar
Pozitif Katalizör Ekleme	Azalır	Değişmez	Artar	Artar
Negatif Katalizör Ekleme	Artar	Değişmez	Azalır	Azalır

NOTLAR

ÇÖZÜM VİDEO

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ
11. Sınıf
KİMYA

KİM.11.1.8. Kimyasal tepkimelerin hız denklemini bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme

KİM.11.1.8. Kimyasal tepkimelerin hız denklemini bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme

a) Bir tepkimenin tepken derişimlerine ve başlangıç hızlarına ait hazır veri seti kullanarak tepken derişiminin tepkime hızına etkisine ilişkin önermeler oluşturur.
b) Tepken derişiminin tepkime hızına etkisine ilişkin veriye dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.
c) Veri setini kullanarak belirlediği tepkimenin hız denkleminden hareketle tepken derişiminin tepkime hızına etkisine ilişkin tahminlerde bulunur.
ç) Kimyasal tepkimelerin hız denklemine ilişkin tahminlerinin geçerliliğini sorgular.

KATALİTİK İNDİRGEME SİSTEMİ



Endüstriyel tesislerde ve motorlu taşıtlarda yüksek sıcaklıkta gerçekleşen yanma tepkimeleri sonucunda atmosfere azot oksit (NO_x) gazları salınmaktadır. Bu gazlar atmosferdeki su buharı ile reaksiyona girerek asit yağmurlarını oluşturmakta ve ekosistemlere ciddi zararlar vermektedir. Bu olumsuz etkileri azaltmak amacıyla endüstriyel bacalarda ve araç egzozlarında katalitik indirgeme sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerde azot monoksit (NO), hidrojen (H_2) ile tepkimeye girerek azot gazına ve su buharına dönüştürülür.

$$2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$$

Bir araştırma ekibi, tepkimenin hızını artırmak için NO ve H_2 gazlarının başlangıç derişimlerinin tepkime hızına etkisini incelemiştir. Deneyler aynı sıcaklıkta, aynı hacimde ve aynı miktarda katalizör kullanılarak gerçekleştirilmiş; her deneyde yalnızca bir tepkenin başlangıç derişimi değiştirilmiştir.

Deney No	[NO] Başlangıç Derişimi (M)	[H_2] Başlangıç Derişimi (M)	Başlangıç Tepkime Hızı (M/s)
1	0,01	0,01	$1,2.\ 10^{-8}$
2	0,02	0,01	$4,8.\ 10^{-8}$
3	0,01	0,02	$4,8.\ 10^{-8}$

1 ve 2. deneylerin verilerini karşılaştırınız. NO derişimindeki değişimin başlangıç tepkime hızına etkisine ilişkin bir önerme yazınız.

H_2 derişimi sabitken NO derişimi iki katına çıkarılırsa başlangıç tepkime hızı dört katına çıkar.....

1 ve 3. deneylerin verilerini karşılaştırınız. H_2 derişimindeki değişimin başlangıç tepkime hızına etkisine ilişkin bir önerme yazınız.

NO derişimi sabitken H_2 derişimi iki katına çıkarılırsa başlangıç tepkime hızı dört katına çıkar.....

Yazdığınız önermelerden yola çıkarak NO ve H_2 derişimlerinin başlangıç tepkime hızına etkisini açıklayan genel bir önerme yazınız.

NO veya H_2 derişiminin iki katına çıkarılması başlangıç tepkime hızını dört katına çıkarmıştır. Bu sonuç, başlangıç tepkime hızının her iki tepkenin derişiminin karesiyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Aşağıdaki önermeleri deney tablosundaki verilerle karşılaştırınız. Her bir önermenin deney verileriyle desteklenip desteklenmediğini gerekçesiyle açıklayınız.

Önerme	Gerekçe
I. H_2 derişimi sabitken NO derişiminin iki katına çıkarılması, başlangıç tepkime hızını dört katına çıkarmıştır.	Deney verileriyle desteklenir. 1 ve 2. deneylerde H_2 derişimi sabitken NO derişimi iki katına çıkarılmış, başlangıç tepkime hızı dört katına çıkmıştır.
II. NO derişimi sabitken H_2 derişiminin iki katına çıkarılması, başlangıç tepkime hızını dört katına çıkarmıştır.	Deney verileriyle desteklenir. 1 ve 3. deneylerde NO derişimi sabitken H_2 derişimi iki katına çıkarılmış, başlangıç tepkime hızı dört katına çıkmıştır.
III. Tepkime hızını yalnızca tepkenlerin derişimleri etkiler.	Deney verileriyle desteklenmez. Deneylerde yalnızca tepken derişimlerinin etkisi incelenmiştir. Sıcaklık ve katalizör gibi diğer etkenlerle ilgili veri bulunmamaktadır.
IV. İncelenen deney koşullarında NO ve H_2 derişimlerinin başlangıç tepkime hızına etkileri aynıdır.	Deney verileriyle desteklenir. İncelenen derişim aralığında NO veya H_2 derişiminin iki katına çıkarılması başlangıç hızını dört katına çıkarmıştır.
V. Tepkime denklemindeki katsayısı büyük olan tepken, tepkime hızını daha fazla etkiler.	Deney verileriyle desteklenmez. Deneylerde tepkime katsayılarının başlangıç hızına etkisi araştırılmamıştır.
VI. Ürünlerin derişimi arttıkça başlangıç tepkime hızı artar.	Deney verileriyle desteklenmez. Tabloda ürünlerin derişimlerine ilişkin herhangi bir veri verilmemiştir.

Verilen önermelerin deney verileriyle desteklenip desteklenmediğine karar verirken hangi ölçütleri kullandığınızı yazınız.

Bir önermenin veri ile desteklenmesi için;

- Tablodaki derişim ve başlangıç hızı değerleriyle doğrudan desteklenmesi,
- Deneylerde incelenmeyen değişkenlerle ilgili bir yargı içermemesi,
- Elde edilen sonuçların kapsamını aşan genellemeler içermemesi

Tepkimenin hız denkleminin genel biçimi aşağıda verilmiştir:

$$V = k.[H_2]^n.[NO]^m$$

1 ve 2. deneyleri karşılaştırarak tepkimenin NO'ya göre derecesi m değerini, 1 ve 3. deneyleri karşılaştırarak H_2'ye göre derecesi n değerini belirleyiniz. Hesaplamalarınızı gösteriniz.

NO için:

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{[NO^2]_2}{[NO]_1}\right)^m$$

$$\frac{4,8 \times 10^{-8}}{1,2 \times 10^{-8}} = \left(\frac{0,02}{0,01}\right)^m$$

$4 = 2^m$ ise $m = 2$'dir.

H_2 için:

$$\frac{v_3}{v_1} = \left(\frac{[H_2]_3}{[H_2]_1}\right)^n$$

$$\frac{4,8 \times 10^{-8}}{1,2 \times 10^{-8}} = \left(\frac{0,02}{0,01}\right)^m$$

$4 = 2^n$ ise $n = 2$'dir.

Belirlediğiniz m ve n değerlerini kullanarak tepkimenin hız denklemini yazınız ve toplam tepkime derecesini belirleyiniz.

$V = k.[H_2]^2.[NO]^2$

Toplam tepkime derecesi: 2+2=4 ise Tepkime dördüncü derecedendir.

Hız denkleminden ve deneylerden birine ait verilerden yararlanarak hız sabitinin (k) değerini ve birimini hesaplayınız.

Birinci deney kullanılırsa: $1,2x10^{-8} = k(0,01)^2(0,01)^2$

$k = 1,2\ L^3/mol^3.s$

Katalitik indirgeme sisteminde sıcaklık ve katalizör miktarı değiştirilmeden aşağıdaki düzenlemelerin yapılması planlanmaktadır.

Tepkimenin hız denkleminden yararlanarak her durumda başlangıç tepkime hızının kaç kat değişeceğini tahmin ediniz.

Düzenleme	Başlangıç Hızındaki Değişime İlişkin Tahmin
a) H_2 derişimi sabit tutulurken NO derişimi iki katına çıkarılıyor.	$2^2=4$ Başlangıç tepkime hızı dört katına çıkar.
b) NO derişimi sabit tutulurken H_2 derişimi üç katına çıkarılıyor.	$3^2=9$ Başlangıç tepkime hızı dokuz katına çıkar.
c) NO ve H_2 derişimlerinin her ikisi de iki katına çıkarılıyor.	$2^2.2^2=16$ Başlangıç tepkime hızı on altı katına çıkar.
ç) NO derişimi iki katına çıkarılırken H_2 derişimi yarıya indiriliyor.	$2^2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 4 \cdot \frac{1}{4} = 1$ Başlangıç tepkime hızı değişmez.

NO ve H_2 gazlarının başlangıç derişimleri 0,02 mol/L alınırsa tepkimenin başlangıç hızını tahmin ediniz.

$V = 1,2 . [0,02]^2 . [0,02]^2$

$V = 1,92 . 10^{-7}$ mol / L.s

Araştırma ekibi, başlangıç derişimi–başlangıç hızı verilerinden yararlanarak tepkimenin hız denklemini belirledikten sonra katalitik indirgeme sisteminin hangi basamaklarla gerçekleştiğini incelemiştir. Sistemde kullanılan katı katalizörün türü, miktarı ve yüzey alanı bütün deneylerde sabit tutulmuştur.

Araştırmacılar, katalitik indirgeme tepkimesinin aşağıdaki basamaklarla gerçekleşebileceğini ileri sürmüştür.

1. basamak: $2NO(g) + H_2(g) \rightarrow N_2O(g) + H_2O(g)$……...

2. basamak: $N_2O(g) + H_2(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(g)$……

Mekanizmanın yavaş basamağından hareketle tepkimenin hız denklemini tahmin ediniz. Tahmin ettiğiniz hız denklemini başlangıç derişimi–başlangıç hızı verilerinden belirlediğiniz hız denklemiyle karşılaştırarak benzerlik ve farklılıklarını yazınız.

Mekanizmanın yavaş basamağından tahmin edilen hız denklemi: $V = k . [H_2] . [NO]^2$

Başlangıç hızı verilerinden belirlenen hız denklemi: $V = k . [H_2]^2 . [NO]^2$

Her iki denklemde NO derişiminin üssü 2'dir. Ancak H_2 derişiminin üssü, mekanizmadan tahmin edilen denklemde 1; deneysel verilerden belirlenen denklemde 2'dir. Bu nedenle iki hız denklemi birbiriyle uyumlu değildir.

Araştırma ekibi, belirlenen hız denkleminin farklı derişimlerde de geçerli olup olmadığını incelemek amacıyla aynı sıcaklıkta ve aynı miktarda katalizör kullanarak iki deney daha gerçekleştirmiştir.

Deney	[NO] (mol/L)	$[H_2]$ (mol/L)	Ölçülen Başlangıç Hızı (mol/L·s)
4	0,02	0,03	$4,32 . 10^{-7}$
5	0,03	0,01	$1,08 . 10^{-7}$

Belirlediğiniz hız denklemini kullanarak 4 ve 5. deneylerin başlangıç tepkime hızlarını hesaplayınız. Hesapladığınız değerleri ölçülen başlangıç hızlarıyla karşılaştırarak hız denklemine ilişkin tahminlerinizin geçerliliğini değerlendiriniz.

$V = k . [H_2]^2 . [NO]^2$

4. Deney: $V = 1,2 . [0,02]^2 . [0,03]^2 \rightarrow V = 4,32 . 10^{-7}$ mol/L.s

5. Deney: $V = 1,2 . [0,03]^2 . [0,01]^2 \rightarrow V = 1,08 . 10^{-7}$ mol/L.s

Hesaplanan değerler, ölçülen başlangıç hızıyla aynıdır. Bu nedenle; hız denklemine ilişkin tahminler, incelenen deney koşullarında yeni deney verileriyle desteklenmektedir.

Katalitik indirgeme işleminden sonra gaz karışımında kalan az miktardaki NO_2, saf sıvı su kullanılan ıslak arıtma ünitesinde tutulmaktadır. Bu ünitede gerçekleşen tepkime ve deneysel olarak belirlenen hız denklemi aşağıda verilmiştir.

$$2NO_2(g) + H_2O(s) \rightarrow HNO_2(suda) + HNO_3(suda) \qquad V = k.[NO_2]^2$$

H_2O'nun tepkimeye giren bir madde olmasına rağmen hız denkleminde yer almamasının nedenini açıklayınız. Saf katı ve saf sıvıların hız denklemlerinde nasıl ele alındığını belirtiniz..

H_2O saf sıvı hâlde bulunduğundan derişimi tepkime süresince sabit kabul edilir. Bu nedenle H_2O'nun etkisi hız sabitinin (k) içinde değerlendirilir ve hız denkleminde ayrı bir derişim terimi olarak gösterilmez. Benzer şekilde saf katılar ve saf sıvılar da derişimleri sabit olduğundan hız denklemlerinde derişim terimi olarak yer almaz.

Egzoz gazlarında bulunan azot dioksit (NO_2), katalitik sistemde karbonmonoksit (CO) ile aşağıdaki basamaklarda tepkimeye girmektedir.

$NO_2(g) + NO_2(g) \rightarrow NO_3(g) + NO(g)$……Yavaş

$NO_3(g) + CO(g) \rightarrow NO_2(g) + CO_2(g)$……Hızlı

$NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g)$……Net Tepkime

Çok basamaklı tepkimelerde tepkime hızını en yavaş basamak belirler. Bu nedenle hız bağıntısı, yavaş basamağın tepkenlerine göre; $V = k.[NO_2]^2$ şeklinde yazılır.

Egzoz gazlarının arıtılması ve atmosferik kirleticilerin dönüşümüyle ilişkili bazı basitleştirilmiş tepkime mekanizmaları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Her mekanizma için tepkime hızını belirleyen basamağı belirtiniz. Bu basamağın tepkenlerinden yararlanarak hız bağıntısını yazınız ve toplam tepkime derecesini belirleyiniz.

Tepkime Mekanizması		Hız Belirleyen Basamak	Hız Bağıntısı	Toplam Tepkime Derecesi
I. Mekanizma	$O_3(g) \rightarrow O_2(g) + O(g)$ Yavaş $O(g) + O_3(g) \rightarrow 2O_2(g)$ Hızlı	Yavaş	$V = k.[O_3]$	1
II. Mekanizma	$NO_2(g) + SO_2(g) \rightarrow NO(g) + SO_3(g)$ Yavaş $SO_3(g) + H_2O(s) \rightarrow H_2SO_4(suda)$ Hızlı	Yavaş	$V = k.[NO_2].[SO_2]$	2
III. Mekanizma	$NO_2(g) + CO(g) \rightarrow NO(g) + CO_2(g)$ Yavaş $NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$ Hızlı	Yavaş	$V = k.[NO_2].[CO]$	2

Araştırma ekibi aşağıdaki değerlendirmeyi yapmıştır:

“Hız denkleminden hesaplanan değerler yeni deney sonuçlarıyla aynı olduğuna göre bu hız denklemi bütün sıcaklıklarda ve farklı katalizörler kullanıldığında da geçerlidir.”

Bu değerlendirmenin geçerli olup olmadığını deney koşullarını dikkate alarak açıklayınız.

Değerlendirme geçerli değildir. Deneyler aynı sıcaklıkta ve aynı katalizör kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık değiştiğinde hız sabitinin değeri değişebilir. Farklı bir katalizör kullanılması ise tepkimenin izlediği mekanizmayı ve buna bağlı olarak hız denklemini değiştirebilir. Bu nedenle belirlenen hız denkleminin yalnızca incelenen deney koşullarında geçerli olduğu söylenebilir.

Bu tepkimenin hız denklemindeki üslerin tepkime denklemindeki NO ve H_2 katsayılarıyla aynı olması, bütün tepkimelerin hız denklemlerinin tepkime katsayılarından yazılabileceğini gösterir mi? Gerekçesiyle yazınız.

Göstermez. Hız denklemindeki üsler genel olarak tepkimenin denkleştirilmiş denklemindeki katsayılardan değil, deneysel verilerden belirlenir. Bu tepkimede üslerin katsayılarla aynı çıkması, bütün tepkimeler için genellenemez. Özellikle çok basamaklı tepkimelerde hız denklemi, tepkime mekanizmasına ve hız belirleyen basamağa bağlıdır.

NOTLAR

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ

11. Sınıf

KİMYA

KİM.11.2.1. Tepkimelerin tersinir olabileceğine ilişkin gözlem yapabilme

KİM.11.2.1. Tepkimelerin tersinir olabileceğine ilişkin gözlem yapabilme

a) Tersinir tepkimelerin oluşumuna kanıt oluşturacak gözlemlenebilir nitelikler belirler.
b) Tersinir tepkimelerde gözlemlenebilir niteliklere ilişkin veri toplar ve topladığı verileri kaydeder.
c) Tepkimelerin tersinir olabileceğini verilere dayalı olarak açıklar.

GÜNEŞİN PEŞİNDEKİ RENK DEĞİŞİMİ



Çevre dostu bina tasarımları üzerine yapılan çalışmaların amaçları arasında pencerelerden giren güneş ışığının kontrol edilerek binalarda iklimlendirme ve aydınlatma enerjisinden tasarruf sağlanması yer almaktadır. Bu çalışmalar sonucunda ışığa ve sıcaklığa duyarlı olarak renk değiştiren akıllı cam kaplamaları geliştirilmiştir. Mimar Aslı, akıllı camların yapısını inceleyerek benzer bir malzeme elde edebilmek için çalışmalar yapar. $CoCl_2$ içeren kompleks bir tuzu iki cam panel arasına hapsederek bir çeşit akıllı cam malzemesi elde eder.

Aslı'nın deney sürecinde yönelttiği sorular ile elde ettiği gözlem ve ölçüm sonuçları aşağıda verilmiştir.

Aslı'nın Laboratuvar Günlüğü

Penceredeki bu renk değişimini bilimsel olarak nasıl açıklayabiliriz?

Ortam ısındığında ve soğuduğunda gerçekleşen değişimler aynı sürecin iki farklı yönü müdür?

Deney Adımı	Uygulanan İşlem / Koşul	Çözeltinin Rengi	Ölçülen Sıcaklık (°C)	İletkenlik / İyon Durumu
1. Basamak	Oda koşulları	Pembe	20	Yüksek İletkenlik
2. Basamak	Sıcak su banyosunda ısıtma	Mavi	65	Değişen İyon Denge Yapısı
3. Basamak	Buzlu su banyosunda soğutma	Pembe	10	İlk İletkenlik Değerine Dönüş
4. Basamak	Yeniden ısıtma (2. Kez)	Mavi	65	Değişen İyon Denge Yapısı

Camın içindeki renk değişimi kalıcı bir kimyasal değişimden mi kaynaklanmaktadır yoksa mevcut türlerin tersinir olarak birbirine dönüşmesiyle oluşan bir denge değişimini mi göstermektedir?

Mevcut türlerin tersinir olarak birbirine dönüşmesiyle oluşan denge değişimini göstermektedir.

Aslı 'nın çalışmasındaki tersinir tepkimelerin oluşumuna kanıt oluşturacak gözlemlenebilir nitelikleri gerekçesiyle yazınız.

• Renk değişimi ve geri dönüşümü: Çözeltinin ısıtıldığında pembeden maviye, soğutulduğunda ise tekrar ilk rengi olan pembeye dönmesi. Tek yönlü tepkimelerde oluşan renk değişimi kendiliğinden soğutmayla ilk hâline dönmez, bu durum tersinirliğe doğrudan bir kanıttır.
• Sıcaklık/Sistem değişkeni ile yön değiştirme: Ortam sıcaklığının değiştirilmesiyle sistemin sürekli ilk ve son durumlar arasında tekrarlanabilir bir döngüye girmesi.
• Çözelti/İletkenlik özellikleri: Sistem soğutulduğunda elektriksel iletkenliğin ve iyonik yapının tekrar 1. basamaktaki başlangıç değerlerine geri dönmesi.

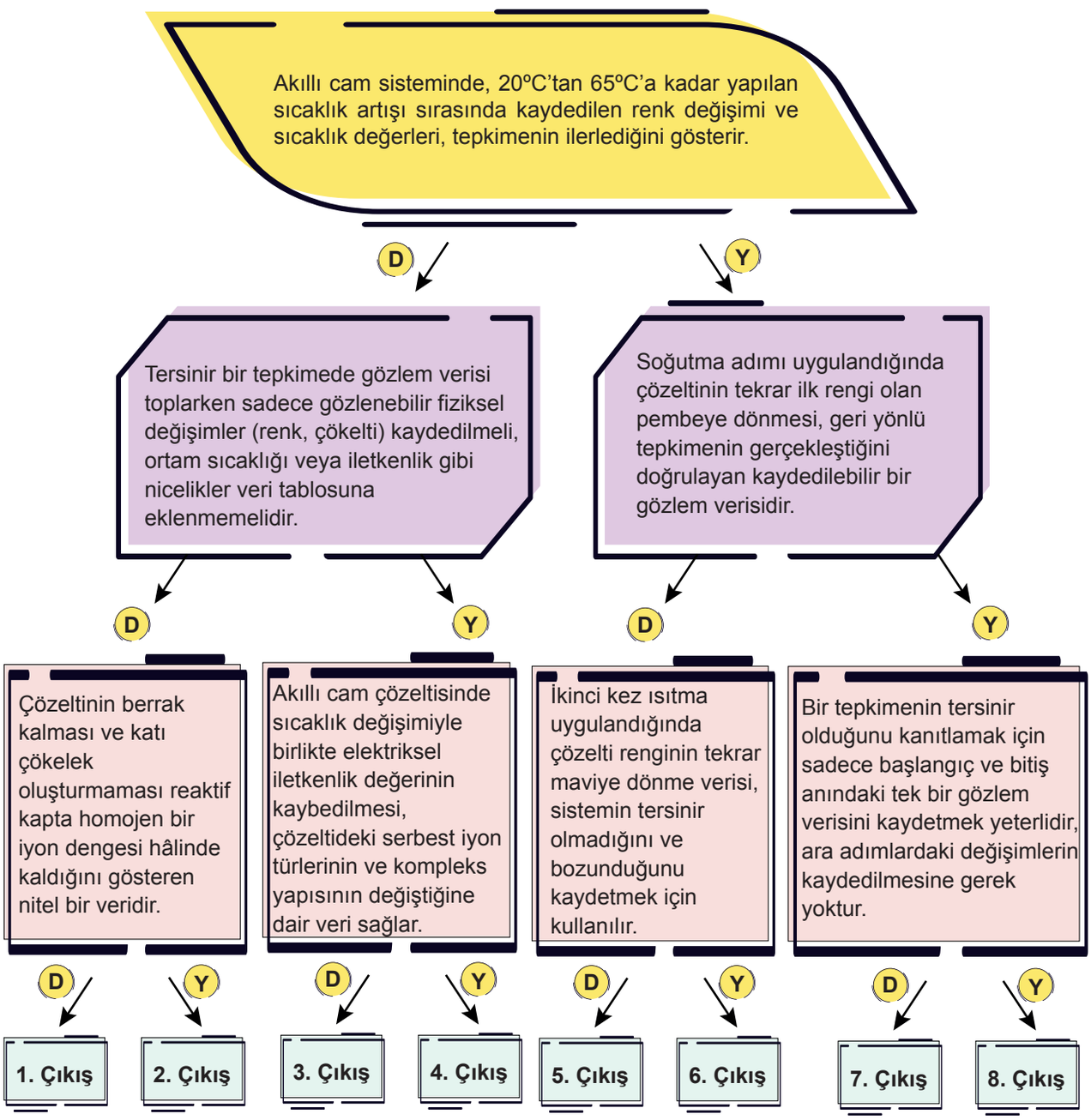
Belirlediğiniz bu niteliklerin tek yönlü (tersinmez) bir kimyasal tepkimeden farkını açıklayınız.

Tek yönlü (tersinmez) tepkimelerde oluşan renk değişimi veya yeni madde oluşumu, sadece sıcaklığın düşürülmesi gibi basit fiziksel etkenlerle kendiliğinden ilk hâline geri dönmez. Bu geri dönüşüm, tepkimenin dinamik ve tersinir olduğunun kanıtıdır.

Aslı'nın elde ettiği tabloya göre aşağıda verilen ifadelerin karşısına doğru ise (D) yanlış ise (Y) yazınız.

İfade	Doğru (D) / Yanlış (Y)
Akıllı cam çözeltisinin oda sıcaklığındaki (20°C) başlangıç rengi pembedir.	D
Çözelti 65°C sıcaklığa kadar ısıtıldığında rengi maviden pembeye dönüşmektedir.	Y
Sıcak su banyosunda ısıtılan çözeltinin buzlu su banyosunda soğutulması, sistemin tekrar başlangıçtaki açık pembe rengine dönmesini sağlar.	D
3. basamakta çözeltinin soğutulmasıyla elektriksel iletkenliğin ilk değerine dönmesi, tepkimenin tek yönlü (tersinmez) olduğunu gösterir.	Y
4. basamakta çözeltinin tekrar mavi renge dönüşmesi, değişimin tekrarlanabilir ve dinamik olduğunu gösterir.	D
Çözeltinin soğutulduğunda başlangıçtaki iyonik durumuna dönebilmesi, giren maddelerin 1. basamakta tamamen tükenmediğinin bir kanıtıdır.	D
Akıllı camdaki renk değişimi sadece fiziksel bir çözünme olayı olup herhangi bir kimyasal bağ değişimi içermez.	Y
Sıcaklık değişimi, akıllı cam sisteminde tepkimenin ilerleme yönünü değiştiren dış bir etkendir.	D

Aslı 'nın elde ettiği tabloya göre aşağıdaki tanılayıcı dallanmış ağaçtaki ifadeleri doğru veya yanlış olarak belirleyerek hangi çıkışa ulaştığınızı yazınız.



...3.....Çıkış

Aslı tasarladığı cam malzemedeki renk değişimlerinin nasıl tekrar ettiğini araştırırken “Bir kimyasal maddede renk değişimi veya sıcaklık değişimi gerçekleşmişse tepkime tamamlanmıştır ve giren maddeler tamamen tükenmiştir tekrar eski hâline dönmesi imkânsızdır” önermesi ile karşılaşmıştır.

Buna göre aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri, yukarıdaki bilgilerden yararlanarak uygun kavramlarla tamamlayınız.

denge	geri	ileri	pembeden maviye	maviden pembeye
homojen	dinamik	sıcaklık	tersinir	tersinmez

1. Aslı’nın önermesinin “giren maddeler tamamen tükenmiştir” iddiasının aksine, ortam soğutulduğunda çözeltinin tekrar pembe renge dönmesi giren maddelerin sistemde tükenmediğini ve tepkimenin tersinir gerçekleştiğini gösterir.

2. Akıllı cam panelinde sıcaklık 20°C’ tan 65°C’a çıkarıldığında gözlemlenen en belirgin makroskopik nitelik çözeltinin renginin pembeden maviye renge dönüşmesidir.

3. Tek yönlü (tersinmez) tepkimelerin aksine, akıllı cam sisteminde sıcaklık ve renk gibi niteliklerin tekrar tekrar ilk durumuna dönebilmesi bu sürecin dinamik bir denge süreci olduğunu doğrular.

4. Akıllı cam panelinde sıcaklık değişimi ile birlikte renk değişiminin döngüsel olarak tekrarlanabilmesi, dışarıdan uygulanan sıcaklık değişiminin tersinir tepkimelerde yönü etkileyen gözlemlenebilir bir parametre olduğunu gösterir.

5. Girenlerin ürünlere dönüştüğü tepkime ileri yönlü iken, oluşan ürünlerin tekrar giren maddeleri oluşturduğu tepkime geri yönlü tepkime olarak adlandırılır.

6. Bir kimyasal sistemde renk değişimi veya sıcaklık değişimi gerçekleşmesi tepkimenin tek yönlü bittiğini kesin olarak kanıtlamaz; sistem ilk şartlarına geri döndürülebiliyorsa bu durum tepkimenin denge tepkimesi olduğuna kanıt oluşturur.

Belirlediğiniz bu niteliklerin, tek yönlü (tam verimli) tepkimelerden bilimsel olarak neden ve nasıl ayrıştığını yazınız.

Tek yönlü (tersinmez) kimyasal tepkimelerde giren maddelerden en az biri tamamen tükenir. Oluşan ürünler, ortam sıcaklığının düşürülmesi gibi basit çevre koşulu değişimleriyle kendiliğinden ilk maddelere geri dönüşmez.

NOTLAR

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ
11. Sınıf
KİMYA

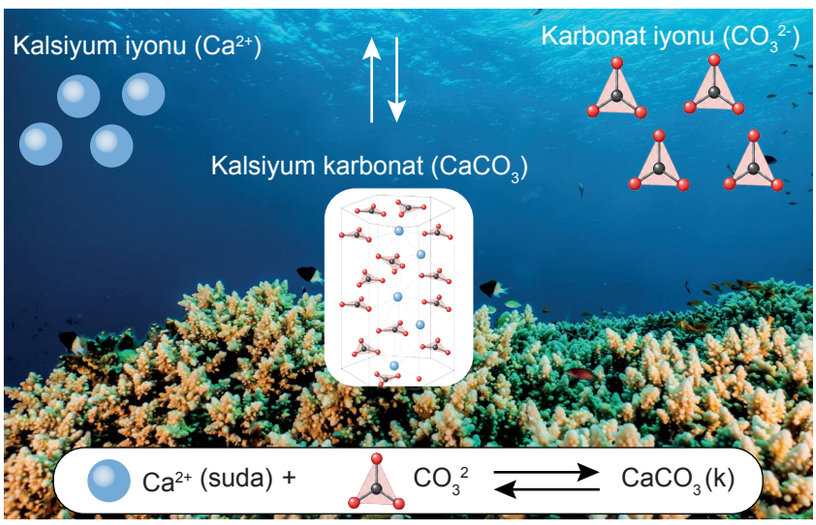
KİM.11.2.2. Tepkimelerdeki denge sürecine ilişkin bilimsel gözleme dayalı tahminde bulunabilme

KİM.11.2.2. Tepkimelerdeki denge sürecine ilişkin bilimsel gözleme dayalı tahminde bulunabilme

a) Denge sürecine ilişkin önermeler oluşturur.
b) Denge sürecine ilişkin gözleme dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.
c) Denge sürecine ilişkin önermelerini temellendirmek için gözlem verilerinden hareketle sonuç çıkarır.
ç) İleri ve geri tepkime hızlarının eşitliğine ilişkin tahminlerde bulunur.
d) Bilimsel verilerden hareketle tahminlerinin geçerliliğini sorgular.

MERCAN İSKELETİ

Mercan resifleri, çok sayıda deniz canlısına yaşam alanı sağlayan önemli ekosistemlerdir. Mercanlar, deniz suyunda bulunan kalsiyum (Ca^{2+}) ve karbonat (CO_3^{2-})iyonlarını kullanarak kalsiyum karbonattan ($CaCO_3$) oluşan sert iskeletler meydana getirir. Ancak deniz suyunda yalnızca iskelet oluşumu gerçekleşmez. Katı kalsiyum karbonatın bir kısmı aynı zamanda yeniden iyonlarına ayrılarak suda çözünebilir.



Mercan iskeletinin oluşma ve çözünme sürecini incelemek amacıyla sabit sıcaklıkta, dış ortamla madde alışverişi olmayan ve 100 mL deniz suyu içeren kapalı bir model hazırlanmıştır. Sistem farklı zaman aralıklarında gözlemlenmiş ve elde edilen ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Zaman	$[Ca^{2+}]$ (mol/L)	$[CO_3^{2-}]$ (mol/L)	Katı ($CaCO_3$) miktarı (g)
t_0	0,100	0,100	0,00
t_1	0,080	0,080	0,20
t_2	0,065	0,065	0,35
t_3	0,060	0,060	0,40
t_4	0,060	0,060	0,40

t_0-t_3 zamanlarına ait ölçüm sonuçlarını karşılaştırınız. Ca^{2+} ve CO_3^{2-} derişimleri ile katı $CaCO_3$ miktarı arasındaki ilişkiye yönelik bir önerme yazınız.

Ca^{2+} ve CO_3^{2-} derişimleri azaldıkça katı $CaCO_3$ miktarı artmaktadır.

t_3-t_4 zamanlarına ait ölçüm sonuçlarını karşılaştırınız. Ca^{2+} ve CO_3^{2-} derişimleri ile katı $CaCO_3$ miktarı arasındaki ilişkiye yönelik bir önerme yazınız.

Ca^{2+} ve CO_3^{2-} derişimleri ile katı $CaCO_3$ miktarı sabit kalmaktadır.

Farklı zaman aralıklarında oluşturduğunuz önermelere göre sistemin zaman içindeki değişimine ilişkin genel bir önerme yazınız.

Sistem başlangıçta Ca^{2+} ve CO_3^{2-} derişimleri ile katı $CaCO_3$ miktarının değiştiği bir süreç gösterirken belirli bir süreden sonra bu büyüklükler sabit kalmaktadır.

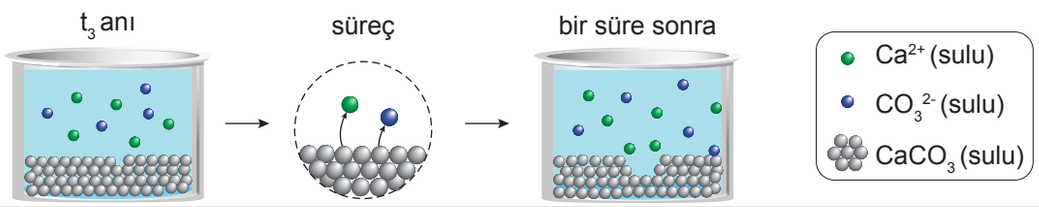
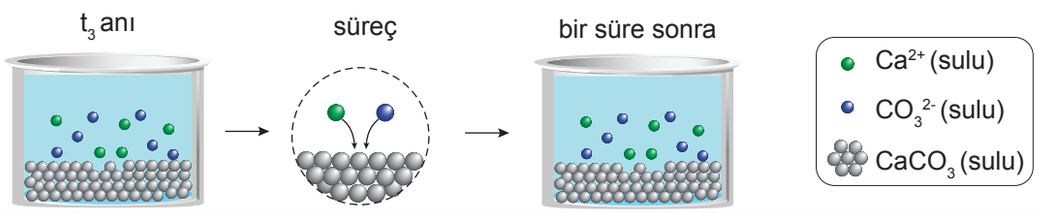
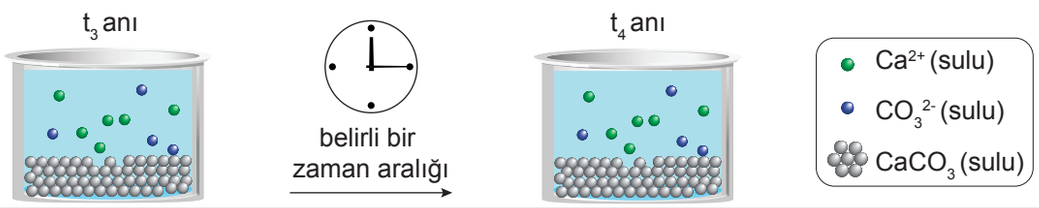
Aşağıdaki önermeleri tablodaki ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırarak her birinin bu sonuçlarla desteklenip desteklenmediğini gerekçesiyle açıklayınız.

Önerme	Gerekçe
Süreç boyunca Ca^{2+} ve CO_3^{2-} derişimleri azalırken katı $CaCO_3$ miktarı artmış, belirli bir süreden sonra ise bu büyüklüklerde değişim gözlenmemiştir.	Önerme ölçüm sonuçlarıyla desteklenmektedir. Çünkü t_0–t_3 zaman aralığında Ca^{2+} ve CO_3^{2-} derişimleri azalırken katı $CaCO_3$ miktarı artmış, t_3 ve t_4 zamanlarında ise bu değerlerde değişim gözlenmemiştir.
t_3 anından sonra $CaCO_3$ oluşma ve çözünme süreçleri tamamen sona ermiştir.	Önerme ölçüm sonuçlarıyla doğrudan desteklenmez. Ölçülen değerlerin sabit kalması, süreçlerin tamamen durduğunu tek başına göstermez.
t_3 anından sonra ileri ve geri yöndeki süreçlerin hızları birbirine eşittir.	Önerme mevcut tabloyla doğrudan desteklenmez. Tabloda ileri ve geri süreçlerin hızlarına ilişkin ölçüm bulunmamaktadır.
Katı $CaCO_3$ miktarının sabit kalması, sistemde artık hiçbir tanecik düzeyinde değişim gerçekleşmediğini gösterir.	Önerme ölçüm sonuçlarıyla desteklenmez. Tablo makroskobik ölçüm değerlerinin sabit kaldığını gösterirken tanecik düzeyindeki süreçlerin durduğunu gösteren bir gözlem verilmemiştir.

Verilen önermeleri karşılaştırarak aralarındaki temel farkı ölçüm sonuçlarından yararlanarak açıklayınız.

Verilen önermeler arasındaki temel fark, bazılarının tablodaki ölçüm sonuçlarıyla doğrudan desteklenebilmesi, bazılarının ise mevcut ölçüm sonuçlarından çıkarılamamasıdır. Örneğin Ca^{2+} ve $CaCO_3$ derişimlerinin azalması ve $CaCO_3$ miktarının artması ölçüm sonuçlarında doğrudan görülmektedir. Buna karşılık oluşma ve çözünme süreçlerinin tamamen sona erdiği ya da ileri ve geri tepkime hızlarının eşit olduğu bilgileri yalnızca bu tablodaki verilerden belirlenemez.

Araştırmacılar, t_3 anından sonra sistemi tanecik düzeyinde incelemeye devam etmiş ve aşağıdaki gözlemleri kaydetmiştir.

Gözlem	Tanecik düzeyinde belirlenen durum
1	Katı $CaCO_3$ yapısındaki bazı tanecik birimlerinin ayrılarak çözeltiye geçtiği gözlenmiştir. 
2	Çözeltideki bazı Ca^{2+} ve CO_3^{2-} iyonlarının katı $CaCO_3$ yapısına katıldığı gözlenmiştir. 
3	Bu süreçler gerçekleşirken çözeltideki iyon derişimleri ile katı $CaCO_3$ miktarında belirgin bir derişim gözlenmemiştir. 

t_3 anından sonraki tanecik düzeyindeki gözlemler, "$CaCO_3$ oluşma ve çözünme süreçleri tamamen sona ermiştir." **önermesini desteklemekte midir? Gözlem verilerinden yararlanarak açıklayınız.**

Önerme desteklenmemektedir. Çünkü t_3 anından sonra bazı $CaCO_3$ birimlerinin çözüldüğü, aynı zamanda Ca^{2+} ve $CaCO_3$ iyonlarının katı yapıya katıldığı gözlenmiştir. Bu nedenle oluşma ve çözünme süreçleri devam etmektedir.

Tanecik düzeyindeki gözlemler ile t_3 ve t_4 zamanlarına ait ölçüm sonuçlarından yararlanarak $CaCO_3$'ün oluşma ve çözünme süreçlerini açıklayınız..

t_3 ve t_4 zamanlarında Ca^{2+} ve $CaCO_3$ derişimleri ile katı $CaCO_3$ miktarı sabit kalmasına rağmen tanecik düzeyindeki gözlemler $CaCO_3$'ün oluşma ve çözünme süreçlerinin devam ettiğini göstermektedir. Bu durum, ölçülen büyüklüklerin sabit kalmasının tanecik düzeyindeki süreçlerin sona erdiği anlamına gelmediğini gösterir.

Aşağıdaki tabloda $CaCO_3$'ın reaksiyon kabından farklı zamanlarda oluşan ve çözünen miktarındaki değişimleri verilmiştir.

	Bir dakikada oluşan $CaCO_3$	Bir dakikada çözünen $CaCO_3$
I	0,30 g	0,10 g
II	0,20 g	0,20 g
III	0,10 g	0,30 g
IV	0,00 g	0,00 g

$CaCO_3$'ın katı hâlde miktarının değişmediği numaralandırılmış süreç hangisidir? Gerekçesiyle açıklayınız.

II. Çünkü oluşma ve çözünme süreçleri devam ettiği hâlde katı $CaCO_3$ miktarı değişmemektedir. Bunun gerçekleşebilmesi için aynı zaman aralığında oluşan ve çözünen $CaCO_3$ miktarlarının eşit olması beklenir. IV uygun değildir; tanecik gözlemleri her iki sürecin de devam ettiğini göstermektedir.

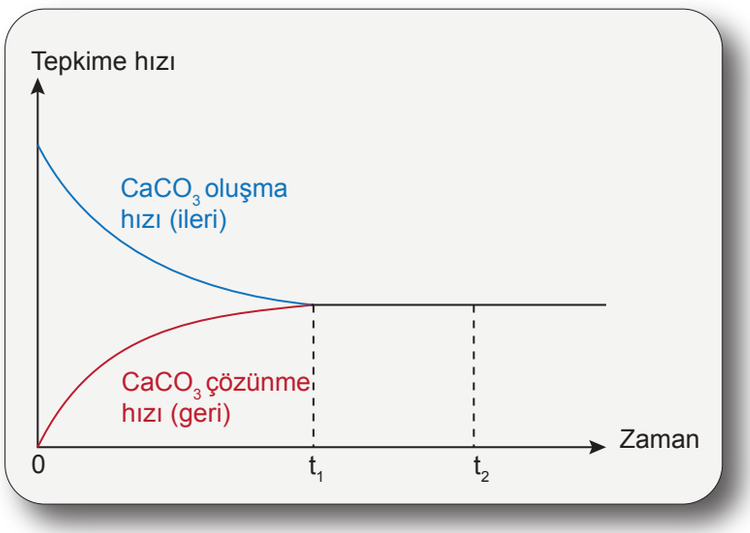
Seçtiğiniz ölçüm sonucuna göre t_3–t_4 zaman aralığında $CaCO_3$'ün oluşma (ileri) ve çözünme (geri) hızları arasındaki ilişkiyi >, < veya = işaretlerinden uygun olanını kullanarak göstererek gerekçesini yazınız.

$$V_{\text{oluşma}} = V_{\text{çözünme}}$$

Gerekçe: t_3–t_4 zaman aralığında birim zamanda oluşan ve çözünen $CaCO_3$ miktarlarının eşit olması beklenmektedir. Bu nedenle ileri ve geri tepkime hızları eşittir.

Araştırmacılar, $CaCO_3$'ün oluşma ve çözünme hızlarını farklı zamanlarda ölçmüş ve elde ettikleri sonuçları aşağıdaki hız-zaman grafiğinde göstermiştir.

$$Ca^{2+}(suda) + CO_3^{2-}(suda) \rightleftarrows CaCO_3$$



Hız-zaman grafiğindeki verilere göre t_3–t_4 zaman aralığı için yaptığınız hız tahmininin geçerli olup olmadığını belirleyiniz. Kararınızı grafik verileriyle gerekçelendiriniz.

Öğrenci kendi özgün cevabını oluşturur.

Grafikte t_3–t_4 zaman aralığında $CaCO_3$'ün oluşma ve çözünme hızlarının eşit ve sıfırdan farklı olduğu görülmektedir.

"Tersinir tepkimelerde ileri ve geri tepkime hızları her zaman birbirine eşittir." **tahmininin geçerli olup olmadığını hız–zaman grafiğindeki verilerden yararlanarak açıklayınız.**

İfade geçerli değildir. Tersinir tepkimenin başlangıcında ve dengeye ulaşıncaya kadar ileri ve geri tepkime hızları farklı olabilir. Hızlar, sistem dengeye ulaştığında eşit hâle gelir ve eşit olarak devam eder.

NOTLAR

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ

11. Sınıf

KİMYA

KİM.11.2.3. Denge sabiti ifadesinin oluşturulmasına ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

KİM.11.2.3. Denge sabiti ifadesinin oluşturulmasına ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

a) Homojen ve heterojen denge tepkimelerinin denge sabiti ifadelerinde keşfettiği örüntüyü matematiksel olarak modeller.
b) Denge sabiti ifadesinin matematiksel modelini geneller.

GAZLI İÇECEK ÜRETİMİ

Bir gazlı içecek fabrikasında yeni işe başlayan bir kimya mühendisine, üretim tanklarında gerçekleşen farklı denge tepkimelerine ait veriler sunulur. Mühendisten bu verileri inceleyerek sistemlerin denge durumundaki özelliklerini belirlemesi istenir.

Laboratuvarda sabit sıcaklıkta, içeceklere tat veren bileşenlerin gaz fazındaki sentezi incelendiğinde aşağıdaki homojen denge tepkimesi gerçekleşmektedir.

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g)+H_2(g)$$

Bu tepkime için farklı deneylerde sistem dengeye ulaştığında ölçülen derişim değerleri aşağıda verilmiştir.

Deney No	[CO] (M)	[H_2O] (M)	[CO_2] (M)	[H_2] (M)
1	0,2	0,2	0,4	0,4
2	0,1	0,2	0,4	0,2
3	0,3	0,3	0,6	0,6

Tablodaki denge derişimlerini karşılaştırarak deneyler arasında matematiksel örüntüyü belirleyiniz ve bu örüntüyü matematiksel bir modelle gösteriniz.

$$\frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = 4$$

Her üç deneyde de ürünlerin denge derişimleri çarpımının girenlerin denge derişimleri çarpımına oranı aynı değeri vermektedir. Bu ilişki,

$K_c = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]}$ şeklinde modellenir.

Üretim tanklarından birinde gazlı içeceğin asitliğine katkı sağlayan aşağıdaki heterojen denge tepkimesi gerçekleşmektedir.

$$CO_2(g) + H_2O(s) \rightleftharpoons H_2CO_3(suda)$$

Aynı sıcaklıkta gerçekleştirilen iki deneyde kullanılan saf su miktarı değiştirilmiş, sistem dengeye ulaştığında CO_2 ve H_2CO_3 derişimleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Deney No	[CO_2] (M)	[H_2CO_3] (M)
1	0,2	0,3
2	0,4	0,6

Tablodaki denge derişimlerini karşılaştırarak deneyler arasında matematiksel örüntüyü belirleyiniz ve bu örüntüyü matematiksel bir modelle gösteriniz.

$\frac{[H_2CO_3]}{[CO_2]}$

oranı her iki deneyde de aynıdır. Dolayısıyla:

$K_c = \frac{[H_2CO_3]}{[CO_2]}$ şeklindedir.

Üretim hattındaki başka bir tankta gazlı içeceğin köpürmesini sağlayan aşağıdaki denge tepkimesi gerçekleşmektedir.

$$CaCO_3(k) \rightleftharpoons CaO(k) + CO_2(g)$$

Aynı sıcaklıkta gerçekleştirilen farklı deneylerde sistem dengeye ulaştığında ölçülen değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Deney No	$CaCO_3$ miktarı (mol)	CaO miktarı (mol)	CO_2 (M)
1	2,0	1,5	0,05
2	3,0	1,2	0,05
3	1,0	2,5	0,05

Tablodaki denge verilerini karşılaştırarak deneyler arasında matematiksel örüntüyü belirleyiniz ve bu örüntüyü matematiksel bir modelle gösteriniz.

$CaCO_3$ ve CaO miktarları değişmesine rağmen denge durumundaki CO_2 derişimi her deneyde 0,05 M olarak kalmıştır. Buna göre bu tepkime için matematiksel model:

$K_c = [CO_2]$ şeklindedir.

İncelediğiniz denge tepkimelerinden elde ettiğiniz örüntülerden yararlanarak denge sabiti ifadesinin genel matematiksel modelini oluşturunuz ve hangi türlerin bu ifadede yer aldığını belirtiniz.

Genel bir denge tepkimesi $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ şeklindeyse denge sabiti ifadesi,

$K_c = \dfrac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$ şeklinde yazılır.

Denge sabiti ifadesinde gaz hâlindeki ve sulu çözeltideki türlerin denge derişimleri kullanılır. Tepkime denklemindeki katsayılar, derişimlerin üsleri olarak yazılır. Saf katılar ve saf sıvılar denge sabiti ifadesinde yer almaz.

Diğer bir tankta koruyucu gaz dengesi olarak kullanılan homojen bir tepkime bulunmaktadır.

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$$

Genelleştirdiğiniz denge sabiti ifadesinden yararlanarak aşağıdaki tepkime için denge bağıntısını oluşturunuz. Sabit sıcaklıkta Kc=2,0 ve $[N_2O_4]$=0,50 M olduğuna göre denge anındaki $[NO_2]$ değerini bulunuz.

Tepkime homojendir, tüm maddeler gaz fazındadır. NO_2 gazının önündeki 2 katsayısı üs olarak yazılmalıdır.

Denge bağlantısı kurulur $K_c = \dfrac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$

$$2,0 = \frac{0,50}{[NO_2]^2}$$

$$[NO_2]^2 = 0,25$$

$$[NO_2] = 0,50\,M$$

NOTLAR

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ
11. Sınıf
KİMYA

KİM.11.2.4. Tersinir tepkimelerin dengeye ulaşıp ulaşmadığını bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme

KİM.11.2.4. Tersinir tepkimelerin dengeye ulaşıp ulaşmadığını bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme

a) Tersinir tepkimelerin dengeye ulaşıp ulaşmadığına ilişkin önermeler oluşturur.
b) Tersinir tepkimelere ilişkin veriye dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.
c) Tepkime oranını hesaplayarak denge durumuna ilişkin tahminde bulunur.
ç) Tahminlerinin geçerliliğini sorgular.

HABER-BOSCH PROSESİ

Kimya endüstrisinde kullanılan birçok maddenin üretiminde amonyak (NH_3) kullanılır. Amonyak üretiminde en çok tercih edilen yöntem "Haber-Bosch Prosesi" dir.

Bu proseste gerçekleşen tepkime denklemi: $N_2(g) \rightarrow 3H_3(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$

Bu tepkime tersinir bir tepkimedir. Yani sistem kaba konulan girenlerin tamamen ürüne dönüşmesine izin vermez, belirli bir süre sonra ileri ve geri yöndeki tepkime hızları eşitlenir. Bu eşitliğin sağlandığı anda sistem dengeye ulaşmış olur. Bu tepkimenin 500˚C sıcaklıktaki denge sabiti (Kc) 6. 10^{-2}'dir.

Amonyak üretimi yapan bir tesise teknik geziye giden bir grup öğrenci amonyak üretim prosesindeki bazı basamakları inceleyecektir. Tesisteki sabit hacimli boş reaksiyon kabının içine 500˚C sıcaklıkta 6,3 molar N_2 ve 1,9 molar H_2 gazları konulmuştur. Tepkime başladıktan 10 dakika sonra reaksiyon kabında 6,2 molar N_2, 1,6 molar H_3 ve 0,2 molar NH_3 gazı bulunduğu tespit edilmiştir.

Buna göre 10 dakika sonra elde edilen verilere göre tepkimenin dengeye ulaşıp ulaşmadığı hakkında iki tane önerme yazınız.

1. Önerme: Dengeye ulaşabilir. Çünkü tepkime kabında denklemdeki tüm maddelerden bulunmaktadır.

2. Önerme:. Belli sıcaklıkta K_c denge sabitinden veya 10 dakikadan sonra derişimlerin değişip değişmemesine bağlı dengede olup olmadığı belirlenebilir.

Aşağıdaki tabloda geziye katılan bazı öğrencilerin 10. dakikadaki durum hakkında bazı önermeleri yer almaktadır.

Öğrenci	Önerme
Ayşe	Kapta azot ve oksijen gazlarının mol sayıları çok yüksek ve henüz 10 dakika geçtiği için tepkimenin dengeye ulaşmaz ve denge ürünler yönüne ilerler.
Merve	10. dakikada alınan numunedeki ürünlerin derişimlerinin girenlerin derişimlerine oranı denge sabiti (Kc) değerinden farklı olduğu için tepkime dengede değildir.
Elif	Reaksiyon kabında tepkimedeki tüm maddelerden bulunduğu için tepkime dengededir.
Sena	İleri tepkime hızı ile geri tepkime hızı henüz eşitlenmediğinden tepkime dengede değildir.

Buna göre hangi öğrencilerin önermelerinin veriye dayalı olduğunu, hangilerinin veriye dayalı olmadığını öğrencilerin adlarını yazarak belirtiniz.

Veriye Dayalı Olan: Merve

Veriye Dayalı Olmayan: Ayşe, Elif ve Sena

Veriye dayalı önermelerin diğer önermelerden daha güvenilir olmasının sebebini gerekçenizle birlikte yazınız.

Merve'nin önermesi matematiksel verilere dayalı olduğundan daha güvenilirdir.

Tersinir tepkimelerde tepkimedeki maddelerin herhangi bir andaki derişimleri incelenerek tepkimenin dengeye ulaşıp ulaşmadığı belirlenebilir. Bunun için tepkime oranı (Q_c) hesaplanır. Q_c değeri, denge sabiti (K_c) gibi ürünlerin derişimlerinin girenlerin derişimlerine bölünmesiyle bulunur. Ayrıca Q_c ile K_c değerlerinin karşılaştırması yapılarak tepkimelerin hangi yönde ilerlediği de aşağıdaki gibi belirlenebilir.

- $Q_c = K_c$ ise sistem dengededir.
- $Q_c < K_c$ ise sistem dengede değildir, tepkime ürünler (sağ) yönüne ilerler.
- $Q_c > K_c$ ise sistem dengede değildir, tepkime girenler (sol) yönüne ilerler.

Buna göre tesiste 10. dakikada tepkimenin dengede olup olmadığını, dengede değilse hangi yönde ilerlediğine yönelik tahminlerinizi yazınız.

Q_c değerinin yaklaşık $1,57 \cdot 10^{-3}$ olduğu hesaplanmıştır. Bu değer K_c değerinden ($6 \cdot 10^{-2}$) küçük olduğu için tepkime dengede değildir ve ürünler yönünde ilerlemektedir.

Tepkime dengeye ulaştığında tepkimedeki gazların derişimlerini 10. dakikadaki derişimleri ile karşılaştırarak tahminlerinizi yazınız.

N_2: Denge derişimi 10. dakikadaki derişimden daha küçüktür.
H_2: Denge derişimi 10. dakikadaki derişimden daha küçüktür.
NH_2: Denge derişimi 10. dakikadaki derişimden daha büyüktür.

Aşağıdaki tabloda amonyak üretimine başlanılan reaksiyon kabından farklı zamanlarda alınan numunelerdeki azot, hidrojen, amonyak gazlarının derişimleri ile tepkimenin hangi yönde ilerlediği verilmiştir.

Numune Alma Zamanı	$[N_2]$ (M)	$[H_2]$ (M)	$[NH_3]$ (M)	Q_c ile K_c Değerlerinin Karşılaştırılması	Tepkime Yönü
15. dakika	6,1	1,3	0,4	$K_c > Q_c$	Ürünlere doğru
20. dakika	6,0	1,0	0,6	$K_c = Q_c$	Tepkime dengede
25. dakika	5,8	0,4	1,0	$Q_c > K_c$	Girenlere doğru

Buna göre tablodaki Q_c ile K_c değerlerinin karşılaştırılmasına ait boşlukları doldurarak 10. Dakikadaki durum için yaptığınız tahmininizin geçerli olup olmadığını yazınız. ($K_c=6.10^{-2}$).

Tahminim geçerli çünkü tabloda Q_c ile K_c arasındaki karşılaştırmaya göre tepkime yönü doğru belirtilmiştir.

NOTLAR

ÇÖZÜM VİDEO

ÖLÇME, DEĞERLENDİRME VE SINAV HİZMETLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ
ÖĞRENME ETKİNLİKLERİ
11. Sınıf
KİMYA

KİM.11.2.5. Dengeye etki eden faktörleri bilimsel sorgulayabilme

KİM.11.2.5. Dengeye etki eden faktörleri bilimsel sorgulayabilme

a) Derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin dengeye etkisine ilişkin araştırılabilir sorular oluşturur.
b) Değişkenlerin dengeye etkisini belirlemek üzere hipotezler kurar.
c) Derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin dengeye etkisine yönelik deney gerçekleştirir.
ç) Deneyden elde ettiği verileri analiz ederek yorumlar.
d) Deney sonuçlarını çarpışma kuramını kullanarak açıklar.
e) Dengeye etki eden faktörleri Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirir.

KİMYA FİLM SETİNDE



Bir film setinde, başrol oyuncusunun düşerek yaralandığı bir sahne için gerçekçi bir kan efekti hazırlanmaktadır. Oyuncunun tenine renksiz potasyum tiyosiyanat (KSCN), temas edeceği yapay taşın yüzeyine ise açık sarı demir(III) nitrat [$Fe(NO_3)_3$] çözeltisi uygulanır. İki çözelti temas ettiğinde,

$$Fe(NO_3)_3(suda) + 3KSCN(suda) \rightleftarrows Fe(SCN)_3(suda) + 3KNO_3(suda) + ısı$$

tepkimesinin gerçekleşmesi sonucu kan kırmızı renginde $Fe(SCN)_3$ maddesi oluşur. Bu olayın net tepkimesi aşağıda verilmiştir.

Çekimler başladığında yönetmen sahte kan efektiyle ilgili farklı sorunlarla karşılaşır. İlk denemede oluşan kırmızı rengin kamerada yeterince koyu görünmediğini fark ederek rengin daha belirgin hâle getirilmesini ister. Çekimlerin uzamasıyla sahte kan karışımı azaldığında set kimyageri karışımı çoğaltmak amacıyla saf su ekler ancak bu kez kırmızı rengin belirgin biçimde renk tonunun açıldığı görülür. Ayrıca aynı karışımın soğuk dış mekân çekimlerinde ve güçlü stüdyo ışıkları altında farklı renk tonları göstermesi yönetmenin dikkatini çeker.

Bir başka sahnede sahte kan çözeltisi, kostüme kontrollü biçimde uygulanmak üzere kapalı bir enjektöre alınır. Uygulama sırasında pistonun itilmesiyle çözelti üzerine uygulanan basıncın artması, sahte kanın kırmızı renginin aynı kalıp kalmayacağı konusunda yeni bir sorun oluşturur.

Sahte kan efekti sistemi üzerinde yapılan farklı müdahaleleri inceleyiniz. Her müdahalede değiştirilen koşulu belirleyerek tabloyu doldurunuz.

Müdahale	Değiştirilen Koşul
Sisteme Fe^{3+} veya SCN^- içeren madde eklenmesi	Tepkimeye giren türlerin derişimi
Sahte kan çözeltisine saf su eklenmesi	Çözeltinin hacmi
Karışımın soğuk dış ortamda veya güçlü stüdyo ışıkları altında bulunması	Sıcaklık
Kapalı enjektörün pistonunun itilmesi	Çözeltiye uygulanan basınç

Belirlediğiniz her koşulun denge sistemi üzerindeki etkisini araştırmak için hangi özelliğin gözlenmesi gerektiğini yazınız.

Değiştirilen Koşul	Gözlenecek / Ölçülecek Özellik
Derişim	Kırmızı renk tonu
Hacim	Kırmızı renk tonu
Sıcaklık	Kırmızı renk tonu
Basınç	Kırmızı renk tonu

Belirlediğiniz değiştirilen koşul ve gözlenecek/ölçülecek özellikleri ilişkilendirerek her durum için deney veya gözlem yoluyla cevaplanabilecek birer araştırma sorusu oluşturunuz.

• Fe^{3+} veya SCN^- iyonlarının derişiminin artırılması denge durumunu ve kırmızı renk tonunu nasıl etkiler?
• Sahte kan çözeltisinin hacminin saf su eklenerek artırılması denge durumunu ve kırmızı renk tonunu nasıl etkiler?
• Sahte kan sisteminin sıcaklığının değiştirilmesi denge durumunu ve kırmızı renk tonunu nasıl etkiler?
• Sahte kan çözeltisine uygulanan basıncın artırılması denge durumunu ve kırmızı renk tonunu nasıl etkiler?

Oluşturduğunuz araştırılabilir sorulardan yararlanarak her bir değişken için örnek araştırma formunu doldurunuz. Deneyinizi planlarken aşağıda verilen malzeme ve araç-gereçlerden uygun olanları seçiniz.

Kullanılabilecek Malzeme ve Araç - Gereçler:

0,10 M $Fe(NO_3)_3$ çözeltisi, 0,10 M KSCN çözeltisi, $Fe(NO_3)_3$ katısı, KSCN katısı, saf su, deney tüpleri ve tüplük, beher, dereceli silindir, karıştırma çubuğu, enjektör, pipet, termometre, sıcak su banyosu, buzlu su banyosu, koruyucu gözlük, eldiven ve önlük.

ARAŞTIRMA FORMU 1

İncelenen Değişken	Derişim
Araştırılabilir Soru	Fe^{3+} veya SCN^- iyonlarının derişiminin artırılması denge durumunu nasıl etkiler?

1. Hipotez: Araştırılabilir sorunuza yönelik test edilebilir bir hipotez yazınız.

Fe^{3+} veya SCN^- iyonlarının derişiminin artırılması, çözeltinin kırmızı renk tonunu artırır.

2. Deneyin Planlanması ve Gerçekleştirilmesi: Etkinliğin başında verilen malzeme ve araç - gereçlerden uygun olanları seçerek deneyinizi planlayınız. İncelediğiniz değişken dışındaki koşulları sabit tutunuz.

Kullanılacak Malzemeler ve Araç - Gereçler	$Fe(SCN)_3$ çözeltisi, $Fe(NO_3)_3$ çözeltisi veya katısı, deney tüpleri, pipet/damlalık
Değiştirilecek Koşul	Fe^{3+} iyonu derişimi
Sabit Tutulacak Koşullar	Sıcaklık, toplam başlangıç çözeltisi miktarı, basınç
Gözlemlencek/ Ölçülecek Özellik	Kırmızı renk tonu

Deney basamaklarınızı yazınız ve planladığınız deneyi gerçekleştiriniz.

Eşit miktarda $Fe(SCN)_3$ çözeltisi iki deney tüpüne alınır.
Birinci tüp kontrol olarak bırakılır.
İkinci tüpe $Fe(NO_3)_3$ çözeltisi eklenerek karıştırılır.
İki tüpün renk şiddetleri karşılaştırılır.

3. Deney Verilerinin Kaydedilmesi: Deneyi gerçekleştirerek elde ettiğiniz gözlem ve ölçüm sonuçlarını tabloya kaydediniz.

Durum	Uygulanan işlem	Gözlem / Ölçüm Sonucu
Başlangıç	Sisteme müdahale edilmedi.	Kırmızı renk sabittir.
Değişim	Fe^{3+} derişimi artırıldı.	Kırmızı renk koyulaştı.
Denge	Bir süre beklendi.	Daha koyu kırmızı renk sabitlendi.

4. Verilerin Analizi ve Yorumlanması

Deney öncesi ve deney sonrası verilerinizi karşılaştırarak uyguladığınız değişikliğin denge sistemi üzerindeki etkisini açıklayınız.

Fe^{3+} iyon derişiminin artırılmasıyla çözeltinin kırmızı renk şiddeti artmıştır. Bu durum $Fe(SCN)_3$ derişiminin arttığını ve dengenin ürünler yönüne değiştiğini göstermektedir.

Deney sonuçlarınız kurduğunuz hipotezi desteklemekte midir? Deney verilerinden yararlanarak açıklayınız.

Deney sonuçları hipotezi desteklemektedir. Fe^{3+} iyon derişimi artırıldığında çözeltinin kırmızı renginin koyulaşması, $Fe(SCN)_3$ derişiminin miktarının arttığını göstermektedir.

5. Çarpışma Kuramıyla Açıklama

Uyguladığınız değişikliğin taneciklerin hareketi ve birim hacimdeki tanecik sayısı, etkin çarpışma sıklığı ile ileri ve geri tepkime hızları üzerindeki etkisini dikkate alarak deney sonucunu çarpışma kuramı açısından açıklayınız.

Fe^{3+} iyonlarının derişimi arttığında birim hacimdeki Fe^{3+} taneciklerinin sayısı artar. Fe^{3+} ile SCN⁻ iyonları arasındaki etkin çarpışmalar sıklaşır ve ileri tepkime hızı geçici olarak geri tepkime hızından büyük hâle gelir. Daha fazla $Fe(SCN)_3$ oluşur. Denge yeniden kurulur.

ARAŞTIRMA FORMU 2

İncelenen Değişken	Hacim
Araştırılabilir Soru	$Fe(SCN)_3$ çözeltisinin hacminin saf su eklenerek artırılması denge durumunu nasıl etkiler?

1. Hipotez: Araştırılabilir sorunuza yönelik test edilebilir bir hipotez yazınız.

$Fe(SCN)_3$ çözeltisine saf su eklenerek hacmin artırılması ile denge girenler yönüne ilerler ve kırmızı renk tonunu azaltır.

2. Deneyin Planlanması ve Gerçekleştirilmesi: Etkinliğin başında verilen malzeme ve araç - gereçlerden uygun olanları seçerek deneyinizi planlayınız. İncelediğiniz değişken dışındaki koşulları sabit tutunuz.

Kullanılacak Malzemeler ve Araç - Gereçler	$Fe(SCN)_3$ çözeltisi, $Fe(NO_3)_3$ çözeltisi veya katısı, deney tüpleri, pipet/damlalık
Değiştirilecek Koşul	Çözeltinin hacmi
Sabit Tutulacak Koşullar	Sıcaklık, başlangıçtaki madde miktarları, basınç
Gözlemlencek/ Ölçülecek Özellik	Kırmızı renk tonu

Deney basamaklarınızı yazınız ve planladığınız deneyi gerçekleştiriniz.

Belirli hacimde $Fe(SCN)_3$ çözeltisi alınır ve başlangıç rengi gözlenir.
Çözeltiye belirli miktarda saf su eklenir.
Karıştırıldıktan sonra renk değişimi gözlenir ve başlangıç durumu ile karşılaştırılır.

3. Deney Verilerinin Kaydedilmesi: Deneyi gerçekleştirerek elde ettiğiniz gözlem ve ölçüm sonuçlarını tabloya kaydediniz.

Durum	Uygulanan işlem	Gözlem / Ölçüm Sonucu
Başlangıç	Sisteme müdahale edilmedi.	Kırmızı renk sabittir.
Değişim	Saf su eklendi.	Kırmızı renk açıldı.
Denge	Bir süre beklendi.	Daha açık kırmızı renk sabitlendi.

4. Verilerin Analizi ve Yorumlanması

Deney öncesi ve deney sonrası verilerinizi karşılaştırarak uyguladığınız değişikliğin denge sistemi üzerindeki etkisini açıklayınız.

$Fe(SCN)_3$ çözeltisine saf su eklenmesiyle hacim artmış ve çözeltinin kırmızı renk şiddeti azalmıştır. Bu durum $Fe(SCN)_3$ derişiminin azaldığını ve dengenin girenler yönüne değiştiğini göstermektedir.

Deney sonuçlarınız kurduğunuz hipotezi desteklemekte midir? Deney verilerinden yararlanarak açıklayınız.

Deney sonuçları hipotezi desteklemektedir. Hacim artırıldığında kırmızı rengin açılması, başlangıçta öngörülen değişimle uyumludur.

5. Çarpışma Kuramıyla Açıklama

Uyguladığınız değişikliğin taneciklerin hareketi ve birim hacimdeki tanecik sayısı, etkin çarpışma sıklığı ile ileri ve geri tepkime hızları üzerindeki etkisini dikkate alarak deney sonucunu çarpışma kuramı açısından açıklayınız.

Hacim arttığında tanecikler arasındaki ortalama uzaklık artar ve birim hacimdeki tanecik sayısı azalır. Bu nedenle çarpışma sıklıkları azalır. İleri yöndeki tepkimede Fe^{3+} ile SCN^- iyonlarının karşılaşması gerektiğinden, seyreltme ileri tepkimeyi daha belirgin etkiler. Bir süre geri tepkime baskın hâle gelir ve denge girenler yönünde ilerler, denge yeniden kurulur.

ARAŞTIRMA FORMU 3

İncelenen Değişken	Sıcaklık
Araştırılabilir Soru	$Fe(SCN)_3$ çözeltisinin sıcaklığının değiştirilmesi denge durumunu ve kırmızı renk tonunu nasıl etkiler?

1. Hipotez: Araştırılabilir sorunuza yönelik test edilebilir bir hipotez yazınız.

Sıcaklığın arttırılması kırmızı renk tonunu azaltırken dengeyi girenler yönünde ilerletir. sıcaklığın düşürülmesi kırmızı renk tonunu arttırırken dengeyi ürünler yönünde ilerletir.

2. Deneyin Planlanması ve Gerçekleştirilmesi: Etkinliğin başında verilen malzeme ve araç - gereçlerden uygun olanları seçerek deneyinizi planlayınız. İncelediğiniz değişken dışındaki koşulları sabit tutunuz.

Kullanılacak Malzemeler ve Araç - Gereçler	$Fe(SCN)_3$ çözeltisi, deney tüpleri, sıcak su banyosu, buzlu su banyosu, termometre
Değiştirilecek Koşul	Sıcaklık
Sabit Tutulacak Koşullar	Çözelti hacmi, derişimler, basınç
Gözlemlencek/ Ölçülecek Özellik	Kırmızı renk tonu

Deney basamaklarınızı yazınız ve planladığınız deneyi gerçekleştiriniz.

Eşit miktarda $Fe(SCN)_3$ çözeltisi iki deney tüpüne alınır.
Tüplerden biri sıcak su banyosuna, diğeri buzlu su banyosuna yerleştirilir.
Belirli bir süre sonra renkler karşılaştırılır.

3. Deney Verilerinin Kaydedilmesi: Deneyi gerçekleştirerek elde ettiğiniz gözlem ve ölçüm sonuçlarını tabloya kaydediniz.

Durum	Uygulanan İşlem	Gözlem / Ölçüm Sonucu
Başlangıç	Sisteme müdahale edilmedi.	İki tüp aynı kırmızı renktedir.
Değişim	Sıcaklık artırıldı. Sıcaklık azaltıldı.	Kırmızı renk açıldı. Renk koyulaştı.
Denge	Bir süre beklendi.	Renk tonu sabitlendi.

4. Verilerin Analizi ve Yorumlanması

Deney öncesi ve deney sonrası verilerinizi karşılaştırarak uyguladığınız değişikliğin denge sistemi üzerindeki etkisini açıklayınız.

Sıcaklık artırıldığında kırmızı renk açılmış, sıcaklık azaltıldığında ise kırmızı renk koyulaşmıştır. Buna göre sıcaklık artışı $Fe(SCN)_2$ derişimini azaltırken sıcaklık azalması $Fe(SCN)_3$ derişimini artırmıştır.

Deney sonuçlarınız kurduğunuz hipotezi desteklemekte midir? Deney verilerinden yararlanarak açıklayınız.

Deney sonuçları hipotezi desteklemektedir. Isıtılan çözeltinin renginin açılması dengenin girenler yönünde ilerlediğini ve soğutulan çözeltinin renginin koyulaşması, dengenin ürünler yönünde ilerlediğini göstermektedir.

5. Çarpışma Kuramıyla Açıklama

Uyguladığınız değişikliğin taneciklerin hareketi ve birim hacimdeki tanecik sayısı, etkin çarpışma sıklığı ile ileri ve geri tepkime hızları üzerindeki etkisini dikkate alarak deney sonucunu çarpışma kuramı açısından açıklayınız.

Sıcaklık arttığında taneciklerin ortalama kinetik enerjisi artar, birim zamandaki çarpışma sayısı ve etkin çarpışma oranı yükselir. Bu nedenle hem ileri hem geri tepkime hızlanır. İleri tepkime ekzotermik olduğundan geri tepkimenin aktivasyon enerjisi daha büyüktür, sıcaklık artışı geri tepkime hızını daha fazla artırır. Sistem geçici olarak girenler yönüne değişir.

ARAŞTIRMA FORMU 4

İncelenen Değişken	Basınç
Araştırılabilir Soru	$Fe(SCN)_3$ çözeltisine uygulanan basıncın artırılması denge durumunu ve kırmızı renk tonunu nasıl etkiler?

1. Hipotez: Araştırılabilir sorunuza yönelik test edilebilir bir hipotez yazınız.

$Fe(SCN)_3$ çözeltisine uygulanan basıncın artırılması kırmızı renk tonunda belirgin bir değişikliğe neden olmayacağından denge durumu sabit kalır.

2. Deneyin Planlanması ve Gerçekleştirilmesi: Etkinliğin başında verilen malzeme ve araç - gereçlerden uygun olanları seçerek deneyinizi planlayınız. İncelediğiniz değişken dışındaki koşulları sabit tutunuz.

Kullanılacak Malzemeler ve Araç - Gereçler	$Fe(SCN)_3$ çözeltisi, enjektör
Değiştirilecek Koşul	Uygulanan basınç
Sabit Tutulacak Koşullar	Sıcaklık, çözeltinin bileşimi ve madde miktarı
Gözlemlencek/ Ölçülecek Özellik	Kırmızı renk tonu

Deney basamaklarınızı yazınız ve planladığınız deneyi gerçekleştiriniz.

Enjektöre $Fe(SCN)_3$ çözeltisi alınır.
Enjektörün ucu kapatılır.
Piston itilerek çözelti üzerine basınç uygulanır.
Basınç uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra çözeltinin renk şiddeti karşılaştırılır.

3. Deney Verilerinin Kaydedilmesi: Deneyi gerçekleştirerek elde ettiğiniz gözlem ve ölçüm sonuçlarını tabloya kaydediniz.

Durum	Uygulanan işlem	Gözlem / ölçüm sonucu
Başlangıç	Sisteme müdahale edilmedi.	Kırmızı renk sabittir.
Değişim	Piston itilerek basınç artırıldı.	Belirgin renk değişimi olmadı.
Denge	Basınç uygulanmaya devam edildi.	Belirgin renk değişimi olmadı.

4. Verilerin Analizi ve Yorumlanması

Deney öncesi ve deney sonrası verilerinizi karşılaştırarak uyguladığınız değişikliğin denge sistemi üzerindeki etkisini açıklayınız.

Enjektör pistonu itilerek çözeltiye uygulanan basınç artırıldığında kırmızı renk tonunda belirgin bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu durum uygulanan basınç değişiminin bu sulu denge sisteminin denge durumunu belirgin biçimde etkilemediğini göstermektedir.

Deney sonuçlarınız kurduğunuz hipotezi desteklemekte midir? Deney verilerinden yararlanarak açıklayınız.

Deney sonuçları hipotezi desteklemektedir. Basınç artırılmasına rağmen çözeltinin kırmızı renk tonunun değişmemesi, basıncın bu sulu sistemin denge durumunda belirgin bir değişiklik oluşturmadığını göstermektedir.

5. Çarpışma Kuramıyla Açıklama

Uyguladığınız değişikliğin taneciklerin hareketi ve birim hacimdeki tanecik sayısı, etkin çarpışma sıklığı ile ileri ve geri tepkime hızları üzerindeki etkisini dikkate alarak deney sonucunu çarpışma kuramı açısından açıklayınız.

Sıvılar ve sulu çözeltiler pratikte çok az sıkıştırılabildiğinden uygulanan basınç çözeltinin hacmini ve birim hacimdeki tanecik sayısını belirgin biçimde değiştirmez. Bu nedenle tanecikler arası uzaklık, çarpışma sıklığı ve ileri–geri tepkime hızları üzerinde anlamlı bir değişiklik oluşmaz. Denge konumu da belirgin biçimde değişmez.

Filmin bir başka sahnesinde, terk edilmiş bir araştırma laboratuvarında geçen çekimler için renk değiştiren bir gaz efekti hazırlanması planlanmaktadır. Yönetmen, şeffaf bir bölmenin içindeki gazın sahne sırasında kızıl kahverengi bir görünüm oluşturmasını ve efektin çekim boyunca istenilen yoğunlukta kalmasını ister. Set kimyageri, efektin modellenmesinde kızıl kahverengi NO_2 gazı ile renksiz N_2O_4 gazı arasında gerçekleşen tepkimeden yararlanılır.

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$$

Verilen gaz denge sisteminde basınç değişiminin denge durumu üzerindeki etkisini araştırmaya yönelik deney ve gözlem yoluyla cevaplanabilecek bir araştırma sorusu oluşturunuz.

Kabın hacminin azaltılarak basıncın artırılması $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ denge sisteminin denge durumunu ve gaz efektinin renk tonu nasıl etkiler?

Oluşturduğunuz araştırma sorusuna yönelik test edilebilir bir hipotez yazınız.

Gazın bulunduğu kabın hacmi azaltılarak basınç artırıldığında denge ürünler yönünde ilerler ve gazın kızıl kahverengi renk tonu azalır.

Yandaki QR kodu okutarak *"PhET Colorado Gazların Özellikleri"* **simülasyonuna ulaşınız ve aşağıdaki adımları uygulayınız.**

1. Sisteme belirli sayıda gaz taneciği ekleyiniz.
2. Sıcaklığı ve tanecik sayısını sabit tutunuz.
3. Kabın başlangıç hacmini ve basıncını kaydediniz.
4. Kabın hacmini azaltarak gazı sıkıştırınız.
5. Hacim azaltıldıktan sonra basıncı ve taneciklerin çarpışma sayısını gözlemleyiniz.
6. Elde ettiğiniz verileri aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Durum	Kabın Hacmi	Basınç	Çarpışma Sıklığı
Başlangıç	Daha büyük	Daha düşük	Daha düşük
Hacim Azaltıldıktan Sonra	Daha küçük	Daha yüksek	Daha yüksek

Not: Öğrenciler simülasyonda elde ettikleri sayısal hacim ve basınç değerlerini tabloya yazabilir. Cevap anahtarında beklenen temel sonuç, hacim azalırken basıncın ve çarpışma sayısının artmasıdır.

Simülasyondan elde ettiğiniz verileri karşılaştırınız. Hacmin azaltılması basıncı ve taneciklerin çarpışma sayısını nasıl etkilemiştir?

Kabın hacmi azaltıldığında gaz tanecikleri birbirine yaklaşmıştır. Bunun sonucunda basınç artmış ve taneciklerin çarpışma sayısı artmıştır. Sonuçta denge ürünler yönünde ilerlemiştir.

NO_2 gazının kızıl kahverengi, N_2O_4 gazının ise renksiz olduğu dikkate alındığında basınç artırıldığında gaz efektinin renk tonunda nasıl bir değişiklik beklenir? Açıklayınız.

Basınç artırıldığında denge ürünler yönünde ilerler. Bu nedenle kızıl kahverengi renkli NO_2 miktarı azalırken renksiz N_2O_4 miktarı artar. Sonuç olarak gaz efektinin kızıl kahverengi renk tonu azalır ve gazın rengi açılır.

Basınç artışının tanecikler arasındaki uzaklık, çarpışma sıklığı ve ileri–geri tepkime hızları üzerindeki etkisini dikkate alarak sistemde meydana gelen değişimi çarpışma kuramıyla açıklayınız.

Kabın hacmi azaltıldığında tanecikler arasındaki ortalama uzaklık azalır ve birim hacimdeki tanecik sayısı artar. Böylece taneciklerin çarpışma sayısı artar. İleri tepkime hızı geçici olarak geri tepkime hızından daha fazla artar. Bunun sonucunda daha fazla N_2O_4 oluşur ve sistem ürünler yönünde ilerler. Denge kurulduğunda ileri ve geri tepkime hızları yeniden eşitlenir.

Filmin bir başka sahnesinde eski bir parfüm atölyesini canlandırmak için meyvemsi bir koku hazırlanması istenmektedir. Set kimyageri, bu kokuyu oluşturmak amacıyla etanol ile etanoik asidin tepkimesinden oluşan üründen (etil etanoatttan) yararlanmayı planlar.

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftarrows CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

Çekim hazırlıkları sırasında koku efektinin oluşmasının beklenenden uzun sürdüğü fark edilir. Set kimyageri, tepkimeyi hızlandırmak amacıyla derişik sülfürik asidin (H_2SO_4) tepkimenin daha hızlı gerçekleşmesini sağlayan bir asit katalizörü olarak kullanılabileceğini belirtir.

Verilen denge sisteminde katalizör kullanımının tepkimenin gerçekleşme süresi ve denge durumu üzerindeki etkisini araştırmaya yönelik bir araştırma sorusu yazınız.

Etanol ile etanoik asit arasındaki tepkimede H_2SO_4 katalizörü kullanılması tepkime hızını, dengeye ulaşma süresini ve denge durumunu nasıl etkiler?

Oluşturduğunuz araştırma sorusuna yönelik test edilebilir bir hipotez yazınız.

H_2SO_4 katalizörü kullanılması tepkimeyi hızlandırır ve sistemin dengeye daha kısa sürede ulaşmasını sağlar; ancak denge durumunu değiştirmez.

Etanol ile etanoik asit arasındaki tepkimede katalizör kullanımının tepkime hızına etkisini belirleyebileceğiniz kontrollü bir deney tasarlayınız.

Deneyin planlanması	Öğrenci cevabı
Kullanılacak Malzemeler ve Araç - Gereçler	Etanol, etanoik asit, H_2SO_4 , iki deney tüpü, pipet/ damlalık, tüplük, sıcak su banyosu, kronometre, koruyucu gözlük ve eldiven
Değiştirilecek Koşul	H_2SO_4 katalizörünün kullanılıp kullanılmaması
Sabit Tutulacak Koşullar	Etanol ve etanoik asit miktarı, sıcaklık, deney süresi ve kullanılan kapların özellikleri
Gözlemlencek/Ölçülecek Özellik	Eşit sürede ürün oluşumunun belirginliği ve oluşumunun gözlenmesine kadar geçen süre

Deney basamaklarınızı yazınız ve planladığınız deneyi gerçekleştiriniz.

İki deney tüpüne eşit miktarda etanol ve etanoik asit ekleyiniz.
Tüplerden birini kontrol grubu olarak bırakınız. Diğer tüpe uygun miktarda asit katalizörü ekleyiniz.
Her iki tüpü aynı sıcaklıktaki sıcak su banyosuna aynı anda yerleştiriniz.
Tüpleri eşit süre boyunca su banyosunda bekletiniz.
Süre sonunda tüpleri su banyosundan çıkararak soğumalarını bekleyiniz.
Her iki sistemde ürün oluşumuna ilişkin gözlemlerinizi karşılaştırınız ve tabloya kaydediniz.

İncelenen Özellik	Katalizör Kullanılmayan Sistem	Katalizör Kullanılan Sistem
Başlangıç	Renksiz karışım, ürün oluşumuna ilişkin belirgin bir gözlem yoktur.	Renksiz karışım, ürün oluşumuna ilişkin belirgin bir gözlem vardır.
Belirli Süre Sonunda Ürün Oluşumuna Ilişkin Gözlem	Ürün oluşumuna ilişkin belirti daha az belirgindir.	Ürün oluşumuna ilişkin belirti daha çok belirgindir.
Ürün Oluşum Hızı	Daha yavaştır.	Daha hızlıdır.

Deneyden elde ettiğiniz verileri karşılaştırınız. Katalizör kullanılması ürün oluşum hızını nasıl etkilemiştir?

Katalizör kullanılan sistemde aynı süre sonunda ürün oluşumuna ilişkin gözlem daha belirgin olmuştur.
Buna göre katalizör kullanılması ürün oluşum hızını artırmıştır.

Deney sonuçlarınız kurduğunuz hipotezi desteklemekte midir? Deney verilerinden yararlanarak açıklayınız.

Deney sonuçları hipotezi desteklemektedir. Aynı koşullarda ve aynı süre sonunda katalizör kullanılan sistemde ürün oluşumunun daha belirgin olması, katalizörün tepkimenin daha hızlı gerçekleşmesini sağladığını göstermektedir.

Katalizörün aktivasyon enerjisi ve etkin çarpışma sayısı üzerindeki etkisini dikkate alarak deney sonucunu çarpışma kuramıyla açıklayınız.

Katalizör, tepkimenin gerçekleşebileceği daha düşük aktivasyon enerjili alternatif bir tepkime yolu sağlar.
Böylece aynı sıcaklıkta aktivasyon enerjisini aşabilen taneciklerin oranı ve etkin çarpışma sayısı artar.
Bunun sonucunda tepkime daha hızlı gerçekleşir ve ürün daha kısa sürede oluşur

Gerçekleştirdiğiniz deney ve simülasyondan elde ettiğiniz sonuçlara göre denge hâlindeki bir sisteme dışarıdan bir değişiklik uygulandığında sistemin nasıl tepki verdiğine ilişkin genel bir çıkarım yazınız.

Denge hâlindeki bir sisteme dışarıdan bir değişiklik uygulandığında sistem, bu değişikliğin etkisini azaltacak yönde tepki verir ve yeni bir denge durumu oluşur.

Le Chatelier İlkesi: Denge hâlindeki bir sisteme dışarıdan bir etki uygulandığında sistem, bu etkiyi azaltacak yönde ilerleyerek yeniden dengeye ulaşır.

Buna göre şu ana kadar yapılan deneyler ve simülasyon için denge sistemlerinin dış etkilere verdiği tepkiyi Le Chatelier ilkesiyle ilişkilendirerek açıklayınız.

Denge konumunu etkileyebilen derişim, hacim, sıcaklık ve gaz sistemlerindeki basınç değişikliklerinde sistem, uygulanan etkiyi azaltacak yönde ilerleyerek yeniden dengeye ulaşmıştır. Sulu sistemde basınç değişiminin belirgin bir etkisi gözlenmemiş; katalizör ise denge konumunu değiştirmeden dengeye ulaşma süresini kısaltmıştır.

NOTLAR

YAZILI PUSULASI

Çözümlere buradan ulaş

11. Sınıf Kimya Öğrenme Etkinlikleri Seti 2. Bölüm (2026-2027)

Telefonunun kamerasıyla ilgili QR kodunu okut.
Ekrandan okuyorsan QR koduna dokunabilirsin.

CEVAP VE ÇÖZÜMLER

Yazılı cevaplar ve çözüm sayfası
Ücretsiz erişim

VİDEO ÇÖZÜMÜ

Bu PDF’nin ilgili videosu ve durumu
Premium videolar uygulamada açılır

Video henüz eklenmediyse sağdaki sayfada belirtilir.
Video sonradan eklendiğinde aynı QR kodu kullanılabilir.

Bu erişim kartı Yazılı Pusulası tarafından eklenmiştir.
Önceki soru ve cevap sayfaları değiştirilmemiştir.
kaynaklar.net