KİM.11.1.2.4. KİMYASAL TEPKİMELERİN HIZ DENKLEMİ

TÜRKYE YÜZYILI MAARİF MODELİ ÖĞRENME REHBERİ

Öğrenci Dostu Rehber: Bu öğrenme rehberi, kimyasal tepkimelerin hız denklemlerini türetme, hız sabitini hesaplama ve mekanizmalı tepkimeleri analiz etme adımlarını kavramanız için özel olarak hazırlanmıştır.

1. BÖLÜM: KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE PEDAGOJİK ADIMLAMA

1. Adım: Gözlem ve Günlük Hayat Yaşantıları

Bir fabrikadaki otomobil montaj hattında tüm parçalar çok hızlı monte edilirken, sadece kapı takma istasyonu yavaş çalışıyorsa fabrikanın günlük üretilen araba sayısını hangi istasyon belirler? Şüphesiz ki en yavaş çalışan istasyon! Kimyasal tepkimelerde de benzer bir kural geçerlidir; karmaşık ve çok adımlı tepkimelerin genel hızı, en yavaş adımla sınırlanır.

2. Adım: Analiz ve Tek Basamaklı Tepkimelerde Hız Denklemi

Tek bir adımda gerçekleşen kimyasal tepkimelerde hız denklemi, reaktiflerin derişimlerinin mol katsayıları üs olarak alınarak yazılır. Genel olarak aA(g) + bB(g) -> Ürünler tepkimesi için hız bağıntısı r = k . [A]^a . [B]^b şeklinde ifade edilir. Denklemde yer alan k ifadesi hız sabitidir. Katı ve sıvı maddelerin derişimleri sabit kabul edildiği için hız denkleminde yer almaz; yalnızca gazlar ve suda çözünmüş derişimler yazılır.

3. Adım: Çıkarım ve Tepkime Mertebesi ile Molekülerite

Tepkime mertebesi (derecesi), türetilen hız denklemindeki derişimlerin üsleri toplamıdır (m = a + b). Molekülerite ise net denkleştirilmiş tepkimenin girenler tarafındaki toplam tanecik sayısıdır. Tek basamaklı tepkimelerde mertebe ile molekülerite birbirine eşittir; ancak çok basamaklı tepkimelerde bu iki kavram birbirinden farklılık gösterebilir.

4. Adım: Değerlendirme ve Hız Sabiti (k) ile Birimi

Hız sabiti (k), her tepkimeye özel sayısal bir değerdir. Sıcaklık, temas yüzeyi ve katalizör etkisiyle değişir. Hız sabitinin birimi, tepkimenin toplam mertebesine (n) bağlı olarak hesaplanır. Genel bir kural olarak hız sabitinin birimi (L / mol)^(n-1) . s^-1 formülü ile pratik şekilde türetilir.

5. Adım: Sentez ve Mekanizmalı Tepkimeler, Ara Ürün ve Katalizör

Birden fazla adımda gerçekleşen mekanizmalı tepkimelerde hız yasası, her zaman en yüksek aktivasyon enerjisine sahip en yavaş adıma göre yazılır. Bir basamakta oluşup sonraki basamakta harcanan maddeye ara ürün denir. İlk basamakta girip hiçbir değişikliğe uğramadan son basamakta çıkan maddeye ise katalizör denir. Ara ürün ve katalizör net denklemde yer almaz.

2. BÖLÜM: BİLGİ TASARIMI VE GÖRSELLEŞTİRME

Kimyasal tepkimelerin hız denklemini ve mekanizmasını çözerken dikkat etmeniz gereken temel prensipler aşağıda özetlenmiştir:

- **Hız Bağıntısının Temel Kuralı:** Hız denklemi r = k . [Reaktifler]^üs şeklinde ifade edilir. Sadece gazlar (g) ve suda çözünmüş iyon/moleküller (suda/aq) yazılır. Katılar (k) ve saf sıvılar (s) derişimleri değişmediği için denkleme yazılmaz.
- **Mekanizmalı Tepkimelerde Yavaş Adım İlkesi:** Çok basamaklı tepkimelerde genel tepkime hızını belirleyen tek unsur en yavaş adımdır. Katalizör en yavaş adıma etki ederek aktivasyon enerjisini düşürür ve tepkimeyi hızlandırır.
- **Ara Ürün ve Katalizör Ayırımı:** Ara ürün basamakların birinde üretilip sonraki basamakta tüketilen maddedir. Katalizör ise tepkimeye girip kimyasal yapısı değişmeden çıkan maddedir. Her ikisi de net tepkime denkleminde görünmez.
- **Deneysel Verilerden Hız Denklemi Türetme:** Deneysel veri tablolarında bir reaktifin derişimi sabit tutulurken diğer reaktifin derişimindeki değişimin başlangıç hızına etkisi oranlanarak üsler (mertebe) belirlenir.

3. BÖLÜM: MİNİ SINAV (ÖZ DEĞERLENDİRME)

1. Grup: Boşluk Doldurma Soruları

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun terimlerle tamamlayınız.

1. Mekanizmalı bir kimyasal tepkimenin hız denklemi her zaman en ..... adıma göre yazılır.

2. Tek basamakta gerçekleşen tepkimelerde hız denklemindeki üsler toplamına tepkimenin ..... denir.

3. Bir tepkime basamağında oluşup sonraki basamakta harcanan ve net denklemde yer almayan maddeye ..... adı verilir.

4. Hız denkleminde saf katıların ve ..... derişimleri yer almaz.

5. İlk basamakta reaktif olarak girip tepkime sonunda değişmeden çıkan ve yavaş adımın aktivasyon enerjisini düşüren maddeye ..... denir.

2. Grup: Doğru / Yanlış Soruları

Aşağıdaki ifadelerin yanına Doğru (D) veya Yanlış (Y) yazınız.

1. ( ) Mekanizmalı tepkimelerin net denklemindeki mol katsayıları doğrudan hız denklemine üs olarak yazılır.

2. ( ) Hız sabiti (k) sıcaklık, temas yüzeyi ve katalizör ile değişiklik gösterir.

3. ( ) Ara ürünler ve katalizörler net denklemlerde yazılmaz.

4. ( ) 1. mertebeden bir tepkimenin hız sabiti birimi L / (mol . s) şeklindedir.

5. ( ) Suda çözünmüş maddelerin derişimleri hız denkleminde yer alır.

3. Grup: Kısa Cevaplı Sorular

1. Tek basamaklı 2A(g) + B(g) -> C(g) tepkimesinin hız bağıntısını yazınız ve toplam mertebesini belirtiniz.

2. Çok basamaklı bir tepkimede katalizör ilave edildiğinde neden en yavaş adıma etki etmesi beklenir? Açıklayınız.

3. Ara ürün ile katalizör arasındaki temel fark nedir? Kısaca açıklayınız.

4. 2. mertebeden bir tepkime için hız sabiti (k) birimini türetiniz.

5. Deneysel veri tablosu kullanarak hız denklemi türetilirken izlenen temel mantık nedir?

Cevap Anahtarı

- **Boşluk Doldurma Yanıtları:** 1. yavaş | 2. mertebesi (derecesi) | 3. ara ürün | 4. saf sıvıların | 5. katalizör
- **Doğru/Yanlış Yanıtları:** 1. Yanlış (Mekanizmalı tepkimelerde hız denklemi yavaş adıma göre yazılır) | 2. Doğru | 3. Doğru | 4. Yanlış (1. mertebeden tepkimede k birimi 1/s veya s^-1'dir) | 5. Doğru
- **Kısa Cevaplı Soru Yanıtları:**

1. Cevap: Hız bağıntısı r = k . [A]^2 . [B] şeklindedir. Toplam tepkime mertebesi 2 + 1 = 3'tür.

2. Cevap: Çünkü genel tepkime hızını en yavaş adım sınırlar. Katalizör yavaş adımın aktivasyon enerjisini düşürerek tüm tepkimenin hızlanmasını sağlar.

3. Cevap: Katalizör tepkimeye ilk basamakta girip son basamakta aynen çıkar. Ara ürün ise bir basamakta oluşup sonraki basamakta harcanır.

4. Cevap: Formül (L/mol)^(n-1) . s^-1 olduğundan, n=2 için birim L / (mol . s) olarak bulunur.

5. Cevap: Bir reaktifin derişimi sabit tutulup diğer reaktifin derişimindeki değişimin hıza etkisi incelenerek derişimin üssü (mertebesi) belirlenir.

4. BÖLÜM: DERİNLEŞME VE ARAŞTIRMA SORULARI

Aşağıdaki sorular elinizdeki ders kitabı ve NotebookLM kaynaklarını inceleyerek eleştirel bir bakış açısıyla yanıtlamanız için hazırlanmıştır:

1. Soru: Fabrikalardaki seri üretim montaj hatları ile mekanizmalı kimyasal tepkimelerdeki yavaş adım ilişkisini analiz ediniz. Bir fabrikada en yavaş çalışan bant iyileştirilmeden genel üretimin hızlanamayacağı gerçeğini, kimyasal tepkimelerdeki aktivasyon enerjisi ve katalizör kavramlarıyla karşılaştırarak kompozisyon biçiminde yazınız.

2. Soru: İnsan vücudundaki metabolik tepkimeler yüzlerce basamaktan oluşan mekanizmalı süreçlerdir. Vücudumuzda görev yapan enzimlerin yavaş adımları nasıl hızlandırdığını ve yaşamın devamlılığı için tepkime mekanizmalarının kontrol edilmesinin neden hayati olduğunu araştırınız.

3. Soru: Bir ilaç molekülünün sentezlenmesi sırasında oluşan zararlı ara ürünlerin ortamdan hemen uzaklaştırılması veya tüketilmesi neden önemlidir? Ara ürünlerin kimyasal kararsızlığını kaynaklarınızdan inceleyiniz.

4. Soru: Deneysel veri tabloları kullanılarak hız yasası türetilirken hata yapmamak için hangi deneysel değişkenlerin kontrol altında tutulması gerekir? Sıcaklık veya katı temas yüzeyi sabit tutulmazsa hız denklemi doğru türetilebilir mi?

5. Soru: Sanayide amonyak sentezi gibi yüksek verim istenen tepkimelerde, tepkime mekanizmasının bilinmesi ve katalizör kullanımı milli servetin ve enerjinin korunmasına nasıl katkı sağlar?

5. BÖLÜM: FARKLILAŞTIRMA - EK ÖĞRENME

Destekleme (Hazır Bulunuşluğu Düşük Öğrenciler İçin)

Hız denklemi yazımında güçlük çeken öğrencilerimiz için 3 adımlı renkli kural şablonu:

- **1. Adım (Fiziksel Hal Kontrolü):** Tepkimedeki katı (k) ve sıvı (s) maddelerin üzerini çizin. Sadece gaz (g) ve suda olanları yuvarlak içine alın.
- **2. Adım (Katsayı Yerleşimi):** Yuvarlak içine aldığınız maddelerin önündeki katsayıları köşeli parantezin sağ üst köşesine üs olarak yazın.
- **3. Adım (Hız Bağıntısı Oluşturma):** r = k . [Maddeler]^üs formülünü tamamlayın ve üsleri toplayarak mertebeyi bulun.

Zenginleştirme (İleri Düzey Öğrenciler İçin)

İleri düzey çalışmalar için Michaelis-Menten enzim kinetiği mekanizması:

Biyokimyasal tepkimelerde Enzim (E) ile Substrat (S) birleşerek kararsız Enzim-Substrat (ES) kompleksini oluşturur. Bu adım hızlı veya dengede olabilir. Ardından ES kompleksi yavaş adımla Ürün (P) ve serbest Enzime (E) dönüşür. Buradaki substrat derişiminin ve enzim doygunluğunun tepkime hız denklemi üzerindeki etkisini ve Vmax değerini araştırınız.

6. BÖLÜM: TERİMLER SÖZLÜĞÜ

- **Anlık Tepkime Hızı:** Tepkimenin herhangi bir t anındaki hız değeridir; derişim-zaman grafiğindeki teğetin eğimiyle bulunur.
- **Ara Ürün:** Mekanizmalı tepkimelerde önceki bir basamakta oluşup sonraki basamakta harcanan, net denklemde görünmeyen madde.
- **Hız Belirleyen Adım:** Mekanizmalı tepkimelerde aktivasyon enerjisi en yüksek ve en yavaş yürüyen adım.
- **Hız Sabiti (k):** Tepkime hızının reaktif derişimleriyle ilişkisini kuran; sıcaklık, temas yüzeyi ve katalizörle değişen katsayı.
- **Hız Yasası (Bağıntısı):** Tepkime hızının reaktiflerin derişimlerine bağlılığını gösteren matematiksel denklem (r = k.[A]^a.[B]^b).

- **Katalizör:** Tepkimenin aktivasyon enerjisini düşürerek hızlandıran, tepkime sonunda kimyasal olarak değişmeden çıkan madde.
- **Mekanizmalı Tepkime:** İki veya daha fazla basamakta gerçekleşen çok adımlı kimyasal tepkime.
- **Molekülerite:** Net denkleştirilmiş tepkimenin reaktifler tarafındaki toplam tanecik sayısı.
- **Tepkime Mertebesi (Derecesi):** Hız denkleminde yer alan derişimlerin üsleri toplamı.
- **Tek Basamaklı Tepkime:** Reaktiflerin doğrudan çarpışarak tek bir adımda ürüne dönüştüğü tepkime.

Öğretmen İmecesi Kimya Zümresi tarafından Hazırlanmıştır. ogretmenimecesi.com