

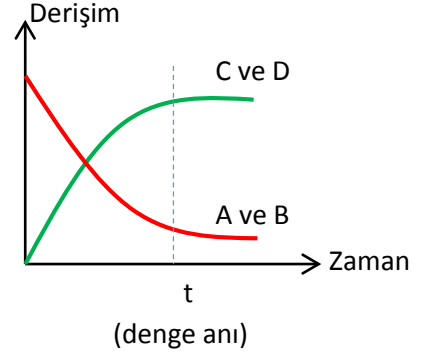
KİMYASAL REAKSİYONLARDA DENGE

KİMYASAL REAKSİYONLARDA DENGE

- ★ Kimyasal reaksiyonlar koşullar uygun olduğunda hem ileri hem de geri yönde gerçekleşirler. Böyle tepkimelere *tersinir ya da denge tepkimeleri* denir.

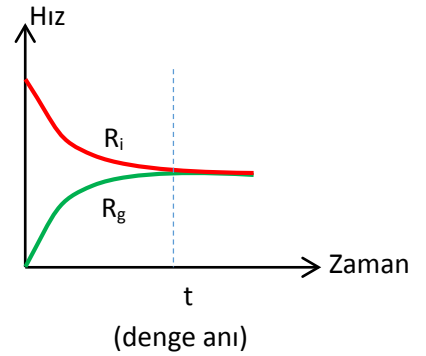


- ★ Denge tepkimelerinden girenlerin derişimleri zamanla azalırken ürünlerin derişimleri zamanla arta ve bir düre sonra sabitlenir.



- ★ Derişimlere bağılı olarak ileri yöndeki tepkimede girenlerin derişimleri zamanla azaldığından ileri tepkime hızı da azalır, Benzer şekilde, geri yöndeki tepkimede ürünleri derişimleri zamanla arttığından geri tepkime hızı da artar.

Böylece bir süre sonra iki yöndeki tepkimenin hızları eşitlenir. Bu ana *denge anı* denir.



- ★ Dengeye gelen tepkimelerde tepkime kabında hem giren hem de ürünlerden belli miktarda bulunmak zorundadır.

- ★ **Fiziksel ya da kimyasal olaylarda dengeye ulaşılabilmesi için;**

- 1- Tepkime kabı kapalı olmalıdır.
- 2- Sıcaklık sabit olmalıdır.
- 3- Giren ve ürünlerin derişimleri sabitlenmelidir.
- 4- İleri ve geri yöndeki tepkimelerin hızları eşit olmalıdır.

- ★ **Dengeye ulaşan sistemlerde şu iki eğilim zıt yönlerde uzlaşma halindedir:**

- Maksimum düzensizlik eğilimi
- Minimum enerji eğilimi

Örnek: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + \text{ısı}$ tepkimesinde,

→ Min. enerji eğilimi

← Max. düzensizlik eğilimi

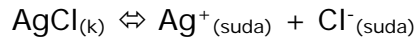
👉 Minimum enerji eğilimi ısının yazıldığı yöne doğrudur.

👉 Maksimum düzensizlik eğilimi ise;

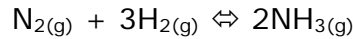
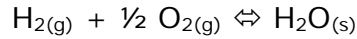
- Gaz fazındaki tepkimelerde gazın mol sayısının çok olduğu yönde,
- Katı ve sıvıların suda çözünmesinde, çözünme (suda) yönünde,
- Gazların suda çözünmesinde, gaz yönündedir.

NOT: Dengeye ulaşan sistemlerde gözle görülebilir (makro) olaylar durur, gözle görülemeyen (mikroskopik) olaylar gerçekleşmeye devam eder. Bu yüzden denge hali, statik (durgun) değil, dinamik bir haldir.

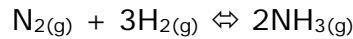
Fiziksel Denge: Hal değişimi, suda çözünme gibi fiziksel olayların gerçekleştiği denge tepkimeleridir.



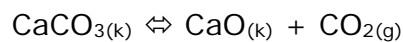
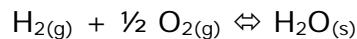
Kimyasal Denge: Kimyasal tepkimelerin gerçekleştiği denge tepkimeleridir.



- **Homojen denge:** Tepkimede yer alan tüm maddelerin aynı fiziksel halde olduğu denge tepkimeleridir.



- **Heterojen denge:** Tepkimede yer alan maddelerin farklı fiziksel hallerde olduğu denge tepkimeleridir.



DENGE BAĞINTISI VE DENGE SABİTİ



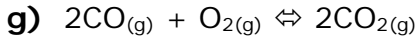
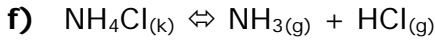
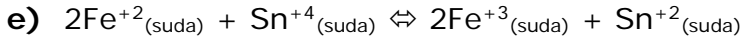
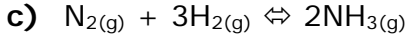
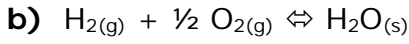
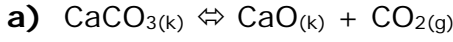
DENGE ANI: $R_i = R_g$

$$k_i \cdot [A]^a [B]^b = k_g \cdot [C]^c [D]^d$$

$$\frac{k_i}{k_g} = \frac{C^c D^d}{A^a B^b}$$

$$K_d = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad K_d = K_c = \text{Derişimler cinsinden denge sabiti}$$

Soru: Aşağıdaki tepkimelerin derişimler cinsinden denge bağıntılarını yazınız.



★ Gaz fazında gerçekleşen tepkimelerin denge bağıntıları kısmi basınçlar cinsinden de yazılabilir:

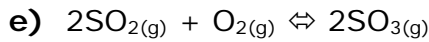
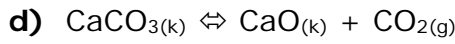
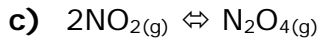
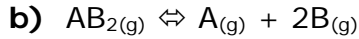
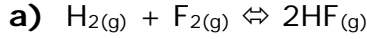


$$K_P = \frac{(P_C)^c (P_D)^d}{(P_A)^a (P_B)^b}$$

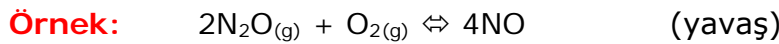
K_C İLE K_P ARASINDAKİ İLİŞKİ:

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta n} \quad (\Delta n: \Sigma n_{\text{ürün(gaz)}} - \Sigma n_{\text{giren(gaz)}})$$

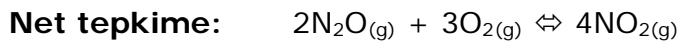
Soru: Aşağıdaki tepkimeler için K_C, K_P bağıntılarını ve K_C ile K_P arasındaki ilişkiyi yazınız.



★ **Mekanizmalı tepkimelerde DENGE BAĞINTISI NET TEPKİMEYE GÖRE YAZILIR!!!**



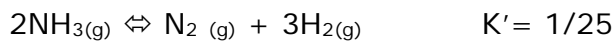
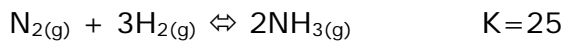
tepkimesinin denge bağıntısı:



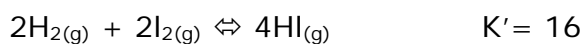
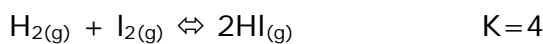
$$K_d = \frac{[\text{NO}_2]^4}{[\text{N}_2\text{O}]^2 [\text{O}_2]^3}$$

DENGE SABİTİNİN DEĞİŞİMİ

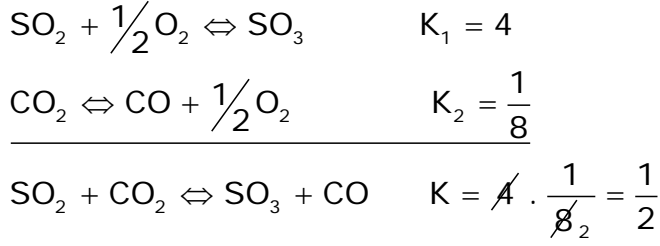
1) Bir denge reaksiyonu ters çevrilirse, denge sabiti **1/K** olur.



2) Bir denge reaksiyonu **n** gibi bir rakamla genişletilirse, denge sabiti **Kⁿ** olur.






3) Mekanizmalı tepkimelerde toplam tepkimenin denge sabiti **ayrı-ayrı tepkimelerin denge sabitleri çarpımına eşittir.**



DENGENİN KONTROLÜ

Herhangi bir tepkimenin, her hangi bir zamanda dengede olup olmadığının kontrol etmek için istenilen zamandaki maddelerin derişimleri dikkate alınarak bir **Q** geçici denge sabiti bulunur. Bulunan bu değer denge sabitiyle karşılaştırılır.

-  **Q = K_d** ise sistem dengededir.
-  **Q < K_d** ise sistem dengede değildir. Dengeye ulaşması için tepkimenin **ileri yönde** devam etmesi gerekmektedir.
-  **Q > K_d** ise sistem dengede değildir. Dengeye ulaşması için tepkimenin **girenler lehine** kayması gerekmektedir.

Örnek: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ tepkimesinin 298 K'deki denge sabiti 50'dir. 1 litrelik kapalı bir kaptaki 298 K'de bulunan N_2 , H_2 ve NH_3 gazlarının derişimleri sırasıyla 0,1; 0,2 ve 0,2 mol/L dir.

Bu an için,

- I. Sistem dengededir.
- II. İleri ve geri tepkimenin hızları eşittir.
- III. Sistem dengeye gelince H_2 gazı 0,2 molden daha çok bulunur.

yargılarından hangileri doğrudur?

DENGEYE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

“Denge halindeki bir sisteme dışardan bir etki yapılırsa sistem bu dengeyi azaltacak yönde hareket eder.” Bu prensibe Le-Chatelier Prensibi denir.

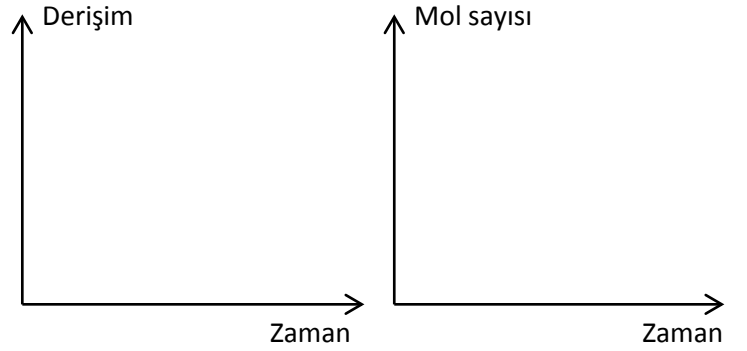
1. DERİŞİM ETKİSİ:

Denge halindeki bir sistemdeki maddelerden her hangi birinin derişimi artırıldığında, sistem bu etkiyi azaltmak için sağa ve sola kayar.

Örnek: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \leftrightarrow 2HI_{(g)}$ tepkimesi kapalı ve sabit hacimli bir kapta ve sabit sıcaklıkta dengede iken;

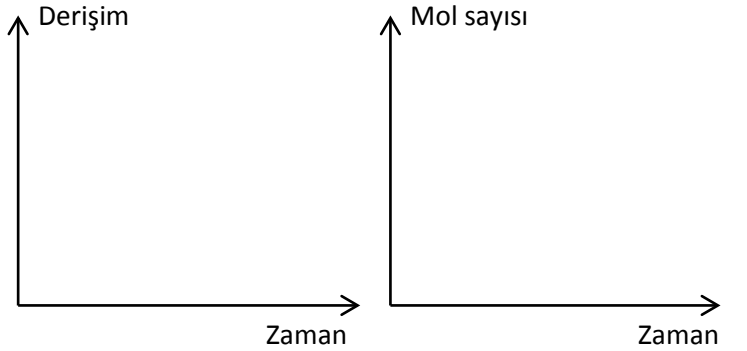
Ortama H_2 eklenirse:

- Tepkime ürünler yönüne kayar.
- HI 'nin derişimi artar.
- H_2 derişimi azalır ama başlangıca göre yine de artmış durumdadır, I_2 derişimi azalır.
- K denge sabiti değişmez.



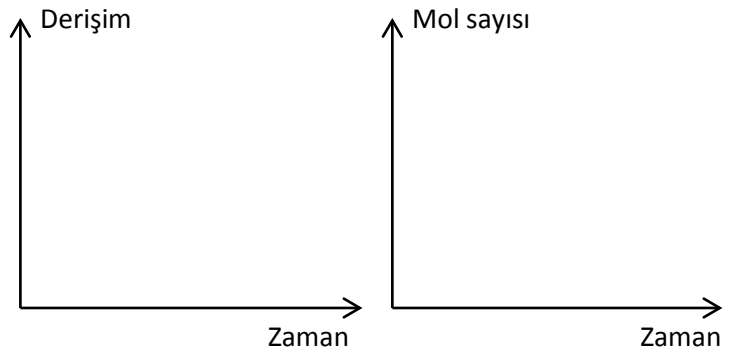
Ortamdan I_2 gazı çekilirse:

- Tepkime girenler yönüne kayar.
- HI 'nin derişimi azalır.
- H_2 derişimi artar, I_2 derişimi artar ama başlangıç değerine ulaşamaz, başlangıca göre azalmış olur.
- K denge sabiti değişmez.



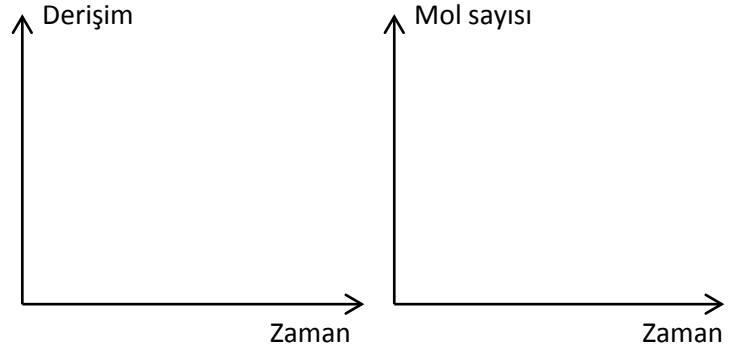
Ortama HI eklenirse:

- Tepkime yönüne kayar.
- HI 'nin derişimi ama
- H_2 derişimi, I_2 derişimi
- K denge sabiti



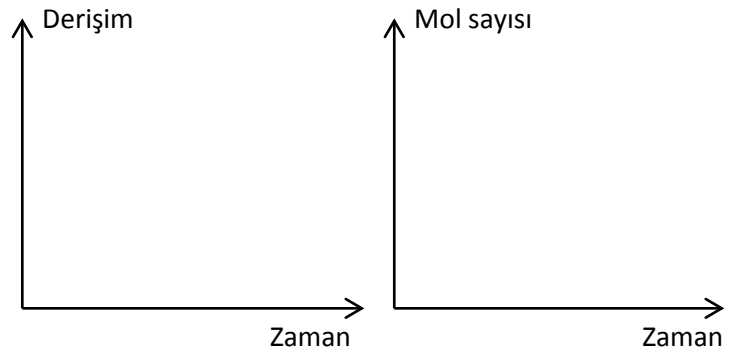
Ortama H₂ gazı çekilirse:

- Tepkime yönüne kayar.
- HI'nın derişimi
- H₂ derişimi ama
- I₂ derişimi
- K denge sabiti



Ortama I₂ gazı eklenirse:

- Tepkime yönüne kayar.
- HI'nın derişimi
- H₂ derişimi, I₂ derişimi ama
- K denge sabiti



2. BASINÇ-HACİM ETKİSİ:

Basınç artırıldığında başka bir ifadeyle, hacim küçültüldüğünde, denge gaz maddelerin mol sayılarını azaltacak yönde hareket eder. Her iki taraftaki gaz maddelerin mol sayıları eşitse dengede bir değişme olmaz.

Örnek: $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g}) \leftrightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g})$

tepkimesiyle ilgili olarak;

- I. Hacim artırılırsa NO'nun derişimi azalır.
- II. Hacim küçültülürse NO'un derişimi artar.
- III. Hacim küçültülürse denge sabiti artar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

3. SICAKLIK ETKİSİ:

Denge halindeki bir sistemin sıcaklığı artırıldığında sistem bu etkiyi azaltacak yönde hareket eder.

👉 Ekzotermik tepkimelerde sıcaklık artırılırsa, denge girenler tarafına kayar, K denge sabiti küçülür.

👉 Endotermik tepkimelerde sıcaklık artırılırsa denge ürünler tarafına kayar, K denge sabiti büyür.



Kapalı bir kaptaki gaz fazında gerçekleşen denge tepkimesiyle ilgili olarak;

- I. Kabın hacmini artırmak
- II. Ortama H_2 eklemek
- III. Sıcaklığı artırmak

İşlemlerinden hangileri K' denge sabitinin değerini değiştirir?