



KİMYASAL TEPKİMELERDE ENERJİ

Tepkimelerde Isı Değişimi, Oluşum Entalpisi

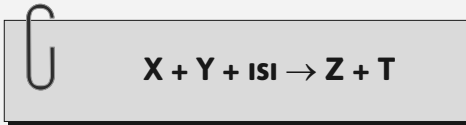
TEPKİMELERDE ISI DEĞİŞİMİ

ENDOTERMİK TEPKİME

TANIM

Dışarıdan ısı (enerji) alarak gerçekleşen tepkimelere **endotermik tepkime** denir.

- Endotermik tepkimelerde ısı, **girenler** bölümüne yazılır.



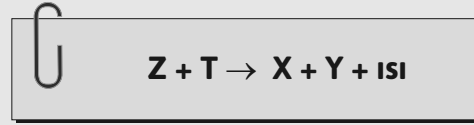
- Endotermik bir tepkimede ısı miktarını belirtmek için okun üzerine ısı veya delta (Δ) yazılabilir.
 - $\text{NH}_3(\text{g}) \xrightarrow{\text{Isı}} \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$
- Tepkimenin gerçekleştiği sıcaklık değeri okun üzerine yazılır.
 - $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{280^\circ\text{C}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$
 - $\text{NaI}(\text{k}) + 700 \text{ kJ/mol} \rightarrow \text{Na}^+(\text{g}) + \text{I}^-(\text{g})$
- Erime, buharlaşma, süblimleşme gibi maddelerin düzenli tanecik yapılarından, düzensiz yapılara geçişi endotermiktir.
 - $\text{I}_2(\text{k}) + \text{Enerji} \rightarrow \text{I}_2(\text{g})$ (Süblimleşme)
 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{s}) + \text{Enerji} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$ (Buharlaşma)
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{k}) + \text{Enerji} \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s})$ (Erime)
- Analiz tepkimeleri genellikle endotermiktir.
 - $\text{CaCO}_3(\text{k}) \xrightarrow{\text{Isı}} \text{CaO}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- Katı hâldeki maddelerin sıvılarda çözünmesi sırasında genellikle endotermik olaylar gerçekleşir.
 - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{k}) + \text{Enerji} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{suda})$
- Kimyasal türlerin birbirinden ayrılması (bağ kopması) endotermiktir.
 - $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Enerji} \rightarrow 2\text{H}\cdot(\text{g})$
- Atomlardan elektron koparılması endotermiktir.
 - $\text{Ca}(\text{g}) + \text{Enerji} \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{g}) + 2\text{e}^-$
- Yanma olaylarından sadece N_2 gazının yanması endotermiktir.
 - $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) + 33,09 \text{ kJ} \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$

EKZOTERMİK TEPKİME

TANIM

Dışarıya ısı (enerji) vererek gerçekleşen tepkimelere **ekzotermik tepkime** denir.

- Ekzotermik tepkimelerde ısı, ürünler bölümüne yazılır.



- Yoğuşma, donma, kırılgılaşma gibi maddelerin düzensiz tanecik yapılarından, düzenli yapılara geçişi ekzotermiktir.
 - $\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{k}) + \text{Enerji}$ (Kırılgılaşma)
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{k}) + \text{Enerji}$ (Donma)
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{Enerji}$ (Yoğuşma)
- Sentez tepkimeleri genellikle ekzotermiktir.
 - $\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{COCl}_2(\text{g}) + \text{Enerji}$
 - $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{Enerji}$
- Gazların ve bazı katıların suda çözünmesi ekzotermiktir.
 - $\text{NaOH}(\text{k}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda}) + \text{Enerji}$
 - $\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{O}_2(\text{suda}) + \text{Enerji}$
- Kimyasal türler arasında bağ oluşması ekzotermiktir.
 - $\cdot\text{O}(\text{g}) + \cdot\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + \text{Enerji}$
- Bazı atomların elektron alması ekzotermiktir.
 - $\text{F}(\text{g}) + \text{e}^- \rightarrow \text{F}^-(\text{g}) + \text{Enerji}$ (Elektron ilgisi)
- N_2 nin yanması dışındaki tüm yanma olayları ekzotermiktir.
 - $\text{C}(\text{k}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{k}) + \text{Enerji}$
 - $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{Enerji}$
- Nötralleşme tepkimeleri ve metal – asit tepkimeleri ekzotermik tepkimedir.
 - $\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{KOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{KNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{Enerji}$
 - $\text{H}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{Enerji}$
 - $\text{Na}(\text{k}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g}) + \text{Enerji}$



Tepkimelerde Isı Değişimi, Oluşum Entalpisi

Örnek

- I. $C(k) + 1/2O_2(g) \rightarrow CO(k)$
 II. $2NaHCO_3(k) \rightarrow Na_2CO_3(k) + CO_2(g) + H_2O(s)$
 III. $H_2SO_4(s) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

Yukarıda denklemi verilen olaylardan hangileri ekzotermiktir?

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

Çözüm..

Örnek

Saf X maddesi ısıca yalıtılmış bir kapta suda çözündüğünde ortam sıcaklığı azalmıştır.

Buna göre, X maddesi ile ilgili;

- I. Tanecikleri titreşim, öteleme ve dönme hareketi yapar.
 II. Suda çözünmesi endotermiktir.
 III. Suda çözünme denkleminde ısı girenler kısmına yazılır.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

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

Çözüm..

TEPKİME ENTALPİSİ

- Maddeleri oluşturan taneciklerin titreşim, öteleme, dönme vb. hareketleri nedeniyle oluşan kinetik enerjileri ve tanecikler arası itme ve çekme kuvvetlerinden kaynaklanan potansiyel enerji, maddenin toplam enerjisini oluşturur.

TANIM

Maddelerin sahip olduğu bu toplam enerjiye ısı kapsamı, potansiyel enerji, **tepkime ısısı** veya **entalpi** adı verilir. **H** harfi ile gösterilir.

- Sabit basınç altında gerçekleşen bir tepkimede alınan ya da verilen ısı miktarına entalpi adı verilir.
 ➤ Entalpide meydana gelen değişim ΔH ile gösterilir.
 ➤ Bir tepkimenin entalpi değişimi;

I. Maddelerin fiziksel hallerine	II. Ortam sıcaklık ve basıncına	III. Madde miktarına
----------------------------------	---------------------------------	----------------------

bağılıdır. Ancak aşağıdaki faktörlere bağlı değildir.

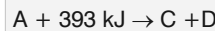
I. İzlenen yola	II. Katalizöre
-----------------	----------------

- Tepkimelerde açığa çıkan ısı miktarı ya da harcanan ısı miktarı daima pozitiftir.
 ➤ Entalpi bir hâl fonksiyonu olduğu için miktarı doğrudan ölçülemez. Ancak sistemin ilk ve son hâlleri arasındaki entalpi farkı ölçülebilir. Bu nedenle entalpi değişiminden (ΔH) söz edilir. Bir tepkimenin entalpi değişimi aşağıdaki formül ile hesaplanır.

FORMÜL

$$\Delta H = \sum \Delta H_{\text{ürünler}} - \sum \Delta H_{\text{girenler}}$$

Endotermik tepkime

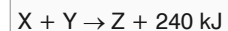


ΔH değeri "+393 kJ" dir.

$\Delta H > 0$ (işareti pozitiftir.)

Endotermik tepkimelerde tepkimenin başlaması ve devam edebilmesi için ısı gereklidir. Dışarıdan ısı verilmezse tepkime devam etmez. Bu nedenle endotermik tepkimeler genellikle istemsizdir, kendiliğinden gerçekleşmez.

Ekzotermik tepkime



ΔH değeri "-240 kJ" dir.

$\Delta H < 0$ (işareti negatiftir.)

Ekzotermik tepkimeler genellikle istemlidir. Tepkime gerekli enerjiyi aldıktan sonra kendiliğinden devam eder.



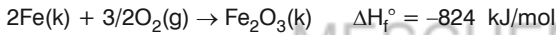
OLUŞUM ENTALPİSİ

TANIM

1 mol bileşiğin elementlerinden oluşması sırasında meydana gelen entalpi değişimine o bileşiğin **molar oluşum entalpisi** denir. ΔH_f° ile gösterilir.

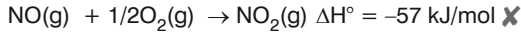


- Standart şartlarda (25 °C ve 1 atm) elementlerin bulunduğu fiziksel hâllerin oluşum entalpileri sıfır (0) kabul edilerek bileşiklerin standart oluşum entalpileri belirlenmiştir.

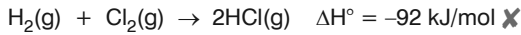


- Bir tepkimenin entalpi değerinin molar oluşum entalpisi olması için;

- Girenlerde sadece standart koşullarda elementler olmalıdır.



- Tepkime sonucunda 1 mol bileşik oluşmalıdır.



Yukarıdaki tepkimelerin entalpi değişimi oluşum entalpisi değildir.

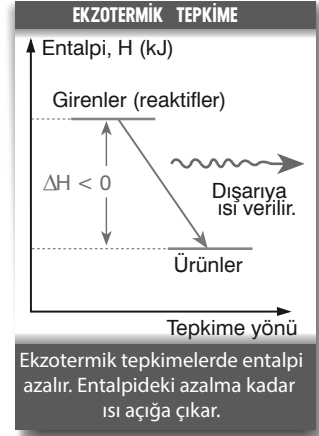
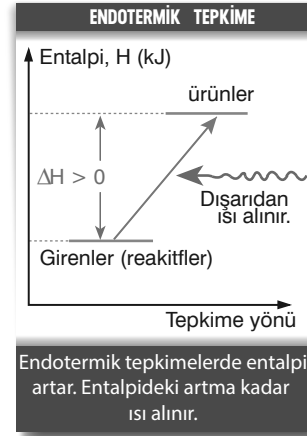
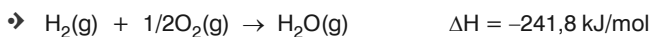
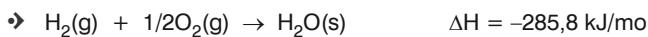
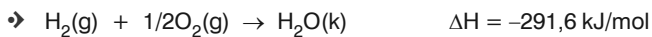
BİLGİ

Elementlerin en kararlı doğal hâllerindeki standart oluşum entalpileri sıfır kabul edilir.

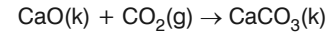
Örneğin : 25 °C ve 1 atm de O_2 için ΔH_f° değeri 0 iken, ozon (O_3) için bu değer sıfır değildir.

Grafitin 25 °C'de oluşma entalpisi sıfırdır, ancak elmasın oluşma entalpisi sıfır değildir.

- Aynı maddenin farklı fiziksel hâllerinin potansiyel enerjileri birbirinden farklı olduğundan, oluşum entalpileri de birbirinden farklıdır.



Örnek



tepkimesinin gerçekleşmesi sonucunda 178 kJ/mol ısı açığa çıkmıştır.

Buna göre, tepkime ile ilgili;

- Tepkimenin entalpi değişimi (ΔH) +178 kJ'dür.
- Girenlerin potansiyel enerjileri toplamı, ürünlerinkinden büyüktür.
- Egzotermiktir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

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

Çözüm..

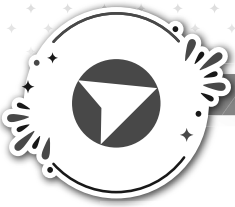
ÖSYM

C_2H_6 gazının standart molar oluşum entalpisi (ΔH_{ol}°) -85 kJ/mol'dür.

Buna göre aynı koşullarda 0,3 g C_2H_6 gazı oluşurken açığa çıkan ısı kaç kJ'dir? ($C_2H_6 = 30 \text{ g/mol}$)

- A) 85 B) 25,5 C) 2,55
D) 0,85 E) 0,30

Çözüm..



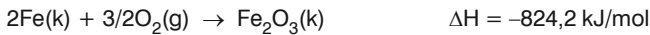
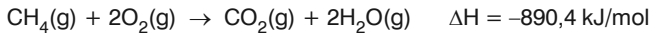
Tepkimelerde Isı Değişimi, Oluşum Entalpisi

BAZI OLAYLAR İÇİN ENTALPİ DEĞİŞİMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

- Gerçekleşen olayın türüne göre entalpi değişimi adlandırılabilir.

a. YANMA ENTALPİSİ

- Bir maddenin oksijen gazı ile tepkimeye girmesi o maddenin yanması demektir.
- Yanma tepkimeleri büyük çoğunlukla ekzotermik tepkimelerdir.
- Azotun yanması endotermiktir.
- Belirli sıcaklık ve basınçta bir maddenin yanması sonucunda gerçekleşen entalpi değişimine **yanma entalpisi** denir.
- Standart şartlarda 1 mol madde için bu ifade **standart molar yanma entalpisi** olarak ifade edilir.



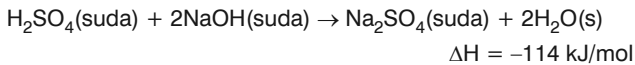
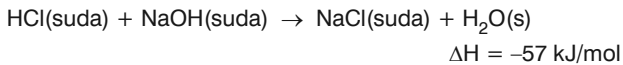
Odunun yanması



Hidrojen gazının yanması

b. NÖTRLEŞME ENTALPİSİ

- Belirli sıcaklık ve basınçta bir asit ya da bazın nötrleşmesi sonucunda gerçekleşen entalpi değişimine **nötrleşme entalpisi** denir.
- Standart şartlarda 1 mol bileşik için bu ifade **standart molar nötrleşme entalpisi** olarak ifade edilir.

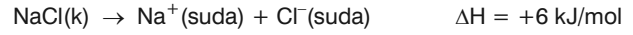


H_2SO_4 ün molar nötrleşme ısı : -114 kJ dür.

NaOH nin molar nötrleşme ısı : -57 kJ dür.

c. ÇÖZÜNME ENTALPİSİ

- Belirli sıcaklık ve basınçta bir maddenin çözünmesi sırasında gerçekleşen entalpi değişimine **çözünme entalpisi** denir.
- Çözünme olayları endotermik veya ekzotermik olabilir. Yani çözünme ısı pozitif veya negatif değer alabilir.



d. ERİME ENTALPİSİ

- Belirli sıcaklık ve basınçta bir katının erimesi sırasında gerçekleşen entalpi değişimine **erime entalpisi** denir.
- Erime olayları endotermiktir, yani erime entalpisi pozitif değerdir.



e. DONMA ENTALPİSİ

- Belirli sıcaklık ve basınçta bir sıvının donması sırasında gerçekleşen entalpi değişimine **donma entalpisi** denir.
- Donma olayları ekzotermiktir, yani donma entalpisi negatif değerdir.



f. BUHARLAŞMA ENTALPİSİ

- Belirli sıcaklık ve basınçta bir sıvının buharlaşması sırasında gerçekleşen entalpi değişimine **buharlaşma entalpisi** denir.
- Buharlaşma olayları endotermiktir, yani buharlaşma entalpisi pozitif değerdir.



g. YOĞUŞMA ENTALPİSİ

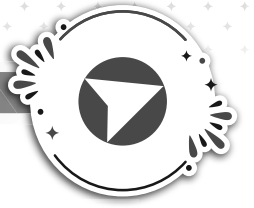
- Belirli sıcaklık ve basınçta bir gazın yoğuşması sırasında gerçekleşen entalpi değişimine **yoğuşma entalpisi** denir.
- Yoğuşma olayları ekzotermiktir, yani yoğuşma entalpisi negatif değerdir.



Çiy oluşumu ekzotermiktir



Kırağı oluşumu ekzotermiktir

**Örnek**

46,4 gram C_4H_{10} gazı yakıldığında 2304 kJ ısı açığa çıkmaktadır.

Buna göre, C_4H_{10} gazının molar yanma entalpisi kaç kJ/mol dır?
(C = 12 g/mol, H = 1 g/mol)

- A) -1440 B) +1440 C) +2880
D) -2880 E) -2304

Çözüm..**Örnek**

$H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$ $\Delta H = -34$ kJ/mol

Yukarıda verilen nötrleşme tepkimesine göre, 0,3 M 5 L KOH çözeltisi yeterince H_2SO_4 ile nötrleştiğinde kaç kJ ısı açığa çıkar?

- A) 25,5 B) -25,5 C) -12,5
D) +12,5 E) -17

Çözüm..**Örnek**

$S(k) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$ $\Delta H = -396$ kJ/mol

$H_2O(s) \rightarrow H_2O(g)$ $\Delta H = +44$ kJ/mol

Yukarıdaki tepkimelere göre 64 gram kükürdün yanması sonucu açığa çıkan ısı 100 °C deki kaç gram suyu tamamen buharlaştırır?
(H = 1 g/mol, O = 16 g/mol, S = 32 g/mol)

- A) 180 B) 204 C) 324
D) 360 E) 384

Çözüm..**Örnek**

I. $C_2H_5OH(s) \rightarrow C_2H_5OH(g)$

II. $C_2H_5OH(k) \rightarrow C_2H_5OH(g)$

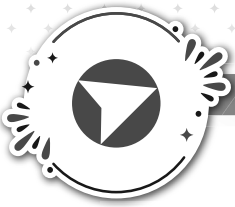
III. $C_2H_5OH(s) \rightarrow C_2H_5OH(k)$

Yukarıdaki olayların entalpi değişimlerinin karşılaştırılması aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) II > I > III B) III > I > II C) I > II > III
D) I > III > II E) III > II > I

Çözüm..

MESCHEMY ÜCRETSİZ PDF



Tepkimelerde Isı Değişimi, Oluşum Entalpisi

TEPKİME ENTALPİSİNİN HESAPLANMASI

Standart tepkime entalpisi aşağıdaki formül ile hesaplanır.



FORMÜL

$$\Delta H = \sum n\Delta H^\circ_{\text{(ürünler)}} - \sum n\Delta H^\circ_{\text{(girenler)}}$$

Örnek

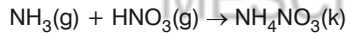
Aşağıdaki maddelerden hangisinin standart molar oluşum ısısı sıfırdan farklıdır?

- A) Na(k) B) Hg(g) C) Cu(k) D) O₂(g) E) Br₂(s)

Çözüm..

Örnek

HNO₃(g) molar oluşum ısısı -135 kJ/mol, NH₃(g) ün molar oluşum ısısı -46 kJ dür.



tepkimesinin entalpi değişimi - 161 kJ/mol olduğuna göre,

NH₄NO₃(k) ün molar oluşum ısısı değeri kaç kJ dür?

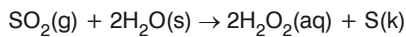
- A) +342 B) +181 C) +161 D) -181 E) -342

Çözüm..

Örnek

H₂O(s), SO₂(g) ve H₂O₂(aq) maddelerinin standart molar oluşum ısıları sırasıyla -286, -297, -150 kJ/mol dür.

Buna göre;



tepkimesinin standart entalpi değişimi kaç kJ dür?

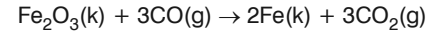
- A) +1166 B) +569 C) +866 D) -569 E) -866

Çözüm..

Örnek

Madde	Oluşum entalpisi (kJ/mol)
CO(g)	-110
CO ₂ (g)	-393
Fe ₂ O ₃ (g)	-824

Yukarıda verilen standart oluşum entalpilerine göre,

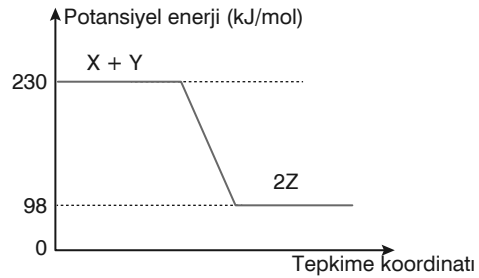


tepkimesinin entalpi değişimi kaç kJ/mol dür?

- A) +25 B) -1179 C) -25 D) -50 E) -1154

Çözüm..

Örnek



Standart koşullarda yukarıda grafiği verilen kimyasal tepkime ile ilgili;

- I. Ekzotermiktir.
II. Entalpi değişimi -132 kJ/mol dür.
III. Z nin molar oluşum ısısı 98 kJ/mol dür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

Çözüm..