

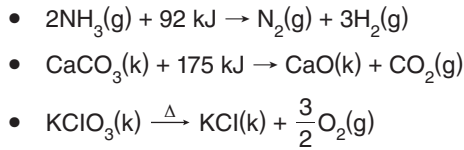
KİMYASAL TEPKİMELEERDE ENERJİ

TEPKİMELEERDE İSİ DEĞİŞİMİ

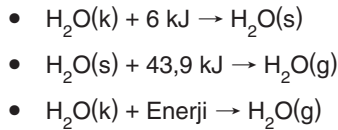
- ✓ Çevremizde gerçekleşen fiziksel ve kimyasal olaylarda enerji değişimi gerçekleşir. Bu enerji değişimi genellikle ısı şeklinde olur.
- ✓ Gerçekleşirken dışarıdan ısı alan olaylar **endotermik**, dışarıya ısı veren olaylar **ekzotermik** olarak ifade edilir.

Endotermik Tepkimeler

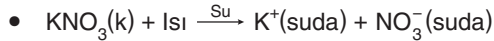
- ✓ Dışarıdan ısı alarak gerçekleşen olaylardır. Endotermik olaylarda ısı, girenler (reaktifler) bölümüne yazılır.



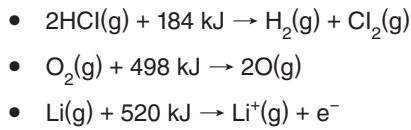
- ✓ Erime, buharlaşma ve süblimleşme olayları endotermiktir.



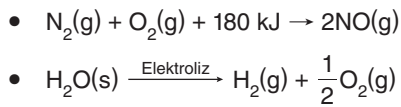
- ✓ Katıların suda çözünmesi genelde endotermiktir.



- ✓ Analiz tepkimelerinin birçoğu, bağ kırılması ve iyonlaşma enerjisi endotermiktir.



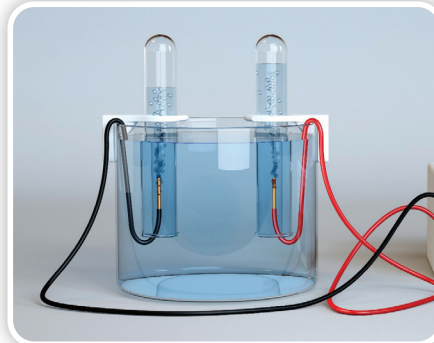
- ✓ Elektroliz tepkimeleri ve azotun yanması endotermiktir.



Suyun kaynaması endotermiktir.



Buzulların Erimesi



Suyun Elektrolizi



N_2 Gazının Yanması

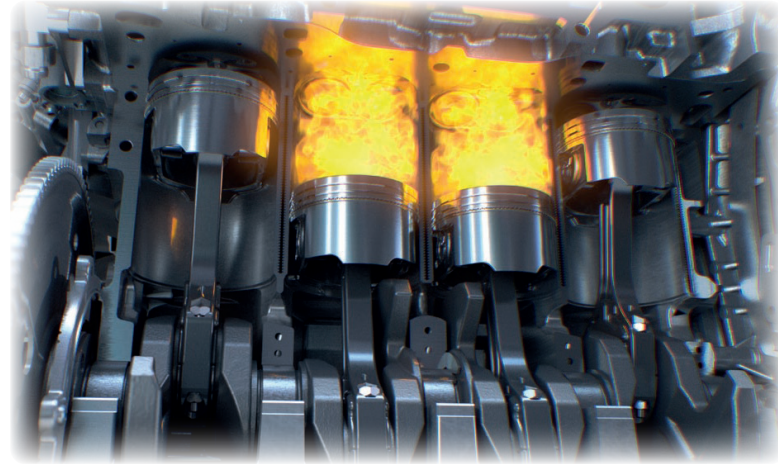
- ✓ Endotermik tepkimeler yalıtılmış ortamda gerçekleşirse kabın sıcaklığı azalır.
- ✓ Endotermik tepkimelerde ürünlerin enerjileri toplamı, girenlerin enerjileri toplamından büyüktür.

DİFnot

- ✓ Enerji: İş yapabilme kapasitesidir.
- ✓ Isı: Madde ile ortam arasında sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerjidir.
- ✓ Sıcaklık: Moleküllerin ortalama kinetik enerjilerinin ölçümünün sonucudur. Enerji değildir.

Ekzotermik Tepkimeler

- ✓ Gerçekleşirken ortama ısı veren tepkimelerdir. Ekzotermik tepkimelerde ısı, ürünler bölümüne yazılır.
 - $C(k) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 394 \text{ kJ}$
- ✓ Donma, yoğuşma ve kırılgılaşma olayları ekzotermiktir.
 - $C_2H_5OH(s) \rightarrow C_2H_5OH(k) + \text{Isı}$
 - $H_2O(g) \rightarrow H_2O(s) + \text{Isı}$
 - $I_2(g) \rightarrow I_2(k) + \text{Isı}$
- ✓ Bazı katıların ve bütün gazların suda çözünmesi ekzotermiktir.
 - $O_2(g) \rightarrow O_2(\text{suda}) + \text{Isı}$
- ✓ Sentez tepkimelerinin birçoğu, bağ oluşumu ve elektron ilgisi (genellikle) ekzotermiktir.
 - $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g) + 184 \text{ kJ}$
 - $2H(g) \rightarrow H_2(g) + 436 \text{ kJ}$
 - $Cl(g) + e^- \rightarrow Cl^-(g) + 349 \text{ kJ}$
- ✓ Yanma tepkimeleri (azotun yanması hariç) ekzotermiktir.
 - $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(s) + 890 \text{ kJ}$
- ✓ Asit-baz tepkimeleri ekzotermiktir.
 - $HCl(\text{suda}) + NaOH(\text{suda}) \rightarrow NaCl(\text{suda}) + H_2O(s) + 56 \text{ kJ}$
- ✓ Pil tepkimeleri ekzotermiktir.
 - $Zn(k) + Cu^{2+}(\text{suda}) \rightarrow Zn^{2+}(\text{suda}) + Cu(k) + \text{Enerji}$



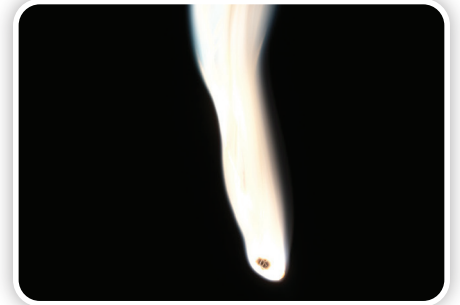
Araç Motorlarında Benzinin Yanması



Odunun Yanması



Kırılgılaşma



Magnezyumun Yanması

- ✓ Ekzotermik tepkimeler yalıtılmış ortamda gerçekleşirse kabın sıcaklığı artar.
- ✓ Ekzotermik tepkimelerde girenlerin enerjileri toplamı, ürünlerin enerjileri toplamından büyüktür.
- ✓ Ekzotermik tepkimeler başladıktan sonra genellikle kendiliğinden devam eder.



ÖRNEK-1

Aşağıdaki tepkimelerden hangisi ısı alan (endotermik) bir tepkimedir?

- A) $2\text{Br(g)} \rightarrow \text{Br}_2(\text{g})$
 B) $\text{O(g)} + \text{e}^- \rightarrow \text{O}^-(\text{g})$
 C) $\text{Na(g)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{g}) + \text{e}^-$
 D) $\text{HNO}_3(\text{suda}) + \text{KOH}(\text{suda}) \rightarrow \text{KNO}_3(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O(s)}$
 E) $\text{S(k)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g})$



ÖRNEK-2

Aşağıdaki tabloda bazı tepkimeler endotermik ya da ekzotermik olarak sınıflandırılmıştır.

	Tepkime	Endotermik	Ekzotermik
I.	$\text{I}_2(\text{k}) \rightarrow \text{I}_2(\text{g})$		✓
II.	$\text{NaCl}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}(\text{k}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g})$	✓	
III.	$\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{suda})$		✓

Buna göre tepkimelerden hangilerinin sınıflandırılması doğru yapılmıştır?

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

ENTALPİ

- ✓ Bütün maddelerin yapılarında, depoladıkları bir enerji vardır.
- ✓ Taneciklerin titreşim, öteleme, dönme vb. hareketleri nedeniyle oluşan kinetik enerjileri ve birbirleriyle etkileşiminden oluşan potansiyel enerjileri, maddenin toplam enerjisini oluşturur.
- ✓ Maddenin sahip olduğu toplam enerji, **potansiyel enerji**, **ısı kapsamı** veya **entalpi** olarak tanımlanır.
- ✓ Entalpi H harfi ile gösterilir.
- ✓ Sabit basınç altında gerçekleşen tepkimelerde meydana gelen ısı değişimine **entalpi değişimi** denir, entalpi değişimi ΔH ile gösterilir.



ÖRNEK-3

- I. Suyun donması
 II. Alüminyumun 2. iyonlaşma enerjisi
 III. Metan gazının yanması

Yukarıdaki olaylardan hangileri ekzotermik olay türüne örnek verilebilir?

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



ÖRNEK-4

- I. Azot gazının yanması
 II. Demirin erimesi
 III. Demirin paslanması

Yukarıdaki olaylardan hangilerinin başladıkdan sonra kendiliğinden devam etmesi beklenir?

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

- ✓ H doğrudan ölçülemez, ΔH ölçülebilir.
- ✓ Entalpi kJ veya kJ/mol birimiyle ifade edilir.
- ✓ Entalpi değişimi;
 - maddenin türüne,
 - maddenin fiziksel hâline,
 - tepkime ortamının sıcaklık ve basıncına,
 - madde miktarına
 bağlıdır.
- ✓ Entalpi değişimi;
 - izlenen yola,
 - katalizöre
 bağlı değildir.
- ✓ Bir tepkimenin entalpi değişimi,

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

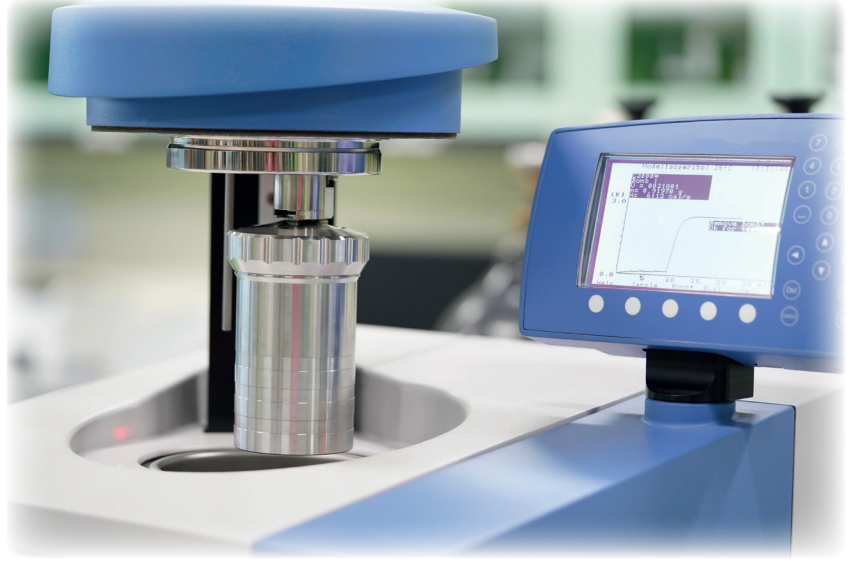
hesaplanır.

ΔH : Entalpi değişimi

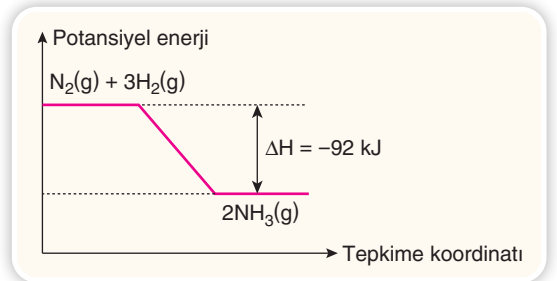
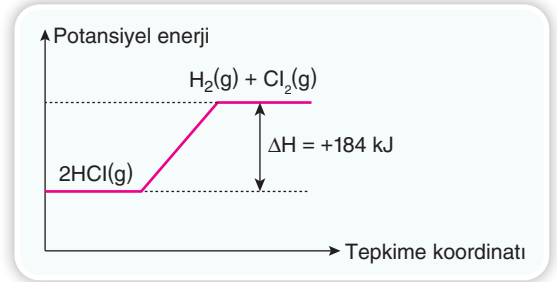
$\sum H_{\text{ürünler}}$: Ürünlerin entalpileri toplamı

$\sum H_{\text{girenler}}$: Girenlerin (reaktiflerin) entalpileri toplamı

- ✓ $H_{\text{ürünler}} > H_{\text{girenler}} \Rightarrow \Delta H > 0$ olur. (Endotermik)
- ✓ $H_{\text{ürünler}} < H_{\text{girenler}} \Rightarrow \Delta H < 0$ olur. (Ekzotermik)
- ✓ Endotermik bir tepkime,
 - $2\text{HCl(g)} + 184 \text{ kJ} \rightarrow \text{H}_2\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$ olarak ya da
 - $2\text{HCl(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \quad \Delta H = +184 \text{ kJ}$
 şeklinde gösterilebilir.
 - Olaya ait potansiyel enerji-tepkime koordinatı (tepkime yönü) grafiği yandaki gibi çizilebilir.
 - Endotermik tepkimelerde toplam entalpi zamanla artar.
 - Dışarıdan ısı alınır.
 - Enerji bakımından reaktifler daha karardır.
- ✓ Ekzotermik bir tepkime,
 - $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NH}_3\text{(g)} + 92 \text{ kJ}$ olarak ya da
 - $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NH}_3\text{(g)} \quad \Delta H = -92 \text{ kJ}$
 şeklinde gösterilebilir.
 - Olaya ait potansiyel enerji-tepkime koordinatı (tepkime yönü) grafiği yandaki gibi çizilebilir.
 - Ekzotermik tepkimelerde toplam entalpi zamanla azalır.
 - Dışarıya ısı verilir.
 - Enerji bakımından ürünler daha karardır.



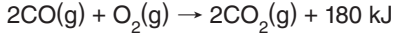
Isı değişimleri kalorimetre kaplarıyla ölçülebilir.





ÖRNEK-5

Standart şartlarda gerçekleşen,



tepkimesi ile ilgili,

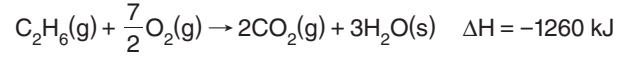
- I. Ekzotermiktir.
- II. Ürünlerin potansiyel enerjileri toplamı, girenlerin potansiyel enerjileri toplamından daha büyüktür.
- III. Tepkime entalpisi $\Delta H = 180 \text{ kJ}$ olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



ÖRNEK-6



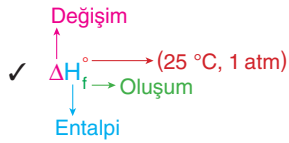
tepkimesine göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

(H: 1 g/mol, C: 12 g/mol)

- A) Ekzotermik tepkimedir.
- B) 30 gram C_2H_6 gazının tamamen yakılması sonucu 1260 kilojoule ısı açığa çıkar.
- C) Tepkime başlatıldıktan sonra kendiliğinden devam eder.
- D) Gerçekleştiği ortamın sıcaklığı azalır.
- E) Girenlerin potansiyel enerjileri toplamı, ürünlerin potansiyel enerjileri toplamından daha büyüktür.

OLUŞUM ENTALPİSİ

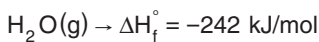
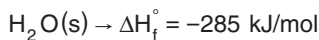
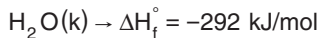
- ✓ Bir bileşiğin temel hâldeki elementlerinden oluşması sırasındaki entalpi değişimine **oluşum entalpisi** denir.
- ✓ Standart koşullarda (25 °C ve 1 atm) 1 mol bileşiğin temel hâldeki elementlerinden oluşumu sırasında meydana gelen entalpi değişimine **standart molar oluşum entalpisi** denir. ΔH_f° ile gösterilir.



- ΔH_f° genellikle ΔH olarak da gösterilebilir.
- ✓ Temel hâldeki (elementlerin doğada bulunan en kararlı hâlleri ve en kararlı allotropları) elementlerin standart oluşum entalpileri sıfır kabul edilmiştir.

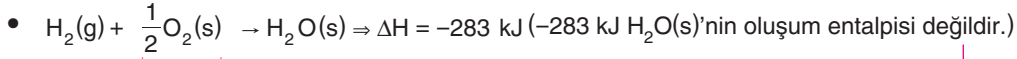
$\text{Fe}(\text{k}) \rightarrow \Delta H_f^\circ = 0$	$\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \Delta H_f^\circ = 0$	$\text{Hg}(\text{s}) \rightarrow \Delta H_f^\circ = 0$
$\text{Fe}(\text{s}) \rightarrow \Delta H_f^\circ \neq 0$	$\text{F}_2(\text{s}) \rightarrow \Delta H_f^\circ \neq 0$	$\text{Hg}(\text{k}) \rightarrow \Delta H_f^\circ \neq 0$
$\text{C}(\text{grafit}) \rightarrow \Delta H_f^\circ = 0$	$\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \Delta H_f^\circ = 0$	$\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \Delta H_f^\circ = 0$
$\text{C}(\text{elmas}) \rightarrow \Delta H_f^\circ \neq 0$	$\text{O}_3(\text{g}) \rightarrow \Delta H_f^\circ \neq 0$	$\text{Cl}_2(\text{s}) \rightarrow \Delta H_f^\circ \neq 0$
	$\text{O}_2(\text{s}) \rightarrow \Delta H_f^\circ \neq 0$	$\text{I}_2(\text{k}) \rightarrow \Delta H_f^\circ = 0$

- ✓ Bileşiklerin oluşum ısıları sıfırdan farklıdır.

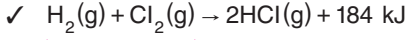


- $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \Rightarrow \Delta H = -285 \text{ kJ}$ olarak yazılır.

Temel hâldeki element olmalıdır.

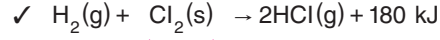


Temel hâdeki element değil.



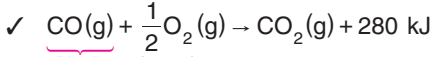
Temel hâdeki elementler

- Tepkime entalpisi (ΔH) = -184 kJ'dür.
- HCl(g) nin molar oluşum entalpisi (ΔH_f°) = -92 kJ/mol'dür.



Temel hâlde değil.

- Tepkime entalpisi (ΔH) = -180 kJ'dür.
- HCl(g) nin molar oluşum entalpisi (ΔH_f°) ≠ -90 kJ'dür.



Bileşik Temel hâdeki element

- Tepkime entalpisi (ΔH) = -280 kJ'dür.
- CO₂(g) nin molar oluşum entalpisi (ΔH_f°) = -280 kJ'dür.

✓ Bazı bileşiklerin standart oluşum entalpileri

Bileşik Formülü	ΔH_f° (kJ/mol)	Bileşik Formülü	ΔH_f° (kJ/mol)
HF(g)	-271	SO ₂ (g)	-296
HCl(g)	-92	SO ₃ (g)	-396
HBr(g)	-36	CO(g)	-110
HI(g)	+26	CO ₂ (g)	-394
CH ₄ (g)	-75	NO(g)	+90
C ₂ H ₄ (g)	+52	NO ₂ (g)	+33
C ₂ H ₆ (g)	-84	N ₂ O(g)	+82



ÖRNEK-7

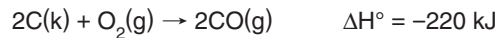
Aşağıdakilerden hangisinin standart oluşum entalpisi sıfır kabul edilir?

- A) CO₂(g) B) Mg(s) C) NO(g)
D) Cl₂(g) E) C(k, elmas)



ÖRNEK-8

Standart şartlarda gerçekleşen tepkime ve tepkimenin entalpisi aşağıda verilmiştir.



Buna göre,

- 12 gram C'nin yakılması sonucu 110 kilojoule ısı açığa çıkar.
- CO'nun molar oluşum entalpisi -220 kJ/mol olur.
- Tepkime ekzotermiktir.

yargılarından hangileri doğrudur? (C: 12 g/mol)

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

- ✓ Bir tepkimenin entalpi değişimi; ürünlerin oluşum entalpileri toplamından, girenlerin (reaktiflerin) oluşum entalpileri toplamı çıkarılarak bulunur.

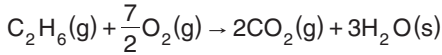
$$\Delta H = \sum \Delta H_f^\circ(\text{ürünler}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{girenler})$$

**ÖRNEK-9**

Aşağıda bazı bileşiklerin oluşum entalpileri verilmiştir.

Bileşik	Oluşum Entalpisi (kJ/mol)
$C_2H_6(g)$	-85
$CO_2(g)$	-394
$H_2O(s)$	-285

Buna göre aynı şartlarda gerçekleşen,



tepkimesinin entalpi değişimi kaç kilojoule olur?

- A) -1667 B) -1558 C) -594
D) 594 E) 1558

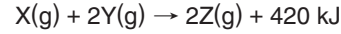
**ÖRNEK-10**

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

(2017-LYS)

**ÖRNEK-11**

Standart şartlarda gerçekleşen yukarıdaki tepkimede X(g) ve Y(g) nin standart oluşum entalpileri sırasıyla -180 kJ/mol ve -250 kJ/mol'dür.

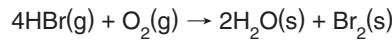
Buna göre Z gazının standart oluşum entalpisi kaç kJ/mol olur?

- A) -550 B) -470 C) -230 D) -190 E) -170

**ÖRNEK-12**

HBr(g) için standart oluşum entalpisi -36 kJ/mol ve $H_2O(s)$ için standart oluşum entalpisi -286 kJ/mol'dür.

Buna göre,



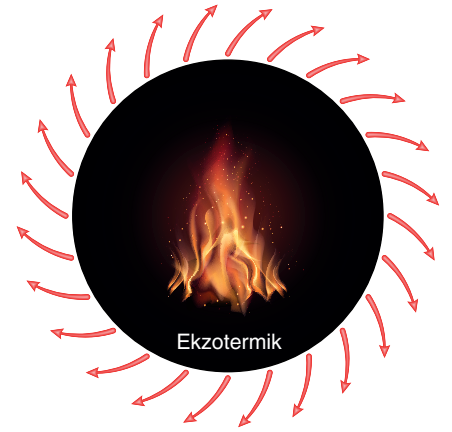
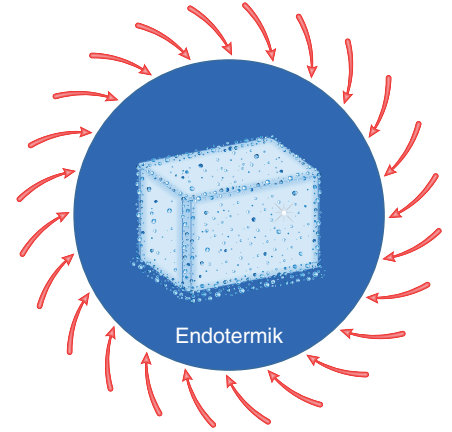
tepkimesinin standart entalpi değişimi kaç kJ'dir?

- A) -428 B) -250 C) 250 D) 428 E) 716

(2023-AYT)

Tepkime Entalpilerinin Sınıflandırılması

- ✓ Bir mol asit ya da bazın nötralleşmesi sırasında açığa çıkan ısıya **molar nötralleşme entalpisi** denir.
 - $\text{HCl}(\text{suda}) + \text{NaOH}(\text{suda}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \quad \Delta H = -57 \text{ kJ/mol}$
 - HCl'nin molar nötralleşme entalpisi -57 kJ/mol'dür.
 - NaOH'nin molar nötralleşme entalpisi -57 kJ/mol'dür.
- ✓ Bir mol maddenin yanması sırasında açığa çıkan ısıya (N₂ nin yanması hariç) **molar yanma entalpisi** denir.
 - $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \quad \Delta H = -890 \text{ kJ}$
 - CH₄ gazının molar yanma entalpisi -890 kJ/mol'dür.
- ✓ Erime sıcaklığındaki 1 mol saf katının tamamen sıvılaşması sırasında alması gereken ısıya **molar erime entalpisi** denir.
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{k}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \quad \Delta H = +6 \text{ kJ}$
 - H₂O katısının molar erime entalpisi +6 kJ/mol'dür.
- ✓ Kaynama sıcaklığındaki 1 mol saf sıvının tamamen buharlaşması sırasında alması gereken ısı miktarına **molar buharlaşma entalpisi** denir.
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = +43,7 \text{ kJ}$
 - H₂O sıvısının molar buharlaşma entalpisi +43,7 kJ/mol'dür.
- ✓ 1 mol maddenin suda tamamen çözünmesi sırasında meydana gelen ısı değişimine **molar çözünme entalpisi** denir. (Endotermik ya da ekzotermik olabilir.)
 - $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{k}) + 26,6 \text{ kJ} \xrightarrow{\text{Su}} \text{NH}_4^+(\text{suda}) + \text{NO}_3^-(\text{suda}) \quad \Delta H = +26,6 \text{ kJ/mol}$
 - $\text{MgSO}_4(\text{k}) \xrightarrow{\text{Su}} \text{Mg}^{2+}(\text{suda}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{suda}) + 91,3 \text{ kJ} \quad \Delta H = -91,3 \text{ kJ/mol}$
- ✓ Molar donma entalpisi ve molar yoğunlaşma entalpisi de ekzotermiktir.



ÖRNEK-13

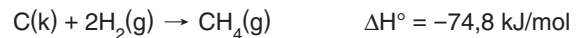
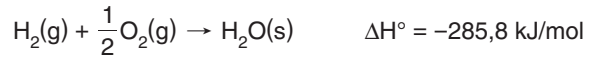
	Olay	Enerji Değişiminin Türü
I.	$\text{KNO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{K}^+(\text{suda}) + \text{NO}_3^-(\text{suda})$	Çözünme entalpisi
II.	$\frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{I}_2(\text{k}) \rightarrow \text{HI}(\text{g})$	Oluşum entalpisi
III.	$\text{H}^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s})$	Nötralleşme entalpisi

Yukarıda verilen olayların hangilerinde enerji değişiminin türü doğru verilmiştir?

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

ÖRNEK-14

Aşağıda bazı tepkimeler ve bu tepkimeler için standart entalpi değişimleri verilmiştir.



Buna göre,



tepkimesinin standart entalpi değişimi kaç kJ/mol'dür?

- A) -998,0 B) -890,3 C) -604,5
D) +604,5 E) +890,3

(2022-AYT)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1. Aşağıdaki tepkimelerin hangisinde tepkimenin entalpi değişimi $\Delta H < 0$ 'dır?

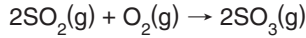
- A) $\text{KClO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{KCl}(\text{k}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g})$
 B) $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$
 C) $\text{CO}_2(\text{k}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
 D) $\text{KOH}(\text{suda}) + \text{HCl}(\text{suda}) \rightarrow \text{KCl}(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s})$
 E) $\text{Mg}(\text{g}) \rightarrow \text{Mg}^+(\text{g}) + \text{e}^-$

2. I. Mg(k)
 II. N₂(g)
 III. Na(s)
 IV. CO(g)

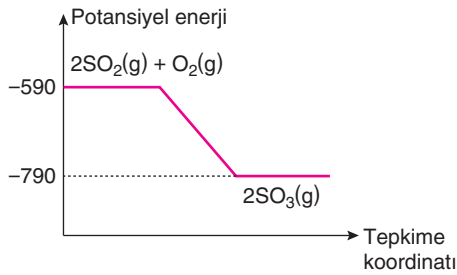
Yukarıdaki maddelerden hangilerinin standart oluşum entalpisi sıfır kabul edilir?

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

3. Standart şartlarda gerçekleşen,



tepkimesine ait potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiği aşağıda verilmiştir.



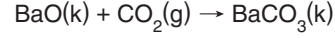
Buna göre,

- I. Tepkimenin entalpi değişimi -200 kJ/mol'dür.
 II. SO₃ gazının molar oluşum entalpisi -100 kJ/mol'dür.
 III. Tepkime endotermiktir.

Yargılarından hangileri doğrudur?

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

4. Standart şartlarda gerçekleşen,

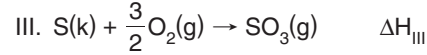
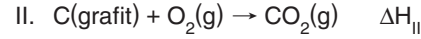
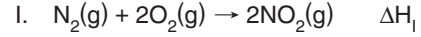


tepkimesinin entalpi değişimi kaç kJ/mol olur?

$$\begin{pmatrix} \Delta H_f^\circ(\text{BaO}(\text{k})) = -558 \text{ kJ/mol} \\ \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393 \text{ kJ/mol} \\ \Delta H_f^\circ(\text{BaCO}_3(\text{k})) = -1218 \text{ kJ/mol} \end{pmatrix}$$

- A) -267 B) -158 C) -94
 D) +158 E) +267

5. Standart şartlarda gerçekleşen bazı tepkimelerin entalpi değişimleri aşağıda verilmiştir.



Yukarıdaki tepkimelerden hangilerinin entalpi değişimi, ürünün standart molar oluşum entalpi değişimine eşittir?

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

6. Standart şartlarda 1 gram C₂H₆ (etan) gazının kararlı elementlerinden oluşumu sırasında 2,8 kJ enerji ısı açığa çıkıyor.

Buna göre etan gazının standart molar oluşum entalpisi kaç kJ/mol olur? (H: 1 g/mol, C: 12 g/mol)

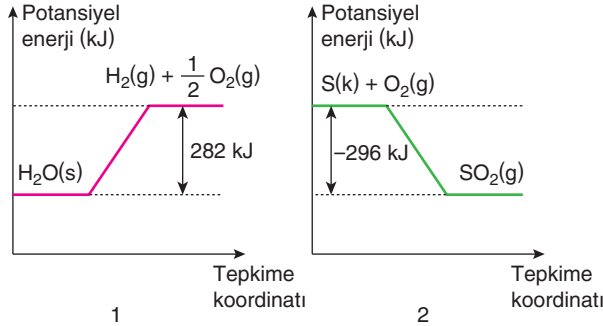
- A) -84 B) -28 C) -14 D) 28 E) 84

	İfade	D	Y
I.	Yanma tepkimeleri genellikle endotermiktir.	D	
II.	Gazların sudaki çözünürlüğü ekzotermiktir.		Y
III.	Erime olayı, ısı alan olaydır.	D	

Tepkime türlerinin enerjileri ile ilgili yukarıda yapılan değerlendirmelerden hangileri hatalıdır?

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

8. Aşağıda standart şartlarda gerçekleşen bazı tepkimelerin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafikleri verilmiştir.

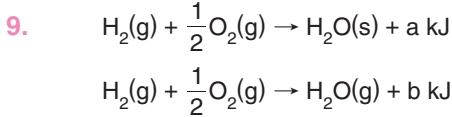


Bu grafiklere göre,

- I. 1. tepkime ekzotermiktir.
II. 2. tepkimenin entalpi değişimi $\Delta H = -296$ kilojoule olur.
III. Her iki tepkime de başlatıldıktan sonra kendiliğinden devam eder.

Yargılarından hangileri doğrudur?

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



Yukarıdaki tepkimelere göre,

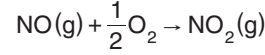
- I. Her iki tepkime de ekzotermiktir.
II. $a = b$ 'dir.
III. H_2O gazının molar oluşum entalpisi $-b$ kJ/mol olur.

Yargılarından hangileri doğrudur?

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

10. $NO(g)$ ve $NO_2(g)$ maddelerinin standart oluşum entalpileri sırasıyla 90 kJ/mol ve 33 kJ/mol'dür.

Buna göre,



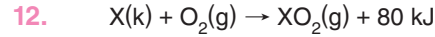
denkleminde göre 15 gram NO gazının NO_2 gazı oluşturmak üzere tam yanması sonucu kaç kilojoule ısı açığa çıkar? (N: 14 g/mol, O: 16 g/mol)

- A) 7,5 B) 14,25 C) 28,5 D) 57 E) 114

11. 4,8 gram C katısının tamamen yakılması ile 156 kilojoule ısı açığa çıkmaktadır.

Buna göre C katısının molar yanma entalpisi kaç kJ/mol olur? (C: 12 g/mol)


- A) -390 B) -62,4 C) -140
D) 140 E) 390



tepkimesine göre 16 gram X katısının tamamen yakılması sonucu 32 kilojoule ısı açığa çıkmaktadır.

Buna göre X elementinin atom kütlesi kaç g/mol olur?

- A) 20 B) 22 C) 40 D) 52 E) 56

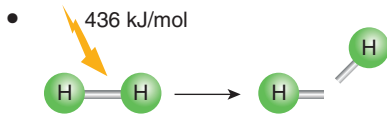


892092

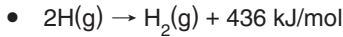
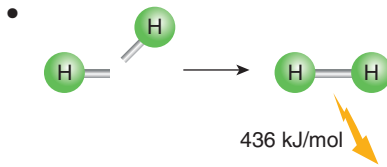
ÖĞRENCİ NO	YANITLAR
0 0 0 0 0 0 0 0	1 A B C D E 11 A B C D E
1 1 1 1 1 1 1 1	2 A B C D E 12 A B C D E
2 2 2 2 2 2 2 2	3 A B C D E 13 A B C D E
3 3 3 3 3 3 3 3	4 A B C D E 14 A B C D E
4 4 4 4 4 4 4 4	5 A B C D E 15 A B C D E
5 5 5 5 5 5 5 5	6 A B C D E 16 A B C D E
6 6 6 6 6 6 6 6	7 A B C D E 17 A B C D E
7 7 7 7 7 7 7 7	8 A B C D E 18 A B C D E
8 8 8 8 8 8 8 8	9 A B C D E 19 A B C D E
9 9 9 9 9 9 9 9	10 A B C D E 20 A B C D E

BAĞ ENERJİLERİ VE TEPKİME ENTALPİSİ

- ✓ Atomlar arasındaki kovalent bağı kırmak için gerekli olan enerjidir. Bağ enerjisi ΔH_B° ile gösterilir, birimi kJ/mol'dür.
- ✓ Bağ enerjilerinin ölçülebilmesi için tepkimeye girenlerin ve ürünlerin gaz fazında olması gerekir.
- ✓ Atomlar arasındaki bağların kırılması için enerji gerekir. (Bağ kırılması endotermiktir.)



- ✓ Atomlar arasında bağ oluşurken dışarıya enerji verilir. (Bağ oluşumu ekzotermiktir.)



- ✓ Bir bağın koparılması için gereken enerji ne kadar büyükse bağ o kadar sağlamdır.
- ✓ Bağ uzunluğu ne kadar kısa ise bağ o kadar sağlamdır.
- ✓ Bağ enerjisi ve bağ uzunluğu; atomun büyüklüğü, elektronegatifliği ve molekülün yapısına bağlıdır.

- ✓ $H - \begin{array}{c} H \\ | \\ C \\ | \\ H \end{array} - \begin{array}{c} H \\ | \\ C \\ | \\ H \end{array} - H$, $H - \begin{array}{c} H \\ | \\ C \\ | \\ H \end{array} = \begin{array}{c} H \\ | \\ C \\ | \\ H \end{array}$ ve $H - C \equiv C - H$ gibi moleküllerdeki C - H bağ enerjileri aynı değildir. C - H bağ enerjisi bulunurken mümkün olduğunca çok sayıda bileşikten elde edilen değerlerin ortalaması alınır.

Bazı Bağ Enerjileri (ΔH_B°)

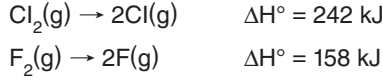
Bağlar	Bağ Enerjileri (kJ/mol)	Bağlar	Bağ Enerjisi (kJ/mol)
H - F	436	F - F	158
H - Cl	431	Cl - Cl	242
H - Br	366	Br - Br	193
H - I	298	I - I	151
O = O	498	C - C	343
N \equiv N	946	C = C	615
C - H	416	C \equiv C	812

- ✓ Bir moleküldeki bağlar ne kadar sağlam ise molekül o kadar kararlıdır.
- ✓ Bağ uzunluğu, kovalent bağ yapan iki atomun çekirdekleri arasındaki uzaklıktır.
 - Bağlayıcı elektron sayısı arttıkça bağ uzunluğu kısalır, bağ kuvveti artar.
 - İki atom arasındaki bağ sayısı arttıkça bağlar daha kısa ve daha sağlam olur.
- ✓ Bir tepkimenin entalpi değişimi,

$$\Delta H = \sum n\Delta H_B^\circ(\text{kırılan bağlar}) - \sum n\Delta H_B^\circ(\text{oluşan bağlar})$$

formülü ile hesaplanır.

ÖRNEK-15



Bu tepkimelere göre,

- I. F – F bağının enerjisi 158 kJ/mol olur.
- II. Cl – Cl bağı, F – F bağından daha güçlüdür.
- III. Cl₂ molekülünde atomlar arasındaki bağ kırılırken 242 kilojoule enerji açığa çıkar.

yargılarından hangileri doğrudur?

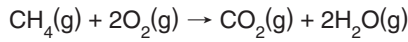
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

ÖRNEK-16

Aşağıdaki tabloda bazı bağ enerjileri verilmiştir.

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

Buna göre,



tepkimesine göre 1,6 gram CH₄ gazının yakılmasıyla meydana gelen entalpi değişimi kaç kilojoule olur?

(CH₄: 16 g/mol)

- A) +57,6 B) +28,8 C) –25,2
D) –28,6 E) –67,6

ÖRNEK-17

Aşağıda bazı bağların ortalama enerjileri verilmiştir.

Bağlar	Ortalama Bağ Enerjisi (kJ/mol)
H – H	436
F – F	158
H – F	568

Buna göre gaz fazında gerçekleşen,



tepkimesinin entalpisi kaç kilojoule olur?

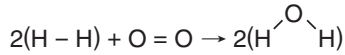
- A) –542 B) –418 C) –210 D) 26 E) 542

ÖRNEK-18

Aşağıdaki tabloda bazı atomlar arasındaki bağ enerjileri verilmiştir.

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

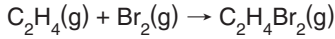
Buna göre gaz fazında gerçekleşen,



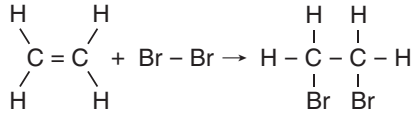
tepkimesinin entalpi değişimi (ΔH) –534 kilojoule olduğuna göre O – H bağının enerjisi (a) kaç kJ/mol olur?

- A) 490 B) 476 C) 412
D) 342 E) 268

ÖRNEK-19



tepkimesine ait bağlanma yapıları,



olarak verilmiştir.

Buna göre tepkimeye ait entalpi değişimini hesaplayabilmek için aşağıdaki bağlardan hangisinin bağ enerjisinin bilinmesine ihtiyac yoktur?

- A) C - H B) C = C C) Br - Br
D) C - Br E) C - C

ÖRNEK-20

Bağlarla ilgili,

- I. Bağ uzunluğu, kovalent bağ yapan iki atomun çekirdekleri arasındaki uzaklıktır.
- II. Kimyasal bağın oluşması endotermiktir.
- III. Aynı iki atom arasında oluşan ikili bağ, üçlü bağdan daha kısadır.

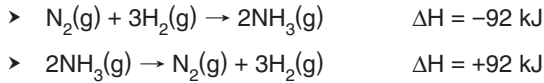
yargılarından hangileri doğrudur?

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

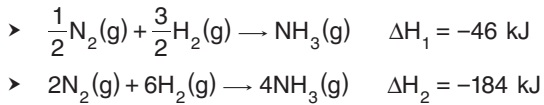
TEPKİME ISILARININ TOPLANABİLİRLİĞİ (HESS YASASI)

- ✓ Bir tepkimenin entalpi değişimi, entalpileri bilinen başka tepkimeler kullanılarak bulunabilir.
- ✓ Hess yasaları aşağıda verilmiştir.

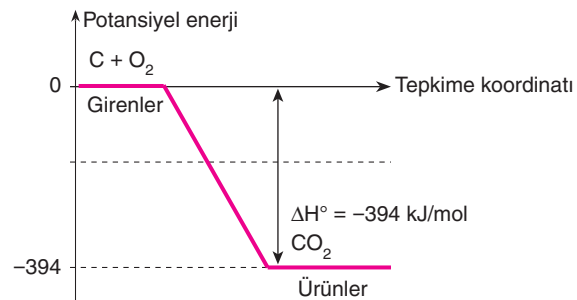
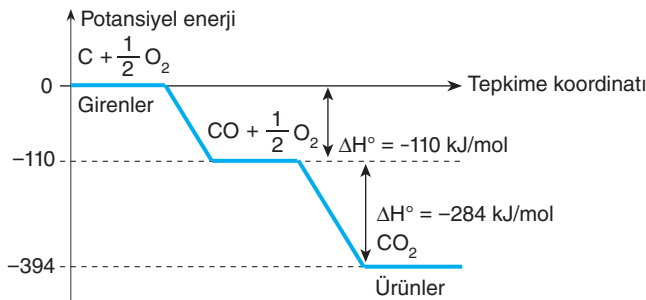
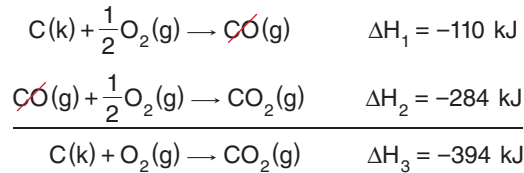
- Bir tepkime ters çevrilirse tepkime entalpisi işaret değiştirir.



- Bir tepkime bir katsayı ile çarpılırsa entalpi değeri de aynı katsayı ile çarpılır.



- Farklı tepkimeler toplanırsa entalpi değerleri de toplanır.

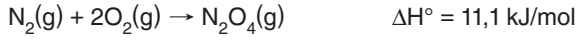
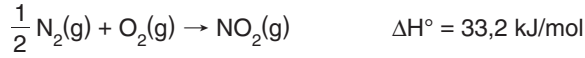


- ✓ Kimyasal tepkimelerdeki toplam entalpi değişimi, ara basamakların entalpi değişimlerinin toplamına eşittir. O hâlde tepkimenin entalpi değişimi, izlediği yoldan bağımsızdır.

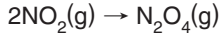


ÖRNEK-21

NO_2 ve N_2O_4 gazlarının standart oluşum entalpileri sırasıyla aşağıda verilmiştir.



Buna göre



tepkimesi için standart entalpi değişimi kaç kJ'dir?

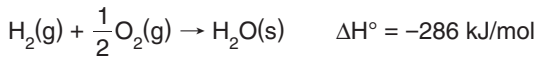
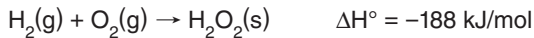
- A) -55,3 B) -22,1 C) 11,0
D) 22,1 E) 44,2

(2021-AYT)



ÖRNEK-22

Bazı tepkimelerin belirli sıcaklık ve basınçtaki standart entalpi değişim değerleri aşağıda verilmiştir.



Buna göre çalışılan sıcaklık ve basınçta 0,5 mol $\text{H}_2\text{O}_2(\text{s})$ 'den $\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 'nin oluşmasına ilişkin tepkimenin entalpi değişim değeri kaç kJ'dir?

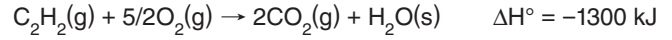
- A) -143 B) -98 C) -49 D) +49 E) +98

(2024-AYT)

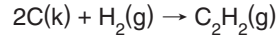


ÖRNEK-23

$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$, $\text{C}(\text{k})$ ve $\text{H}_2(\text{g})$ 'nin birer mollerinin yanma tepkimelerindeki standart entalpi değişimleri aşağıda verilmiştir.



Buna göre,



tepkimesinin standart entalpi değişimi kaç kilojouledür?

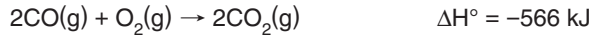
- A) -1980 B) -1122 C) 226
D) 334 E) 620

(2020-AYT)

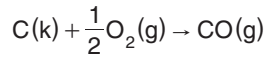


ÖRNEK-24

Aşağıda bazı tepkimelerin entalpi değişimleri verilmiştir.



Buna göre,



tepkimesinin standart entalpi değişimi kaç kilojoule olur?

- A) -172 B) -142 C) -111
D) 111 E) 172

1. Bağ enerjileri ile ilgili,

- Bağ enerjisinin ölçülebilmesi için tepkimeye girenlerin ve ürünlerin gaz hâlinde olması gerekir.
- C – H bağının enerjisi, CH₄ ve C₂H₆ moleküllerinde aynıdır.
- Bağ enerjisi atomlar arasındaki kovalent bağı kırmak için gerekli olan enerjidir.

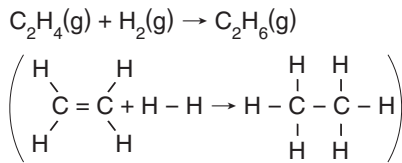
yargılarından hangileri doğrudur?

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

2. Aşağıda bazı atomlar arasındaki bağ enerjileri verilmiştir.

Bağ Türü	Bağ Enerjisi (kJ/mol)
C – H	416
H – H	436
C – C	343
C = C	615

Buna göre,



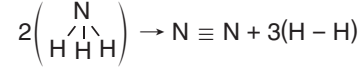
tepkimesinin entalpi değişimi (ΔH) kaç kilojoule olur?

- A) +739 B) +124 C) –124
D) –219 E) –739

3. Aşağıda bazı atomlar arasındaki bağ enerjileri kJ/mol cinsinden verilmiştir.

Bağ Türü	N – H	N ≡ N	H – H
Bağ Enerjileri	391	946	436

Buna göre gaz fazında gerçekleşen,



tepkimesi 0,5 mol NH₃ gazı kullanılarak gerçekleştirildiğinde tepkimenin entalpi değişimi (ΔH) kaç kilojoule olur?

- A) –92 B) –46 C) –23 D) 23 E) 92

4. İki atom arasındaki kimyasal bağı kırabilmek için gereken enerjiye “bağ enerjisi” denir.

Bağ enerjileri ile ilgili,

- N = N bağının enerjisi, N ≡ N bağının enerjisinden büyüktür.
- Bağ enerjisi ne kadar büyükse bağ o kadar sağlamdır.
- Bağ enerjileri, bağın farklı bileşiklerdeki ortalama değerleridir.

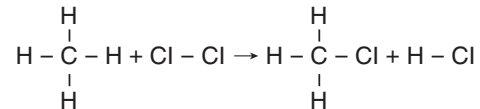
yargılarından hangileri doğrudur?

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

5. Bazı kimyasal bağların ortalama bağ enerjileri aşağıda verilmiştir.

Bağ	Ortalama Bağ Enerjisi (kJ/mol)
C – H	416
Cl – Cl	242
C – Cl	326
H – Cl	431

Buna göre gaz fazında gerçekleşen,



tepkimesinin entalpi değişimi kaç kilojoule olur?

- A) –426 B) –170 C) –99
D) 99 E) 170