

# *Termokimya*

Fiziksel ve kimyasal dönüşümlerdeki ısı alış-verişini inceler.

Termokimya Fiziksel ve kimyasal dönüşümlerdeki ısı alış-verişini inceler.

**Enerji iş yapabilme kapasitesi.**

**Kinetik enerji**

Bir cismin hareket halinde olması nedeniyle sahip olduğu enerji

$$e_k = \frac{1}{2} mv^2$$

**Potansiyel enerji**

Nesnelerinin durum, konum a göre kazanılan enerjidir (depolanmış enerji)

$$Kg * (meters/second)^2 = 1 \text{ joule}$$

Enerji bir formdan bir forma dönüşebilir.

**Sistem**

Evrenin ilgilenilen (incelenilen) kısmı

**Çevre**

Evrenin sistem dışındaki diğer tüm bölgesi

## **Sistem**

### **açık sistem**

Çevre ile arasında  
madde ve enerji  
alışverişi mümkün  
olan sistem

### **kapalı sistem**

Enerji alış-verişinin mümkün olduğu  
ancak madde alış-verişinin  
engellendiği sistem

### **izole sistem**

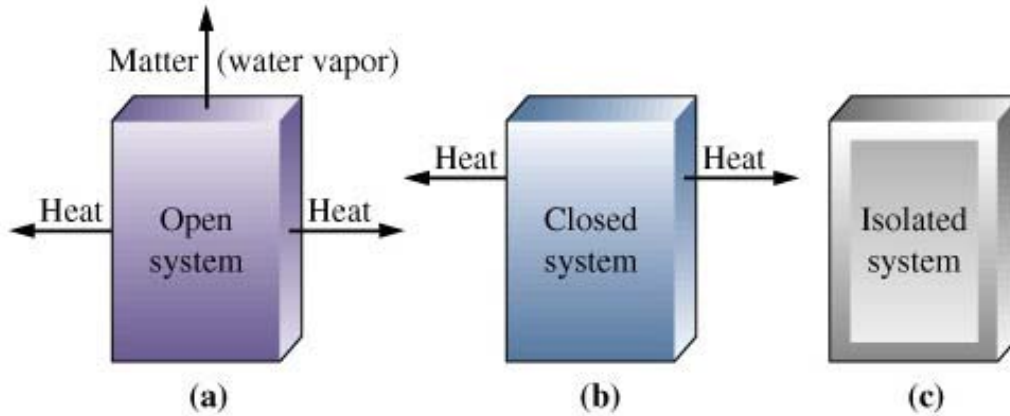
Madde ve enerji  
alış-verişinin  
engellendiği  
sistem



## sistem & çevre

Sisteme verilen enerji entering pozitif (+) işaret alır.

Sistemden ayrılan enerji negatif (-) işaret alır.



<i>Isı</i>	Sistemle çevre arasındaki sıcaklık farkından oluşan enerji akışıdır.
<i>1 kalori (cal).</i>	1 gram suyun sıcaklığını 1 °C değiştirmek için gerekli ısı miktarı <b>1 cal = 4.184 J.</b>
<i>Isı kapasitesi</i>	Bir sistemin sıcaklığını 1 °C değiştirmek için gerekli ısı miktarı
<i>Termal Enerji</i>	Moleküllerin gelişigüzel hareketlerinden doğan kinetik enerji bir maddenin sıcaklığı ile ifade edilebilir. Düşük sıcaklığa sahip nesnelerin molekülleri yavaş hareket eder.

Isı sıcak olandan soğuk olana doğru akar

*Isı kapasitesi*

Bir sistemin sıcaklığını 1 °C değiştirmek için gerekli ısı miktarı

*molar ısı kapasitesi*

1 mol maddenin ısı kapasitesidir.

*spesifik ısı kapasitesi*

1 gram maddenin ısı kapasitesidir.

spesifik ısı kapasitesi ( $m$ ) gram madde ( $q$ ) kadar ısı aldığı veya verdiği zaman sıcaklığındaki meydana gelen ( $\Delta T$ ) değişim olmasından yararlanılarak hesaplanır.

**Transfer olan ısı miktarı = spesifik ısı kapasitesi x gram madde x sıcaklık değişimi**

$$q = m C \Delta T$$

Soru: 45gram Si un sıcaklığını 6 °C yükseltmek için 192J enerji gerekmektedir. Si un spesifik ısı kapasitesini hesaplayınız.

$$q = m c \Delta T$$

### SOLUTION

$$\text{Specific heat of Si} = \frac{192 \text{ J}}{(45.0 \text{ g})(6.0^\circ\text{C})} = 0.71 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$$

**Soru:** 250g suyun sıcaklığını 22 °C den 98 °C ye çıkarmak için gerekli ısı miktarı nedir? Su için  $c = 4.18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ).

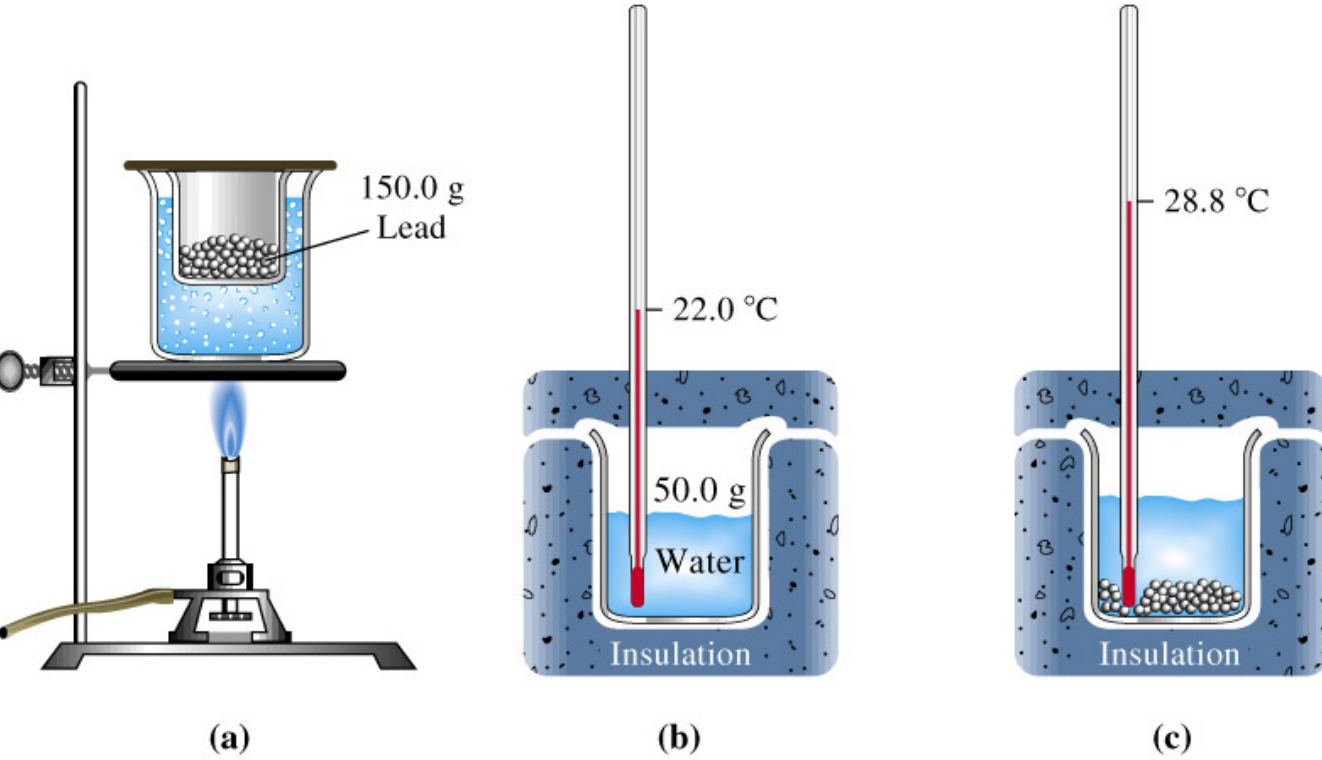
$$q = (4.18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}) \cdot (250\text{g}) \cdot (371 - 295 \text{ K})$$

$$q = 79420 \text{ J}$$

## spesifik ısı kapasitesi tayini

iki sistem birbiri ile temasta ise, sıcaklıkları aynı oluncaya kadar sıcak olandan soğuk

olana ısı transferi olur.  $Q_{\text{alınan}} = -Q_{\text{verilen}}$





150.0 g kurşun 100 °C ye kadar ısıtıldıktan sonra sıcaklığı 22.0 °C olan ve ısısal olarak izole edilmiş 50.0gsu içine aktarıldığında suyun sıcaklığı 28.8 °C ye yükselmektedir. Kurşun un spesifik ısı kapasitesini hesaplayınız.,

$$q_{\text{su}} = mc\Delta T = (50.0 \text{ g})(4.184 \text{ J/g } ^\circ\text{C})(28.8 - 22.0)^\circ\text{C}$$

$$q_{\text{kurşun}} = -1.4 \times 10^3 \text{ J} = mc\Delta T = (150.0 \text{ g})(c)(28.8 - 100.0)^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{kurşun}} = 0.13 \text{ Jg}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

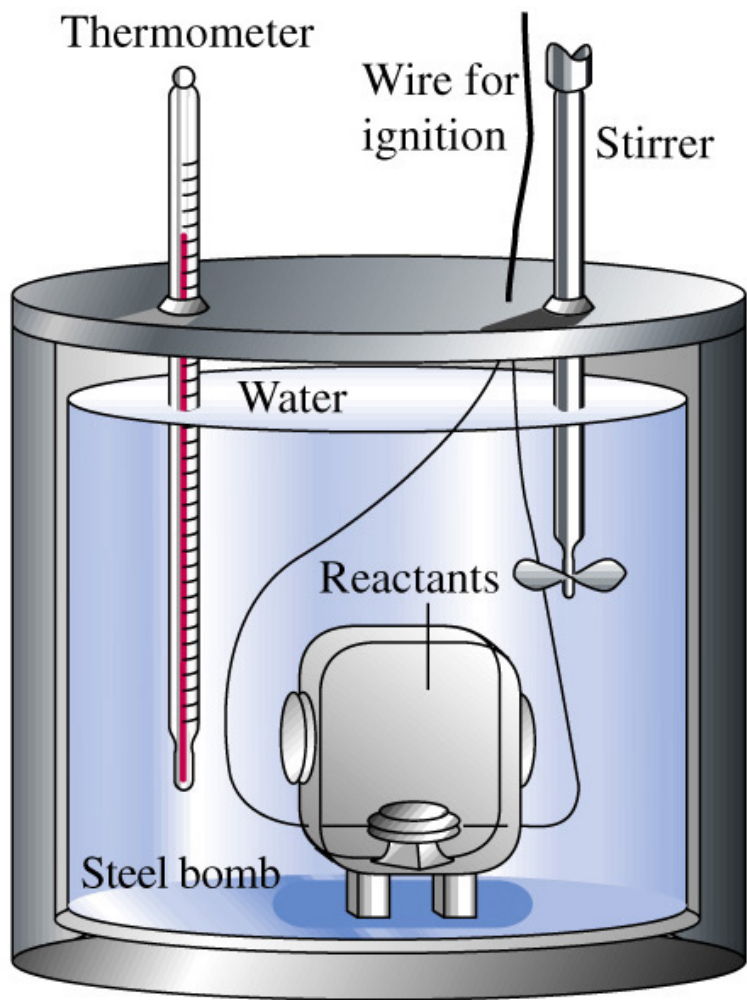
Isı transferi termometre içeren ve izole edilmiş bir kap olan kalorimetre ile ölçülebilir.

An apparatus that measures heat flow is called a *calorimeter*

*Kalorimetre bombası*

*Kahve Kabı kalorimetresi*

$$q_{\text{rxn}} = - q_{\text{cal}}$$



$$q_{\text{rxn}} = -q_{\text{cal}}$$

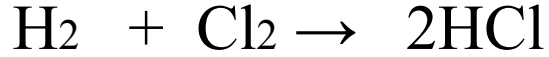
$$q_{\text{cal}} = q_{\text{bomb}} + q_{\text{water}}$$

$$q_{\text{cal}} = \sum m_i c_i \Delta T = C \Delta T$$



$$q_{\text{rxn}} = -q_{\text{cal}}$$

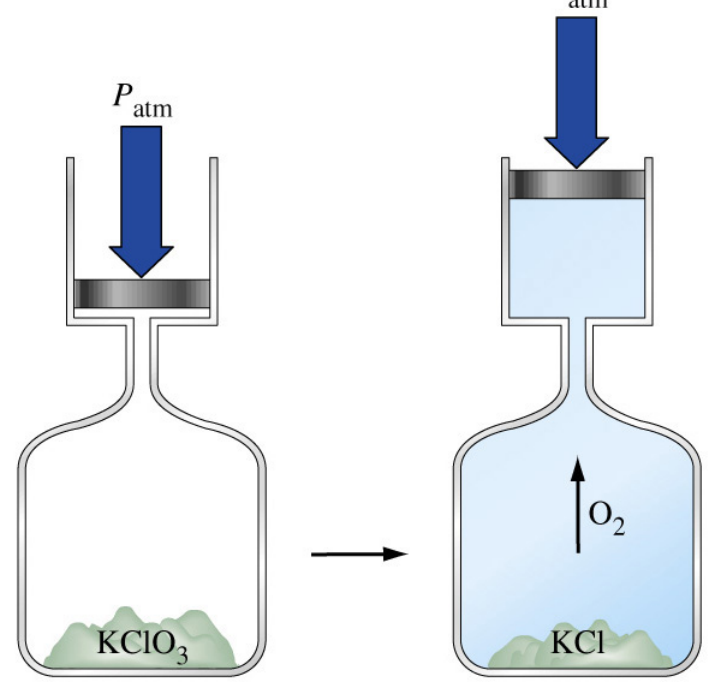
$$C_{\text{cal}} = m_{\text{su}} \times C_{\text{su}}$$



Reaksiyonu kalorimetre bombasında gerçekleştirildiğinde, 1.00g H<sub>2</sub> tamamen reaksiyona girdiğinde sıcaklık 20.0 °C den 29.82 °C ye çıkmaktadır. Kalorimetrenin ısı kapasitesi 9.33kJ/°C, olduğuna göre reaksiyonda açığa çıkan ısı miktarı ne kadardır.

1.00g amonyum nitrat kahve kabı kalorimetresinde 50.0g suda çözüldüğünde sıcaklık 25.00 ten 23.32 °C ye düştüğüne göre reaksiyondaki ısı değişimini hesaplayınız.

- Bir kimyasal reaksiyonda ısı değişimi olabileceği gibi sistemden çevreye veya çevreden sisteme iş yapılabilir. Sistemin hacminin genişlemesi dışarıya karşı yapılmış bir iştir.



(basınç- hacim ilişkisi)

İř: sistemle çevre arasında enerji transferidir. (basınç- hacim ilişkisi)

İř = kuvvet x yol gazlar için  $F = P.A$  ,  $w = P. A. h$  ,

$$( \Delta V = (V_{\text{son}} - V_{\text{ilk}}) )$$

$w = - P \Delta V$  negatif işaret sistemin enerji kaybettięini ifade eder.

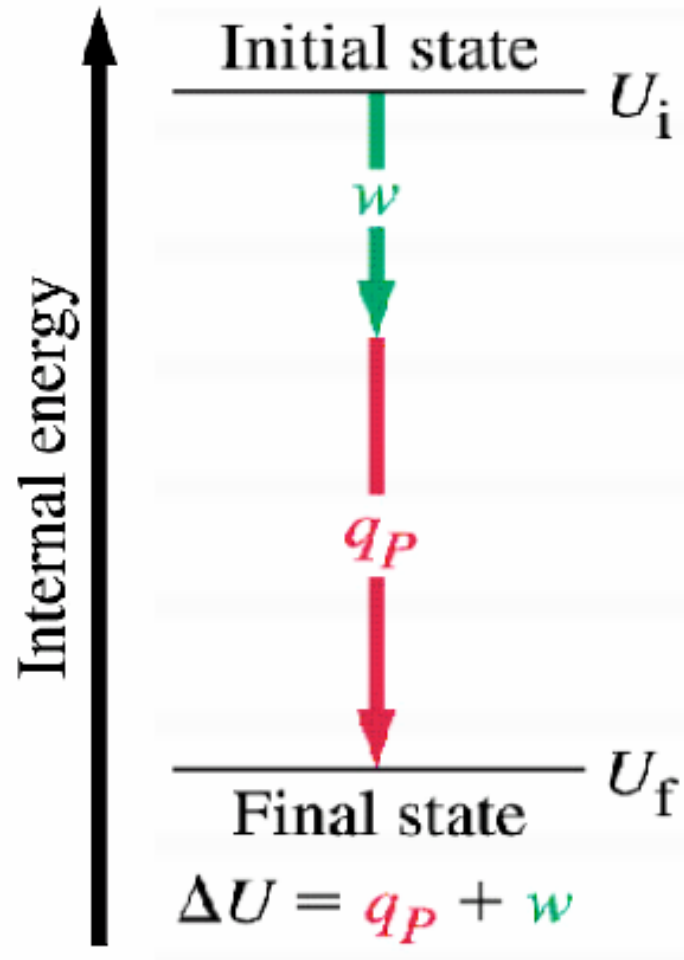
Soru : 0.225 mol N<sub>2</sub> 23°C de 0.750atm dış basınca karşı 1.50L genişlediğinde yapılan işi hesaplayınız.

$$w = - P \Delta V$$



- **İç Enerji: (U)** sistemdeki partiküllerin öteleme dönme titreşim ve elektron hareketleri sonucu sahip olduğu tüm enerjidir. İç enerji maddenin haline, miktarına, yapısına, sıcaklığına, basınca bağlıdır. Tam olarak belirlenemez.

Bir sistem durağan halde ısı ve iş enerjileri içermez, ısı ve iş alış-verişi sistemde değişiklik olduğunda meydana gelir.



Bir sistemin iç enerjisi tam olarak belirlenemez, ancak sistemin uğradığı değişimlerde iç enerji değişimi hesaplanabilir.

# Thermodyinamiğin 1 kanunu

Bir kimyasal veya fiziksel değişimde enerji vardan yok, yoktan var olamaz, sadece sistem ve çevre arasında enerji değişimi olur, enerji şekilleri birbirine dönüşebilir.

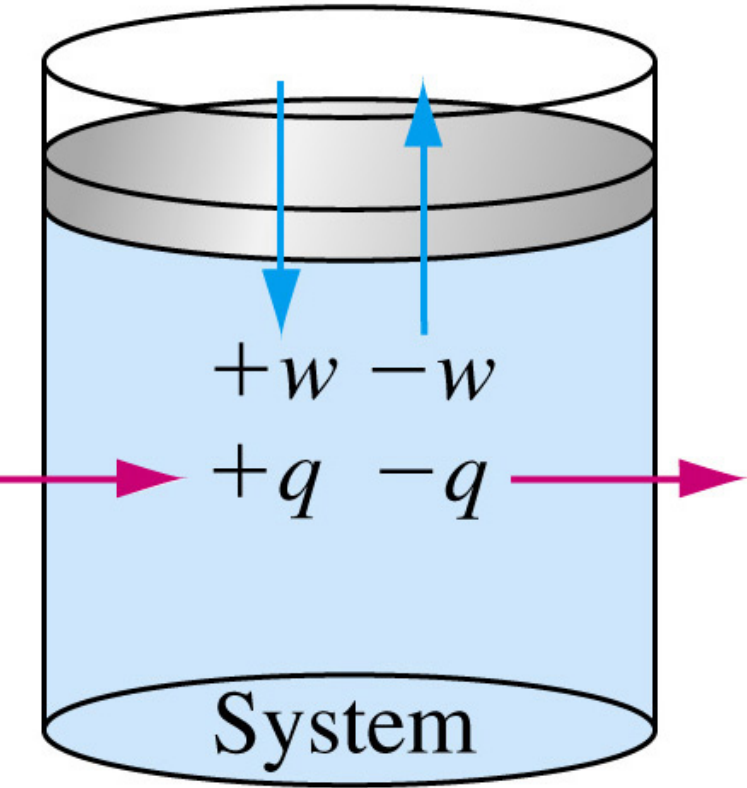
$$\Delta U = q + w$$

$$\Delta U = q - P \Delta V$$

Isı ve iş alış-verişi sistemde değişiklik olduğunda meydana gelir.

- Eğer değişim sırasında hacim sabit kalıyor ise
- $\Delta U = q_v$   $q_v$  sabit hacimde ısı değişimi

Surroundings



Surroundings

Sistemin aldığı ısı ve sisteme karşı yapılan iş pozitif (+) taşır

Sistemden yayılan ısı ve sistemin yaptığı iş negatif (-) işaret taşır

## Enthalpy

Reaksiyon ısısı

Bir reaksiyonda açığa çıkan veya alınan enerji reaksiyon enerjisi veya reaksiyon ısısı olarak adlandırılır

**entalpi  $\Delta H$ .**

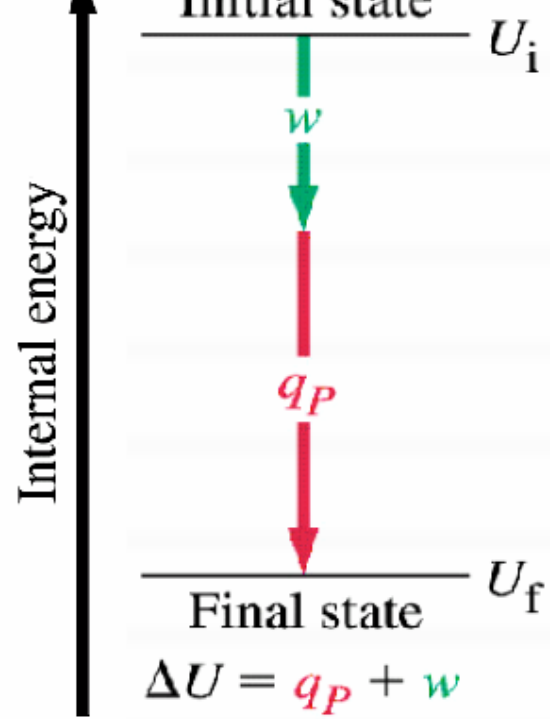
Sabit basınç altında gerçekleşen reaksiyonlarda absorplanan veya açığa çıkan ısı entalpi terimi ile ifade edilir.  $\Delta H = q_p$

$$\Delta U = q_p - P \Delta V$$

$q_p$  ( $\Delta H$ ) sabit basınçta değişen ısı enerjisi

$$\Delta H = \Delta U + P \Delta V \quad \text{or} \quad H = U + P V$$

- Aşağıdaki reaksiyondaki iç enerji değişimini 25°C ve 1atm basınçta hesaplayınız.
- $2 \text{ CO} + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 \quad \Delta H = -566 \text{ kJ}$
- **Soru:** genişleyen bir gaz 225 J lük ısı absorplayarak dışarı karşı 243 J lük iş yapmaktadır. İç enerji değişimini hesaplayınız.



$$\Delta H = H_{\text{son}} - H_{\text{ilk}}$$

veya

$$\Delta H = H(\text{ürünler}) - H(\text{reaktifler})$$

Çevreye ısı veren reaksiyonlar **ekzotermik olarak adlandırılır ve**  $\Delta H$  negatiftir



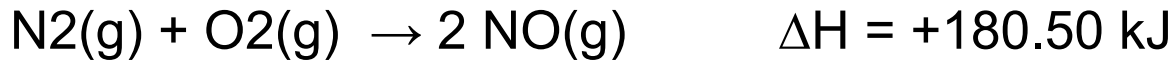
Çevreden ısı absorplayan reaksiyonlar endotermik olarak adlandırılır  $\Delta H$  pozitiftir.



Entalpinin özellikleri:

Entalpi **extensif** özelliktedir.  $\Delta H$  ın değeri reaktif miktarına bağlıdır.

Reaktiflerin mol sayısının iki katına çıkması entalpinin değerini 2 kat arttırır.



Reaksiyon ters yönde gerçekleştiğinde entalpi değeri zıt işaret alır



Entalpi değişimi ürün ve reaktiflerin bulunduğu faza bağlıdır.

Reaksiyonda maddelerin fazları mutlaka belirtilmelidir. ( *g* , *s* , *k* veya *suda* ).



# Reaksiyon Entalpi sinin hesaplanması

**Hess's law, Oluşum Entalpileri Bağ Enerjileri**

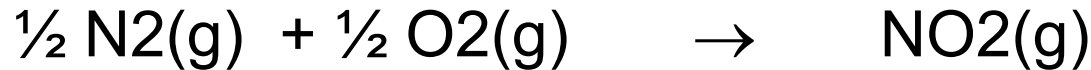
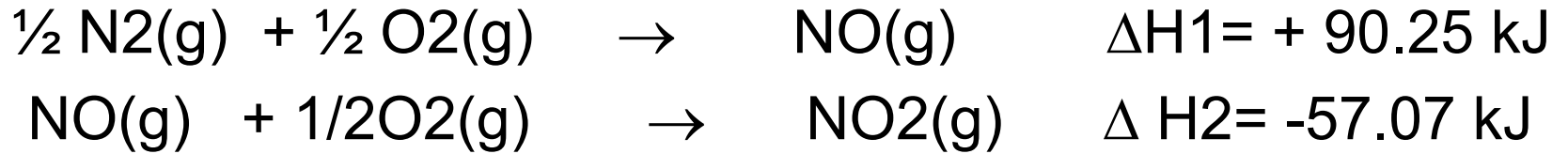
# Hess's law,

- $\Delta H$  değerleri birbiri ile kıyaslanabilir, aynı koşullar altında ölçülen  $\Delta H$  değerleri toplanıp çıkarılabilir.
- Kimyasal tepkime entalpisi tepkimenin bir yada çok basamaklı olmasından olamasından bağımsızdır.

**Bir reaksiyon ters çevrilirse  $\Delta H$ , in işareti değişir.**

**r reaksiyon bir katsayı ile çarpılır/bölünür ise  $\Delta H$  ta aynı sayı ile çarpılır/bölünür.**

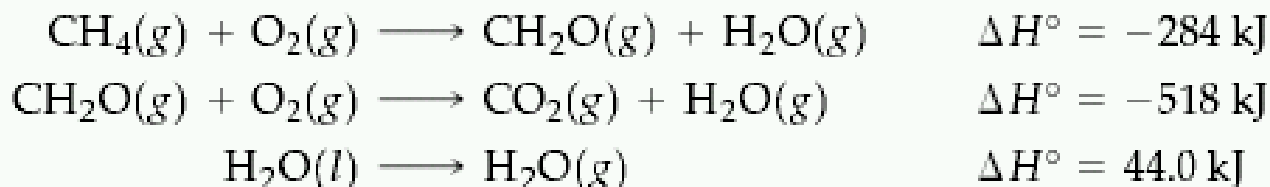
**question:**



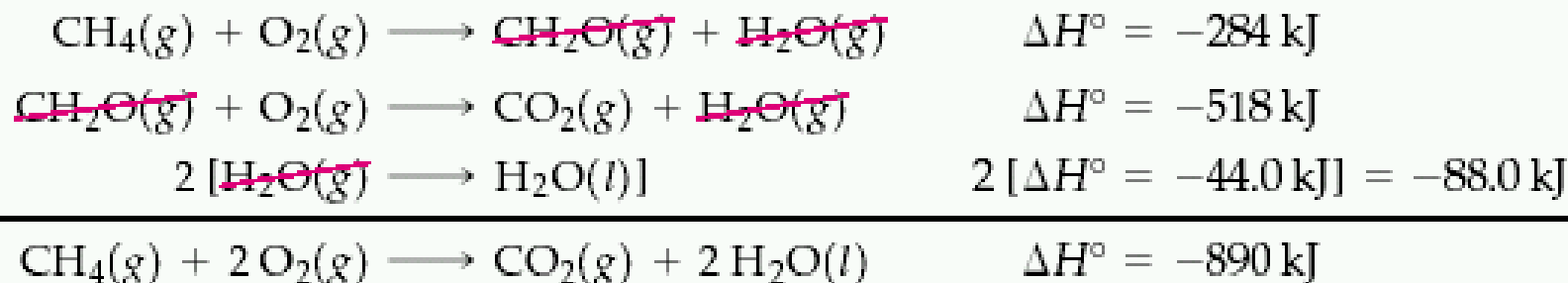
Reaksiyonunun entalpisini hesaplayınız



Use the following information to calculate  $\Delta H^\circ$  (in kilojoules) for the combustion of methane:



## SOLUTION



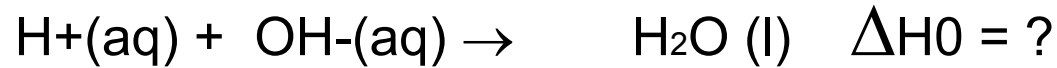
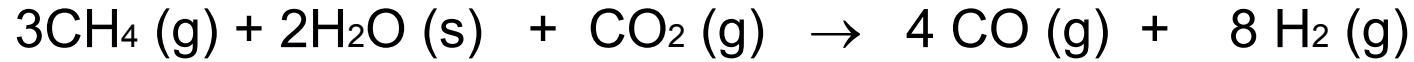
## Standart oluşum entalpileri

Herhangi bir tepkimenin entalpisi, tepkimeye giren bileşenlerin oluşum entalpilerinden hesaplanabilir. Standart oluşum entalpisi; bir mol bileşiğin standart şartlarda doğal haldeki elementlerinden oluşum reaksiyonunun entalpisidir.

$$\Delta H_0 = \sum \Delta H_f(\text{ürünler}) - \sum \Delta H_f(\text{reaktifler})$$

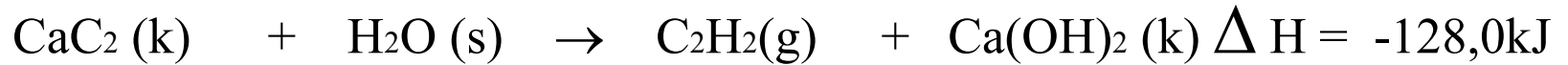
Bileşik	$\Delta H_f^0$ kJ/mol	Bileşik	$\Delta H_f^0$ kJ/mol
CO(g)	-110,5	H <sub>2</sub> O(g)	-241,8
CO <sub>2</sub> (g)	-393,5	H <sub>2</sub> O(l)	-285,8
CH <sub>4</sub> (g)	-74,81	N <sub>2</sub> O(g)	82,05
HCl(g)	-92,31	NO <sub>2</sub> (g)	33,18
NH <sub>3</sub> (g)	-46,11	SO <sub>2</sub> (g)	-296,8
NO(g)	90,25	SO <sub>3</sub> (g)	-395,7
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (g)	52,26	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH(l)	-277,7
H <sup>+</sup> (aq)	0	OH <sup>-</sup> (aq)	-230

Bir elementin en kararlı durumdaki Standart oluşum entalpisi 0 dır.



Reaksiyonlarının entalpilerini Standart oluşum entalpi tablosundaki değerleri kullanarak hesaplayınız.

Kalsium karbid in ( $\text{CaC}_2$ ) su ile reaksiyonundan asetilen ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) elde edilir.



3.5g  $\text{CaC}_2$  125ml  $\text{H}_2\text{O}$  ile reaksiyona girdiğinde açığa çıkan enerjiyi hesaplayınız?

$4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  reaksiyonun entalpisini aşağıdaki reaksiyon entalpilerini kullanarak hesaplayınız

- $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92,22\text{kJ}$
- $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H = +180,5\text{kJ}$
- $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \quad \Delta H = -571,6\text{kJ}$