



# FİZİKSEL KİMYA I FİNAL SINAVI

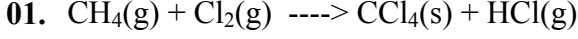
20.01.2011

NO :

AD SOYAD :

İMZA

SORU NO	1	2	3	4	5	Toplam
PUAN						

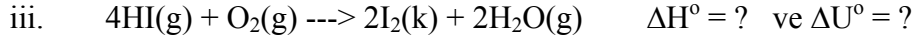
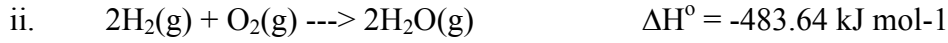


Reaksiyonu için 298 K deki reaksiyon entalpisi ve iç enerji değişimini hesaplayınız. 50 °C deki reaksiyon entalpisinin ne kadar olmasını beklersiniz?  $\text{CH}_4(\text{g})$ ,  $\text{CCl}_4(\text{s})$  ve  $\text{HCl}(\text{g})$  standart oluşum entalpileri sırasıyla -74.81, -135.44 ve -92.31 kJ mol<sup>-1</sup> dir.  $\text{CH}_4(\text{g})$ ,  $\text{Cl}_2(\text{g})$ ,  $\text{CCl}_4(\text{s})$  ve  $\text{HCl}(\text{g})$  spesifik ısıları,  $C_p$ , sırasıyla 35.31, 33.91, 131.75 ve 29.12 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup> dir. 25 °C – 50 °C sıcaklık aralığında spesifik ısıların sıcaklıkla değişmediğini düşününüz.

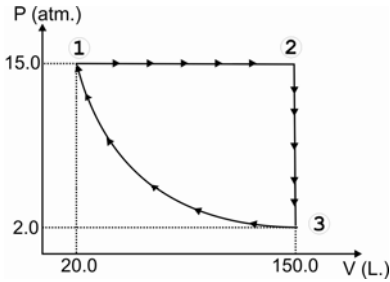
02. Aşağıdaki reaksiyonları kullanarak,

a. 298 K deki  $\text{HI}(\text{g})$  ve  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  oluşum entalpisini hesaplayınız.

b. Üçüncü reaksiyon için  $\Delta H^\circ$  ve  $\Delta U^\circ$  hesaplayınız.



03.



Yandaki grafik ideal davranış gösteren 2 atomlu 9 mol gazın P-V değişimini göstermektedir. 1-2, 2-3 ve 3-1 yollarındaki  $\Delta U$ ,  $q$  ve  $W$  büyüklüklerini hesaplayarak çevrim boyunca  $\Delta U$ ,  $q$  ve  $W$  büyüklüğünü hesaplayınız.

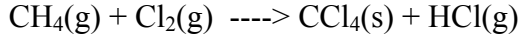
04.  $\text{CH}_4$  ve  $\text{Cl}_2$  moleküllerinin çarpışma çapları sırasıyla 4.6 ve 9.3 Å dur. Aynı ortalama serbest yol uzunluğuna sahip olmaları için birbirlerine göre basınçları ne olmalıdır?

05. 1.400 mol benzen 500 °C de 1.971 L hacmindeki bir kapa hapsediliyor.  $P_{\text{idealgaz}}/P_{\text{gerçekgaz}}$  oranını hesaplayınız. Van der Waals sabiti  $a$  ve  $b$  sırasıyla 18.00 L<sup>2</sup> atm. mol<sup>-2</sup> ve 0.1154 L mol<sup>-1</sup> dir.

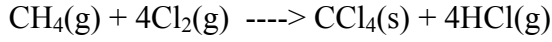
*SINAV SÜRESİ 80 DAKİKADIR.*

*BAŞARILAR.*

## Çözüm 1 :



Reaksiyonu için stokiometrik katsayılar bulunmalıdır.



Reaksiyonu için;

298 K deki reaksiyon entalpisi;

$$\Delta H_{298 \text{ K}} = [\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{CCl}_4(\text{g})) + 4\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{HCl}(\text{g}))] - [\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{CH}_4(\text{g})) + 4\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{Cl}_2(\text{g}))]$$

$$\Delta H_{298 \text{ K}} = [(-135.44 \text{ kJ mol}^{-1}) + 4(-92.31 \text{ kJ mol}^{-1})] - [(74.81 \text{ kJ mol}^{-1}) + 4(0.0 \text{ kJ mol}^{-1})]$$

$$\Delta H_{298 \text{ K}} = -429.87 \text{ kJ mol}^{-1}$$

olarak hesaplanabilir. Farklı bir sıcaklık ve spesifik ısıların değişmediği bir sıcaklık aralığı için

$$\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_p dT$$

olduğundan ve

$$\Delta C_p = [C_p(\text{CCl}_4(\text{g})) + 4C_p(\text{HCl}(\text{g}))] - [C_p(\text{CH}_4(\text{g})) + 4C_p(\text{Cl}_2(\text{g}))]$$

$$\Delta C_p = [(131.71 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}) + 4(29.12 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1})] - [(35.31 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}) + 4(33.91 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1})]$$

$$\Delta C_p = 77.28 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{323 \text{ K}} = (-429.87 \text{ kJ mol}^{-1}) + \int_{298 \text{ K}}^{323 \text{ K}} (77.28 \times 10^{-3} \text{ kJ K}^{-1}\text{mol}^{-1}) dT$$

$$\Delta H_{323 \text{ K}} = (-429.87 \text{ kJ mol}^{-1}) + (77.28 \times 10^{-3} \text{ kJ K}^{-1}\text{mol}^{-1})(323 \text{ K} - 298 \text{ K})$$

$$\Delta H_{323 \text{ K}} = -427.94 \text{ kJ mol}^{-1}$$

## Çözüm 2 :

a.

$$\Delta H_{298 \text{ K}} = [2\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{HI}(\text{g}))] - [\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{H}_2(\text{g})) + \Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{I}_2(\text{g}))]$$

$$(52.96 \text{ kJ mol}^{-1}) = [2\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{HI}(\text{g}))] - [(0.0 \text{ kJ mol}^{-1}) + (0.0 \text{ kJ mol}^{-1})]$$

$$\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{HI}(\text{g})) = 26.28 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{298 \text{ K}} = [2\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))] - [2\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{H}_2(\text{g})) + \Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{O}_2(\text{g}))]$$

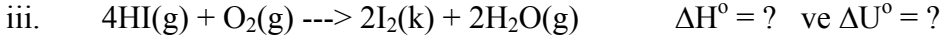
$$(-483.64 \text{ kJ mol}^{-1}) = [2\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))] - [2(0.0 \text{ kJ mol}^{-1}) + (0.0 \text{ kJ mol}^{-1})]$$

$$\Delta H_{298 \text{ K}}^{\circ}(\text{HI}(\text{g})) = -241.82 \text{ kJ mol}^{-1}$$

b.

Denklemler aşağıdaki şekilde yeniden düzenlenirse;





i ve ii eşitlikleri toplanırsa iii eşitliği elde edilebilir. Bu nedenle iii. Denklemindeki reaksiyon entalpisinin büyüklüğü  $(-105.92 \text{ kJ mol}^{-1}) + (-483.64 \text{ kJ mol}^{-1}) = 589.56 \text{ kJ mol}^{-1}$  olarak hesaplanabilir. Reaksiyon iç enerjisi değişimi ise hacim değişiminin yalnızca gaz reaktif ve ürünlerin mol sayıları değişimi dikkate alınarak (5 mol gaz reaksiyona girmiş ve 2 mol gaz ürün çıkmıştır.  $\Delta n = -3$ );

$$\Delta U = \Delta H - \Delta nRT$$

Eşitliğinden reaksiyon için iç enerji değişimi

$$\Delta U = (589.56 \text{ kJ mol}^{-1}) - (-3 \text{ mol})(8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(298 \text{ K}) = 582.13 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

### Çözüm 3 :

#### *Başlangıç (1) noktasında;*

$P = 150 \text{ atm.}$ ,  $V = 2.0 \text{ L.}$  Ve gazın ideal davranış gösterdiği varsayılırsa

$$T = [(150 \text{ atm})(2.0 \text{ L})] / [(9 \text{ mol})(0.082 \text{ atm. L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})] = 407 \text{ K}$$

#### *(2) noktasında;*

Basınç değişmeksizin hacim artışı meydana gelmiştir. Bu noktaya gelmek için sıcaklık artmıştır. Bu noktadaki sıcaklık

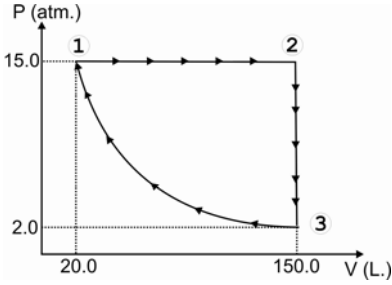
$$T = [(15.0 \text{ atm})(150.0 \text{ L})] / [(9 \text{ mol})(0.082 \text{ atm. L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})] = 3048 \text{ K}$$

#### *(3) noktasında;*

$$P_2V_2 = P_3V_3$$

$$(15.0 \text{ atm.})(20.0 \text{ L}) = (150 \text{ atm.})(2.0 \text{ L}) = 300 \text{ atm L.}$$

olduğuna göre Boyle Yasası geçerlidir. Ve sıcaklık ilk sıcaklığa ulaşılmıştır.



Enerji hesaplamalarının yapılabilmesi için iki atomlu gazın spesifik ısılarını bulmak gerekir. Yüksek sıcaklıkta (1000 K in üzerindeki sıcaklıklarda) böyle bir molekül öteleme, dönme ve titreşim hareketlerini yaparlar. Düşük sıcaklıklarda (1000 K altındaki sıcaklıklarda) ise yalnızca öteleme ve dönme hareketlerine göre hesaplama yapmak gerekir. Çok düşük sıcaklıklarda ise yalnızca öteleme hareketlerine göre hesaplama yapmak gerekir. 400-3048 K aralığında molekülün parçalanmadığı varsayılırsa, Düşük ve yüksek sıcaklığa göre  $C_v$  değeri sırasıyla  $(3/2R+R=5/2R)$  ve  $(3/2R+R=7/2R)$  olarak hesaplanmalıdır. Bu nedenle 1-2 ve 2-3 adımlarındaki enerji hesabı buna göre yapılmalıdır.

#### *1-2 yolu boyunca;*

Basınç sabit kalmıştır. Bu nedenle yapılan iş büyüklüğü  $W$ ;

$$W = -P_{atış} \Delta V$$

eşitliğine göre;

$$W = -(15.0 \text{ atm})(150.0 \text{ L.} - 20.0 \text{ L.}) = 1950 \text{ atm. L.} = -198 \text{ kJ}$$

sıcaklık değişmesinden dolayı iç enerji değişiminin büyüklüğü

$$\Delta U = nC_v dT$$

eşitliğinden;

$$\Delta U = (9 \text{ mol}) \left( \frac{5}{2} (8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \text{K}^{-1}) \right) (3048 \text{ K} - 407 \text{ K}) = 494 \text{ kJ} \text{ (Cv yalnızca öteleme ve dönmeden kaynaklanıyorsa)}$$

$$\Delta U = (9 \text{ mol}) \left( \frac{7}{2} (8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \text{K}^{-1}) \right) (3048 \text{ K} - 407 \text{ K}) = 691 \text{ kJ} \text{ (Cv öteleme, dönme ve titreşimden kaynaklanıyorsa)}$$

Bu nedenle iç enerji değişimi 494 kJ – 691 kJ arasında olmalıdır.

$$\Delta U = q + W$$

olduğundan;

$$q = (494 \text{ kJ}) - (-198 \text{ kJ}) = 692 \text{ kJ} \text{ (Cv yalnızca öteleme ve dönmeden kaynaklanıyorsa)}$$

$$q = (692 \text{ kJ}) - (-198 \text{ kJ}) = 890 \text{ kJ} \text{ (Cv öteleme ve dönme ve titreşimden)}$$

q değeri 196 – 494 kJ arasında olmalıdır.

### **2-3 yolu boyunca;**

Yol boyunca hacim sabit kaldığından  $dV=0$ ,  $W = -P_{dış}dV$  eşitliğine göre iş büyüklüğü sıfırdır.

İç enerjinin değişimi;

$$\Delta U = (9 \text{ mol}) \left( \frac{5}{2} (8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \text{K}^{-1}) \right) (407 \text{ K} - 3048 \text{ K}) = -494 \text{ kJ} \text{ (Cv yalnızca öteleme ve dönmeden kaynaklanıyorsa)}$$

$$\Delta U = (9 \text{ mol}) \left( \frac{7}{2} (8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \text{K}^{-1}) \right) (407 \text{ K} - 3048 \text{ K}) = -691 \text{ kJ} \text{ (Cv öteleme, dönme ve titreşimden kaynaklanıyorsa)}$$

$$\Delta U = q + W$$

eşitliğine göre iş olmadığından q değeri doğrudan iç enerji değişimine eşittir.

### **3-1 yolu boyunca;**

Sıcaklık değişmemiştir.  $\Delta U = 0$  dır. İş büyüklüğü tersinir bir sürece göre hesaplanmalıdır.

$$W = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$W = -(9 \text{ mol})(8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \text{K}^{-1})(407) \ln \frac{(20 \text{ L})}{(150 \text{ L})} = 61 \text{ kJ}$$

Bu adımda iç enerji değişimi sıfır olduğunda  $q = -W = -61 \text{ kJ}$  dür.

Süreç	W / kJ	q kJ	$\Delta U$ / kJ
1-2	-198	692 (ö,d)/ 890 (ö,d,t)	494 (ö,d)/ 691 (ö,d,t)
2-3	0	-494 (ö,d)/ -691 (ö,d,t)	-494 (ö,d)/ -691 (ö,d,t)
3-1	61	-61	0
Çevrim Boyunca	-137	137 (ö,d)/ 137 (ö,d,t)	0 (ö,d) / 0 (ö,d,t)

## **Çözüm 4 :**

Bir gazdaki moleküllerin ortalama serbest yol uzunlukları

$$L = \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 N^*}$$

olduğundan

$$\frac{L(CH_4)}{L(CCl_2)} = \frac{d_{(Cl_2)}^2 N_{Cl_2}^*}{d_{(CH_4)}^2 N_{CH_4}^*} = 1$$

olmalı;

$$\frac{(9.3 \text{ A})^2 N_{Cl_2}^*}{(4.6 \text{ A})^2 N_{CH_4}^*} = 1$$
$$\frac{N_{CH_4}^*}{N_{Cl_2}^*} = \frac{(9.3 \text{ A})^2}{(4.6 \text{ A})^2} = 4.09$$

Basınçlar tanecik sayısı ile orantılı olduğundan iki gazın ortalama serbest yol uzunluklarının birbirine eşit olması için metanın basıncının klorun basıncından yaklaşık 4 kat daha fazla olması gerekir

### Çözüm 5 :

İdeal davranış gösteren bir gaz için P;

$$P = \frac{nRT}{V}$$

ve bir gerçek gaz davranışı gösterip van der Wall eşitliğine uyan bir gaz için P;

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2 a}{V^2}$$

olduğundan;

$$\frac{P_{ideal}}{P_{gercakgaz}} = \frac{\frac{nRT}{V}}{\frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2 a}{V^2}}$$

yazılabilir. Sorudaki şartlar için hesaplama yapılacak olursa;

$$\frac{P_{ideal}}{P_{gercakgaz}} = \frac{\frac{(1.400 \text{ mol})(0.082 \text{ atm} \cdot \text{L mol}^{-1} \text{K}^{-1})(773 \text{ K})}{(1.971 \text{ L})}}{\frac{(1.400 \text{ mol})(0.082 \text{ atm} \cdot \text{L mol}^{-1} \text{K}^{-1})(773 \text{ K})}{(1.971 \text{ L}) - (1.400 \text{ mol})(0.1154 \text{ L mol}^{-1})} - \frac{(1.400 \text{ mol})^2 (18.00 \text{ L}^2 \text{atm} \cdot \text{mol}^{-2})}{(1.971 \text{ L})^2}}$$
$$\frac{P_{ideal}}{P_{gercakgaz}} = 1.13$$

olarak hesaplanabilir.