



## FİZİKSEL KİMYA I FİNAL SINAVI

16.01.2023

NO :

AD SOYAD :

İMZA

SORU NO	1	2	3	4	5	6	T
PUAN	20	10	10	20	20	20	

*Sınav Süresi 90 dakıkadır. Başarılar*

1. Aşağıdaki terimleri açıklayınız.

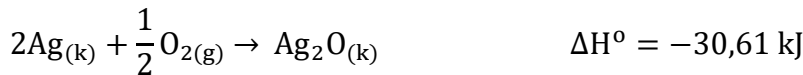
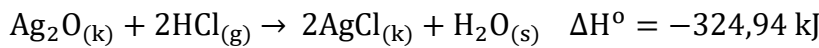
(a) Standart oluşum entalpisi (b) Kapalı sistem (c) Moleküller ortalama serbest yol uzunluğu (d) Isı (e) İş (termodinamikte) (f) Çarpışma frekansı (g) Kritik nokta (h) Adyabatik sistem (i) Sıkıştırılabilirlik faktörü (j) Taşınım özelliği

2. Bir kaptaki delikten azot gazı 105 s de effüzyona uğramıştır. Aynı kaptaki klor gazının effüzyonu için ne kadar zaman gerekir. N : 14,01 akb, Cl : 35,45 akb.

3.  $\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$  dengesi için 298 K deki reaksiyon denge sabitini hesaplayınız.

$$\Delta G_f^\circ(\text{CO})(g) = -137,2 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta G_f^\circ(\text{CH}_3\text{OH})(g) = -162,0 \text{ kJ mol}^{-1}$$

4. Aşağıdaki reaksiyon ve ısılardan yararlanarak 25 °C de  $\text{AgCl}(k)$  standart molar oluşum entalpisini hesaplayınız.



5. Erime noktası -22,92 °C ve kaynama noktası 76,22 °C olan  $\text{CCl}_4$  ün 1.0 molü -50 °C den 120 °C ye kadar ısıtılıyor. Olay sırasındaki entropi değişimini hesaplayınız?

$$\Delta H_{\text{erime}}(\text{CCl}_4) = 2,52 \text{ kJ mol}^{-1}, \quad \Delta H_{\text{kaynama}}(\text{CCl}_4) = 32,54 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$C_{p(\text{kati})}(\text{CCl}_4) = 44,22 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}, \quad C_{p(\text{sıvı})}(\text{CCl}_4) = 131,3 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$C_{p(\text{gaz})}(\text{CCl}_4) = 82,65 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

6. (A) 50 °C ve 10 atmosfer basıncındaki 1,0 mol gaz izotermal olarak basıncı 0,5 atm. oluncaya kadar geniştiriliyor. (B) Daha sonra gazın sıcaklığı -30 °C ye düşünceye kadar adyabatik olarak geniştiriliyor. (C) Ardından gaz izotermal olarak sıkıştırılıyor. (D) Son olarak gaz adyabatik olarak sıkıştırılarak ilk sıcaklık ve basıncına tekrar ulaşıyor. Çevrim boyunca İç enerji, İş, Isı ve entropi değişimlerini hesaplayıp aşağıdaki tabloyu doldurunuz. Bu çevrim için verimin ne olduğunu hesaplayınız. Kullanılan gazın sabit basınçtaki ısı kapasitesi  $35,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  dir.

	$\Delta U / \text{J}$	$W / \text{J}$	$q / \text{J}$	$\Delta S / \text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
(A → B) 1. Adım				
(B → C) 2. Adım				
(C → D) 3. Adım				
(D → A) 4. Adım				
<b>Toplam</b>				

## YANITLAR

### YANIT 1 :

- (a) **Standart oluşum entalpisi** : Bir bileşiğin standart oluşum entalpisi,  $\Delta H_f^\circ$ , elementlerinin referans hallerinden, bileşiğin oluşum için gerekli standart reaksiyon entalpisidir.
- (b) **Kapalı sistem** : Çevresi arasında enerji alış verişi olan ancak madde alışverişi olmayan sistemdir.
- (c) **Ortalama serbest yol uzunluğu** : İki moleküler çarpışma arasında alınan ortalama yoldur.
- (d) **Isı** : Sıcaklık farklarına bağlı olarak enerji aktarım miktarıdır.
- (e) **İş (termodinamikte)** : Bir sistemle çevresi arasında, ısı türü dışında hacimsel, elektriksel, yüzeysel her tür enerji alışverişinin ortak adı.
- (f) **Çarpışma frekansı** : Birim zamandan bir molekülün yapmış olduğu çarpışma sayısı
- (g) **Kritik nokta** : Sıvı ve gaz fazları arasında bir ayrımın olmadığı ve sıvı ve gaz fazların aynı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olduğu noktadır.
- (h) **Adyabatik sistem** : Isı alışverişinin olmadığı, bu nedenle ısı değişiminin sıfır olduğu sistemlerdir.
- (i) **Sıkıştırılabilirlik faktörü** : Gazların ideallikten sapmalarının bir ölçüsüdür ( $z=PV/nRT$ ).
- (j) **Taşıma özelliği** : maddenin, enerjinin veya bazı diğer özelliklerinin bir yerden bir başka yere taşınmasına ilişkin özellikler.

### YANIT 2 :

Bir kaptaki delikten azot gazı 105 s de effüzyona uğramıştır. Aynı kaptaki klor gazının effüzyonu için ne kadar zaman gerekir. N : 14.01 akb, Cl : 35.45 akb.

$$\frac{t_{Cl_2}}{t_{N_2}} = \sqrt{\frac{M_{Cl_2}}{M_{N_2}}}$$

$$\frac{t_{Cl_2}}{(105 \text{ s})} = \sqrt{\frac{2(35,45 \text{ g mol}^{-1})}{2(14,01 \text{ g mol}^{-1})}}$$

$$t_{Cl_2} = 167 \text{ s.}$$

### YANIT 3 :

$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$  reaksiyonu için Gibbs Serbest Enerji değişimi;

$$\Delta G^\circ = \Delta G_f^\circ(CH_3OH)(g) - (\Delta G_f^\circ(CO)(g) + 2\Delta G_f^\circ(H_2)(g))$$

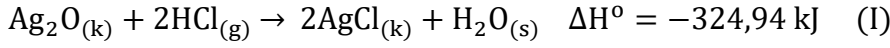
$$\Delta G^\circ = -162.0 \text{ kJ mol}^{-1} - (-137,2 \text{ kJ mol}^{-1} + 2(-0,0 \text{ kJ mol}^{-1})) = -24.8 \text{ kJ}$$

$$\Delta G^{\circ} = -RT \ln K_p$$

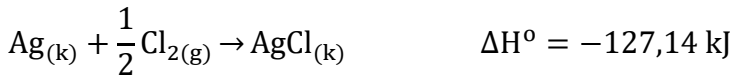
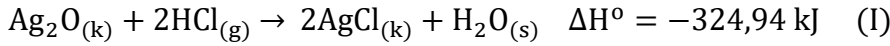
$$-24.8 \text{ kJ} = -(8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(298 \text{ K}) \ln K_p$$

$$K_p = 10$$

**YANIT 4 :**



I. ve II. denklem aynı şekilde bırakılır, III. denklem 2 ile çarpılır ve IV denklem ters çevrilirse



**YANIT 5 :**

$$\int_{S_{T_1}}^{S_{T_2}} dS = \int_{T_1}^{T_e} C_{p(k)} \frac{dT}{T} + \frac{\Delta H_e}{T_e} + \int_{T_e}^{T_k} C_{p(s)} \frac{dT}{T} + \frac{\Delta H_k}{T_k} + \int_{T_k}^{T_2} C_{p(g)} \frac{dT}{T}$$

$$\int_{S_{T_1}}^{S_{T_2}} dS = C_{p(k)} \ln \frac{T_e}{T_1} + \frac{\Delta H_e}{T_e} + C_{p(s)} \ln \frac{T_k}{T_e} + \frac{\Delta H_k}{T_k} + C_{p(g)} \ln \frac{T_2}{T_k}$$

$$\Delta S = (44,22 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}) \ln \frac{250,08 \text{ K}}{223 \text{ K}} + \frac{2520 \text{ J mol}^{-1}}{250,08 \text{ K}} + (131,3 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}) \ln \frac{349,22 \text{ K}}{250,08 \text{ K}}$$

$$+ \frac{32540 \text{ J mol}^{-1}}{349,22 \text{ K}} + (82,65 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}) \ln \frac{393 \text{ K}}{349,22 \text{ K}}$$

$$\Delta S = 5.07 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} + 10.08 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} + 43.84 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} + 93.18 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} + 9.76 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$\Delta S = 161.93 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

### YANIT 6 :

Gaz ideal davranış gösteriyorsa  $C_v = C_p - R$  olacağından;

$$C_v = (35.3 - 8.314) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 26.986 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

Gaz ideal davranış gösterdiğinden gazın ilk hacmi  $V_1$ ;

$$V_1 = \frac{nRT_1}{P_1}$$

olacağından;

$$V_1 = \frac{(1\text{mol})(0.082 \text{ atm. L. mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(323.16 \text{ K})}{(10 \text{ atm.})} = 2.65 \text{ L.}$$

İzotermal ve tersinir bir genişleme söz konusuysa,

Sıcaklık değişmez, basınç değişmesine bağlı hacim değişmesi söz konusu olacaktır.

Gaz ideal davranış gösterdiğinden Gazın İkinci hacmi  $V_2$ ;

$$V_2 = \frac{nRT_1}{P_2}$$

olacağından;

$$V_2 = \frac{(1\text{mol})(0.082 \text{ atm. L. mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(323.16 \text{ K})}{(0.5 \text{ atm.})} = 52.998 \text{ L.}$$

İkinci adımdaki tersinir adyabatik genişleme sırasındaki hacim değişimi;

$$V_3 = \frac{V_2 T_1^{\frac{C_v}{R}}}{T_2^{\frac{C_v}{R}}}$$

olacağından;

$$V_3 = \frac{(52.998 \text{ L.})(323.16 \text{ K})^{\frac{26.986}{8.314}}}{(243.16 \text{ K})^{\frac{26.986}{8.314}}} = 133.415 \text{ L.}$$

Üçüncü adımdaki hacim değeri ise; Dördüncü adımdaki tersinir adyabatik sıkışma durumundan hareketler hesaplanabilir.

$$V_4 = \frac{V_1 T_1^{\frac{C_v}{R}}}{T_2^{\frac{C_v}{R}}}$$

$$V_4 = \frac{(2.65 \text{ L.})(323.16 \text{ K})^{\frac{26.986}{8.314}}}{(243.16 \text{ K})^{\frac{26.986}{8.314}}} = 6.671 \text{ L.}$$

Birinci ve üçüncü adımda yapılan iş büyüklükleri sırasıyla;

$$W_1 = -nRT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$W_1 = -(1 \text{ mol})(8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(323.16 \text{ K}) \ln \frac{(52.998 \text{ L.})}{(2.65 \text{ L.})} = -8049 \text{ J.}$$

$$W_1 = -(1 \text{ mol})(8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(323.16 \text{ K}) \ln \frac{(52.998 \text{ L.})}{(2.65 \text{ L.})} = -8049 \text{ J.}$$

$$W_3 = -nRT_2 \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$W_3 = -(1 \text{ mol})(8.314 \text{ J. mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(243.16 \text{ K}) \ln \frac{(6.671 \text{ L.})}{(133.415 \text{ L.})} = 6056 \text{ J.}$$

Birinci ve üçüncü adımda sıcaklık değişmesi meydana gelmediğinden iç enerji değişimi  $\Delta U = nC_v dT$  eşitliğinden sıfırdır.

Bu adımlarda  $\Delta U = W + q$  olduğundan;  $W = -dq$  olarak elde edilebilir.

Bu adımlardaki entropi değişimi ise;

$$\Delta S = \frac{q}{T} = \frac{-W}{T} \text{ eşitliklerinden;}$$

$$\Delta S_1 = nR \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\Delta S_1 = (1 \text{ mol})(8.314 \text{ J. mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) \ln \frac{(52.998 \text{ L.})}{(2.65 \text{ L.})} = 24.91 \text{ J.K}^{-1}$$

$$\Delta S_3 = -nR \ln \frac{V_4}{V_3}$$

$$\Delta S_3 = -(1 \text{ mol})(8.314 \text{ J. mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) \ln \frac{(6.671 \text{ L.})}{(133.415 \text{ L.})} = -24.91 \text{ J.K}^{-1}$$

İkinci ve dördüncü adımdaki iş büyüklükleri dışarıdan ısı alış verişi olmadığından;

$$q_2 = 0 \text{ ve } q_4 = 0 \Rightarrow \Delta S_2 = \frac{q}{T} = 0 \text{ ve } S_4 = \frac{q}{T} = 0$$

olacaktır.

$\Delta U = W + q$  eşitliğine göre  $\Delta U = W$  dir. Bu nedenle 2 ve 4 adımdaki İç enerji değişimleri sırasıyla;

$$\Delta U = W = nC_v dT$$

$$\Delta U_2 = W_2 = (1 \text{ mol})(26.986 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(243.16 \text{ K} - 323.16 \text{ K}) = -2158.88 \text{ J.}$$

$$\Delta U_4 = W_4 = (1 \text{ mol})(26.986 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(323.16 \text{ K} - 243.16 \text{ K}) = 2158.88 \text{ J.}$$

Bu verilere göre tablo aşağıdaki şekilde doldurulabilir.

	$\Delta U$ J	W J	dq J	$\Delta S$ J K <sup>-1</sup>
I. ADIMDA	0.0	-8049	8049	24.91
II. ADIMDA	-2158.88	-2158.88	0.0	0.0
III. ADIMDA	0.0	6056	-6056	-24.91
IV. ADIMDA	2158.88	2158.88	0.0	0.0
TOPLAM	0	-1993	1993	0

Bu çevrim için verim  $\epsilon$ ;

$$\epsilon = \frac{T_{\text{sıcak}} - T_{\text{soğuk}}}{T_{\text{sıcak}}}$$

$$\epsilon = \frac{323.16 \text{ K} - 243.16 \text{ K}}{323.16 \text{ K}} = 0.25$$