



NO : \_\_\_\_\_

AD SOYAD :

İMZA

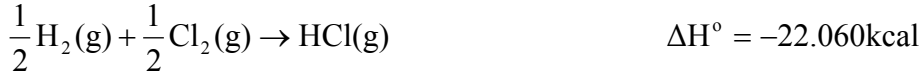
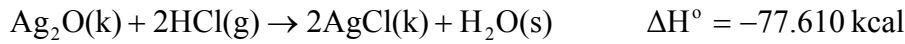
1. Azot ve oksijen gazı için ısı kapasiteleri

$$C_v(N_2) = 19.966 + 3.77 \times 10^{-3} T - 0.50 \times 10^{-5} / T^2 \quad \text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}$$

$$C_v(O_2) = 21.646 + 4.18 \times 10^{-3} T - 1.67 \times 10^{-5} / T^2 \quad \text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}$$

olarak verilmiştir. Havanın hacimce %21 O<sub>2</sub> ve %79 N<sub>2</sub> dan oluştuğu düşünülürse, 10 mol gazın, sıcaklığının 0 °C den 500 °C ye ulaştırılması için ne kadar ısı gerekeceğini hesaplayınız.

2. Aşağıdaki reaksiyon ve ısılardan yararlanarak 25 °C de AgCl(k) standart molar oluşum entalpisini hesaplayınız.



3. 20 atm. 273 K deki 5 mol H<sub>2</sub> gazı izotermal tersinir olarak hacmi 10 kat artıyor. Ardından basıncı yeniden 20 atm. oluncaya kadar adyabatik olarak sıkıştırılıyor. Gazın ideal davranış gösterdiğini varsayarak her bir adımdaki ΔU, q, W büyüklüğünü hesaplayınız. Not : Gerekirse hidrojenin C<sub>p</sub> veya C<sub>v</sub> değerini kendiniz tahmin ediniz.
4. 300 K de 5 L bir kap içerisine birer mol CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> konuluyor. Aşağıdaki verilere göre manometreden ne kadar basınç okunur?

	a / (L <sup>2</sup> atm. mol <sup>-2</sup> )	b / (10 <sup>-2</sup> L mol <sup>-1</sup> )		a / (L <sup>2</sup> atm. mol <sup>-2</sup> )	b / (10 <sup>-2</sup> L mol <sup>-1</sup> )
CO <sub>2</sub>	3.640	4.267	O <sub>2</sub>	1.378	3.183
CH <sub>4</sub>	2.283	4.278	H <sub>2</sub>	0.2476	2.661

5. Mol tartısı 50 g mol<sup>-1</sup> ve çarpışma çapı 4 Å olan moleküllerin 1x10<sup>-3</sup> atm. ve 500 K de serbest yol uzunluğunu, çarpışma frekansı ve çarpışma hızını hesaplayınız.

*Sınav Süresi 90 dakıkadır.*

*Başarılar*

## YANITLAR

1. 1.0 mol azot gazının sıcaklığı 273 K den 773 K çıkartılırsa;

$$q_v = \int_{273 \text{ K}}^{773 \text{ K}} C_v dT$$

$$q_v = \int_{273 \text{ K}}^{773 \text{ K}} (19.966 + 3.77 \times 10^{-3} T - 0.50 \times 10^5 / T^2) dT$$

$$q_v = \left[ 19.966T + \frac{3.77 \times 10^{-3}}{2} T^2 + 0.5 \times 10^5 T^{-1} \right]_{273 \text{ K}}^{773 \text{ K}}$$

$$q_v = 19.966(773 - 273) + 1.885 \times 10^{-3} (773^2 - 273^2) + 0.5 \times 10^5 \left( \frac{1}{773} - \frac{1}{273} \right)$$

$$q_v = 10.97 \text{ kJ mol}^{-1}$$

1.0 mol oksijen gazının sıcaklığı 273 K den 773 K çıkartılırsa;

$$q_v = \int_{273 \text{ K}}^{773 \text{ K}} C_v dT$$

$$q_v = \int_{273 \text{ K}}^{773 \text{ K}} (21.646 + 4.18 \times 10^{-3} T - 1.67 \times 10^5 / T^2) dT$$

$$q_v = \left[ 21.646T + \frac{4.18 \times 10^{-3}}{2} T^2 + 1.67 \times 10^5 T^{-1} \right]_{273 \text{ K}}^{773 \text{ K}}$$

$$q_v = 21.646(773 - 273) + 2.09 \times 10^{-3} (773^2 - 273^2) + 1.67 \times 10^5 \left( \frac{1}{773} - \frac{1}{273} \right)$$

$$q_v = 10.52 \text{ kJ mol}^{-1}$$

olarak elde edilebilir. Toplam 10 mol gazın %21 i oksijen %79 azot olduğundan;

Karışım içerisindeki oksijen miktarı  $(10)(0.21) = 2.1 \text{ mol}$ , ve azot gazı miktarı  $(10)(0.79) = 7.9 \text{ mol}$  dür.

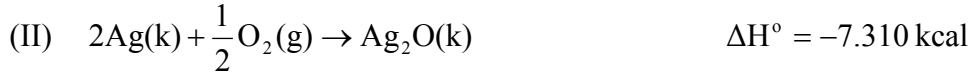
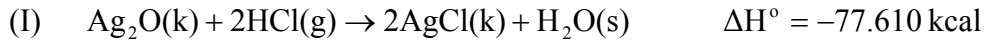
Bu durumda verilmesi gereken toplam ısı miktarı;

$$q_T = q_{O_2} + q_{N_2}$$

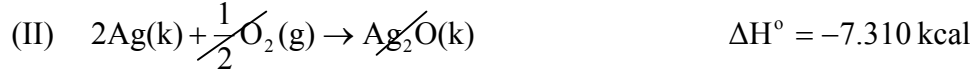
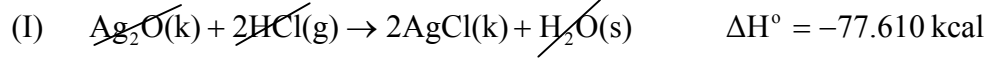
$$q_T = (2.1 \text{ mol})(10.52 \text{ kJ mol}^{-1}) + (7.9 \text{ mol})(10.97 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$q_T = 108.755 \text{ kJ}$$

2. AgCl(k) oluşum entalpisini hesaplamak için elementlerinden hesaplamak gerekir Bunun için aşağıdaki denklemler kullanılırsa;



(III) nolu eşitlik 2 ile çarpılırsa; (IV) nolu eşitlik ise ters çevrilirse;



olarak elde edilebilir.

Bu nedenle  $\text{AgCl}_2(k)$  oluşum entalpisi  $-60.720/2 = -30.36 \text{ kJ mol}^{-1}$  dir.

3. İzotermal tersinir süreçlerde sıcaklık değişmediğinden iç enerjide herhangi bir değişim meydana gelmeyecektir ( $dT = 0$ ;  $\Delta U = nC_v dT$ ;  $\Delta U = 0$ ).

İzotermal tersinir süreçteki sistem tarafından yapılan iş miktarı ise;

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

olduğundan;

$$W = -nRT \ln \frac{P_1}{P_2}$$

$$W = -(5 \text{ mol})(8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1})(273 \text{ K}) \ln \frac{20 \text{ atm.}}{2 \text{ atm.}}$$

$$W = -26131 \text{ J}$$

$\Delta U = q + W$  olduğundan

$q = 26131 \text{ J}$  olarak elde edilebilir.

Sıcaklığın düşük olduğu göz önünde bulundurularak gazın yalnızca öteleme ve dönme hareketi yaptığı düşünülebilir.  $\text{H}_2$  molekülleri 3 boyutta hareket ettiklerinden ve 2 boyutta dönme hareketi yapabildiklerinden  $\text{H}_2$  molekülleri için;

$$C_v = 3 \frac{1}{2} R + 2 \frac{1}{2} R = \frac{5}{2} R$$

$$C_p = C_v + R$$

$$C_p = \frac{7}{2} R$$

elde edilebilir.

Gazın sıkıştırılmaya başlanmadan önceki hacmi;

$$V_1 = \frac{nRT}{P}$$

$$V_1 = \frac{(5 \text{ mol})(0.082 \text{ atm L mol}^{-1}\text{K}^{-1})(273 \text{ K})}{(2 \text{ atm})}$$

$$V_1 = 55.965 \text{ L.}$$

Sıkışma sonrasında ulaşılabacak hacim;

$$V_2 = \left( \frac{P_1 V_1^{\frac{C_p}{C_p}}}{P_2} \right)^{\frac{C_p}{C_p}} \rightarrow V_2 = \left( \frac{(2 \text{ atm.})(55.965 \text{ L})^{\frac{7}{5}}}{(20 \text{ atm})} \right)^{\frac{5}{7}}$$

$$V_2 = 10.81 \text{ L.}$$

Böylece gazın sıkışma sonrası sıcaklığı;

$$T_2 = \left( \frac{V_1 T_1^{\frac{R}{C_p}}}{V_2} \right)^{\frac{C_p}{R}} \rightarrow T_2 = \left( \frac{(55.965 \text{ L})(273 \text{ K})^{\frac{5}{2}}}{(10.81 \text{ L})} \right)^{\frac{2}{5}}$$

$$T_2 = 527 \text{ K}$$

$$\Delta U = nC_v dT$$

$$\Delta U = (5 \text{ mol}) \left( \frac{5}{2} 8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} \right) (527 \text{ K} - 273 \text{ K})$$

$$\Delta U = 3175 \text{ J}$$

iş büyüklüğü iç enerji değişimine eşittir.

4. Herhangi bir gazın kısmi basıncı;

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

eşitliğinden hesaplanabilir.

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{(1 \text{ mol})(0.082 \text{ atm. L. mol}^{-1}\text{K}^{-1})(300 \text{ K})}{(5 \text{ L}) - (1 \text{ mol})(4.267 \times 10^{-2} \text{ Lmol}^{-1})} - \frac{(1 \text{ mol})^2 (3.640 \text{ L}^2 \text{ atm. mol}^{-2})}{(5 \text{ L})^2}$$

$$P_{\text{CO}_2} = 4.82 \text{ atm.}$$

$$P_{\text{CH}_4} = \frac{(1 \text{ mol})(0.082 \text{ atm. L. mol}^{-1}\text{K}^{-1})(300 \text{ K})}{(5 \text{ L}) - (1 \text{ mol})(4.278 \times 10^{-2} \text{ Lmol}^{-1})} - \frac{(1 \text{ mol})^2 (2.283 \text{ L}^2 \text{ atm. mol}^{-2})}{(5 \text{ L})^2}$$

$$P_{\text{CH}_4} = 4.87 \text{ atm.}$$

$$P_{\text{O}_2} = \frac{(1 \text{ mol})(0.082 \text{ atm. L. mol}^{-1}\text{K}^{-1})(300 \text{ K})}{(5 \text{ L}) - (1 \text{ mol})(3.183 \times 10^{-2} \text{ Lmol}^{-1})} - \frac{(1 \text{ mol})^2 (1.378 \text{ L}^2 \text{ atm. mol}^{-2})}{(5 \text{ L})^2}$$

$$P_{\text{O}_2} = 4.90 \text{ atm.}$$

$$P_{\text{H}_2} = \frac{(1 \text{ mol})(0.082 \text{ atm. L. mol}^{-1}\text{K}^{-1})(300 \text{ K})}{(5 \text{ L}) - (1 \text{ mol})(2.661 \times 10^{-2} \text{ Lmol}^{-1})} - \frac{(1 \text{ mol})^2 (0.2476 \text{ L}^2 \text{ atm. mol}^{-2})}{(5 \text{ L})^2}$$

$$P_{\text{H}_2} = 4.94 \text{ atm.}$$

Toplam basınç;

$$P_T = P_{CO_2} + P_{CH_4} + P_{O_2} + P_{H_2}$$

$$P_T = 4.82 \text{ atm} + 4.87 \text{ atm} + 4.90 \text{ atm} + 4.94 \text{ atm}$$

$$P_T = 19.53 \text{ atm}$$

olarak hesaplanabilir.

5. Mol tartısı  $50 \text{ g mol}^{-1}$  ve çarpışma çapı  $4 \text{ \AA}$  olan moleküllerin  $1 \times 10^{-3} \text{ atm}$ . ve  $500 \text{ K}$  de serbest yol uzunluğunu

Bu şartlar altında  $1 \text{ cm}^3$  de yer alan moleküllerin sayısı  $N^*$ ;

$$N^* = \frac{PV}{RT} N^0$$

$$N^* = \frac{(1 \times 10^{-3} \text{ atm})(1 \times 10^{-3} \text{ L})}{(0.082 \text{ atm. L. mol}^{-1} \text{K}^{-1})(500 \text{ K})} (6.02 \times 10^{23} \text{ molekül mol}^{-1})$$

$$N^* = 1.52 \times 10^{16} \text{ molekül cm}^{-3}$$

Bu moleküllerin ortalama hızı  $\bar{u}$ ;

$$\bar{u} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

$$\bar{u} = \sqrt{\frac{8(8.314 \times 10^7 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1})(500 \text{ K})}{3.14(50 \text{ g mol}^{-1})}}$$

$$\bar{u} = 46024 \text{ cm s}^{-1}$$

Ortalama serbest yol uzunluğu  $L$ ;

$$L = \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 N^*} \rightarrow L = \frac{1}{\sqrt{2}(3.14)(4 \times 10^{-8})^2 (1.52 \times 10^{16})} = 2.9 \times 10^{-2} \text{ cm.}$$

Çarpışma frekansı  $Z_1$ ;

$$Z_1 = \sqrt{2}\pi d^2 \bar{u} N^* \rightarrow Z_1 = \sqrt{2}(3.14)(4 \times 10^{-8})^2 (46024 \text{ cm})(1.52 \times 10^{16})$$
$$Z_1 = 1.58 \times 10^6 \text{ carpisma molekül}^{-1}$$

$1 \text{ cm}^3$  deki toplam çarpışma sayısı  $Z_{11}$  ise;

$$Z_{11} = Z_1 N^* / 2$$

$$Z_{11} = (1.58 \times 10^6)(1.52 \times 10^{16}) / 2$$

$$Z_{11} = 1.2 \times 10^{22} \text{ carpisma cm}^{-3}$$