



FİZİKSEL KİMYA I ARA SINAVI

29.11.2007

NO :

AD SOYAD :

1. H_2 ve O_2 moleküllerinin çarpışma çapları sırasıyla 2.73 ve 3.57 Å dur. Aynı ortalama serbest yol uzunluğuna sahip olmaları için birbirlerine göre basınçları ne olmalıdır?
2. CO_2 için van der Waals sabitleri a ve b sırasıyla $3.640 L^2 atm. mol^{-2}$ ve $4.267 \times 10^{-2} L mol^{-1}$ dir. 273 K de PV değeri basınç artmasıyla önce azalır daha sonra artış gösterir. 1 mol CO_2 için PV değerinin minimum olduğu P, V değerini hesaplayınız
3. 250 K deki 5 mol gaz adyabatik olarak 10 atm den 1 atm basınca genişliyor. Olay sırasındaki iç enerji değişimini hesaplayınız. Gazın ideal davranış gösterdiğini varsayınız. Gaz için $C_v = 3R/2$ dir.
4. 50 atm. ve 300 K deki 1 mol gaz izotermal tersinir olarak 10 atm. ve 500 K getirilecek olursa yapacağı minimum ve maksimum iş ne kadar olur? Olay sırasındaki iç enerji değişiminin büyüklüğünü hesaplayınız. İdeal davranış gösteren bu gaz için C_v nin $3R/2$ olduğunu düşününüz.

Sınav Süresi 90 dakıkadır.

Başarılar

CEVAP ANAHTARI :

1. Ortalama serbest yol uzunluğu $L = \frac{1}{\sqrt{2\pi}d^2N^*}$ olduğundan ve her iki gaz için ortalama serbest yol büyüklükleri eşit olması gerektiğinden ($L_{O_2} = L_{H_2}$); $d_{O_2}^2 N_{O_2}^* = d_{H_2}^2 N_{H_2}^*$ olmalıdır. Böylece;
 $(3.57 \text{ A})^2 N_{O_2}^* = (2.73 \text{ A})^2 N_{H_2}^*$
 $\frac{N_{H_2}^*}{N_{O_2}^*} = 1.71$ olmalıdır. Basınç ortamdaki tanecik sayısı ile orantılı olacağından $\frac{P_{H_2}}{P_{O_2}} = 1.71$ olmalıdır.

2. 1 mol gaz için van der Walls eşitliği $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$ veya $P = \frac{RT}{(V - b)} - \frac{a}{V^2}$ şeklinde yazılabileceğinden;

$$PV = \frac{RTV}{(V - b)} - \frac{a}{V}$$

yazılabilir. $d(PV)/dV = 0$ yapan değer fonksiyonun minimum veya maksimum değerini verecektir. Böylece ;

$$\frac{RT(V - b) + RTV}{(V - b)^2} + \frac{a}{V^2} = 0$$

$$\frac{2RTV^3 - RTbV^2 + a(V - b)^2}{(V - b)^2 V^2} = 0$$

$$2RTV^3 - RTbV^2 + a(V - b)^2 = 0$$

$$2RTV^3 - RTbV^2 + aV^2 - 2abV + ab^2 = 0$$

olacaktır. Ortam şartları için;

$$2(0.082)(273)V^3 - (0.082)(273)(4.267 \times 10^{-2})V^2 + 3.640V^2 - 2(3.640)(4.267 \times 10^{-2})V + (3.640)(4.267 \times 10^{-2})^2 = 0$$

$$44.772V^3 + 2.685V^2 - 0.311V + 0.00663 = 0$$

yaklaşık olarak

$$44.772V^2 + 2.685V - 0.311 \cong 0$$

kabul edilebilir.

$$V_1 = -0.119 \text{ L} \quad (\text{hacim negatif olamayacağından})$$

$$V_2 = 0.059 \text{ L} \quad (\text{kabul edilebilir.})$$

Böylece Basınç

$$P = \frac{RT}{(V - b)} - \frac{a}{V^2}$$

$$P = \frac{(0.082)(273 \text{ K})}{(0.059 \text{ L} - 4.267 \times 10^{-2})} - \frac{3.640}{0.059^2} = 325 \text{ atm. olarak elde edilebilir.}$$

3. $P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$ olduğundan $C_p = C_v + R$ ilişkisi geçerli olduğu için $C_p/C_v = 5/3$ olarak elde edilebilir.

Gazın ilk hacmi

$$V = \frac{nRT}{P}$$
$$V_i = \frac{(5 \text{ mol})(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(250 \text{ K})}{(10 \text{ atm})} = 10.25 \text{ L}$$

$$V_2 = \left(\frac{P_1 V_1^{\frac{5}{3}}}{P_2} \right)^{\frac{3}{5}}$$

$$V_2 = \left(\frac{(10 \text{ atm.})(10.25 \text{ L})^{\frac{5}{3}}}{(1 \text{ atm.})} \right)^{\frac{3}{5}} = 40.81 \text{ L}$$

Ayrıca

$$V_1 T_1^{\frac{C_v}{R}} = V_2 T_2^{\frac{C_v}{R}}$$

olduğundan;

$$T_2 = \left(\frac{V_1 T_1^{\frac{3}{2}}}{V_2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$T_2 = \left(\frac{(10.25 \text{ L})(250 \text{ K})^{\frac{3}{2}}}{(40.81 \text{ L})} \right)^{\frac{2}{3}} = 99.5 \text{ K}$$

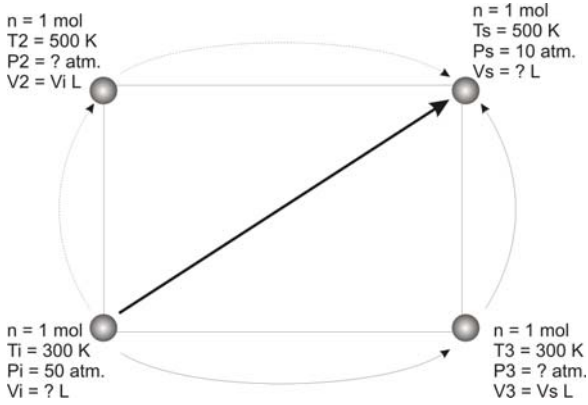
Sistemin iç enerji değişimi

$$\Delta U = nC_v dT$$

$$\Delta U = (5 \text{ mol}) \left(\frac{3(8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})}{2} \right) (99.5 \text{ K} - 250 \text{ K}) = -9384 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

olarak hesaplanabilir.

4. İzotermal tersinir bir süreç için ortaya çıkacak iş büyüklüğü;



$$W = -nRT \ln \frac{V_s}{V_i}$$

olacaktır. Maksimum ve minimum iş aşağıda görülen 2 farklı yoldan meydana gelebilir. Her bir durumdaki hacim büyüklükleri;

PV=nRT eşitliğinden;

$$V_2 = V_i = \frac{(1 \text{ mol})(0.082 \text{ atm} \cdot \text{L mol}^{-1} \text{K}^{-1})(300 \text{ K})}{(50 \text{ atm.})} = 0.492 \text{ L.}$$

$$V_3 = V_s = \frac{(1 \text{ mol})(0.082 \text{ atm} \cdot \text{L mol}^{-1} \text{K}^{-1})(500 \text{ K})}{(10 \text{ atm.})} = 4.100 \text{ L.}$$

Yukarıdaki sürece göre iç enerji değişimi sıcaklık değişiminin meydana geldiği adımlarda ($V_i \rightarrow V_2$ ve $V_3 \rightarrow V_s$) ortaya çıkar. $\Delta U = nC_v dT$ olduğundan iç enerji değişimi her iki durumda da aynı büyüklüktedir.

$$\Delta U = (1 \text{ mol})\left(\frac{3}{2} 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}\right)(500 \text{ K} - 300 \text{ K}) = 2494 \text{ J}$$

olarak hesaplanabilir.

İş yapılan adımlar ise hacim değişiminin olduğu adımlardır ($V_i \rightarrow V_3$ ve $V_2 \rightarrow V_s$).

$$W = -nRT \ln \frac{V_3}{V_i}$$

$$W = -(1 \text{ mol})(8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1})(300 \text{ K}) \ln \frac{(4.100 \text{ L})}{(0.492 \text{ L})} = -5288 \text{ J}$$

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

$$W = -(1 \text{ mol})(8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1})(500 \text{ K}) \ln \frac{(4.100 \text{ L})}{(0.492 \text{ L})} = -8814 \text{ J}$$