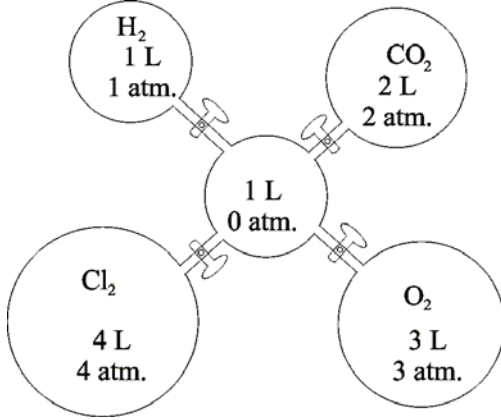




NO :

AD SOYAD :



1. Yandaki düzenekte 298 K de tutulmaktadır. Musluklar açıldıktan sonra gazlar birbirlerine karışıyorlar ve 5 kaba yayılıyor. Sıcaklık 500 K e getiriliyor. Bu son durumda gazların kısmi basınçlarının ne kadar olduğunu hesaplayınız. Not : Gazların ideal davranış gösterdiklerini varsayınız.
2. 298 K de gazların ortalama hızının 100, 200, 400, 800 m s⁻¹ olması için mol tartılarının ne kadar olmasını beklersiniz.
3. van der Waals sabitleri a ve b sırasıyla 1.363 L² atm. mol⁻² ve 3.219x10⁻² L mol⁻¹ olan 15 mol argonun 500 K de 10 L kap içindeki basıncı ne kadardır? Gaz, a ve b sabitleri sırasıyla 18.24 L² atm. mol⁻² ve 11.54x10⁻² L mol⁻¹ olan benzen olmuş olsaydı. Basıncın ne kadar olmasını beklersiniz?
4. He, C₂H₂ ve C₄H₁₀ gazlarının 25 ve 1200 °C de civarında Cp değerlerinin ne kadar olmasını beklersiniz? Beklediğiniz değere en yakın ve en uzak gazın hangisi olmasını beklersiniz? Nedenleriyle açıklayınız.
5. 10 atm. 298 K deki 5 mol CH₄ gazı izotermal tersinir olarak hacmi 5 kat artırıyor. Ardından basıncı yeniden 10 atm. oluncaya kadar adyabatik olarak sıkıştırılıyor. Gazın ideal davranış gösterdiğini varsayarak her bir adımdaki ΔU, q, W büyüklüğünü hesaplayınız. Not : Cp(CH₄) = 35.31 J mol⁻¹ K⁻¹.
6. C₂H₂(g)+2H₂(g) → C₂H₆(g), C₂H₂(g)+2Cl₂(g) → C₂H₂Cl₄(g) ve C₂H₄+NH₃ → C₂H₅NH₂ reaksiyonları için reaksiyon entalpilerini aşağıdaki tablodan yararlanarak hesaplayınız.

Bond Enthalpies for Chemical Bonds in kJ mol⁻¹

Single bonds				Multiple bonds			
H—H	436	C—H	415	C—C	344	C=C	615
C—C	344	N—H	391	Cl—Cl	243	C≡C	812
H—Cl	432	N—O	175	C—N	292	C=O	724

Sınav Süresi 100 dakıkadır.

Başarılar

CEVAP ANAHTARI :

1. $T_1 = 298 \text{ K}$

$T_2 = 500 \text{ K}$

Her bir gazın mol sayısı sırasıyla;

$$n(\text{H}_2) = \frac{PV}{RT}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{(1 \text{ atm.})(1 \text{ L})}{(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(298 \text{ K})} = 0.041 \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{(2 \text{ atm.})(2 \text{ L})}{(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(298 \text{ K})} = 0.164 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{(3 \text{ atm.})(3 \text{ L})}{(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(298 \text{ K})} = 0.368 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{(4 \text{ atm.})(4 \text{ L})}{(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(298 \text{ K})} = 0.655 \text{ mol}$$

Böylece toplam mol sayısı $n_T = 0.041 + 0.164 + 0.368 + 0.655 = 1.228 \text{ mol}$;

Musluklar açıldıktan sonra gazın yayılacağı toplam hacim ise V_T ;

$$V_T = 1.0 + 2.0 + 3.0 + 4.0 + 1.0 = 11.0 \text{ L dir.}$$

Bu durumda gaz karışımının 500 K deki basıncı;

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

$$P_T = \frac{(1.228 \text{ mol})(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(500 \text{ K})}{(11.0 \text{ L})} = 4.577 \text{ atm.}$$

Her bir gazın kısmi basıncı ise;

$$\chi_i = \frac{n_i}{n_T} P_T$$

$$\chi_i(\text{H}_2) = \frac{n_{(\text{H}_2)}}{n_T} P_T$$

$$\chi_i(\text{H}_2) = \frac{(0.041 \text{ mol})}{(1.228 \text{ mol})} (4.577 \text{ atm}) = 0.153 \text{ atm.}$$

$$\chi_i(\text{CO}_2) = \frac{(0.164 \text{ mol})}{(1.228 \text{ mol})} (4.577 \text{ atm}) = 0.611 \text{ atm.}$$

$$\chi_i(\text{O}_2) = \frac{(0.368 \text{ mol})}{(1.228 \text{ mol})} (4.577 \text{ atm}) = 1.372 \text{ atm.}$$

$$\chi_i(\text{Cl}_2) = 4.577 - (0.153 + 0.611 + 1.372) = 2.441 \text{ atm.}$$

2. Ortalama moleküller hızları $M_i = \frac{8RT}{\pi V^2}$ formülü ile ilişkili olacaktır;

298 K de 100, 200, 400 ve 800 m s⁻¹ ortalama hıza sahip moleküllerin kütlesi

$$M(100) = \frac{(8)(8.314 \times 10^7 \text{ erg mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(298 \text{ K})}{(100 \text{ ms}^{-1})^2 \pi} = 1982 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(200) = \frac{(8)(8.314 \times 10^7 \text{ erg mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(298 \text{ K})}{(200 \text{ ms}^{-1})^2 \pi} = 495 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(400) = \frac{(8)(8.314 \times 10^7 \text{ erg mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(298 \text{ K})}{(400 \text{ ms}^{-1})^2 \pi} = 123 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(800) = \frac{(8)(8.314 \times 10^7 \text{ erg mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(298 \text{ K})}{(800 \text{ ms}^{-1})^2 \pi} = 30 \text{ g mol}^{-1}$$

olacaktır.

3. $n = 15 \text{ mol}$

$$T = 500 \text{ K}$$

$$V = 10 \text{ L}$$

$$a(\text{Ar}) = 1.363 \text{ L}^2 \text{ atm. mol}^{-2}$$

$$b(\text{Ar}) = 3.219 \times 10^{-2} \text{ L mol}^{-1} \text{ atm. mol}^{-2}$$

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

$$P = \frac{(15 \text{ mol})(0.082 \text{ atm. L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(500 \text{ K})}{(10 \text{ L} - (15 \text{ mol})(3.219 \times 10^{-2} \text{ L mol}^{-1}))} - \frac{(15 \text{ mol})^2 (1.363 \text{ L}^2 \text{ atm. mol}^{-2})}{(10 \text{ L})^2} = 41 \text{ atm.}$$

$$a(\text{Benzen}) = 18.24 \text{ L}^2 \text{ atm. mol}^{-2}$$

$$b(\text{Benzen}) = 11.54 \times 10^{-2} \text{ L mol}^{-1} \text{ atm. mol}^{-2} \text{ olan benzen için } P;$$

$$P = \frac{(15 \text{ mol})(0.082 \text{ atm. L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(500 \text{ K})}{(10 \text{ L} - (15 \text{ mol})(11.54 \times 10^{-2} \text{ L mol}^{-1}))} - \frac{(15 \text{ mol})^2 (18.24 \text{ L}^2 \text{ atm. mol}^{-2})}{(10 \text{ L})^2} = 28 \text{ atm.}$$

olarak hesaplanabilir.

4. Düşük sıcaklıklarda spesifik ısıların yalnızca öteleme ve dönme enerjilerinden ve yüksek sıcaklıklarda öteleme ve dönmenin yanı sıra titreşim enerjilerinden kaynaklandığı düşünülürse, ayrıca;
- He tek atomlu bir gaz olup spesifik ısısına dönme ve titreşimden kaynaklanan bir katkı yoktur.
- C₂H₂ lineer bir molekül olup 2 eksende dönme ve 3N-5 titreşim hareketinden kaynaklanan katkısı söz konusudur.

C_4H_{10} açısız bir moleköl olup 3 ekseninde dönme ve $3N-6$ titreşim hareketinden kaynaklanan katkısı söz konusudur. Ayrıca C_p değerleri $C_p = C_v + R$ eşitliğinden hesaplanabilir. Titreşim hareketleri çok yüksek sıcaklıklarda tam olarak dikkate alınması gereken değerler olduğundan en çok sapma büyük moleküllerde meydana gelir. En yaklaşık değer He için elde edilir. Gerçek değerlerden en çok sapan spesifik ısı C_4H_{10} a ait olacaktır.

MOLEKÜL	25 °C de (Öteleme ve Dönme enerjileri dikkate alınarak)	1200 °C de (Öteleme, Dönme ve titreşim enerjileri dikkate alınarak)
He	Öteleme $C_v(\text{öteleme}) = 3(1/2)R = 3R/2$ $C_v = 3R/2$	Öteleme $C_v(\text{öteleme}) = 3(1/2)R = 3R/2$ $C_v = 3R/2$
C_2H_2	Öteleme $C_v(\text{öteleme}) = 3(1/2)R = 3R/2$ Dönme $C_v(\text{dönme}) = 2(1/2)R = R$ $C_v = 3R/2 + R = 5R/2$ $C_p = 5R/2 + R = 7R/2$	Öteleme $C_v(\text{öteleme}) = 3(1/2)R = 3R/2$ Dönme $C_v(\text{dönme}) = 2(1/2)R = R$ Titreşim $C_v(\text{titreşim}) = (3 \times 4 - 5)R = 6R$ $C_v = 3R/2 + R + 6R = 17R/2$ $C_p = 17R/2 + R = 19R/2$
C_4H_{10}	Öteleme $C_v(\text{öteleme}) = 3(1/2)R = 3R/2$ Dönme $C_v(\text{dönme}) = 3(1/2)R = 3R/2$ $C_v = 3R/2 + 3R/2 = 3R$ $C_p = 3R + R = 4R$	Öteleme $C_v(\text{öteleme}) = 3(1/2)R = 3R/2$ Dönme $C_v(\text{dönme}) = 3(1/2)R = 3R/2$ Titreşim $C_v(\text{titreşim}) = (3 \times 14 - 6)R = 36R$ $C_v = 3R/2 + 3R/2 + 36R = 39R$ $C_p = 39R + R = 40R$

$$n(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_T} n_T$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{20}{100} 0.041 = 0.0082 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}_2) = n_T - n(\text{O}_2)$$

$$n(\text{N}_2) = 0.041 \text{ mol} - 0.0082 \text{ mol} = 0.0328 \text{ mol}$$

25 °C de dengeden sonra A ve B sıvılarının buhar basınçlarından mol sayıları;

$$n(\text{A}) = \frac{PV}{RT}$$

$$n(\text{A}) = \frac{\left(\frac{1 \text{ atm.}}{760 \text{ mmHg}} 20 \text{ mmHg} \right) (1 \text{ L})}{(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) (298 \text{ K})} = 1.08 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{B}) = \frac{PV}{RT}$$

$$n(\text{B}) = \frac{\left(\frac{1 \text{ atm.}}{760 \text{ mmHg}} 40 \text{ mmHg} \right) (1 \text{ L})}{(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) (298 \text{ K})} = 2.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

25 °C de dengedeki toplam buhar basıncı;

$$P_T = \frac{n(\text{O}_2 + \text{N}_2 + \text{A} + \text{B})RT}{V}$$

$$P_T = \frac{(0.0082 \text{ mol} + 0.0328 \text{ mol} + 0.00108 \text{ mol} + 0.0022 \text{ mol}) (0.082 \text{ atm. L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) (298 \text{ K})}{(1 \text{ L})} = 1.08 \text{ atm.}$$

25 °C de her bir gazın kısmi basıncı;

$$P_i = \frac{n_i}{n_T} P_T$$

$$P_{O_2} = \frac{0.0082 \text{ mol}}{0.04428 \text{ mol}} 1.08 \text{ atm.} = 0.2 \text{ atm.}$$

$$P_{N_2} = \frac{0.0328 \text{ mol}}{0.04428 \text{ mol}} 1.08 \text{ atm.} = 0.8 \text{ atm.}$$

$$P_A = \frac{0.00108 \text{ mol}}{0.04428 \text{ mol}} 1.08 \text{ atm.} = 0.026 \text{ atm.}$$

$$P_B = \frac{0.0022 \text{ mol}}{0.04428 \text{ mol}} 1.08 \text{ atm.} = 0.054 \text{ atm.}$$

olarak hesaplanabilir.

50 °C de N₂ ve O₂ mol sayıları değişmeyeceğinden ve A ve B nin buhar basınçları 60 ve 110 mmHg olduğundan;

$$n(A) = \frac{\left(\frac{1 \text{ atm.}}{760 \text{ mmHg}} 60 \text{ mmHg} \right) (1 \text{ L})}{(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) (348 \text{ K})} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(B) = \frac{\left(\frac{1 \text{ atm.}}{760 \text{ mmHg}} 110 \text{ mmHg} \right) (1 \text{ L})}{(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) (348 \text{ K})} = 5.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

50 °C de sistemdeki toplam basınç;

$$P_T = \frac{n(O_2 + N_2 + A + B)RT}{V}$$

$$P_T = \frac{(0.0082 \text{ mol} + 0.0328 \text{ mol} + 0.0030 \text{ mol} + 0.0055 \text{ mol})(0.082 \text{ atm. L mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(348 \text{ K})}{(1 \text{ L})} = 1.41 \text{ atm.}$$

50 °C de her bir gazın kısmi basıncı;

$$P_i = \frac{n_i}{n_T} P_T$$

$$P_{O_2} = \frac{0.0082 \text{ mol}}{0.0495 \text{ mol}} 1.41 \text{ atm.} = 0.234 \text{ atm.}$$

$$P_{N_2} = \frac{0.0328 \text{ mol}}{0.0495 \text{ mol}} 1.41 \text{ atm.} = 0.934 \text{ atm.}$$

$$P_A = \frac{0.00108 \text{ mol}}{0.0495 \text{ mol}} 1.41 \text{ atm.} = 0.031 \text{ atm.}$$

$$P_B = \frac{0.0022 \text{ mol}}{0.0495 \text{ mol}} 1.41 \text{ atm.} = 0.211 \text{ atm.}$$

olarak hesaplanabilir.

5. Birim zamandaki toplam çarpışma sayısı 10^{27} çarpışma $\text{cm}^{-3} \text{s}^{-1}$ ve $Z_{11} = Z_1 * N_x / 2$ olduğundan; Ayrıca;

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

$$N_x = \frac{(0.1 \text{ atm})(1 \times 10^{-3} \text{ cm}^3)}{(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}) T} 6.02 \times 10^{23} \text{ molekül mol}^{-1} = \frac{7.34 \times 10^{20}}{T}$$

olarak hesaplanabilir.

Moleküllerin ortalama hızı ise;

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

$$\bar{u} = \sqrt{\frac{8(8.314 \times 10^7 \text{ erg mol}^{-1} \text{K}^{-1})T}{(3.14)(70 \text{ g mol}^{-1})}} = 1739.11\sqrt{T}$$

olarak hesaplanabilir. Ortalama serbest yol uzunluğu ise;

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

$$L = \frac{T}{\sqrt{2}\pi(8 \times 10^{-8} \text{ cm})^2(7.34 \times 10^{20})} = 4.79 \times 10^{-8} T$$

olarak hesaplanabilir.

$$Z_1 = \sqrt{2}\pi d^2 \bar{u} N_x$$

$$Z_1 = \sqrt{2}\pi(8 \times 10^{-8} \text{ cm})^2(1739.11\sqrt{T})\left(\frac{7.34 \times 10^{20}}{T}\right) = \frac{3.63 \times 10^{10}}{\sqrt{T}}$$

$$Z_{11} = \frac{Z_1 N_x}{2}$$

$$Z_{11} = \frac{\left(\frac{3.63 \times 10^{10}}{\sqrt{T}}\right)\left(\frac{7.34 \times 10^{20}}{T}\right)}{2} = 1 \times 10^{27}$$

$$T = 562 \text{ K}$$

Ortalama serbest yol uzunluğu ise;

$$L = 4.79 \times 10^{-8} T$$

$$L = 2.69 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

olarak hesaplanabilir.

6. İndirgenmiş basınç ve sıcaklık sırasıyla $P_R = P/P_c$ ve $T_R = T/T_c$ olduğundan

$$P(\text{CH}_3\text{OH}) = (2)(78.5 \text{ atm}) = 157 \text{ atm.}$$

$$P(\text{C}_6\text{H}_6) = (2)(47.9 \text{ atm}) = 98.5 \text{ atm.}$$

$$T(\text{CH}_3\text{OH}) = (1.1)(513.1 \text{ atm}) = 564.4 \text{ K}$$

$$T(\text{C}_6\text{H}_6) = (1.1)(561.6 \text{ atm}) = 517.8 \text{ K}$$

$$V = znRT/P$$

$$V(\text{CH}_3\text{OH}) = (0.4)(1 \text{ mol})(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{K}^{-1})(564.4 \text{ K})/(157 \text{ atm.}) = 0.118 \text{ L}$$

$$V(\text{C}_6\text{H}_6) = (0.4)(1 \text{ mol})(0.082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{K}^{-1})(517.8 \text{ K})/(98.5 \text{ atm.}) = 0.172 \text{ L}$$

GAZ	Pc /atm.	Tc /K	P / atm.	T / K	V / L
CH ₃ OH	78.5	513.1	157	564.4	0.118
C ₆ H ₆	47.9	561.6	98.5	517.8	0.172

olarak doldurulabilir.

7. İzotermal tersinir genişleme için iş W;

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

$$W = -(2 \text{ mol})(8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(300 \text{ K}) \ln \frac{400 \text{ L}}{100 \text{ L}} = -6915 \text{ J}$$

aynı iş 600 K de yapılmış olsaydı.

$$W = -(2 \text{ mol})(8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1})(600 \text{ K}) \ln \frac{V_2}{100 \text{ L}} = -6915 \text{ J}$$

$$V_2 = 200 \text{ L}$$

İzotermal süreçlerde sıcaklık değişmediğinden ($dT=0$) ve $\Delta U=nC_vdT$ olduğundan iç enerji değişimi $\Delta U=0$ dır. Ayrıca $\Delta U=W+q$ olduğundan $q=-W=6915 \text{ J}$ dür.

8. Böyle bir süreç için sıcaklık değişimi;

$$T_2 = \left(\frac{V_1 T_1^{C_v/R}}{V_2} \right)^{R/C_v}$$

$$T_2 = \left(\frac{(100 \text{ L})(300 \text{ K})^{3/2}}{(400 \text{ L})} \right)^{2/3} = 119 \text{ K}$$

dışarıdan ısı alışverişi olmadığından ($q=0$) ve $\Delta U=W+q$ eşitliğinden $\Delta U=W$ olacaktır.
 $\Delta U = nC_vdT$

$$\Delta U = (2 \text{ mol}) \left(\frac{3}{2} 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \right) (119 \text{ K} - 300 \text{ K}) = -4514.5 \text{ J}$$