المدرسة العليا للأساتذة طالب عبد الرحمن بالأغواط
Ecole Normale Supérieure de Laghouat *Taleb Abderrahmane*

قسم العلوم الدقيقة
السنة الأولى علوم دقيقة ثانوي و متوسط

الأغواط في 09 فيفري 2022
(1سا و 30 د)

الامتحان الأول في مقرر الثرموديناميك

التمرين الأول: 6 ن

لديك ثلاث غازات مثالية معرفة بالضغط ودرجة الحرارة والحجم كالآتي:

غاز الهيدروجين $(H_2)(V_1 = 2,25L, P_1 = 0,3bar, T_1 = 293K)$

غاز ثنائي الآزوت $(N_2)(V_2 = 1,45L, P_2 = 0,8bar, T_2 = 280K)$

غاز الهيليوم $(He)(V_3 = 3,5L, P_3 = 0,5bar, T_3 = 285K)$

1- أحسب كمية المادة و كتلة كل غاز؟

نمزج الغازات الثلاث في إناء واحد حجمه $V = 6L$. أثناء عملية المزج تبقى الطاقة الداخلية للمزيج محفوظة.

2- أحسب درجة الحرارة النهائية T_f والضغط النهائي P_f للمزيج؟

3- أحسب الكسر المولي والضغط الجزئي لكل غاز في المزيج؟

المعطيات: السعة الحرارية عند حجم ثابت لغاز أحادي الذرة $C_V = \frac{3}{2}R$ و لغاز ثنائي الذرة $C_V = \frac{5}{2}R$، الكتلة المولية $M(H_2) = 2g.mol^{-1}, M(N_2) = 28g.mol^{-1}, M(He) = 4g.mol^{-1}$،

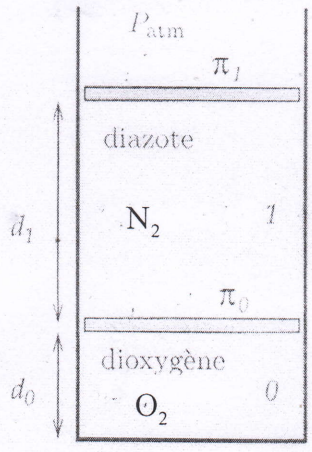
ثابت الغازات المثالية $R = 8,314J.K^{-1}.mol^{-1} = 8,314Pa.m^3.K^{-1}.mol^{-1} = 0,082L.atm.K^{-1}.mol^{-1}$.

$1bar = 1,013 \times 10^5 Pa \quad 1atm = 1,013bar$

التمرين الثاني: 6 ن

يبين الشكل المقابل أسطوانة مفتوحة من الأعلى تحت ضغط خارجي (P_{atm}) مساحة سطحها $S = 10^{-2}m^2$ ، مقسمة إلى قسمين بواسطة مكبسين π_0 و π_1 معزولين حراريا سمكهما وكتلتهما مهملتين ويتحركان من دون احتكاك. يحوى القسم 0 كمية مادة n_0 لغاز مثالي هو الأكسجين بإرتفاع d_0 أما القسم 1 فيحوى كمية مادة n_1 لغاز مثالي هو ثنائي الآزوت بإرتفاع d_1 وعندها تكون حالة التوازن (A): $T_0^A = 300K, P_0^A = 10^5 Pa, d_0^A = 0,2m,$

$T_1^A = 300K, P_1^A = P_{atm} = 10^5 Pa, d_1^A = 0,15m \quad , \gamma = 1,4$



نثبت المكبس π_0 ونترك المكبس π_1 يتحرك بحرية ثم نقوم بتماس جدران الأسطوانة (جدران الأسطوانة تسمح بنفاذ الحرارة) مع مثبت درجة الحرارة (Thermostat) عند درجة حرارة $T_{th} = 600K$ فنتحصل على حالة توازن جديد (B).

1- أحسب كمية المادة للغازين؟

2- أعط نوع التحول الحاصل في القسم 0 ثم أحسب T_0^B, P_0^B, d_0^B؟

3- أعط نوع التحول الحاصل في القسم 1 ثم أحسب T_1^B, P_1^B, d_1^B؟

4- أحسب العمل الميكانيكي $W_0^{A\to B}, W_1^{A\to B}$ ثم كمية الحرارة $Q_0^{A\to B}, Q_1^{A\to B}$ ؟

التمرين الثالث: 8 ن

مول من غاز مثالي يخضع إلى تحولات عكوسة من الحالة الابتدائية إلى الحالة النهائية وفق الطريقين (1) و (2) التاليين:

الطريق(1): تحول إيزوثرمي من الحالة الابتدائية $A(P_A, V_A, T_A)$ إلى الحالة الوسطية $B(P_B, V_B, T_B)$ ثم تحول عند حجم ثابت (إيزوكوري) إلى الحالة النهائية $C(P_C, V_C, T_C)$.

الطريق(2): تحول أديباتيكي من الحالة الابتدائية $A(P_A, V_A, T_A)$ إلى الحالة الوسطية $D(P_D, V_D, T_D)$ ثم تحول عند ضغط ثابت (إيزوباري) إلى الحالة النهائية $C(P_C, V_C, T_C)$.

1- أكمل الجدولين التاليين:

الجدول الأول: حساب الضغط والحجم ودرجة الحرارة عند كل حالة؟

الحالة	$P(atm)$	$V(L)$	$T(K)$
الحالة الإبتدائية A	1		273
الحالة الوسطية B			
الحالة الوسطية D			
الحالة النهائية C	0,5		546

الجدول الثاني: حساب العمل وكمية الحرارة والتغير في الطاقة الداخلية والتغير في الأنثالبية عند كل حالة؟

التحول	$Q(KJ)$	$W(KJ)$	$\Delta U(KJ)$	$\Delta H(KJ)$
$B \leftarrow A$				
$C \leftarrow B$				
$D \leftarrow A$				
$C \leftarrow D$				

المعطيات: السعة الحرارية المولية عند حجم ثابت $C_{V,m} = 12,55\,J.mol^{-1}.K^{-1}$ ، السعة الحرارية المولية عند ضغط ثابت $C_{p,m} = 20,92\,J.mol^{-1}.K^{-1}$

بالتوفيق

التصحيح النموذجي للإمتحان الأول في -
مقرر الترصود بنا ميك 2021-2022

التمرين الأول :

1- $n_{H_2} = \frac{P.V}{RT} = \frac{(0,3/1.013).2,25}{0,082 \times 293} = 0,028\ mol$

$m_{H_2} = n_{H_2} M_{H_2} = 0,055\ g$

$n_{N_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{(0,8/1.013).1,45}{0,082 \times 280} = 0,050\ mol$

$m_{N_2} = n_{N_2}.M_{N_2} = 1,40\ g$

$n_{He} = \frac{PV}{RT} = \frac{(0,5/1.013).3,5}{0,082 \times 285} = 0,074\ mol$

$m_{He} = n_{He}.M_{He} = 0,29\ g$

2- التغير الطاقة الداخلية الكلية للمزيج معدومة ومنه

$n_{H_2}.C_v.(T_f - T_1) + n_{N_2}.C_v.(T_f - T_2)$

$+ n_{He}.C_v(T_f - T_3) = 0.$

ومنه بعد التبسيط :

$T_f = \frac{2,5\, n_{H_2}.T_1 + 2,5\, n_{N_2}.T_2 + 1,5\, n_{He}.T_3}{2,5\, n_{H_2} + 2,5\, n_{N_2} + 1,5\, n_{He}}$

$T_f = 284,78\ K$

$P_f = \frac{n_t \times R \times T_f}{V} = \frac{0,152 \times 0,082 \times 284,78}{6}$

$P_f = 0,591\ atm = 0,599\ bar$

3- حسب قانون دالتون Dalton :

$P_i = x_i . P_t$

ومنه $P_{H_2} = \frac{n_{H_2}}{n_t} \times P_t = \frac{0,028}{0,152} \times 0,599 = 0,110\ bar$

$P_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_t} \times P_t = 0,197\ bar$

$P_{He} = \frac{n_{He}}{n_t} \times P_t = 0,292\ bar$

التمرين الثاني :

1- الغازي مثاليين ومنه :

$n = \frac{P.V}{RT} = \frac{P.S.d}{RT}$

ومنه، $n_0 = \frac{P_0^A . S\, d_0^A}{R . T_0^A} = \frac{10^5 . 10^{-2} . 0,2}{8,31 . 300}$: الأنبوبين

$n_0 = 0,08\ mol$

$n_1 = \frac{P_1^A . S\, d_1^A}{R\, T_1^A}$ ، $n_1 = 0,06\ mol$

2- نوع التحول في الشق 0 (غاز O_2) تسخين إيزوكور - ب -

$d_0^B = d_0^A = 0,2\ m$ ، $T_0^B = 600\ K$

ومنه :

$P_0^B = P_0^A \left(\frac{T_0^B}{T_0^A}\right) = 2.10^5\ Pa$

3- نوع التحول في الشق 1 هو تسخين إيزوبار - ب - ومنه

$P_1^B = P_1^A = P_{atm} = 10^5\ Pa.$ ، $T_1^B = 600\ K$

$d_1^B = d_1^A \left(\frac{T_1^B}{T_1^A}\right) = 0,30\ m$

4-

$W_0^{A \to B} = 0\ J$

$W_1^{A \to B} = -P_{atm}(V_1^B - V_1^A)$

$= -10^5 (10^{-2})(d_1^B - d_1^A) = -150\ J$

$Q_0^{A \to B} = C_V (T_0^B - T_0^A)$ ، $C_V = \frac{n_0 R}{(\gamma - 1)}$

$Q_1^{A \to B} = C_p (T_1^B - T_1^A)$ $C_p - C_V = R$

$C_p = \frac{n_1 R \gamma}{(\gamma - 1)}$

ت.ع :

$Q_0^{A \to B} = 4980\ J$

$Q_1^{A \to B} = 5235\ J$

التمرين الثالث :

1. الجدول رقم (01) :

$$V_A = \frac{nRT_A}{P_A} = \frac{1.0,082 \times 273}{1} = 22,4\ L$$

$T_A = T_B = 273\ K$ تحول إيزوثرمي A ← B

$$\gamma = \frac{C_{p,m}}{C_{v,m}} = \frac{5}{3} = 1,66$$

$$V_C = \frac{nRT_C}{P_C} = \frac{1.0,082 \times 546}{0,5} = 89,54\ L$$

$P_C = P_D = 0,5\ atm$ تحول إيزوبار D ← C

$V_C = V_B = 89,54\ L$ " إيزوكور B ← C

$$P_B = \frac{nRT_B}{V_B} = \frac{1.0,082.273}{89,54} = 0,25\ atm$$

تحول أديباتيكي A ← D

$$P_A V_A^{\gamma} = P_D . V_D^{\gamma} \Rightarrow \left(\frac{V_D}{V_A}\right)^{\gamma} = \frac{P_A}{P_D}$$

$V_D = 34\ L$

$$T_D = \frac{P_D . V_D}{nR} \Rightarrow T_D = 207,32\ K$$

2. التحول من A ← B إيزوثرمي

$$W_A^B = -nRT \ln \frac{V_B}{V_A} = -1.8,31.273 \times \ln \frac{89,6}{22,4} \Rightarrow$$

$W_A^B = -3,14\ KJ$

التحول من C ← B إيزوكور ومنه :

$$\Delta U = n C_{v,m} . (T_C - T_B)$$

$$\Delta U = 1 \times 12,55 (546 - 273) = 3,43\ KJ$$

$$\Delta H = n C_{p,m} (T_C - T_B) = 5,71\ KJ$$

التحول من A ← D أديباتيكي.

$$\Delta U = n C_{v,m} (T_D - T_A) = -0,88\ KJ$$

$$\Delta H = n C_{p,m} (T_D - T_A) = -1,37\ KJ$$

التحول من D ← C إيزوبار.

$$\Delta U = n C_{v,m} (T_C - T_D) = +4,24\ KJ$$

$$\Delta H = n C_{p,m} (T_C - T_D) = +7,08\ KJ$$

$$W_D^C = -P_D (V_C - V_D) = -2,84\ KJ$$

$$Q_D^C = \Delta H_D^C = +7,08\ KJ$$

$C_{v,m} = 12,55\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$C_{p,m} = 20,92$

التمرين الثالث: 8 ن

مول من غاز مثالي يخضع إلى تحولات عكوسة من الحالة الابتدائية إلى الحالة النهائية وفق الطريقين (1) و (2) التاليين:

الطريق(1): تحول إيزوثرمي من الحالة الابتدائية $A(P_A, V_A, T_A)$ إلى الحالة الوسطية $B(P_B, V_B, T_B)$ ثم تحول عند حجم ثابت (إيزوكوري) إلى الحالة النهائية $C(P_C, V_C, T_C)$.

الطريق(2): تحول أديباتيكي من الحالة الابتدائية $A(P_A, V_A, T_A)$ إلى الحالة الوسطية $D(P_D, V_D, T_D)$ ثم تحول عند ضغط ثابت (إيزوباري) إلى الحالة النهائية $C(P_C, V_C, T_C)$.

1- أكمل الجدولين التاليين:

الجدول الأول: حساب الضغط والحجم ودرجة الحرارة عند كل حالة؟

الحالة	P(atm)	V(L)	T(K)
الحالة الإبتدائية A	1	22,4	273
الحالة الوسطية B	0,25	89,54	273
الحالة الوسطية D	0,1	34	207,32
الحالة النهائية C	0,5	89,54	546

8 × (0,5) = 4 نقاط

الجدول الثاني: حساب العمل وكمية الحرارة والتغير في الطاقة الداخلية والتغير في الأنثالبية عند كل حالة؟

التحول	Q(KJ)	W(KJ)	ΔU(KJ)	ΔH(KJ)
B ← A	+3,14	-3,14	0	0
C ← B	+3,43	0	+3,43	+5,71
D ← A	0	-0,82	-0,82	-1,37
C ← D	+7,08	-2,84	+4,24	+7,08

16 × (0,25) = 4 نقاط

المعطيات: السعة الحرارية المولية عند حجم ثابت $C_{V,m} = 12,55\,J.mol^{-1}.K^{-1}$ ، السعة الحرارية المولية عند ضغط ثابت $C_{p,m} = 20,92\,J.mol^{-1}.K^{-1}$

بالتوفيق