

الامتحان الأول في مقرر الترموديناميك

التمرين الأول: 06 نقاط

يحتوي مزيج من غازات مثالية على 0,15 g من H<sub>2</sub> و 0,70 g من N<sub>2</sub> و 0,34 g من الأمونياك NH<sub>3</sub> عند ضغط 1atm و درجة حرارة 27°C.

1- أعط تعريفا للغاز المثالي؟ متى يمكن اعتبار الغاز الحقيقي غازا مثاليا؟ اكتب معادلتني الحالة لكل من الغاز المثالي والغاز الحقيقي.

2- احسب مايلي:

1-2 الضغط الجزئي لكل غاز.

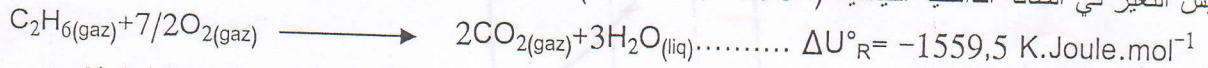
2-2 الكسر المولي لكل غاز.

3-2 الحجم الجزئي لكل غاز و كذا الحجم الكلي للمزيج. ماذا تستنتج؟

تعطى: H=1g/mole ; N=14g/mole ; R=0,082atm.l.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>

التمرين الثاني : 06 نقاط

قيس التغير في الطاقة الداخلية القياسية (P=1atm ;T=298K) لتفاعل احتراق الإيثان:



1- احسب قيمة التغير في الأنتالبي القياسي  $\Delta H^{\circ}_R$  لهذا التفاعل. ما هو نوع التفاعل من الناحية الترموديناميكية؟

2- عرف الأنتالبي القياسي لتشكل الإيثان، ثم استنتج التغير في الأنتالبي القياسي لتشكل الإيثان  $\Delta H^{\circ}_f(C_2H_6)$ .

3- احسب أنتالبي التفاعل التالي عند (P=1atm;T=298K)



4- عرف طاقة الرابطة الكيميائية، ثم احسب طاقة الرابطة التكافئية (C-H) في الإيثان.

المعطيات: الطاقات المعطاة في الجدول ب K.Joule/mol

$\Delta H^{\circ}$ (C-C) طاقة تفكك	$\Delta H^{\circ}$ تفكك (H <sub>2</sub> → H+H) <sub>gaz</sub>	$\Delta H^{\circ}$ تسمى (C <sub>s</sub> → C <sub>g</sub> )	$\Delta H^{\circ}_f(H_2O)_{liq}$	$\Delta H^{\circ}_f(CO_2)_{gaz}$
346,9	435,5	712,4	-287,6	-394,5

التمرين الثالث: 08 نقاط

تخضع كمية من غاز مثالي الى عدة تحولات متتالية ممثلة في المستوي VOP بالدورة ABCDA (انظر الشكل) حيث V

الحجم و P الضغط. AB و CD هما تحولات اديباتيكيان عكوسان.

النسبتان  $\frac{V_A}{V_B}$  و  $\frac{V_C}{V_B}$  معلومتان وكذا P<sub>A</sub> و T<sub>A</sub>.

1- ماذا يسمى المخطط VOP؟ حيث V الحجم و P الضغط.

- 2- تعرف على نوع التحولين BC و DA. علل إجابتك.
- 3- اكتب المعادلة التفاضلية لإحدى التحولين AB أو CD بدلالة كل من P و V. استنتج علاقة تميز التحول الأديباتيكي.
- 4- احسب عددياً  $T_D$ ،  $T_C$ ،  $T_B$ ،  $P_B$ .
- 5- اكتب العبارة الحرفية للعمل الميكانيكي المتبادل لكل الدورة.
- 6- اوجد العبارة الحرفية لمردود الدورة  $\rho$  بدلالة  $\gamma$ ،  $T_B$ ،  $T_C$ ،  $T_D$  و  $T_A$  ثم احسب  $\rho$ .
- علما أن عبارة مردود الدورة تعرف كمايلي: هي النسبة بين كمية الحرارة الممتصة و العمل المنجز خلال الدورة كلها.

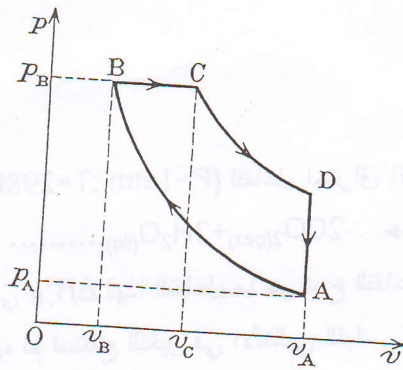
$$\rho = \frac{|W_{\text{cycle}}|}{Q_{(B-C)}}$$

$Q_{B-C}$ : كمية الحرارة الممتصة من طرف النظام.

$W_{\text{cycle}}$ : العمل الكلي للدورة.

$C_p$  و  $C_v$  مستقلان عن درجة الحرارة.

المعطيات:  $T_A=300K$  ;  $P_A=1\text{atm}$  ;  $\frac{V_A}{V_B}=8$  ;  $\frac{V_C}{V_B}=3$  ;  $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,4$



الشكل

$\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2, \text{g})$	$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{l})$	$\Delta H_f^\circ(\text{CO}, \text{g})$	$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2, \text{g})$	$\Delta H_f^\circ(\text{C}, \text{s})$
-393,5	-285,8	-110,5	0	0

المعطيات:

المعطيات:  $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2, \text{g}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$  ;  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$  ;  $\Delta H_f^\circ(\text{CO}, \text{g}) = -110,5 \text{ kJ/mol}$  ;  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2, \text{g}) = 0$  ;  $\Delta H_f^\circ(\text{C}, \text{s}) = 0$

المعطيات:  $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2, \text{g}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$  ;  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$  ;  $\Delta H_f^\circ(\text{CO}, \text{g}) = -110,5 \text{ kJ/mol}$  ;  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2, \text{g}) = 0$  ;  $\Delta H_f^\circ(\text{C}, \text{s}) = 0$



التبرين 1 : 6 نقاط

1- الغاز المثالى : هو الغاز الذى تكون فيه قوى الترابط بين الجزيئات معومة وهذا يكون فى الضغوط المنخفضة.

أو : هو الغاز الذى تخفف لعوائن الفيزيائية : بويل ماريتي Boyle Mariotte ، كاي لوساك Gay-Lussac ، ستارل Charle

Loi de Boyle - Mariotte :  $P \cdot V = \text{const}$  (0,5)

Loi de Charles :  $V = bT$  أو  $\frac{V}{T} = \text{const}$

Loi de Gay-Lussac :  $\frac{T}{P} = \text{const}$  أو  $T = aP$

كتابة معادلتى الحالة :

$PV = nRT$  - الغاز المثالى :

$P$  : الضغط ،  $V$  : الحجم ،  $T$  : درجة الحرارة (0,25)

$n$  : عدد المولات ،  $R$  : ثابت الغازات

- الغاز الحقيقي  $(P + n^2 \frac{a}{V^2})(V - nb) = nRT$   
 $a, b$  ثوابت خاصة بالغازات (0,25)

- يمكن اعتبار الغاز الحقيقي غاز مثالى عند الضغوط المنخفضة (0,25)

2- حساب :

1-2 الضغط الجزئى لكل غاز ، حسب قانون دالتون

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

$P_i = x_i P_T$  (0,25)  $x_i$  : الكسر المولى.

$n_i$  : عدد مولات كل غاز .

$n_T$  : عدد المولات الكلى .

$P_T$  : الضغط الكلى .

$P_i$  : الضغط الجزئى لكل غاز .

$P_{H_2} = x_{H_2} \cdot P_T = \frac{n_{H_2}}{n_{H_2} + n_{N_2} + n_{NH_3}} \cdot P_T$

$n = \frac{m}{M}$  :  $P_{H_2} = \frac{0,15/2}{0,12} \times P_T$  (0,25)

$n_T = n_{H_2} + n_{N_2} + n_{NH_3} = \frac{0,15}{2} + \frac{0,7}{28} + \frac{0,34}{17}$

$n_T = 0,12 \text{ mol}$

$P_{H_2} = 0,625 \text{ atm}$  (0,25)

$n_T = 0,075 + 0,05 + 0,02 = 0,12 \text{ mol}$

$P_{N_2} = \frac{0,107}{0,12} \times 1 = 0,208 \text{ atm}$   $P_{N_2}$  (0,25)

$P_{NH_3} = \frac{0,102}{0,12} \times 1 = 0,16 \text{ atm}$   $P_{NH_3}$  (0,25)

2-2 الكسر المولى لكل غاز :

$x_{H_2} = \frac{n_{H_2}}{n_T} = \frac{0,075}{0,12} = 0,625$  (0,25)

$x_{N_2} = \frac{0,107}{0,12} = 0,208$  (0,25)

$x_{NH_3} = \frac{0,102}{0,12} = 0,16$  (0,25)

$x_i = \frac{n_i}{n_T}$  الكسر المولى (0,25)

3-2 حساب الحجم الجزئى لكل غاز + الحجم الكلى ؟

$V_i = \frac{n_i RT}{P_i}$  باعتبار الغازات مثالية (0,25)

$V_{H_2} = \frac{n_{H_2} \cdot RT}{P_{H_2}} = \frac{0,075 \times 0,082 \times 300}{0,625} = 2,95 \text{ L}$  (0,25)

$V_{N_2} = \frac{n_{N_2} \cdot RT}{P_{N_2}} = \frac{0,107 \times 0,082 \times 300}{0,208} = 2,95 \text{ L}$  (0,25)

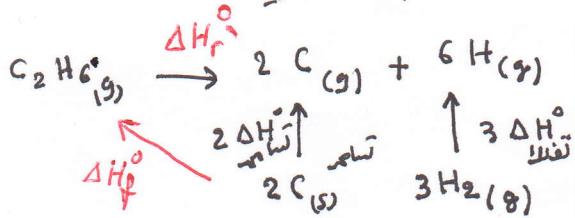
$V_{NH_3} = \frac{n_{NH_3} \cdot RT}{P_{NH_3}} = \frac{0,102 \times 0,082 \times 300}{0,16} = 3,07 \text{ L}$  (0,25)

حساب الحجم الكلى :  $V_T = \frac{n_T \cdot RT}{P_T} = \frac{0,12 \times 0,082 \times 300}{1} = 2,952 \text{ L}$  (0,25)

تلاحظ أن الحجم ككلها متساوية  $V_T = V_{H_2} = V_{N_2} = V_{NH_3}$

1 : 6 نقاط

3- حساب اثنائية التفاعل العاكس



ومن ثم:

$$\Delta H_r^\circ = -2\Delta H_{\text{تفاعل}}^\circ - 3\Delta H_{\text{تفاعل}}^\circ + \Delta H_{C_2H_6}^\circ$$

$$\Delta H_r^\circ = -2(717,4) - 3(475,5) + (-86,11)$$

$$\Delta H_r^\circ = -2817,41 \text{ KJ/mol}$$

4- تعريف طاقة الرابطة الكيميائية: هي الطاقة

الحرورية التي تُسبب تكسر الرابطة A-B المأخوذة من

اتجاه العكس عند السؤدد القياسي.

من أجل طاقة الرابطة C-H  $\Delta H$  أو E

لدينا:

$$\Delta H_r^\circ = 6\Delta H_{C-H}^\circ + \Delta H_{C-C}^\circ$$

$$\Delta H_{C-H}^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ - \Delta H_{C-C}^\circ}{6}$$

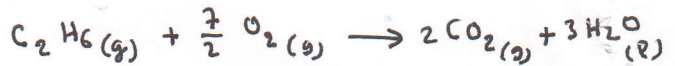
$$= \frac{-2817,41 - (-346,9)}{6}$$

$$\Delta H_{C-H}^\circ (E_{C-H}) = -411,75 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta H_{C-C}^\circ = -346,9 \text{ KJ/mol}$$

100%

التمرين II : 6 نقاط



$$\Delta U_R^\circ = -1559,5 \text{ KJ/mol}$$

لدينا:

$$H = U + pV$$

$$\Delta H^\circ = \Delta U^\circ + \Delta(pV) = \Delta U^\circ + \Delta(nRT)$$

$$\Delta H_r^\circ = \Delta U_r^\circ + \Delta n RT$$

ولدينا

$$\Delta n = \sum n_{\text{نواتج الغازية}} - \sum n_{\text{متفاعلات الغازية}}$$

$$\Delta n_g = 2 - 1 - \frac{7}{2} = -2,5 \text{ mol}$$

ومن ثم:

$$\Delta H_r^\circ = \Delta U_r^\circ + \Delta n_g RT$$

$$= -1559,5 \text{ KJ/mol} + (-2,5) \text{ mol} \times 8,31 \text{ J/K.mol} \times 10^3$$

$$\Delta H_r^\circ = -1565,69 \text{ KJ/mol}$$

نوع التفاعل  $\Delta H_r^\circ < 0$  تفاعل فاسخ لحرارة. (95)

2- اثنائية الشكل هي حرارة التفاعل المنطقية أو

المكتمة عندما يتكون 1 mol من المادة انطلاقاً من

عناصره الأولية. (15)

L'enthalpie standard de formation  $\Delta_f H^\circ$  d'une substance est l'enthalpie standard (par mole de la substance) de sa formation à partir de ses éléments dans leur état de référence.

لدينا:

$$\Delta H_r^\circ = \sum \nu \Delta_f H^\circ_{\text{نواتج}} - \sum \nu \Delta_f H^\circ_{\text{متفاعلات}}$$

$$\Delta H_r^\circ = 2\Delta_f H^\circ_{CO_2(g)} + 3\Delta_f H^\circ_{H_2O(l)} - \Delta_f H^\circ_{C_2H_6(g)}$$

$$\Delta_f H^\circ_{C_2H_6(g)} = 2\Delta_f H^\circ_{CO_2(g)} + 3\Delta_f H^\circ_{H_2O(l)} - \Delta H_r^\circ$$

$$\Delta_f H^\circ_{C_2H_6(g)} = 2 \times (-394,5) + 3 \times (-287,6) - (-1565,69)$$

$$\Delta_f H^\circ_{C_2H_6(g)} = -86,11 \text{ KJ/mol}$$



التحريك الثالث: نقطة

التحول AB ، التحول CD تحولان أديباتيريكوسا

معطيات:  $P_A$  معلومة ،  $T_A$  معلومة ،  $\frac{V_C}{V_B}$  معلومة ،  $\frac{V_A}{V_B}$  معلومة

$\frac{V_A}{V_B} = 8$  ،  $\frac{V_C}{V_B} = 3$  ،  $P_A = 1 \text{ atm}$  ،  $T_A = 300 \text{ K}$

1- ماذا اسمر معطال VOP ، اللفظ P بكتابة الحجم  
خطا للايرون Clapyron  $(0.25)$

2- نوع التحول:  $C \leftarrow B$  متساوي اللفظ ليزوثيرم

لان  $P_B = P_C$   $(0.25)$

$A \leftarrow D$  متساوي الحجم ليزوكورم

لان  $V_A = V_D$   $(0.25)$

3. تمابة الحادلة التقاطعية للتحول الاديباتيريك AB

التحول اديباتيريك هو  $\delta Q = 0$  ومنه ،

$dU = \delta W + \delta Q$

نعتبر ان  $n = 1 \text{ mol}$  ومنه :

$dU = C_V dT = n C_{V,m} dT$

$\delta W = -p dV$

ومنه :  $C_V dT = -p dV$   $(*)$

ولدينا الغاز مثالي  $PV = nRT$

ندخل التقاطل :

$V dp + p dV = R dT$

$dT = \frac{V}{R} dp + \frac{p}{R} dV$

لنعوض في العلاقة  $(*)$

$R C_V \left( \frac{V}{R} dp + \frac{p}{R} dV \right) = -p dV \times R$

ومنه :  $C_V V dp + C_V p dV + R p dV = 0$

ومنه :  $C_V V dp + (C_V + R) p dV = 0$

$(1)$

للاقطار  $C_p = C_V + R$

$C_V V dp + C_p p dV = 0$

ومنه :  $V dp + \frac{C_p}{C_V} p dV = 0$

نعم  $\gamma = \frac{C_p}{C_V}$

ومن الحادلة التقاطعية ،

$V dp + \gamma p dV = 0$   $(*)$

العلاقة التي تصف التحول الاديباتيريك-

$V dp + \gamma p dV = 0$

لنقسم ب PV  $\int \frac{dp}{p} + \gamma \int \frac{dV}{V} = \int 0$

$\ln p + \gamma \ln V = \text{const}$   $(0.15)$

$\ln P \cdot V^\gamma = \text{const}$

ومنه :  $P \cdot V^\gamma = \text{const}$   $(0.15)$

4- حساب عدديا  $T_B$  ،  $T_C$  ،  $T_D$  ،  $P_B$

~~$P_A V_A = nRT_A \Rightarrow V_A = \frac{nRT_A}{P_A}$~~   
نلقا هذه العلاقة

~~$V_A = \frac{1 \times 8.314 \times 300}{1 \times 10^5} = 0.0249 \text{ m}^3$~~

~~$\frac{V_A}{V_B} = 8 \Rightarrow V_B = \frac{V_A}{8} = 0.00311 \text{ m}^3$~~

حساب  $P_B$  :  $P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma$   $(0.15)$

$P_B = \left( \frac{V_A}{V_B} \right)^\gamma \cdot P_A$   $(0.15)$   
 $P_B = (8)^{1.4} \cdot 1 \text{ atm}$

$P_B = 18.37 \text{ atm} = 1.8 \times 10^6 \text{ Pa}$   $(0.15)$

حساب  $T_B$  :  $T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1}$   $(0.15)$

$T_B = \left( \frac{V_A}{V_B} \right)^{\gamma-1} \cdot T_A = (8)^{0.4} \times 300$   $(0.15)$

$T_B = 689.21 \text{ K}$   $(0.15)$

~~$T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1} \Rightarrow T_C$~~

~~$T_C = \left( \frac{V_B}{V_C} \right)^{\gamma-1} \cdot T_B = \left( \frac{1}{3} \right)^{0.4} \times 689.21$~~

~~$T_C =$~~

$P_B \cdot V_B = nRT_B$   $(2)$

$P_C \cdot V_C = nRT_C$   $(1)$

$\Delta U = 0$  لدنيا  $\Delta U$  دالة حالة و  $Q_{cycle}$  دورة

$\Delta U_{cycle} = +W_{cycle} + Q_{cycle} = 0$  (0,2W)  
 $= W_{cycle} + Q_{B-C} + Q_{D-A} = 0$

$W_{cycle} = - (Q_{B-C} + Q_{D-A})$

$\eta = \left| \frac{- (Q_{BC} + Q_{DA})}{Q_{B-C}} \right|$  (0,2W)   
 حيث  $T_A > T_D$

$\eta = 1 + \frac{Q_{DA}}{Q_{BC}} = 1 + \frac{C_V (T_A - T_D)}{C_P (T_C - T_B)}$

$\eta = 1 + \frac{C_V (T_A - T_D)}{C_P (T_C - T_B)}$  (0,2W)   
 ونفعل المطلوب

$\eta = 1 + \frac{1}{1,4} \cdot \frac{300 - 1396,64}{2067,63 - 689,21}$  (0,2W)   
 حساب  $\eta$

$\eta = 0,43$  (43%) (0,2W)

بالقسمة  $\frac{P_C V_C}{P_B V_B} = \frac{T_C}{T_B}$  (1) (2)

$T_C = T_B \cdot \frac{P_C}{P_B} \cdot \frac{V_C}{V_B}$  (0,2W)   
 حساب  $T_C$

$P_C = P_B$  ,  $T_C = T_B \cdot \frac{V_C}{V_B} = 3 \times T_B$  (0,2W)

$T_C = 3 \times T_B = 2067,63 K$  (0,2W)

$T_C V_C^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1}$  حساب  $T_D$

$T_D = \left(\frac{V_C}{V_D}\right)^{\gamma-1} T_C = \left(\frac{V_C}{V_A}\right)^{\gamma-1} T_C$  (0,2W)

$V_A = V_D$  لدنيا

$\frac{V_C}{V_A} = \frac{V_C}{V_B} \times \frac{V_B}{V_A}$

$\frac{V_C}{V_A} = \frac{V_C}{V_B} \cdot \frac{V_B}{V_A} = \frac{V_C}{V_A} = 3 \times \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$

$T_D = \left(\frac{3}{8}\right)^{1,4} \times 2067,63$  (0,2W)   
 ونفعل

$T_D = 1396,64 K$  (0,2W)

لتحقيق التثبيت ل 1 نقطة للدراسي عمل بهذه الطريقة

5- عبارة العمل الميكانيكي للموتور

$W_{cycle} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA}$

$W_{cycle} = \Delta U_{AB} + (-P \Delta V) + W_{UCD} + 0$

$= C_V (T_B - T_A) - P (V_C - V_B) + C_V (T_D - T_C) + 0$  (0,2W) (0,2W) (0,2W) (0,2W)

$W_{cycle} =$  العبارة (0,2W)   
 - الكلفة

6- العبارة الكروموية للموتور

$\eta = \left| \frac{W_{cycle}}{Q_{B-C}} \right|$

كذلك  $Q_{BC}$  فقط



## الامتحان الأول في مقرر الترموديناميك

التمرين الأول. 10 نقاط

أذكر الاجابات الصحيحة

I- الغاز المثالي هو الغاز الذي:

1. يخضع لقانون Boyle-Mariote.
2. يخضع لقانون Gay lussac-Charles.
3. يخضع لجميع القوانين السابقة.

1

II- يمكن اعتبار الغاز الحقيقي غازا مثاليا اذا:

1. كانت قوى التجاذب بين جزيئاته و ذراته معدومة.
2. كانت قوى التجاذب بين جزيئاته و ذراته قوية.
3. كانت قوى التجاذب بين جزيئاته و ذراته متوسطة.

0,5

III- يمكن عمليا ان نحقق غازا مثاليا عند:

1. الضغوط المرتفعة.
2. الضغوط المنخفضة.
3. درجات الحرارة المرتفعة.

0,5

IV- هل العبارات التالية صحيحة أم خاطئة ، في حالة النفي أعط العبارة الصحيحة:

1. نظام مفتوح هو الذي يتبادل المادة و الطاقة مع الوسط الخارجي.
2. نظام مغلق هو الذي يتبادل مع الوسط الخارجي المادة دون الطاقة.
3. نظام معزول لا يتبادل المادة مع الوسط الخارجي.
4. التحول الأديباتيكي هو الذي لا يحدث فيه تبادل للمادة بين النظام و الوسط الخارجي.
5. الغاز الحقيقي هو الغاز الذي يبتعد عن سلوك الغاز المثالي.
6. تكون الغازات حقيقية عمليا عند الضغوط المرتفعة و درجات الحرارة المنخفضة.

0,5

0,75

0,75

0,75

0,5

0,5

V- يعطى التفاعلين التاليين عند ضغوط و درجات حرارة ثابتة .

ما الفرق بين  $Q_p$  و  $Q_p'$  و قارن بينهما.

0,75

VI- يهتم المبدأ الأول للترموديناميك :

1. بدرجة الحرارة.

2. بالطاقة.

3. بالضغط و الحجم.

0,5

0,5

0,5

VII- ليكن التفاعل  $C_s + 1/2 O_{2g} \longrightarrow CO_g$  الذي يحدث عند درجة حرارة ثابتة و عند 1atm

X بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية.

2. قارن بين الأنتالبي و الطاقة الداخلية لهذا التفاعل.  $\Delta H > \Delta U$



VIII- يكون التفاعل ماص للحرارة اذا كان:

$\Delta H > 0$  (1) (0,5)

$\Delta H < 0$  .2

$\Delta U > 0$  (3) (0,5)

$\Delta U < 0$  .4

التمرين الثاني. 10 نقاط

1- تحتوي أسطوانة مغلقة بواسطة مكبس على كتلة معينة من غاز مثالي ثنائي الذرة ( $\gamma = 1.4$ ). تكون جدران الأسطوانة و المكبس معزولة تماما عن الوسط الخارجي بحيث لا يمكن حدوث أي تبادل في الحرارة معه.

في الشروط الابتدائية يكون الحجم الذي يشغله الغاز  $V_1 = 10L$ , الضغط  $P_1 = 10^5 Pa$  و درجة الحرارة  $T_1 = 300K$ .

1.1 ما نوع هذا التحول؟ (0,5) (0,5)

2.1 جد المعادلة التفاضلية بدلالة  $V$  و  $P$  لهذا النوع من التحول. (1,5)

2- نضغط هذا الغاز بطريقة عكوسة حتى الضغط  $P_2 = 10^6 Pa$ .

2.1 ماهي الشروط التي يمكننا من انجاز هذه العملية العكوسة؟ (0,5)

$V_2 = 1,92L$ ,  $T_2 = 579,2K$

2.2 أحسب  $T_2$  و  $V_2$ . (1)

2.3 أحسب العمل  $W_{1-2}$  خلال هذا التحول. (0,7)

3- نضغط هذا الغاز مرة أخرى من نفس الحالة الابتدائية ( $T_1, V_1, P_1$ ) و لكن بطريقة فجائية حتى الضغط  $P_2 = 10^6 Pa$ .

1.3 ماذا يمكن القول عن هذا التحول؟ (0,5)

2.3 أكتب عبارة العمل  $W_{1-3}$  المتبادل بين النظام و الوسط الخارجي بطريقتين مختلفتين. (0,5) + (0,5)

$T_3 = 1074K$ ,  $V_3 = 3,57L$

$W_{1-3} = 6,43 kJ$

3.3 استنتج قيم كل من  $T_3$  و  $V_3$  وكذا  $W_{1-3}$  لهذا التحول. (1) (1) (1)

4.3 قارن بين  $W_{1-2}$  و  $W_{1-3}$  و اشرح الفرق في القيمتين. (0,5)

4- نفرض أننا ننزع العزل الحراري الذي يحيط بالاسطوانة و بالتالي يمكن للنظام أن يتبادل الحرارة مع الوسط الخارجي.

نحقق تبريد عند ضغط ثابت من الحالة ( $T_3, V_3, P_2$ ) الى الحالة ( $T_2, V_2, P_2$ ).

أحسب كمية الحرارة  $Q$  المتبادلة خلال هذا التحول. ماذا تستنتج؟ (1,25)

$Q_p = C_p(T_2 - T_3)$

$Q_p = -5,72 kJ$

$< 0$  تأسف لحرارة

المبصوح  
10/10

المعطيات:  $C_v = \frac{5}{2} R$  -  $R = 8.32 J / mol.K$

بالتوفيق

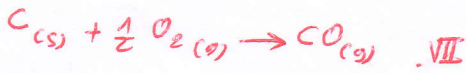


$$\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(l) = -285,83 \text{ كج.مول}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{C}_2\text{H}_4(g) = +52,26 \text{ كج.مول}^{-1}$$

VI. ليتم المبدأ الأول للترموديناميك :

2. بالطاقة. (012)



1. اكمال الايتة البرية :  $\text{C}(s) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g)$  (012)

2. اكمال الهائية :  $\text{CO}(g)$  (012)

$$H = U + PV \Rightarrow H = U + nRT \quad 2$$

$$\Delta H = \Delta U + p \Delta V + V \Delta p$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n RT$$

$$\Delta n_g = n_{\text{CO}(g)} - \frac{1}{2} n_{\text{O}_2} = 0,5 > 0 \quad (012)$$

(012)  $\Delta H > \Delta U$  وصحة :

III - تكون التقابل صافي إذا كان :

1.  $\Delta H > 0$  عند ضغط ثابت. (012)

3.  $\Delta U > 0$  عند حجم ثابت. (012)

التصحيح النموذجي للإمتحان الأول 6 -

2012-2013

الترموديناميك

1h 30 min

التمرين الأول : 10 نقاط .

I - الغاز المثالي هو الغاز الذي :

(3) - يخضع لجميع القوانين السابقة Boyle - Mariotte

(1) Charles , Gay Lussac .

II - يمكن اعتبار الغاز المثالي الحقيقي غازاً مثالياً

إذا :

(1) كانت قوى التجاذب بين جزيئاته ودائرة معصومة. (012)

III - يمكن أن نحقق غازاً مثالياً عند :

1. الضغوط المنخفضة 3. درجات الحرارة مرتفعة. (012)

IV. هل العبارات صحيحة أم خاطئة مع تصحيح الخطأ :

1. ص. (012)

2. الخ النظام المغلق هو الذي يتبادل مع الوسط

اكتاربي الطاقة - دون المادة. (012)

3. الخ النظام المغلوق هو الذي لا يتبادل المادة و

الطاقة - مع الوسط اكتاربي. (012)

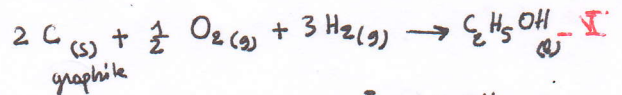
4. الخ التوازن الديناميكي هو الذي لا يحدث فيه تبادل

الطاقة بين النظام والوسط اكتاربي. (012)

5. ص (012)

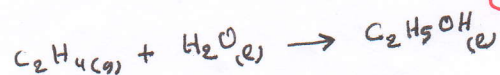
6. ص الغازات الحقيقية تماماً عند الضغوط المنخفضة

ودرجات الحرارة المنخفضة. (012)



$$\Delta H = Q_p = \Delta H_f^\circ \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$$

$$\Delta H = \Delta H_f^\circ \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l) = -277,69 \text{ كج.مول}^{-1} \quad \text{Ethanol} \quad (012)$$



$$\Delta H' = Q_p = \Delta H_f^\circ - \Delta H_f^\circ \text{C}_2\text{H}_4(g) - \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(l)$$

$$\Delta H = Q_p \neq \Delta H' = Q_p \quad \text{وصحة}$$

$$T_2^\gamma = T_1^\gamma \cdot \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{1-\gamma}, \quad T_2 = \sqrt[\gamma]{T_1^\gamma \cdot \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{1-\gamma}}$$

$$T_2 = 579,2 \text{ K} \quad (017)$$

$$P_2 V_2 = n R T_2$$

$$V_2 = \frac{n R T_2}{P_2}, \quad n = \frac{P_1 V_1}{R T_1} = 0,4 \text{ mol}$$

$$V_2 = \frac{0,4 \times 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 579,2 \text{ K}}{10^6 \text{ Pa}} = 1,92 \text{ L}$$

$$V_2 = 1,92 \text{ L} \quad (017)$$

3.2 حساب العمل  $W_{1-2}$  حسب المبدأ الأول للترموديناميك

$$W_{1-2} = \Delta U = n c_{v,m} \Delta T \quad (017)$$

$$W_{1-2} = n \cdot \frac{5}{2} R \Delta T = 0,4 \times \frac{5}{2} \cdot 8,32 \times (579,2 - 300)$$

$$W_{1-2} = 2320 \text{ J} = 2,32 \text{ KJ} \quad (027)$$

3-1 التحويل لا يكون. (017)

3.2 حساب العمل:

$$W_{1-3} = -P_2 \Delta V \quad (017)$$

$$W_{1-3} = \frac{1}{\gamma-1} (P_2 V_3 - P_1 V_1) \quad (017)$$

3.3 باستخدام سبي العلاقات السابقة للعمل نجد:

$$-P_2 \Delta V = \frac{1}{\gamma-1} (P_2 V_3 - P_1 V_1) \quad (019)$$

$$V_3 = 3,57 \text{ L} \quad (015)$$

$$T_3 = \frac{P_2 V_3}{n R} = \frac{10^6 \cdot 3,57 \times 10^{-3}}{0,4 \times 8,32}$$

$$T_3 = 1074 \text{ K} \quad (017)$$

$$W_{1-3} = -P_2 \cdot (V_3 - V_2) = -10^6 \cdot (3,57 - 1,92) \times 10^{-3}$$

$$W_{1-3} = 6430 \text{ J} = 6,43 \text{ KJ} \quad (027)$$

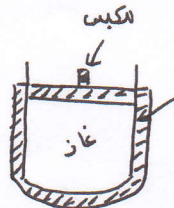
ومن ثم  $W_{1-3} > W_{1-2}$  لأن العمل في التحويل  $W_{1-3}$  أكبر من العمل في التحويل  $W_{1-2}$ . العكس.

في هذا التحويل المائتوس نجد أن العمل المحتم للوسط الغازي كبير

(معتبر)، ودرجة الحرارة  $T_3$  عالية. élevée.

التصريح الثاني: 10 نقاط

$$\gamma = 1,4$$



نظام مغزول

$$n = 0,4 \text{ mol}$$

(1)

$$V_1 = 10 \text{ L}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

1.1 نوع التحويل هو تحويل أديباتيك. أي  $\delta Q = 0$

2.1 المعادلة التفاضلية للتحويل الأديباتيك هي  $\delta Q = 0$

حسب المبدأ الأول للترموديناميك

$$dU = \delta W + \delta Q$$

$$dU = c_v dT, \quad \delta W = -p dV$$

$$c_v dT = -p dV \quad (*)$$

ولدينا الغاز مثالي:

$$pV = nRT$$

نشتد التفاضل:

$$V dp + p dV = R dT$$

$$dT = \frac{V}{R} dp + \frac{p}{R} dV$$

نعوض في العلاقة (\*) ولدينا  $c_p = c_v + R$

ولدينا  $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$  ومنه نشتد المعادلة

$$V dp + \gamma p dV = 0 \quad (012)$$

2- نضغط الغاز بطريقة كادوت حتى الضغط  $P_2 = 10^6 \text{ Pa}$

1.2 يتم التحويل بعقد متوازنة (كوتوس) عندما

يتم التفاضل على لانا وسطية، أي  $\delta Q = 0$

يعقد آتية. (015)

2.2 حساب  $T_2$  لدينا في التحويل الأديباتيك

$$P \cdot V^\gamma = \text{const}, \quad T V^{\gamma-1} = \text{const}$$

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$$

نستعمل:

$$T^\gamma P^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{const} \quad (015)$$

$$T_1^\gamma \cdot P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2^\gamma \cdot P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

قوة المحرك التفاضلية للتحويل الأديباتيك  $n = 1,4$



4- التحويل للحرارة عند ضغط ثابت

$$Q_p = C_p (T_2 - T_3) = \gamma C_v (T_2 - T_3) \quad (95)$$

$$Q_p = n C_{p,m} (T_2 - T_3)$$

$$= 0,4 \cdot \frac{7}{2} \cdot 8,31 (579,2 - 1074) = -5729 \text{ J}$$

$$Q_p = -5,72 \text{ kJ} < 0 \quad (96)$$

التحويل تاسف للحرارة. (97)

التاريخ : 2104/01/27  
المدة : ساعة وأربعون دقيقة (1 سا و 40 د)

الامتحان الأول في  
مقرر الترموديناميك

السنة الأولى علوم دقيقة متوسط وثانوي

السنة الجامعية 2013 / 2014

التمرين الأول (4 نقاط) :

أحسب كمية الحرارة عند ضغط ثابت المرافقة لتحويل 1 مول من الماء النقي من درجة حرارة ( $t_1 = -5^{\circ}C$ ) إلى درجة حرارة ( $t_2 = 105^{\circ}C$ )

تعطي الحرارة اللاتية لانصهار الماء  $L_f = 6 \text{ KJ.mol}^{-1}$

تعطي الحرارة اللاتية لتبخير الماء  $L_v = 40 \text{ KJ.mol}^{-1}$

يعطى

$$C_p(H_2O)_s = 115 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1} , C_p(H_2O)_l = 75,30 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1} , C_p(H_2O)_g = 33,58 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$$

درجة انصهار الماء  $0^{\circ}C$

درجة غليان الماء  $100^{\circ}C$

التمرين الثاني (8 نقاط) :

تخضع كمية معينة من غاز مثالي أحادي الذرة إلى تحول عكوس من حالة ابتدائية (1) معرفة بـ ( $P_1, V_1, T$ ) إلى حالة نهائية (2) معرفة بـ ( $P_2, V_2, T$ ). يمكن لهذا التحول أن يجرى بثلاث طرق مختلفة (أنظر الشكل ، مخطط CLAPEYRON)

الطريق (a) : 1 ← 2

الطريق (b) : 1 ← 4 ← 2

الطريق (c) : 1 ← 3 ← 2

1 - عرف التحول العكوس

2 - اشرح مخطط CLAPEYRON مبينا نوع التحولات التي يخضع لها هذا الغاز المثالي (شرحا دقيقا ومفصلا)

3 - أحسب لكل طريق العمل الميكانيكي وكمية الحرارة المتبادلة مع الوسط الخارجي،

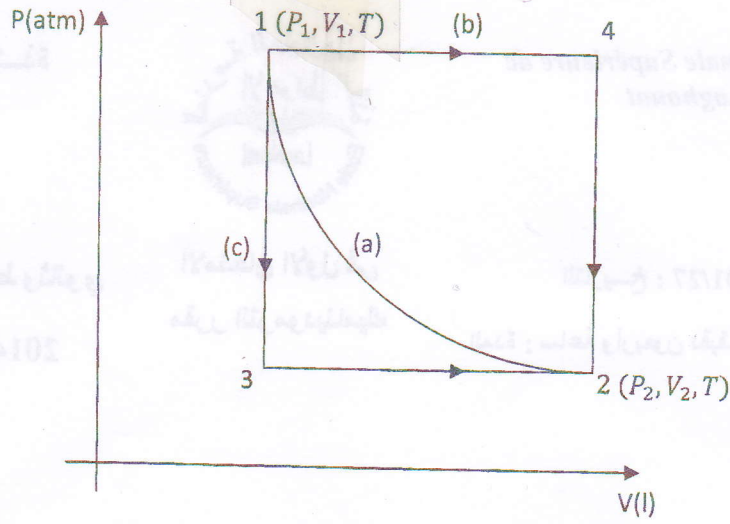
استنتج التغير في الطاقة الداخلية للغاز المثالي في كل تحول ، علل .

المعطيات :

$$P_1 = 32 \text{ atm} , P_2 = 4 \text{ atm} , V_1 = 1 \text{ l} , V_2 = 8 \text{ l} , T = 298^{\circ} \text{ K}$$

$$R = 2 \text{ cal.mol}^{-1}.K^{-1} = 8,32 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1} , C_v = \frac{3}{2} R , 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$$





التمرين الثالث (8 نقاط) :

انطلاقاً من المعطيات التالية

المركب	$\Delta H_f^0$ (Kcal. mol <sup>-1</sup> )
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (g)	12,50
CO <sub>2</sub> (g)	-94,05
H <sub>2</sub> O (l)	-68,32

1 - أحسب  $\Delta H_{298}^0$  للتفاعل التالي :  $\Delta H_{298}^0 = 337,24 \text{ Kcal. mol}^{-1}$  (1)



2 - استنتج قيمة التغير في الطاقة الداخلية القياسية  $\Delta U_{298}^0$  للتفاعل  $\Delta U_{298}^0 = +338,43 \text{ kcal/mole}$  (1,75)

3 - أحسب  $\Delta H_{400}^0$  علماً أن :  $\Delta H_{400}^0 = 338,64 \text{ (Kcal. mol}^{-1})$  (1,75)

$$C_p(\text{C}_2\text{H}_4)_g = 19 \text{ cal. mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} , C_p(\text{O}_2)_g = 7,0 \text{ cal. mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$C_p(\text{CO}_2)_g = 8,87 \text{ cal. mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} , C_p(\text{H}_2\text{O})_l = 18 \text{ cal. mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$$

$$\Delta H_{400}^0 = 338,64 \text{ (Kcal. mol}^{-1})$$

ماذا تستنتج ؟

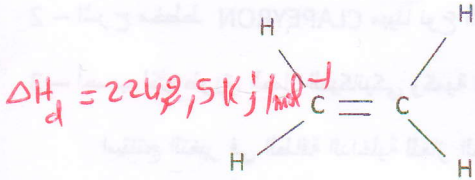
4 - أحسب أنتالبي التفاعل  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightarrow 2 \text{C}(\text{g}) + 4 \text{H}(\text{g})$  (2)

$$\text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) \text{ للتحويل } \Delta H_1^0 = 712 \text{ KJ. mol}^{-1} \text{ علماً أن:}$$

$$\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}(\text{g}) \text{ للتحويل } \Delta H_2^0 = 435,5 \text{ KJ. mol}^{-1}$$

5 - عرف طاقة الرابطة الكيميائية ثم استنتج طاقة الرابطة C-H في المركب C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

$$\text{تعطى طاقة التفكك للرابطة } \text{C}=\text{C} \text{ : } \Delta H_{\text{C}=\text{C}} = 147 \text{ KJ. mol}^{-1} \text{ (9,5)}$$



$$\text{① } \sum_{\text{C-H}} \epsilon = -523,87 \text{ KJ/mol.}$$



$$\left( \begin{array}{l} P_1 = 32 \text{ atm} \\ V_1 = 1 \text{ l} \\ T_1 = 298 \text{ K} \end{array} \right) \xrightarrow[\text{إيزو ترمي}]{T = \text{cte}} \left( \begin{array}{l} P_2 = 4 \text{ atm} \\ V_2 = 8 \text{ l} \\ T = 298 \text{ K} \end{array} \right)$$

يخضع هذا التحول الكأوس إلى ثلاثة طرق : (a) ، (b) ، (c)

التحول الكأوس : يتم التحول بصفة متوارة (كأوسية) حيث يمر النظام بحالات وسطية متتالية وبصفة آتية

(A)

شرح معطيات Clapeyron :

\* الطريق (a) : التحول من 1 ← 2 : تحول إيزو ترمي كأوس (T = cte) بوزل ثابت

(05)

\* الطريق (b) : هو مجموع التحولين :

- التحول من 1 ← 4
- التحول من 4 ← 2

التحول من 1 ← 4 : تحول عند ضغط ثابت إيزو بار ، (P = cte)

(05)

التحول من 4 ← 2 : تحول عند حجم ثابت إيزو كور ، (V = cte)

(05)

\* الطريق (c) : هو مجموع التحولين :

- التحول من 1 ← 3
- التحول من 3 ← 2

التحول من 1 ← 3 : تحول عند حجم ثابت إيزو كور ، (V = cte)

(05)

التحول من 3 ← 2 : تحول عند ضغط ثابت إيزو بار ، (P = cte)

(05)

المسئول الأوكسي عاوم دقيقة : PES - PEM

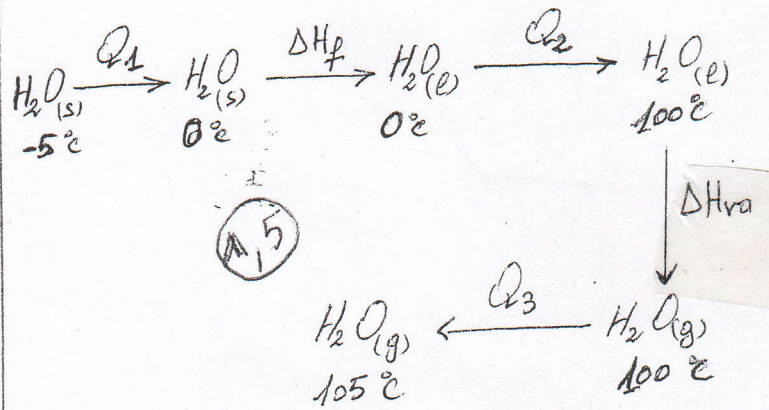
تصحيح الإمتحان الأول في مقررن الترموديناميك

التحريك الأول :  $n_{H_2O} = 1 \text{ mol}$  ، P = cte

$$T_1 = -5^\circ \text{C}$$

$$T_2 = 105^\circ \text{C}$$

حساب كمية الحرارة من  $T_1 \leftarrow T_2$



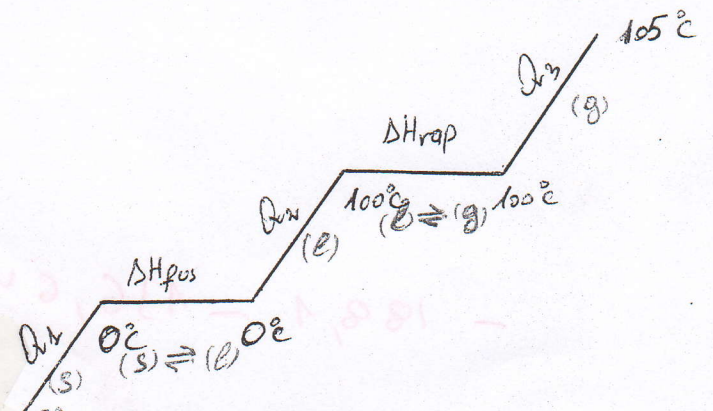
(A, 5)

$$Q_{T_1 \rightarrow T_2} = Q_{\text{الليبي}}$$

$$(A) = Q_1 + \Delta H_{\text{fus}} + Q_2 + \Delta H_{\text{vap}} + Q_3$$

$$\begin{aligned} (A) &= n c_p \Delta T + n L_f + n c_p \Delta T + n L_v + n c_p \Delta T \\ &= n c_p (0 + 5) + n L_f + n c_p (100 - 0) + n L_v + n c_p (105 - 100) \\ &= 115(5) + 6 \cdot 10^3 + 75,30(100) + 40 \cdot 10^3 + 33,58(5) \end{aligned}$$

$$Q_{\text{الليبي}} = 54,2429 \text{ KJ} \quad (05)$$





الطريق (c):  
 $w_c = w_{1-3} + w_{3-2}$   
 $V = \text{cte}$  لدينا  $w = 0$  لأن  $w_{1-3} = 0$

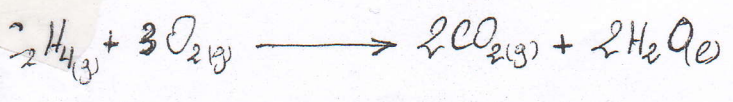
ومنه:  
 $w_c = w_{3-2} = -P_2(V_2 - V_3)$   
 $= -P_2(V_2 - V_1)$   
 $= -4 \cdot 10^5 (8 - 1) \cdot 10^{-3}$

$w_c = -2,8 \text{ KJ}$   
 $Q_c = +2,8 \text{ KJ}$

\* الإستنتاج:

$\Delta U$ : الطاقة الداخلية دالة حالة  
 ومنه نستنتج أن  $\Delta U$  معلومة  
 لكل طريق (تحويل).

التحريين الثالث:



(1) حساب  $\Delta H_{(298)}^\circ$

حسب قانون هيس:

$\Delta H_{p(298)}^\circ = 2\Delta H_{(CO_2)_g} + 2\Delta H_{(H_2O)_g} - \Delta H_{(K_2H_4)_g}$   
 $= 2(-94,05) + 2(-68,32) - 12,5$

$\Delta H_{p(298)}^\circ = -334,24 \text{ Kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\Delta H_{R298}^\circ = -337,24 \text{ Kcal/mole}$

(3) حساب  $Q, w$  لكل طريق:

طريق (a):

$\Delta U = 0 \Leftrightarrow T = \text{cte}$  تحول ايزوثيرمي

حسب مفهوم حول:  
 $w_a = -Q_a$

$w_a = -\int_1^2 P dV$

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

\* حساب كمية المادة  $n$ :

$PV_1 = nRT$

$\Rightarrow n = \frac{PV_1}{RT}$

$= \frac{32 \times 1}{0,082 \times 298}$

$n = 1,3 \text{ mol}$

$\Rightarrow w_a = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$

$= -1,3 \times 8,32 \times 298 \ln \frac{8}{1}$

$\Rightarrow w_a = -6702,389 \text{ J} = -6,7 \text{ KJ}$

$Q_a = +6702,389 \text{ J} = 6,7 \text{ KJ}$

الطريق (b):

$w_b = w_{1-4} + w_{4-2}$

لدينا  $w = 0$  لأن  $w_{4-2} = 0$   
 $V = \text{cte}$

ومنه  $w_b = w_{1-4}$

$w_b = -P_1(V_4 - V_1) = -P_1(V_2 - V_1)$

$= -32 \times 10^5 (8 - 1) \cdot 10^{-3}$

$w_b = -22,4 \text{ KJ}$

$Q_b = +22,4 \text{ KJ}$



3) استنتاج قيمة  $\Delta U_{298}^\circ$

$$H = U + PV$$

$$\Rightarrow \Delta H_n = \Delta U_n + \Delta n_{(g)} \cdot R \cdot T$$

$$\Rightarrow \Delta U_n = \Delta H_n - \Delta n_{(g)} \cdot R \cdot T$$

$$\Rightarrow \Delta U_{n(298)} = \Delta H_{n(298)} - \Delta n_{(g)} \cdot R \cdot T$$

حساب  $\Delta n_{(g)}$

$$\Delta n_{(g)} = 2 - (1 + 3)$$

$$\Delta n_{(g)} = -2$$

$$\Rightarrow \Delta U_{n(298)} = 337,24 - [-2 \times 2 \cdot 10^{-3} \times 298]$$

$$\Delta U_{298} = 338,432 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta U_{298}^\circ = -336,05$$

3) حساب  $\Delta H_{400}^\circ$

حساب كيرشوف:

$$\Delta H_{400}^\circ = \Delta H_{298}^\circ + \int_{298}^{400} \Delta C_p dT$$

$$= \Delta H_{298}^\circ + \Delta C_p \cdot |T|_{298}^{400}$$

$$= \Delta H_{298}^\circ + \Delta C_p (400 - 298)$$

\* حساب  $\Delta C_p$

$$\Delta C_p = 2 C_p(\text{CO}_2)_g + 2 C_p(\text{H}_2\text{O})_g - C_p(\text{C}_2\text{H}_4)_g - 3 C_p(\text{O}_2)$$

$$= 2(8,87) + 2(18) - 19 - 3(7)$$

$$\Delta C_p = 13,74 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta H_{400} = 337,24 + (13,74 \cdot 10^{-3})(400 - 298)$$

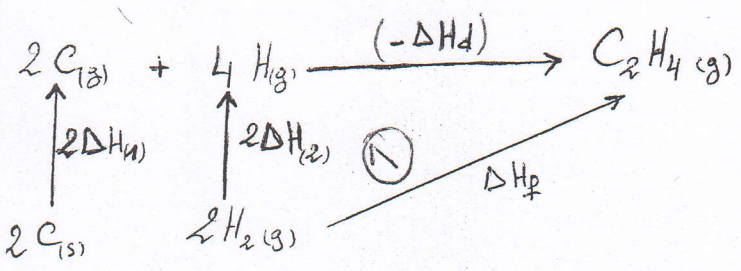
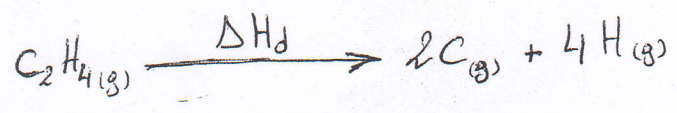
$$\Rightarrow \Delta H_{400} = 338,641 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$-335,84$$

4) الاستنتاج:

$$\Delta H_{400}^\circ > \Delta H_{298}^\circ$$

4) حساب أنتالبي التفاعل  $\Delta H_n$



$$-\Delta H_d = -2\Delta H_{(1)} - 2\Delta H_{(2)} + \Delta H_f$$

$$\Delta H_d = 2\Delta H_{(1)} + 2\Delta H_{(2)} - \Delta H_f$$

$$= 2(712) + 2(435,5) - 12,50(4,2)$$

$$\Rightarrow \Delta H_d = 2242,5 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

5) تعريف طاقة الرابطة الكيميائية: هي الطاقة التي أثناء تشكيل الرابطة التكافؤية المتشكل بين ذرتين A-B في الحالة الغازية.

استنتاج طاقة الرابطة C-H

$$-\Delta H_d = E_{C=C} + 4 E_{C-H}$$

$$\Rightarrow 4 E_{C-H} = -\Delta H_d - E_{C=C}$$

$$E_{C-H} = \frac{-1}{4} [\Delta H_d + E_{C=C}]$$

$$= \frac{-1}{4} [2242,5 + (-147)]$$

$$E_{C-H} = -523,875 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

95

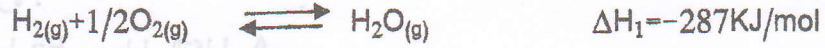


الامتحان الثاني في مقرر الترموديناميك

التمرين الأول: 12 نقطة

يتكون مزيج غازي من  $H_2O, HCl, O_2, Cl_2, H_2$  و الذي يعطي عند  $150C^\circ$  وعند ضغط ثابت الاتزان الآتية:

الجزء الأول (I)



1- احسب  $\Delta H_3$  ؟

ليكن  $K_{p1}, K_{p2}, K_{p3}$  ثوابت التوازن عند ضغط ثابت و درجة حرارة  $T=150C^\circ$  للتفاعلات الثلاثة السابقة.

2- عين  $K_{p3}$  بدلالة  $K_{p1}$  و  $K_{p2}$ .

3- احسب التغييرية للمعادلة (3) ناقش النتيجة.

4- في أي اتجاه ينزاح التوازن (3) عند رفع درجة الحرارة؟ علل اجابتك.

5- كيف تتطور التوازنين (2) و (3) عند اضافة كمية من  $Cl_2$  في المزيج؟ برر اجابتك.

الجزء الثاني (II)

نهتم في هذا الجزء بالتفاعل (3) و لكن عند درجة حرارة  $t=25C^\circ$ .

1-II احسب  $\Delta G^\circ$  عند  $t=25C^\circ$  و  $P=1 \text{ atm}$ . ماذا تستنتج؟

2-II استنتج  $K_p$  (25C) للتفاعل (3).

عندما يحدث التوازن انطلاقا من مزيج ستوكيومترى للمتفاعلات يكون الضغط الكلي  $P_{\text{Tot}}=1 \text{ atm}$  و عدد مولات الكلور يساوي  $0,364 \text{ mol}$

3-II ما هو تركيب المزيج عند التوازن؟

4-II احسب معامل التفكك  $\alpha_1$  ل  $HCl$ .

5-II احسب الضغوط الجزئية  $P_{HCl}, P_{O_2}, P_{H_2O}, P_{Cl_2}$  عند التوازن.

اذا اضفنا للمزيج السابق (الحالة الابتدائية السابقة) عند نفس درجة الحرارة و نفس الضغط الكلي 1مول من  $HCl$

فتصبح قيمة عدد المولات الكلية عند التوازن  $n_{\text{tot}}=3.14 \text{ mol}$

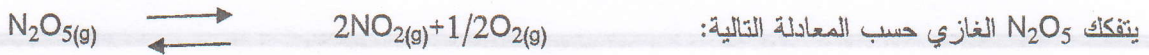
6-II اعط عبارة ثابت التوازن بدلالة عدد المولات.

7-II احسب  $\alpha_2$  ل  $HCl$ . قارن بين  $\alpha_1$  و  $\alpha_2$ , ماذا تستنتج.

المعطيات : القيم المعطاة عند  $T=25C^\circ$  و  $P=1 \text{ atm}$

$H_2O(g)$	$Cl_2(g)$	$O_2(g)$	$HCl(g)$	
-241,82	0	0	-92,31	$\Delta H_f^\circ (\text{KJ/mol})$
188,83	223,07	205,14	186,91	$S^\circ (\text{J/mol.K})$

التمرين الثاني: 08 نقاط



1- نقوم بتتبع تغير تركيز  $N_2O_5$  بدلالة الزمن فتحصلنا على النتائج المدونة في الجدول التالي:

الزمن (min)	0	10	20	30	60	90
$[N_2O_5] \text{ (Mol/L)}$	$1,24 \times 10^{-2}$	$0,92 \times 10^{-2}$	$0,68 \times 10^{-2}$	$0,50 \times 10^{-2}$	$0,20 \times 10^{-2}$	$0,08 \times 10^{-2}$

1-1 بين أن التفاعل من الرتبة الأولى و احسب ثابت السرعة.

2- قمنا بتتبع حركة تفاعل تفكك  $N_2O_5$  و لكن عند درجات حرارة مختلفة. الجدول التالي يتضمن تغير ثابت السرعة k بدلالة درجة الحرارة.

1-2 احسب قيمة طاقة التنشيط  $E_a$  و معامل التكامل A.

T(C°)	25	35	45	55	65
k (s <sup>-1</sup> )	$3,38 \times 10^{-5}$	$1,38 \times 10^{-4}$	$4,48 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-3}$	$4,87 \times 10^{-3}$

بالتوفيق

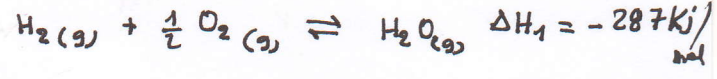
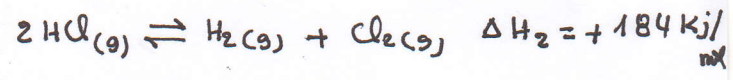
	$H_2O(g)$	$Cl_2(g)$	$O_2(g)$	$HCl(g)$
$\Delta H_f^\circ (KJ/mol)$	-241.85	0	0	-92.31
$S^\circ (J/mol.K)$	188.83	223.07	205.14	186.91



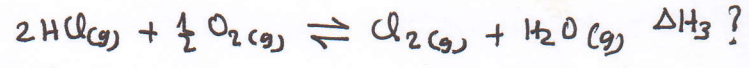
التصحيح النموذجي لقياس الترموديناميك

التحريك الأول:

1-1: بقلب المعادلة (2) (التوازن 2) :



بالجمع طرف لطرف نجد:



$$\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -287 + 184$$

$$\Delta H_3 = -103 \text{ KJ/mol}$$

2-1: لدينا عبارة ثابت التوازن  $K_p$  للتوازنات الثلاثة

$$K_{p1} = \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2} P_{O_2}^{1/2}}$$

$$K_{p2} = \frac{P_{HCl}}{P_{Cl_2} P_{H_2}} \quad ; \quad K_{p3} = \frac{P_{Cl_2} P_{H_2O}}{P_{HCl}^2 P_{O_2}^{1/2}}$$

$$K_{p3} = \frac{K_{p1}}{K_{p2}^2} = \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2} P_{O_2}^{1/2}} \times \frac{P_{Cl_2} P_{H_2}^2}{P_{HCl}^2}$$

$$K_{p3} = \frac{P_{Cl_2} P_{H_2O}}{P_{O_2}^{1/2} P_{HCl}^2}$$

نلاحظ أن:

3-1

حساب التحريك:

$$\nu = n - r + N - \phi$$

n: عدد المركبات

r: العلاقات التي تجمع بين المركبات

N: عدد المتغيرات (الضغط، درجة الحرارة...)

\phi: عدد الأطوار

$$\nu = 4 - 1 + 2 - 1$$

$$\nu = 4$$

يعني يجب كتابة 4 متغيرات للحفاظ على التوازن

4-1: بالاسطوانة بعلاقة فانته هوفا:

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2}, \quad d \ln K = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2} dT$$

ضع درجة الحرارة  $dT > 0$  ، ولدينا  $\Delta H^\circ < 0$  من السؤال (1-1) ومنه  $\frac{d \ln K}{dT} < 0$  أي انخفاض في قيمة K

ومنه ينزاح التوازن في الاتجاه المعاكس

5-1: إضافة كمية من غاز  $Cl_2$  إلى المزيج ومنه حسب مبدأ لوشاتلي فإن التوازن ينزاح في الاتجاه الأيمن

ينفق منه هذا المؤثر. أي: 05

التقابل (التوازن) أي: لينزاح في الاتجاه العكسي 01

التوازن (3) لينزاح في الاتجاه العكسي 02 025 025

طريقة ثانية:

لدينا كسر التقابل

$$Q_2 = \frac{P_{HCl}^2}{P_{Cl_2} P_{H_2}}$$

$$Q_3 = \frac{P_{Cl_2} P_{H_2O}}{P_{HCl}^2 P_{O_2}^{1/2}}$$

$$P_i = \frac{n_i}{n_T} \cdot P_{\text{المجموع}}$$

$n_i \uparrow$  فإن  $P_i \uparrow$

ومنه  $\Delta G_r = \Delta G^\circ + RT \ln Q$  ومنه:

$$\Delta G_r = RT \ln \frac{Q}{K}$$

عند  $T, P$  ثابتين لدينا:

التوازن (2):  $P_{Cl_2} \uparrow$  ومنه  $Q_2 \downarrow$  أي  $Q < K$  ومنه

لتقدم التقابل - الاتجاه العكسي (1).

التوازن (3):  $P_{HCl} \uparrow$  ومنه  $Q_3 \uparrow$  أي  $Q > K$  ومنه

لتقدم التقابل في الاتجاه العكسي (2).

المجزء الأول (1)

$$03,75 + 025$$

المجزء (2): 08

2- حساب طاقة التنشيط من معادلة أرينيوس

$$k = A e^{-E_a/RT} \quad (012)$$

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (A)$$

$$-\frac{E_a}{RT} = \ln k - \ln A$$

$$\frac{1}{T} = -\frac{R}{E_a} \ln k + \frac{R}{E_a} \ln A \quad \text{ومن:}$$

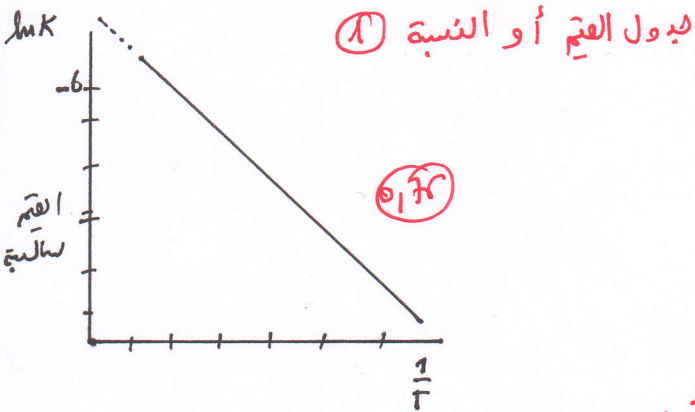
$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} \quad \text{نستعمل العلاقة (A)}$$

نرسم العلاقة بين  $\ln k$  وبإزالة  $\frac{1}{T}$  نجد معادلة

مستقيمة لا يمر بالمبدأ معادلة من الشكل  $y = ax + b$

ومن الميل سالب وهو  $-\frac{E_a}{R}$  ونقطه التقاطع هي  $\ln A$  ومنه نجد:

نعدّل  $\theta$  إلى الكلفن - المحطة هي الجدول.



$$\ln k = -1,24 \times 10^4 \frac{1}{T} + 3,14 \times 10^1$$

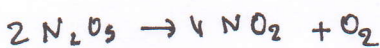
$$-\frac{E_a}{R} = -1,24 \times 10^4 \quad \text{ومن الميل هو:}$$

$$E_a = 1,24 \times 10^4 \times 8,315 \text{ J/mol} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$E_a = 1,03 \times 10^5 \text{ J/mol} \quad (013)$$

$$\ln A = 31,4 \quad \text{ومن: } A = 4,3 \times 10^{13} \text{ s}^{-1} \quad (014)$$

هذه القيم صحيحة على ما يرام  $A$  بـ  $\text{K}^{-1} \text{ s}^{-1}$



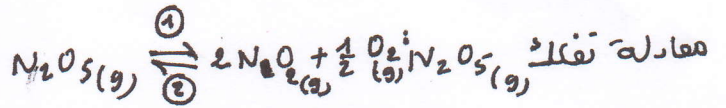
$$A/\text{s}^{-1} \quad 4,94 \times 10^{13}$$

$$E_a/\text{kJ/mol} \quad 103$$

التفصيل النموذجي للاختبار الثاني =

الشرود نيا ميلك 2012-2011

التصنيف الثاني - : 8 نقاط



1- التفاعل من الرتبة (1) أي:

$$v = k \cdot [\text{N}_2\text{O}_5] = -\frac{d[\text{N}_2\text{O}_5]}{dt} \quad \text{إجابة (1)}$$

$$\int -\frac{d[\text{N}_2\text{O}_5]}{[\text{N}_2\text{O}_5]} = k \int \frac{1}{dt} \quad (1)$$

$$\ln [\text{N}_2\text{O}_5]_0 - \ln [\text{N}_2\text{O}_5] = k \cdot t$$

$$\ln \frac{[\text{N}_2\text{O}_5]_0}{[\text{N}_2\text{O}_5]} = k \cdot t \quad (015)$$

ومن هنا نرسم  $\ln \frac{[\text{N}_2\text{O}_5]_0}{[\text{N}_2\text{O}_5]}$  نجد هي معادلة مستقيمة

تمر من المبدأ معادلة من الشكل  $y = ax$  حيث

الميل هو  $k$  ثابت السرعة. أو رسم  $\ln [\text{N}_2\text{O}_5]$

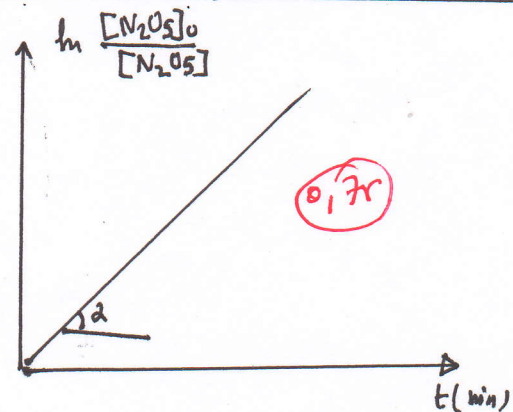
بإزالة الدما نجد هي مستقيمة لا يمر بالمبدأ ومنه

$$\ln [\text{N}_2\text{O}_5] = -k \cdot t + \ln [\text{N}_2\text{O}_5]_0 \quad y = ax + b$$

سأله هو  $-k$  ومنه:

(1)

t (min)	0	10	20	30	60	90
$\ln \frac{[\text{N}_2\text{O}_5]_0}{[\text{N}_2\text{O}_5]}$	0	0,30	0,60	0,90	1,82	2,74



$$k = 3,04 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1} = 0,03 \text{ min}^{-1} \quad (016)$$

$$\ln \frac{[\text{N}_2\text{O}_5]_0}{[\text{N}_2\text{O}_5]} = 3,04 \times 10^{-2} t \quad (017)$$

التفاعل من الرتبة الأولى.



HCl في معاد التفاعل . 4. II

$$\alpha_1 = \frac{\text{عدد مولات المتفاعلة}}{\text{عدد مولات المتفاعلة}} = \frac{0,12}{0,12} \quad (0,2)$$

$$\alpha_1 = \frac{2x_e}{n_{O_2+H_2}} = \frac{2 \times 0,364}{2} = 0,364 \quad (36,4\%) \quad (0,2)$$

II 5 حساب القوتوا ايزيثرية :

$$P_{i,e} = x_{i,e} \cdot P_{t,e} \quad (0,5) \quad \text{قانون دالتون}$$

$$P_{O_2,e} = \frac{n_{O_2,e}}{n_{t,e}} \times P_{t,e} = \frac{0,364}{2,318} \times 1 = 0,157 \text{ atm} \quad (0,2)$$

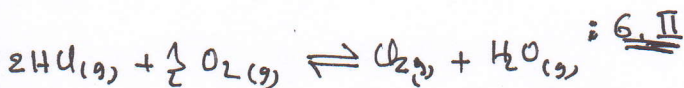
$$P_{H_2O,e} = P_{H_2,e} \quad (0,2)$$

$$P_{H_2,e} = \frac{1,272}{2,318} \cdot 1 = 0,548 \text{ atm} \quad (0,2)$$

$$n_{t,e} = 2 - 2x_e + 0,5 - 0,5x_e + 2x_e = 2,5 - 0,5x_e$$

$$n_{t,e} = 2,318 \text{ mol}$$

$$P_{O_2,e} = \frac{0,318}{2,318} \times 1 = 0,137 \text{ atm} \quad (0,2)$$



3 mol	0,5	0	0
3-2x'e	0,5-0,5x'e	x'e	x'e

$$n_{t,e} = 3,5 - 0,5x'_e$$

$$K_p' = \frac{P_{Cl_2,e} \cdot P_{H_2O,e}}{P_{HCl,e}^2 \cdot P_{O_2,e}} = \frac{(x'_e / (3,5 - 0,5x'_e))^2 \cdot P_{t,e}^2}{(3,5 - 0,5x'_e)^2 \cdot (0,5 - 0,5x'_e) \cdot P_{t,e}} \cdot P_{t,e}^{-0,5}$$

$$K_p' = \frac{x'_e{}^2 (3,5 - 0,5x'_e)^{0,5}}{(3 - 2x'_e)^2 (0,5 - 0,5x'_e)^{0,5}} \cdot P_{t,e}^{-0,5} \quad (0,5)$$

$$\alpha_2 = \frac{2x'_e}{n_0} \quad (0,2) \quad (7. II)$$

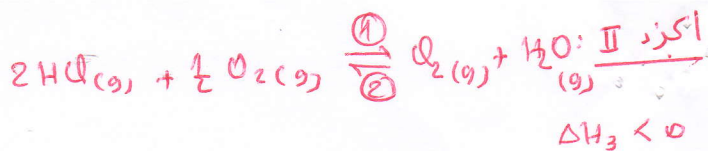
$$n_{t,e} = 3,5 - 0,5x'_e$$

$$x'_e = \frac{-3,14 + 3,5}{0,5} = 0,72 \text{ mol}$$

$$\alpha_2 = \frac{2 \times 0,72}{3} = 0,48 \quad (48\%) \quad (0,2)$$

$$\alpha_2 > \alpha_1 \quad (0,2)$$

حسب لوستاقى عند اضافة HCl لتزاج التوازنات الاقتران  
 وحسب على الاتي (1) و منه تزداد  $\alpha_2$



$$\Delta H_3 < 0$$

II 1 من علاقة جيبس Gibbs لدينا :

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \Delta S_r^\circ \quad (0,3)$$

$$\Delta H_r^\circ = \sum b_j \Delta H_{f,j}^\circ - \sum a_i \Delta H_{f,i}^\circ$$

$$= \Delta H_{f,Cl_2}^\circ + \Delta H_{f,H_2O}^\circ - 2 \Delta H_{f,HCl}^\circ - \frac{1}{2} \Delta H_{f,O_2}^\circ$$

$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_{f,H_2O}^\circ - 2 \Delta H_{f,HCl}^\circ$$

$$\Delta H_r^\circ = -241,82 + 2 \times 92,31 = -57,2 \text{ kJ/mol} \quad (0,5)$$

$$\Delta S_r^\circ = \sum b_j S_j^\circ - \sum a_i S_i^\circ$$

$$\Delta S_r^\circ = S_{Cl_2}^\circ + S_{H_2O}^\circ - \frac{1}{2} S_{O_2}^\circ - 2 S_{HCl}^\circ$$

$$\Delta S_r^\circ = 223,07 + 188,83 - \frac{1}{2} 205,14 - 2 \cdot 186,91$$

$$\Delta S_r^\circ = -64,49 \text{ J/mol} \cdot K \quad (0,5)$$

$$\Delta G_r^\circ = -57,2 \times 10^3 - 298 \times -64,49$$

$$\Delta G_r^\circ = -3,79 \times 10^4 \text{ J/mol} \quad (0,5)$$

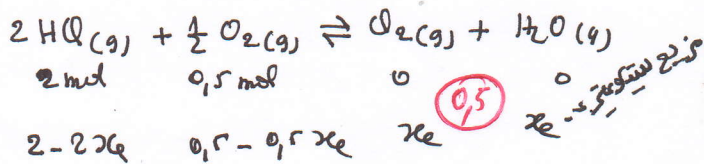
$$\Delta G_r^\circ = -37,9 \text{ kJ/mol} \quad (0,25) \quad \text{تقابل تلقائي (الاتيابه)}$$

II 2 حساب  $K_p$  للتوازن (3) :

$$K_p = e^{-\Delta G_r^\circ / RT} \quad (0,2)$$

$$K_p = e^{-3,79 \times 10^4 / 8,31 \cdot 298} = 4,43 \times 10^{-6} \quad (0,5)$$

II 3 تركيب المزيج عند التوازن :



$$x_e = 0,364 \text{ mol}$$

$$n_{O_2,e} = 0,364 \text{ mol} \quad (0,2)$$

$$n_{H_2O,e} = 0,364 \text{ mol} \quad (0,2)$$

$$n_{O_2,e} = 0,5 - 0,5 \times 0,364 = 0,318 \text{ mol}$$

$$n_{HCl,e} = 2 - 2 \times 0,364 = 1,272 \text{ mol} \quad (0,2)$$

$$P_{t,e} = 1 \text{ atm}$$



مقرر : الترموديناميك  
السنة الجامعية : 2013/2012  
المدة : 01 ساعة و 45 دقيقة

قسم العلوم الدقيقة  
الفصائل : سنة أولى PES و PEM  
الثلاثاء 04 جوان 2013

الإمتحان الثاني

التمرين الأول (06 نقاط)

لدينا قطعة من الحديد باردة (A) كتلتها  $m_1 = 100 \text{ g}$  وعند درجة حرارة  $T_1 = 0^\circ\text{C}$  ، نصل هذه القطعة حراريا بقطعة ألومنيوم ساخنة (B) كتلتها  $m_2 = 100 \text{ g}$  عند درجة حرارة  $T_2 = 100^\circ\text{C}$  ، تعطى الحرارتان النوعيتان للحديد و الألومنيوم على التوالي  $C_2 = 896 \text{ J.Kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  و  $C_1 = 460 \text{ J.Kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  .

تشكل القطعتان (A+B) نظاما معزولا (لا تبادل في الطاقة مع الوسط الخارجي)

1- أحسب درجة الحرارة النهائية  $T_f$  للقطعتين عند التوازن الحراري. (1,5)

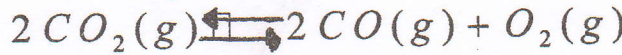
2- أحسب التغير في الأنتروبي  $\Delta S_A$  ثم  $\Delta S_B$  للقطعتين A و B. (2)

هل القيم المتحصل عليها تتفق مع المفهوم الفيزيائي للأنتروبي؟ ناقش. (1)

3- استنتج التغير في الأنتروبي  $\Delta S_{A+B} = \Delta S_A + \Delta S_B$  . هل التحول عكوس أو غير عكوس؟ علل اجابتك. (1,5)

التمرين الثاني (06 نقاط)

يتفكك عند الدرجة  $2000^\circ\text{K}$  ثاني أكسيد الكربون وفق التوازن الكيميائي التالي :



1- نقدر درجة تفكك  $\text{CO}_2$  بمقدار يدعى بمعامل التفكك  $(\alpha)$  ، عرف معامل التفكك  $(\alpha)$ . (1,5)

2- أكتب العبارات الحرفية للضغوط الجزئية للمركبات الغازية الموجودة عند التوازن بدلالة معامل التفكك  $\alpha$  و الضغط الكلي الذي يحدث عنده التفاعل و الذي يقدر بـ  $P = 1 \text{ atm}$  (1,5)

3- أحسب ثابت التوازن للضغوط الجزئية  $K_p$  اذا كان  $\alpha = 0.014$  (1)

4- جد العلاقة الرياضية التي تربط بين  $K_p$  و  $K_x$  حيث  $x$  هو الكسر المولي. (0,5)

5- أحسب التغير في الأنتالبي الحر القياسي  $\Delta G^\circ$  عند الدرجة  $T = 2000^\circ\text{K}$ . (0,5)

6- في نفس الشروط التجريبية لكن من أجل ضغط كلي  $P = 10 \text{ atm}$  ناقش كيفية تطور التوازن. (1)

التمرين الثالث (08 نقاط)

يعطى التوازن الكيميائي التالي عند درجة الحرارة  $298^\circ\text{K}$  و ضغط  $1 \text{ atm}$



1- أحسب أنتالبي التفاعل القياسي  $\Delta H_R^\circ$  ثم التغير في الأنتروبي القياسي  $\Delta S_R^\circ$  ثم التغير في الأنتالبي الحر القياسي  $\Delta G_R^\circ$  . ناقش النتائج ثم استنتج. (2)

2- أحسب ثابت التوازن  $K_p$  عند درجة الحرارة  $298^\circ\text{K}$  (0,5)

3- بين بطريقتين كيف يمكن حساب ثابت التوازن  $K_p$  كفيئًا عند درجة الحرارة  $400^\circ\text{K}$  و اختر طريقة واحدة للحساب. ناقش. (1,5)

4- ما تأثير زيادة الضغط الكلي و كذا زيادة في حجم  $(\text{O}_2)$  على التوازن الكيميائي السابق. (1)

5- أحسب التغيرية للتوازن الكيميائي. ناقش. (1,5)

6- نعتبر أن التفاعل في الاتجاه المباشر من الرتبة الأولى و أن سرعة التفاعل تتناسب طرْدًا مع تركيز الكربون.

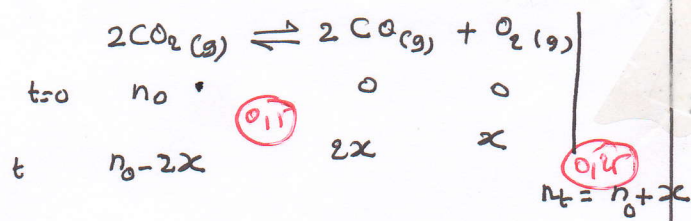
بين بطريقة رياضية كيف يمكن إثبات أن التفاعل من الرتبة الأولى ثم استنتج العلاقتين اللتين تمكنان من حساب التركيز الابتدائي للكربون ثم ثابت سرعة التفاعل. (2)

يعطى :

	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{C}(\text{s})$	$\text{O}_2(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ (\text{kJ} / \text{mol})$	-110,58	-	-
$S^\circ (\text{J} / \text{mol}.\text{K})$	197,6	5,68	213,75
$C_p^\circ (\text{Jmol} / \text{K})$	29,2	8,3	29,2

$$R = 8,32 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$





012 صب كمولون د اللون  $P_i = x_i \cdot P_t$  النسرا كمولون

$$P_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{O}_2}}{n_t} \cdot P_t = \frac{x}{n_0 + x} \cdot P_t = \frac{\alpha n_0 / 2}{n_0 + \alpha n_0 / 2} \cdot P_t$$

$$P_{\text{O}_2} = \frac{\alpha}{\alpha + 2} P_t \quad (012)$$

$$P_{\text{CO}} = \frac{n_{\text{CO}}}{n_t} \cdot P_t = \frac{2x}{x + n_0} \cdot P_t = \frac{\alpha n_0}{n_0 + \alpha n_0 / 2} P_t$$

$$P_{\text{CO}} = \frac{2\alpha}{\alpha + 2} P_t \quad (012)$$

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_t} \cdot P_t = \frac{n_0 - 2x}{n_0 + x} P_t = \frac{n_0 - \alpha n_0}{n_0 + \alpha n_0 / 2} P_t$$

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{2 - \alpha}{\alpha + 2} P_t \quad (012)$$

012 3- ثابت التوازن  $K_p = \frac{P_{\text{O}_2} P_{\text{CO}}^2}{P_{\text{CO}_2}^2}$

$$K_p = \frac{\alpha / \alpha + 2 P_{t,e} \cdot \left(\frac{2\alpha}{\alpha + 2}\right)^2 P_{t,e}^2}{\left(\frac{2 - \alpha}{\alpha + 2}\right)^2 P_{t,e}^2} = \frac{4\alpha^3}{(2 - \alpha)^2} P_{t,e}$$

$$K_p = \frac{4\alpha^3}{(\alpha + 2)(2 - \alpha)^2} P_{t,e} = 1,38 \times 10^{-6} \quad (012)$$

012 4-  $K_p = \frac{x_{\text{O}_2} \cdot x_{\text{CO}}^2}{x_{\text{CO}_2}^2} \cdot P_{t,e} = K_x \cdot P_{t,e}$

012 5- لدينا:  $\Delta G_r^\circ = -RT \ln K_p$

$$\Delta G_r^\circ = -8,31 \times 2000 \times \ln 1,38 \times 10^{-6}$$

$$(012) \Delta G_r^\circ = 224,23 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

6- عندما يزداد الضغط  $P_t \uparrow$  ومنه  $K_p \uparrow$  (كمالاتفائل) ومنه يزداد التفاعل في الإتجاه العكسي.

التمرين الأول: 6 نقاط

015 1- بما أن الجملة معزولة  $\Sigma Q = 0$  ،  $Q_{\text{Fe}} + Q_{\text{Al}} = 0$

$$m_{\text{Fe}} \cdot c_{\text{Fe}} \cdot (T_f - T_{\text{Fe}}) + m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{Al}} \cdot (T_f - T_{\text{Al}}) = 0$$

$$(012) T_f = \frac{m_{\text{Fe}} \cdot c_{\text{Fe}} \cdot T_{\text{Fe}} + m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{Al}} \cdot T_{\text{Al}}}{m_{\text{Fe}} \cdot c_{\text{Fe}} + m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{Al}}}$$

$$T_f = 339 \text{ K} , \theta_f = 66^\circ \text{C} \quad (012)$$

2- لدينا  $dS = \frac{\delta Q_{\text{rev}}}{T}$  ومنه:

$$\Delta S_A = \int_{T_{\text{Fe}}}^{T_f} \frac{dq_{\text{rev}}}{T} = \int_{T_{\text{Fe}}}^{T_f} m_{\text{Fe}} \cdot c_{\text{Fe}} \cdot \frac{dT}{T}$$

$$(012) \Delta S_A = m_{\text{Fe}} \cdot c_{\text{Fe}} \cdot \ln \frac{T_f}{T_{\text{Fe}}} = 9,96 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (012)$$

$$(012) \Delta S_B = m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{Al}} \cdot \ln \frac{T_f}{T_{\text{Al}}} = -8,56 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (012)$$

$\Delta S_A > 0$  ومنه الأنتروبية تزداد لزيادة درجة الحرارة  $\text{Fe}$  أي زيادة عشوائية الجزيئات للعديد  $\text{Fe}$ .

$\Delta S_B < 0$  ومنه الأنتروبية تنخفض لارتفاع درجة الحرارة  $\text{Al}$  أي نقصان عشوائية الجزيئات للألمنيوم  $\text{Al}$ .

3-  $\Delta S_{\text{AB}} = \Delta S_A + \Delta S_B = 1,39 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (012)$

$\Delta S_{\text{AB}} > 0$  للجملة ومنه التحويل لا عكوس. (الجملة معزولة).

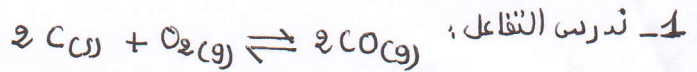
التمرين الثاني: 6 نقاط

012 1- معامل التفكك  $\alpha$ :  $\alpha = \frac{n}{n_0}$  المتفككة الإسترابية

النسبة بين عدد مولات المادة المتفككة / عدد مولات الإسترابية

2- جدول تقدم التفاعل:  $\alpha = \frac{2x}{n_0}$  ,  $x = \frac{\alpha n_0}{2}$

## التحريك الثالث : 8 نقاط



مبدأ قانون هيس :  $\Delta H_R^\circ = \sum \nu_i \Delta H_f^\circ \text{ (نواتج)} - \sum \nu_i \Delta H_f^\circ \text{ (متفاعلات)}$

$\Delta H_R^\circ = 2 \Delta H_f^\circ CO - \Delta H_f^\circ O_2 - 2 \Delta H_f^\circ C = -221,16 \text{ KJ}$

المناقشة :  $\Delta H_R^\circ < 0$  التفاعل ناشر للحرارة (0,25)

$\Delta S_R^\circ = 2S^\circ_{CO} - 2S^\circ_C - S^\circ_{O_2}$

$\Delta S_R^\circ = 2 \times 197,6 - 2 \times 5,68 - 213,75 = 170,69 \text{ J.K}^{-1}$

ومنه :  $\Delta G_R^\circ = \Delta H_R^\circ - T \Delta S_R^\circ$

$\Delta G_R^\circ = -221,16 \times 10^3 - 298 \times 170,69$

$\Delta G_R^\circ = -272,06 \text{ KJ}$  (0,15)

المناقشة :  $\Delta G_R^\circ < 0$  ومنه التفاعل تلقائي (0,25)

2- ثابت التوازن  $K_p$  :

$K_p = e^{-\Delta G_R^\circ / RT} = 5,14 \times 10^{47}$  (0,15)

3- الطريقة ① : نفرض أن  $\Delta H_R^\circ$ ،  $\Delta S_R^\circ$  ثابتة في

المدى [298-400K] ومنه نحسب  $\Delta G_R^\circ(400K)$  ومنه نجد  $K_p(400K)$  (0,15)

الطريقة الثانية : نستخدم علاقة فانتهوف Van't Hoff

$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{\Delta H_R^\circ}{RT^2}$

ومنه :  $\ln \frac{K_p(T_2)}{K_p(T_1)} = \frac{\Delta H_R^\circ}{R} \left[ \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$  (0,15)

احساب : مثلاً الطريقة ① :

$\Delta G_R^\circ = \Delta H_R^\circ - T \Delta S_R^\circ$

à  $T = 400K$   $\Delta G_R^\circ = -289,19 \text{ KJ}$

$K_p(T_2) = e^{-\Delta G_R^\circ / RT} = 6,07 \times 10^{37}$  (0,15)

المناقشة : عندما تزداد درجة الحرارة  $T \uparrow$  فإن  $K_p$  ومنه ينزاح في الاتجاه العكسي.

4- لدينا :  $Q_r = \frac{P_{CO}^2}{P_{O_2}} = \frac{x_{CO}^2}{x_{O_2}} \cdot P_t$

- زيادة الضغط  $P_t \uparrow$  ومنه  $Q_r \uparrow$  ومنه ينزاح في الاتجاه العكسي (0,15)

- زيادة حجم  $V_{O_2}$  لدينا :  $P_{O_2} \cdot V_{O_2} = nRT$

$V_{O_2} = nRT \cdot \frac{1}{P_{O_2}}$  ومنه  $P_{O_2} \downarrow$  ومنه  $V_{O_2} \uparrow$

$Q_r \uparrow$  ومنه ينزاح التفاعل في الاتجاه العكسي (0,15)

5- حساب التغيرية :

$\nu = c + 2 - \phi - r$  (0,15)

$c$  : عدد المكونات .  $c = 3$

$\phi$  : الأطوار  $\phi = 2$

$r$  : عدد التفاعلات الكيميائية غير المتعلّقة ببعضها .  $r = 1$

$\nu = 3 + 2 - 2 - 1 = 2$  (0,15)

أي يوجد عاملين يؤثران على التوازن الكيميائي.

6- تناسب سرعة التفاعل مع تركيز الكربون ومنه :

$\nu = k \cdot [C] = -\frac{1}{2} \frac{d[C]}{dt}$

$\int \frac{d[C]}{[C]} = -2k \int dt$   $\ln [C] \Big|_0^t = -2k t \Big|_0^t$  (0,15)

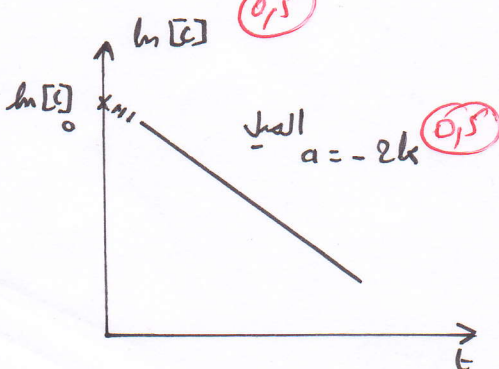
$\ln [C] - \ln [C]_0 = -2k t$

$\ln [C] = -2k t + \ln [C]_0$  (0,15)

معادلة خط مستقيم  $y = ax + b$  لا يمر من المبدأ

ومنه الميل سالب وهو  $-2k$  ونقطة التقاطع مع

$\ln [C]_0$





الامتحان الشامل في مقررينية المادة

1- في جهاز مطيافية الكتلة بانبرديج، حيث توجد أيونات الليثيوم  ${}^7\text{Li}$  تكتسب هذه الأيونات سرعة قدرها  $2,5 \times 10^5 \text{ m/s}$  تدخل هذه الأيونات في المحلل حيث يطبق حقل مغناطيسي، فترسم دائرة نصف قطرها،  $R_1 = 0,97 \text{ Cm}$  نلاحظ أيضا في جزء المحلل أيونات أخرى مجهولة  $X^+$  ترسم دائرة نصف قطرها  $R_2 = 1,27 \text{ Cm}$ .

1-1- أذكر ثلاثة أدوار لجهاز مطيافية الكتلة.

1-2- استنتج العدد الشحني للأيون X.

1-3- تعرف على العنصر X، ماذا يمثل للثيوم؟

1-4- يعطى دور عنصر الليثيوم  $T = 0,84 \text{ s}$ ، بعد أي الزمن ينخفض النشاط الإشعاعي لليثيوم ب 25% من القيمة الابتدائية؟

II- أعطى طيف ذرة الهيدروجين سلسلة من الخطوط في المجال المرئي. طول الموجة لأحد الخطوط هو  $4861,81 \text{ \AA}$ .

II-1- احسب الطاقة التي توافق هذا الخط.

II-2- أي انتقال الكتروني يوافق هذا الخط من السلسلة؟

II-3- ما هو طول الموجة الموافقة لانتقال المحسوب في السؤال (2) في حالة أيون الليثيوم  ${}^7\text{Li}$ ؟

II-4- احسب طاقة تأين الليثيوم  ${}^7\text{Li}^{++}$ .

III - لدينا العناصر التالية،  ${}_{3}\text{Li}$  ;  ${}_{9}\text{F}$  ;  ${}_{26}\text{Fe}$  ;  ${}_{29}\text{Cu}$  ;  ${}_{37}\text{Rb}$ .

III-1- اكتب التشكيلة الإلكترونية لهذه العناصر، ثم حدد وضعيتها في الجدول الدوري (الدور و العمود).

III-2- مثل بالحجيرات الكمية الكترونيات تكافؤ هذه العناصر.

III-3- حدد من بين هذه العناصر المعادن، الهالوجينات، العناصر الانتقالية. برر إجابتك.

III-4- انسب لذرة كل عنصر من بين العناصر التالية  ${}_{3}\text{Li}$  ;  ${}_{11}\text{Na}$  ;  ${}_{19}\text{K}$  ;  ${}_{37}\text{Rb}$  قيم نصف القطر الذري من

بين القيم التالية:  $\text{\AA}$  ( 2,03 ; 1,23 ; 1,54 ; 2,16 ). برر إجابتك.

المعطيات:

$R_H = 1,09 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$	$h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$	$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$	$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$	$1 \text{ uma} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$
---	--	---------------------------------	--	---

الإستاذة أريـةـة — 2012/2011

الجزء I

I-1 أدوار جهاز مطيافية الكتلة

- 1- حساب الكتلة  $m$
- 2- فصل النظائر  $m$
- 3- تحديد التركيب الكتلتي للنظائر  $m$

I-2 حساب العدد الشحني  $X$

$Z = 3$  (0,5)

I-3 حساب العدد الكتلتي

لدينا العلاقة

$R = \frac{m}{qB}$  (0,5)

النسبة  $\frac{7}{3}$

$R_1 = \frac{m_1 q}{qB}$  ... (1)

النسبة  $\frac{1}{2}$

$R_2 = \frac{m_2 q}{qB}$  ... (2)

بقسمة  $\frac{(1)}{(2)}$  نجد

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow m_2 = \frac{m_1 R_2}{R_1}$

A.N)  $m_2 = \frac{1,24 \times 10^{-27} \times 1,67 \times 10^{-27}}{0,57 \times 10^{-2}}$  (0,5)

$m_2 = 15,30 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$  (0,20)

$m_2 = 9,16 \text{ UMA}$

العنصر  $X$  هو  ${}^9_3\text{Li}$  (0,5)

و هو نظير  ${}^7_3\text{Li}$  (0,5)

الجزء II

II-4 حساب الزمن اللازم حتى يتفقد

25٪ من الليثيوم

لدينا العلاقة  $N_t = N_0 e^{-\lambda t}$  (0,5)

$\frac{N_t}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln \frac{N_t}{N_0} = -\lambda t$

$t = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_t}{N_0}$

$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$  (0,5)

$t = \frac{-T}{\ln 2} \ln \frac{N_t}{N_0}$

A.N)  $t = \frac{-0,84}{\ln 2} \ln 0,25$  (0,5)

$t = 1,68 \text{ s}$  (0,50)

الجزء III

III-2 حساب طاقة الإشعاع

$\Delta E = h \frac{c}{\lambda}$  (0,5)

$\Delta E = 6,62 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{4861,8 \times 10^{-10}}$  (0,5)

$\Delta E = 4,08 \times 10^{-19} \text{ J}$  (0,50)

$\Delta E = 2,55 \text{ eV}$



III-1) الشحنة الالكترونية

- 3Li:  $1s^2 2s^1$  (0,25)
- 9F:  $1s^2 2s^2 2p^5$  (0,25)
- 26Fe:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$  (0,25)
- 29Cu:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^9$  (0,25)
- 37Rb:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 5s^1$  (0,25)

ومصنفة العناصر في الجدول الدوري.

VIIA	IB	VIIIB	IA	
F			Li	الدور 2
	Cu	Fe		الدور 4
			Rb	الدور 5

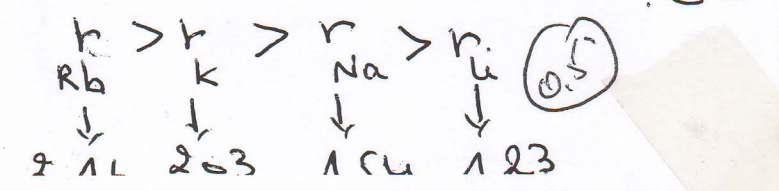
نضيل طبقة التكافؤ بالـ جيرات

- 3Li:  $2s^1$   $\uparrow$  (0,25)
- 9F:  $2s^2 2p^5$   $\uparrow\downarrow$   $\uparrow\downarrow$   $\uparrow\downarrow$   $\uparrow$  (0,25)
- 26Fe:  $4s^2 3d^6$   $\uparrow\downarrow$   $\uparrow\downarrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$  (0,25)
- 29Cu:  $4s^1$   $\uparrow$  (0,25)
- 37Rb:  $5s^1$   $\uparrow$  (0,25)

III-4) النسب نصف قطر كل عنصر

- 23Na:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  I<sub>A</sub> الدور 3 الجود (0,25)
- 19K:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$  I<sub>A</sub> الدور 4 الجود (0,25)

حسب القاعدة فان:



III-2) حساب الانتقال الالكتروني  $n_1, n_2$  لخطان المجال هرتزي لسلسلة Balmer

$n_1 = 2$  (0,5)

ومنه: نبحث عن  $n_2$  التي توافق  $\lambda = 4861,8 \text{ \AA}$  حسب العلاقة:

$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$  (0,5)

$n_2 = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{\lambda R_H}}}$

$n_2 = \left( \frac{1}{\frac{1}{4} - \frac{1}{4861,8 \times 10^{-10} \times 1,097 \times 10^7}} \right)^{1/2}$  (0,5)

$n_2 = 4$  (0,50)

III-3) حساب طول موجة  $3d \rightarrow 3p$  لـ  $Li^{+}$

لدينا:  $n_1 = 2 \rightarrow n_2 = 4$

$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$  (0,5)

$\frac{1}{\lambda} = 1,097 \times 10^7 \times 9 \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right)$  (0,5)

$\lambda = 544 \text{ \AA}$  (0,50)

III-4) حساب الطاقة تأين  $Li^{+}$

$\Delta E_I = E_I(H) Z^2$  (0,5)

$= 13,6 \times 9$  (0,5)

$\Delta E_I = 122,4 \text{ eV}$  (0,50)

المعادن (3-III)  
Rb, Cs, U

تنتمي إلى  $F_A$   $0,25$   
العناصر الانتقالية  $F_B$  تنتمي  $0,25$   
العناصر الانتقالية  $F_C$   $0,25$  تحتوي  
على لينة ورنيد لا غير مستخدم.