

الإمتحان الثاني

التمرين الأول (06 نقاط)

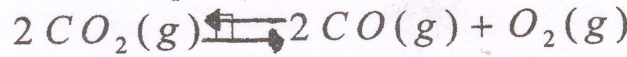
لدينا قطعة من الحديد باردة (A) كتلتها  $m_1 = 100 \text{ g}$  وعند درجة حرارة  $T_1 = 0^\circ\text{C}$  ، نصل هذه القطعة حراريا بقطعة المونيوم ساخنة (B) كتلتها  $m_2 = 100 \text{ g}$  عند درجة حرارة  $T_2 = 100^\circ\text{C}$  ، تعطى الحرارتان النوعيتان للحديد و الألمونيوم على التوالي  $C_1 = 460 \text{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

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

- 1- أحسب درجة الحرارة النهائية  $T_f$  للقطعتين عند التوازن الحراري.
- 2- أحسب التغير في الأنثروبي  $\Delta S_A$  ثم  $\Delta S_B$  للقطعتين A و B. هل القيم المتحصل عليها تتفق مع المفهوم الفيزيائي للأنثروبي؟! ناقش.
- 3- استنتج التغير في الأنثروبي  $\Delta S_{A+B} = \Delta S_A + \Delta S_B$ . هل التحول عكوس أو غير عكوس؟ علل اجابتك.

التمرين الثاني (06 نقاط)

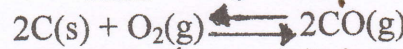
يتفكك عند الدرجة  $2000^\circ\text{K}$  ثاني أكسيد الكربون وفق التوازن الكيميائي التالي :



- 1- نقدر درجة تفكك  $\text{CO}_2$  بمقدار يدعى بمعامل التفكك  $(\alpha)$ ، عرف معامل التفكك  $(\alpha)$ .
- 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  $P = 1 \text{ atm}$
- 3- أحسب ثابت التوازن للضغوط الجزئية  $K_p$  اذا كان  $\alpha = 0.014$
- 4- جد العلاقة الرياضية التي تربط بين  $K_x$  و  $K_p$  حيث  $x$  هو الكسر المولي.
- 5- أحسب التغير في الأنتالبي الحر القياسي  $\Delta G^\circ$  عند الدرجة  $T = 2000^\circ\text{K}$ .
- 6- في نفس الشروط التجريبية لكن من أجل ضغط كلي  $P = 10 \text{ atm}$  ناقش كيفية تطور التوازن.

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 الأنثروبي القياسي  $\Delta S_R^\circ$  ثم التغير في الأنتالبي الحر القياسي  $\Delta G_R^\circ$ . ناقش النتائج ثم استنتج.
- 2- أحسب ثابت التوازن  $K_p$  عند درجة الحرارة  $298^\circ\text{K}$
- 3- بين بطريقتين كيف يمكن حساب ثابت التوازن  $K_p$  كفيًا عند درجة الحرارة  $400^\circ\text{K}$  و اختر طريقة واحدة للحساب. ناقش.
- 4- ما تأثير زيادة الضغط الكلي و كذا زيادة في حجم  $(\text{O}_2)$  على التوازن الكيميائي السابق.
- 5- أحسب التغيرية للتوازن الكيميائي. ناقش.
- 6- نعتبر أن التفاعل في الاتجاه المباشر من الرتبة الأولى و أنّ سرعة التفاعل تتناسب طرديًا مع تركيز الكربون. بين بطريقة رياضية كيف يمكن إثبات أنّ التفاعل من الرتبة الأولى ثم استنتج العلاقتين اللتين تمكنان من حساب التركيز الابتدائي للكربون ثم ثابت سرعة التفاعل.

يعطى :

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

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

التصحيح النموذجي للإمتحان الثاني

2012-2013

الترموديناميك

التمرين الأول : 6 نقاط

1- بما أن الجسلة معزولة  $\sum Q = 0$  ،  $Q_{Fe} + Q_{Al} = 0$  (0,5)

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

(0,1)  $T_f = \frac{m_{Fe} \cdot c_{Fe} \cdot T_{Fe} + m_{Al} \cdot c_{Al} \cdot T_{Al}}{m_{Fe} \cdot c_{Fe} + m_{Al} \cdot c_{Al}}$

$T_f = 339 K$  ،  $\theta_f = 66^\circ C$  (0,1)

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

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

(0,1)  $\Delta S_A = m_{Fe} \cdot c_{Fe} \cdot \ln \frac{T_f}{T_{Fe}} = 9,96 J \cdot K^{-1}$  (0,1)

(0,1)  $\Delta S_B = m_{Al} \cdot c_{Al} \cdot \ln \frac{T_f}{T_{Al}} = -8,56 J \cdot K^{-1}$  (0,1)

$\Delta S_A > 0$  ومنه الأنترودية تزداد لزيادة درجة الحرارة

(0,1) أي زيادة عشوائية الجزيئات للحديد Fe.

$\Delta S_B < 0$  ومنه الأنترودية تنخفض لنقصان درجة الحرارة

(0,1) أي نقصان عشوائية الجزيئات للألمنيوم Al.

3-  $\Delta S_{AB} = \Delta S_A + \Delta S_B = 1,39 J \cdot K^{-1}$  (0,1)

$\Delta S_{AB} > 0$  للجسلة ومنه التحويل لا عكوس. (الجبلة)

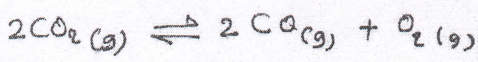
(معزولة).

التمرين الثاني : 6 نقاط

1- معامل التقلص  $\alpha$  :  $\alpha = \frac{n}{n_0}$  (0,1) المتفككة الإبتدائية

النسبة بين عدد مولات المادة المتفككة / عدد مولات الإبتدائية

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



t=0	$n_0$	0	0
t	$n_0 - 2x$	$2x$	$x$
			$n_t = n_0 + x$

(0,2)  $P_i = x_i \cdot P_t$  حسب قانون دالتون السراكوني

$P_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_t} \cdot P_t = \frac{x}{n_0 + x} \cdot P_t = \frac{\alpha n_0 / 2}{n_0 + \alpha n_0 / 2} \cdot P_t$

$P_{O_2} = \frac{\alpha}{\alpha + 2} P_t$  (0,1)

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

$P_{CO} = \frac{2\alpha}{\alpha + 2} P_t$  (0,1)

$P_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_t} \cdot P_t = \frac{n_0 - 2x}{n_0 + x} P_t = \frac{n_0 - \alpha n_0}{n_0 + \alpha n_0 / 2} P_t$

$P_{CO_2} = \frac{2 - \alpha}{\alpha + 2} P_t$  (0,1)

(0,1)  $K_p = \frac{P_{CO_2} \cdot P_{CO}^2}{P_{CO_2}^2}$  ثابت التوازن

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

$K_p = \frac{4\alpha^3}{(\alpha + 2)(2 - \alpha)^2} P_{t,e} = 1,38 \times 10^{-6}$  (0,1)

4-  $K_p = \frac{x_{CO_2} \cdot x_{CO}^2}{x_{CO_2}^2} \cdot P_{t,e} = K_x \cdot P_{t,e}$  (0,1)

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

$\Delta G_r^\circ = -8,314 \times 2000 \times \ln 1,38 \times 10^{-6}$

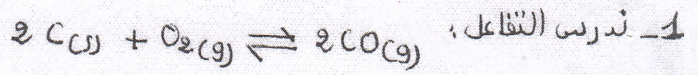
(0,1)  $\Delta G_r^\circ = 224,23 KJ \cdot mol^{-1}$

6- عند ما يزداد الضغط  $P_t \uparrow$  ومنه  $K_p$

$\uparrow Q_r$  (كسر التفاعل) ومنه يتزاح التفاعل في الاتجاه

العكسي.

التمرين الثالث : 8 نقاط



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

$\Delta H_R^\circ = 2 \Delta H_f^\circ CO_2 - \Delta H_f^\circ O_2 - 2 \Delta H_f^\circ C = -221,16$  (0,5) KJ

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

$\Delta S_R^\circ = 2S^\circ_{CO_2} - 2S^\circ_C - S^\circ_{O_2}$

$\Delta S_R^\circ = 2 \times 197,6 - 2 \times 5,68 - 213,75 = 170,69$  (0,5) J

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

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

$\Delta G_R^\circ = -272,06$  KJ (0,5)

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

2- ثابت التوازن  $K_p$  :

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

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

المدى [298-4000K] ومنه نحسب  $\Delta G_R^\circ(4000K)$  ومنه نحسب  $K_p(4000K)$  (0,5)

الطريقة الثانية : نستعمل علاقة فانتهوف Vanthoff

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

ومنه :  $\ln \frac{K_p(T_2)}{K_p(T_1)} = \frac{\Delta H_R^\circ}{R} \left[ \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right]$  (0,5)

الحساب : شلا الطريقة ① :

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

à  $T = 4000K$   $\Delta G_R^\circ = -289,19$  KJ (0,5)

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

المناقشة : عندما تزداد درجة الحرارة  $T \uparrow$  فإن

ومنه ينزاح الإتجاه العكسي (0,25)

العكسي -

4- لدينا :  $Q_c = \frac{V_{CO}}{P_{O_2}} = \frac{x_{CO}}{x_{O_2}} \cdot P_t$

زيادة الضغط الكلي  $P_t \uparrow$  ومنه  $Q_c \uparrow$  ومنه ينزاح

في الإتجاه العكسي (0,5)

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  $V_{O_2} \uparrow$

$Q_c \uparrow$  ومنه ينزاح التفاعل في الإتجاه العكسي (0,5)

5- حساب التفريوة :

$\nu = C + 2 - \varphi - r$  (0,5)

C : عدد المكونات = 3

$\varphi$  : الأطوار = 2

r : عدد التفاعلات الكيميائية غير المتعلقة ببعضها = 1

$\nu = 3 + 2 - 2 - 1 = 2$  (0,5)

أي يوجد عاملين يؤثران على التوازن الكيميائي

6- تناسب سرعة التفاعل مع تركيز الكربون ومنه :

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

$\int \frac{d[C]}{[C]} = -2k \int dt$   $\ln [C] \Big|_0^t = -2k t \Big|_0^t$  (0,5)

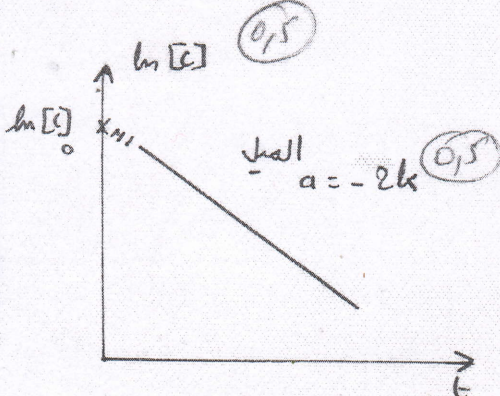
$\ln [C] - \ln [C]_0 = -2k t$

$\ln [C] = -2k t + \ln [C]_0$  (0,5)

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

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

$-\ln [C]_0$



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ecole Normale Supérieure  
de Laghouat

المدرسة العليا للأساتذة  
بالأغواط



الأغواط في 26 ماي 2014  
ساعة و نصف ( 1سا و 30د )

قسم العلوم الدقيقة  
السنة الاولى علوم دقيقة ثانوي و متوسط  
العام الدراسي 2014/2013

الامتحان الثاني في مقرر الترموديناميك

التمرين الأول: (8 نقاط) أذكر الاجابات الصحيحة :

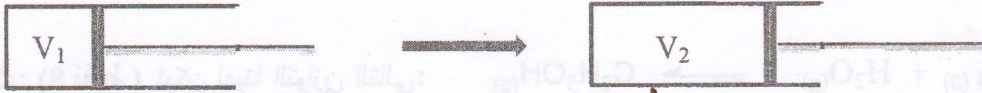
1. الأنتروبي هو :

- تابع حالة
- مشتق لتابع حالة
- تابع حالة مقسوم على درجة الحرارة

2. في تحول حقيقي الأنتروبي لنظام معزول :

- يتزايد
- يبقى ثابت
- يتناقص

3. ما هو التغير في الأنتروبي لغاز مثالي ( n مول تحول عكوس من  $V_1$  إلى  $V_2$  ودرجة حرارة ثابتة معطاة )  
علل :



4. ما هو التغير في الأنتروبي للكون لتمدد غير عكوس لغاز مثالي ضد القوى الخارجية = 25°C عند 25°C

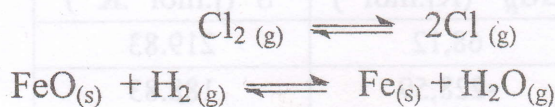
5. يزداد الأنتروبي في كل من الحالات التالية :

- سكر ينحل في الماء
- تكاثف بخار الماء
- حائط بيني
- ثلج ينصهر

6. عندما تكون  $\Delta G < 0$  يكون التحول :

- ممكنا
- أكيدا
- سريعا

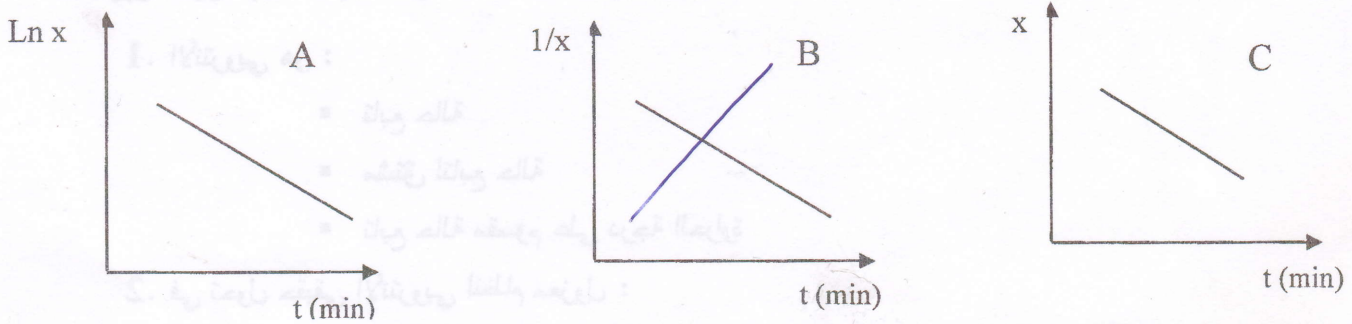
7. كم عدد الأطوار في النظامين التاليين :  
أحسب التغيرية لكل نظام وناقش



8. إذا كان  $\Delta G_R^0$  الفرق في الأنتالبيات الحرة القياسية بين النواتج والكواشف موجبا في تفاعل ما, هذا يعني أن ثابت التوازن :

- موجب
- أكبر من الواحد
- أقل من الواحد
- ما لانهاية

9. أرفق رتبة التفاعل بالمنحنى المناسب : حيث  $x$  تركيز الكاشف و  $t$  الزمن وأكتب في كل حالة عبارة زمن نصف التفاعل باعتبار التركيز الابتدائي للكاشف هو  $x_0$



التمرين الثاني: (4 نقاط) أحسب التغير في الأنتروبية بالنسبة لتحول 0,5 مول من اليود الصلب عند درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$  إلى الحالة البخارية عند  $184^\circ\text{C}$  تحت ضغط يساوي 1 atm. ناقش النتيجة.

المعطيات :  $C_p(I_2)_L = 81,5 \text{ j. K}^{-1} \cdot \text{mole}^{-1}$        $C_p(I_2)_S = 54,6 \text{ j. K}^{-1} \cdot \text{mole}^{-1}$   
 $T_{fus}(I_2) = 113,6^\circ\text{C}$        $\Delta H_{fus}(I_2) = 15,633 \text{ j. mole}^{-1}$   
 $T_{vap}(I_2) = 184^\circ\text{C}$        $\Delta H_{vap}(I_2) = 25,498 \text{ j. mole}^{-1}$

التمرين الثالث: (8 نقاط) ليكن لدينا التوازن التالي:  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$

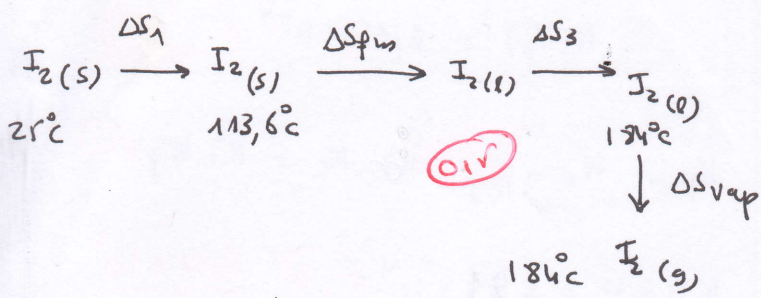
- (1) أحسب عند  $t_1 = 25^\circ\text{C}$ ,  $\Delta G_R^0$  القياسي للتفاعل. (0,15)
- (2) أحسب ثابت التوازن  $K_p$  عند  $t_1 = 25^\circ\text{C}$  وعند  $t_2 = 303^\circ\text{C}$  مع بقاء  $\Delta H_R^0$  التفاعل ثابتة بين  $t_1$  و  $t_2$  ثم إستنتج  $K_c$ ,  $K_p$ ,  $K_x$  (0,15)
- (3) ماهي العوامل التي تؤثر علي التفاعل لكي ينزاح في إتجاه تشكل  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  وكيف ؟  $\Delta H_R^0$  (0,15)
- (4) ليكن لدينا في بداية التفاعل مول من  $\text{C}_2\text{H}_4$  ومول من  $\text{H}_2\text{O}$  عند درجة حرارة  $t_2 = 303^\circ\text{C}$  (0,15)
- (5) أحسب كمية المادة لمكونات التفاعل عند التوازن مع العلم أن الضغط النهائي يساوي 200 atm (0,15)
- (6) أحسب  $\Delta S_R^0$  للتفاعل, ماذا تستنتج حسب المفهوم الفيزيائي للأنتروبي, ناقش. (0,15)

	$\Delta H_R^0$ (Kj.mol <sup>-1</sup> )	$\Delta G_R^0$ (Kj.mol <sup>-1</sup> )	$S^\circ$ (j.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	52,28	68,12	219,83
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-241,83	-228,59	188,83
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$	-235,08	-168,45	282,59

171648

التحريك الثاني : 4 نقاط

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_{fus} + \Delta S_3 + \Delta S_{vap}$$

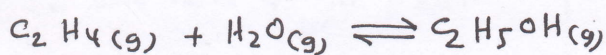


$$\Delta S = n C_p \ln \frac{T_2}{T_1} + n \frac{\Delta H_{fus}}{T} + n C_{p(l)} \ln \frac{T_2'}{T_1'} + n \frac{\Delta H_{vap}}{T'}$$

$$\Delta S = 0,12 (14,21 + 0,04 + 13,63 + 0,022)$$

$$\Delta S = 13,96 J \cdot K^{-1}$$

التحريك الثالث : 8 نقاط



$$\Delta G_R^\circ = \sum \nu_p G_{f,m}^\circ - \sum \nu_r G_{f,m}^\circ$$

$$\Delta G_R^\circ = G_{f,C_2H_5OH}^\circ - G_{f,C_2H_4}^\circ - G_{f,H_2O}^\circ$$

$$\Delta G_R^\circ = -7,48 KJ \cdot mol^{-1}$$

$$K_p = e^{-\Delta G_R^\circ / RT}$$

$$K_p = 27,02$$

$$\Delta H_R^\circ = \Delta H_{f,C_2H_5OH}^\circ - \Delta H_{f,C_2H_4}^\circ - \Delta H_{f,H_2O}^\circ$$

$$\Delta H_R^\circ = -45,53 KJ \cdot mol^{-1}$$

التحريك النموذجي الامتحان الثاني في -

مقرر الترموديناميا هيك

التحريك الاول : 8 نقاط

1 - الانتروبي هو : تابع حالة. (012)

2 - في تحول تقييد الانتروبي لنظام معزول :

تتزايد ، تبقى ثابتة - (012)

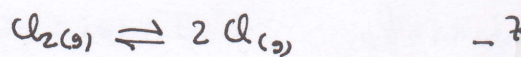
$$\Delta S_{sys} = n R \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) \quad (1) \quad -3$$

$$\Delta S_{univ} = n R \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) - \frac{P_{ext} (V_2 - V_1)}{T} > 0 \quad -4$$

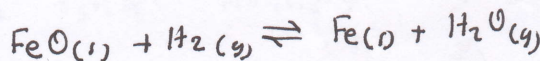
5 - تزداد الانتروبي في كل من : تسخين - (012)

الماء + تليق ينجم - (012)

6 -  $\Delta G < 0$  نحو التبول : اكد (012)



(012) عاملين لتدني  $\nu = 2$  التغيير



(012) ثلاثة عوامل لتدني  $\nu = 3$

8 -  $\Delta G_R^\circ < 0$  فإنة K ثابت التوازن أقل من

الوحد (012)

9 - (A)  $n = 1$  الرتبة (012)

$$\ln x - \ln x_0 = -kt, \quad t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} \quad (012)$$

(B) لا يتغير من الرتبة (012)

$$(C) \quad n = 0 \quad x - x_0 = -kt \quad (012)$$

$$t_{1/2} = \frac{x_0}{2k} \quad (012)$$

و صفة :

$$n_{C_2H_4} = n_{H_2O, l} = 0,766 \text{ mole} \quad (0,17)$$

$$n_{C_2H_5OH} = 0,23 \text{ mole} \quad (0,17)$$

5- التوزيع :

$$\nu = c + 2 - 4 = (n - k - r) + 2 - 4$$

$$n = 7 \text{ عدد المكونات}$$

$$k = 1 \text{ عدد العلاقات بين المكونات}$$

$$r = 0$$

$$\varphi = 1 \text{ عدد الأطوار}$$

$$\nu = 3 \quad (0,17)$$

من أجل تحديد النظام ودراسة العوامل المؤثرة يجب

تحديد خلاص عوامل مستقلة .  $independent$

$$\Delta S_R^\circ = S_{C_2H_5OH}^\circ - S_{H_2O}^\circ - S_{C_2H_4}^\circ \quad -6$$

$$\Delta S_R^\circ = -126,07 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (0,17)$$

$\Delta S_R^\circ < 0$  و صفة إنتروبية التفاعل تنقص.

حسب قانون فانت هوف :

$$\ln \frac{K(T_2)}{K(T_1)} = \frac{\Delta H_R^\circ}{R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \quad (0,17)$$

$$K(T_2) = 3,051 \times 10^{-3} \quad (0,17)$$

$$K_p = K_c \cdot \frac{1}{RT} \Rightarrow K_c = RT K_p \quad (0,17)$$

$$K_c(T_1) = 6,24 \times 10^4 \quad (0,20) \quad 6,24 \times 10^4$$

$$K_c(T_2) = 16,81 \quad (0,20) \quad 16,81$$

3- إنتروبيج التفاعل في - الاتجاه العكسي (R).

$$Q_r = \frac{P_{C_2H_5OH}}{P_{C_2H_4} \cdot P_{H_2O}}$$

1- زيادة الضغط  $P_r$  يؤدي  $Q_r \downarrow$  و

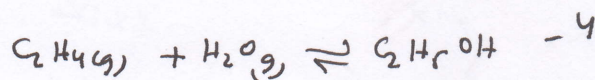
صفة الاتجاه العكسي.  $(0,17)$

2- نقصان  $T \downarrow$  و  $dT < 0$ ,  $\Delta H_R^\circ < 0$  و صفة

$K \uparrow$  أثر الاتجاه العكسي.  $(0,17)$

3- زيادة كمية الحالة لـ  $H_2O$  و  $n_{H_2O} \uparrow$

$P_{H_2O} \uparrow$  و صفة  $Q_r \downarrow$ , الاتجاه العكسي.  $(0,17)$



$$\begin{array}{ccc} t=0 & 1 & 0 \\ & & \\ & & \\ t & 1 - x_p' & x_p' \end{array} \quad (0,20)$$

$$n_{t,e} = 2 - x_p'$$

أو الكراولي

$$K_p(T_2) = \frac{x_{C_2H_5OH}}{x_{C_2H_4} \cdot x_{H_2O} \cdot P_{t,e}} \quad (0,17)$$

بعد التبسيط نجد :

المعادلة ما الدرية الثانية :

$$x_e^2 - 2x_e + 0,4126 = 0 \quad \leftarrow$$

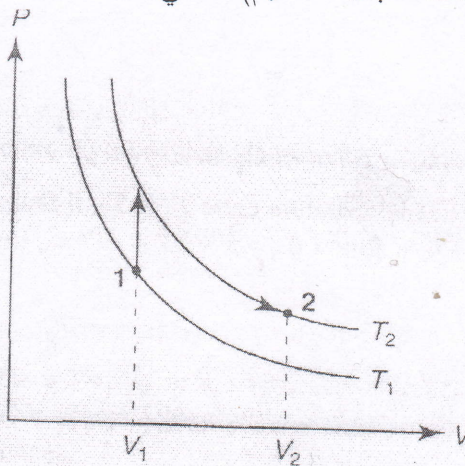
حل هذه المعادلة :

$$x_e = 0,23 \text{ mole} \quad (0,17)$$

## الإمتحان الثاني في مقرر الترموديناميك

## التمرين الأول: (3 نقاط)

- 1- أعط نص المبدأ الثاني في الترموديناميك؟  
2- أوجد عبارة التغير في الأنتروبي  $\Delta S$  لـ  $n(\text{mol})$  من غاز مثالي أثناء التحول العكوس من الحالة (1) إلى الحالة (2) كما في مخطط كلايرون (الضغط بدلالة الحجم) التالي:

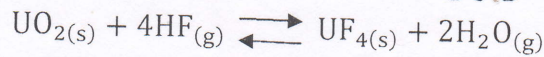


## التمرين الثاني: (4,5 نقاط)

- نمزج داخل إناء معزول حراريا (أديباتيكي) وتحت ضغط ثابت كتلة  $m_1 = 360\text{g}$  من الماء درجة حرارته  $\theta_1 = 25^\circ\text{C}$  مع قطعة من الجليد كتلتها  $m_2 = 36\text{g}$  ودرجة حرارتها  $\theta_2 = 0^\circ\text{C}$ .  
1- أحسب درجة الحرارة النهائية  $\theta_f$  عند التوازن الحراري؟  
2- أحسب التغير في الأنتروبي  $\Delta S$  لهذا التحول؟  
المعطيات: درجة حرارة انصهار الماء  $0^\circ\text{C}$ ، الحرارة اللاتية للانصهار (أنثالبية الانصهار):  $L_{\text{fus}} = 5,94 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ، الكتلة المولية للماء:  $M = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  السعة الحرارية المولية للماء في الحالة السائلة عند ضغط ثابت:  $C_{p(\ell)} = 75,25 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

## المسألة: (12 نقطة)

يتم تفاعل غير متجانس داخل إناء مغلق وفق المعادلة التالية:



- 1- أوجد المعادلة الإيزوثرمية للتفاعل  $\Delta G_r = \Delta G_r^\circ + RT \ln Q_r$  مع كتابة عبارة كسر التفاعل؟  
2- أحسب كل من التغير في أنثالبية التفاعل القياسية  $\Delta H_r^\circ$ ، التغير في الأنتروبي القياسية للتفاعل  $\Delta S_r^\circ$ ، ثم إستنتج ثابت التوازن عند  $298\text{K}$ ؟



3- إذا علمت أن قيمة ثابت التوازن K عند 1000K هي 900. بين تأثير زيادة الضغط الكلي (مع ثبات درجة الحرارة) على التوازن الكيميائي عن طريق الدراسة الترموديناميكية ومبدأ لوشاتلييه Le Chatelier ؟  
 4- إستنتج علاقة فان هوف (Van't Hoff) وبين تأثير زيادة درجة الحرارة (مع ثبات الضغط الكلي) على التوازن الكيميائي.

نثبت درجة الحرارة 1000K والضغط الكلي 1bar ثابتين و نمزج 1 mol من HF و 1 mol من  $UO_2$ .

5- ماهو تركيب المزيج (أي عدد مولات مواد التفاعل) عند التوازن؟

6- بعد حدوث التوازن السابق نضيف للمزيج 1 mol من HF، بين جهة إنزياح التفاعل مع التعليل؟

7- بعد حدوث التوازن السابق نضيف للمزيج 1 mol من مركب غازي خامل، بين جهة إنزياح التفاعل مع التعليل؟

المعطيات: نعتبر أن التغير في أنثالبية التفاعل لايتعلق بدرجة الحرارة، ثابت الغازات المثالية  $R = 8,314 \text{ j. K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

	$UO_2(s)$	$UF_4(s)$	$HF(g)$	$H_2O(g)$
$S_m^\circ (\text{j. K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$	77,8	151,1	173,8	188,8
$\Delta H_f^\circ (\text{kJ. mol}^{-1})$	-1085	-1921	-271	-242

بالتوفيق

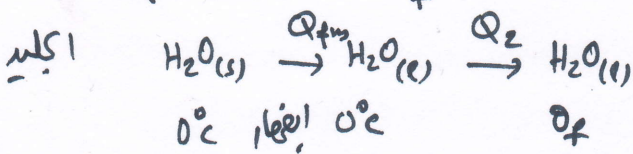
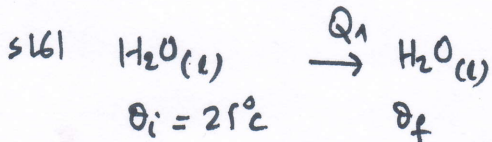
التمرين الثاني: [3 نقاط]

1 - التبادل الحراري - ليحـ داخل إننا معزول حراريًا

تأثيره  $\sum Q_p = 0$  ومنه: وعند فقط ثابت  $Q_{p, \text{H}_2\text{O}}$

$$m_1 = 360 \text{ g} \quad n_1 = \frac{m}{M} = 20 \text{ mole}$$

$$m_2 = 36 \text{ g} \quad n_2 = \frac{m}{M} = 2 \text{ mole}$$



$$Q_1 + Q_{\text{fus}} + Q_2 = 0 \quad \text{ومنه:}$$

$$n_1 C_{p(l)} (\theta_f - \theta_i) + n_2 L_{\text{fus}} + n_2 C_{p(g)} (\theta_f - \theta_i) = 0$$

$$(n_1 + n_2) C_{p(g)} \theta_f = n_1 C_{p(l)} \theta_{i1} - n_2 L_{\text{fus}} + n_2 C_{p(l)} \theta_{i2}$$

$$\theta_f = \frac{n_1 C_{p(l)} \theta_{i1} - n_2 L_{\text{fus}} + n_2 C_{p(l)} \theta_{i2}}{(n_1 + n_2) C_{p(g)}}$$

$$\theta_f = 288,55 \text{ K} \quad \theta_f = 15,33^\circ\text{C}$$

2 - لدينا تغير الإنتروبي عند فقط ثابت:

$$\Delta S = n C_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

و تغير الإنتروبي في حالة التبول الطوري:

$$\Delta S = \frac{nL_{\text{fus}}}{T_{\text{الغليان}}}$$

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3$$

$$\Delta S = n_1 C_{p(l)} \ln\left(\frac{288,55}{298}\right) + \frac{n_2 L_{\text{fus}}}{273} + n_2 C_{p(g)} \ln\left(\frac{288,55}{273}\right)$$

$$\Delta S = 3,15 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

التصحيح الترمودينامي الامتحان الثاني في معر  
الترموديناميك

12 ماي 2016

التمرين الأول: [3 نقاط]

1 - نعو الصبدأ الثاني - في الترموديناميك:

كعندما يتم الجملة تلقائياً ما االة الابتنية  
تبول

أي النهائية تبقى انتروبية الكون ثابتة في  
حالة التوازن العكوسة وتزداد في حالة التبول

$$\Delta S_{\text{univ}} \geq 0 \quad \text{ومنه}$$

2 - من المخطط لدينا التبول في االة (1)

أي االة (2) يتم بعرجتين: التبول ايزوكوري

(سندرج ثابت) ثم التبول ايزوثيرمي ( $T = T_2$ ) من  $V_1 \leftarrow V_2$   
( $V = V_1$ )

$$dU = \delta Q \quad \text{ومنه:}$$

$$(dS)_V = \frac{\delta Q_{\text{rev}}}{T} = n C_V \frac{dT}{T}$$

$$\delta Q = P dV \quad \text{ومنه:}$$

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

$$(dS)_T = \frac{\delta Q}{T} = nR \frac{dV}{V}$$

ومن  $dS$  الكلية هي:

$$dS = nC_V \frac{dT}{T} + nR \frac{dV}{V}$$

$$\Delta S = S_2 - S_1 = nC_V \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + nR \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$\Delta S_r^\circ = 2 S_m^\circ \text{H}_2\text{O} + S_m^\circ \text{UF}_4 -$$

$$(S_m^\circ \text{UO}_2 + 4 S_m^\circ \text{HF})$$

$$\Delta S_r^\circ = -244,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{OIF}$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \Delta S_r^\circ \quad \text{ولدينا}$$

عند  $T = 298 \text{ K}$  ومنه:

$$\Delta G_r^\circ = (-236) - 298 \cdot (-244,3 \cdot 10^3)$$

$$\Delta G_r^\circ = -163,20 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{OIF}$$

$$- \Delta G_r^\circ / RT$$

$$K = e^{\text{ثابت التوازن}}$$

$$K = 4,104 \times 10^{28} \quad \text{OIF}$$

التفاعل تلقائي في الاتجاه المباشر (1).

" ناسم لأكبر، ، ، المباشرة (1) "

-3

قاعدة لوساتلي: " إذا حدث تغير في أحد

العوامل المتبقية المتغيرة مع توازن التفاعل فإما

تتولد من توازنها إلى حالة توازن أخرى يندرج

في إحدى تأثير هذا الموثى " OIF

من طريق الدراسة الترموديناميكية أي

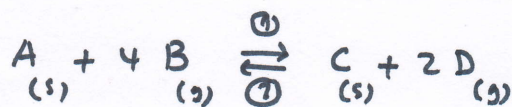
$$\Delta G_r = RT \ln \frac{Q_r}{K}$$

$$Q_r = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}^2}{P_{\text{HF}}^4} = \frac{x_{\text{H}_2\text{O}}^2}{x_{\text{HF}}^4} \cdot P_T^{\Delta \nu_i} \quad \text{تأثير الضغط} \quad \text{OIF}$$

$$\Delta \nu_i = 2 - 4 = -2 \quad \text{والو،} \quad P_i = x_i P_T$$

## المسألة: [12 نقطة]

1. تكتب معادلة التفاعل المتكامل:



$$dG_r = \sum \mu_i dn_i = \sum \nu_i \mu_i d\xi_i \quad \text{ولدينا}$$

$$\Delta G_r = \left( \frac{\partial G}{\partial \xi} \right)_{P,T} = \sum_j \nu_j \mu_j - \sum_i \nu_i \mu_i \quad \text{متفكلا = نواتج}$$

$$\Delta G_r = \mu_C + 2\mu_D - (\mu_A + 4\mu_B) \quad \text{OIF}$$

ولدينا ببارة الكيمياء:

$$\mu_i = \mu_i^\circ + RT \ln \tilde{a}_i \quad \text{OIF}$$

$$\Delta G_r = \sum \nu_i \mu_i^\circ + \sum \nu_i RT \ln \tilde{a}_i \quad \text{ومنه}$$

$$\Delta G_r = \Delta G_r^\circ + RT \ln Q_r \quad \text{OIF}$$

$$Q_r = \frac{(\tilde{a}_C)^1 (\tilde{a}_D)^2}{(\tilde{a}_A)^1 (\tilde{a}_B)^4} \quad \text{حيث كسر التفاعل}$$

$\tilde{a}$  مارة طبعاً نقيية = 1

$$Q_r = \frac{(P_B/P^\circ)^2}{(P_A/P^\circ)^4} \quad \text{OIF} \quad , \quad Q_r = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}^2}{P_{\text{HF}}^4}$$

$P^\circ$  الضغط في - الغلاف القياسي  $P^\circ = 1 \text{ atm}$

-2

$$\Delta H_r^\circ = 2 \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O} + \Delta H_f^\circ \text{UF}_4 -$$

$$(\Delta H_f^\circ \text{UO}_2 + 4 \Delta H_f^\circ \text{HF})$$

$$\Delta H_r^\circ = -236 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{OIF}$$

فنجد زيادة الضغط الكلي  $P_{total}$  وكان  $\Delta V < 0$  فإن كسر التفاعل  $Q_r$  ينخفض ومنه نلتم التفاعل في الاتجاه العكسي.

وهب قاعدة لوشاتلي: عند ارتفاع الضغط لتتجه التفاعل في الاتجاه الذي يكون فيه أقل عدد من الجزيئات الغازية وهذا الاتجاه العكسي. (أي إختفاء كميات الغازات)

4 - علاقة فانته هوف  $Van't Hoff$

عند التوازن:  $\Delta G_r = 0 = \Delta G_r^\circ + RT \ln K$

$$\ln K = - \frac{\Delta G_r^\circ}{RT}$$

وهب علاقة Gibbs-Helmholtz

$$\left( \frac{\partial \Delta G_r / T}{\partial T} \right)_p = - \frac{\Delta H_r^\circ}{T^2}$$

$$\left( \frac{\partial \ln K}{\partial T} \right)_p = \frac{\Delta H_r^\circ}{RT^2}$$

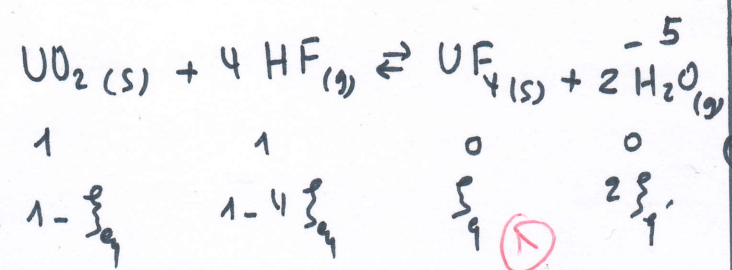
ومنه نكتب:

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H_r^\circ}{RT^2}$$

لدينا:  $\Delta H_r^\circ < 0$  أي التفاعل ناسخ للحرارة على الاتجاه العكسي ومنه عند رفع درجة الحرارة فإن التفاعل يتجه في الاتجاه العكسي الذي يزدح منه! متصاح للحرارة.

$$K_{298} = 4,04 \times 10^{-8} \quad (K \downarrow)$$

$$K_{1000K} = 900$$



ملاحظة: نكتب  $\xi$  أو  $x$  (لأن الحجم ثابت)

عند التوازن:  $n_{total} = 1 - 2\xi$

لدينا:  $Q_r = \frac{x_{H_2O}^2}{x_{HF}^4} \cdot P_{total}^{\Delta V_r}$

الكرا مول  $x_i = \frac{n_i}{n_{total}}$

عند التوازن نجد:  $K_{1000} = \frac{(n_i/n_{total})_{H_2O}^2}{(n_i/n_{total})_{HF}^4} \cdot P_{total}^{-2}$

$$K_{1000} = \frac{(2\xi)^2 / (1-2\xi)^2}{(1-4\xi)^4 / (1-2\xi)^4} \cdot P_{total}^{-2}$$

$1 \text{ bar} = 1 \text{ atm}$  . يجب التحويل إلى atm  $P_{total} = 1 \text{ bar}$

نجد معادلة ما الدرجة الثالثة:

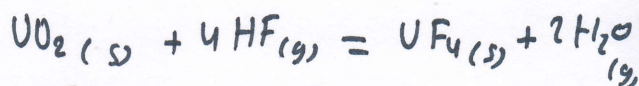
$$242 \xi^2 - 121 \xi + 12 = 0$$

الكل هو  $\xi = 0,227 \text{ mol}$

ومنه نكتب المزيج عند التوازن هو:

- $n_{UF_4} = 0,227 \text{ mol}$
- $n_{H_2O} = 0,454 \text{ mol}$
- $n_{UO_2} = 0,773 \text{ mol}$
- $n_{HF} = 0,092 \text{ mol}$

6 - عند إضافة 1 mol HF نبدأ:



$$3.2 \quad 1 - \xi_1 \quad 2 - 4 \xi_1 \quad \xi_1 \quad 2 \xi_1$$

$$\text{توازن جود} \quad 1 - \xi_2 \quad 2 - 4 \xi_2 \quad \xi_2 \quad 2 \xi_2$$

$$N_{total} = 2 - 2 \xi_2 \quad \text{المولية (العلاقة)}$$

ومن ثم:

$$242 \xi_2^2 - 121 \xi_2 + 12 = 0$$

$$\xi_2 = 0, 424 \text{ mol}$$

ومن التفاعل ~~المعكوس~~ يتزاى في الاتجاه العكسي

أو نبدأ كما يلي:

$$Q_r = \frac{x_{H_2O}^2}{x_{HF}^4} \cdot \frac{P_{atm}}{P_{Total}}$$

عند إضافة 1 mol HF فإن  $Q_r$  ينخفض

ومن يفتح التفاعل في الاتجاه العكسي.

7 - عند إضافة كمية الحرارة من مرتبة نأخذ:

نأخذ أي زيادة  $N_{total}$  ومنه  $Q_r$  يزداد

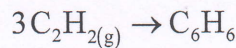
أي التفاعل يتقدم في الاتجاه العكسي.

د



## الإمتحان الثاني في مقرر الترموديناميك

التمرين الأول: ( 5 نقاط) في سنة 1862 Marcellin Berthelot قام بإصطناع البنزن  $C_6H_6$  انطلاقا من الأستلين الغازي  $C_2H_2$  وفق المعادلة التالية:



1- أحسب التغير في أنتروبي التفاعل  $\Delta S_r^\circ$  عند  $25^\circ C$  و  $70^\circ C$  و  $100^\circ C$

المعطيات: ثابت الغازات المثالية  $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

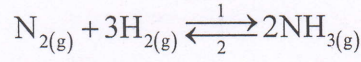
	$C_6H_6$	$C_2H_2$
$C_{p,m}^0 (\ell) (\text{J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1})$	134	-
$C_{p,m}^0 (\text{g}) (\text{J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1})$	82	44
$\theta_{\text{vap}}^0 (^\circ C)$	80	-
$S_m^0 (\text{J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1})$	173	201

التمرين الثاني: (5 نقاط) نضع 1mol من غاز الهيليوم أحادي الذرة ( $\gamma = \frac{5}{3}$ ) داخل إناء مغلق جدرانه قابلة للتبادل الحراري درجة حرارته الابتدائية  $T_0 = 300K$  ، ثم نغمسه داخل مثبت درجة الحرارة (Thermostat) درجة حرارته  $T = 273K$  . بعد التوازن الحراري تصبح درجة حرارة الجملة (الإناء و مثبت درجة الحرارة)  $T_{\text{eq}} = 273K$  .

1- أحسب التغير في الأنتروبي لكل من الغاز  $\Delta S_{\text{gaz}}$  و لمثبت درجة الحرارة  $\Delta S_{\text{th}}$  ثم إستنتج التغير في أنتروبي الجملة بإعتبار الجملة معزولة والتحول عكوس.

2- عند التوازن السابق، ننقص نصف حجم الغاز بطريقة إيزوثرمية عكوسة فأحسب التغير في الأنتروبي عندئذ لكل من الغاز  $\Delta S'_{\text{gaz}}$  و مثبت درجة الحرارة  $\Delta S'_{\text{th}}$  ثم إستنتج التغير في أنتروبي الجملة بإعتبار الجملة معزولة.

**المسألة: (10 نقاط)** يتم تفاعل متجانس لإنتاج غاز النشادر في الطور الغازي داخل إناء مغلق عند 298K وفق المعادلة التالية:



- 1- أعط عبارة كسر التفاعل في المعادلة الإيزوثرمية للتفاعل  $\Delta G_r = \Delta G_r^\circ + RT \ln Q_r$  ؟
  - 2- أحسب كل من التغير في أنثالبية التفاعل القياسية  $\Delta H_r^\circ$ ، التغير في الأنتروبي القياسية للتفاعل  $\Delta S_r^\circ$ ، ثم إستنتج التغير في طاقة جيبس  $\Delta G_r^\circ$  عند 298K ؟
  - 3- أحسب قيمة ثابت التوازن  $K_p$  عند 298K و عند 273K .
  - 4- بين تأثير العوامل التالية عن طريق الدراسة الترموديناميكية على التوازن الكيميائي للتفاعل:
    - زيادة الضغط الكلي مع ثبات درجة الحرارة.
    - نقصان درجة الحرارة مع ثبات الضغط الكلي.
    - ثبات الضغط الكلي ودرجة الحرارة وإضافة 1مول من  $\text{NH}_{3(g)}$ .
    - ثبات الضغط الكلي ودرجة الحرارة وإضافة 1مول من الغاز الخامل.
- المعطيات:** نعتبر أن التغير في أنثالبية وأنتروبي التفاعل ثابتة في المجال [298-273K].

	$\text{N}_{2(g)}$	$\text{H}_{2(g)}$	$\text{NH}_{3(g)}$
$S_m^\circ (\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$	191,5	30,6	130,6
$\Delta H_f^\circ (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	0	0	-46,19

بالتوفيق

$$\Delta S_{\text{gas}} = \int_{T_0}^{T_{\text{eq}}} \frac{\delta Q_{\text{rev}, \text{gas}}}{T} \quad (0,27) \quad -1$$

$$\delta Q_{\text{rev}, \text{gas}} = n C_V dT = \frac{nR}{\gamma-1} dT$$

$$C_p - C_V = R \quad \gamma = \frac{C_p}{C_V} \quad (0,27)$$

$$\Delta S_{\text{gas}} = \frac{nR}{\gamma-1} \int_{T_0}^{T_{\text{eq}}} \frac{dT}{T} = \frac{nR}{\gamma-1} \ln \left( \frac{T_{\text{eq}}}{T_0} \right)$$

$$\Delta S_{\text{gas}} = -1,19 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (0,17)$$

$$\Delta S_{\text{th}} = \frac{\delta Q_{\text{rev}, \text{th}}}{T_e} \quad (0,5)$$

$$\delta Q_{\text{rev}, \text{th}} = -\delta Q_{\text{rev}, \text{gas}} = -\frac{nR}{\gamma-1} dT$$

$$\Delta S_{\text{th}} = -\frac{nR}{\gamma-1} \cdot \frac{1}{T_e} \int_{T_0}^{T_{\text{eq}}} dT \quad (0,17)$$

$$\Delta S_{\text{th}} = \frac{nR}{\gamma-1} \cdot \frac{(T_0 - T_{\text{eq}})}{T_e} = 1,24 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (0,17)$$

$$\Delta S = \Delta S_{\text{gas}} + \Delta S_{\text{th}} = 0,06 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (0,8)$$

2 - آبول الغاز بطريقة ايزوثيرم تكوسه  $dU=0$

$$dU = \delta Q + \delta W = 0 \quad \delta Q_{\text{rev}} = -\delta W$$

$$\delta Q_{\text{rev}} = p \cdot dV = nRT \frac{dV}{V} \quad (0,17)$$

$$\Delta S_{\text{gas}} = nR \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) = -5,76 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (0,17)$$

$$V_2 = \frac{1}{2} V_1$$

لدينا  $\delta Q_{\text{th}} = -\delta Q_{\text{rev}, \text{gas}}$  و

$$\Delta S_{\text{th}} = -\Delta S_{\text{gas}} = +5,76 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (0,5)$$

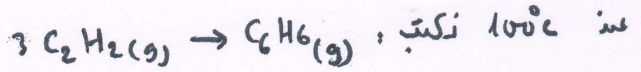
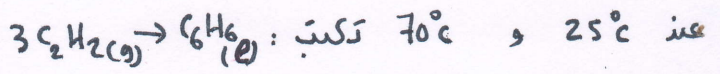
$$\Delta S = 0 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \quad (0,17)$$

التصحيح النموذجي في مقر الزمرد نيا ميبك  
الايمان الثاني

17 جوان 2019

التمرين الأول: (5 نقاط)

1 - حساب التغير في أنتروبي التفاعل  $\Delta S_r$



a)  $25^\circ\text{C}$  (298K) (0,17)

$$\Delta S_r = S_m^\circ(\text{C}_6\text{H}_6(\text{g})) - 3 S_m^\circ(\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}))$$

$$\Delta S_r = -430 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (0,17)$$

b)  $70^\circ\text{C}$  (343K)

$$\Delta S_r(343\text{K}) = \Delta S_r(298\text{K}) + \int_{298}^{343} \Delta_r C_p^\circ \frac{dT}{T}$$

$$\Delta_r C_p^\circ = C_p^\circ(\text{C}_6\text{H}_6(\text{g})) - 3 C_p^\circ(\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})) = 2 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta S_r(343\text{K}) = -429,7 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (0,17)$$

c)  $100^\circ\text{C}$  (373K)

$$\Delta S_r(373\text{K}) = \Delta S_r(298\text{K}) + \int_{298}^{373} \Delta_r C_p^\circ \frac{dT}{T}$$

$$+ \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{T_{\text{vap}}} + \int_{353}^{373} \Delta_r C_p^\circ \frac{dT}{T} \quad (1)$$

$$\Delta_r C_p^\circ = C_p^\circ(\text{C}_6\text{H}_6(\text{g})) - 3 C_p^\circ(\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})) = -50 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$T_{\text{vap}} = 353 \text{ K} (80^\circ\text{C})$$

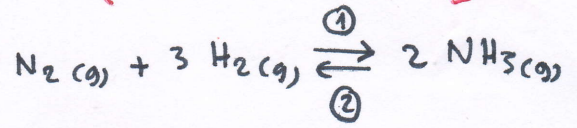
$$\Delta S_r(373\text{K}) = -336,5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (0,17)$$

التمرين الثاني: حسب تعريف كلابيوت لادال  
الانتروبي

$$dS = \frac{\delta Q_{\text{rev}}}{T} \quad (0,27)$$



الدكتور في الثالث (المسألة) : (10 نقاط)



$$Q_r = \frac{x_{NH_3}^2}{x_{N_2} \cdot x_{H_2}^3} = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} \cdot P_{H_2}^3} \quad (1)$$

$$\Delta H_r^\circ = 2 \Delta H_f^\circ NH_3 - \Delta H_f^\circ N_2 - 3 \Delta H_f^\circ H_2 \quad (2)$$

$$\Delta H_r^\circ = -92,38 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (1)$$

$$\Delta S_r^\circ = 2 S_m^\circ NH_3 - S_m^\circ N_2 - 3 S_m^\circ H_2$$

$$\Delta S_r^\circ = -22,1 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (1)$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \Delta S_r^\circ \quad T = 298 \text{ K}$$

$$\Delta G_r^\circ = -85,79 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (1)$$

3. ثابت التوازن  $K_p$  من المعادلة الأيونية

$$Q_r = K_p \quad \Delta G_r^\circ = 0$$

$$K_p = e^{-\Delta G_r^\circ / RT}$$

$$K_p(298 \text{ K}) = 1,92 \times 10^{15} \quad (1)$$

Vant'Hoff بتصحيح فانز فانز هو

$$\ln K_p(273 \text{ K}) = \ln K_p(298 \text{ K}) + \frac{\Delta H_r^\circ}{R}$$

$$\left( \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \cdot (1) \quad T_2 = 273 \text{ K} \quad T_1 = 298 \text{ K}$$

$$K_p(273 \text{ K}) = 3,66 \times 10^{16}$$

4. دراسة العوامل المؤثرة مع التوازن :

- زيادة الضغط الكلي - مع تباين درجة الحرارة

$$Q_r = \frac{x_{NH_3}^2}{x_{N_2} \cdot x_{H_2}^3} \cdot P_+^{\Delta \nu_i} \quad (1)$$

$$\Delta \nu_i = -2$$

ومنه :

(15)

$\Delta \nu_i < 0$  و  $P_+ \uparrow$  و  $Q_r \downarrow$  ينخفض

ومنه يندرج التفاعل في الاتجاه العكس (1)

- نقصان درجة الحرارة مع تباين الضغط الكلي

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H_r^\circ}{RT^2} \quad (1)$$

ومنه يندرج التفاعل في الاتجاه العكس (1)

تباين الضغط الكلي وإضافة  $NH_3(g)$  من  $1 \text{ mol}$

ومنه يندرج التفاعل في الاتجاه العكس (1)

$$Q_r = \frac{n_{NH_3}^2}{n_{N_2} \cdot n_{H_2}^3} \cdot \frac{n_+^2}{P_+^2} \quad (1)$$

ومنه يندرج التفاعل في الاتجاه العكس (1)

أي يندرج التفاعل في الاتجاه العكس (1)

تباين الضغط الكلي ودرجة الحرارة وإضافة  $1 \text{ mol}$

من الغازات المتفاعلة أي زيادة  $n_+$  لندرج التفاعل في الاتجاه العكس (1)

ومنه يندرج التفاعل في الاتجاه العكس (1)

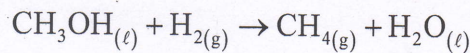
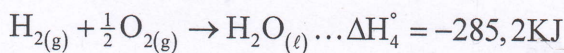
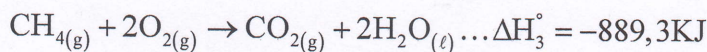
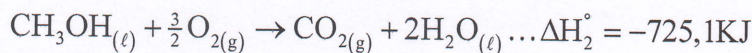
العكس (1)





## الإمتحان الثاني في مقرر الترموديناميك

التمرين الأول: ( 10 نقاط) نعتبر التفاعل (1) وفق المعادلة التالية:

1- أحسب التغير في الأنتالبية القياسية للتفاعل (1)  $\Delta H_r^\circ$  عند  $25^\circ\text{C}$  بتطبيق قانون هس.2- أحسب التغير في الأنتالبية القياسية للتفاعل (1)  $\Delta H_r^\circ$  عند  $25^\circ\text{C}$  انطلاقا من المعادلات التالية:3- أحسب التغير في الأنتالبية القياسية للتفاعل (3)  $\Delta H_r^\circ$  عند  $75^\circ\text{C}$ . يتبخر الإيثانول عند  $64^\circ\text{C}$ .4- أحسب التغير في الأنتالبية القياسية للتفاعل (4)  $\Delta H_r^\circ$  عند  $120^\circ\text{C}$ . يتبخر الماء عند  $100^\circ\text{C}$ .

	$\text{CH}_{4(\text{g})}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$	$\text{H}_{2(\text{g})}$	$\text{CH}_3\text{OH}_{(\ell)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$	$\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{g})}$
$\Delta H_f^\circ$ (KJ.mol <sup>-1</sup> )	-74,4	-285,2	0	-238,6	-241,8	-201,1
$C_p^\circ$ (J.K <sup>-1</sup> .mol <sup>-1</sup> )	35,3	75,2	27,8	81,6	38,2	53,5
$\Delta H_{\text{vap}}^\circ$ (kJ.mol <sup>-1</sup> )	-	44		35,4		

## التمرين الثاني: (10 نقاط)

الجزء أ: يقدر إحتياج الماء الساخن الصحي عند  $50^\circ\text{C}$  لعائلة تتكون من أربعة أشخاص بـ 30 لتر (حوالي 30Kg ماء)

لكل يوم ولكل شخص.

1- أحسب كمية الحرارة Q اللازمة لتسخين الماء من درجة الحرارة الابتدائية  $3^\circ\text{C}$  إلى  $50^\circ\text{C}$  لهذه العائلة.

2- ماهي كتلة الحطب اللازم إشعاله للحصول على كمية الحرارة اللازمة لهذه العائلة.

المعطيات: السعة الحرارية الكتلية للجليد  $2\text{KJ.Kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  السعة الحرارية الكتلية للماء السائل  $4,18\text{KJ.Kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ الحرارة اللاطية للإنصهار  $333\text{KJ.Kg}^{-1}$  حرارة إحتراق الحطب  $15 \times 10^3 \text{KJ.Kg}^{-1}$ الجزء ب: أحسب التغير في الأنتروبي لـ n مول من غاز مثالي أثناء تمدد إيزوثيرمي عكوس من الضغط  $P_1$  إلى  $P_2$ .

هل القانون الثاني في الترموديناميك محقق؟

المعطيات: ثابت الغازات المثالية  $R = 8,314 \text{J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ ,  $n = 0,5 \text{mol}$ ,  $P_2 = \frac{P_1}{4}$ 

بالتوفيق