

تمرين-1: (6.5 ن)

1- نضع في كاس بيشر حجما $V = 100 \text{ mL}$ من محلول حمض الآزوت $(H^+ + NO_3^-)$ تركيزه المولي $C = 1 \text{ mol/L}$ ، نضيف له كتلة قدرها $m = 19,2 \text{ g}$ من النحاس (Cu) . علما أن الشنائيتين OX / Red الداخلتان في التفاعل هما (Cu^{2+} / Cu) و (NO_3^- / NO) :

أ- بين أن المعادلة المعبرة عن التفاعل النمذج للتحويل السابق هي:
 $3Cu_{(aq)} + 2NO_{3(aq)} + 8H^+ = 3Cu^{2+} + 2NO_{(g)} + 4H_2O_{(l)}$

ب/ احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات.

ج/ أنشئ جدول تقدم التفاعل النمذج للتحويل السابق.

د/ حدد التفاعل الحد.

2/ علما أن التجربة أجريت في درجة الحرارة $25^\circ C$ وتحت الضغط $p = 10^5 \text{ Pa}$:

أ/ بين أن الحجم المولي الغازي في شروط التجربة هو $V_M = 24 \text{ L}$

ب/ اوجد العلاقة بين حجم غاز أكسيد الآزوت (V_{NO})

النطلق والتقدم (X) .

3/ يعطي الشكل للرقي تغير حجم غاز أكسيد الآزوت (V_{NO})

بدلالة الزمن.

أ- عرف سرعة التفاعل واحسب قيمتها في اللحظة $t = 20 \text{ s}$

ب- استنتج التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 30 \text{ s}$.

4/ أعط عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمحلول بدلالة (X) . يعطى:

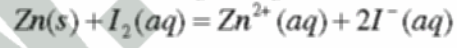
$$M(Cu) = 64 \text{ g/mol} , R = 8,31 \text{ J}^\circ \text{K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\lambda_{Cu^{2+}} = 10,4 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} , \lambda_{NO_3^-} = 7,14 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} , \lambda_{H^+} = 35 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

تمرين-2: (6.5 ن)

وضعنا في بيشر حجما $V_0 = 225 \text{ mL}$ من مادة مطهرة تحتوي على ثنائي اليود $I_2(aq)$ بتركيز $C_0 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ ثم أضفنا له عند درجة حرارة ثابتة ، قطعة من معدن الزنك $Zn(s)$ كتلتها $m = 0,5 \text{ g}$.

التحول الكيميائي البطيء و التام الحادث بين اليود و الزنك ينمذج بتفاعل كيميائي معادلته كما يلي:



متابعة التحول عن طريق قياس الناقلية النوعية σ للمزيج التفاعلي في لحظات زمنية مختلفة مكنتنا من الحصول على جدول القياسات التالي:

$t(\times 10^2 \text{ s})$	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16
$\sigma(S \cdot \text{m}^{-1})$	0	0,18	0,26	0,38	0,45	0,49	0,50	0,51	0,52	0,52
$x(\text{mmol})$										

1) اشرح لماذا يمكن متابعة هذا التحول عن طريق قياس الناقلية النوعية.

2) احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلين، وأنجز جدولا لتقدم التفاعل الحادث.

3- اكتب عبارة الناقلية النوعية σ للمزيج بدلالة التقدم X . ثم بين أن $\sigma = Ax$ (احسب قيمة A).

ب- أكمل الجدول السابق ثم ارسم المنحنى $x = f(t)$.

4- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم عين قيمته.

ب- جد قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظتين $t_1 = 400 \text{ s}$ و $t_2 = 1000 \text{ s}$.

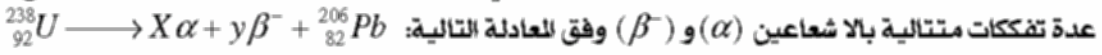
ج- فسر مجهريا تطور السرعة الحجمية للتفاعل.

يعطى:

$$\lambda_{I^-} = 7,70 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} ; \lambda_{Zn^{2+}} = 10,56 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} ; M(Zn) = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

تمرين-3: (7 ن)

1/ إن نظير اليورانيوم (^{238}U) يشكل العائلة الإشعاعية التي تؤدي إلى نظير الرصاص المستقر (^{206}Pb) مع ملاحظة



عدة تفككات متتالية بالأشعاعين (α) و (β^-) وفق المعادلة التالية: $N_u(t)$ وفي اللحظة t ب $N_u(0)$ في اللحظة $t = 0$ ب $N_u(t)$ على الترتيب. وبفرض أن العينة لا تحتوي في البداية سوى على أنوية اليورانيوم :

أ- أكمل معادلة التفاعل السابق معطيا قيمة كل من X و Y .

ب- اكتب قانون التناقص الإشعاعي ثم اثبت أن الزمن الذي يكون فيه عدد الأنوية المتبقية $N = \frac{N_0}{16}$ هو $t = 4t_{1/2}$

ج- بين أن عدد أنوية الرصاص المتشكلة في اللحظة t يمكن حسابها وفق العلاقة $N_{Pb}(t) = N_u(0)(1 - e^{-\lambda t})$.

2/ في أحد المفاعلات النووية تجري تجارب اندماج نووي لإنتاج الطاقة حسب المعادلة $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \longrightarrow ^4_2\text{X} + ^1_0\text{n}$

أ/ عرف تفاعل الاندماج النووي ثم استنتج قيمتي العددين A و Z باستعمال قانوني الانحفاظ.

ب/ عرف طاقة الربط للنواة واحسب طاقة الربط للنكليون الواحد لكل نواة بـ MeV ، واستنتج النواة الأكثر استقرارا.

3- للخطط الطاقوي للرقي يمثل الحصيلة الطاقوية للتفاعل المذكور

أ- ما ذا تمثل الطاقات ΔE_1 ، ΔE_2 ، ΔE ؟

ب- احسب بـ MeV الطاقة للحرارة من هذا التفاعل.

ج- احسب بوحدة MeV وبالجول ، الطاقة المتحررة من تحول

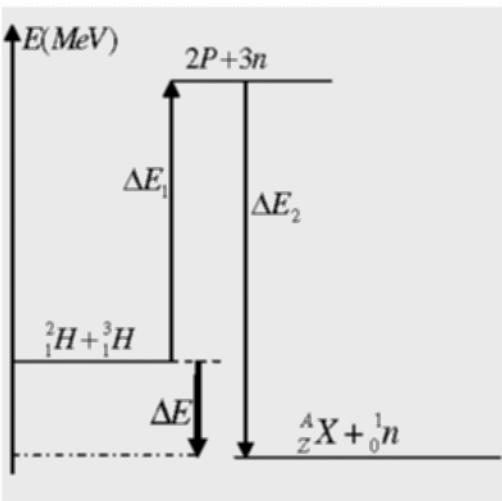
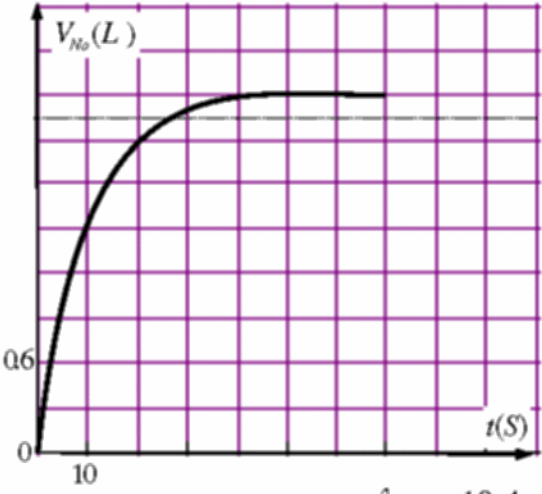
1 g من النظير ^3_1H ثم قارن هذه الطاقة مع الطاقة الحرارية

الناتجة عن احتراق البترول والتي تكون بمعدل $41,85 \text{ GJ}$ لكل طن.

$$\text{للعطيات: } E_i(^3_1\text{H}) = 8,57 \text{ MeV} , E_i(^4_2\text{X}) = 28,41 \text{ MeV}$$

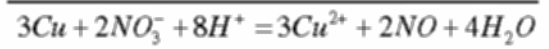
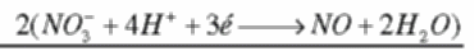
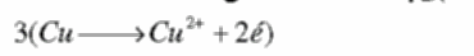
$$N_A = 6,023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} , E_i(^2_1\text{H}) = 2,23 \text{ MeV}$$

$$1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$$



التمرين-1: (6.5 نقطة)

1) إيجاد معادلة التفاعل:



(ب) الكميتان الابتدائيتان للمتفاعلين:

$$n_{NO_3^-} = C.V = 1 \times 0,1 = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{Cu} = \frac{m}{M} = \frac{19,2}{64} = 0,3 \text{ mol}$$

	$3Cu_{(aq)} + 2NO_3^-_{(aq)} + 8H^+ = 3Cu^{2+}_{(g)} + 2NO_{(g)} + 4H_2O_{(l)}$				
وفرة	0	0	وفرة	0,1m	0,3m
وفرة	2X	3X	وفرة	0,1-2X	0,3-3X
وفرة	3X	3X _f	وفرة	0,1-2X _f	0,3-3X _f
حالة ابتدائية					
حالة انتقالية					
حالة نهائية					

$$0,3 - 3X_{\max} = 0 \Rightarrow X_{\max} = 0,1 \text{ mol}$$

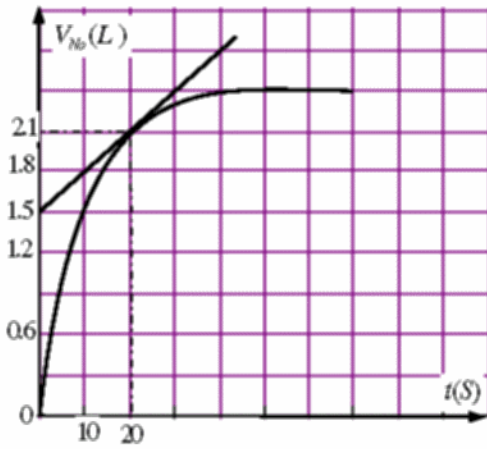
$$0,1 - 2X_f = 0 \Rightarrow X_{\max} = 0,05 \text{ mol}$$

المتفاعل المحد هو NO_3^- ويكون $X_f = 0,05 \text{ mol}$

(١-2) من القانون العام للغازات $pV = nRT$ يكون:

$$V_M = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 8,31 \times (25 + 273)}{10^5} \approx 24 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \approx 24 \text{ L}$$

(ب) العلاقة بين حجم غاز أكسيد الآزوت (V_{NO}) للنطلق والتقدم هي: $n(NO) = 2X$.



(١-3) سرعة التفاعل هي: $v = \frac{dx}{dt}$

وحيث ان $n_{NO} = 2X$ يكون $X = \frac{1}{2} n_{NO} = \frac{1}{2} \frac{V_{NO}}{V_M}$

ومنه نجد $v = \frac{dx}{dt} = \frac{1}{2V_M} \frac{dV_{NO}}{dt}$

$$v(20s) = \frac{1}{2 \times 24} \cdot \frac{(2,1 - 1,5)}{20} = 1,04 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$$

(ب) - / استنتاج التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 30s$

$$V_{NO} = 3,75 \times 0,6 = 2,25 \text{ L}$$

بيانيا يكون $X = 4,69 \times 10^{-2} \text{ mol}$

$$X = \frac{1}{2} \frac{V_{NO}}{V_M} = \frac{1}{2} \times \frac{2,25}{24} = 4,69 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{Cu} = 0,3 - 3(4,69 \times 10^{-2}) \approx 0,16 \text{ mol}$$

$$n_{NO_3^-} = 0,1 - 2(4,69 \times 10^{-2}) = 5,3 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{Cu^{2+}} = 3(4,69 \times 10^{-2}) = 0,14 \text{ mol}$$

$$n_{NO} = 2X = 2(4,69 \times 10^{-2}) = 9,38 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\sigma(t) = [H^+] \lambda_{H^+} + [NO_3^-] \lambda_{NO_3^-} + [Cu^{2+}] \lambda_{Cu^{2+}} \quad (4)$$

$$= C \lambda_{H^+} + \frac{(0,1 - 2X)}{V} \lambda_{NO_3^-} + \frac{(3X)}{V} \lambda_{Cu^{2+}} = 42(14 + 169,2X)$$

التمرين-2: (6.5 نقطة)

1) يمكن متابعة هذا التحول عن طريق قياس الناقلية لان تركيز الشوارد I^- , Zn^{2+} يزداد تدريجيا مع مرور الزمن.

وهذه الشوارد ناقلة للتيار الكهربائي، فتزداد الناقلية تدريجيا.

2) حساب كميات المادة الابتدائية للمتفاعلين:

$$n_0(I_2) = C_0 \times V_0 = 2,0 \times 10^{-2} \times 0,250 = 5,10^{-3} \text{ mol} \quad , n_0(Zn) = \frac{m}{M} = \frac{0,5}{65,4} = 7,6.10^{-3} \text{ mol}$$

جدول التقدم للتفاعل:

	$Zn(s) + I_2(aq) = Zn^{2+}(aq) + 2I^-(aq)$			
حالة ابتدائية	$7,6.10^{-3}$	$5,10^{-3}$	0	0
حالة انتقالية	$7,6.10^{-3} - x$	$5,10^{-3} - x$	x	2x
حالة نهائية	$7,6.10^{-3} - x_{\max}$	$5,10^{-3} - x_{\max}$	$x_{\max}$	$2x_{\max}$

(١-3) لدينا $\sigma_i = \lambda_{Zn^{2+}} [Zn^{2+}] + \lambda_{I^-} [I^-]$

من جدول التقدم يكون $[Zn^{2+}] = \frac{x(t)}{V_0}$ و $[I^-] = \frac{2x(t)}{V_0}$

$$\sigma_i = \lambda_{Zn^{2+}} \frac{x_i}{V_0} + \lambda_{I^-} \frac{2x_i}{V_0} = \frac{x_i}{V_0} (\lambda_{Zn^{2+}} + 2\lambda_{I^-}) = A x_i$$

بالتعويض نجد: $\sigma_i = 103,8 x_i$ ، فيكون $A = 103,8$

ب- بالاعتماد على الجدول المعطى وبتطبيق العلاقة $\sigma_i = 103,8 x_i$ نجد ما يلي:

$t(\times 10^2 s)$	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16
$x(\text{mmol})$	0	1,7	2,5	3,7	4,3	4,7	4,8	4,9	5,0	5,0

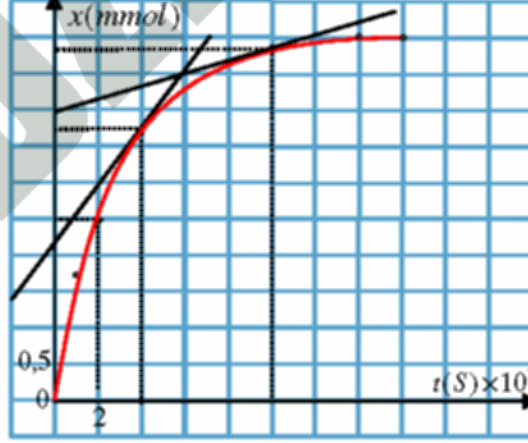
باستعمال القياس: $2 \times 10^2 S / \text{div}$ (افقيا)

$0,5 \text{ mmol} / \text{div}$ (شاقوليا)

نحصل على البيان المرفق.

(١-4) زمن نصف التفاعل هو الـدة الزمنية التي من اجلها يبلغ تقدم التفاعل نصف قيمته النهائية.

من البيان:



$$t = t_{1/2} = 200s \quad \text{لما} \quad x = \frac{x_f}{2} = 2,5 \text{ mmol}$$

ب/ إيجاد قيمة السرعة الحجمية للتفاعل

- السرعة الحجمية: $v_v = \frac{1}{V_s} \frac{dx}{dt}$ نجد ما يلي:

$$v_v(t_1) = \frac{1}{0,225} \frac{(3,75 - 1,8) \times 10^{-3}}{400} \approx 2,17 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$$

$$v_v(t_2) = \frac{1}{0,225} \frac{(4,75 - 4) \times 10^{-3}}{1000} \approx 0,30 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$$

ج- التفسير الجهري لتطور سرعة التفاعل:

تتناقص السرعة الحجمية للتفاعل بمرور الوقت وهذا راجع لتناقص تراكيز المتفاعلات. وهذا بسبب تناقص عدد التصادمات الفعالة بين جزيئات المتفاعلات.

التمرين-3: (7 نقطة)

١-1) حسب قانوني الانحفاظ يكون في المعادلة: ${}^{238}_{92}U \longrightarrow X {}^4_2He + y {}^0_{-1}e + {}^{206}_{82}Pb$

$$238 = X \cdot 4 + 206 \longrightarrow X = 8$$

$$92 = 2X - Y + 82 \longrightarrow Y = 6$$

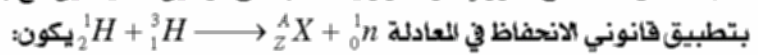
(ب) قانون التناقص الإشعاعي $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

$$-\ln 16 = -\lambda t \Rightarrow \ln(2)^4 = \lambda t \quad \text{يكون:} \quad \frac{N_0}{16} = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$4 \ln 2 = \lambda t \Rightarrow t = \frac{4 \ln 2}{\lambda} = 4 t_{1/2}$$

(ج) لدينا $N_{pb}(t) = N_U(0) - N_U(t) = N_U(0)(1 - e^{-\lambda t})$ فيكون $N_{pb}(t) = N_U(0)(1 - e^{-\lambda t})$

(١-2) تفاعل الاندماج النووي هو تحول يحدث بدمج نواتين خفيفتين مع بعضهما لتشكيل نواة واحدة.



$$\begin{cases} 2 + 3 = A + 1 \Rightarrow A = 4 \\ 1 + 1 = Z \Rightarrow Z = 2 \end{cases}$$

ب/ طاقة الربط النووي هي الطاقة الواجب توفرها لتشكيل وتماسك النواة.

$$\begin{cases} \frac{E_l}{A}({}^2_1H) = \frac{2,23}{2} = 1,115 \text{ MeV} \\ \frac{E_l}{A}({}^3_1H) = \frac{8,57}{3} = 2,856 \text{ MeV} \\ \frac{E_l}{A}({}^4_2He) = \frac{28,41}{4} = 7,1025 \text{ MeV} \end{cases}$$

فالنواة الأكثر استقرارا هي 4_2He لان لها أكبر $\frac{E_l}{A}$.

$$\Delta E = E_{\text{bb}} \quad , \quad \Delta E_2 = E_l({}^4_2He) \quad , \quad \Delta E_1 = E_l({}^2_1H) + E_l({}^3_1H)$$

$$\Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2 = (2,23 + 2,856) - 7,1025 = -17,61 \text{ MeV}$$

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{1}{3} \times 6,02 \times 10^{23} \approx 2 \times 10^{23} \quad \text{في } 1 \text{ g من النظير } {}^3_1H$$

الطاقة المتحررة عن 1 g من هذا النظير هي:

$$E = N \cdot \Delta E = 0,2 \times 10^{24} \times 17,6 = 3,52 \times 10^{24} \text{ MeV}$$

$$= 3,52 \times 10^{24} \times 1,6 \times 10^{-13} = 5,632 \times 10^{11} \text{ J} \approx 563 \text{ GJ}$$

للقارنة:

- الطاقة الناشئة عن احتراق طن من البترول هي $E' = 41,85 \text{ GJ}$

- الطاقة الحرارية الناشئة عن تحول 1 g من 3_1H هي $E = 563 \text{ GJ}$

$$\frac{E}{E'} = \frac{563}{41,85} = 13,45T$$

و هذا يعني ان الطاقة المتحررة من تحول 1 g نوويا تكافئ الطاقة المتحررة عن احتراق 13,45 طن من البترول كيميائيا.