



التمرين (1)

لدراسة تطور حركية التحول بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}(aq)$ و محلول حمض الأكساليك $C_2H_2O_4(aq)$ عند درجة الحرارة $\theta = 20^\circ C$. نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 40mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}(aq))$ تركيزه المولي $C_1 = 0,2mol/L$ مع حجم $V_2 = 60mL$ من محلول حمض الأكساليك تركيزه المولي C_2 . مكننا تجهيز تجريبي مناسب من جمع و قياس حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق (V_{CO_2}) عند الضغط الجوي $P = 1,013 \times 10^5 Pa$. النتائج المحصل عليها مكنتنا من رسم المنحني البياني الشكل 1.

نعتبر أنه يمكن اعتبار غاز ثنائي أكسيد الكربون في الشروط التجريبية كغاز مثالي ينطبق عليه القانون التالي: $P.V = n.R.T$. حيث: $R = 8,31 J.mol^{-1}.K^{-1}$ ، $T = (273 + \theta)^\circ K$ ، V حجم الغاز مقدرا بـ m^3 .
الثنائيتين المشاركتان في التفاعل هما: $Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}_{(aq)}$ ، $CO_2(g)/C_2H_2O_4(aq)$.

(1) أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة- إرجاع النمذج للتحول الكيميائي الحادث.

(2) أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.

(3) أوجد من البيان:

أ- سرعة تشكل شوارد $Cr^{3+}_{(aq)}$ في اللحظة $t = 20min$.

ب- استنتاج السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة

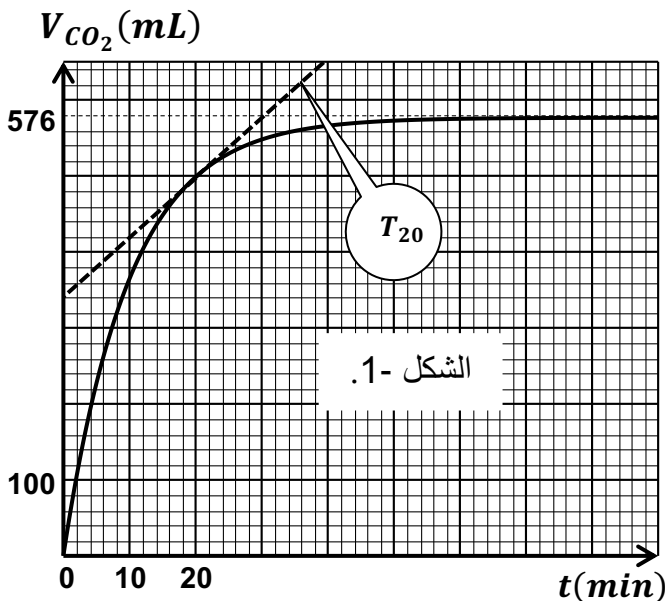
$t = 20min$

ج- التقدم الأعظمي x_m .

د- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

(4) أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الاكساليك C_2 .

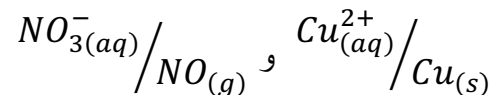
(5) أوجد التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 10min$.



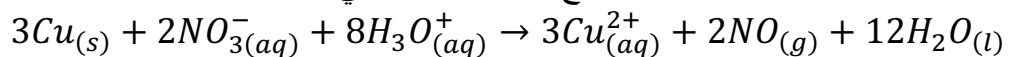
التمرين (2)

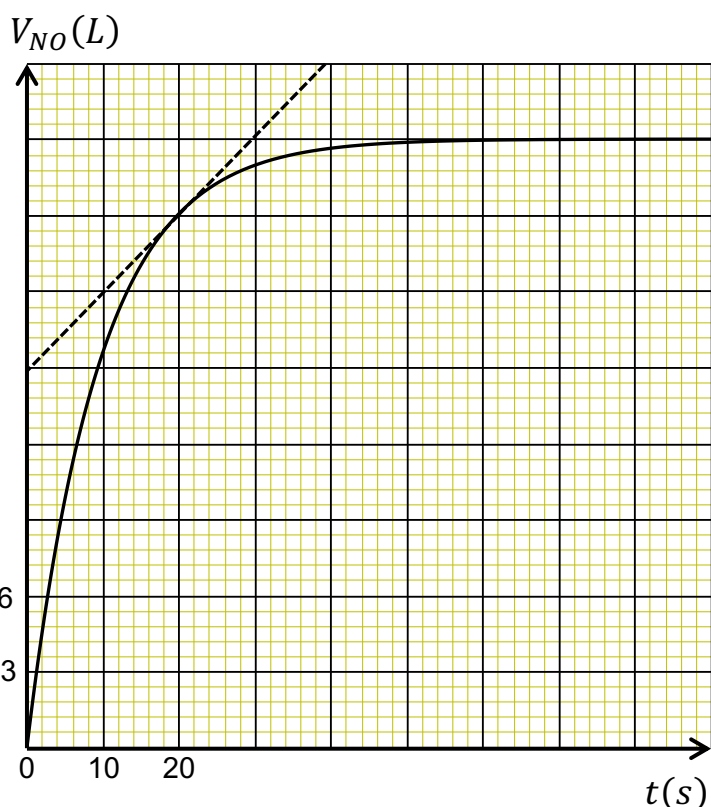
نضع في كاس بيشر حجما $V=100mL$ من محلول حمض الازوت $(H_3O^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)})$ تركيزه المولي $C = 1mol/L$ ، نضيف له كتلة قدرها $m = 19,2g$ من النحاس $(Cu_{(s)})$.

(1) علما ان الثنائيتين OX/Red الداخلتان في التفاعل هما



أ- بين ان معادلة التفاعل النمذج للتحول السابق هي:





- ب- احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات .
ج- أنشئ جدول التقدم للتفاعل النمذج للتحويل السابق .
د- حدد المتفاعل المحد .

(2) علما ان التجربة اجرية في درجة الحرارة $25^{\circ}C$ وتحت الضغط $P = 10^5 Pa$.

أ- بين ان الحجم المولي للغازات في شروط التجربة هو $V_M = 24 L/mol$.

ب- اوجد العلاقة بين حجم غاز اكسيد الازوت V_{NO} و التقدم x .

(3) يعطى في الشكل تغير حجم غاز اكسيد الازوت V_{NO} بدلالة الزمن .

أ- عرف سرعة التفاعل واحسب قيمتها في اللحظة $t = 20s$.

ب- استنتج التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 20s$.

(4) اعط عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمحلول بدلالة (x) يعطى:

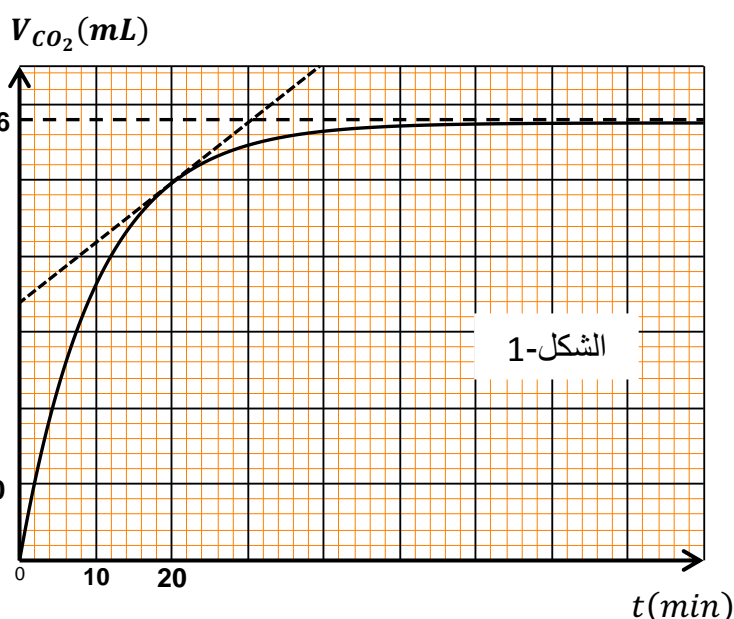
قانون الغازات $PV = nRT$ ، $R = 8,31 SI$ ، $M_{Cu} = 64 g/mol$

$$\lambda_{NO_3^-} = \lambda_{H_3O^+} = 35 msm^2/mol$$

$$\lambda_{Cu^{2+}} = 10,4 msm^2/mol \text{ ، } 7,14 msm^2/mol$$

التمرين (3)

لدراسة تطور حركية التحويل بين شوارد البيكرومات $Cr_2O_7^{2-}(aq)$ و محلول حمض الأوكساليك $C_2H_2O_4(aq)$ عند درجة الحرارة $\theta = 20^{\circ}C$. نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 40 mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $(2K_{(aq)}^+)$ تركيزه المولي $C_1 = 0,2 mol/L$ مع حجم $V_2 = 60 mL$ من محلول حمض الأوكساليك تركيزه المولي C_2 . مكننا تجهيز تجريبي مناسب من جمع و قياس حجم غاز ثنائي أكسيد الكربون المنطلق (V_{CO_2}) عند الضغط الجوي $P = 1,013 \times 10^5 Pa$. النتائج المحصل عليها مكنتنا من رسم المنحني البياني الشكل 1-.

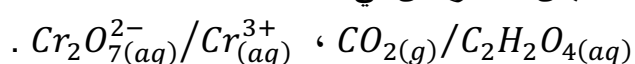


نعتبر أنه يمكن اعتبار غاز ثنائي أكسيد الكربون في الشروط التجريبية كغاز مثالي ينطبق عليه القانون التالي:

$$P.V = n.R.T \text{ حيث:}$$

$$T = (273 + \theta)^{\circ}K \text{ ، } R = 8,31 J.mol^{-1}.K^{-1}$$

V ، حجم الغاز مقدرا بـ m^3 .
الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما :



(6) أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة-

إرجاع النمذج للتحويل الكيميائي الحادث .

(7) أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .

(8) أوجد من البيان :

ه- سرعة تشكل شوارد $Cr_{(aq)}^{3+}$ في اللحظة





. $t = 20min$

و- استنتج السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 20min$

ز- التقدم الأعظمي x_m .

ح- زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

(9) أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الأكساليك C_2 .

(10) أوجد التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 10min$.

التمرين (4)

ندرس تطور التفاعل التام الحاصل بين محلول يود البوتاسيوم

ومحلول بيروكسودي كبريتات البوتاسيوم

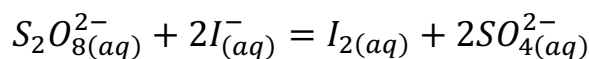
حجمه $V_1 = 100 ml$ وتركيزه C_1 ،

ومحلول بيروكسودي كبريتات البوتاسيوم

حجمه $V_2 = 100 ml$ وتركيزه C_2 ،

بشوارد $(S_2O_8^{2-})$ تكتب معادلة التفاعل المنمدج للتحويل

الحاصل:



تمكنا عن طريق معايرة ثنائي اليود المتشكل من تمثيل البيانات

$[I_2]$ و $[I^-]$ و $[S_2O_8^{2-}]$ بدلالة الزمن ورسمنا المماس (T) .

(1) انجز جدول تقدم التفاعل.

(2) احسب قيمة التقدم الأعظمي x_m .

(3) احسب كمية المادة الابتدائية للمتفاعل الموافق للبيان (1)

وللمتفاعل الموافق للبيان (3).

(4) بين أن البيان (3) يوافق المتفاعل $S_2O_8^{2-}$.

(5) احسب قيمة كل من C_2 و C_1 .

(6) عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ واستنتج قيمته من أحد البيانات.

(7) بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بالشكل $v_{vol} = -\frac{1}{2} \frac{d[I^-]}{dt}$ ثم احسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$.

التمرين (5)

نمزج عند اللحظة $t = 0$ حجم $V_1 = 500ml$ من محلول

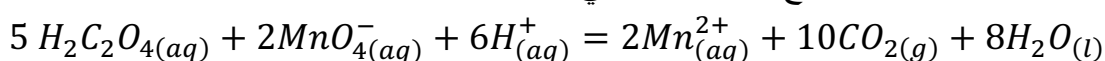
برمنغنات البوتاسيوم $(K^+(aq) + MnO_4^-(aq))$ تركيزه المولي

$C_1 = 0,06mol/L$ مع حجم $V_2 = 500ml$ من محلول

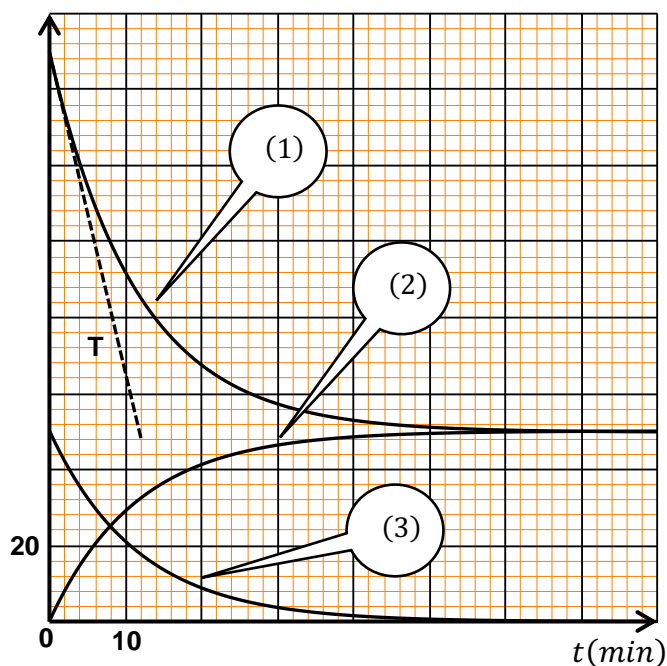
حمض الأكساليك $H_2C_2O_4(aq)$ تركيزه المولي

$C_2 = 0,1mol/L$.

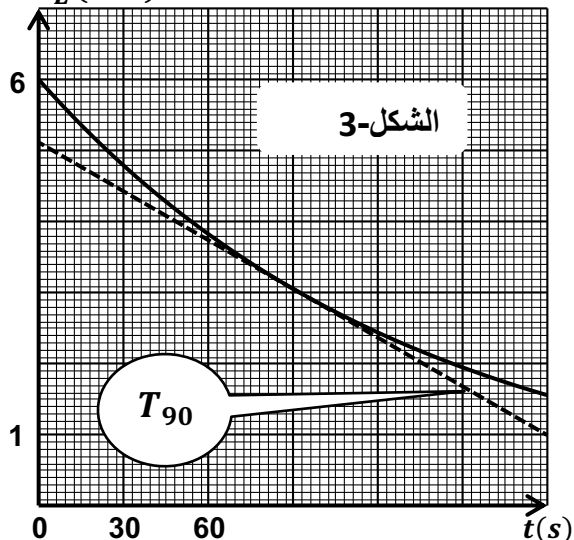
نكتب معادلة التفاعل المنمدج للتحويل الكيميائي بالشكل :



[...](mmol/L)



$V_E(mL)$





(1) ما هما الثنائيتان Ox/Red الداخلتان في التفاعل؟

(2) أكتب جدول تقدم التفاعل .

(3) هل المزيج الابتدائي ستكيومتري ؟

(4) بين أنه في أي لحظة t : $[CO_2] = 0,15 - 5[MnO_4^-]$

لمتابعة التفاعل نأخذ خلال أزمنة مختلفة t حجما $V_0 = 10mL$ من المزيج ، ثم نعاير كمية مادة شوارد البرمنغنات

المتبقية $MnO_4^-(aq)$ بواسطة محلول لكبريتات الحديد الثنائي $(Fe^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)})$ ذي التركيز C

$0,25mol/L$. تعطى الثنائية $(Fe^{3+}_{(aq)}/Fe^{2+}_{(aq)})$.

(5) أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

(6) عرف التكافؤ ، ثم استنتج عبارة حجم محلول كبريتات الحديد الثنائي المضاف عند التكافؤ V_E بدلالة C و V_0

و $[MnO_4^-]$.

(7) قسنا حجم التكافؤ خلال أزمنة مختلفة t ثم رسم المنحنى $V_E = f(t)$ الشكل-3

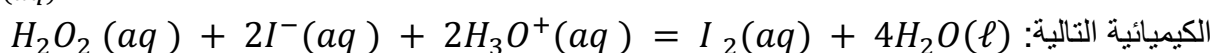
أ- أحسب السرعة الحجمية لتشكل CO_2 عند اللحظة $t = 90s$.

ب- استنتج السرعة الحجمية لتشكل $Mn^{2+}_{(aq)}$ عند اللحظة $t = 90s$.

ج- عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم حدد قيمته .

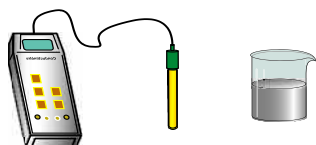
التمرين (6)

في محلول مائي، و عند درجة الحرارة $T = 20^\circ C$ ، يتفاعل الماء الأوكسيجيني مع شوارد اليود $I^-_{(aq)}$ وفق المعادلة



المحلول المائي لثنائي اليود $I_2(aq)$ يتميز بلون بني في حين المحلول المائي ليود الهيدروجين

$(H_3O^+(aq) + I^-(aq))$ عديم اللون .



عند اللحظة $t = 0$ نحضر مزيجا تفاعليا و ذلك بمزج:

- حجم $V_1 = 5,0 \cdot 10^{-5} m^3$ من الماء الأوكسيجيني تركيزه المولي $C_1 = 56 mol/m^3$.
- حجم $V_2 = 5,0 \cdot 10^{-5} m^3$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+(aq) + I^-(aq))$ تركيزه المولي $C_2 = 2 \times 10^2 mol/m^3$.

- حجم $V_3 = 1,0 \cdot 10^{-6} m^3$ من محلول حمض الكبريت $(2H_3O^+(aq) + SO_4^{2-}(aq))$ تركيزه المولي $C_3 = 6 \times 10^3 mol/m^3$.

يعطى : $\lambda_{SO_4^{2-}} = 8 \times 10^{-3} S.m^2/mol$ ،

$\lambda_{K^+} = 7,35 \times 10^{-3} S.m^2/mol$

، $\lambda_{I^-} = 7,68 \times 10^{-3} S.m^2/mol$

$\lambda_{H_3O^+} = 35 \times 10^{-3} S.m^2/mol$

(1) كيف يمكن التأكد تجريبيا بأن التفاعل بطيء ؟

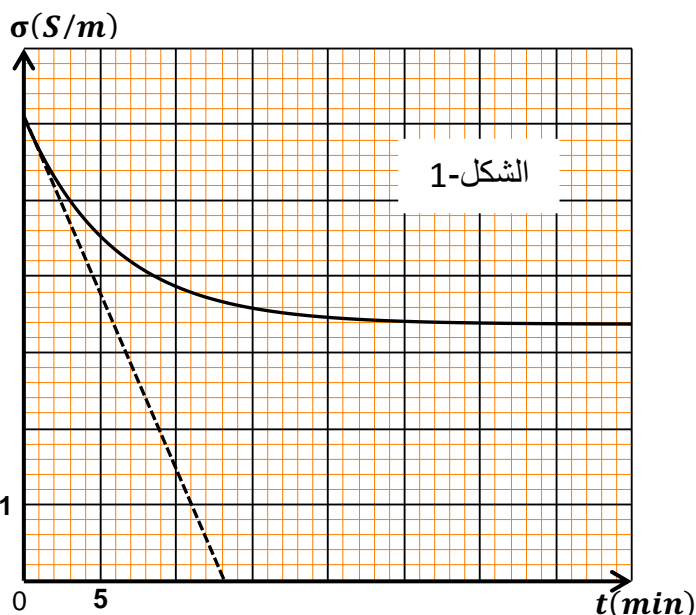
(2) من خلال معادلة التفاعل، تعرف على الثنائيتين

Ox/Red المتدخلتين في هذا التفاعل.

(3) تحقق أن $n_0(H_2O_2) = 2,8 \times 10^{-3} mol$

و $n_0(I^-) = 1,0 \times 10^{-2} mol$

و $n_0(H_3O^+) = 1,2 \times 10^{-2} mol$

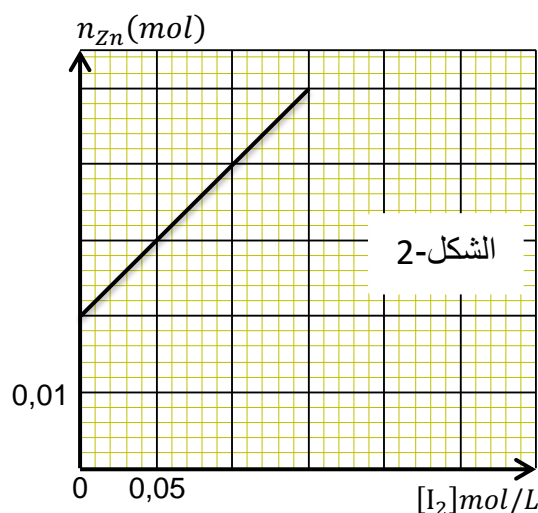
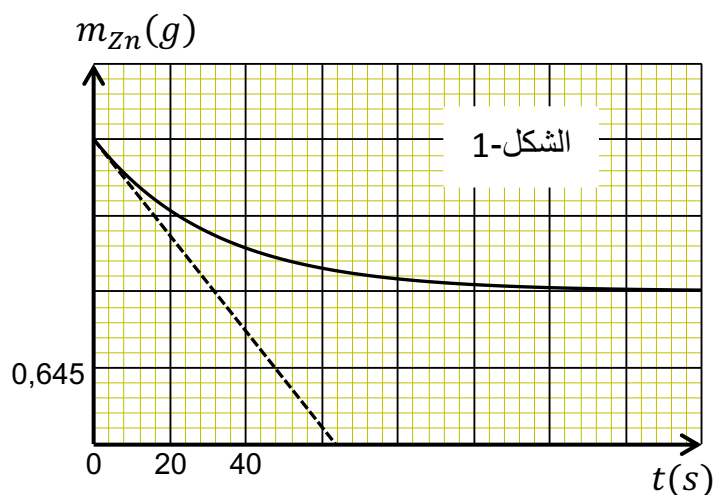




- (4) انجز جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي ثم حدد التقدم الأعظمي x_{max} .
 (5) باستغلال جدول التقدم بين أن الناقلية النوعية في المزيج عند اللحظة t تحقق العلاقة $\sigma = 6,1 - 845x$ حيث x تقدم التفاعل بالمول (mol) . σ الناقلية النوعية (S/m) .
 (6) استنتج σ_f الناقلية النوعية في نهاية التحول .
 (7) يمثل المنحني (الشكل-1) تغيرات الناقلية النوعية بدلالة الزمن $\sigma = f(t)$.
 أ) حدد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
 ب) بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب على الشكل $v_{vol} = -\frac{1}{845V_T} \frac{d\sigma}{dt}$.
 ج) احسب بالوحدة $mol \cdot m^{-3} \cdot min^{-1}$ قيمة السرعة الحجمية عند $t = 0$.

التمرين (7)

- الليكول *Lugol* مادة مطهرة تباع عند الصيدليات مكونها الأساسي هو ثنائي اليود $I_2(aq)$.
 نغمر صفيحة من الزنك $Zn(s)$ كتلتها m_0 في كأس يحتوي على حجم V من الليكول حيث التركيز الابتدائي لثنائي اليود C_0 التحول الكيميائي بين الليكول و الزنك بطيء و تام .
 (1) كيف يمكن التأكد تجريبيا من أن التفاعل بطيء؟
 (2) اكتب معادلة تفاعل الأكسدة و الا رجاء الحادث ثم ضع جدولا لتقدم التفاعل . تعطى الثنائيتان I_2/I^- و Zn^{2+}/Zn .
 (3) اعتمادا على جدول التقدم بين أن: $n_{Zn} = V[I_2] + \frac{m_0}{M_{Zn}} - C_0V$.
 (4) بواسطة تقنية خاصة تمكنا من رسم المنحنيين البيانيين التاليين:



اعتمادا على الشكلين (1) و (2) اجب على الأسئلة التالية:

- أ) استنتج المتفاعل المحدد .
 ب) اكتب معادلة البيان $n_{Zn} = f(I_2)$.
 ج) حدد قيم كلاً من x_{max} ، V و C_0 .





(د) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

(5) بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بالعلاقة التالية $v_{vol} = -\frac{1}{V.M_{Zn}} \times \frac{dm_{Zn}}{dt}$.

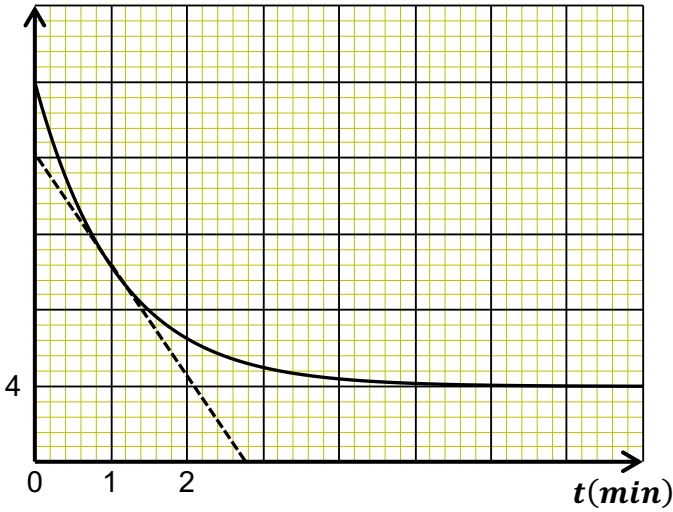
احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

تعطى : $M_{Zn} = 65g/mol$.

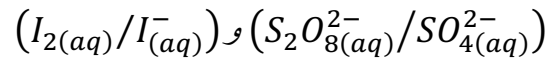
التمرين (8)

نمزج عند اللحظة $t = 0$ حجما V_1 من محلول مائي لبيروكسوديكبريتات البوتاسيوم $(2K^+_{(aq)} + S_2O^{2-}_{8(aq)})$ تركيزه المولي C_1 مع حجم $V_2 = 200mL$ من محلول يود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ تركيزه المولي C_2 ، نتابع تغيرات كمية مادة $(I^-_{(aq)})$ المتبقية في الوسط التفاعلي في لحظات زمنية مختلفة ، فتحصلنا على البيان 1-

$n_{I^-}(mmol)$



(1) إذا علمت أن الثنائيتين الداخلتين في التحول الكيميائي الحاصل هما :



(أ) أكتب معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل .

(ب) أنجز جدول تقدم التفاعل .

(2) اعتمادا على البيان :

(أ) استنتج التركيز المولي C_2 لمحلول يود البوتاسيوم .

(ب) حدد المتفاعل المحدد علما أن التفاعل تام .

(ج) استنتج قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

(3) من البيان

(أ) استنتج قيمة سرعة اختفاء شوارد اليود $(I^-_{(aq)})$ عند

اللحظة $t = 1min$.

(ب) أوجد قيمة الحجم الكلي V_T للوسط التفاعلي علما أن قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 1min$ هي :

$$v_{vol} = 9,1 \times 10^{-3} mol.L^{-1}.min^{-1}$$

(ج) استنتج قيمة الحجم V_1 لمحلول بيروكسوديكبريتات البوتاسيوم و تركيزه المولي C_1 .

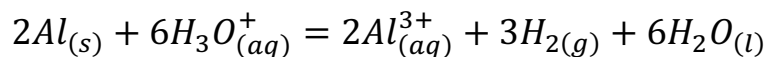
(4) عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

(5) بين أن كمية مادة شوارد اليود عند اللحظة $t_{1/2}$ تعطى بالعلاقة : $n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{n_0(I^-) + n_f(I^-)}{2}$.

(6) استنتج قيمة $t_{1/2}$.

التمرين (9)

لغرض المتابعة الزمنية للتحول الكيميائي المنمذج بالمعادلة :

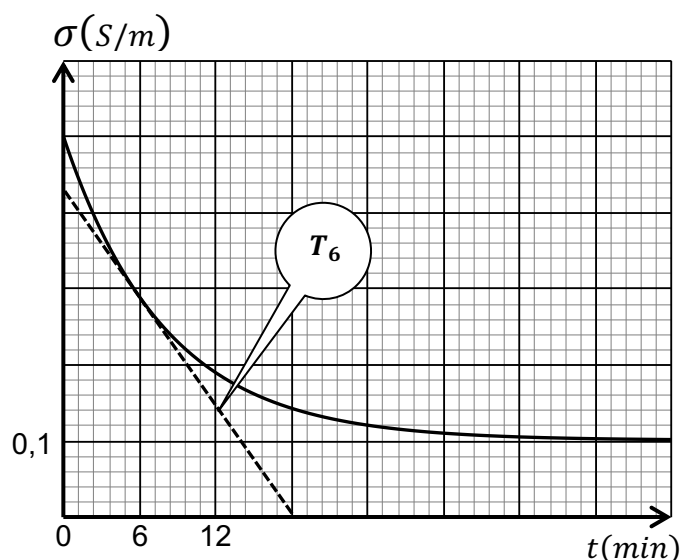


عن طريق قياس الناقلية ، عند درجة حرارة $25^{\circ}C$ نضع في بيشر كتلة $m = 27mg$ من الألمنيوم $Al_{(s)}$ ونضيف

اليها عند اللحظة $t = 0$ حجما $V = 20ml$ من محلول حمض كلور الماء $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ تركيزه المولي

$$C = 0,012mol / l$$





ونتابع تغيرات الناقلية النوعية σ بدلالة الزمن t فتحصانا على البيان الموضح الشكل .

(1) مثل جدولاً لتقدم التفاعل .

(2) أكتب عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمزيج .

(3) بين أن : $\sigma(t) = -1,01 \times 10^4 x + 0,511$

(4) أوجد كمية المادة لكل من : $Al_{(aq)}^{3+}$ و $H_3O_{(aq)}^+$

عند اللحظة $t = 6min$.

(5) بين أن سرعة التفاعل في هذه الحالة تعطى بالعلاقة :

$$v = -\frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \frac{d\sigma}{dt}$$

(6) أوجد قيمة سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 6min$

تعطى عند درجة حرارة 25^0C :

$$\lambda(Al_{(aq)}^{3+}) = 4 \times 10^{-3} sm^2/mol \quad , \quad \lambda(H_3O_{(aq)}^+) = 35 \times 10^{-3} sm^2/mol$$

$$M(Al) = 27g/mol \quad , \quad \lambda(Cl_{(aq)}^-) = 7,6 \times 10^{-3} sm^2/mol$$

التمرين (10)

i. نضع قطعة من المغنيزيوم كتلتها $m = 0,12g$ في محلول حمض كلور الهيدروجين (H_3O^+, Cl^-) تركيزه المولي

$C = 0,5mol/L$ وحجمه $V = 40mL$.

(1) اكتب معادلة التفاعل باستعمال الثنائيتين Mg^{2+}/Mg و H_3O^+/H_2 .

(2) أنشئ جدول التقدم واحسب قيمة التقدم الأعظمي.

(3) نمثل بيانياً في الشكل 1 - حجم غاز الهيدروجين المنطلق بدلالة الزمن

$$v_{H_2} = f(t)$$

(أ) بين أن هذا التفاعل تام.

(ب) بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تُكتب بالشكل :

$$v_{vol} = \frac{1}{V_M \times V} \times \frac{dV_{H_2}}{dt}$$

ii. في تجربة أخرى ، أخذنا من محلول حمض كلور الهيدروجين

السابق حجماً $V_0 = 10mL$ وأضفنا له $190mL$ من الماء

المقطر ووضعنا في المحلول الذي حصلنا عليه نفس قطعة

المغنيزيوم السابقة ($0,12g$) استعملنا جهاز قياس الناقلية

لمتابعة تطور التفاعل.

(1) باستعمال جدول التقدم ، بين أن الناقلية النوعية في اللحظة

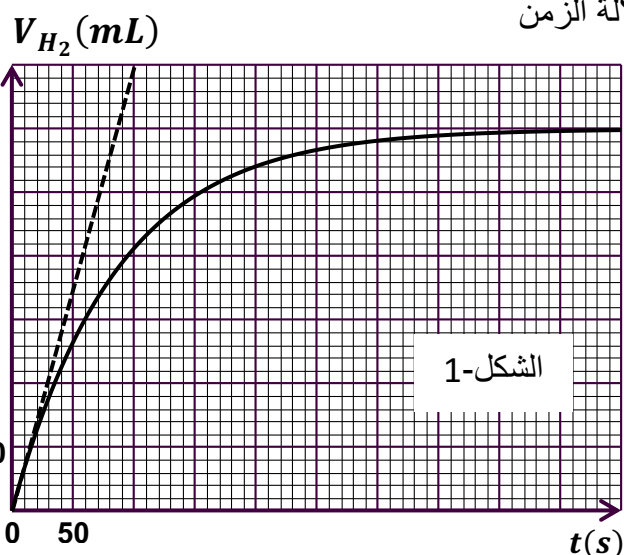
t تُكتب بدلالة التقدم بالشكل $\sigma = 1,06 - 297x$.

(2) احسب قيمة الناقلية النوعية للمزيج في نهاية التفاعل.

الكتلة الذرية المولية للمغنيزيوم : $M = 24g/mol$ ، الحجم المولي للغازات $V_M = 24L/mole$

$$\lambda(Cl_{(aq)}^-) = 7,6 \times 10^{-3} sm^2/mol \quad , \quad \lambda(H_3O_{(aq)}^+) = 35 \times 10^{-3} sm^2/mol$$

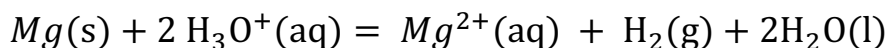
$$\lambda(Mg_{(aq)}^{2+}) = 10,6 \times 10^{-3} sm^2/mol$$





التمرين (11)

لدراسة سرعة تشكيل شاردة المغنيزيوم $Mg^{2+}(aq)$ تجري تفاعل لمحلول حمض كلور الماء مع معدن المغنيزيوم فينتج غاز ثنائي الهيدروجين وتتشكل شوارد Mg^{2+} وفق المعادلة :



عند اللحظة $t = 0$ نضع $1g$ من المغنيزيوم الصلب في حجم $V = 30mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه $C = 0,10mol/L$.

(1) أ - حدد الثنائيتين (Ox / Red) الداخلتين في التفاعل مع كتابة المعادلتين النصفيتين .

ب - هل التفاعل الحادث ستيكيومتري؟

ج - أنجز جدول تقدم التفاعل ، وأستنتج المتفاعل المحد .

د - أستنتج تركيز شاردة Mg^{2+} عند نهاية التفاعل .

(2) بمتابعة تطور تركيز شاردة $H_3O^+(aq)$ خلال الزمن

واستنتاج التركيز المولي لشاردة Mg^{2+} نحصل على البيان

الذي يمثل تغيرات $[Mg^{2+}]$ بدلالة الزمن t والموضح في (الشكل - 1)

أ - هل ينتهي التفاعل عند $t = 12 min$.

ب - عرف زمن نصف التفاعل وأحسب قيمته .

ج - أحسب التركيب المولي للوسط التفاعلي عند $t = 2 min$.

د - اعتمادا على البيان استنتج السرعة الحجمية لتشكل Mg^{2+} عند اللحظة $t = 0$.

ه - ارسم الشكل التقريبي للمنحنى إذا وضعنا في البداية $1g$ من المغنيزيوم الصلب في حجم $V = 30 mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه $C = 0.30 mol/L$.

- ماهو العامل الحركي الذي أثر على سرعة التفاعل في هذه الحالة ؟

و- ماهو العامل الحركي الآخر الذي يمكن أن يؤثر على سرعة التفاعل ؟

$$M_{Mg} = 24g/mol$$

التمرين (12)

ننمذج تفاعل كيميائي بالمعادلة التالية:



(1) مثلنا في الشكل 1- كميتي مادة المتفاعلين A و B بدلالة التقدم

x

(أ) عيّن المتفاعل المحد .

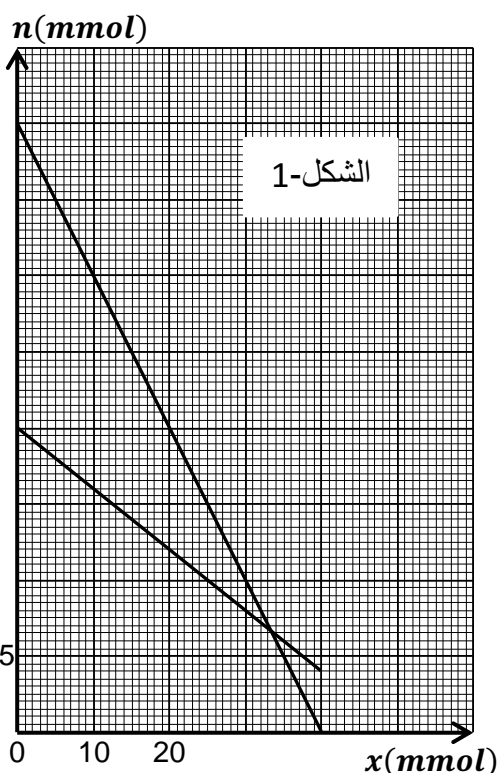
(ب) أنشئ جدول التقدم ، ثم احسب قيمتي a و b .

(ج) احسب كمية مادة شوارد المنغنيز عند اللحظة $t = t_{1/2}$.

(2) المتفاعلات A و B هما على التوالي : البروبان 2 - أول ،

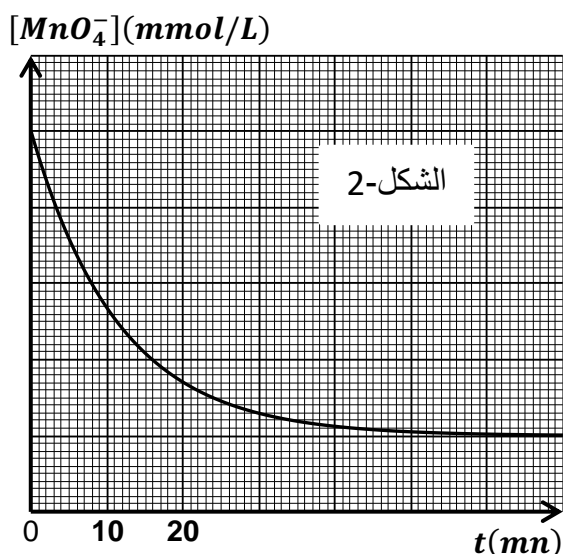
صيغته المجملية (C_3H_8O) وهو سائل كتلته الحجمية

$\rho = 0,78kg/L$ ، و شاردة البرمنغنات (MnO_4^-) يتشكل





المزيج المتفاعل من حجم V_1 من البروبان 2 - أول و حجم $V_2 = 100\text{mL}$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه المولي C . مثّلنا في الشكل 2- تغيرات التركيز المولي لشاردة البرمنغنات بدلالة الزمن.



أ) احسب قيمتي V_1 و C .
ب) اعتمادا على جدول التقدم بيّن أن

$$[MnO_4^-]_0 + [MnO_4^-]_\infty = 2[MnO_4^-]_{t_{1/2}}$$

ثم حدّد زمن نصف التفاعل.

ج) بيّن أن السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بالشكل :

$$v_{vol} = -\frac{1}{2} \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$$

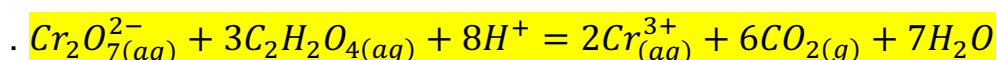
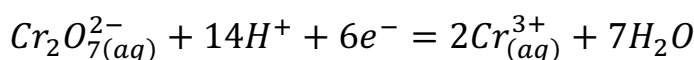
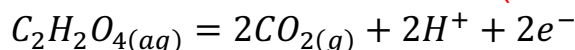
احسب قيمتها عند اللحظة $t = 60\text{mn}$.

$$M(H) = 1\text{g/mol}, M(O) = 16\text{g/mol}, M(C) = 12\text{g/mol}$$

الحلول

التمرين (1)

1) كتابة المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة- إرجاع النمذج للتحويل الكيميائي الحادث .



2) جدول تقدم التفاعل .

	$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 3C_2H_2O_4(aq) + 8H^+ = 2Cr_{(aq)}^{3+} + 6CO_2(g) + 7H_2O$					
$t = 0$	C_1V_1	C_2V_2	بوفرة	0	0	بوفرة
t	$C_1V_1 - x$	$C_2V_2 - 3x$	بوفرة	$2x$	$6x$	بوفرة
t_f	$C_1V_1 - x_m$	$C_2V_2 - 3x_m$	بوفرة	$2x_m$	$6x_m$	بوفرة

3) أوجد من البيان :

أ) سرعة تشكل شوارد $Cr_{(aq)}^{3+}$ في اللحظة $t = 20\text{min}$.

من جدول التقدم $n(Cr_{(aq)}^{3+}) = 2x$

من قانون الغاز المثالي $P \cdot V_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot R \cdot T$





$$n_{CO_2} = 6x \text{ ومن جدول التقدم } n_{CO_2} = \frac{P.V_{CO_2}}{R.T}$$

$$x = \frac{P.V_{CO_2}}{6R.T} \text{ ومنه } 6x = \frac{P.V_{CO_2}}{R.T}$$

$$v_{Cr^{3+}_{(aq)}} = \frac{dn(Cr^{3+}_{(aq)})}{dt} \text{ لدينا}$$

$$v_{Cr^{3+}_{(aq)}} = \frac{dn(Cr^{3+}_{(aq)})}{dt} = \frac{d2x}{dt} = 2 \frac{dx}{dt}$$

$$v_{Cr^{3+}_{(aq)}} = 2 \frac{dx}{dt} = 2 \frac{d\left(\frac{P.V_{CO_2}}{6R.T}\right)}{dt} = \frac{P}{3RT} \frac{dV_{CO_2}}{dt}$$

$$v_{Cr^{3+}_{(aq)}} = \frac{P}{3RT} \frac{dV_{CO_2}}{dt}$$

$$v_{Cr^{3+}_{(aq)}}(20min) = \frac{P}{3RT} \left(\frac{dV_{CO_2}}{dt} \right)_{t=20min} = \frac{1,013 \times 10^5}{3 \times 8,31 \times 293} \left(\frac{(500-340) \times 10^{-6}}{20} \right)$$

$$v_{Cr^{3+}_{(aq)}}(20min) = \frac{1,013 \times 10^5}{7304,49} \left(\frac{160 \times 10^{-6}}{20} \right) = 1,1 \times 10^{-3} mol/min.$$

(ب) استنتاج السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 20min$

$$n(Cr^{3+}_{(aq)}) = 2x \text{ ولدينا } v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{2V_T} \frac{dn(Cr^{3+}_{(aq)})}{dt} \text{ ومنه } x = \frac{n(Cr^{3+}_{(aq)})}{2}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{2V_T} v_{Cr^{3+}_{(aq)}} = \frac{1}{2 \times 100 \times 10^{-3}} \times 1,1 \times 10^{-3} = 5,5 \times 10^{-3} mol.min^{-1}.L^{-1}$$

(ج) التقدم الأعظمي x_m

$$x_m = \frac{P.V_f(CO_2)}{6R.T} \text{ وبالتالي } x = \frac{P.V_{CO_2}}{6R.T} \text{ لدينا}$$

$$x_m = \frac{1,013 \times 10^5 \times 576 \times 10^{-6}}{6 \times 8,31 \times 293} = 4 \times 10^{-3} mol$$

(د) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$

$$V_{CO_2} = \frac{6R.T.x}{P} \text{ وبالتالي } x = \frac{P.V_{CO_2}}{6R.T}$$

$$V_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{6R.T.\left(\frac{x_m}{2}\right)}{P} = \frac{3R.T.x_m}{P}$$

$$V_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{3 \times 8,31 \times 293 \times 4 \times 10^{-3}}{1,013 \times 10^5} = 288,43 \times 10^{-6} m^3$$

$$V_{CO_2}(t_{1/2}) = 288,43 mL \text{ نقابلها من البيان } t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = 7min$$

(4) أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الاكساليك C_2





$$n_f(Cr_2O_7^{2-}) = C_1V_1 - x_m = 0,2 \times 40 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} mol$$

معناه $C_2H_2O_4(aq)$ هو المتفاعل المحد وبالتالي $C_2V_2 - 3x_m = 0$

$$C_2 = \frac{3x_m}{V_2} = \frac{12 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-3}} = 0,2 mol/L$$

(5) التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 10min$

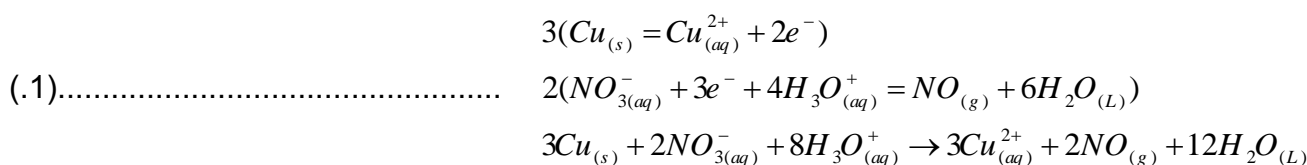
عند اللحظة $t = 10min$ يكون $V_{CO_2} = 360mL$

$$x = \frac{P.V_{CO_2}}{6R.T} = \frac{1,013 \times 10^5 \times 360 \times 10^{-6}}{6 \times 8,31 \times 293} = 2,5 \times 10^{-3} mol$$

$n(Cr_2O_7^{2-})$	$n(C_2H_2O_4(aq))$	$n(Cr^{3+})$	$n(CO_2)$
$6,5 \times 10^{-3} mol$	$4,5 \times 10^{-3} mol$	$5 \times 10^{-3} mol$	$15 \times 10^{-3} mol$

التمرين (2)

/- أ- التأكد من المعادلة :



ب/- حساب كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات

$$n(Cu) = \frac{m}{M} \rightarrow n(Cu) = 0.3 mol$$

$$n(NO_3^-) = CV \rightarrow n(NO_3^-) = 0.1 mol$$

ج/- جدول التقدم :

المعادلة	$3Cu_{(s)} + 2NO_3^- + 8H_3O^+_{(aq)} \rightarrow 3Cu_{(aq)}^{2+} + 2NO_{(g)} + 12H_2O_{(L)}$					
$t = 0$	0.3	0.1		0	0	زيادة
t	$0.3 - 3X$	$0.1 - 2X$		$3X$	$2X$	زيادة
t_f	$0.3 - 3X_f$	$0.1 - 2X_f$		$3X_f$	$2X_f$	زيادة

د/المتفاعل المحد:

$$0.3 - 3x_1 = 0 \rightarrow x_1 = 0.1 mol$$





$$0.1 - 2x_2 = 0 \rightarrow x_2 = 0.05 \text{ mol} \rightarrow \boxed{x_{\max} = 0.05 \text{ mol}}$$

وعليه فان (NO_3^-) هو المتفاعل المحد .

2-أ/حساب الحجم المولي للغازات في شروط التجربة:

$$PV = nRT \rightarrow V = 0.024 \text{ m}^3 \rightarrow \boxed{V = 24 \text{ L / mol}}$$

ب/ العلاقة بين التقدم (x) وحجم الغاز (V_{NO})

من الجدول لدينا $n = 2x$..

$$n = \frac{V_{\text{NO}}}{V_M} \text{ لدينا}$$

$$x = \frac{V_{\text{NO}}}{2V_M} \rightarrow \boxed{x = 0.02V_{\text{NO}}}$$

3-أ/ سرعة التفاعل :

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (0.25)$$

$$v = 0.02 \frac{dV}{dt} \text{ ومنه}$$

$$v = 0.02 \left(\frac{2.1 - 1.5}{20 - 0} \right)$$

$$v = 6 \times 10^{-4} \text{ mol / s} \text{ ومنه}$$

ب/ التركيب المولي للمزيج:

$$x = 0.02V \text{ لدينا}$$

ومن المنحنى نجد أن $V = 2.1 \text{ L}$.

وعليه فان $x = 0.042 \text{ mol}$.

$$0.25x_4$$

وبالتعويض في جدول التقدم في الحالة الوسطية نجد

ح. الانتقالية	$0.3 - 3x$	$0.1 - 2x$	$2x$	$3x$
$t = 20 \text{ s}$	0.174 mol	0.016 mol	0.084 mol	0.126 mol

ج/ عبارة الناقلية:

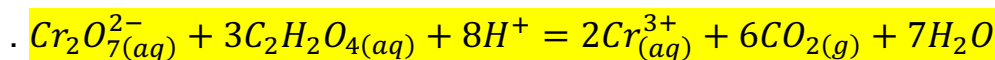
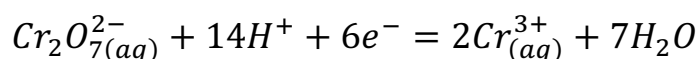
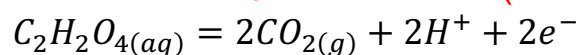
$$\sigma = C \cdot \lambda \quad \text{ومنه} \quad \sigma = [H^+] \lambda_{H^+} + [NO_3^-] \lambda_{NO_3^-} + [Cu^{+2}] \lambda_{Cu^{+2}} \\ \sigma = 42.14 + 169.2x$$

التمرين (3)





(6) كتابة المعادلة المعبرة عن التفاعل أكسدة- إرجاع النمذج للتحويل الكيميائي الحادث .



(7) جدول تقدم التفاعل .

	$Cr_2O_{7(aq)}^{2-} + 3C_2H_2O_{4(aq)} + 8H^+ = 2Cr_{(aq)}^{3+} + 6CO_{2(g)} + 7H_2O$					
$t = 0$	C_1V_1	C_2V_2	بوفرة	0	0	بوفرة
t	$C_1V_1 - x$	$C_2V_2 - 3x$	بوفرة	$2x$	$6x$	بوفرة
t_f	$C_1V_1 - x_m$	$C_2V_2 - 3x_m$	بوفرة	$2x_m$	$6x_m$	بوفرة

(8) أوجد من البيان :

هـ) سرعة تشكل شوارد $Cr_{(aq)}^{3+}$ في اللحظة $t = 20min$.

من جدول التقدم $n(Cr_{(aq)}^{3+}) = 2x$.

من قانون الغاز المثالي $P \cdot V_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot R \cdot T$.

$$n_{CO_2} = 6x \text{ ومن جدول التقدم } n_{CO_2} = \frac{P \cdot V_{CO_2}}{R \cdot T}$$

$$x = \frac{P \cdot V_{CO_2}}{6R \cdot T} \text{ ومنه } 6x = \frac{P \cdot V_{CO_2}}{R \cdot T}$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}} = \frac{dn(Cr_{(aq)}^{3+})}{dt} \text{ لدينا}$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}} = \frac{dn(Cr_{(aq)}^{3+})}{dt} = \frac{d2x}{dt} = 2 \frac{dx}{dt}$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}} = 2 \frac{dx}{dt} = 2 \frac{d\left(\frac{P \cdot V_{CO_2}}{6R \cdot T}\right)}{dt} = \frac{P}{3RT} \frac{dV_{CO_2}}{dt}$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}} = \frac{P}{3RT} \frac{dV_{CO_2}}{dt}$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}}(20min) = \frac{P}{3RT} \left(\frac{dV_{CO_2}}{dt} \right)_{t=20min} = \frac{1,013 \times 10^5}{3 \times 8,31 \times 293} \left(\frac{(500-340) \times 10^{-6}}{20} \right)$$

$$v_{Cr_{(aq)}^{3+}}(20min) = \frac{1,013 \times 10^5}{7304,49} \left(\frac{160 \times 10^{-6}}{20} \right) = 1,1 \times 10^{-3} mol/min.$$

و) استنتاج السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 20min$

$$n(Cr_{(aq)}^{3+}) = 2x \text{ ولدينا } v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{2V_T} \frac{dn(Cr_{(aq)}^{3+})}{dt} \text{ ومنه } x = \frac{n(Cr_{(aq)}^{3+})}{2}$$





$$v_{vol} = \frac{1}{2V_T} v_{Cr_{(aq)}^{3+}} = \frac{1}{2 \times 100 \times 10^{-3}} \times 1,1 \times 10^{-3} = 5,5 \times 10^{-3} mol.min^{-1}.L^{-1}$$

(ز) التقدم الأعظمي x_m .

$$x_m = \frac{P.V_f(CO_2)}{6R.T} \text{ وبالتالي } x = \frac{P.V_{CO_2}}{6R.T} \text{ لدينا}$$

$$x_m = \frac{1,013 \times 10^5 \times 576 \times 10^{-6}}{6 \times 8,31 \times 293} = 4 \times 10^{-3} mol$$

(ح) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

$$V_{CO_2} = \frac{6R.T.x}{P} \text{ وبالتالي } x = \frac{P.V_{CO_2}}{6R.T}$$

$$V_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{6R.T.\left(\frac{x_m}{2}\right)}{P} = \frac{3R.T.x_m}{P}$$

$$V_{CO_2}(t_{1/2}) = \frac{3 \times 8,31 \times 293 \times 4 \times 10^{-3}}{1,013 \times 10^5} = 288,43 \times 10^{-6} m^3$$

$$t_{1/2} \text{ تقابلها من البيان } V_{CO_2}(t_{1/2}) = 288,43 mL$$

$$t_{1/2} = 7 min$$

(9) أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الأكساليك C_2 .

$$n_f(Cr_2O_7^{2-}(aq)) = C_1V_1 - x_m = 0,2 \times 40 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} mol$$

معناه $C_2H_2O_4(aq)$ هو المتفاعل المحد وبالتالي $C_2V_2 - 3x_m = 0$

$$C_2 = \frac{3x_m}{V_2} = \frac{12 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-3}} = 0,2 mol/L$$

(10) التركيب المولي للمزيج في اللحظة $t = 10 min$.

عند اللحظة $t = 10 min$ يكون $V_{CO_2} = 360 mL$

$$x = \frac{P.V_{CO_2}}{6R.T} = \frac{1,013 \times 10^5 \times 360 \times 10^{-6}}{6 \times 8,31 \times 293} = 2,5 \times 10^{-3} mol$$

$n(Cr_2O_7^{2-}(aq))$	$n(C_2H_2O_4(aq))$	$n(Cr_{(aq)}^{3+})$	$n(CO_2)$
$6,5 \times 10^{-3} mol$	$4,5 \times 10^{-3} mol$	$5 \times 10^{-3} mol$	$15 \times 10^{-3} mol$

التمرين (4)

(1) جدول تقدم التفاعل.

	$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I_{(aq)}^- = I_{2(aq)} + 2SO_4^{2-}(aq)$			
$t = 0$	C_2V_2	C_1V_1	0	0
t	$C_2V_2 - x$	$C_1V_1 - 2x$	x	$2x$
t_f	$C_2V_2 - x_m$	$C_1V_1 - 2x_m$	x_m	$2x_m$





(2) حساب قيمة التقدم الأعظمي x_m .

من جدول التقدم نلاحظ أن $[I_2]_f = \frac{x_m}{V_1 + V_2}$.

من البيان $[I_2]_f = 50 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$.

$$x_m = [I_2]_f (V_1 + V_2)$$

$$x_m = 50 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_m = 10^{-2} \text{ mol}$$

(3) حساب كمية المادة الابتدائية للمتفاعل الموافق للبيان (1) وللمتفاعل الموافق للبيان (3) .

$$n_1 = 150 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_3 = 50 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol}$$

(4) بين أن البيان (3) يوافق المتفاعل $S_2O_8^{2-}$.

البيان (3) يوافق المتفاعل المحد .

$$n(S_2O_8^{2-}) = C_2 V_2 - x_m = 10^{-2} - 10^{-2} = 0$$

ومنه البيان (3) يوافق المتفاعل $S_2O_8^{2-}$.

(5) حساب قيمة كل من C_1 و C_2 .

$$C_1 V_1 - 2x_m = 10^{-2}$$

$$C_1 = \frac{3 \times 10^{-2}}{0,1} = 0,3 \text{ mol/L} \quad \text{ومنه} \quad C_1 \times 0,1 - 2 \times 10^{-2} = 10^{-2}$$

$$C_2 = 0,1 \text{ mol/L} \quad \text{وبالتالي} \quad C_2 V_2 - x_m = 0 \quad \text{ومنه} \quad C_2 V_2 - x_m = 0$$

(6) بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بالشكل $v_{vol} = -\frac{1}{2} \frac{d[I^-]}{dt}$ ، ثم احسب قيمتها عند اللحظة $t = 0$.

$$v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{V_T}{2} \frac{d[I^-]}{dt} \quad \text{ومنه} \quad \frac{d[I^-]}{dt} = -\frac{2}{V_T} \frac{dx}{dt} \quad \text{وبالاشتقاق نجد} \quad [I^-] = \frac{C_1 V_1 - 2x}{V_T}$$

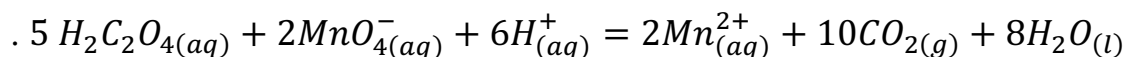
$$v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_T} \left(-\frac{V_T}{2} \frac{d[I^-]}{dt} \right) = -\frac{1}{2} \frac{d[I^-]}{dt}$$

$$v_{vol} = -\frac{1}{2} \frac{d[I^-]}{dt} \quad \text{ومنه}$$

$$v_{vol}(0) = -\frac{1}{2} \left(\frac{d[I^-]}{dt} \right)_{t=0} = -\frac{1}{2} \left(\frac{80-150}{8} \right) = 4,37 \text{ mmol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

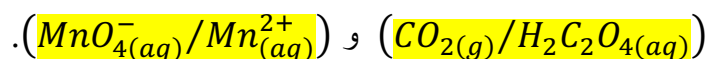
$$v_{vol}(0) = 4,37 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

التمرين (5)



(1) الثنائيتان Ox/Red الداخلتان في التفاعل .





(2) جدول تقدم التفاعل .

$$n_0(H_2C_2O_4(aq)) = C_2V_2 = 0,1 \times 0,5 = 0,05mol$$

$$n_0(MnO_4^-(aq)) = C_1V_1 = 0,06 \times 0,5 = 0,03mol$$

	$5 H_2C_2O_4(aq) + 2MnO_4^-(aq) + 6H^+(aq) = 2Mn^{2+}(aq) + 10CO_2(g) + 8H_2O(l)$					
	0,05	0,03	بوفرة	0	0	بوفرة
	$0,05 - 5x$	$0,03 - 2x$	بوفرة	$2x$	$10x$	بوفرة
	$0,05 - 5x_m$	$0,03 - 2x_m$	بوفرة	$2x_m$	$10x_m$	بوفرة

(3) هل المزيج الابتدائي ستكيومتري ؟

$$\frac{n_0(H_2C_2O_4(aq))}{5} = \frac{0,05}{5} = 0,01$$

$$\frac{n_0(MnO_4^-(aq))}{2} = \frac{0,03}{2} = 0,015$$

$$\frac{n_0(H_2C_2O_4(aq))}{5} \neq \frac{n_0(MnO_4^-(aq))}{2}$$

ومنه المزيج الابتدائي ليس ستكيومتري .

(4) بين أنه في أي لحظة t : $[CO_2] = 0,15 - 5[MnO_4^-]$

من جدول التقدم .

$$(1)..... [MnO_4^-] = \frac{0,03-2x}{1} = 0,03 - 2x$$

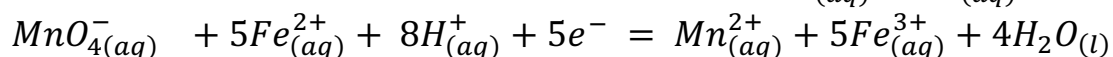
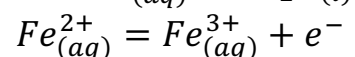
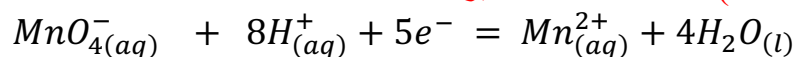
$$(2)..... [CO_2] = \frac{10x}{1} = 10x$$

من (1) نجد $x = \frac{0,03-[MnO_4^-]}{2}$ نعوض في (2) .

$$[CO_2] = 10x = 10 \left(\frac{0,03-[MnO_4^-]}{2} \right)$$

ومنه $[CO_2] = 0,15 - 5[MnO_4^-]$

(5) معادلة تفاعل المعايرة .



(6) عرف التكافؤ ، ثم استنتج عبارة حجم محلول كبريتات الحديد الثنائي المضاف عند التكافؤ V_E بدلالة C و V_0

و $[MnO_4^-]$.

عند التكافؤ يكون المزيج ستكيومتري .

$$n(MnO_4^-(aq)) = \frac{n_E(Fe^{2+}(aq))}{5}$$

$$[MnO_4^-]V_0 = \frac{CV_E}{5}$$





$$V_E = \frac{5[MnO_4^-]V_0}{C}$$

(7) قسنا حجم التكافؤ خلال أزمنة مختلفة t ثم رسم المنحنى $V_E = f(t)$ الشكل-3

(أ) حساب السرعة الحجمية لتشكل CO_2 عند اللحظة $t = 90s$.

لدين العلاقة $[CO_2] = 0,15 - 5[MnO_4^-]$

$$\frac{d[CO_2]}{dt} = -5 \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$$

$$V_E = \frac{5[MnO_4^-]V_0}{C}$$

$$\frac{d[MnO_4^-]}{dt} = \frac{C}{5V_0} \frac{dV_E}{dt} \text{ ومنه } \frac{dV_E}{dt} = \frac{5V_0}{C} \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{d[CO_2]}{dt} = -5 \frac{d[MnO_4^-]}{dt} = -5 \frac{C}{5V_0} \frac{dV_E}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{d[CO_2]}{dt} = -\frac{C}{V_0} \frac{dV_E}{dt}$$

$$v_{vol} = -\frac{0,25}{0,01} \left(\frac{-2,1 \times 10^{-3}}{90} \right) = 5,83 \times 10^{-4} \text{ mol/s.L}$$

(ب) السرعة الحجمية لتشكل $Mn^{2+}_{(aq)}$ عند اللحظة $t = 90s$.

$$v_{vol}(Mn^{2+}_{(aq)}) = \frac{v_{vol}(CO_2)}{5} \text{ ومنه } \frac{v_{vol}(CO_2)}{10} = \frac{v_{vol}(Mn^{2+}_{(aq)})}{2}$$

$$v_{vol}(Mn^{2+}_{(aq)}) = \frac{5,83 \times 10^{-4}}{5} = 1,16 \times 10^{-4} \text{ mol/s.L}$$

(ج) عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم حدد قيمته.

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف تقدمه النهائي.

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_m}{2}$$

$$x_m = 0,01 \text{ mol ومنه } 0,05 - 5x_m = 0$$

$$[MnO_4^-]_{t_{1/2}} = 0,03 - 2 \frac{x_m}{2} = 0,02 \text{ mol/L}$$

$$V_E(t_{1/2}) = \frac{5[MnO_4^-]_{t_{1/2}} V_0}{C} = \frac{5 \times 0,02 \times 10}{0,25} = 4 \text{ mL}$$

من البيان

$$t_{1/2} = 54s$$

التمرين (6)

(1) كيف يمكن التأكد تجريبيا بأن التفاعل بطيء ؟

وذلك ظهور اللون البني ل I_2 تدريجيا أو نضيف قطرات من محلول التيودان .

(2) الثنائيتين Ox/Red المتدخلتين في هذا التفاعل.

$$(I_2/I^-) \text{ و } (H_2O_2/H_2O)$$

(3) تحقق أن $n_0(I^-) = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ و $n_0(H_2O_2) = 2,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$$n_0(H_3O^+) = 6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_0(H_2O_2) = C_1 V_1 = 56 \times 5,0 \cdot 10^{-5} = 2,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$$





$$n_0(I^-) = C_2V_2 = 2 \times 10^2 \times 5,0.10^{-5} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\begin{array}{ccc} H_2SO_4 & + & H_2O = 2H_3O^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) \\ C_3V_3 & & 2C_3V_3 \quad C_3V_3 \end{array}$$

$$n_0(H_3O^+) = 2C_3V_3 = 12 \times 10^3 \times 1,0.10^{-6} = 1,2 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

(4) جدول تقدم التفاعل الكيميائي ثم تحديد التقدم الأعظمي x_{max} .

	$H_2O_2(aq) + 2I^-(aq) + 2H_3O^+(aq) = I_2(aq) + 4H_2O(l)$				
$t = 0$	C_1V_1	C_2V_2	$2C_3V_3$	0	زيادة
t	$C_1V_1 - x$	$C_2V_2 - 2x$	$2C_3V_3 - 2x$	x	زيادة
t_f	$C_1V_1 - x_m$	$C_2V_2 - 2x_m$	$2C_3V_3 - 2x_m$	x_m	زيادة

التفاعل المحد هو (H_2O_2) وبالتالي $C_1V_1 - x_m = 0$ ومنه $x_m = 2,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

(5) باستغلال جدول التقدم بين أن الناقلية النوعية في المزيج عند اللحظة t تحقق العلاقة $\sigma = 4,02 - 845x$ حيث x تقدم التفاعل بالمول (mol) . σ الناقلية النوعية (S/m) .

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 = 5,0.10^{-5} + 5,0.10^{-5} + 1,0.10^{-6} = 10,1 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\sigma = \lambda_{I^-}[I^-] + \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+] + \lambda_{K^+}[K^+] + \lambda_{SO_4^{2-}}[SO_4^{2-}]$$

$$\sigma =$$

$$7,68 \times 10^{-3} \left(\frac{10^{-2} - 2x}{10,1 \times 10^{-5}} \right) + 35 \times 10^{-3} \left(\frac{1,2 \times 10^{-2} - 2x}{10,1 \times 10^{-5}} \right) + 7,35 \times 10^{-3} \left(\frac{10^{-2}}{10,1 \times 10^{-5}} \right) + 8 \times 10^{-3} \left(\frac{6 \times 10^{-3}}{10,1 \times 10^{-5}} \right)$$

$$\sigma = 6,1 - 845x \quad \text{نجد}$$

(6) استنتاج σ_f الناقلية النوعية في نهاية التحول.

$$\sigma_f = 4,02 - 845x_m$$

$$\sigma_f = 6,1 - 845 \times 2,8 \times 10^{-3} = 3,734 \text{ S/m}$$

(7) يمثل المنحنى (الشكل-1) تغيرات الناقلية النوعية بدلالة الزمن $\sigma = f(t)$.

(أ) تحديد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

$$\sigma_{t_{1/2}} = 6,1 - 845 \frac{x_m}{2}$$

$$\sigma_{t_{1/2}} = 6,1 - 845 \times \frac{2,8 \times 10^{-3}}{2}$$

$$\sigma_{t_{1/2}} = 4,917 \text{ S/m}$$





من البيان $t_{1/2} = 3min$.

(ب) بين أن عبارة السرعة الحجمية للتفاعل تكتب على الشكل $v_{vol} = -\frac{1}{845V_T} \frac{d\sigma}{dt}$.

$$v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt}$$

لدينا $\sigma = 6,1 - 845x$.

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{845V_T} \frac{d\sigma}{dt} \text{ ومنه } \frac{d\sigma}{dt} = -845 \frac{dx}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_T} \left(-\frac{1}{845V_T} \frac{d\sigma}{dt} \right)$$

$$v_{vol} = -\frac{1}{845V_T} \frac{d\sigma}{dt} \text{ ومنه}$$

(ج) حساب بالوحدة $mol \cdot m^{-3} \cdot min^{-1}$ قيمة السرعة الحجمية عند $t = 0$.

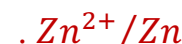
$$v_{vol} = -\frac{1}{845 \times 10,1 \times 10^{-5}} \left(\frac{-6,1}{13} \right) = 5,49 mol \cdot m^{-3} \cdot min^{-1}$$

التمرين (7)

(1) التأكّد تجريبيا من أنّ التفاعل بطيء.

اللون البني ل I_2 يزول تدريجيا .

(2) اكتب معادلة تفاعل الأكسدة و الا رجاع الحادث ثم ضع جدولا لتقدم التفاعل . تعطي الثنائيتان I_2/I^- و



المعادلة النصفية للأكسدة : $Zn_{(s)} = Zn_{(aq)}^{2+} + 2e^-$.

المعادلة النصفية للارجاع : $I_{2(aq)} + 2e^- = 2I_{(aq)}^-$.

معادلة تفاعل الأكسدة و الا رجاع : $I_{2(aq)} + Zn_{(s)} = 2I_{(aq)}^- + Zn_{(aq)}^{2+}$.

(3) اعتمادا على جدول التقدم بين أنّ : $n_{Zn} = V[I_2] + \frac{m_0}{M_{Zn}} - C_0V$.

	$I_{2(aq)} + Zn_{(s)} = 2I_{(aq)}^- + Zn_{(aq)}^{2+}$			
$t = 0$	C_0V	$\frac{m_0}{M_{Zn}}$	0	0
t	$C_0V - x$	$\frac{m_0}{M_{Zn}} - x$	$2x$	x
t_f	$C_0V - x_m$	$\frac{m_0}{M_{Zn}} - x_m$	$2x_m$	x_m

من جدول التقدم نجد (1) $n_{Zn} = \frac{m_0}{M_{Zn}} - x$

وكذلك (2) $[I_2] = \frac{C_0V - x}{V}$





من (2) نجد $x = C_0V - V[I_2]$ نعوض في (1) .

$$n_{Zn} = \frac{m_0}{M_{Zn}} - (C_0V - V[I_2])$$

$$n_{Zn} = V[I_2] + \frac{m_0}{M_{Zn}} - C_0V \quad \text{نجد}$$

(4) اعتمادا على الشكلين (1) و (2) اجب على الأسئلة التالية:
أ) استنتاج المتفاعل المحد.

من البيان (1) نلاحظ أن $Zn(s)$ متفاعل بزيادة وبالتالي المتفاعل المحد هو $I_2(aq)$.

ب) كتابة معادلة البيان $n_{Zn} = f(I_2)$

بيان الشكل (2) هو عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته من الشكل

$$n_{Zn} = a[I_2] + b$$

حيث a ميل البيان .

$$a = \frac{0,05 - 0,02}{0,15} = 0,2 \quad \text{حيث } b = 0,02$$

$$n_{Zn} = 0,2[I_2] + 0,02$$

ج) حدّد قيم كلاً من x_{max} ، V و C_0 .

$$\frac{m_0}{M_{Zn}} - x_m = \frac{1,29}{M_{Zn}}$$

$$m_0 = 4 \times 0,645 = 2,58g$$

$$x_m = \frac{m_0}{M_{Zn}} - \frac{1,29}{M_{Zn}} = \frac{2,58}{65} - \frac{1,29}{65} = 1,98 \times 10^{-2} mol$$

$$x_m = 1,98 \times 10^{-2} mol$$

$$n_{Zn} = V[I_2] + \frac{m_0}{M_{Zn}} - C_0V \dots (1)$$

$$n_{Zn} = 0,2[I_2] + 0,02 \dots (2)$$

بالمطابقة بين (1) و (2) .

$$V = 0,2L$$

$$\frac{m_0}{M_{Zn}} - C_0V = 0,02$$

$$3,97 \times 10^{-2} - C_0V = 0,02$$

$$C_0 = \frac{3,97 \times 10^{-2} - 0,02}{0,2} = 9,85 \times 10^{-2} mol/L$$





(د) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

$$t_{1/2} \text{ تقابلها } \frac{2,58+1,29}{2} = 1,935g$$

$$t_{1/2} = 22s$$

(5) بين أن السرعة الحجمية للتفاعل تعطى بالعلاقة التالية $v_{vol} = -\frac{1}{V.M_{Zn}} \times \frac{dm_{Zn}}{dt}$

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

$$n_{Zn} = \frac{m_0}{M_{Zn}} - x$$

$$\frac{m_{Zn}}{M_{Zn}} = \frac{m_0}{M_{Zn}} - x$$

باشتقاق العبارة الأخيرة بالنسبة للزمن .

$$\frac{1}{M_{Zn}} \frac{dm_{Zn}}{dt} = 0 - \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{M_{Zn}} \frac{dm_{Zn}}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V} \left(-\frac{1}{M_{Zn}} \frac{dm_{Zn}}{dt} \right)$$

$$v_{vol} = -\frac{1}{V.M_{Zn}} \times \frac{dm_{Zn}}{dt}$$

احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

$$v_{vol} = -\frac{1}{V.M_{Zn}} \times \left(\frac{dm_{Zn}}{dt} \right)_{t=0} = -\frac{1}{0,2 \times 65} \left(\frac{-2,58}{64} \right)$$

$$v_{vol} = 3,1 \times 10^{-3} \text{ mol/L.s}$$

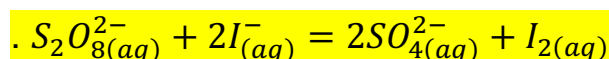
التمرين (8)

(1) إذا علمت أن الشائيتين الداخلتين في التحول الكيميائي الحاصل هما : $(I_{2(aq)}/I_{(aq)}^-)$ و $(S_2O_{8(aq)}^{2-}/SO_{4(aq)}^{2-})$

(أ) أكتب معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل .

المعادلة النصفية للأكسدة : $2I_{(aq)}^- = I_{2(aq)} + 2e^-$

المعادلة النصفية للارجاع : $S_2O_{8(aq)}^{2-} + 2e^- = 2SO_{4(aq)}^{2-}$





ب) أنجز جدول تقدم التفاعل .

	$S_2O_8^{2-}(aq) + 2I_{(aq)}^- = 2SO_4^{2-}(aq) + I_{2(aq)}$			
$t = 0$	C_1V_1	C_2V_2	0	0
t	$C_1V_1 - x$	$C_2V_2 - 2x$	$2x$	x
t_f	$C_1V_1 - x_m$	$C_2V_2 - 2x_m$	$2x_m$	x_m

(2) اعتمادا على البيان :

أ) استنتج التركيز المولي C_2 لمحلول يود البوتاسيوم .

من البيان نجد $n_0(I^-) = 2 \times 10^{-2} mol$

$C_2 = \frac{n_0(I^-)}{V_2}$ وبالتالي $n_0(I^-) = C_2V_2$

$$C_2 = \frac{2 \times 10^{-2}}{0,2} = 0,1 mol/L$$

ب) حدد المتفاعل المحد علما أن التفاعل تام .

من البيان يظهر أن المتفاعل I^- هو متفاعل بزيادة وبالتالي المتفاعل المحد هو $S_2O_8^{2-}(aq)$

ت) استنتج قيمة التقدم الأعظمي x_{max} .

$$C_2V_2 - 2x_m = 4 \times 10^{-3}$$

$$x_m = \frac{C_2V_2 - 4 \times 10^{-3}}{2} = \frac{2 \times 10^{-2} - 4 \times 10^{-3}}{2}$$

$$x_m = 8 \times 10^{-3} mol$$

(3) من البيان .

أ) استنتج قيمة سرعة اختفاء شوارد اليود ($I_{(aq)}^-$) عند اللحظة $t = 1 min$.

$$v_{I^-} = -\frac{dn_{I^-}}{dt}$$

$$v_{I^-}(1min) = -\left(\frac{dn_{I^-}}{dt}\right)_{t=1min} = -\left(\frac{-16 \times 10^{-3}}{2,8}\right)$$

$$v_{I^-}(1min) = 5,71 \times 10^{-3} mol.min^{-1}$$

ب) أوجد قيمة الحجم الكلي V_T للوسط التفاعلي علما أن قيمة السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 1 min$ هي :

$$v_{vol} = 9,1 \times 10^{-3} mol.L^{-1}.min^{-1}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt}$$

$$n_{I^-} = C_2V_2 - 2x$$





$$\cdot \frac{dn_{I^-}}{dt} = -2 \frac{dx}{dt}$$

$$\cdot v_{I^-} = -\frac{dn_{I^-}}{dt} = 2 \frac{dx}{dt}$$

$$\cdot \frac{dx}{dt} = \frac{v_{I^-}}{2}$$

$$\cdot v_{vol} = \frac{1}{V_T} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_T} \frac{v_{I^-}}{2} = \frac{v_{I^-}}{2V_T}$$

$$V_T = \frac{v_{I^-}}{2v_{vol}} = \frac{5,71 \times 10^{-3}}{2 \times 9,1 \times 10^{-3}} = 0,3L$$

$$\cdot V_T = 300mL$$

ت) استنتج قيمة الحجم V_1 لمحلول بيروكسودي كبريتات البوتاسيوم و تركيزه المولي C_1 .

$$\cdot V_1 = V_T - V_2 = 100mL$$

المتفاعل المحد هو $S_2O_8^{2-}(aq)$.

$$\cdot C_1 = \frac{x_m}{V_1} \text{ وبالتالي } C_1 V_1 - x_m = 0$$

$$\cdot C_1 = \frac{8 \times 10^{-3}}{0,1} = 8 \times 10^{-2} mol/L$$

(4) عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لبلوغ تقدم التفاعل نصف تقدمه النهائي.

$$\cdot x(t_{1/2}) = \frac{x_m}{2}$$

(5) بين أن كمية مادة شوارد اليود عند اللحظة $t_{1/2}$ تعطى بالعلاقة: $n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{n_0(I^-) + n_f(I^-)}{2}$.

$$n_{I^-}(t) = C_2 V_2 - 2x(t)$$

$$n_{I^-}(t_{1/2}) = C_2 V_2 - 2x(t_{1/2})$$

$$n_{I^-}(t_{1/2}) = C_2 V_2 - 2 \frac{x_m}{2}$$

$$\cdot n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{2C_2 V_2 - 2x_m}{2} = \frac{C_2 V_2 + C_2 V_2 - 2x_m}{2}$$

$$\cdot n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{n_0(I^-) + n_f(I^-)}{2}$$

(6) استنتج قيمة $t_{1/2}$.

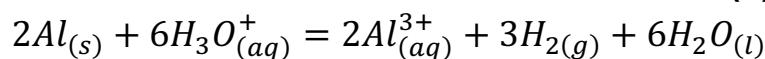
$$\cdot n_{I^-}(t_{1/2}) = \frac{4+20}{2} = 12mmol$$

$$\cdot t_{1/2} = 0,75min$$





التمرين (9)



(1) تمثيل جدول تقدم التفاعل .

$$n_0(Al) = \frac{m}{M} = \frac{27 \times 10^{-3}}{27} = 10^{-3} mol$$

$$n_0(H_3O_{(aq)}^+) = CV = 0,012 \times 20 \times 10^{-3} = 2,4 \times 10^{-4} mol$$

	$2Al_{(s)} + 6H_3O_{(aq)}^+ = 2Al_{(aq)}^{3+} + 3H_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$				
$t = 0$	10^{-3}	$2,4 \cdot 10^{-4}$	0	0	زيادة
t	$10^{-3} - 2x$	$2,4 \cdot 10^{-4} - 6x$	$2x$	$3x$	زيادة
t_f	$10^{-3} - 2x_f$	$2,4 \cdot 10^{-4} - 6x_f$	$2x_f$	$3x_f$	زيادة

(2) عبارة الناقلية النوعية $\sigma(t)$ للمزيج .

$$\sigma(t) = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{Al^{3+}} [Al^{3+}] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-]$$

(3) بين أن : $\sigma(t) = -1,01 \times 10^4 x + 0,511$.

$$\sigma(t) = 35 \times 10^{-3} \left(\frac{2,4 \cdot 10^{-4} - 6x}{2 \times 10^{-5}} \right) + 4 \times 10^{-3} \left(\frac{2x}{2 \times 10^{-5}} \right) + 7,6 \times 10^{-3} \times 12$$

$$\sigma(t) = -1,01 \times 10^4 x + 0,511 \quad \text{نجد}$$

(4) كمية المادة لكل من : $H_3O_{(aq)}^+$ و $Al_{(aq)}^{3+}$ عند اللحظة $t = 6min$.

$$\sigma(6min) = 0,29 S/m \quad \text{من البيان عند } t = 6min \text{ يكون}$$

$$-1,01 \times 10^4 x + 0,511 = 0,29$$

$$\text{ومنه } x = 2,2 \times 10^{-5} mol$$

$$n(Al_{(aq)}^{3+}) = 2x = 2 \times 2,2 \times 10^{-5} = 4,4 \times 10^{-5} mol$$

$$n(H_3O_{(aq)}^+) = 2,4 \cdot 10^{-4} - 6 \times 2,2 \times 10^{-5} = 2,4 \cdot 10^{-4} - 6x = 1,08 \times 10^{-4} mol$$

(5) بين أن سرعة التفاعل في هذه الحالة تعطى بالعلاقة : $v = -\frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \frac{d\sigma}{dt}$

$$v = \frac{dx}{dt}$$





نشتق العبارة $\sigma(t) = -1,01 \times 10^4 x + 0,511$

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \frac{d\sigma}{dt} \text{ وبالتالي } \frac{d\sigma}{dt} = -1,01 \times 10^4 \frac{dx}{dt}$$

$$v = -\frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \frac{d\sigma}{dt} \text{ ومنه}$$

(6) قيمة سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 6 \text{ min}$

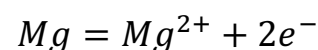
$$v = -\frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \left(\frac{d\sigma}{dt} \right)_{t=6 \text{ min}} = -\frac{1}{1,01 \times 10^4} \times \left(-\frac{0,43}{18} \right)$$

$$v = 2,36 \times 10^{-6} \text{ mol/min}$$

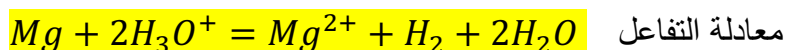
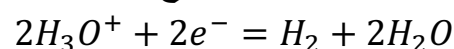
التمرين (10)

نضع قطعة من المغنيزيوم كتلتها $m = 0,12 \text{ g}$ في محلول حمض كلور الهيدروجين $(\text{H}_3\text{O}^+, \text{Cl}^-)$.

(1) معادلة التفاعل باستعمال الثنائيتين Mg^{2+}/Mg و $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$. المعادلة النصفية للأكسدة.



المعادلة النصفية للارجاع.



(2) جدول التقدّم وحساب قيمة التقدّم الأعظمي.

$$n_0(\text{Mg}) = \frac{m}{M} = \frac{0,12}{24} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) = CV = 0,5 \times 40 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

	$\text{Mg} + 2\text{H}_3\text{O}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$				
$t = 0$	$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	0	0	زيادة
t	$5 \cdot 10^{-3} - x$	$2 \cdot 10^{-2} - 2x$	x	x	زيادة
t_f	$5 \cdot 10^{-3} - x_f$	$2 \cdot 10^{-2} - 2x_f$	x_f	x_f	زيادة

المتفاعل المحد هو Mg وبالتالي $(5 \cdot 10^{-3} - x_m = 0)$ ومنه $x_m = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

(3) نمثل بيانيا في الشكل 1 - حجم غاز الهيدروجين المنطلق بدلالة الزمن $v_{\text{H}_2} = f(t)$.
(أ) نبين أن هذا التفاعل تام.





من جدول التقدم نلاحظ أن $n(H_2) = x$ ولدينا $n(H_2) = \frac{V_{H_2}}{V_M}$.

$$x_f = \frac{V_f(H_2)}{V_M} \text{ وبالتالي } x = \frac{V_{H_2}}{V_M}$$

من البيان $V_f(H_2) = 120\text{mL}$

$$x_f = \frac{120 \times 10^{-3}}{24} = 5 \times 10^{-3} \text{mol}$$

نلاحظ أن $x_f = x_m$ وبالتالي التفاعل تام.

ملاحظة: x_f قيمة تجريبية نستنتجها من البيان الذي حصلنا عليه من القيم الناتجة عن التجربة.

x_m قيمة نظرية نتحصل عليها من جدول التقدم والتي توافق استهلاك المتفاعل المحد.

(ب) نبين أن السرعة الحجمية للتفاعل تُكتب بالشكل $v_{\text{vol}} = \frac{1}{V_M \times V} \times \frac{dV_{H_2}}{dt}$ ، ثم حساب هذه السرعة عند $t = 0$

حسب تعريف السرعة الحجمية للتفاعل

$$v_{\text{vol}} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} \text{ ولدينا } x = \frac{V_{H_2}}{V_M} \text{ باشتقاق طرفي هذه المعادلة نجد } \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_M} \frac{dV_{H_2}}{dt}$$

$$v_{\text{vol}} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V} \left(\frac{1}{V_M} \frac{dV_{H_2}}{dt} \right)$$

$$v_{\text{vol}} = \frac{1}{V_M \times V} \times \frac{dV_{H_2}}{dt} \text{ ومنه}$$

$$v_{\text{vol}}(0) = \frac{1}{V_M \times V} \times \left(\frac{dV_{H_2}}{dt} \right)_{t=0} = \frac{1}{24 \times 40} \left(\frac{68}{50} \right) = 1,41 \times 10^{-3} \text{mol/s.L}$$

في تجربة أخرى ، أخذنا من محلول حمض كلور الهيدروجين السابق حجما $V_0 = 10\text{mL}$ وأضفنا له 190mL من الماء المقطر ووضعنا في المحلول الذي حصلنا عليه نفس قطعة المغنيزيوم السابقة ($0,12\text{g}$) استعملنا جهاز قياس الناقلية لمتابعة تطور التفاعل.

(1) باستعمال جدول التقدم ، بين أن الناقلية النوعية في اللحظة t تُكتب بدلالة التقدم بالشكل

$$\sigma = 297x - 1,06$$

جدول التقدم.

$$n_0(Mg) = \frac{m}{M} = \frac{0,12}{24} = 5 \times 10^{-3} \text{mol}$$

$$n_0(H_3O^+) = CV = 0,5 \times 10 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-3} \text{mol}$$

	$Mg + 2H_3O^+ = Mg^{2+} + H_2 + 2H_2O$				
$t = 0$	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	0	0	زيادة
t	$5 \cdot 10^{-3} - x$	$5 \cdot 10^{-3} - 2x$	x	x	زيادة
t_f	$5 \cdot 10^{-3} - x_f$	$5 \cdot 10^{-3} - 2x_f$	x_f	x_f	زيادة





$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{Mg^{2+}} [Mg^{2+}] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-]$$

$$x_m = 2,5 \times 10^{-3} mol \quad \text{دون أن ننسى أن } V_T = 200 \times 10^{-6} m^3$$

$$\sigma = 35 \times 10^{-3} \left(\frac{5 \cdot 10^{-3} - 2x}{2 \times 10^{-4}} \right) + 10,6 \times 10^{-3} \left(\frac{x}{2 \times 10^{-4}} \right) + 7,6 \times 10^{-3} \left(\frac{5 \cdot 10^{-3}}{2 \times 10^{-4}} \right)$$

$$\sigma = 0,875 - 350x + 53x + 0,19$$

$$\sigma = 1,065 - 297x$$

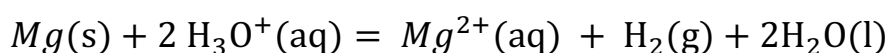
(2) حساب قيمة الناقلية النوعية للمزيج في نهاية التفاعل.

$$\sigma_f = 1,065 - 297x_f$$

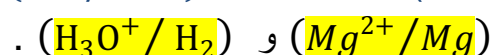
$$\sigma_f = 1,065 - 297 \times 2,5 \times 10^{-3} = 0,32 S/m$$

التمرين (11)

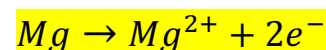
(1) دراسة سرعة تشكيل شاردة المغنيزيوم $Mg^{2+}(aq)$



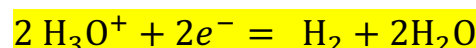
(أ) تحديد الثنائيتين (Ox / Red) الداخلتين في التفاعل مع كتابة المعادلتين النصفيتين .



المعادلة النصفية للأكسدة



المعادلة النصفية للإرجاع



(ب) هل التفاعل الحادث ستكيومتري.

$$n_0(Mg) = \frac{m}{M} = \frac{1}{24} = 4,16 \times 10^{-2} mol$$

$$n_0(H_3O^+) = CV = 0,1 \times 30 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-3} mol$$

$$\frac{n_0(Mg)}{1} = \frac{n_0(H_3O^+)}{2} \quad \text{حتى يكون المزيج ستكيومتري يجب ان تتحقق العلاقة}$$

$$\frac{n_0(H_3O^+)}{2} = \frac{3 \times 10^{-3}}{2} = 1,5 \times 10^{-3} mol$$

$$\frac{n_0(Mg)}{1} \neq \frac{n_0(H_3O^+)}{2} \quad \text{ومنه التفاعل الحادث ليس ستكيومتري.}$$

(ج) أنجز جدول تقدم التفاعل ، وأستنتج المتفاعل المحد .





	$Mg(s) + 2 H_3O^+(aq) = Mg^{2+}(aq) + H_2(g) + 2H_2O(l)$				
$t = 0$	$4,16 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	0	0	زيادة
t	$4,16 \cdot 10^{-2} - x$	$3 \cdot 10^{-3} - 2x$	x	x	زيادة
t_f	$4,16 \cdot 10^{-2} - x_m$	$3 \cdot 10^{-3} - 2x_m$	x_m	x_m	زيادة

المتفاعل المحد هو H_3O^+ ومنه $3 \cdot 10^{-3} - 2x_m = 0$ ومنه $x_m = 1,5 \times 10^{-3} mol$

بمتابعة تطور تركيز شاردة $H_3O^+(aq)$ خلال الزمن واستنتاج التركيز المولي لشاردة Mg^{2+} نحصل على البيان الذي يمثل تغيرات $[Mg^{2+}]$ بدلالة الزمن t والموضح في (الشكل - 1).

(د) استنتاج تركيز شاردة Mg^{2+} عند نهاية التفاعل .

$$[Mg^{2+}]_f = \frac{x_m}{V} = \frac{1,5 \times 10^{-3}}{30 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^{-2} mol/L$$

هل ينتهي التفاعل عند $t = 12 min$.

من البيان $[Mg^{2+}]$ عند $t = 12 min$ أقل من $5 \times 10^{-2} mol/L$.

لا ينتهي التفاعل عند $t = 12 min$.

عرف زمن نصف التفاعل وأحسب قيمته .

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لبلوغ التقدم x نصف تقدمه النهائي . $x(t_{1/2}) = \frac{x_m}{2}$.

$$[Mg^{2+}] = \frac{x}{V}$$

$$[Mg^{2+}]_{t_{1/2}} = \frac{x_m}{2V} = \frac{[Mg^{2+}]_f}{2}$$

من البيان $t_{1/2} = 1,7 min$.

حساب التركيب المولي للوسط التفاعلي عند $t = 2 min$.

عند $t = 2 min$ يكون $[Mg^{2+}] = 2,8 \times 10^{-2} mol/L$. من البيان .

$$[Mg^{2+}] = \frac{x}{V} \text{ ومنه } x = [Mg^{2+}] V$$

$$x = 2,8 \times 10^{-2} \times 30 \times 10^{-3} = 8,4 \times 10^{-4} mol$$

Mg	H_3O^+	Mg^{2+}	H_2
------	----------	-----------	-------





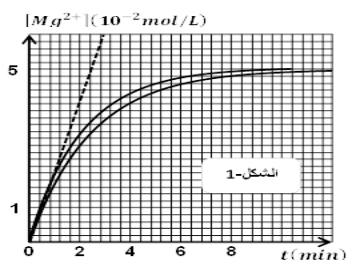
$4,07.10^{-2}mol$	$1,32.10^{-3}mol$	$8,4 \times 10^{-4}mol$	$8,4 \times 10^{-4}mol$
-------------------	-------------------	-------------------------	-------------------------

اعتمادا على البيان استنتج السرعة الحجمية لتشكل Mg^{2+} عند اللحظة $t = 0$.

$$v_{vol} = \frac{d[Mg^{2+}]}{dt}$$

$$v_{vol}(0) = \left(\frac{d[Mg^{2+}]}{dt} \right)_{t=0} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} = 2 \times 10^{-2} \frac{mol}{min.L}$$

ارسم الشكل التقريبي للمنحني إذا وضعنا في البداية $1g$ من المغنزيوم الصلب في حجم $V = 30 mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه $C = 0.30 mol/L$.



ماهو العامل الحركي الذي أثر على سرعة التفاعل في هذه الحالة ؟

العامل الحركي الذي أثر على سرعة التفاعل في هذه الحالة هو زيادة تركيز أخذ المتفاعلات .

ماهو العامل الحركي الآخر الذي يمكن أن يؤثر على سرعة التفاعل ؟

العامل الحركي الآخر الذي يمكن أن يؤثر على سرعة التفاعل هو درجة الحرارة .

التمرين(12)

1) مثلنا في الشكل 1- كميتي مادة المتفاعلين A و B بدلالة التقدم x .
المتفاعل المحد هو المتفاعل (A) لأنه من خلال البيان نلاحظ أنه هو من ينتهي أولا .

جدول التقدم .

$$n_0(A) = 200 mmol$$

$$n_0(B) = 100 mmol$$

	$aA + bB + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 5C_3H_6O + 8H_2O$					
$t = 0$	0,2	0,1	زيادة	0	0	زيادة
t	$0,2 - ax$	$0,1 - bx$	زيادة	$2x$	$5x$	زيادة
t_f	$0,2 - ax_m$	$0,1 - bx_m$	زيادة	$2x_m$	$5x_m$	زيادة

حساب قيمتي a و b .

المتفاعل المحد هو المتفاعل (A) ومنه من البيان $x_m = 0,04mol$ وبالتالي $(0,2 - ax_m = 0)$.

$$a = \frac{0,2}{0,04} = 5$$





ومن البيان كمية المادة المتبقية من (B) هي $n_f(B) = 20 \text{ mmol}$

$$\text{ومنه } 0,1 - bx_m = 0,02$$

$$b = \frac{0,1-0,02}{0,04} = 2$$

تصبح المعادلة : $5C_3H_8O + 2MnO_4^- + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 5C_3H_6O + 8H_2O$

كمية مادة شوارد المنغنيز عند اللحظة $t = t_{1/2}$

$$\text{يكون } x(t_{1/2}) = \frac{x_m}{2}$$

$$\text{. } n_{t_{1/2}}(Mn^{2+}) = 2 \frac{x_m}{2} = 0,04 \text{ mol}$$

المتفاعلات A و B هما على التوالي : البروبان 2 - أول ، صيغته المجرى (C₃H₈O) وهو سائل كتلته الحجمية $\rho = 0,78 \text{ kg/L}$ ، و شاردة البرمنغنات (MnO₄⁻) يتشكل المزيج المتفاعل من حجم V₁ من البروبان 2 - أول و حجم V₂ = 100mL من محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه المولي C . مثلنا في الشكل 2- تغيرات التركيز المولي لشاردة البرمنغنات بدلالة الزمن . حساب قيمتي V₁ و C .

$$n_0(C_3H_8O) = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{. } m = n_0 M \text{ ومنه } n_0(C_3H_8O) = \frac{m}{M}$$

$$M = 36 + 8 + 16 = 60 \text{ g/mol}$$

$$m = 0,2 \times 60 = 12 \text{ g}$$

$$\text{. } V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{12 \times 10^{-3}}{0,78} = 15,4 \text{ mL} \text{ ومنه } \rho = \frac{m}{V_1}$$

$$\text{ومنه } n_0(MnO_4^-) = CV_2$$

$$C = \frac{n_0(MnO_4^-)}{V_2} = \frac{0,1}{0,1} = 1 \text{ mol/L}$$

اعتمادا على جدول التقدم بين أن $[MnO_4^-]_0 + [MnO_4^-]_\infty = 2[MnO_4^-]_{t_{1/2}}$ ، ثم حدد زمن نصف التفاعل .

$$n(MnO_4^-) = 0,1 - bx$$

$$n_{t_{1/2}}(MnO_4^-) = 0,1 - b \frac{x_m}{2}$$





$$n_{t_{1/2}}(MnO_4^-) = 0,1 - b \frac{x_m}{2} = \frac{2 \times 0,1 - bx_m}{2}$$

$$2n_{t_{1/2}}(MnO_4^-) = 2 \times 0,1 - bx_m = 0,1 + (0,1 - bx_m)$$

$$2n_{t_{1/2}}(MnO_4^-) = n_0(MnO_4^-) + n_{\infty}(MnO_4^-)$$

$$\frac{2n_{t_{1/2}}(MnO_4^-)}{V_1+V_2} = \frac{n_0(MnO_4^-)}{V_1+V_2} + \frac{n_{\infty}(MnO_4^-)}{V_1+V_2}$$

$$[MnO_4^-]_0 + [MnO_4^-]_{\infty} = 2[MnO_4^-]_{t_{1/2}} \quad \text{ومنه}$$

تحديد زمن نصف التفاعل.

من البيان $t_{1/2} = 11\text{min}$.

يُبين أن السرعة الحجمية للتفاعل تكتب بالشكل : $v_{vol} = -\frac{1}{2} \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$$

ومن جدول التقدم $[MnO_4^-] = \frac{0,1-2x}{V}$

$$\cdot \frac{d[MnO_4^-]}{dt} = -\frac{2}{V} \frac{dx}{dt} \quad \text{بالاشتقاق}$$

$$\cdot \frac{dx}{dt} = -\frac{V}{2} \frac{d[MnO_4^-]}{dt} \quad \text{ومنه}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V} \left(-\frac{V}{2} \frac{d[MnO_4^-]}{dt} \right) == -\frac{1}{2} \frac{d[MnO_4^-]}{dt}$$

قيمتها عند اللحظة $t = 60\text{mn}$.

عند $t = 60\text{mn}$ يتوقف التفاعل وبالتالي $v_{vol}(60\text{mn}) = 0$

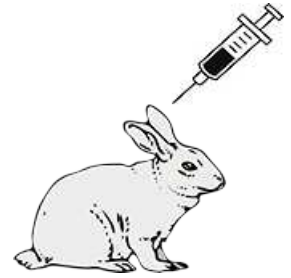
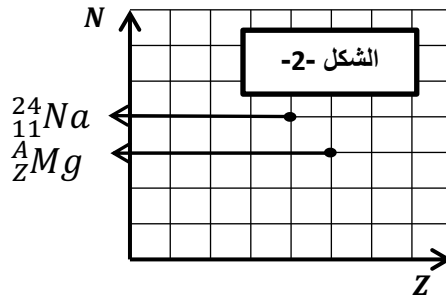
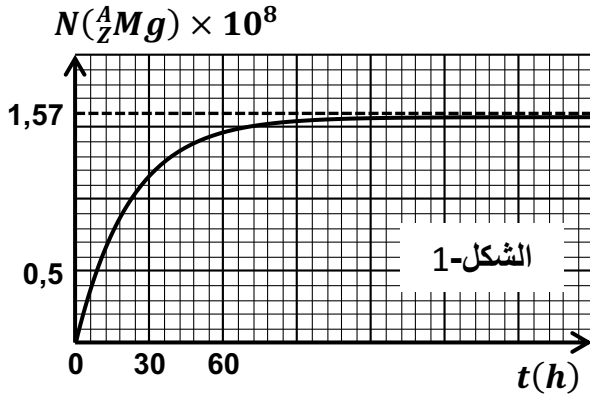




التمرين (1)

لتعيين حجم الدم في أرنب ، نحقنه بـ 1mL من محلول يحوي نظير الصوديوم المشع $^{24}_{11}\text{Na}$ ، نمثل بيانيا عدد أنوية الصوديوم المتفككة بدلالة الزمن. (الشكل-1)

تركنا الأرنب يستريح لمدة خمس ساعات ، ثم نزعنا عينة من دمه وقسنا نشاط 1mL منه ، فوجدناه يساوي $\dot{A} = 8Bq$. اذا علمت ان النظير $^{24}_{11}\text{Na}$ مشع يتحول الى ^A_ZMg ، (أنظر الى موقعها في مخطط سقري الشكل-2) مع إصدار جسيم ^A_ZY .

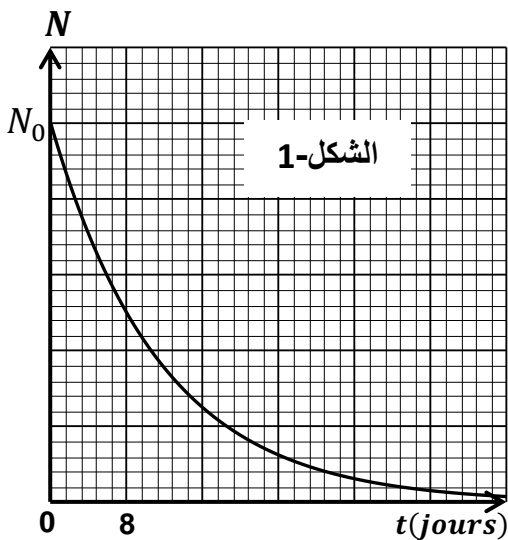


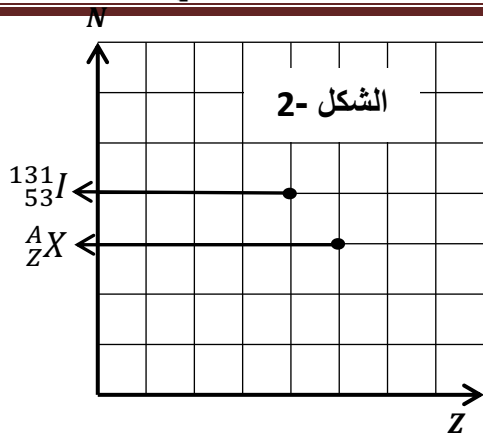
- (1) عرف النشاط الإشعاعي .
 - (2) ما هو نمط التفكك الحادث ؟ برر اجابتك .
 - (3) اكتب معادلة التفكك الاشعاعي للنظير $^{24}_{11}\text{Na}$.
 - (4) استنتج زمن نصف العمر $t_{1/2}$ لـ $^{24}_{11}\text{Na}$.
 - (5) أحسب عدد الانوية المتبقية من النظير $^{24}_{11}\text{Na}$ في الحقنة بعد 5 ساعات من لحظة الحقن .
 - (6) أحسب حجم الدم في الأرنب .
- ملاحظة : يهمل حجم الحقنة بالمقارنة مع حجم الدم ، ونعتبر كمية النظير محفوظة في الدم.

التمرين (2)

ارسلت عينة كتلتها m_0 ، من اليود المشع $^{131}_{53}\text{I}$ نشاطها الابتدائي $A_0 = 3,2 \times 10^9 Bq$ ولم تصل الى المستشفى إلا بعد 64 يوم ، وذلك لمعالجة سرطان الغدة الدرقية والذي يتطلب جرعة نشاطها $A = 10 \times 10^7 Bq$.

- (1) نواة اليود $^{131}_{53}\text{I}$ هي نواة مشعة تعطي نواة ابن ^A_ZX (أنظر الى موقعها في مخطط سقري (الشكل-2) مع إصدار جسيم ^A_ZY .
- أ- ما هو نمط تفكك النواة $^{131}_{53}\text{I}$ ؟ برر اجابتك .
- ب- أكتب معادلة التفكك وتعرف على النواة الابن من بين الانوية التالية : ^{57}Ba , ^{54}Xe , ^{52}Te .
- (2) يمثل المنحنى في الشكل-1 عدد الأنوية المتبقية بدلالة الزمن .





أ- عرف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ ، ثم عين قيمته ببيانها مع شرح الطريقة المتبعة .

ب- أحسب قيمة ثابت التفكك λ .

ج- أكتب عبارة النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 بدلالة λ و N_0 ، ثم أحسب قيمة N_0 .

د- بين أنه يمكن كتابة قانون التناقص الإشعاعي بالشكل التالي : $m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$ ، مع تعيين عبارة m_0 .

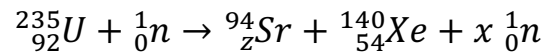
هـ- بين أنه في اللحظة $t = nt_{1/2}$ ، تحقق الكتلة المتبقية من $^{131}_{53}I$ العلاقة التالية : $m(t) = \frac{m_0}{2^n}$.

و- أحسب قيمة الكتلة m_0 لحظة إرسال العينة ، ثم استنتج قيمة الكتلة المتبقية عند اللحظة $t = 24 \text{ jours}$.

ز- هل العينة صالحة للعلاج عند وصولها للمستشفى؟ .

التمرين (3)

في مفاعل نووي يحدث انشطار اليورانيوم 235 حسب المعادلة



(1) أوجد قيمة كل من x و Z .

(2) عرف الانشطار و الاندماج النووي .

(3) اذكر مبررين لاعتماد الاندماج عوض الانشطار .

(4) لماذا نحتاج إلى طاقة كبيرة جدا لدمج الأنوية ؟ هل يبرر هذا قابلية الاندماج للأنوية الخفيفة فقط ؟ .

(5) مثلنا جانبا مخطط الحصلة الطاقوية لتفاعل الانشطار السابق .

أ- أوجد قيم الأعداد a ، b ، c .

ب- باستعمال المخطط الطاقوي أوجد طاقة الربط

لكل نوكلين للنواتين $^{235}_{92}U$ و $^{94}_{38}Sr$.

ج- باستعمال المخطط الطاقوي أوجد الطاقة المحررة

أنوية اليورانيوم 235 .

(6) يُنتج المفاعل النووي استطاعة كهربائية قدرها $P = 900 \text{ MW}$. بمردود قدره 30%

أ- احسب عدد الانشطارات في الثانية الواحدة في هذا التفاعل .

ب- احسب كتلة اليورانيوم 235 التي يستهلكها المفاعل النووي خلال سنة .

يُعطى : $m(^{235}_{92}U) = 234,9934u$ ، $m(^{94}_{38}Sr) = 93,8945u$ ، $m(^{140}_{54}Xe) = 139,8920u$.

، $\frac{El}{A}(Xe) = 8,29 \text{ MeV}$ ، $m(n) = 1,0086u$ ، $m(p) = 1,0073u$ ،

$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$

التمرين (4)

أصبح الطب النووي من بين أهم الاختصاصات في عصرنا الحالي . فهو يستعمل في تشخيص الأمراض وفي العلاج .

من بين التقنيات المعتمدة ، العلاج بالإشعاع النووي (Radiothérapie) ، حيث يستعمل الإشعاع النووي في تدمير

الأورام السرطانية . حيث يقذف الورم المصاب بالإشعاع المنبعث من الكوبالت $^{60}_{27}Co$. تصبح عينة الكوبالت غير فعالة

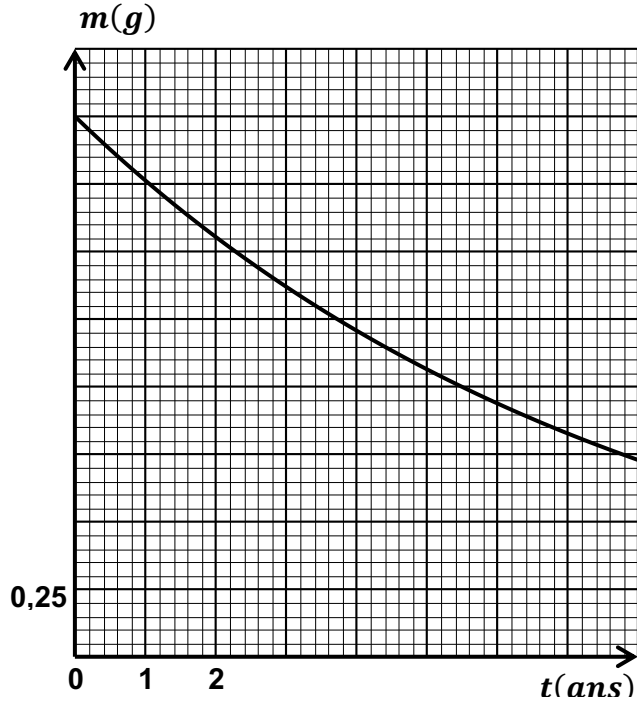




عندما تتحقق العلاقة التالية: $\frac{A(t)}{A_0} = 0,25$ حيث $A(t)$ نشاط عينة الكوبالت عند اللحظة t و A_0 نشاط العينة عند اللحظة الابتدائية . يفسر النشاط الإشعاعي لنواة الكوبالت $^{60}_{27}Co$ بتحول النوترون 1_0n إلى بروتون 1_1p .
معطيات:

الكتلة المولية للكوبالت : $M(Co) = 60g/mol$ و $N_A = 6,02 \times 10^{23} mol$.

يمثل منحنى الشكل أسفله تغيرات الكتلة المتبقية من الكوبالت $^{60}_{27}Co$ خلال الزمن .



- (1) حدد معللا جوابك نوع النشاط الإشعاعي لنواة الكوبالت.
- (2) أكتب معادلة التفكك النووي وتعرف على النواة المتولدة من بين النواتين $^{26}_{Fe}$ و $^{28}_{Ni}$.
- (3) بين أن قانون التناقص الإشعاعي للكوبالت يكتب على الشكل التالي : $m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$ ، بحيث $m(t)$ كتلة عينة الكوبالت عند اللحظة t و m_0 كتلة عينة الكوبالت عند اللحظة الابتدائية.
- (4) حدد m_0 قيمة كتلة العينة الابتدائية للكوبالت.
- (5) عرف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ و بين ان عبارة ثابت النشاط الإشعاعي تكتب : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$. أحسب قيمة λ
- (6) بين أنه عند اللحظة $t = n t_{1/2}$ عبارة الكتلة المتبقية من الكوبالت $^{60}_{27}Co$ هي : $m(t) = \frac{m_0}{2^n}$ حيث n عدد صحيح موجب.

(7) بالنسبة ل $n = 2$ حدد قيمة الكتلة المتبقية .

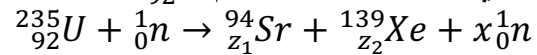
(8) بين أن عبارة النشاط الإشعاعي A_0 عند اللحظة $t = 0$ هو $A_0 = \frac{m_0 N_A \ln 2}{t_{1/2} M(Co)}$. احسب A_0 .

(9) استنتج قيمة N_0 عدد الانوية عند اللحظة $t = 0$.

(10) حدد المدة الزمنية التي يجب فيها تزويد المستشفى بعينة جديدة من الكوبالت $^{60}_{27}Co$.

التمرين (5)

في مفاعل نووي تُقذف أنوية اليورانيوم $^{235}_{92}U$ بواسطة نوترون بطيء ، فيحدث تفاعل الانشطار التالي:



1- أوجد قيمتي x و Z_1 و Z_2 .

2- دراسة تفاعل الانشطار

أ- عرّف تفاعل الانشطار . لماذا لا نستعمل نوترونا

سريعا ؟ ولماذا لا نستعمل بروتون ؟

ب- ما المقصود بتفاعل الانشطار التسلسلي ؟

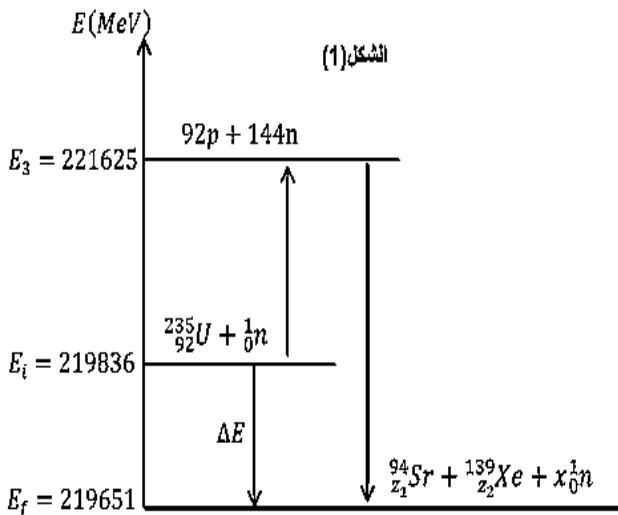
ج- لكي نتحصل على نوترون بطيء لاستعماله في قذف

اليورانيوم $^{235}_{92}U$ ، نستعمل مزيجا من الأميريكيوم

$^{243}_{95}Am$ و البيرييليوم 9_4Be ، حيث يشع الأميريكيوم

حسب نمط إشعاعي واحد ويُعطي $^{239}_{93}Nd$ ، ثم يُستعمل

الجسيم الناتج لقذف أنوية البريليوم والحصول على



الشكل (1)





نوترون ونواة A_ZX . اكتب المعادلتين الموافقتين ، وبين أن A_ZX هو ${}^{12}_6C$.

د- نستعمل هذا المنبع فقط من أجل إقلاع التفاعل . لماذا ؟

3- مثلنا مخطط الحصلة الطاقوية لهذا التفاعل. الشكل (1)

أ- ماذا تمثل الطاقة E_3 ؟

ب- استنتج طاقة الربط E_l لنواة اليورانيوم ${}^{235}_{92}U$.

ج- بين أن التحول النووي السابق يحرر طاقة .

د- احسب الطاقة المحررة عن $1g$ من اليورانيوم 235 .

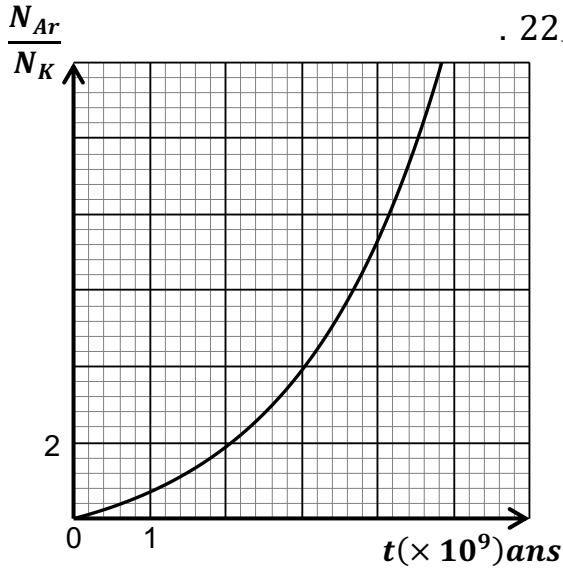
يعطى : $q_p = 1,6 \times 10^{-19}C$ وشحنة النواة ${}^{94}_{21}Sr$: $q_{Sr} = 6,08 \times 10^{-18}C$

التمرين (6)

أخذت عينة من صخرة وُجدت في بركان قديم . نعلم أن البوتاسيوم ${}^{40}K$ الموجود في الصخور يتفكك إلى غاز الأرجون

${}^{40}Ar$ حسب النمط β^+ والذي يبقى محجوزا داخل الصخرة (${}^{40}Ar$ لا يتفكك) .

مثلنا في الشكل 2 - النسبة بين عدد أنوية البوتاسيوم وعدد أنوية الأرجون الموجودتان في العينة بدلالة الزمن.



$$x {}^0_{-1}e + y \alpha$$

$$\frac{m({}^{206}_{82}Pb)}{m({}^{238}_{92}U)}$$

(2) بتطبيق قانوني الانحفاظ ، حدد كل من العددين الصحيحين x و y المشار إليهما في المعادلة الحصلة.

(3) بين أن : $m({}^{206}_{82}Pb) = 0,865m_0({}^{238}_{92}U)(1 - e^{-\lambda t})$

(4) المنحنى في الشكل المقابل يمثل $f(t) = \frac{m({}^{206}_{82}Pb)}{m({}^{238}_{92}U)}$

أ) أكتب عبارة النسبة $\frac{m({}^{206}_{82}Pb)}{m({}^{238}_{92}U)}$ بدلالة t و λ

ب) حدد من البيان قيمة $t_{1/2}$ زمن نصف العمر لليورانيوم 238 . واستنتج عندئذ قيمة λ .

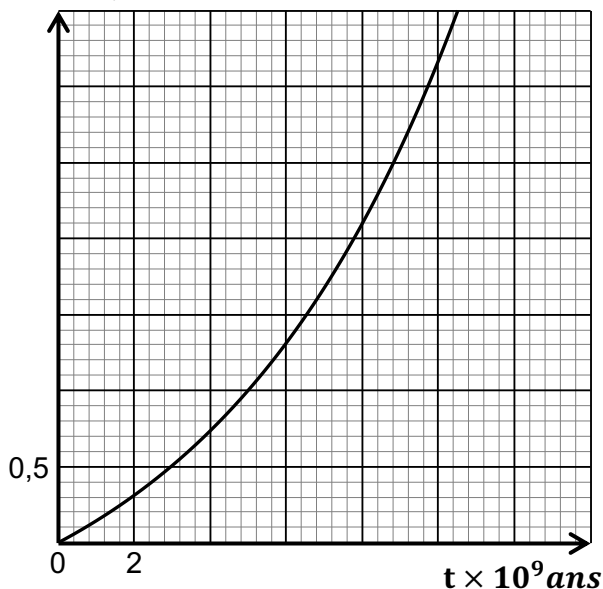
(5) تحتوي صخرة معدنية ، عند لحظة t على الكتلة $m_U(t)$

$10g$ من اليورانيوم 238 . و الكتلة $m_{Pb}(t) = 0,1g$

الرصاص 206 .

أ) أثبت أن عبارة عمر الصخرة المعدنية هو :

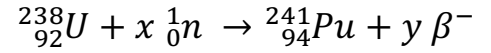
$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \left(1 + \frac{m_{Pb}(t) \times M({}^{238}_{92}U)}{m_U(t) \times M({}^{206}_{82}Pb)} \right)$$





(ب) احسب t بالسنة .

ii. ان قذف نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ بنيوترونات يعطي نواة البلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$ كالتالي :



(1) بتطبيق قانوني الانحفاظ ، حدد كل من العددين الصحيحين x و y .

(2) تتفكك نواة البلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$ تلقائيا معطية نواة الأميريكيوم $^{241}_{95}Am$. اكتب معادلة التفكك المنمذج لهذا التحول النووي محددا نمط الاشعاع الناتج .

(3) عينة من البلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$ كتلتها $m_0 = 10^{-3}g$ في اللحظة $t = 0$ قيس نشاطها الاشعاعي في لحظتين .
 $t_1 = 3ans$ فوجد $A_1 = 3,4 \times 10^9 Bq$

$t_2 = 5ans$ فوجد $A_2 = 3,08 \times 10^9 Bq$

(أ) استنتج قيمة λ للبلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$.

(ب) احسب قيمة A_0 .

(4) أحد نظائر البلوتونيوم قابل للانشطار وهو $^{239}_{94}Pu$ تنمذج أحد التفاعلات الممكنة بمعادلة التفاعل .
 $^{239}_{94}Pu + {}^1_0n \rightarrow ^{102}_{42}Mo + ^{125}_{52}Te + 3 {}^1_0n$

(أ) عرف تفاعل الانشطار النووي .

(ب) احسب الطاقة المحررة من انشطار نواة واحدة من البلوتونيوم 239 .

(ج) استنتج النقص الكتلي الموافق .

(د) احسب بالجول الطاقة المحررة من عينة كتلتها $m = 10^{-3}g$ من البلوتونيوم 239 .

(هـ) ضع مخططا يمثل الحصيلة الطاقوية لتفاعل انشطار نواة البلوتونيوم 239 .

$$\frac{E_l}{A} (^{102}_{42}Mo) = 8,6 MeV/nucleon , \frac{E_l}{A} (^{125}_{52}Te) = 8,3 MeV/nucleon$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1} , \frac{E_l}{A} (^{239}_{94}Pu) = 7,5 MeV/nucleon$$

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

$$1u = 931,5 MeV/c^2$$

التمرين (8)

تحتوي عينة من البلوتونيوم $^{238}_{94}Pu$ عند اللحظة $t = 0$ على كتلة m_0 عند اللحظة t تتفكك كتلة m' وتبقى كتلة m من m_0 .

(1) أكتب العلاقة النظرية بين m' و λ و m_0 .

(2) يمثل البيان (الشكل-1) منحنى الدالة $m' = f(t)$. اعتمادا على البيان أوجد قيمة ثابت التفكك λ .

i. يستعمل البلوتونيوم $^{238}_{94}Pu$ في جهاز منظم لنبض القلب (بطارية) الذي يشتغل بفضل

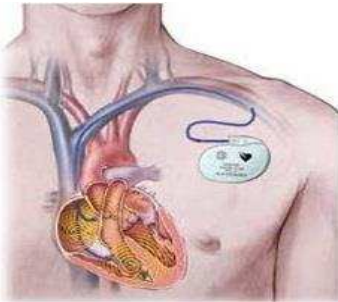
الطاقة المتحررة عن انبعاث جسيمات α من أنوية البلوتونيوم 238 .

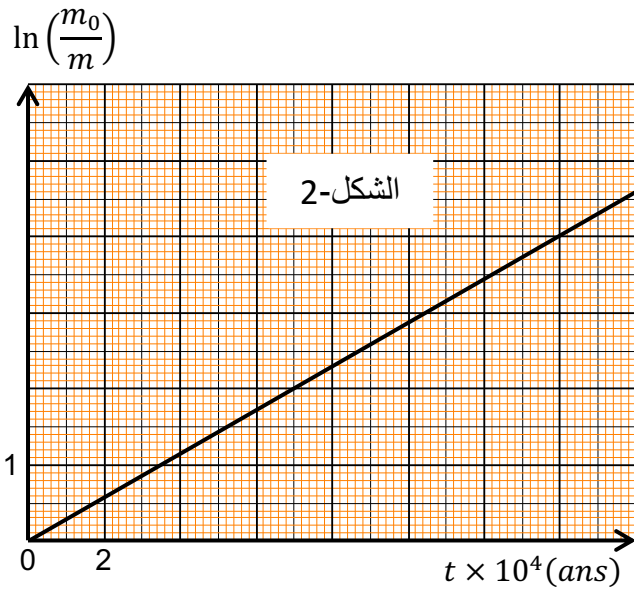
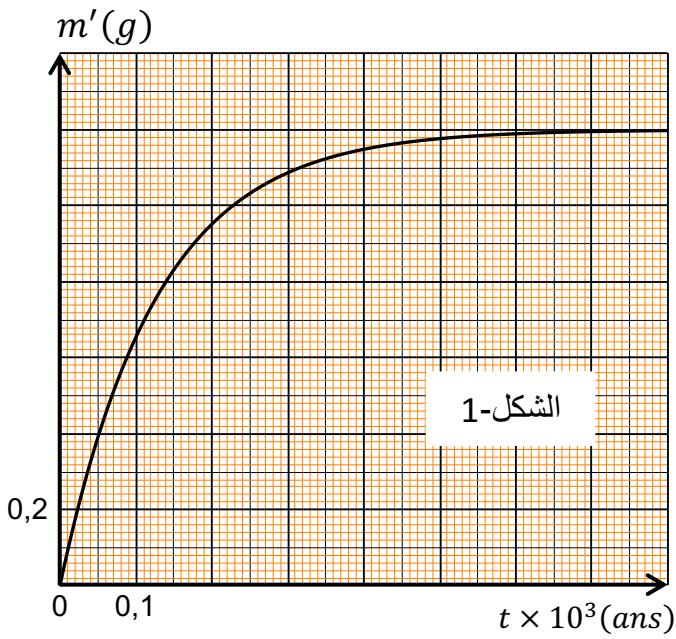
(1) اكتب معادلة تفكك البلوتونيوم مع توضيح قوانين الانحفاظ المستعملة .

(2) احسب الطاقة المحررة من تفكك نواة واحدة من البلوتونيوم .

(3) إن الاستطاعة التي يقدمها الجهاز هي $p = 0,056 W$.

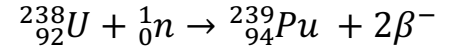
(أ) ما هو نشاط عينة البلوتونيوم المجودة في المولد .





(ب) أحسب كتلة البلوتونيوم اللازمة لإظهار هذا النشاط .
(ج) أحسب نشاط العينة بعد 50 سنة. أعط نتيجة حول عمر الجهاز.

ii. البلوتونيوم 239 هو أحد نظائر البلوتونيوم وهو من المواد التي تستخدم كوقود نووي في المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الكهربائية ، يتم انتاجه انطلاقا من اليورانيوم 238 وفق المعادلة التالية :

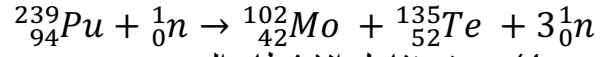


البلوتونيوم 239 يتفكك تلقائيا مصدرا لجسيمات α .

- (1) عرف كلا من النظير و α .
- (2) اكتب معادلة تفكك البلوتونيوم 239 علما أن النواة الناتجة هي أحد نظائر اليورانيوم .
- (3) عينة من البلوتونيوم 239 كتلتها $m_0 = 1\text{g}$ بواسطة برنامج معلوماتي حصلنا على البيان الشكل-2 .

(أ) اكتب العلاقة النظرية التي تعبر عن البيان .
(ب) اكتب العبارة البيانية ثم استنتج قيم ثابت النشاط الاشعاعي λ .

(ج) احسب النشاط الاشعاعي الابتدائي للعينة السابقة .
iii. ينمذج أحد التفاعلات الممكنة لانحطار البلوتونيوم 239 بالمعادلة :



- (1) عرف تفاعل الانحطار النووي .
- (2) ماهي النواة الأكثر استقرارا من بين النوى الواردة في معادلة انحطار .
- (3) احسب الطاقة المتحررة عن انحطار نواة واحدة من البلوتونيوم 239 .
- (4) احسب الطاقة المتحررة من العينة السابقة $m_0 = 1\text{g}$.
- (5) نستعمل الطاقة السابقة في توليد الكهرباء في مفاعل نووي استطاعته الكهربائية $p = 30\text{MW}$ بمردود طاقي $r = 30\%$. احسب المدة اللازمة لاستهلاك الكتلة السابقة .

(أ) ضع مخططا يوضح الحصيلة الطاقوية لتفاعل انحطار البلوتونيوم 239 . معطيات :

طاقة وحدة الكتلة الذرية : $1\text{u} = 931,5\text{MeV}/c^2$ ، $1\text{an} = 365\text{jours}$ ، عدد افوغادرو $N_A = 6,023 \times 10^{23}$

النواة	${}^{234}_{92}\text{U}$	${}^{234}_{93}\text{Np}$	${}^{238}_{94}\text{Pu}$	${}^{240}_{96}\text{Cm}$	${}^4_2\text{He}$
كتلة النواة (u)	233,9905	233,9919	237,9980	240,0029	4,00151

$$\frac{E_l}{A}({}^{239}_{94}\text{Pu}) = 7,5\text{MeV}/\text{nu} , \frac{E_l}{A}({}^{102}_{42}\text{Mo}) = 8,6\text{MeV}/\text{nu} , \frac{E_l}{A}({}^{135}_{52}\text{Te}) = 8,3\text{MeV}/\text{nu} , 1\text{Mev} = 1,6 \times 10^{-13}\text{J}$$





التمرين (9)

تتفك نواة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ تلقائيا الى نواة الرصاص $^{206}_{82}Pb$ مع اصدار اشعاع α .

- (1) أكتب معادلة التحول النووي الحادث محددا Z .
- (2) احسب طاقة الربط النووي E_l لكل من النواتين $^{210}_{84}Po$ و $^{206}_{82}Pb$ ، أي النواتين أكثر استقرار مع التعليل.
- (3) ليكن $N_0(Po)$ عدد أنوية البولونيوم في عينة عند اللحظة $t = 0$ و $N(Po)$ عدد الأنوية المتبقية في نفس العينة عند لحظة t .
- (أ) نرمز ب N_D لعدد أنوية البولونيوم المتفككة عند اللحظة $t' = 4 \cdot t_{1/2}$. بين أن عدد أنوية البولونيوم المتفككة N_D تعطى بالعلاقة التالية: $N_D = \frac{15}{16} N_0(Po)$.

(ب) يمثل المنحنى الممثل في (الشكل 1-) تغيرات $\left(\ln \frac{N_0(Po)}{N(Po)}\right)$ بدلالة الزمن. اعتمادا على هذا المنحنى، حدد

بالوحدة (jour) زمن نصف العمر $t_{1/2}$.

(ج) علما أن العينة لا تحتوي على الرصاص عند اللحظة $t = 0$

، حدد بالوحدة (jour) اللحظة t_1 التي يكون عندها

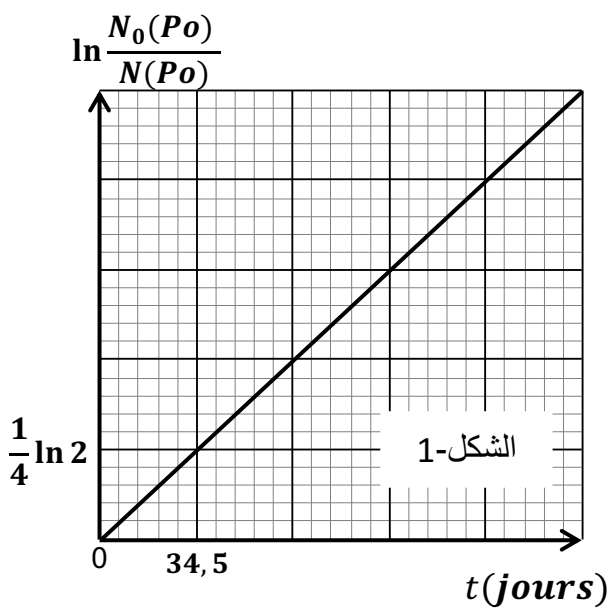
$$\frac{N(Pb)}{N(Po)} = \frac{2}{3}$$

حيث $N(Pb)$ هو عدد أنوية الرصاص المتكونة عند هذه اللحظة.

المعطيات: $m(^{210}_{84}Po) = 205,9295 u$ ، $m(^{206}_{82}Pb) = 209,9368 u$

$$m_p = 1,00728 u \quad , \quad m_n = 1,00866 u$$

$$1 u = 931,5 MeV/c^2 \quad , \quad m_n = 1,00866 u$$



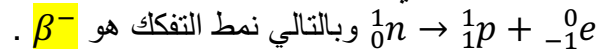
الحلول

التمرين (1)

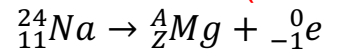
(1) النشاط الإشعاعي : عدد التفككات خلال ثانية .

(2) نمط التفكك الحادث .

من مخطط سقري عدد البروتونات يزداد ب 1 وعدد النوترونات ينقص ب 1 معناه تحول نوترون الى بروتون

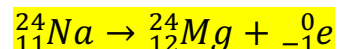


(3) معادلة التفكك الاشعاعي للنظير $^{24}_{11}Na$.



$$Z = 11 \text{ ومنه } Z = 12$$

$$24 = A$$



(4) زمن نصف العمر $t_{1/2}$.

$$t_{1/2} = 15h$$

(5) حساب عدد الانوية المتبقية من النظير $^{24}_{11}Na$ في الحقنة بعد 5 ساعات من لحظة الحقن .

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \text{ حيث } N_0 = 1,57 \times 10^8 \text{ noy}$$





$$\lambda = \frac{\ln 2}{15} = 0,0462h^{-1}$$

$$N(5h) = 1,57 \times 10^8 e^{-0,0462 \times 5} = 1,246 \times 10^8 \text{ noy}$$

(6) حجم دم الأرنب

نشاط العينة الموجودة في حجم دم الأرنب V .

$$A(t) = \lambda N = \frac{0,0462}{3600} \times 1,246 \times 10^8 = 1,59 \times 10^3 \text{ Bq}$$

$$8Bq \rightarrow 1mL$$

$$1,59 \times 10^3 Bq \rightarrow V$$

$$V = \frac{1,59 \times 10^3}{8} \approx 200mL \text{ ومنه}$$

التمرين (2)

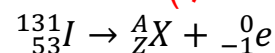
(1) نواة اليود $^{131}_{53}I$ هي نواة مشعة تعطي نواة ابن A_ZX (أنظر الى موقعها في مخطط سقري (الشكل-2) مع إصدار

جسيم A_ZY

(أ) نمط تفكك النواة $^{131}_{53}I$ ؟ برر اجابتك .

من مخطط سقري نلاحظ أن عدد النوترونات ينقص ب 1 وعدد البروتونات يزداد ب 1 وبالتالي يتحول نوترون الى بروتون $^1_0n \rightarrow ^1_1p + ^0_{-1}e$ ومنه نمط التفكك هو β^- .

(ب) معادلة التفكك وتعرف على النواة الابن .



قانوني الانحفاظ : $131 = A + 0$ ومنه $A = 131$.

$53 = Z - 1$ ومنه $Z = 54$.

النواة الابن هي $^{131}_{54}Xe$.

(2) يمثل المنحنى في الشكل-1 عدد الأنوية المتبقية بدلالة الزمن .

(أ) تعريف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ ، ثم تعيين قيمته بيانيا مع شرح الطريقة المتبعة .

زمن نصف العمر $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لتفكك نصف الانوية الابتدائية .

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$$

$$t_{1/2} = 8j$$

(ب) حساب قيمة ثابت التفكك λ .

$$\lambda = \frac{\ln 2}{8} = 8,66 \times 10^{-2} j^{-1}$$

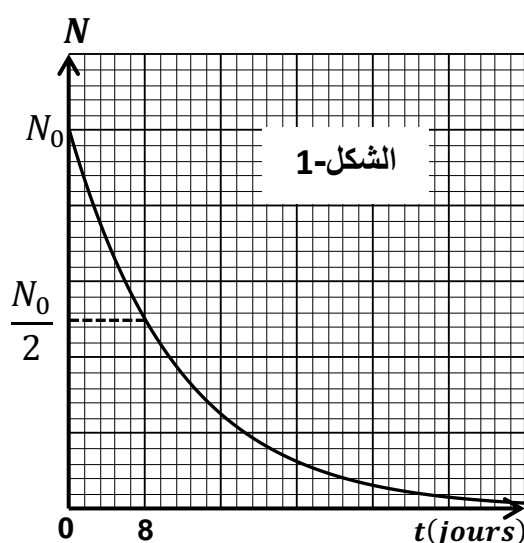
(ت) عبارة النشاط الاشعاعي الابتدائي A_0 بدلالة λ و N_0 ، ثم حساب قيمة N_0 .

$$A_0 = \lambda N_0$$

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{3,2 \times 10^9 \times 24 \times 3600}{8,66 \times 10^{-2}} = 3,19 \times 10^{15} \text{ noy}$$

(ث) بين أنه يمكن كتابة قانون التناقص الاشعاعي بالشكل التالي : $m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$ ، مع تعيين عبارة m_0 .

$$N(t) = \frac{m(t)}{M} N_A \text{ و } N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \text{ من العلاقة}$$





$$m(t) = m_0 e^{-\lambda t} \quad \text{نجد} \quad \frac{m(t)}{M} N_A = \frac{m_0}{M} N_A e^{-\lambda t}$$

$$m_0 = m(t) e^{\lambda t}$$

ج) بين أنه في اللحظة $t = nt_{1/2}$ ، تحقق الكتلة المتبقية من $^{131}_{53}I$ العلاقة التالية : $m(t) = \frac{m_0}{2^n}$

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$m(nt_{1/2}) = m_0 e^{-\lambda nt_{1/2}}$$

$$m(nt_{1/2}) = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} nt_{1/2}}$$

$$m(nt_{1/2}) = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} nt_{1/2}} = m_0 e^{-n \ln 2}$$

$$m(nt_{1/2}) = \frac{m_0}{2^n}$$

$$m(t) = \frac{m_0}{2^n} \quad \text{ومنه}$$

ج) قيمة الكتلة m_0 لحظة إرسال العينة ، ثم استنتج قيمة الكتلة المتبقية عند اللحظة $t = 24 \text{ jours}$

$$m_0 = \frac{N_0 M}{N_A} \quad \text{وبالتالي} \quad N_0 = \frac{m_0}{M} N_A$$

$$m_0 = \frac{3,19 \times 10^{15} \times 131}{6,02 \times 10^{23}} = 6,94 \times 10^{-7} \text{ g}$$

$$24j = 3 \times t_{1/2}$$

$$m(3t_{1/2}) = \frac{6,94 \times 10^{-7}}{2^3} = 8,67 \times 10^{-8} \text{ g}$$

خ) هل العينة صالحة للعلاج عند وصولها للمستشفى؟

$$64j = 8t_{1/2}$$

$$N(8t_{1/2}) = \frac{3,19 \times 10^{15}}{2^8} = 1,24 \times 10^{13} \text{ noy}$$

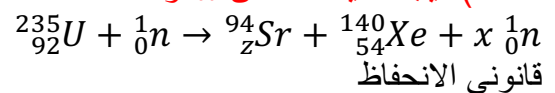
$$A = \lambda N$$

$$A = \lambda N = \frac{8,66 \times 10^{-2}}{24 \times 3600} \times 1,24 \times 10^{13} = 1,24 \times 10^7 \text{ Bq}$$

العينة غير صالحة .

التمرين (3)

1) ايجاد قيمة كل من x و z .



$$235 + 1 = 94 + 140 + x \quad \text{ومنه} \quad x = 2$$

$$92 = z + 54 \quad \text{ومنه} \quad z = 38$$





(2) عرف الانشطار و الاندماج النووي .

الانشطار النووي : تفاعل مفتعل يحدث فيه انقسام نواة ثقيلة الى نواتين أخف وتحرير طاقة .
الاندماج النووي : تفاعل مفتعل يحدث فيه التحام نواتين خفيفتين لتشكل نواة أثقل وتحرير طاقة .
(3) ذكر ميزتين لاعتماد الاندماج عوض الانشطار .

الاندماج غير ملوث للبيئة .

الطاقة الناتجة من الاندماج تكون أكبر .

(4) نحتاج إلى طاقة كبيرة جدا لدمج الأنوية

للتغلب على قوى التنافر. و يبرر هذا قابلية الاندماج للأنوية الخفيفة فقط لاحتوائها على عدد قليل من البروتونات .

(5) مثّلنا جانباً مخطط الحصلة الطاقوية لتفاعل الانشطار السابق .

(أ) ايجاد قيم الأعداد a, b, c .

$$a = (92m_p + 144m_n) \times 931,5$$

$$a = 221613,2 \text{ MeV}$$

$$b = (m(u) + m_n) \times 931,5$$

$$b = 219835,7 \text{ MeV}$$

$$c = (m(\text{Sr}) + m(\text{Xe}) + 2m_n) \times 931,$$

$$c = 219651,1 \text{ MeV}$$

(ب) باستعمال المخطط الطاقوي ايجاد طاقة الربط لكل نوكلين للنواتين $^{94}_{38}\text{Sr}$ و $^{235}_{92}\text{U}$.

$$\frac{E_l(u)}{A} = \frac{a-b}{A} = 7,56/\text{nuc}$$

$$\frac{E_l(\text{Sr})}{A} = (a - c) - E_l(\text{Xe}) \times 140 = 8,52/\text{nuc}$$

(ج) باستعمال المخطط الطاقوي ايجاد الطاقة المحررة عن انشطار 1 mol من أنوية اليورانيوم 235 .

$$E_{lib} = b - c = 184,6 \text{ MeV}$$

$$E_T = 184,6 \times 6,02 \times 10^{23} = 1,11 \times 10^{26} \text{ MeV}$$

(6) يُنتج المفاعل النووي استطاعة كهربائية قدرها $P = 900 \text{ MW}$. بمردود قدره 30% .

(أ) حساب عدد الانشطارات في الثانية الواحدة في هذا التفاعل.

الطاقة الكهربائية .

$$E = P \times t = 900 \times 10^6 \times 1 = 9 \times 10^8 \text{ J}$$

$$E = 5,6 \times 10^{21} \text{ MeV}$$

الطاقة النووية

$$r = \frac{E}{E'} \text{ ومنه } E' = \frac{E}{r}$$

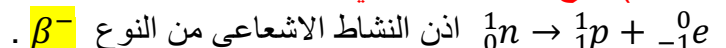
$$E' = \frac{100}{30} \times 5,6 \times 10^{21} = 1,86 \times 10^{22} \text{ MeV}$$

عدد الانشطارات في 1 ثانية .

$$\frac{1,86 \times 10^{22}}{184,6} = 10^{20} \text{ انشطار}$$

التمرين (4)

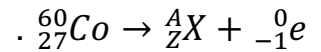
(1) نوع النشاط الإشعاعي لنواة الكوبالت.



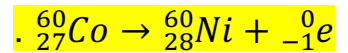
النوع β^- .

(2) معادلة التفكك النووي وتعرف على النواة .





قانوني الانحفاظ $A = 60$ و $Z = 27$ ومنه $Z = 28$.



(3) بين أن قانون التناقص الإشعاعي للكوبالت يكتب على الشكل التالي : $m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$.
لدينا (1) $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

$$N(t) = \frac{m(t)}{M} N_A \quad \text{و} \quad N_0 = \frac{m_0}{M} N_A \quad \text{نعوض في (1)}$$

$$m(t) = m_0 e^{-\lambda t} \quad \text{ومنه} \quad \frac{m(t)}{M} N_A = \frac{m_0}{M} N_A e^{-\lambda t}$$

(4) تحديد m_0 قيمة كتلة العينة الابتدائية للكوبالت.
من البيان $m_0 = 2g$.

(5) تعريف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ و نبين ان عبارة ثابت النشاط الإشعاعي تكتب : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ وحساب قيمة λ
زمن نصف العمر $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لتفكك نصف الانوية الابتدائية.

$$m(t_{1/2}) = \frac{m_0}{2} \quad \text{من المنحنى البياني} \quad t_{1/2} = 5,4 \text{ans}$$

$$m(t_{1/2}) = m_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\frac{m_0}{2} = m_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \quad \text{نجد} \quad -\ln 2 = -\lambda t_{1/2} \quad \text{وبالتالي} \quad \frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{5,4} = 0,128 \text{ans}^{-1}$$

(6) بين أنه عند اللحظة $t = n t_{1/2}$ عبارة الكتلة المتبقية من الكوبالت ${}_{27}^{60}\text{Co}$ هي : $m(t) = \frac{m_0}{2^n}$
 $m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$

$$m(n t_{1/2}) = m_0 e^{-\lambda n t_{1/2}}$$

$$m(t) = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} n t_{1/2}}$$

$$m(t) = m_0 e^{-\ln 2^n} \quad \text{ومنه} \quad m(t) = m_0 e^{-n \ln 2}$$

$$m(t) = \frac{m_0}{e^{\ln 2^n}} \quad \text{ولدينا الخاصية} \quad (e^{\ln x} = x)$$

$$m(t) = \frac{m_0}{2^n} \quad \text{ومنه}$$

(7) بالنسبة ل $n = 2$ حدد قيمة الكتلة المتبقية.





$$m(t_{1/2}) = \frac{m_0}{2}$$

$$m(t_{1/2}) = \frac{2}{4} = 0,5g$$

(8) بين أن عبارة النشاط الإشعاعي A_0 عند اللحظة $t = 0$ هو $A_0 = \frac{m_0 N_A \ln 2}{t_{1/2} M(Co)}$. احسب A_0 .

$$A_0 = \lambda N_0$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \text{ و } N_0 = \frac{m_0}{M} N_A$$

$$A_0 = \frac{m_0 N_A \ln 2}{t_{1/2} M(Co)} \text{ ومنه } A_0 = \frac{m_0}{M} N_A \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

(9) استنتج قيمة N_0 عدد الانوية عند اللحظة $t = 0$.

$$A_0 = \frac{2 \times 6,02 \times 10^{23} \times 0,693}{5,4 \times 365 \times 24 \times 3600 \times 60} = 8,17 \times 10^{13} Bq$$

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{8,17 \times 10^{13} \times 365 \times 24 \times 3600}{0,128}$$

$$N_0 = 2 \times 10^{22} \text{ noy}$$

(10) تحديد المدة الزمنية التي يجب فيها تزويد المستشفى بعينة جديدة من الكوبالت $^{60}_{27}Co$.

$$\frac{A(t)}{A_0} = 0,25$$

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$e^{-\lambda t} = 0,25$$

$$-\lambda t = \ln 0,25$$

$$t = \frac{\ln 0,25}{-\lambda} = \frac{1,38}{0,128} = 10,78 \text{ ans}$$

التمرين (5)

في مفاعل نووي تُقذف أنوية اليورانيوم $^{235}_{92}U$ بواسطة نوترون بطيء ، فيحدث تفاعل الانشطار التالي:

$$^{235}_{92}U + {}^1_0n \rightarrow {}^{94}_{31}Sr + {}^{139}_{52}Xe + x {}^1_0n$$

$$q_{Sr} = 6,08 \times 10^{-18} C \text{ ولدينا}$$

(1) ايجاد قيمتي x و Z_1 و Z_2 .

$$q_{Sr} = Z_1 \times q_P \text{ ومنه } Z_1 = \frac{q_{Sr}}{q_P}$$

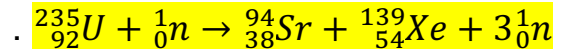
$$Z_1 = \frac{6,08 \times 10^{-18}}{1,6 \times 10^{-19}} = 38$$

$$92 = 38 + Z_2 \text{ ومنه } Z_2 = 54$$





$$x = 3 \text{ ومنه } 236 = 94 + 139 + x$$



(2) دراسة تفاعل الانشطار.

أ) عرّف تفاعل الانشطار . لماذا لا نستعمل نوترونا سريعا ؟ ولماذا لا نستعمل بروتون ؟
الانشطار النووي : هو تفاعل مفتعل ناتج عن قذف نواة ثقيلة بنترون لنحصل على نواتين اخف وتحرير طاقة .

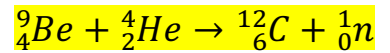
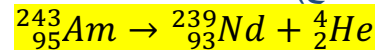
لا نستعمل نترون سريع ولكن نستعمل نترون بطيء حتى نتحكم في التفاعل .

لا نستعمل بروتون لأن شحنته موجبة وبالتالي يحدث تنافر بينه وبين النواة الهدف .

ب) المقصود بتفاعل الانشطار التسلسلي .

من نواتج الانشطار نترونات والتي بدورها تستهدف انوية اخرى وهكذا يحدث تفاعل تسلسلي .

ج) كتابة المعادلتين الموافقتين ، وبين أن ^4_2X هو $^{12}_6\text{C}$.



د) نستعمل هذا المنبع فقط من أجل إقلاع التفاعل . لأنه كما سبق وان قلنا أنه من نواتج التفاعل نترونات هي التي تواصل التفاعل .

(3) مثلنا مخطط الحصلة الطاقوية لهذا التفاعل. الشكل(1)

أ) ماذا تمثل الطاقة E_3 ؟

تمثل الطاقة E_3 طاقة الكتلة ل $(92p + 144n)$.

ب) استنتج طاقة الربط E_l لنواة اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$.

$$E_l(U) = E_3 - E_i$$

$$E_l(U) = 221625 - 219836 = 1789\text{MeV}$$

ج) بين أن التحول النووي السابق يحرر طاقة .

$$\Delta E = E_f - E_i$$

$$\Delta E = 219651 - 219836 = -185\text{MeV}$$

اشارة (-) معناه التحول النووي السابق يحرر طاقة .

د) احسب الطاقة المحررة عن 1g من اليورانيوم 235 .

$$E_{lib} = |\Delta E| = 185\text{MeV}$$

$$E_T = \frac{m}{M} \times N_A \times E_{lib}$$

$$E_T = \frac{1}{235} \times 6,02 \times 10^{23} \times 185 = 4,74 \times 10^{23}\text{MeV}$$

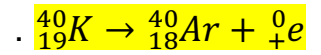
التمرين(6)





(1) اكتب معادلة التفكك علما أن عدد النيوترونات في نواة الأرجون هو 22 .
 $Z = A - N = 40 - 22 = 18$

ومنه ${}_{18}^{40}\text{Ar}$



(2) النسبة $\frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K}}}$ بدلالة λ و t ، حيث λ هو الثابت الإشعاعي ل ${}^{40}\text{K}$.

$$N_{\text{K}} = N_{0\text{K}} e^{-\lambda t}$$

$$N_{\text{Ar}} = N_{0\text{K}} (1 - e^{-\lambda t})$$

$$\frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K}}} = \frac{N_{0\text{K}}(1 - e^{-\lambda t})}{N_{0\text{K}} e^{-\lambda t}} = \frac{(1 - e^{-\lambda t})}{e^{-\lambda t}}$$

$$\frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K}}} = \frac{1}{e^{-\lambda t}} - \frac{e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}}$$

$$\frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K}}} = e^{\lambda t} - 1$$

(3) بالاستعانة بالرسم البياني المقابل أوجد زمن نصف عمر ${}^{40}\text{K}$.

$$\frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K}}} (t_{1/2}) = e^{\lambda t_{1/2}} - 1$$

$$\frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K}}} (t_{1/2}) = e^{\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t_{1/2}} - 1$$

$$t_{1/2} = 1,3 \times 10^9 \text{ans} \quad \text{من البيان} \quad \frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K}}} (t_{1/2}) = 1$$

(4) أوجد عمر الصخرة علما أن $\frac{N_{\text{K}}}{N_{\text{Ar}}} = 0,1$ ، ثم تأكد من ذلك بيانيا .

$$N_{\text{K}} = N_{0\text{K}} e^{-\lambda t}$$

$$N_{0\text{K}} = N_{\text{K}} + N_{\text{Ar}}$$

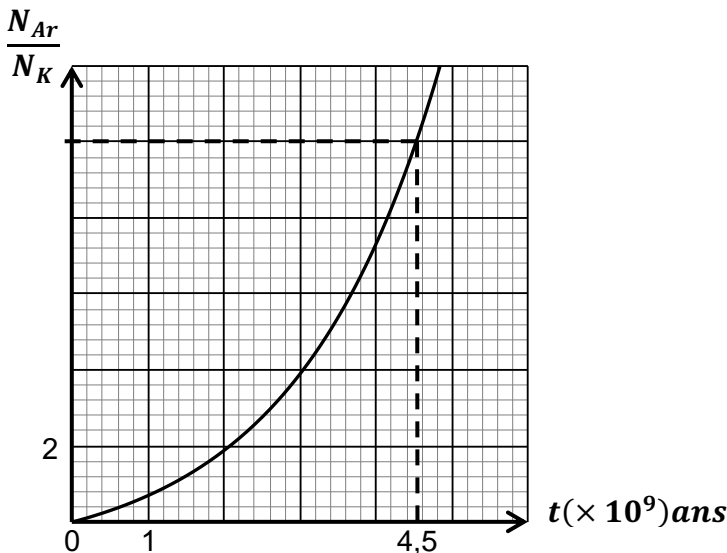
$$N_{\text{K}} = (N_{\text{K}} + N_{\text{Ar}}) e^{-\lambda t}$$

$$\frac{N_{\text{K}}}{N_{\text{K}} + N_{\text{Ar}}} = e^{-\lambda t}$$

$$\frac{N_{\text{K}} + N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K}}} = e^{\lambda t}$$

$$1 + \frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K}}} = e^{\lambda t}$$

$$\lambda t = \ln \left(1 + \frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K}}} \right)$$





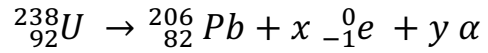
$$\frac{N_{Ar}}{N_K} = 10 \quad \text{حيث} \quad t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \left(1 + \frac{N_{Ar}}{N_K} \right)$$

$$t = \frac{1,3 \times 10^9}{\ln 2} \ln(1 + 10)$$

$$t = 4,5 \times 10^9 \text{ans}$$

التمرين (7)

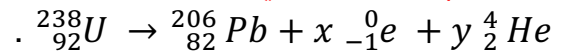
1) تعريف انماط الاشعاعات الناتجة عن تفكك اليورانيوم 238 .



النشاط الاشعاعي β^- هو عبارة عن الكترون سالب ${}_{-1}^0e$.

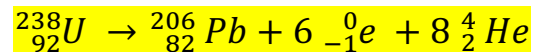
النشاط الاشعاعي α هو عبارة عن نواة الهيليوم ${}_{2}^4He$.

2) بتطبيق قانوني الانحفاظ ، حدد كل من العددين الصحيحين x و y .



$$238 = 206 + 4y \quad \text{ومنه} \quad y = 8$$

$$92 = 82 - x + 2y \quad \text{ومنه} \quad x = 6$$



3) بين أن : $m({}_{82}^{206}Pb) = 0,865m_0({}_{92}^{238}U)(1 - e^{-\lambda t})$

$$m(U) = m_0(U)e^{-\lambda t} \quad \text{الكتلة تتناقص}$$

$$m(Pb) = m_0(Pb)(1 - e^{-\lambda t}) \quad \text{الكتلة تتزايد}$$

$$N(Pb) + N(U) = N_0(U) \quad \text{ولدينا في كل لحظة}$$

$$\frac{m(Pb)}{206} N_A + \frac{m(U)}{238} N_A = \frac{m_0(U)}{238} N_A$$

$$\frac{m(Pb)}{206} + \frac{m(U)}{238} = \frac{m_0(U)}{238}$$

$$\frac{m(Pb)}{206} = \frac{m_0(U)}{238} - \frac{m(U)}{238}$$

$$m(Pb) = 206 \frac{(m_0(U) - m(U))}{238}$$

$$m(Pb) = 206 \frac{(m_0(U) - m_0(U)e^{-\lambda t})}{238}$$

$$m(Pb) = 0,865m_0(U)(1 - e^{-\lambda t})$$

4) المنحنى في الشكل المقابل يمثل $f(t) = \frac{m({}_{82}^{206}Pb)}{m({}_{92}^{238}U)}$





أ) كتابة عبارة النسبة $\frac{m(^{206}_{82}Pb)}{m(^{238}_{92}U)}$ بدلالة λ و t .

$$\frac{m(Pb)}{m(U)} = \frac{0,865m_0(U)(1-e^{-\lambda t})}{m_0(U)e^{-\lambda t}} = \frac{0,865(1-e^{-\lambda t})}{e^{-\lambda t}}$$

$$\frac{m(Pb)}{m(U)} = 0,865 \left(\frac{1}{e^{-\lambda t}} - \frac{e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} \right)$$

$$\frac{m(Pb)}{m(U)} = 0,865(e^{\lambda t} - 1)$$

ب) تحديد من البيان قيمة $t_{1/2}$ زمن نصف العمر لليورانيوم 238 . واستنتاج عندئذ قيمة λ .

عند $t = t_{1/2}$ يكون

$$\frac{m(Pb)}{m(U)} = 0,865 \left(e^{\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t_{1/2}} - 1 \right)$$

$$\frac{m(Pb)}{m(U)} = 0,865(e^{\ln 2} - 1)$$

$$\frac{m(Pb)}{m(U)} = 0,865(2 - 1)$$

$$\frac{m(Pb)}{m(U)} = 0,865$$

$$t_{1/2} \leftarrow 0,865$$

$$t_{1/2} = 4,5 \times 10^9 \text{ ans}$$

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

$$\lambda = \frac{\ln 2}{4,5 \times 10^9} = 1,54 \times 10^{-10} \text{ ans}^{-1}$$

5) تحتوي صخرة معدنية ، عند لحظة t على الكتلة $m_U(t) = 10g$ من اليورانيوم 238 . و الكتلة

$m_{Pb}(t) = 0,1g$ من الرصاص 206 .

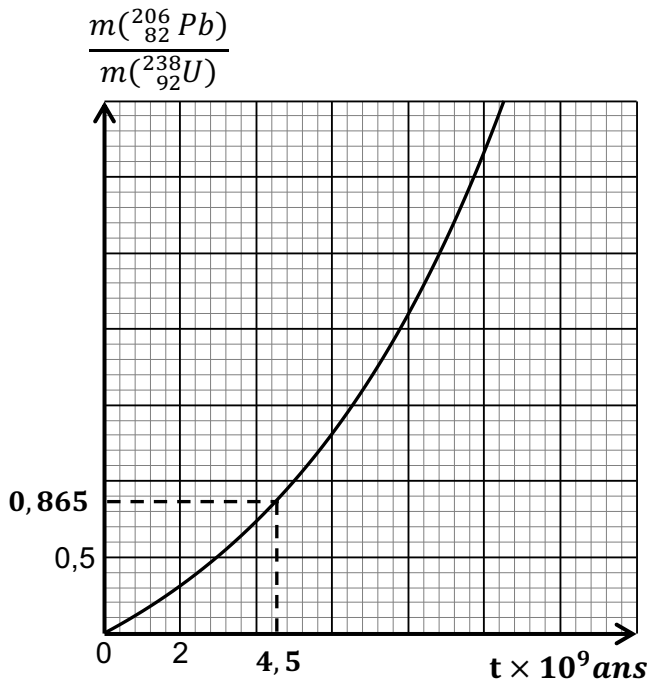
أ) اثبات أن عبارة عمر الصخرة المعدنية هو: $t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \left(1 + \frac{m_{Pb}(t) \times M(^{238}_{92}U)}{m_U(t) \times M(^{206}_{82}Pb)} \right)$

$$N(U) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\frac{m(Pb)}{M(Pb)} N_A + \frac{m(U)}{M(U)} N_A = N_0(U) \text{ وبالتالي } N(Pb) + N(U) = N_0(U)$$

$$N(U) = \frac{m(U)}{M(U)} N_A$$

$$\frac{m(U)}{M(U)} N_A = \left(\frac{m(Pb)}{M(Pb)} + \frac{m(U)}{M(U)} \right) N_A e^{-\lambda t}$$





$$\frac{m(U)}{M(U)} = \left(\frac{m(Pb)}{M(Pb)} + \frac{m(U)}{M(U)} \right) e^{-\lambda t}$$

$$\text{وبالتالي } \frac{\left(\frac{m(Pb)}{M(Pb)} + \frac{m(U)}{M(U)} \right)}{\frac{m(U)}{M(U)}} = e^{\lambda t}$$

$$\left(\frac{m(Pb)M(U)}{M(Pb)m(U)} + 1 \right) = e^{\lambda t}$$

$$\lambda t = \ln \left(\frac{m(Pb)M(U)}{M(Pb)m(U)} + 1 \right)$$

$$t = \frac{\ln \left(\frac{m(Pb)M(U)}{M(Pb)m(U)} + 1 \right)}{\lambda} = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \left(\frac{m(Pb)M(U)}{M(Pb)m(U)} + 1 \right)$$

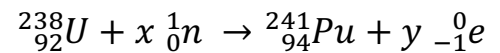
$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \left(1 + \frac{m_{Pb}(t) \times M(^{238}_{92}U)}{m_U(t) \times M(^{206}_{82}Pb)} \right) \text{ ومنه}$$

(ب) حساب t بالسنة .

$$t = \frac{4,5 \times 10^9}{\ln 2} \ln \left(1 + \frac{0,1 \times 238}{10 \times 206} \right)$$

$$t = 7,1 \times 10^7 \text{ ans}$$

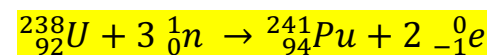
ان قذف نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ بنيترونات يعطي نواة البلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$ كالتالي :



(1) بتطبيق قانوني الانحفاظ ، حدد كل من العددين الصحيحين x و y .

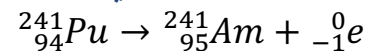
$$238 + x = 241 \text{ ومنه } x = 3$$

$$92 = 94 - y \text{ ومنه } y = 2$$



(2) تتفكك نواة البلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$ تلقائيا معطية نواة الأميريكيوم $^{241}_{95}Am$. اكتب معادلة التفكك المنمذج لهذا

التحول النووي محددا نمط الاشعاع الناتج .



نمط التفكك هو β^- .

(3) عينة من البلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$ كتلتها $m_0 = 10^{-3}g$ في اللحظة $t = 0$ قيس نشاطها الاشعاعي في لحظتين .

$$A_1 = 3,4 \times 10^9 Bq \text{ فوجد } t_1 = 3 \text{ ans}$$

$$A_2 = 3,08 \times 10^9 Bq \text{ فوجد } t_2 = 5 \text{ ans}$$

(أ) استنتج قيمة λ للبلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$.

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$A_1 = A_0 e^{-\lambda t_1} \dots (1)$$





$$A_2 = A_0 e^{-\lambda t_2} \dots (2)$$

بقسمة (2) على (1) .

$$\frac{A_2}{A_1} = e^{-\lambda t_2} \times e^{\lambda t_1} = e^{\lambda(t_1 - t_2)} \text{ ومنه } \frac{A_2}{A_1} = \frac{e^{-\lambda t_2}}{e^{-\lambda t_1}} \text{ ومنه } \frac{A_2}{A_1} = \frac{A_0 e^{-\lambda t_2}}{A_0 e^{-\lambda t_1}}$$

$$\ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right) = \lambda(t_1 - t_2)$$

$$\lambda = \frac{\ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right)}{t_1 - t_2}$$

$$\lambda = \frac{\ln\left(\frac{3,08 \times 10^9}{3,4 \times 10^9}\right)}{3-5}$$

$$\lambda = 0,05 \text{ ans}^{-1}$$

ب) حساب قيمة A_0 .

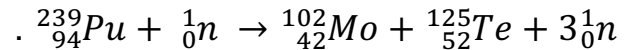
$$A_1 = A_0 e^{-\lambda t_1} \text{ من}$$

$$A_0 = A_1 e^{\lambda t_1}$$

$$A_0 = 3,4 \times 10^9 e^{0,05 \times 3}$$

$$A_0 = 3,96 \times 10^9 \text{ Bq}$$

4) أحد نظائر البلوتينيوم قابل للانحطاط وهو $^{239}_{94}\text{Pu}$ تتمزج أحد التفاعلات الممكنة بمعادلة التفاعل .



أ) عرف تفاعل الانحطاط النووي .

الانشطار النووي هو تفاعل مفتعل ناتج عن قذف نواة ثقيلة بـ نوترون لنحصل على نواتين أخف وتحرير طاقة .

ب) الطاقة المحررة من انشطار نواة واحدة من البلوتينيوم 239 .

$$E_{lib} = E_{lf} - E_{li}$$

$$E_{lib} = E_l(\text{Te}) + E_l(\text{Mo}) - E_l(\text{Pu})$$

$$E_{lib} = 8,3 \times 125 + 8,6 \times 102 - 7,5 \times 239$$

$$E_{lib} = 122,2 \text{ MeV}$$

ج) استنتج النقص الكتلي الموافق .

$$E_{lib} = \Delta m \times 931,5$$

$$\Delta m = \frac{E_{lib}}{931,5} = \frac{122,2}{931,5}$$

$$\Delta m = 0,1311 \text{ u}$$





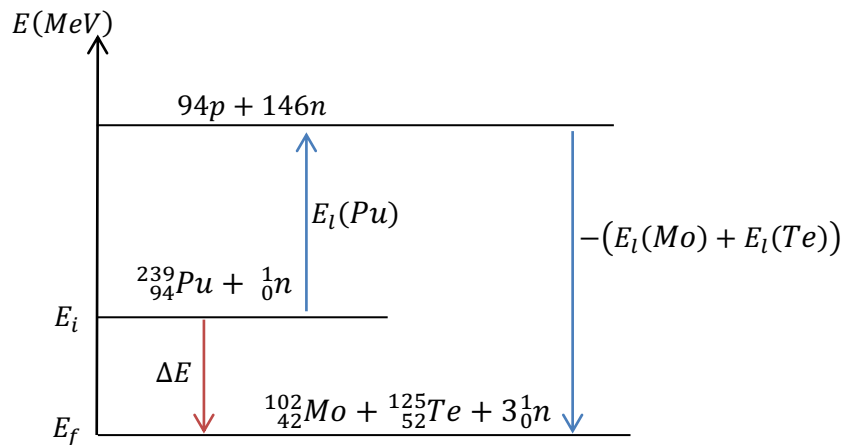
د) احسب بالجول الطاقة المحررة من عينة كتلتها $m = 10^{-3}g$ من البلوتينيوم 239 .

$$E_T = \frac{m}{M} N_A E_{lib}$$

$$E_T = \frac{10^{-3}}{239} 6,02 \times 10^{23} \times 122,2 \times 1,6 \times 10^{-13}$$

$$. E_T = 4,92 \times 10^7 J$$

هـ) ضع مخططا يمثل الحصيلة الطاقوية لتفاعل انشطار نواة البلوتينيوم 239 .





التمرين (8)

1 - 1 - عبارة m' بدلالة m_0, λ, t

$$m(t) = m_0 e^{-\lambda t} \text{ و } m' = m_0 - m(t) \quad m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$$

$$m' = m_0 - m_0 e^{-\lambda t} = m_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

3 - إيجاد ثابت التفكك :

البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلة : (2) $\frac{dm'}{dt} = a \times m \dots \dots \dots$

حيث a هو معامل توجيه المنحنى البياني : $a = \frac{(2.5 \times 10^{-10} - 0)}{(1 - 0)} = 2.5 \times 10^{-10} \text{ s}^{-1}$

معادلة التفكك : حسب قانون انحفاظ العدد الكتلي و الشحني : ${}_{94}^{238}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{234}\text{U} + {}_2^4\text{He}$

الطاقة المحررة من تفكك نواة واحدة :

$$E_{Lib} = (m_i - m_f) \times C^2 = (m({}_{94}^{238}\text{Pu}) - m({}_{92}^{234}\text{U}) - m({}_2^4\text{He})) \times C^2$$

$$= 5.52 \text{ Mev} = 8.83 \times 10^{-13} \text{ Joul}$$

نشاط العينة : لدينا $A = \frac{|\Delta N|}{\Delta t}$ حيث $|\Delta N|$: عدد التفككات Δt : $E_{Tot} = |\Delta N| \times E_{Lib} = A \times \Delta t \times E_{Lib}$

ومنه : $A = \frac{P}{E_{Lib}} = \frac{0.056}{8.83 \times 10^{-13}} = 6.34 \times 10^{10} \text{ Bq}$

كتلة البلوتونيوم اللازمة :

$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{6.34 \times 10^{10}}{2.5 \times 10^{-10}} = 2.54 \times 10^{20} \text{ noyaux}$ ومنه : $A = \lambda \times N$

$m = \frac{N}{N_A} \times M(\text{Pu}) = \frac{2.54 \times 10^{20}}{6.02 \times 10^{23}} \times 238 = 0.1 \text{ g}$

نشاط العينة بعد 50 سنة.

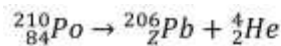
$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} = 6.34 \times 10^{10} \times e^{-2.5 \times 10^{-10} \times 50 \times 365 \times 24 \times 3600}$$

$$= 4.27 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

إن النشاط لم يتغير كثيرا بعد 50 سنة أي العينة لم تتفكك كلية وهذا يدل على دوام طاقة المولد. فعمر مثل هذه المولدات التي تزرع في جسم الإنسان من أجل تنظيم نبضات القلب كبير جدا.

التمرين (9)

معادلة التحول النووي الحادث:



حسب قانوني صودي:

$$Z = 84 - 2 = 82$$

إذن:



حساب طاقة الربط النووي E_f :

$$E_f({}_Z^AX) = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m({}_Z^AX)) \cdot c^2$$

بالنسبة لنواة ${}_{84}^{210}\text{Po}$:





$$E_l(^{210}_{84}Po) = (84 \cdot m_p + (210 - 84) \cdot m_n - m(^{210}_{84}Po)) \cdot c^2$$

$$E_l(^{210}_{84}Po) = ((84 \times 1,00728) + (126 \times 1,00866) - 209,9368) \times 931,5 = \mathbf{1644,91 \text{ MeV}}$$

إذن:

$$E_1 = \frac{E_l(^{210}_{84}Po)}{A} = \frac{1644,91}{210} = \mathbf{7,834 \text{ MeV/nucleon}}$$

- بالنسبة لنواة $^{206}_{82}Pb$:

$$E_l(^{206}_{82}Pb) = (82 \cdot m_p + (206 - 82) \cdot m_n - m(^{206}_{82}Pb)) \cdot c^2$$

$$E_l(^{206}_{82}Pb) = ((82 \times 1,00728) + (124 \times 1,00866) - 205,9295) \times 931,5 = \mathbf{1622,02 \text{ MeV}}$$

إذن:

$$E_2 = \frac{E_l(^{206}_{82}Pb)}{A} = \frac{1622,02}{206} = \mathbf{7,874 \text{ MeV/nucleon}}$$

بما أن $E_2 > E_1$, إذن النواة $^{206}_{82}Pb$ أكثر استقراراً.

إثبات العبارة:

نعلم أن:

$$N_d(t) = N_0(1 - e^{-\lambda t})$$

عند $t = 4 \cdot t_{1/2}$:

$$N_d(t) = N_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times 4t_{1/2}} \right) = N_0 \left(1 - \frac{1}{2^4} \right) = \mathbf{\frac{15}{16} \cdot N_0}$$

تحديد زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

نعلم أن:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

ومن:

$$\frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

إذن:

$$\ln \left(\frac{N_0}{N(t)} \right) = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t$$

ومن جهة أخرى: البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ، معادلته:

$$\ln \left(\frac{N_0}{N(t)} \right) = a \cdot t$$

بحيث: a يمثل ميل البيان

$$a = \frac{\ln(2) - 0}{138 - 0} = 5,02 \times 10^{-3} \text{ jrs}^{-1}$$

منه:

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{5,02 \times 10^{-3}} = \mathbf{138 \text{ jours}}$$

لدينا:

$$\begin{cases} N(Po) = N_0(Po)e^{-\lambda t} \\ N(Pb) = N_0(Po)(1 - e^{-\lambda t}) \end{cases}$$

ومن:

$$\frac{N(Pb)}{N(Po)} = e^{\lambda t} - 1$$

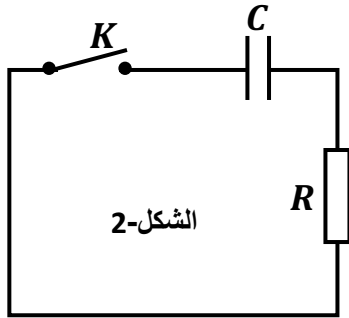
إذن:

$$t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \left(1 + \frac{N(Pb)}{N(Po)} \right) = \frac{138}{\ln 2} \cdot \ln \left(1 + \frac{2}{3} \right) = \mathbf{102,1 \text{ jours}}$$





التمرين (1)



مكثفة سعتها C شحنت كلياً تحت توتر كهربائي ثابت $E = 10V$

لمعرفة سعة المكثفة C ومقاومة الناقل الأومي R ، نحقق الدارة الكهربائية الموضحة بالشكل- 1.

(1) نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$.

أ- بتطبيق قانون جمع التوترات ، جد المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة.

ب- حل المعادلة التفاضلية السابقة يعطى من الشكل : $u_C(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$.

• حيث : A و τ ثابتان يطلب كتابة عبارتيهما الحرفية .

(2) بين أن المعادلة التفاضلية ل E_C طاقة المكثفة تكتب بالشكل : $\frac{dE_C}{dt} + \frac{2}{\tau} E_C = 0$.

(3) البيان (الشكل-2) يمثل تطور $E_C(t)$ الطاقة المخزنة في المكثفة بدلالة الزمن.

أ- أكتب العبارة اللحظية $E_C(t)$ الطاقة المخزنة في المكثفة بدلالة الزمن .

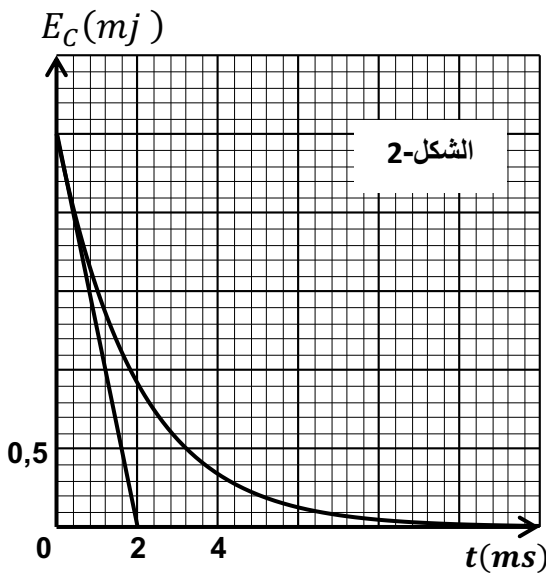
ب- استنتج قيمة E_{C0} الطاقة المخزنة العظمى في المكثفة ، ثم استنتج سعة المكثفة C .

ج- بين أن المماس للمنحني في اللحظة $t = 0$ يقطع محور الأزمنة في اللحظة $t = \frac{\tau}{2}$.

د- أوجد ثابت الزمن τ ، استنتج مقاومة الناقل الأومي R .

(4) أوجد شدة التيار المار في الدارة في اللحظة $t = 3,2ms$.

(5) أثبت أن زمن تناقص الطاقة إلى النصف هو $t_{1/2} = \frac{\tau}{2} \ln 2$. ثم احسب قيمته.



التمرين (2)

نريد أن نتحقق من قيمة مقاومة وشيعة بثلاثة طرق:

i. من أجل هذا الغرض نركب الدارة الموضحة في الشكل ، والتي تضم العناصر التالية:

مقياس أمبير A مقاومته مهمة .

مقياس فولت V مقاومته كبيرة جدا .

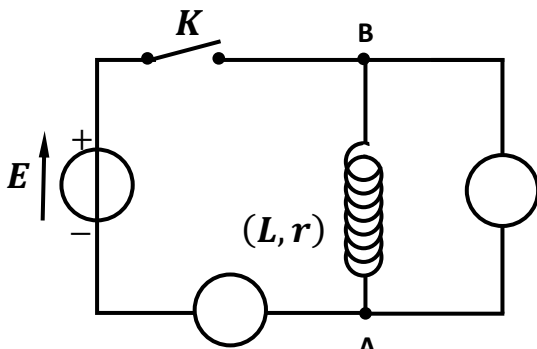
وشيعة مقاومتها r وذاتيتها $L = 250 mH$.

مولد للتوتر مثالي قوته المحركة الكهربائية $E = 6V$.

(1) ضع الرمز A و V على الدارة. ثم وضّح جهة التيار في الدارة وجهة التوتر بين طرفي الوشيعة.

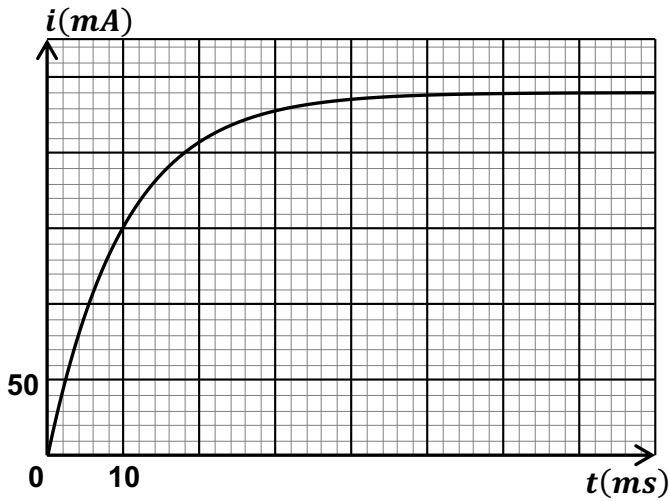
(2) في النظام الدائم يشير مقياس الأمبير للقيمة $I_0 = 400mA$

ويشير مقياس الفولت للقيمة $U_b = 6V$ استنتج القيمة r لمقاومة الوشيعة.





ii. نضيف على التسلسل مع الوشيعية مصباحا مقاومته ثابتة $R = 10\Omega$ ثم نصل الدارة براسم الاهتزاز ذو ذاكرة من أجل متابعة تطور شدة التيار في الدارة بدلالة الزمن $i(t)$ عند غلق القاطعة.

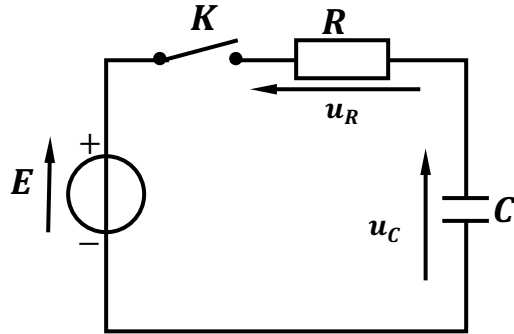


- (1) ما هي الظاهرة الملاحظة عند غلق القاطعة ؟
- (2) بين على الدارة كيفية الربط لرسم الاهتزاز من أجل مشاهدة توتر يتناسب مع شدة التيار.
- (3) أوجد من البيان $i(t)$ ثابت الزمن τ ، مبينا الطريقة المتبعة
- (4) اكتب عبارة ثابت الزمن بدلالة R و r و L ، ثم بواسطة تحليل بعدي بين أن τ يقاس بالثانية.
- (5) احسب مقاومة الوشيعية r .
- (6) نعتبر أن شدة التيار بلغت القيمة $I = 240 \text{ mA}$ في المدة $t = 5\tau$.
- عبّر عن مقاومة الوشيعية بدلالة E ، R ، I . ثم احسب r .
- هل الطرق الثلاثة أعطت نفس القيمة لمقاومة الوشيعية ؟

التمرين (3)

i. شحن المكثفة

توفر على مكثفة وضع عليها الصانع الإشارة $1F$ ، ولكي نتحقق من سعة هذه المكثفة ننجز الدارة الكهربائية التالية :



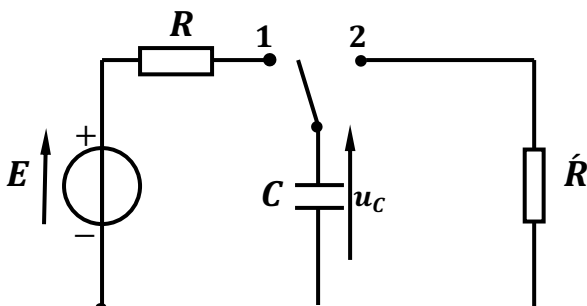
تتم تغذية ثنائي القطب RC بمولد توتره $E = 10V$. نغلق القاطعة K عند لحظة نعتبرها $t = 0$.

- (1) أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين طرفي المكثفة .
- (2) تحقق من أن $u_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ حلا للمعادلة التفاضلية السابقة مع $\tau = RC$.
- (3) مثل بشكل تقريبي منحني تغيرات u_C بدلالة الزمن t .

(4) ثابت الزمن لثنائي القطب RC ($\tau = 10s$) ، أوجد قيمة سعة المكثفة علما أن $R = 10\Omega$ قارنها مع القيمة المدونة على المكثفة .

ii. لتفريغ المكثفة ننجز التركيب التجريبي التالي

نضع القاطعة في الموضع رقم 1 إلى غاية اللحظة $t = 20s$ نزيجها إلى الموضع رقم 2 ونعتبر هذه اللحظة مبدأ للزمن $t = 0$.



- (1) أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q للمكثفة
- (2) أوجد حلا للمعادلة التفاضلية السابقة نعطي $\dot{R} = 2R$.
- (3) أوجد قيمة شدة التيار المار في الدارة عند اللحظة $t = 0$.
- (4) مثل بشكل تقريبي منحني تغيرات شدة التيار i بدلالة الزمن t .
- (5) احسب قيمة الطاقة المخزنة في المكثفة عند اللحظتين $t = 0$ و $t = 20s$.

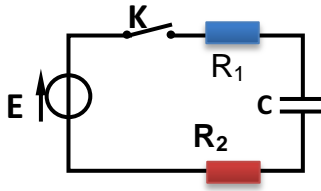
(6) يمكن تفريغ المكثفة السابقة في مكثفة أخرى سعتها \hat{C} عوض الناقل الأومي \hat{R} . علما أن المكثفة \hat{C} كانت فارغة





أوجد قيمة التوتر الكهربائي بين طرفيها عند نهاية التفريغ . بحيث $\hat{C} = 2C$.

التمرين (4)



الشكل المقابل يمثل دارة كهربائية مكونة من العناصر التالية: مولد ذو توتر كهربائية ثابت E ، مكثفة سعتها C ناقلان أوميان مقاومتها $R_1 = 1k\Omega$ ، $R_2 = 4k\Omega$ ، القاطعة K .

1- عند اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة K .

- أعط العبارة الحرفية للتوترات u_{R_1} ، u_{R_2} بدلالة الشحنة $q(t)$

2- بتطبيق قانون جمع التوترات بين أنه المعادلة التفاضلية لتطور شحنة

$$\frac{dq(t)}{dt} + a \cdot q(t) - b = 0 \quad \text{الشكل :}$$

- مع إعطاء عبارة كل من a و b بدلالة E, C, R_1, R_2

3- يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة من الشكل :

$$q(t) = \alpha(1 - e^{-\beta t})$$

إستنتج عبارة كل من α, β .

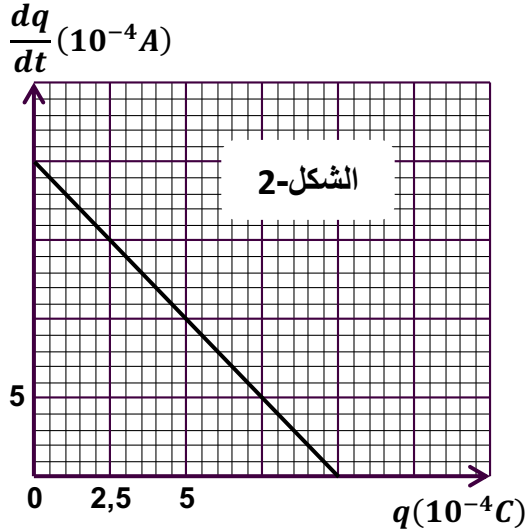
4- الشكل 2 يمثل تغيرات $\frac{dq(t)}{dt}$ بدلالة $q(t)$ بالاعتماد على الشكل - 2

أوجد كل من :

أ- ثابت الزمن τ .

ب- سعة المكثفة C .

ج - التوتر الكهربائي بين طرفي المولد E .



التمرين (5)

بواسطة مولد توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية E ، ناقلين أوميين مقاومة الأول $R_1 = 5 \Omega$ ومقاومة الثاني R_2 مجهولة ،

مكثفة فارغة سعتها C ، قاطعة K . نحقق الدارة المبينة في الشكل التالي :

ثم نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$.

الدراسة التجريبية لتطور التوتر u_{AB} بين طرفي الناقل الأومي R_1 ، و التوتر u_{BC} بين طرفي الناقل الأومي R_2 بالإعتماد على راسم الاهتزاز المهبطي تحصلنا على

$$u_{AB} = f(t) , u_{BC} = g(t)$$

(1) بين على الدارة السابقة كيفية وصل راسم الإهتزاز المهبطي بالدارة

حتى نحصل على البيانين السابقين .

(2) أكتب المعادلة التفاضلية لشحنة المكثفة $q(t)$.

(3) حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل $q(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{B}})$ ، عين A و B ، ماذا يمثل B وما هو مدلوله

الفيزيائي ؟

(4) أكتب بدلالة E, R_1, R_2, C العبارات اللحظية لكل من :

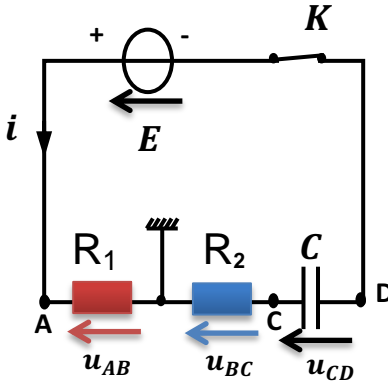
• شدة التيار المار في الدارة .

• التوتر u_{AB} بين طرفي الناقل الأومي R_1 .

• التوتر u_{BC} بين طرفي الناقل الأومي R_2 .

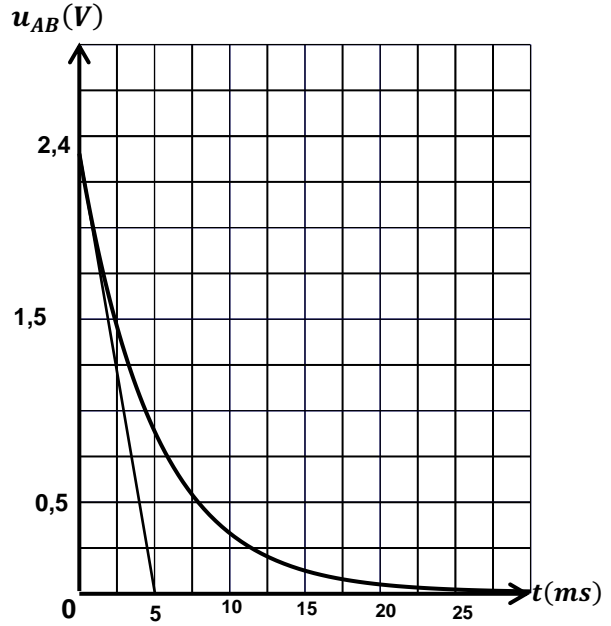
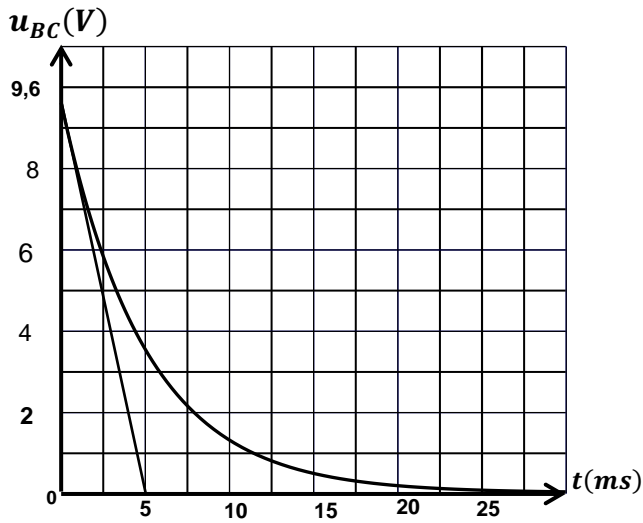
(5) أكتب بدلالة R_1, R_2, C لحظة تقاطع مماس البيان $u_{AB} = f(t)$

عند اللحظة $t = 0$ مع محور الأزمنة .

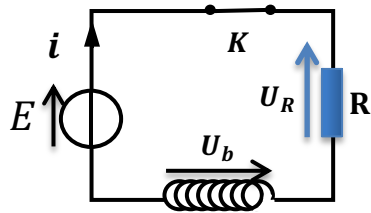




(6) اعتمادا على الدراسة التجريبية و النظرية السابقتين ، أوجد :
حيث I_0 ، R_2 ، I_0 ، E



التمرين (6)

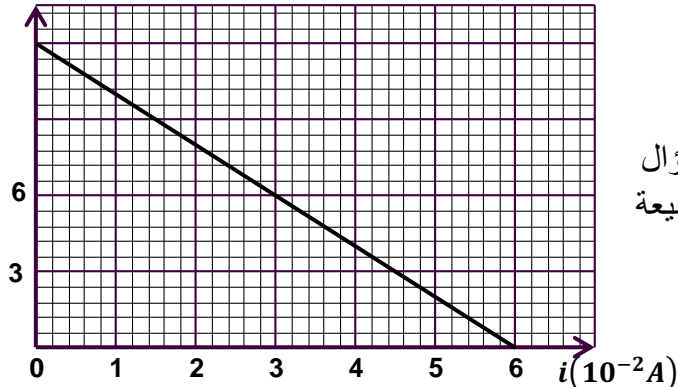


دائرة كهربائية تتكون على التسلسل من وشيعة (L, r) وناقل أومي مقاومته $R = 90\Omega$ ومولد قوته المحركة الكهربائية $E = 6V$ وقاطعة K كما في الشكل (1) نغلق القاطعة عند $t = 0$.

(1) أكتب المعادلة التفاضلية التي يحققها شدة التيار i .

• أثبت ان هذه المعادلة تقبل حل من الشكل $i(t) = A(1 - e^{-\beta t})$ حيث A و β ثوابت.

$\frac{di}{dt} (A.s^{-1})$



(2) يمثل منحنى الشكل (2) تغيرات $\frac{di}{dt}$ بدلالة التيار i أي

$$\frac{di}{dt} = f(i)$$

• أكتب العبارة البيانية .

• باستخدام العبارة البيانية والعبارة المستخرجة في السؤال

(1) استنتج قيمة كل من الذاتية L و المقاومة r للوشيعة .

• عبر بدلالة E ، r ، R عن شدة التيار في النظام الدائم ثم احسبه

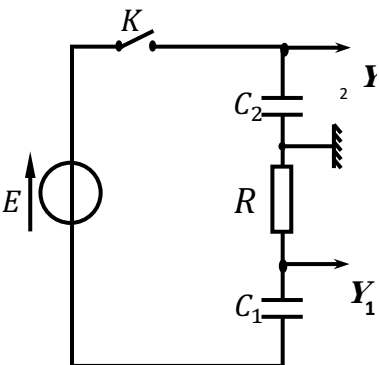
التمرين (7)

ننجز الدارة الممثلة في (الشكل-2) والمكونة من :

• ناقل أومي R حيث $R = 3k\Omega$.

• مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية E .

• مكثفتين غير مشحونتان سعتهما C_1 و $C_2 = 2\mu F$.





• قاطعة K .

نغلق القاطعة K عند اللحظة $t = 0$.

(1) بين أن عبارة السعة المكافئة هي من الشكل : $C_e = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$.

(2) بين أن المعادلة التفاضلية للتوتر $u_2(t)$ بين طرفي المكثفة C_2 هي : $\frac{du_2}{dt} + \frac{1}{RC_e} u_2 = \frac{E}{RC_2}$.

(3) يكتب حل هذه المعادلة على الشكل : $u_2(t) = A(1 - e^{-\lambda t})$. أوجد عبارتي كل من الثابتين A و λ بدلالة مميزات الدارة.

(4) يمثل (الشكل-3) تطور التوترين $u_2(t)$ و $u_R(t)$ بالاعتماد على (الشكل-2):

أ) حدد المنحنى الذي يمثل $u_2(t)$ والمنحنى الذي يمثل $u_R(t)$ مع التعليل.

ب) حدد قيمة كل E ثابت الزمن τ .

ج) استنتج قيمة كل من $u_1(t)$ و $u_2(t)$ في النظام الدائم.

د) أوجد قيمة سعة المكثفة C_1 .

(5) أحسب الطاقة المخزنة في الدارة عند نهاية عملية الشحن.

التمرين (8)

نركب الدارة المقابلة (الشكل-1):

• مولّد مثالي للتوتر قوته المحركة الكهربائية $E = 12V$.

• ناقلان أوميان R_1 و R_2 .

• وشيعة مقاومتها r وذاتيتها L .

• صمام ثنائي مقاومته معدومة في الاتجاه المباشر ولا نهائية في الاتجاه غير المباشر.

• مقياس فولط وأمبير.

(1) نغلق القاطعة ، وبعد مدة تستقر إشارة مقياس الفولط على القيمة

$U = 10V$ وإشارة مقياس الأمبير على القيمة $I = 0,1A$

بطريقة خاصة وجدنا حينذاك الطاقة المخزنة في الوشيعة

$E_b = 1mJ$.

✓ أوجد قيم كل من L ، r ، R_1 .

(2) نفتح القاطعة عند اللحظة $t = 0$.

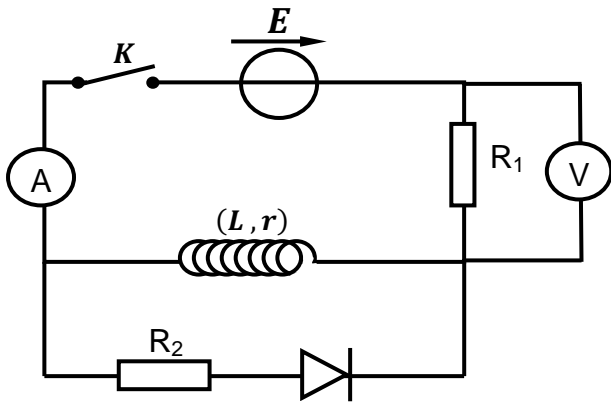
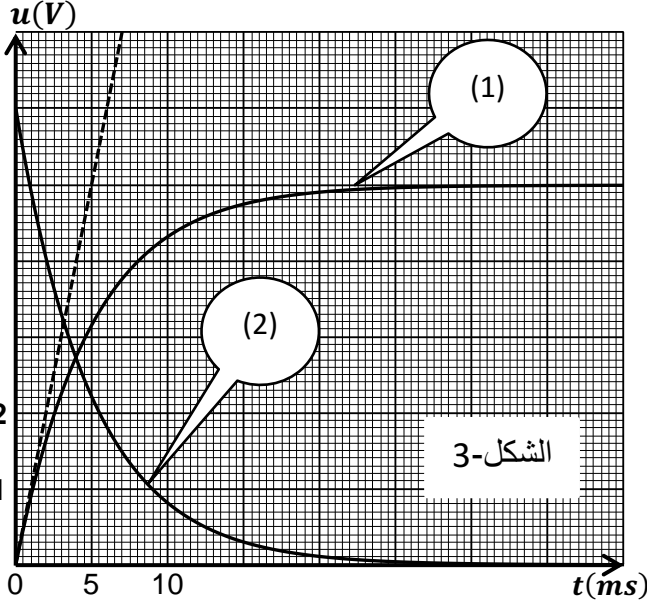
أ) اكتب المعادلة التفاضلية بدلالة u_2 (التوتر بين طرفي R_2).

ب) يُعطى حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل $u_2(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$ ، عبّر عن τ و A بدلالة مميزات الدارة.

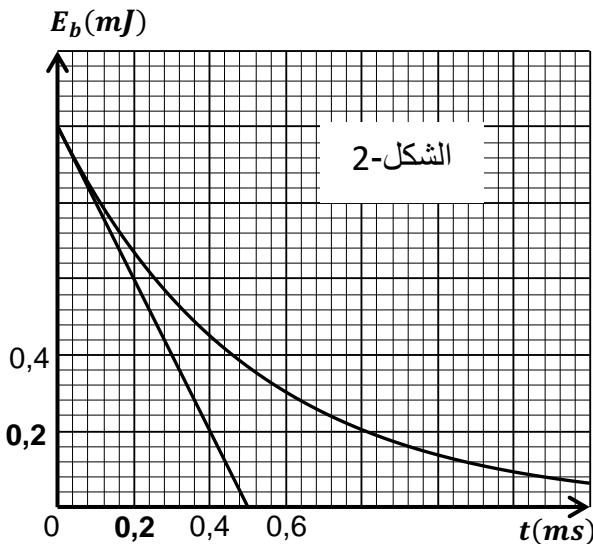
(3) بعد فتح القاطعة نمثل تغيرات الطاقة في الوشيعة بدلالة الزمن (الشكل-2).

باستغلال البيان ، أوجد:

أ) قيمة R_2 .



الشكل-1



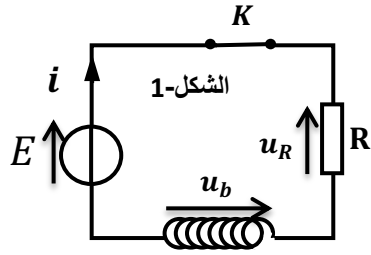
الشكل-2





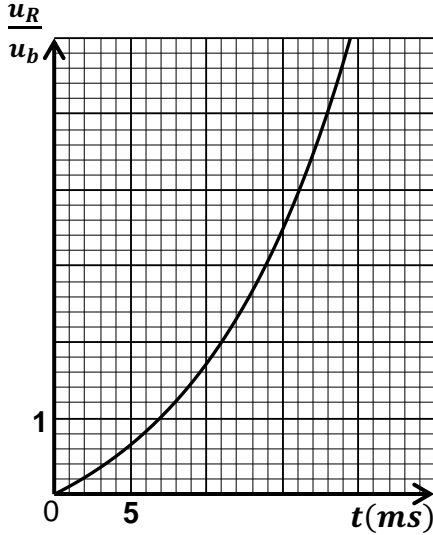
- (ب) قيمة التوتر بين طرفي الوشيعية عند اللحظة $t = 0$.
(ج) شدة التيار عند اللحظة $t = 0,8ms$.

التمرين (9)



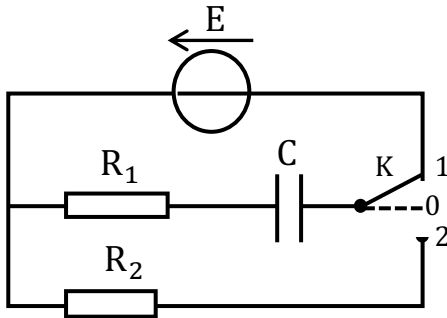
يبين التركيب التالي (الشكل 1) دائرة تسلسلية تحتوي على : وشيعة مثالية ذاتيتها L ناقل أومي مقاومته $R = 10\Omega$ مولد مثالي يعطي توتر ثابت $E = 6V$ ، قاطعة K .

عند اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة فيمر تيار كما هو موضح في الشكل :

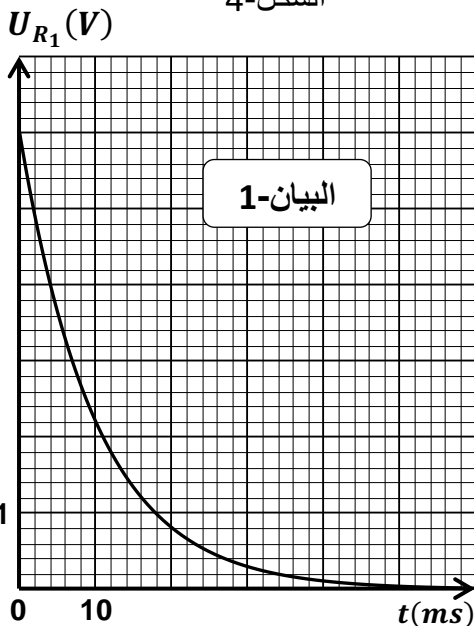


- (1) أوجد المعادلة التفاضلية التي تعطي تطور التوتر الكهربائي $u_R(t)$.
 - (2) تأكد أن المعادلة التفاضلية تقبل حلا من الشكل $u_R(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$.
 - (3) أوجد العبارة اللحظية للتوتر بين طرفي الوشيعية $u_b(t)$.
 - (4) أوجد النسبة $\frac{u_R}{u_b}$ بدلالة t و τ .
 - (5) يمثل البيان المعطى تغيرات المقدار $\frac{u_R}{u_b}$ بدلالة t .
- استنتج من البيان مميزات الدارة L ، τ .

التمرين (10)



الشكل-4



1. - نحقق التركيب التجريبي الممثل في الشكل-4 بواسطة العناصر التالية:
- مولد كهربائي قوته المحركة الكهربائية E .
- مكثفة سعتها C .
- مقاومة $R_1 = 100\Omega$ ومقاومة R_2 مجهولة .
- بادلة K يمكن وضعها في الوضع (1) أو (2) .
نضع البادلة K في الوضع (1) بدءاً من اللحظة الزمنية $t = 0s$ التي تكون فيها المكثفة غير مشحونة.
- (1) بين على الشكل جهة التيار الكهربائي المار في الدارة ثم بالأسمم التوترين u_{R_1} ، u_C .
- (2) بين على الشكل كيفية ربط راسم الاهتزاز المهبطي لمشاهدة التوتر الكهربائي بين طرفي الناقل الأومي $u_{R_1} = f(t)$ (البيان-1) .
- (3) بتطبيق قانون جمع التوترات بين أن المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي بين طرفي الناقل الأومي R_1 تعطى بالعلاقة :
$$\frac{du_{R_1}}{dt} + \frac{1}{R_1 C} u_{R_1} = 0$$
- (4) حل المعادلة التفاضلية السابقة يعطى بالشكل: $u_{R_1}(t) = Ae^{-\frac{1}{B}t}$.
جد عبارة كل من : B و A .

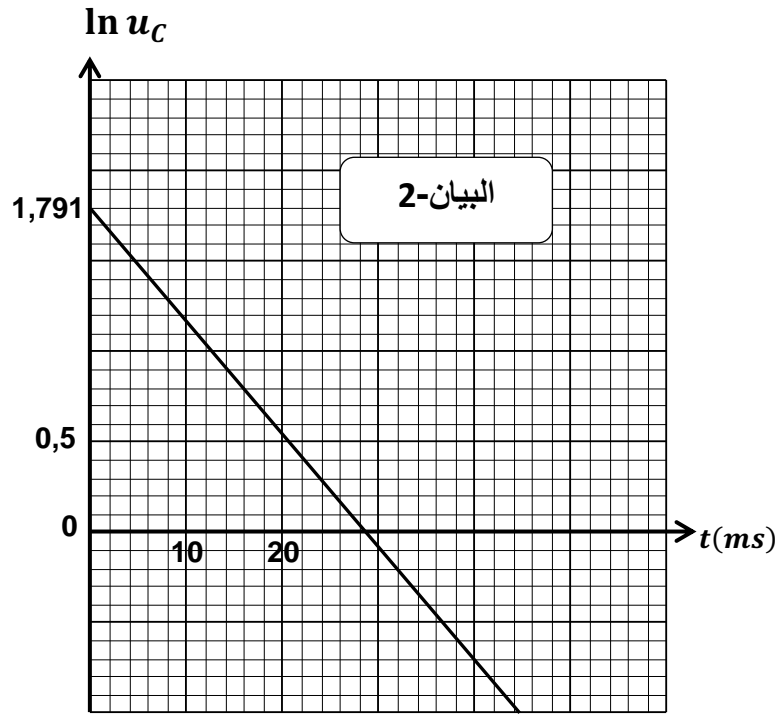




- (5) ما المدلول الفيزيائي للمقدار B وما وحدته في الجملة الدولية؟ علل .
 (6) أحسب كل من : E ، ثابت الزمن τ_1 ، C .
 (7) أحسب قيمة الطاقة المخزنة في النظام الدائم .
 // نضع البادلة في الوضع (2) بدءاً من لحظة زمنية نعتبرها مبدأ للزمن $t = 0$ s .
 (1) ماذا يحدث للمكثفة ؟
 (2) أكتب المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة $u_c(t)$.

(3) بين أن المعادلة التفاضلية السابقة تقبل العبارة : $u_c(t) = E e^{-\frac{1}{(R_1+R_2)C}t}$ حلالها .

(4) البيان-2 يمثل $\ln u_c = f(t)$.



أ- أكتب العلاقة البيانية .
 ب- أوجد العلاقة النظرية لـ $\ln u_c$ بدلالة

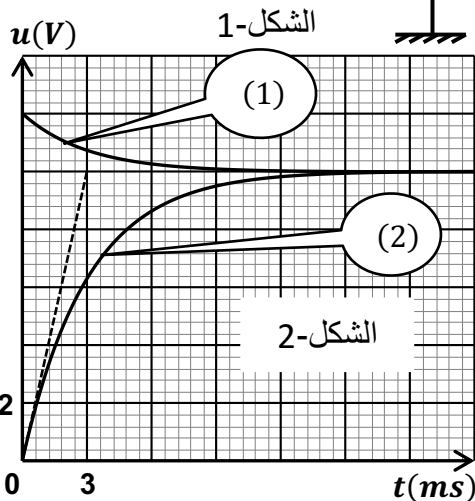
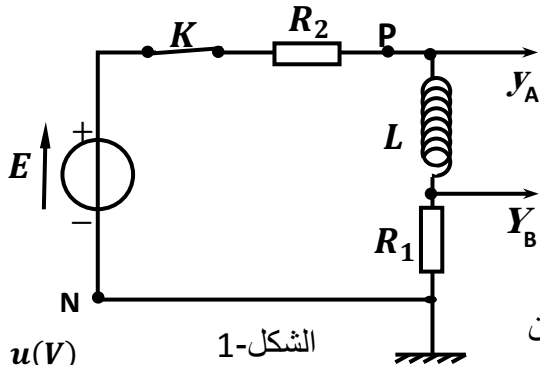
E, C, R_1, R_2, t :

ج- أحسب قيمة المقاومة R_2 وتأكد من

قيمة التوتر بين طرفي المولد E .

د- قارن بين قيمتي ثابتي الزمن τ_1 (دائرة الشحن) و τ_2 (دائرة التفريغ) .

التمرين (11)



ننجز التركيب الممثل في الشكل-1 والمكون من :

• مولد للتوتر قوته المحركة $E = 12V$

• وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها مهملة .

• ناقلين أوميين مقاومتاهما $R_1 = R_2 = 40\Omega$. قاطعة K .

نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$. ونسجل بواسطة نظام معلوماتي المنحنيين

(C_1) و (C_2) الممثلين للتوترين عند المدخلين A و B . الشكل-2 .

(1) عين المنحنى الذي يمثل $u_{R_1}(t)$ و المنحنى الذي يمثل $u_{PN}(t)$.

(2) حدد قيمة I_0 شدة التيار الكهربائي في النظام الدائم .

(3) تحقق أن المقاومة R_2 هي 8Ω .

(4) اوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها شدة التيار الكهربائي $i(t)$ المار في الدارة .

(5) حل المعادلة التفاضلية بالشكل : $i(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$. أوجد عبارة

كل من A و τ ثابت الزمن .

(6) احسب قيمة ثابت الزمن τ .

(7) استنتج قيمة ذاتية الوشيعة L .

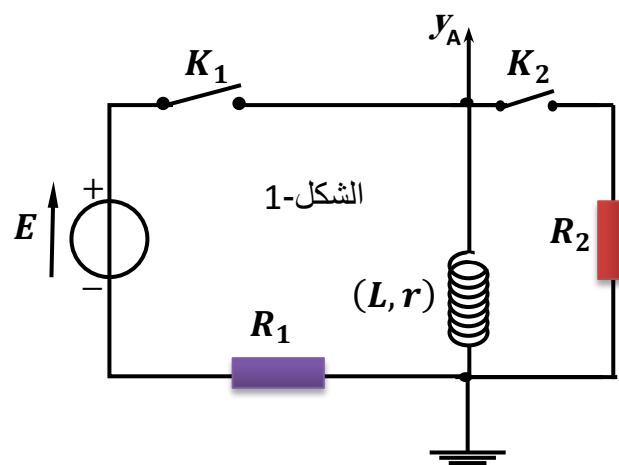




(8) أوجد الطاقة المخزنة في الوشيعية في اللحظة $t = \frac{\tau}{2}$.

التمرين (12)

نرغب الدارة الممثلة في الشكل 1.

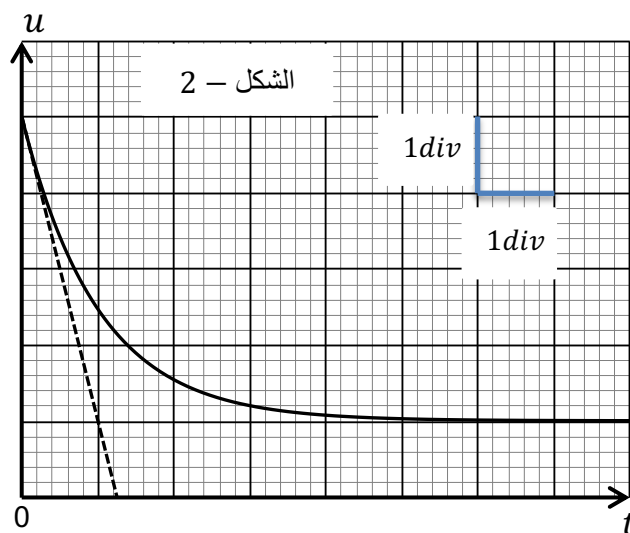


مولد قوته المحركة الكهربائية E ، ناقل أومي $R_1 = 200\Omega$ ، ناقل أومي R_2 . وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها r ، قاطعتان K_1 و K_2 .

نصل راسم الاهتزاز المهيطي كما هو موضح في الدارة .

i. نترك القاطعة K_2 مفتوحة ، ونغلق القاطعة K_1 في اللحظة $t = 0$.

نشاهد على شاشة راسم الاهتزاز البيان الممثل في الشكل-2.



الحساسية الشاقولية : $2V/div$.

الحساسية الأفقية : $4ms/div$.

(1) أوجد المعادلة التفاضلية لشدة التيار المار في الدارة

(2) حل المعادلة التفاضلية من الشكل $i(t) = A + Be^{-\frac{1}{\alpha}t}$ ، حيث A و B و α ثوابت يطلب

تعيين عبارة كل منهما .

(3) ما هو المدلول الفيزيائي للثابت α . أوجد قيمته من البيان .

(4) احسب قيمة r مقاومة الوشيعية .

(5) احسب القيمة العظمى للطاقة المخزنة في الوشيعية .

(6) بين أن اللحظة t التي تكون فيها الوشيعية قد خزنت نصف طاقتها الأعظمية تعطى بالعلاقة :

$$t = \alpha \ln \left(\frac{2}{2-\sqrt{2}} \right)$$

بالبين .

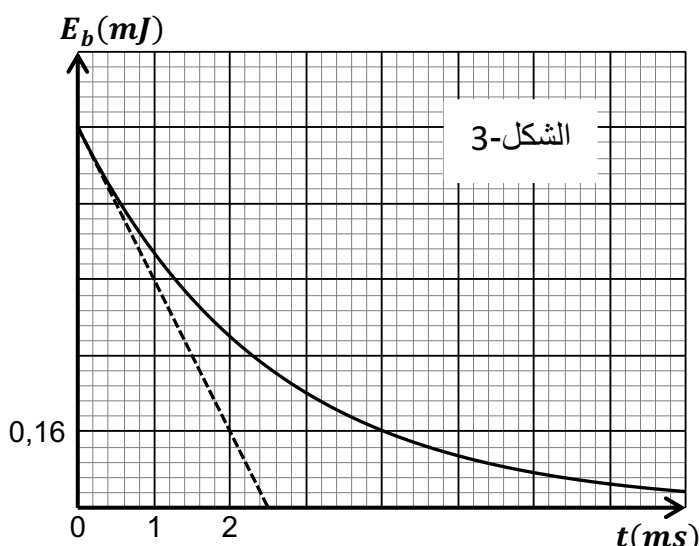
ii. تفتح القاطعة K_1 في اللحظة $t = 0$ التي تغلق فيها القاطعة K_2 .

مثلنا في الشكل -3 تغيرات الطاقة المغناطيسية في الوشيعية بدلالة الزمن $E_b = f(t)$.

(1) أوجد المعادلة التفاضلية لشدة التيار المار في الدارة .

$$(2) \text{ بين ان حل المعادلة التفاضلية هو } i(t) = \frac{E}{R_1+r} e^{-\beta t}$$

(3) بيّن أن المماس (T) للبيان عند $t = 0$ يقطع محور





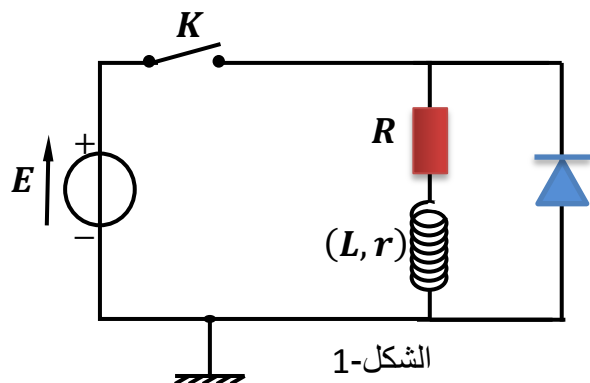
$$t' = \frac{1}{2\beta}$$

(4) احسب قيمة β .

(5) احسب قيمة R_2 .

التمرين (13)

وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها الداخلية r مربوطة على التسلسل مع ناقل أومي مقاومته $R = 100\Omega$ ومولد قوته المحركة الكهربائية E وقاطعة K (الشكل-1).



الشكل-1

(1) عند اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة K .

(أ) بين على مخطط الدارة الكهربائية جهة التيار ومختلف التوترات الكهربائية.

(ب) بين أن المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي u_b بين طرفي

الوشيعة تعطى بالعلاقة: $\frac{du_b}{dt} + \frac{1}{\tau} u_b = \frac{rE}{L}$ حيث τ ثابت

الزمن.

(ج) حل المعادلة التفاضلية السابقة من الشكل: $u_b(t) = A + Be^{-\frac{t}{\tau}}$ حيث A و B ثابتان يطلب تعيين عبارتيهما.

(د) مثل كيفيا البيان $u_b(t)$.

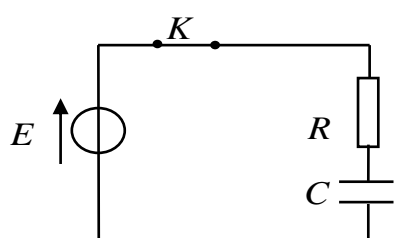
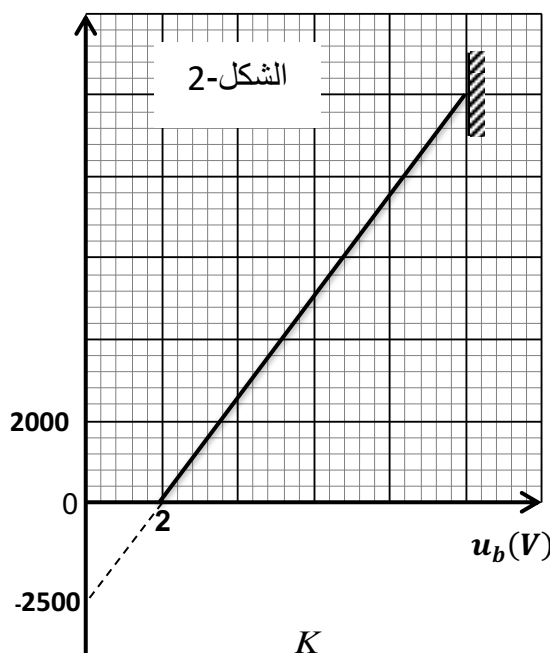
(2) يمثل بيان (الشكل-2) المنحنى: $-\frac{du_b}{dt} = f(t)$

بتوظيف المعادلة التفاضلية وبيان (الشكل-2)

(أ) جد قيم كل من E و r و L .

(ب) احسب الطاقة المخزنة في الوشيعة عند اللحظة $t = 4ms$.

$$-\frac{du_b}{dt} (V.s^{-1})$$



الشكل - 3

التمرين (14)

قصد شحن مكثفة مفرغة تماما سعتها C نحقق الدارة المبينة على

(الشكل - 3 -) والمكونة من العناصر الكهربائية التالية المربوطة على

التسلسل:

- مكثفة سعتها C .

- مولّد كهربائي قوته المحركة الكهربائية E و مقاومته الداخلية مهملة.

- ناقل أومي مقاومته $R = 100\Omega$.





- قاطعة K .

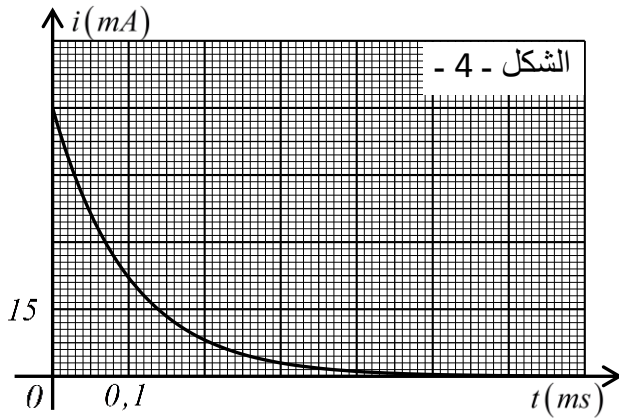
في اللحظة $t=0$ نغلق القاطعة K :

(1) أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التيار المار في الدارة .

(2) بين أن $i(t) = A \cdot e^{-t/\tau}$ هو حل المعادلة التفاضلية السابقة . مع تحديد عبارتي كل من A و τ بدلالة مميزات الدارة .

(3) استنتج عبارة التوتر U_c بدلالة الزمن و مميزات الدارة .

(4) يمكن نظام معلوماتي من تمثيل المنحنى الممثل لتغيرات التيار i بدلالة الزمن (الشكل - 4) .



أ - حدّد ثابت الزمن τ و استنتج سعة المكثفة C .

ب - استنتج E قيمة القوة المحركة الكهربائية للمولد الكهربائي

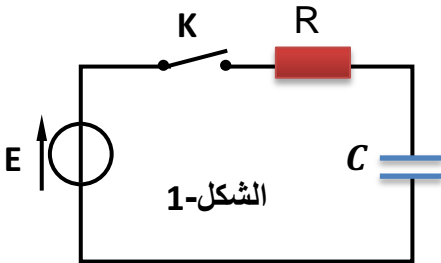
(5) لتكن E_{0c} الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة عند نهاية الشحن

و $E_c(\tau)$ الطاقة المخزنة في المكثفة عند اللحظة $t = \tau$.

أ - بين أن : $\frac{E_c(\tau)}{E_{0c}} = \left(\frac{e-1}{e}\right)^2$.

ب - أحسب قيمة هذه النسبة .

التمرين (15)



ركبنا الدارة المقابلة بواسطة: مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية E ، ناقل أومي

مقاومته R ، مكثفة فارغة سعتها $C = 500\mu F$ ، قاطعة K (الشكل-1) ، نغلق

القاطعة في اللحظة $t = 0$ وبواسطة برنامج معلوماتي حصلنا على البيان

$\frac{du_c}{dt} = f(t)$ (الشكل-2) .

(1) أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة .

$\frac{du_c}{dt} \left(\frac{V}{s} \right)$

(2) حل المعادلة من الشكل $u_c(t) = A + Be^{-\alpha t}$ حيث A و B و α ثوابت يطلب تعيين

عبارة كل منهما .

(3) بين أن المماس للبيان عند $t = 0$ يقطع محور

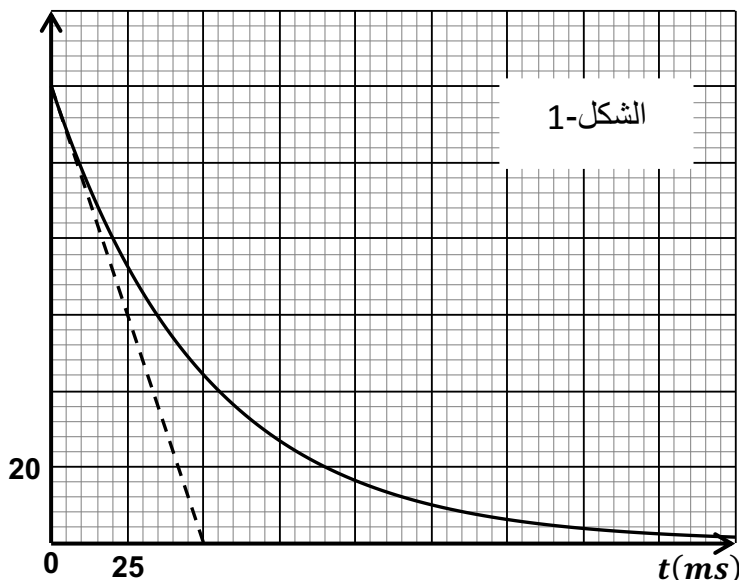
الزمن في اللحظة $t = \tau$.

(4) استنتج من البيان قيمة ثابت الزمن τ لثنائي القطب

RC .

(5) أوجد قيمة R . والشدة العظمى لتيار الشحن .

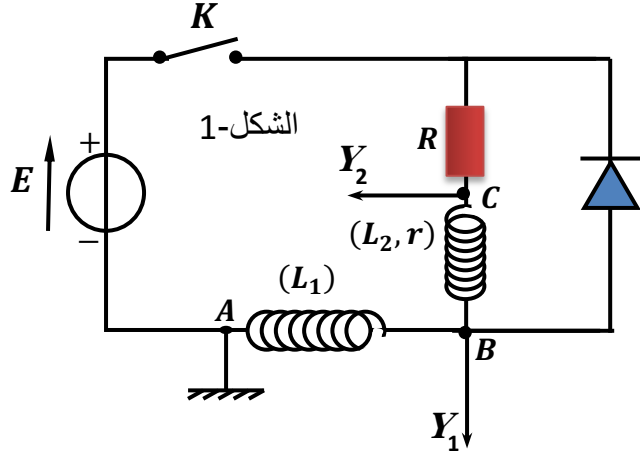
(6) أوجد قيمة E .



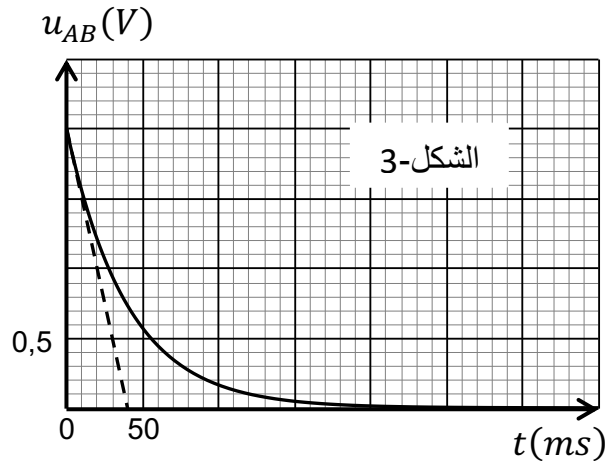
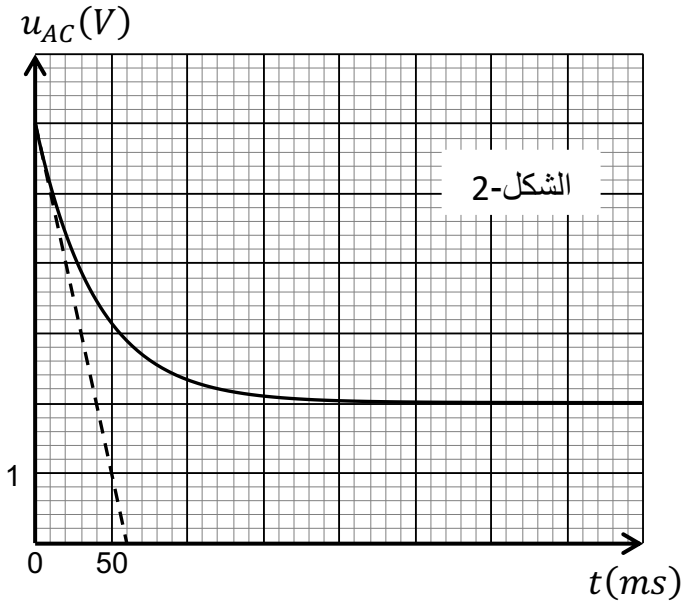


التمرين (16)

يتكون التركيب الممثل في الشكل 1- من:



- مولد كهربائي للتوتر قوته المحركة $E = 6V$.
 - وشيعة وشيعة مثالية b_1 ذاتيتها L_1 و وشيعة b_2 حقيقية ذاتيتها L_2 مقاومتها r .
 - ناقل أومي مقاومته $R = 10\Omega$.
 - قاطع التيار K .
- i. عند $t = 0$ تم غلق القاطعة K وتتبع تطور التوترين u_{AB} بين مربطي الوشيعة b_1 و u_{AC} بين مربطي الوشيعتين $(b_1 + b_2)$ بدلالة الزمن.
- يمثل (الشكل-2) و (الشكل-3) منحني التوترين $u_{AB}(t)$ و



$u_{AC}(t)$.

(1) أثبت أن المعادلة التفاضلية للتيار المار في الدارة $i(t)$ تكتب بالشكل.

$$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L_1+L_2} i = \frac{E}{L_1+L_2}$$

(2) حل المعادلة من الشكل $i(t) = A + Be^{-\frac{t}{\tau}}$. حيث A و B . و τ ثابت يطلب تعيين عبارة كل منهما.

(3) ما المدلول الفيزيائي للثابت τ ثم استنتج قيمته.

(4) احسب قيمة I_0 الشدة الأعظمية للتيار المار في الدارة

(5) أوجد العبارة اللحظية للتوتر بين طرفي الوشيعة b_1 .

(6) أوجد العبارة اللحظية للتوتر بين طرفي الوشيعة b_2 .

(7) أوجد قيم المقادير L_1 و L_2 و r .

ii. نفتح القاطعة K في لحظة زمنية نعتبرها $t = 0$.

(1) أوجد المعادلة التفاضلية للتيار المار في الدارة $i(t)$.

(2) أوجد قيمة τ_2 في هذه الحالة.

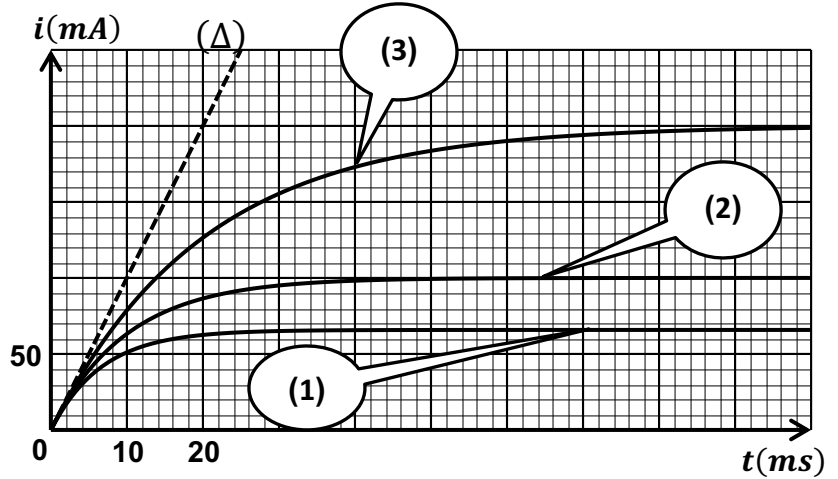
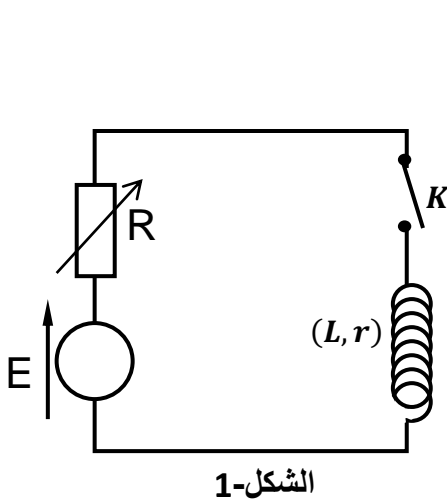
(3) أوجد قيمة الطاقة التي ضاعت على شكل حرارة في الناقل الأومي عند اللحظة $t = \tau_2$.





التمرين (17)

صادف أستاذ في المخبر وشيعة لا تحمل أية إشارة ، أراد تحديد معامل تحريضها الذاتي (الذاتية) L لهذه الوشيعة من خلال دراسة الدارة RL الممثلة في (الشكل 1-) ، والتي تضم مولد مثالي للتوتر $E = 10V$ والوشيعة سابقة الذكر ومعدلة (مقاومة متغيرة القيمة) ، عند اللحظة $t = 0$ أغلق الأستاذ القاطعة K ، وتابع بواسطة جهاز مناسب تغيرات $i(t)$ شدة التيار المار في الدارة بدلالة الزمن بالنسبة لقيم مختلفة للمقاومة R .



يمثل (الشكل 2-) النتائج التجريبية المحصل عليها .

- حدد النظامين الذين يبرزهما كل منحنى مع تسمية كل نظام .
- المعادلة التفاضلية التي يحققها كل منحنى هي $\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}i = \frac{E}{L}$. بين أن الشدة $i(t)$ تأخذ في أحد النظامين

$$I_0 = \frac{E}{R+r}$$

- أتمم الجدول التالي مع التعليل .

قيمة $R(\Omega)$	140	90	40
رقم المنحنى الموافق			

- حدد قيمة r .

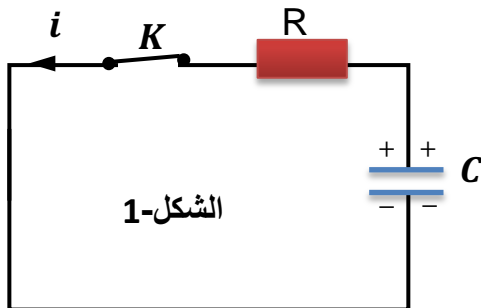
- بين بالتحليل البعدي أن بعد τ هو الزمن .

- حدد قيمة L .

الحل

التمرين (1)

- نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$.
- أ) بتطبيق قانون جمع التوترات ، جد المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة .





قانون جمع التوترات

$$u_C(t) + u_R(t) = 0$$

قانون أوم $u_R(t) = Ri(t)$

$$u_C(t) + Ri(t) = 0$$

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = C \frac{du_C(t)}{dt}$$

$$u_C(t) + C \frac{du_C(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{RC} u_C(t) = 0$$

ب) حل المعادلة التفاضلية السابقة يعطى من الشكل : $u_C(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$.
 • حيث : A و τ ثابتان يطلب كتابة عبارتيهما الحرفية .

$$\frac{du_C(t)}{dt} = -\frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ نعوض في المعادلة التفاضلية .}$$

$$-\frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{RC} A e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$$

$$\left(\frac{1}{RC} - \frac{1}{\tau} = 0 \right) \text{ حتى يكون } u_C(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} \text{ حلا للمعادلة التفاضلية يجب ان يتحقق}$$

$$\text{وبالتالي } (\tau = RC) \text{ و } (A = E)$$

من الشروط الابتدائية $u_C(0) = E$ نجد $(A = E)$.

$$\text{يكتب الحال كالآتي } u_C(t) = E e^{-\frac{t}{\tau}}$$

2) بين أن المعادلة التفاضلية ل E_C طاقة المكثفة تكتب بالشكل : $\frac{dE_C}{dt} + \frac{2}{\tau} E_C = 0$.

قانون جمع التوترات

$$u_C + u_R = 0$$

$$u_C + C \frac{du_C}{dt} = 0 \dots (1)$$

$$E_C = \frac{1}{2} C u_C^2 \dots (2)$$

باشتقاق العلاقة (2)

$$\frac{dE_C}{dt} = \frac{1}{2} 2 C u_C \frac{du_C(t)}{dt}$$





$$\frac{dE_C}{dt} = C u_C \frac{du_C(t)}{dt}$$

$$\text{ومن (2) كذلك } u_C^2 = \frac{2E_C}{C}$$

بضرب طرفي العلاقة (2) بـ u_C .

$$\frac{2E_C}{C} + \frac{dE_C}{dt} = 0 \text{ ومنه } u_C^2 + C u_C \frac{du_C}{dt} = 0$$

$$\text{ومنه } \frac{dE_C}{dt} + \frac{2}{\tau} E_C = 0$$

العبارة اللحظية $E_C(t)$ الطاقة المخزنة في المكثفة بدلالة الزمن .

$$E_C(t) = \frac{1}{2} C u_C^2 = \frac{1}{2} C E \left(E e^{-\frac{t}{\tau}} \right)^2$$

$$E_C(t) = \frac{1}{2} C E^2 e^{-\frac{2t}{\tau}}$$

قيمة E_{C0} الطاقة المخزنة العظمى في المكثفة ، ثم استنتج سعة المكثفة C .

من البيان للشكل-2

$$E_{C0} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$C = \frac{2E_{C0}}{E^2} \text{ وبالتالي } E_{C0} = \frac{1}{2} C E^2$$

$$C = \frac{5 \times 10^{-3}}{100} = 5 \times 10^{-5} \text{ F}$$

بين أن المماس للمنحني في اللحظة $t = 0$ يقطع محور الأزمنة في اللحظة $t = \frac{\tau}{2}$.
معادلة المماس .

$$E_C(t) = \left(\frac{dE_C(t)}{dt} \right)_{t=0} t + E_C(0)$$

$$\frac{dE_C(t)}{dt} = -\frac{2E_0}{\tau} e^{-\frac{2t}{\tau}}$$

$$\left(\frac{dE_C(t)}{dt} \right)_{t=0} = -\frac{2E_0}{\tau}$$

$$E_C(t) = -\frac{2E_0}{\tau} t + E_0$$

عندما يقطع المماس محور الزمن تكون $E_C(t) = 0$.

$$0 = -\frac{2E_0}{\tau} t + E_0 \text{ ومنه}$$

$$\frac{2E_0}{\tau} t = E_0$$





$$\frac{2}{\tau}t = 1 \text{ ومنه } t = \frac{\tau}{2}$$

أوجد ثابت الزمن τ ، استنتج مقاومة الناقل الأومي R .

$$\text{من البيان } \frac{\tau}{2} = 2ms \text{ ومنه } \tau = 4ms$$

$$\tau = RC \text{ وبالتالي } R = \frac{\tau}{C}$$

$$R = \frac{4 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-5}} = 80 \Omega$$

شدة التيار المار في الدارة في اللحظة $t = 3,2ms$.

$$\text{من البيان } E_C(3,2ms) = 0,5 \times 10^{-3} \text{ j}$$

$$u_C^2 = \frac{2E_C}{C}$$

$$u_C = \sqrt{\frac{2E_C}{C}}$$

$$u_C = \sqrt{\frac{2 \times 0,5 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-5}}} = 4,47V$$

$$u_C + u_R = 0$$

$$u_R = -u_C$$

$$u_R = -4,47V$$

$$i = \frac{u_R}{R} = \frac{-4,47}{80} = -5,6 \times 10^{-2} A$$

إشارة (-) معناه جهة تيار التفريغ عكس جهة تيار الشحن .

أثبت أن زمن تناقص الطاقة إلى النصف هو $t_{1/2} = \frac{\tau}{2} \ln 2$. ثم احسب قيمته.

$$E_C(t_{1/2}) = \frac{E_{C0}}{2}$$

$$E_C(t_{1/2}) = E_{C0} e^{-\frac{2t_{1/2}}{\tau}}$$

$$\frac{E_{C0}}{2} = E_{C0} e^{-\frac{2t_{1/2}}{\tau}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\frac{2t_{1/2}}{\tau}}$$

$$-\ln 2 = -\frac{2t_{1/2}}{\tau}$$

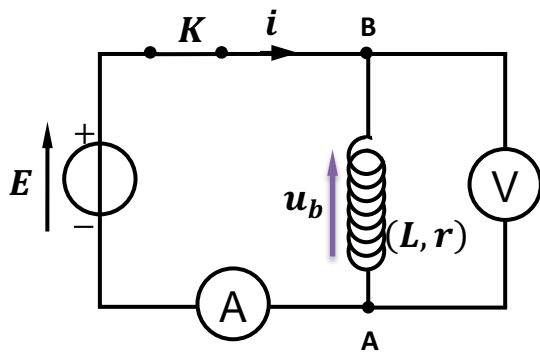




$$t_{1/2} = \frac{\tau}{2} \ln 2$$

$$t_{1/2} = \frac{4}{2} \ln 2 = 1,38ms$$

التمرين (2)



ضع الرمزين A و V على الدارة. ثم وضح جهة التيار في الدارة وجهة التوتر بين طرفي الوشعة.

في النظام الدائم يشير مقياس الأمبير للقيمة $I_0 = 400mA$ ويشير مقياس الفولط للقيمة $U_b = 6V$ استنتج القيمة r لمقاومة الوشعة.

$$I_0 = \frac{E}{r}$$

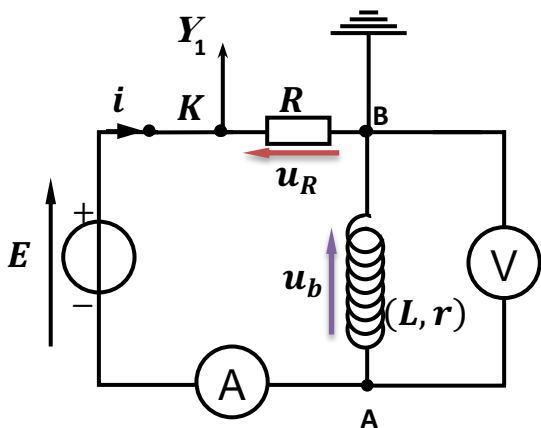
$$U_b = rI_0$$

من العلاقتين نجد $r = 15\Omega$.

نضيف على التسلسل مع الوشعة مصباحا مقاومته ثابتة $R = 10\Omega$ ثم نصل الدارة براسم الاهتزاز ذو ذاكرة من أجل متابعة تطور شدة التيار في الدارة بدلالة الزمن $i(t)$ عند غلق القاطعة.

الظاهرة الملاحظة عند غلق القاطعة توهج المصباح تدريجيا .

بين على الدارة كيفية الربط لرأس الاهتزاز من أجل مشاهدة توتر يتناسب مع شدة التيار. أوجد من البيان $i(t)$ ثابت الزمن τ ، مبينا الطريقة المتبعة .



من البيان $I_0 = 240mA$

$$i(\tau) = 0,63I_0 = 151,2mA$$

نجد $\tau = 10ms$.

اكتب عبارة ثابت الزمن بدلالة R و r و L ، ثم بواسطة تحليل بعدي بين أن τ يقاس بالثانية.

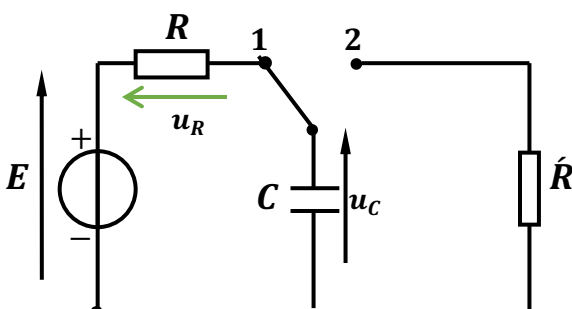
$$\tau = \frac{L}{R+r}$$

مقاومة الوشعة r .

$$r = \frac{L}{\tau} - R$$

$$r = 15\Omega$$

التمرين (3)





١. شحن المكثفة .

(1) المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين طرفي المكثفة .
قانون جمع التوترات .

$$u_C(t) + u_R(t) = E$$

$$u_C(t) + Ri = E$$

$$u_C(t) + R \frac{dq(t)}{dt} = E$$

$$u_C(t) + RC \frac{du_C(t)}{dt} = E$$

$$\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{RC} u_C(t) = \frac{E}{RC}$$

$$\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_C(t) = \frac{E}{\tau}$$

(2) تحقق من أن $u_C(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ حلا للمعادلة التفاضلية السابقة .

$$\frac{du_C(t)}{dt} = \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{1}{\tau} u_C(t) = \frac{1}{\tau} E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{E}{\tau} - \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_C(t) = \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E}{\tau} - \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{\tau}$$

ومنه $u_C(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ حلا للمعادلة التفاضلية السابقة

(3) التمثيل بشكل تقريبي منحنى تغيرات u_C بدلالة الزمن t .

(4) ثابت الزمن لثنائي القطب RC ($\tau = 10s$) ، أوجد قيمة

سعة المكثفة علما أن $R = 10\Omega$ قارنها مع القيمة المدونة على المكثفة .

$$\tau = RC \text{ وبالتالي } C = \frac{\tau}{R}$$

$$C = \frac{10}{10} = 1F \text{ وهي نفسها القيمة المدونة على المكثفة .}$$

١. لتفريغ المكثفة ننجز التركيب التجريبي التالي

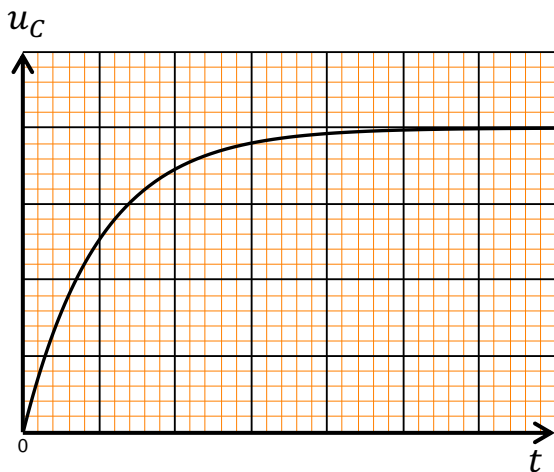
(1) المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q للمكثفة .

$$u_C(t) + u_R(t) = 0$$

$$u_C(t) + Ri = 0$$

$$\frac{q(t)}{C} + R \frac{dq(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{RC} q(t) = 0$$





(2) حلا للمعادلة التفاضلية السابقة نعطي $\dot{R} = 2R$.
معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى ذات طرف ثاني معدوم حلها من الشكل :

$$q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

عند الشحن

$$q(t) = CE \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$q(20) = 10 \left(1 - e^{-\frac{20}{10}}\right)$$

$$q(20) = 10(1 - e^{-2})$$

$$q(20) = 8,65C$$

$$Q_0 = 8,65C$$

$$\tau = \dot{R}C = 2RC = 2 \times 10 \times 1 = 20s$$

$$q(t) = 8,65e^{-\frac{t}{20}}$$

(3) قيمة شدة التيار المار في الدارة عند اللحظة $t = 0$.

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = -\frac{8,65}{20} e^{-\frac{t}{20}}$$

$$i(0) = \left(\frac{dq(t)}{dt}\right)_{t=0} = -\frac{8,65}{20} = -0,43A$$

إشارة (-) معناه تيار التفريغ عكس تيار الشحن .

(4) قيمة الطاقة المخزنة في المكثفة عند اللحظتين $t = 0$ و $t = 20s$.

$$E_C(0) = \frac{1}{2} C U_C^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times (8,65)^2 = 37,41J$$

عند $t = 20 = \tau$ يكون $u_C = 0,37 \times 8,65$.

$$E_C(20) = \frac{1}{2} C U_C^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times (0,37 \times 8,65)^2 = 5,12J$$

(5) يمكن تفريغ المكثفة السابقة في مكثفة أخرى سعتها \hat{C} عوض الناقل الأومي \hat{R} . علما أن المكثفة \hat{C} كانت فارغة
أوجد قيمة التوتر الكهربائي بين طرفيها عند نهاية التفريغ . بحيث $\hat{C} = 2C$.

$$u_C(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$u_C(20) = 10 \left(1 - e^{-\frac{20}{10}}\right) = 8,65V$$

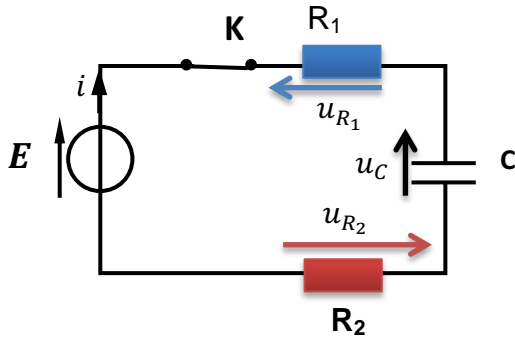
قيمة التوتر بين طرفي المكثفة عند $t = 0$ هو $8,65V$.

والمكثفة الأولى تتفرغ كليا في المكثفة الثانية لأن $\hat{C} > C$.

والاجابة تكون $u_{\hat{C}} = 8,65V$

التمرين(4)





(1) عند اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة K .
العبرة الحرفية للتوترات $u_{R_2} \cdot u_{R_1}$ بدلالة الشحنة $q(t)$.

$$q(t) = C u_C(t) \cdot i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

$$u_{R_1}(t) = R_1 i(t)$$

$$u_{R_1}(t) = R_1 \frac{dq(t)}{dt}$$

$$u_{R_2}(t) = R_2 i(t)$$

$$u_{R_2}(t) = R_2 \frac{dq(t)}{dt}$$

(2) بتطبيق قانون جمع التوترات بين أنه المعادلة التفاضلية لتطور شحنة المكثف من الشكل :

$$\frac{dq(t)}{dt} + a \cdot q(t) - b = 0$$

$$u_{R_1}(t) + u_{R_2}(t) + u_C(t) = E$$

$$R_1 \frac{dq(t)}{dt} + R_2 \frac{dq(t)}{dt} + \frac{q(t)}{C} = E$$

$$(R_1 + R_2) \frac{dq(t)}{dt} + \frac{q(t)}{C} = E$$

$$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} q(t) = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} q(t) - \frac{E}{R_1 + R_2} = 0$$

عبرة كل من a و b بدلالة E, C, R_1, R_2

$$\frac{dq(t)}{dt} + a q(t) - b = 0 \dots \dots (1)$$

$$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} q(t) - \frac{E}{R_1 + R_2} = 0 \dots \dots (2)$$

بالمطابقة بين (1) و (2) :

$$b = \frac{E}{R_1 + R_2} \text{ و } a = \frac{1}{(R_1 + R_2)C}$$

(3) يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة من الشكل : $q(t) = \alpha(1 - e^{-\beta t})$

استنتاج عبرة كل من α, β

$$q(t) = \alpha(1 - e^{-\beta t})$$

$$\frac{dq(t)}{dt} = \alpha \beta e^{-\beta t} \text{ نعوض في المعادلة التفاضلية}$$





$$\alpha \beta e^{-\beta t} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} \alpha (1 - e^{-\beta t}) - \frac{E}{R_1 + R_2} = 0$$

$$\alpha \beta e^{-\beta t} + \frac{\alpha}{(R_1 + R_2)C} - \frac{\alpha}{(R_1 + R_2)C} e^{-\beta t} - \frac{E}{R_1 + R_2} = 0$$

$$\alpha e^{-\beta t} \left(\beta - \frac{1}{(R_1 + R_2)C} \right) + \frac{\alpha}{(R_1 + R_2)C} - \frac{E}{R_1 + R_2} = 0$$

حتى يكون الحل السابق حل للمعادلة التفاضلية يجب ان يتحقق $\left(\beta - \frac{1}{(R_1 + R_2)C} = 0 \right)$ و

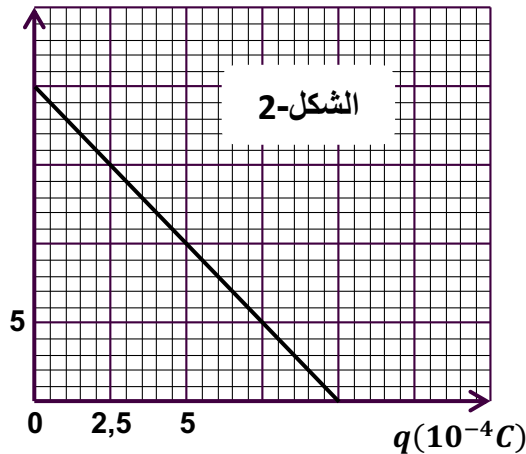
$$\left(\beta = \frac{1}{(R_1 + R_2)C} \right) \text{ و } (\alpha = CE) \text{ ومنه } \left(\frac{\alpha}{(R_1 + R_2)C} - \frac{E}{R_1 + R_2} = 0 \right)$$

(4) الشكل 2 يمثل تغيرات $\frac{dq(t)}{dt}$ بدلالة $q(t)$ بالاعتماد على الشكل- 2. أوجد كل من :

أ) ثابت الزمن τ .

$$\tau = (R_1 + R_2)C$$

$\frac{dq}{dt} (10^{-4} A)$



البيان هو عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته من الشكل .

$$\frac{dq(t)}{dt} = a q(t) + b$$

$$\text{من البيان } b = 20 \times 10^{-4} A$$

$$a = -\frac{20 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-4}} = -2$$

$$\frac{dq(t)}{dt} = -2 q(t) + 20 \times 10^{-4} \dots (1)$$

العلاقة النظرية نجدها من المعادلة التفاضلية .

$$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} q(t) - \frac{E}{R_1 + R_2} = 0$$

$$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} q(t) - \frac{E}{R_1 + R_2} = -\frac{1}{\tau} q(t) + \frac{E}{R_1 + R_2} \dots (2)$$

بالمطابقة بين (1) و (2) .

$$\frac{1}{\tau} = 2 \text{ ومنه } \tau = 0,5s$$

ب) سعة المكثفة C .

$$C = \frac{\tau}{R_1 + R_2} \text{ ومنه } \tau = (R_1 + R_2)C$$

$$C = \frac{0,5}{5 \times 10^3} = 5 \times 10^{-4} F$$

ج) التوتر الكهربائي بين طرفي المولد E .



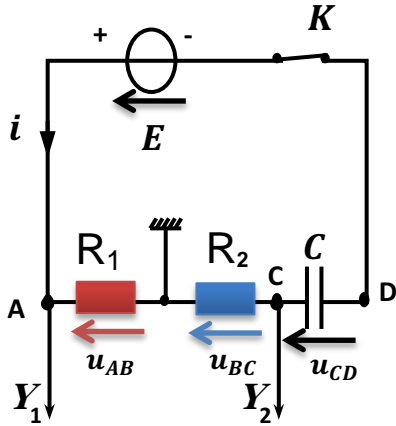


$$\cdot \frac{E}{R_1 + R_2} = 20 \times 10^{-4}$$

$$\cdot E = 5 \times 10^3 \times 20 \times 10^{-4} = 10V$$

التمرين (5)

(1) بين على الدارة السابقة كيفية وصل راسم الإهتزاز المهبطي بالدارة حتى نحصل على البيانيين السابقين .



(2) المعادلة التفاضلية لشحنة المكثفة $q(t)$.

قانون جمع التوترات .

$$\cdot u_{R_1}(t) + u_{R_2}(t) + u_C(t) = E$$

$$\cdot i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

$$\cdot R_1 \frac{dq(t)}{dt} + R_2 \frac{dq(t)}{dt} + \frac{q(t)}{C} = E$$

$$\cdot (R_1 + R_2) \frac{dq(t)}{dt} + \frac{q(t)}{C} = E$$

$$\cdot \frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} q(t) = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

(3) حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل $q(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{B}})$ ، عين A و B ، ماذا يمثل B وما هو مدلوله الفيزيائي ؟

$$\cdot \frac{dq(t)}{dt} = \frac{A}{B} e^{-\beta t} \text{ نعوض في المعادلة التفاضلية .}$$

$$\cdot \frac{A}{B} e^{-\frac{t}{B}} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} A (1 - e^{-\frac{t}{B}}) - \frac{E}{R_1 + R_2} = 0$$

$$\frac{A}{B} e^{-\frac{t}{B}} + \frac{A}{(R_1 + R_2)C} - \frac{A}{(R_1 + R_2)C} e^{-\frac{t}{B}} - \frac{E}{R_1 + R_2} = 0$$

$$A e^{-\frac{t}{B}} \left(\frac{1}{B} - \frac{1}{(R_1 + R_2)C} \right) + \frac{A}{(R_1 + R_2)C} - \frac{E}{R_1 + R_2} = 0$$

حتى يكون الحل السابق حل للمعادلة التفاضلية يجب ان يتحقق $\left(\frac{1}{B} - \frac{1}{(R_1 + R_2)C} = 0 \right)$ و

$$\cdot (B = (R_1 + R_2)C) \text{ و } (A = CE) \text{ ومنه } \left(\frac{A}{(R_1 + R_2)C} - \frac{E}{R_1 + R_2} = 0 \right)$$

يمثل B ثابت الزمن τ حيث $\tau = (R_1 + R_2)C$ (الزمن اللازم لشحن المكثفة ب 63% من شحنتها الأعظمية) .

(4) أكتب بدلالة E ، R_1 ، R_2 ، C العبارات اللحظية لكل من :

شدة التيار المار في الدارة .





$$. q(t) = CE \left(1 - e^{-\frac{t}{(R_1+R_2)C}} \right)$$

$$. i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = \frac{CE}{(R_1+R_2)C} e^{-\frac{t}{(R_1+R_2)C}}$$

$$. i(t) = \frac{E}{(R_1+R_2)} e^{-\frac{t}{(R_1+R_2)C}}$$

التوتر u_{AB} بين طرفي الناقل الأومي R_1 .

$$. u_{AB} = R_1 i(t)$$

$$. u_{AB} = \frac{R_1 E}{(R_1+R_2)} e^{-\frac{t}{(R_1+R_2)C}}$$

• التوتر u_{BC} بين طرفي الناقل الأومي R_2 .

$$. u_{BC} = R_2 i(t)$$

$$. u_{BC} = \frac{R_2 E}{(R_1+R_2)} e^{-\frac{t}{(R_1+R_2)C}}$$

(5) أكتب بدلالة R_1 ، R_2 ، C لحظة تقاطع مماس البيان $u_{AB} = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$ مع محور الأزمنة.

$$. u_{AB} = \frac{R_1 E}{(R_1+R_2)} e^{-\frac{t}{(R_1+R_2)C}}$$

معادلة المماس عند $t = 0$.

$$u_{AB} = \left(\frac{du_{AB}}{dt} \right)_{t=0} t + u_{AB}(0)$$

$$. \frac{du_{AB}}{dt} = -\frac{R_1 E}{(R_1+R_2)^2 C} e^{-\frac{t}{(R_1+R_2)C}}$$

$$. \left(\frac{du_{AB}}{dt} \right)_{t=0} = -\frac{R_1 E}{(R_1+R_2)^2 C}$$

$$. u_{AB}(0) = \frac{R_1 E}{(R_1+R_2)}$$

$$. u_{AB} = -\frac{R_1 E}{(R_1+R_2)^2 C} t + \frac{R_1 E}{(R_1+R_2)}$$

اللحظة التي يقطع فيها المماس محور الزمن يكون $u_{AB} = 0$.

$$. 0 = -\frac{R_1 E}{(R_1+R_2)^2 C} t + \frac{R_1 E}{(R_1+R_2)}$$

لحظة تقاطع مماس البيان $u_{AB} = f(t)$ هي $(t = \tau = (R_1 + R_2)C)$.

(6) اعتمادا على الدراسة التجريبية و النظرية السابقتين ، أوجد :

