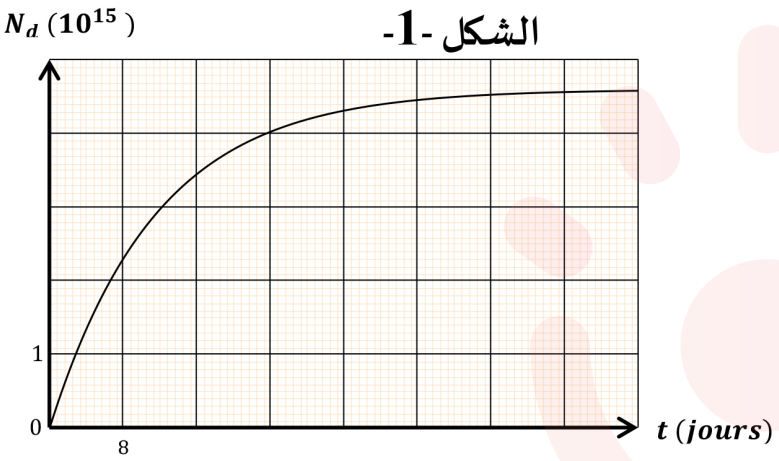
## التمرين الأول: (04 نقاط)

تنتج الغدة الدرقية هرمونات أساسية لوظائف مختلفة للجسم انطلاقا من اليود المحصل عليه بالتغذية.

للتحقق من شكل واشتغال هذه الغدة بحقن المريض بجرعة من اليود المشع 131 وينجز له التصوير بالإيماض عند لحظة نتعبرها مبدأ للأزمنة $t = 0$. حضر ممرض عينة من اليود 131 نشاطها الاشعاعي $A_0 = 9{,}28 \times 10^9\ Bq$، وعند اللحظة $t_1 = 4\ h$ أخذ الممرض جرعة أولى من العينة وحقنها لمريض أول، واحتفظ بباقي العينة ليحقنه لاحقا لمريض ثاني.

يمثل منحنى الشكل (1) التغيرات بدلالة الزمن لعدد أنوية اليود 131 المتفككة في الجرعة الأولى.

الشكل -1-




1. تتفكك نواة اليود 131 منتجتا نواة الكزينون $^{131}_{54}Xe$. اكتب معادلة التفكك مع تحديد نوع النشاط الاشعاعي.
2. احسب الطاقة المحررة عند تفكك نواة اليود 131.
3. عين زمن نصف العمر $t_{1/2}$ لنواة اليود 131.
4. احسب نشاط الجرعة الأولى لحظة حقنها للمريض الأول.
5. أراد الممرض أن يحقن الجرعة المتبقية لمريض ثاني، وكان عليه أن ينتظر اللحظة $t_2$ التي يصبح فيها للجرعة المتبقية نفس نشاط الجرعة الأولى عند اللحظة $t_1$. أحسب قيمة $t_2$

**المعطيات:**

$$m(^{131}_{53}I) = 130{,}8773\ u \quad m(^{131}_{54}Xe) = 130{,}8753\ u \quad m(^{A}_{Z}X) = 0{,}00055\ u \quad 1\ u = 931{,}5\ \frac{MeV}{c^2}$$

## التمرين الثاني: (04 نقاط)

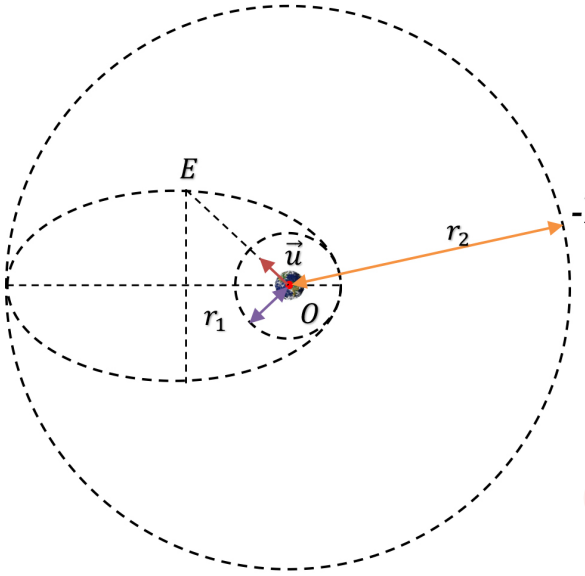
وضع جوهانس كيبلر (1571م – 1630م) القوانين الثلاثة التي تمكن من وصف حركة الكواكب والأقمار الطبيعية. تخضع كذلك حركة الأقمار الاصطناعية حول الأرض خارج الغلاف الجوي إلى قوانين كيبلر.

يتم انجاز انتقال قمر اصطناعي أرضي (S) على مدار دائري منخفض نصف قطره $r_1$ نحو مدار دائري مرتفع نصف قطره $r_2$ مرورا بمدار إهليجي مماس للمدارين الدائريين كما يبين الشكل (2). يكون المركز $O$ للأرض إحدى بؤرتي المدار الإهليجي.

نذكر بخاصة إهليج بؤرتاه $O$ و$O'$ ونصف محوره الكبير $a$: $OM + O'M = 2a$ بحيث $M$ نقطة من الإهليج.

نعتبر القمر الاصطناعي $(S)$ نقطيا ويخضع فقط لجاذبية الأرض وأن الأرض تنجز دورة كاملة حول محور دورانها خلال $24\ h$. ندرس حركة $(S)$ في المرجع الجيومركزي.

1. باستعمال التحليل البعدي، حدد بعد ثابت التجاذب الكوني $G$.
2. نرمز بـ $T_1$ لدور حركة القمر $(S)$ على المدار المنخفض وبـ $T_2$ لدور حركة $(S)$ على المدار المرتفع.
أ- عبر عن $T_1$ بدلالة $r_1$، $r_2$ و $T_2$.
ب- أحسب قيمة $T_1$ بالساعة علما أن $(S)$ ساكن بالنسبة للأرض على المدار المرتفع.
3. نعتبر النقطة $E$ التي تنتمي إلى المحور الصغير للمدار الإهليجي والمعرفة بـ $\overrightarrow{OE} = OE.\vec{u}$ حيث $\|\vec{u}\| = 1$.
أ- اعط عبارة شعاع التسارع $\vec{a}_S$ للقمر $(S)$ عند $E$ بدلالة $G$، $M_T$ و $OE$.
ب- أحسب قيمة $\|\vec{a}_S\|$ عند النقطة $E$.




الشكل -2-

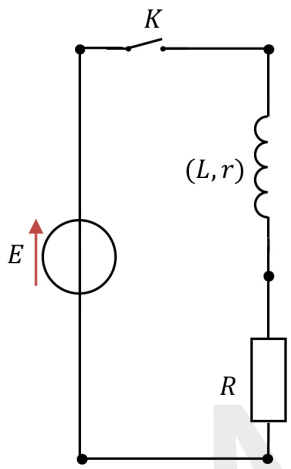
**المعطيات:**

$G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ SI$ $\quad M_T = 6{,}0 \times 10^{24}\ Kg$ $\quad r_2 = 42200\ km$ $\quad r_1 = 6700\ km$

## التمرين الثالث: (06 نقاط)

دارة كهربائية تشمل على التسلسل الأجهزة التالية وشيعة $(L, r)$، ناقل أومي مقاومته $R = 16\ \Omega$، مولد ذو توتر مستمر قوته المحركة الكهربائية $E = 6\ V$ وقاطعة $K$. الشكل (3).

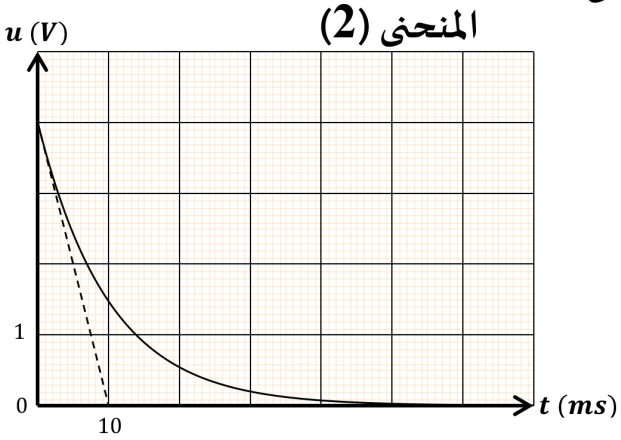
نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$.

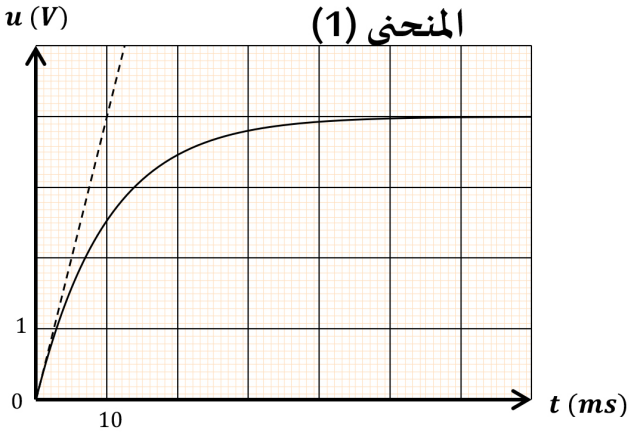



الشكل -3-

1. أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها $u_R(t)$ التوتر الكهربائي بين طرفي الناقل الأومي.
2. نعاين على شاشة راسم الاهتزاز المهبطي ذو ذاكرة التوتر $u_R(t)$ بين طرفي الناقل الأومي.
- حدد، معللا إجابتك، من بين المنحنيين (الشكل (4)) رقم المنحنى الممثل لتغيرات التوتر $u_R(t)$.
3. تحقق أن قيمة $I_0$ شدة التيار الكهربائي في النظام الدائم هي: $I_0 = 0{,}25\ A$.
4. قيمة التوتر بين طرفي الوشيعة في النظام الدائم هي $u_b = 2\ V$، أحسب قيمة $r$.
5. عين بيانيا قيمة ثابت الزمن $\tau$، ثم بين أن $L = 0{,}24\ H$.

الشكل -4-



Nafouz

## التمرين التجريبي: (06 نقاط)

يوجد حمض البنزويك $C_6H_5COOH$ على شكل مسحوق أبيض يستعمل كمادة حافظة في الصناعة الغذائية.

1. نذيب كتلة $m$ من حمض البنزويك في الماء المقطر، فنحصل على محلول $S$ حجمه $V = 200\ mL$ وتركيزه $C = 10^{-2}\ mol/L$، نقيس الناقلية النوعية للمحلول المحصل عليه فنجد $\sigma = 29\ mS.m^{-1}$.

أ- أحسب قيمة الكتلة $m$.

ب- أكتب معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء.

جـ- أنشئ جدولا لتقدم التفاعل واحسب قيمة نسبة التقدم النهائي $\tau$ للتفاعل الحاصل.

د- أوجد عبارة $pH$ المحلول $S$ بدلالة $C$ و$\tau$، ثم احسب قيمته.

هـ- استنتج قيمة ثابت الحموضة $K_a$ للثنائية $(C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-)$.

2. لتحديد درجة نقاوة مسحوق حمض البنزويك، نضيف كتلة $m' = 1\ g$ من مسحوق حمض البنزويك إلى حجم $V_B = 20\ mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$ تركيزه $C_B = 1\ mol/L$ بحيث تكون شوارد $OH^-$ أكثر بكثير من جزيئات الحمض $C_6H_5COOH$، نرمز لكمية مادة الحمض البنزويك الابتدائية بـ $n_0$.

- اكتب عبارة كمية مادة شوارد $OH^-$ المتبقية بدلالة $V_B$، $C_B$ و$n_0$ عند نهاية التفاعل.

3. نعاير فائض الشوارد $OH^-$ بواسطة محلول حمض الهيدروجين $(H_3O^+ + Cl^-)$ تركيزه $C_A = 0{,}5\ mol/L$، نستخدم لذلك جهاز قياس الـ $pH$ فنتحصل على البيان $pH = f(V_A)$ الممثل في الشكل (5).

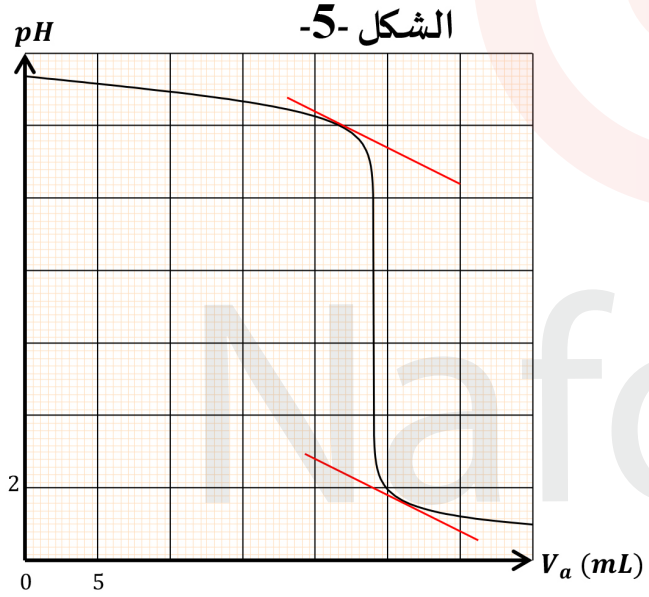
أ- أكتب معادلة تفاعل معايرة شوارد الهيدروكسيد المتبقية.

ب- أحسب كمية مادة شوارد الهيدروكسيد المتبقية.

جـ- احسب $n_0$.

د- استنتج النسبة الكتلية لحمض البنزويك الخالص في المسحوق.

الشكل -5-




**المعطيات:**

- الكتلة المولية لحمض البنزويك: $M = 122\ g.mol^{-1}$.
- الناقلية النوعية المولية الشاردية عند $25°C$:

$$\lambda(H_3O^+) = 35\ mS.m^2.mol^{-1}$$
$$\lambda(C_6H_5COO^-) = 3{,}25\ mS.m^2.mol^{-1}$$

Nafouz

## ~ الموضوع الثاني ~

### التمرين الأول: (04 نقاط)

تكوّن الهيليوم انطلاقا من الدوتيريوم والتريسيوم (نظيرا الهيدروجين) هو تفاعل اندماج نووي يحدث تلقائيا وباستمرار في قلب النجوم محررا طاقة هائلة. وقد حاول الانسان إحداث هذا التفاعل في المختبر من أجل استغلال الطاقة المحررة والتحكم في استعمالها عند الضرورة. لكن الطريق لا زال طويلا للتغلب على مختلف العوائق التقنية.

ننمذج هذا التفاعل النووي بالمعادلة التالية:

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{A}_{Z}He + ^{1}_{0}n$$

1. عرف تفاعل الاندماج النووي، ثم حدد $A$ و $Z$ لنواة الهيليوم.
2. احسب بالوحدة $MeV$ الطاقة المحررة $E_{Lib}$ خلال هذا التفاعل النووي.
3. مثل مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل الاندماج المدروس.
4. تحتوي عينة من التربة على عنصر التريسيوم المشع. عند اللحظة $t = 0$ يكون النشاط الاشعاعي لهذه العينة هو $A_0 = 2 \times 10^6\ Bq$، ويكون نشاطها الاشعاعي $A(t_1) = 1,6 \times 10^6\ Bq$ عند اللحظة $t_1 = 4\ ans$.

   أ- احسب ثابت التفكك $\lambda$.

   ب- احسب النشاط الاشعاعي $A(t_2)$ للعينة المدروسة عند اللحظة $t_2 = 12,4\ ans$.

**المعطيات:**

$$m(^{A}_{Z}He) = 4,00150\ u \quad m(^{2}_{1}H) = 2,01355\ u \quad m(^{3}_{1}H) = 3,01550\ u \quad m(^{1}_{0}n) = 1,00866\ u \quad 1\ u = 931,5\ \frac{MeV}{c^2}$$

### التمرين الثاني: (04 نقاط)

يتوفر كوكب "المشتري" $Jupiter$ على أربعة أقمار تدور حوله وهي: $Gallisto$، $Ganymène$، $Europe$ و $Io$.

ندرس حركة القمر $Europe$ الذي نعتبر مساره دائريا.

1. انجز شكلا توضيحيا يبين كوكب المشتري والقمر $Europe$ على مداره ثم مثل القوة التي يؤثر بها المشتري على هذا القمر.
2. أعط العبارة الشعاعية لهذه القوة $\vec{F}_{j/E}$ بدلالة $M_E$ كتلة القمر $Europe$ ، $M_J$، $G$ و $r$.
3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على القمر $Europe$، بين أن حركته منتظمة.
4. اكتب عبارة السرعة $v$، ثم احسبها بالنسبة للقمر $Europe$.
5. استنتج الدور $T$ لحركة القمر $Europe$.
6. بين أن القانون الثالث لكبلر يكتب كما يلي:

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_J}$$

7. دور حركة القمر $Io$ هو $T_{Io} = 1j\ 18h\ 18min$. حدد نصف قطر مدار القمر $r_{Io}$.

**المعطيات:**

- ثابت الجذب العام: $G = 6,67 \times 10^{-11}\ SI$
- كتلة كوكب المشتري: $M_J = 1,9 \times 10^{27}\ Kg$
- نصف قطر مدار القمر $Europe$: $r = 6,7 \times 10^5\ km$

Nafouz

## التمرين الثالث: (06 نقاط)

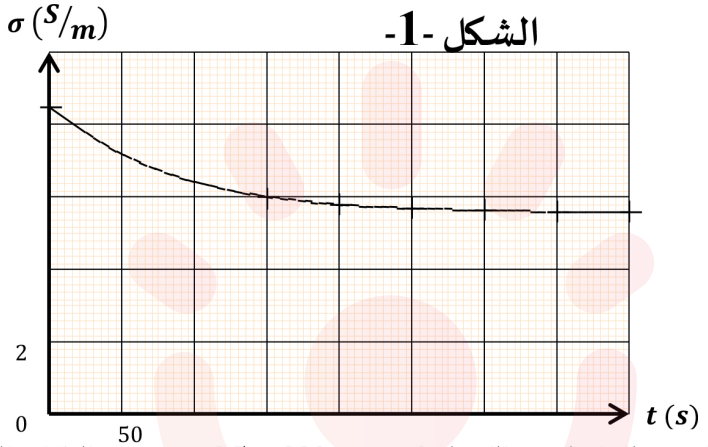
كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(S)}$ مركب يوجد في الكلسيات مثل الطباشير والرخام وهو المكون الأساس لصدفات الحيوانات البحرية. يمكن إبراز وجوده في الصخور بإضافة حمض كلور الهيدروجين فتتكون فقاعات.

نضع كتلة $m = 1{,}3\ g$ من مسحوق يحتوي على كربونات الكالسيوم في كأس بيشر، وعند اللحظة $t = 0$ نصب في الكأس حجما $V = 200\ mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين $\left(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}\right)$ تركيزه المولي $C$، فيحدث تفاعل كيميائي وحيد بطيء وكلي معادلته:

$$CaCO_{3(S)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

يمثل المنحنى (الشكل 01) تغيرات الناقلية النوعية للخليط بدلالة الزمن.

الشكل -1-




بحيث تعطى عبارة الناقلية النوعية للخليط عند اللحظة $t = 0$ بـ $\sigma = 8{,}5 - 290x$ مع $\sigma$ الناقلية النوعية $(S.m^{-1})$ و $x$ تقدم التفاعل $(mol)$.

1. تحقق أن قيمة التركيز المولي $C$ لمحلول حمض كلور الهيدروجين هي $0{,}02\ mol/L$.
2. أوجد قيمة التقدم الأعظمي $x_{max}$، واستنتج المتفاعل المحد.
3. احسب نسبة كربونات الكالسيوم في المسحوق.
4. عبر بدلالة الناقلية النوعية عن السرعة الحجمية للتفاعل، ثم احسب قيمته عند اللحظة $t = 100\ s$.
5. احسب قيمة التركيز المولي لشوارد الكالسيوم $Ca^{2+}$ عند اللحظة $t = 2t_{1/2}$، حيث $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل.
6. احسب قيمة $pH$ المزيج التفاعلي عند اللحظة $t = 2t_{1/2}$.

**المعطيات:**

$$\lambda(H_3O^+) = 35\ mS.m^2.mol^{-1} \quad \lambda(Cl^-) = 7{,}5\ mS.m^2.mol^{-1} \quad \lambda(Ca^{2+}) = 12\ mS.m^2.mol^{-1}$$
$$M(C) = 12\ g.mol^{-1} \quad M(Ca) = 40\ g.mol^{-1} \quad M(O) = 16\ g.mol^{-1}$$

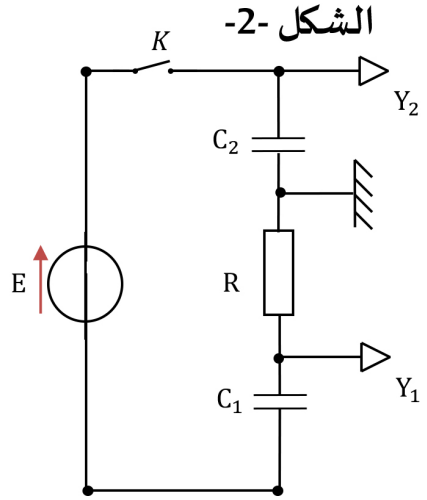
## التمرين التجريبي: (06 نقاط)

ننجز الدارة الممثلة في الشكل (2) والمكونة من:

- ناقل أومي $R$ حيث $R = 3\ k\Omega$.
- مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية $E$.
- مكثفتين غير مشحونتان سعتاهما $C_1$ و $C_2 = 2\ \mu F$.
- قاطعة $K$.

نغلق القاطعة $K$ عند اللحظة $t = 0$.

الشكل -2-



1. بين أن عبارة السعة المكافئة هي من الشكل التالي:

$$C_e = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2}$$

2. بين أن المعادلة التفاضلية التي يخضع لها التوتر $u_2(t)$ بين طرفي المكثفة $C_2$ هي:

$$\frac{1}{R.C_e}u_2 + \frac{du_2}{dt} = \frac{E}{R.C_2}$$

3. يكتب حل هذه المعادلة على الشكل: $u_2(t) = A(1 - e^{-\lambda t})$. أوجد عبارتي كل من الثابتين $A$ و$\lambda$ 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.

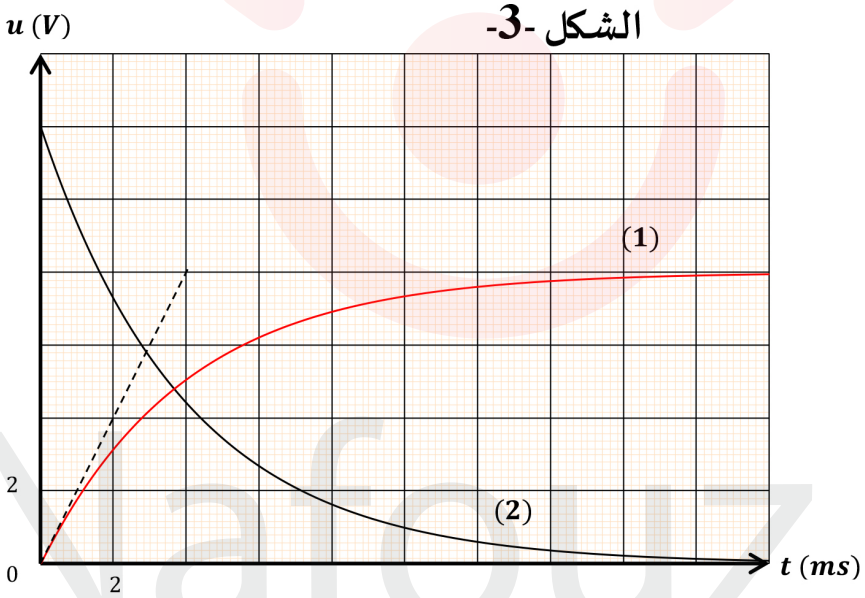
ب- حدد قيمة كل من القوة المحركة الكهربائية للمولد $E$ و ثابت الزمن $\tau$.

جـ- استخرج قيمة كل من $u_2(t)$ و$u_1(t)$ في النظام الدائم.

د- أوجد قيمة سعة المكثفة $C_1$.

5. أحسب الطاقة المخزنة في الدارة عند نهاية عملية الشحن.

**الشكل -3-**



Nafouz

## ~ الموضوع الأول ~

### التمرين الأول: (04 نقاط)

1. **معادلة التفكك:**

$$^{131}_{53}I \rightarrow ^{131}_{54}Xe + ^{A}_{Z}X$$

حسب قانوني الانحفاظ (صودي):

$$\begin{cases} 131 = 131 + A \\ 53 = 54 + Z \end{cases}$$

ومنه:

0,5

$$\boxed{A = 0 \quad Z = -1}$$

إذن:

0,25

$$^{131}_{53}I \rightarrow ^{131}_{54}Xe + ^{0}_{-1}e$$

نوع النشاط الإشعاعي: $\beta^-$

2. **حساب الطاقة المحررة $E_{Lib}$:**

$$E_{Lib} = \Delta m.c^2 = \left(m_{\text{متفاعلات}} - m_{\text{نواتج}}\right).c^2$$

0,75

$$E_{Lib} = \left[m(^{131}_{53}I) - \left(m(^{131}_{54}Xe) + m(^{0}_{-1}e)\right)\right].c^2$$

$$E_{Lib} = [130{,}8773 - (130{,}8753 + 0{,}00055\ )] \times 931{,}5 = 1{,}35\ Mev$$

$$\boxed{E_{Lib} = 1{,}35\ Mev}$$

3. **تحديد زمن نصف العمر $t_{1/2}$:**

0,75

$$N_d(t_{1/2}) = \frac{N_d(t_f)}{2} = \frac{4{,}6 \times 10^{15}}{2} = 2{,}3 \times 10^{15}\ noyaux$$

بالإسقاط على البيان، نجد:

$$\boxed{t_{1/2} = 8\ jours}$$

4. **حساب نشاط الجرعة الأولى:**

حسب قانون النشاط الاشعاعي:

0,75

$$A(t_1) = A_0.e^{-\lambda t_1} = 9{,}28 \times 10^9 \times e^{-\left(\frac{\ln 2}{8\times 24}\times 4\right)} = 9{,}14 \times 10^9\ Bq$$

إذن:

$$\boxed{A(t_1) = 9{,}14 \times 10^9\ Bq}$$

5. **حساب قيمة $t_2$:**

$$A(t_2) = A(t_1)$$

ومنه:

01

$$t_2 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times \ln\left(\frac{A_0}{A(t_1)}\right) = \frac{0{,}69}{8 \times 24} \times \ln\left(\frac{9{,}28 \times 10^9}{9{,}14 \times 10^9}\right) = 4{,}23\ h$$

إذن:

$$\boxed{t_2 = 4h13\ \text{min}\ 48\ s}$$

### التمرين الثاني: (04 نقاط)

1. **تحديد بعد ثابت التجاذب الكوني $G$:**

حسب قانون التجاذب الكوني:

0,25

$$F = G.\frac{M_T.M_S}{r^2}$$

ومنه:

$$G = \frac{F.r^2}{M_T.M_S}$$

إذن:

$$[G] = [F].[L]^2.[M]^{-2} \dots (1)$$

ولدينا من القانون الثاني لنيوتن:

$$F = M_S.a_S$$

إذن:

$$[F] = [M].[L].[T]^{-2} \dots (2)$$ 0,75

بتعويض (2) في (1)، نجد:

$$[G] = [M].[L].[T]^{-2}.[L]^2.[M]^{-2}$$

إذن:

$$\boxed{[G] = [L]^3.[T]^{-2}.[M]^{-1}}$$

وحدة الثابت $G$ هي: $\boldsymbol{m^3.s^{-2}.kg^{-1}}$

2. **أ- عبارة $T_1$:**

بتطبيق القانون الثالث لكيبلر على المدار المنخفض والمدار المرتفع، نجد:

$$\begin{cases} {T_1}^2 = K.{r_1}^3 \\ {T_2}^2 = K.{r_2}^3 \end{cases}$$

ومنه: 0,75

$$T_1 = T_2.\sqrt{\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3}$$

**ب- حساب قيمة $T_1$:**

بما أن القمر $(S)$ ساكن بالنسبة للأرض على المدار المرتفع، إذن: $T_2 = 24\ h$

منه:

$$T_1 = 24.\sqrt{\left(\frac{6700}{42200}\right)^3} = 1{,}52\ h$$ 0,75

إذن:

$$\boxed{T_1 = 1{,}52\ h}$$

3. **أ- عبارة التسارع $\vec{a}_S$ عند النقطة $E$:**

- الجملة المدروسة: القمر $(S)$.
- مرجع الدراسة: جيومركزي. 0,25

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$$\sum \vec{F}_{ext} = M_S.\vec{a}_s$$ 0,25

أي:

$$-G\frac{M_s.M_T}{OE^2}.\vec{u} = M_S.\vec{a}_s$$

إذن:

$$\boxed{\vec{a}_S = -G\frac{M_T}{OE^2}.\vec{u}}$$ 0,25

**ب- حساب قيمة $\vec{a}_S$ عند النقطة $E$:**

بما أن النقطة $E$ تنتمي إلى المحور الصغير إذن: $OE = O'E$

حسب خواص الإهليج:

$$\begin{cases} OE + O'E = 2a \\ r_1 + r_2 = 2a \end{cases}$$

ومنه:

0,25 $$OE = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

إذن:

$$a_s = G.\frac{M_T}{\left(\frac{r_1 + r_2}{2}\right)^2} = 4G.\frac{M_T}{(r_1 + r_2)^2} = 4 \times 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{6{,}0 \times 10^{24}}{((42200 + 6700) \times 10^3)^2} = 0{,}67\ m.s^{-2}$$

0,5 $$\boxed{a_s = 0{,}67\ m.s^{-2}}$$

## التمرين الثالث: (06 نقاط)

1. **إثبات المعادلة التفاضلية بدلالة $u_R(t)$:**

بتطبيق قانون جمع التوترات:

$$u_b + u_R = E$$

ومن جهة أخرى، لدينا:

$$\begin{cases} u_b = L.\frac{di}{dt} + r.i \ldots (1) \\ u_R = R.i \ldots (2) \end{cases}$$

ومنه:

$$L.\frac{di}{dt} + r.i + u_R = E \ldots (3)$$

ومن العبارة (2)، لدينا: 01,5

$$i = \frac{u_R}{R} \ldots (4)$$

باشتقاق العبارة (4):

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{R}.\frac{du_R}{dt} \ldots (5)$$

ومنه بتعويض (4) في(5) في (3)، نجد:

$$L.\frac{1}{R}.\frac{du_R}{dt} + r.\frac{u_R}{R} + u_R = E$$

إذن:

$$\boxed{\frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L}.u_R = \frac{RE}{L}}$$

2. **تحديد المنحنى البياني:**

المنحنى (1) هو المنحنى الممثل لتغيرات $u_R(t)$، لأنه عند $t = 0$ يكون $i(0) = 0\ A$، ونعلم أن:

0,75 $$u_R = R.i$$

منه:

$$u_R(0) = 0V$$

3. **التحقق من قيمة $I_0$:**

في النظام الدائم:

$$u_R(max) = R.I_0$$

ومنه:

0,75 $$I_0 = \frac{u_R(max)}{R} = \frac{4}{16} = 0{,}25\ A$$

إذن:

$$\boxed{I_0 = 0{,}25\ A}$$

4. **التحقق من قيمة $u_b$:**

لدينا:

0,75 $$u_b = E - R.I_0 = 6 - (4 \times 0{,}25) = 2\ V$$

إذن:

$$\boxed{u_b = 2\ V}$$

- حساب قيمة المقاومة $r$:

$$u_b = r.I_0$$

ومنه:

0,75 $$r = \frac{u_b}{I_0} = \frac{2}{0{,}25} = 8\ \Omega$$

إذن:

$$\boxed{r = 8\ \Omega}$$

5. **تعيين ثابت الزمن $\tau$ والذاتية $L$:**

من المنحنى البياني:

0,75 $$\boxed{\tau = 10\ ms}$$

نعلم أن:

$$\tau = \frac{L}{R + r}$$

ومنه:

0,75 $$L = \tau(R + r) = 10 \times (16 + 8) = 240\ mH$$

إذن:

$$\boxed{L = 240\ mH}$$

## التمرين التجريبي: (06 نقاط)

1. **أ- حساب قيمة الكتلة $m$:**

0,5 $$m = C \times M \times V = 0{,}01 \times 122 \times 0{,}2 = 0{,}244\ g$$

إذن:

$$\boxed{m = 0{,}244\ g}$$

**ب- كتابة معادلة تفاعل حمض البنزويك مع الماء:**

0,25 $$C_6H_5COOH + H_2O = C_6H_5COO^- + H_3O^+$$

**جـ- جدول تقدم التفاعل:**

0,25

| معادلة التفاعل | | $C_6H_5COOH$ + | $H_2O$ | = $C_6H_5COO^-$ + | $H_3O^+$ |
|---|---|---|---|---|---|
| الحالة | التقدم | $n(C_6H_5COOH)$ | $n(H_2O)$ | $n(C_6H_5COO^-)$ | $n(H_3O^+)$ |
| النهائية | $0$ | $n_0 = C.V$ | | $0$ | $0$ |
| الوسطية | $x$ | $n_0 - x$ | | $x$ | $x$ |
| النهائية | $x_f$ | $n_0 - x_f$ | | $x_f$ | $x_f$ |

- حساب قيمة $\tau_f$:

لدينا:

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]}{C}$$

منه:

$$[H_3O^+] = [C_6H_5COO^-] = \tau_f.C \ldots (1)$$

لدينا عبارة ناقلية المحلول:

0,75 $$\sigma = \lambda_{H_3O^+}.[H_3O^+] + \lambda_{C_6H_5COO^-}.[C_6H_5COO^-]$$

من العبارة (1)، نجد:

$$\sigma = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5COO^-}).\tau_f.C$$

إذن:

$$\tau_f = \frac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5COO^-}).C} = \frac{29}{(3{,}25 + 35) \times 0{,}01 \times 10^3} = 7{,}58 \times 10^{-2}$$

$$\boxed{\tau_f = 7{,}58 \times 10^{-2}}$$

**د- عبارة $pH$ بدلالة $\tau$ و $C$:**

نعلم أن:

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

من العبارة (1)، نجد:

0,5

$$\boxed{pH = -\log(\tau_f.C)}$$

$$pH = -\log(7{,}58 \times 10^{-2} \times 0{,}01) = 3{,}12$$

إذن:

$$\boxed{pH = 3{,}12}$$

2. **استنتاج قيمة $K_a$:**

نعلم أن:

0,75

$$K_a = \frac{[C_6H_5COO^-].[H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]} = \frac{{\tau_f}^2.C}{1-\tau_f} = \frac{(7{,}58 \times 10^{-2})^2 \times 0{,}01}{1 - 7{,}58 \times 10^{-2}} = 6{,}2 \times 10^{-5}$$

$$\boxed{K_a = 6{,}2 \times 10^{-5}}$$

3. **كتابة عبارة كمية المادة لشوارد $OH^-$ المتبقية:**

لدينا:

$$n'(OH^-) = C_b.V_b - x_f \ldots (1)$$

بما أن شوارد الهيدروكسيد أكبر بكثير من جزيئات الحمض، إذن المتفاعل المحد هو حمض البنزويك، ومنه نكتب:

$$n'(C_6H_5COOH) = n_0 - x_f = 0$$

إذن:

0,75

$$n_0 = x_f \ldots (2)$$

من العبارتين (1) و(2)، نجد:

$$\boxed{n'(OH^-) = C_b.V_b - n_0}$$

4. **أ- كتابة معادلة تفاعل المعايرة:**

0,5

$$H_3O^+ + OH^- = 2H_2O$$

**ب- حساب كمية شوارد $OH^-$ المتبقية:**

- حجم التكافؤ من الشكل (4): 0,25 $\boxed{V_E = 24\ mL}$

عند نقطة التكافؤ، لدينا:

$$n'(OH^-) = C_A.V_E = 0{,}5 \times 24 \times 10^{-3} = 1{,}2 \times 10^{-2}\ mol$$

إذن:

0,5

$$\boxed{n'(OH^-) = 1{,}2 \times 10^{-2}\ mol}$$

**ج- حساب كمية المادة $n_0$:**

لدينا، سابقا:

$$n_0 = C_b.V_b - n'(OH^-) = 1 \times 20 \times 10^{-3} - 1{,}2 \times 10^{-2} = 8 \times 10^{-3}\ mol$$

إذن:

0,5

$$\boxed{n_0 = 8 \times 10^{-3}\ mol}$$

د- استنتاج النسبة الكتلية لحمض البنزويك:

$$P = \frac{m_0}{m'} \times 100 = \frac{n_0 \times M \times 100}{m'} = \frac{8 \times 10^{-3} \times 122 \times 100}{1} = 97{,}6\ \%$$

إذن:

0,5 $\boxed{P = 97{,}6\ \%}$

---

## ~ الموضوع الثاني ~

### التمرين الأول: (04 نقاط)

1. **تعريف الاندماج النووي وتحديد $A$ و$Z$:**

0,25 - **الاندماج النووي:** هو تفاعل نووي مفتعل يتم خلاله التحام نواتين خفيفتين لتشكيل نواة أكثر ثقلا ويسمح هذا التفاعل بتحرير طاقة كبيرة.

حسب قانوني الانحفاظ (صودي):

$$\begin{cases} 2 + 3 = A + 1 \\ 1 + 1 = Z + 0 \end{cases}$$

0,5 ومنه:

$\boxed{A = 4 \quad Z = 2}$

2. **حساب الطاقة المحررة $E_{Lib}$:**

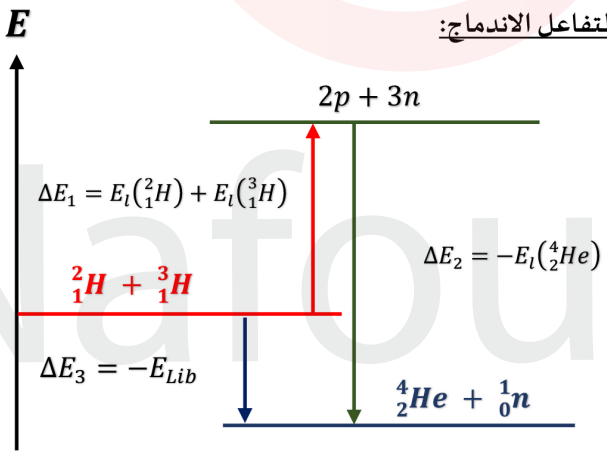
$$E_{Lib} = \Delta m.c^2 = \left(m_{\text{متفاعلات}} - m_{\text{نواتج}}\right).c^2$$

0,75
$$E_{Lib} = \left[m(^2_1H) + m(^3_1H) - \left(m(^4_2He) + m(^1_0n)\right)\right].c^2$$

$$E_{Lib} = [2{,}01355 + 3{,}01550 - (4{,}00150 + 1{,}00866)] \times 931{,}5 = 17{,}6\ Mev$$

$\boxed{E_{Lib} = 17{,}6\ Mev}$

3. **تمثيل الحصيلة الطاقوية لتفاعل الاندماج:**




01

4. **أ- حساب ثابت التفكك $\lambda$:**

لدينا حسب قانون النشاط الاشعاعي:

$$A(t_1) = A_0.e^{-\lambda.t_1}$$

منه:

01
$$\lambda = \frac{1}{t_1}.\ln\left(\frac{A_0}{A(t_1)}\right) = \frac{1}{4}.\ln\left(\frac{2 \times 10^6}{1{,}6 \times 10^6}\right) = 5{,}58 \times 10^{-2}\ ans^{-1}$$

إذن:

$\boxed{\lambda = 5{,}58 \times 10^{-2}\ ans^{-1}}$

**ب- حساب النشاط الاشعاعي $A(t_2)$:**

لدينا:

$$A(t_2) = 2 \times 10^6 \times e^{-(5{,}58 \times 10^{-2} \times 12{,}4)} = 4{,}03 \times 10^6\ Bq$$

0,5

إذن:

$$\boxed{A(t_2) = 4,03 \times 10^6\ Bq}$$

## التمرين الثاني: (04 نقاط)

1. **الشكل التوضيحي:**
2. **العبارة الشعاعية للقوة $\vec{F}_{J/E}$:**

$$\boxed{\vec{F}_{J/E} = -G.\frac{M_E \times M_J}{r^2}.\vec{u}}$$ 0,25

3. **إثبات أن الحركة منتظمة:**

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$$\sum \vec{F}_{ext} = M_E.\vec{a}_E$$ 0,25

ومنه:

$$-G.\frac{M_E \times M_J}{r^2}.\vec{u} = M_E.\vec{a}_E$$ 0,25

إذن:

$$\vec{a}_E = -G.\frac{M_J}{r^2}.\vec{u} \dots (1)$$

منه نستنتج أن تسارع الحركة ثابت.

ومن جهة أخرى لدينا، عبارة التسارع في معلم فريني:

$$\vec{a}_E = \frac{dv}{dt}.\vec{t} - \frac{v^2}{r}.\vec{u} \dots (2)$$ 0,25

بمطابقة العبارتين (1) و(2)، نجد:

$$\begin{cases} \vec{a}_E = \vec{a}_n = -\dfrac{v^2}{r}.\vec{u} \\ \vec{a}_t = \dfrac{dv}{dt} = 0 \end{cases}$$ 0,5

منه نستنتج أن $v = C^{ste}$ ، إذن حركة القمر $E$ هي حركة منتظمة.

4. **كتابة عبارة السرعة $v$:**

لدينا:

$$\begin{cases} \vec{a}_E = -\dfrac{v^2}{r}.\vec{u} \\ \vec{a}_E = -G.\dfrac{M_J}{r^2}.\vec{u} \end{cases}$$

ومنه:

$$\frac{v^2}{r} = G.\frac{M_J}{r^2}$$

إذن:

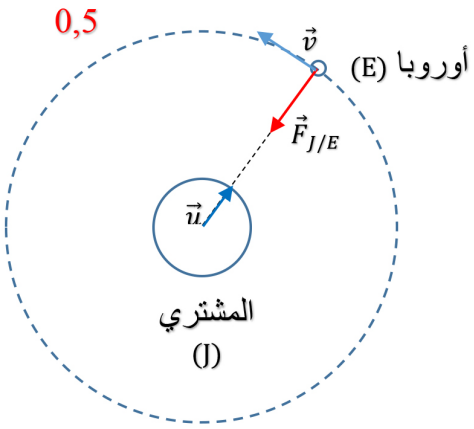
$$\boxed{v = \sqrt{G.\frac{M_J}{r}}}$$ 0,5

$$v = \sqrt{6,67 \times 10^{-11}.\frac{1,9 \times 10^{27}}{6,7 \times 10^5 \times 10^3}} = 1,38 \times 10^4\ m/s$$ 0,25

$$\boxed{v = 1,38 \times 10^4\ m/s}$$

5. **استنتاج عبارة الدور $T$:**

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times 3,14 \times 6,7 \times 10^5 \times 10^3}{1,38 \times 10^4} = 3,06 \times 10^5\ s$$ 0,25



إذن:

$$\boxed{T = 3,06 \times 10^5\ s}$$

6. **اثبات القانون الثالث لنيوتن $K$:**

لدينا سابقا:

$$\begin{cases} T = \dfrac{2\pi r}{v} \\ v = \sqrt{G.\dfrac{M_J}{r}} \end{cases}$$

منه:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{G.M_J}}$$

بتربيع العبارة السابقة نجد:

$$T^2 = 4\pi^2\frac{r^3}{G.M_J}$$

إذن:

0,5

$$\boxed{\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_J}}$$

7. **تحديد نصف القطر $r_{Io}$:**

لدينا:

$$\frac{{T_{Io}}^2}{{r_{Io}}^3} = \frac{T^2}{r^3}$$

0,75

ومنه:

$$r_{Io} = r.\sqrt[3]{\frac{{T_{Io}}^2}{T^2}} = 6,7 \times 10^5 \times \sqrt[3]{\frac{(42 \times 3600 + 18 \times 60)^2}{(3,05 \times 10^5)^2}} = 4,22 \times 10^5\ km$$

إذن:

## التمرين الثالث: (06 نقاط)

1. **التحقق من قيمة التركيز المولي $C$:**

لدينا:

$$\sigma_0 = \lambda_{H_3O^+}.[H_3O^+] + \lambda_{Cl^-}.[Cl^-] = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \times C$$

منه:

$$C = \frac{\sigma_0}{\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}} = \frac{8,5}{(35 + 7,5) \times 10^{-3}} = 200\ mol/m^3$$

إذن:

0,5

$$\boxed{C = 0,2\ mol/L}$$

2. **إيجاد قيمة التقدم الأعظمي $x_{max}$:**

لدينا:

$$\sigma_f = 8,5 - 290.x_{max}$$

ومنه:

0,5

$$x_{max} = \frac{8,5 - \sigma_f}{290} = \frac{8,5 - 5,6}{290} = 0,01\ mol$$

إذن:

$$\boxed{x_{max} = 0,01\ mol}$$

- المتفاعل المحد هو $CaCO_3$ لأن:

$$x_{max}(HCl) = \frac{C.V}{2} = \frac{0,2 \times 0,2}{2} = 0,02\ mol$$

0,25

$$x_{max}(HCl) \neq x_{max}$$

3. **حساب نسبة كربونات الكالسيوم في المسحوق:**

لدينا:

$$P(\%) = \frac{m'}{m} \times 100 = \frac{M(CaCO_3) \times x_{max}}{m} \times 100 = \frac{100 \times 0,0,1}{1,3} \times 100 = 76,9\ \%$$

إذن:

0,5

$$P = 76,9\ \%$$

4. **عبارة السرعة الحجمية للتفاعل:**

لدينا عبارة السرعة الحجمية للتفاعل:

0,25

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt} \dots (1)$$

ومن جهة أخرى نعلم أن:

$$\sigma = 8,5 - 290.x$$

ومنه:

$$x = \frac{8,5 - \sigma}{290}$$

باشتقاق عبارة $x$، نجد:

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{290} \cdot \frac{d\sigma}{dt} \dots (2)$$

بتعويض العبارة (1) في (2)، نجد:

0,5

$$v_{vol} = -\frac{1}{290.V} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$$

- تطبيق عددي:

$$v_{vol} = -\frac{1}{290.V} \cdot \frac{d\sigma}{dt}\Big|_{t=100\ s} = -\frac{1}{290 \times 0,2} \times \frac{6,4 - 7,6}{100 - 0} = 2,07 \times 10^{-4}\ mol/L.s$$

إذن:

0,5

$$v_{vol} = 2,07 \times 10^{-4}\ mol/L.s$$

5. **حساب قيمة التركيز المولي لشوارد الكالسيوم:**

لدينا عند $t = t_{1/2}$:

$$\sigma(t_{1/2}) = 8,5 - 290.x_{1/2} = 8,5 - 290 \times \left(\frac{0,01}{2}\right) = 7,05\ S/m$$

بالإسقاط على المنحنى البياني، نجد:

01

$$t_{1/2} = 65\ s$$

عند $t = 2t_{1/2}$::

$$x' = \frac{8,5 - \sigma\left(2t_{\frac{1}{2}}\right)}{290} = \frac{8,5 - 6,2}{290} = 7,9 \times 10^{-3}\ mol$$

ومنه:

$$[Ca^{2+}] = \frac{x'}{V} = \frac{7,9 \times 10^{-3}}{0,2} = 4 \times 10^{-2}\ mol/L$$

إذن:

01

$$[Ca^{2+}] = 4 \times 10^{-2}\ mol/L$$

Nafouz

6. **حساب قيمة الـ $pH$ للمزيج التفاعلي:**

لدينا:

$$[H_3O^+] = C - 2\frac{x'}{V} = 0{,}2 - \frac{2 \times 7{,}9 \times 10^{-3}}{0{,}2} = 0{,}121\ mol/L$$

منه: 01

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(0{,}121) = 0{,}91$$

إذن:

$$\boxed{pH = 0{,}91}$$

## التمرين التجريبي: (06 نقاط)

1. **عبارة السعة المكافئة $C_e$:**

بما أن المكثفتين $C_1$ و $C_2$ مربوطتان على التسلسل إذن:

$$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

ومنه: 0,5

$$\boxed{C_e = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2}}$$

2. **المعادلة التفاضلية بدلالة $u_2$:**

بتطبيق قانون جمع التوترات: 0,25

$$u_1 + u_2 + u_R = E \ldots (1)$$

ونعلم أن: 0,5

$$\begin{cases} u_R = R.C_2\dfrac{du_2}{dt} \\ u_1 = \dfrac{C_2}{C_1}u_2 \end{cases}$$

بالتعويض في العبارة (1)، نجد:

$$\frac{C_2}{C_1}u_2 + u_2 + R.C_2\frac{du_2}{dt} = E$$

منه:

$$\left(\frac{C_1 + C_2}{C_1}\right).u_2 + R.C_2\frac{du_2}{dt} = E \ldots (2) \quad 0{,}25$$

بقسمة العبارة (2) على $(R.C_2)$، نجد:

$$\frac{du_2}{dt} + \left(\frac{C_1 + C_2}{C_1}\right).\frac{1}{R.C_2}\,u_2 = \frac{E}{R.C_2}$$

إذن:

$$\boxed{\frac{1}{R.C_e}u_2 + \frac{du_2}{dt} = \frac{E}{R.C_2}}$$

3. **عبارتي $A$ و $\tau$:**

باشتقاق عبارة $u_2(t)$:

$$\frac{du_2(t)}{dt} = \lambda A.e^{-\lambda t} \ldots (1) \quad 0{,}25$$

بتعويض عبارة $u_2(t)$ والعبارة (1) في المعادلة التفاضلية السابقة، نجد:

$$\frac{1}{R.C_e}.A\left(1 - e^{-\lambda t}\right) + \lambda A e^{-t/\tau} = \frac{E}{R.C_2}$$

منه: 0,25

$$Ae^{-t/\tau}\left(\frac{1}{R.C_e}-\lambda\right)+A.\frac{1}{R.C_e}=\frac{E}{R.C_2}$$

نستنتج:

$$\begin{cases}\dfrac{1}{R.C_e}-\lambda=0\\ A.\dfrac{1}{R.C_e}=\dfrac{E}{R.C_2}\end{cases}$$

ومنه نجد أن:

0,5 $\boxed{\lambda=\frac{1}{R.C_e}}$ $\boxed{A=E\frac{C_e}{C_2}}$

**4. أ- تحديد المنحنيات:**

- البيان (1): يمثل $u_2(t)$.
- البيان (2): يمثل $u_R(t)$.

01

عند $t=0$، لدينا:

$$u_1(0)=0\,V \quad u_2(0)=0\,V$$

لأنه المكثفات غير مشحونات.

بتطبيق قانون جمع التوترات:

$$u_1+u_2+u_R=E$$

منه نجد:

$\boxed{u_R=E}$

**ب- تحديد قيمة $E$ و$\tau$:**

0,5 $\boxed{E=12\,V}$ $\boxed{\tau=4\,ms}$

**جـ- استخراج قيمة $u_2$ و$u_1$ في النظام الدائم:**

من البيان (1):

0,25 $\boxed{u_2=8\,V}$

في النظام الدائم، لدينا: $u_R=0\,V$

منه:

$$u_1=E-u_2=12-8=4\,V$$

إذن:

0,5 $\boxed{u_1=4\,V}$

**د- إيجاد قيمة السعة $C_1$:**

لدينا:

$$C_1=\frac{u_2}{u_1}C_2=\frac{8}{4}.2=4\,\mu F$$

إذن:

0,75 $\boxed{C_1=4\,\mu F}$

**5. حساب الطاقة المخزنة في الدارة:**

لدينا:

$$E_C=\frac{1}{2}C_e.(u_{C_e})^2=\frac{1}{2}\times\frac{C_1.C_2}{C_1+C_2}\times(u_1+u_2)^2=\frac{1}{2}\times\frac{4\times2}{4+2}\times10^{-6}\times(8+4)^2=9{,}6\times10^{-5}\,J$$

إذن:

0,5 $\boxed{E_C=9{,}6\times10^{-5}\,J}$

Nafouz

## ~ الموضوع الثاني ~

### التمرين الأول: (04 نقاط)

تكوّن الهيليوم انطلاقا من الدوتيريوم والتريسيوم (نظيرا الهيدروجين) هو تفاعل اندماج نووي يحدث تلقائيا وباستمرار في قلب النجوم محررا طاقة هائلة. وقد حاول الانسان إحداث هذا التفاعل في المختبر من أجل استغلال الطاقة المحررة والتحكم في استعمالها عند الضرورة. لكن الطريق لا زال طويلا للتغلب على مختلف العوائق التقنية.

ننمذج هذا التفاعل النووي بالمعادلة التالية:

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{A}_{Z}He + ^{1}_{0}n$$

1. عرف تفاعل الاندماج النووي، ثم حدد $A$ و$Z$ لنواة الهيليوم.
2. احسب بالوحدة $MeV$ الطاقة المحررة $E_{Lib}$ خلال هذا التفاعل النووي.
3. مثل مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل الاندماج المدروس.
4. تحتوي عينة من التربة على عنصر التريسيوم المشع. عند اللحظة $t = 0$ يكون النشاط الاشعاعي لهذه العينة هو $A_0 = 2 \times 10^6\ Bq$، ويكون نشاطها الاشعاعي $A(t_1) = 1{,}6 \times 10^6\ Bq$ عند اللحظة $t_1 = 4\ ans$.

   أ- احسب ثابت التفكك $\lambda$.

   ب- احسب النشاط الاشعاعي $A(t_2)$ للعينة المدروسة عند اللحظة $t_2 = 12{,}4\ ans$.

**المعطيات:**

$$1\ u = 931{,}5\ \frac{MeV}{c^2} \quad m(^{1}_{0}n) = 1{,}00866\ u \quad m(^{3}_{1}H) = 3{,}01550\ u \quad m(^{2}_{1}H) = 2{,}01355\ u \quad m(^{A}_{Z}He) = 4{,}00150\ u$$

### التمرين الثاني: (04 نقاط)

يتوفر كوكب "المشتري" $Jupiter$ على أربعة أقمار تدور حوله وهي: $Gallisto$، $Ganymène$، $Europe$ و$Io$.

ندرس حركة القمر $Europe$ الذي نعتبر مساره دائريا.

1. انجز شكلا توضيحيا يبين كوكب المشتري والقمر $Europe$ على مداره ثم مثل القوة التي يؤثر بها المشتري على هذا القمر.
2. أعط العبارة الشعاعية لهذه القوة $\vec{F}_{j/E}$ بدلالة $M_E$ كتلة القمر $Europe$، $M_J$، $G$ و$r$.
3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على القمر $Europe$، بين أن حركته منتظمة.
4. اكتب عبارة السرعة $v$، ثم احسبها بالنسبة للقمر $Europe$.
5. استنتج الدور $T$ لحركة القمر $Europe$.
6. بين أن القانون الثالث لكبلر يكتب كما يلي:

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_J}$$

7. دور حركة القمر $Io$ هو $T_{Io} = 1j\ 18h\ 18min$. حدد نصف قطر مدار القمر $r_{Io}$.

**المعطيات:**

- ثابت الجذب العام: $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ SI$
- كتلة كوكب المشتري: $M_J = 1{,}9 \times 10^{27}\ Kg$
- نصف قطر مدار القمر $Europe$: $r = 6{,}7 \times 10^{5}\ km$

## التمرين الثالث: (06 نقاط)

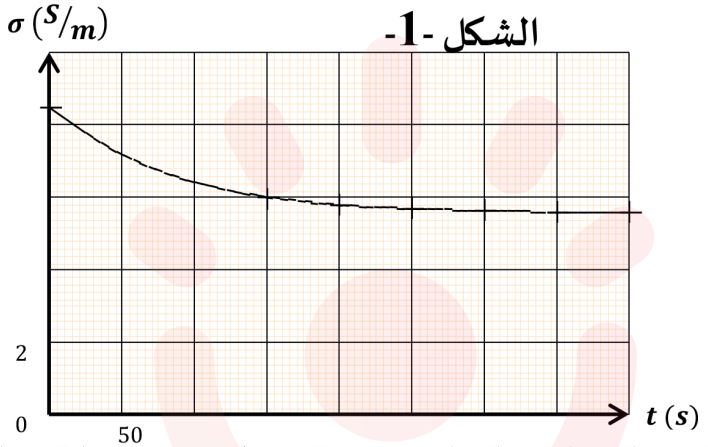
كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(S)}$ مركب يوجد في الكلسيات مثل الطباشير والرخام وهو المكون الأساس لصدفات الحيوانات البحرية. يمكن إبراز وجوده في الصخور بإضافة حمض كلور الهيدروجين فتتكون فقاعات.

نضع كتلة $m = 1{,}3\ g$ من مسحوق يحتوي على كربونات الكالسيوم في كأس بيشر، وعند اللحظة $t = 0$ نصب في الكأس حجما $V = 200\ mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين $\left(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}\right)$ تركيزه المولي $C$، فيحدث تفاعل كيميائي وحيد بطيء وكلي معادلته:

$$CaCO_{3(S)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

يمثل المنحنى (الشكل 01) تغيرات الناقلية النوعية للخليط بدلالة الزمن.

الشكل -1-




بحيث تعطى عبارة الناقلية النوعية للخليط عند اللحظة $t = 0$ بـ $\sigma = 8{,}5 - 290x$ مع $\sigma$ الناقلية النوعية $(S.m^{-1})$ و $x$ تقدم التفاعل $(mol)$.

1. تحقق أن قيمة التركيز المولي $C$ لمحلول حمض كلور الهيدروجين هي $0{,}02\ mol/L$.
2. أوجد قيمة التقدم الأعظمي $x_{max}$، واستنتج المتفاعل المحد.
3. احسب نسبة كربونات الكالسيوم في المسحوق.
4. عبر بدلالة الناقلية النوعية عن السرعة الحجمية للتفاعل، ثم احسب قيمته عند اللحظة $t = 100\ s$.
5. احسب قيمة التركيز المولي لشوارد الكالسيوم $Ca^{2+}$ عند اللحظة $t = 2t_{1/2}$، حيث $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل.
6. احسب قيمة $pH$ المزيج التفاعلي عند اللحظة $t = 2t_{1/2}$.

**المعطيات:**

$$\lambda(H_3O^+) = 35\ mS.m^2.mol^{-1} \quad \lambda(Cl^-) = 7{,}5\ mS.m^2.mol^{-1} \quad \lambda(Ca^{2+}) = 12\ mS.m^2.mol^{-1}$$

$$M(C) = 12\ g.mol^{-1} \quad M(Ca) = 40\ g.mol^{-1} \quad M(O) = 16\ g.mol^{-1}$$

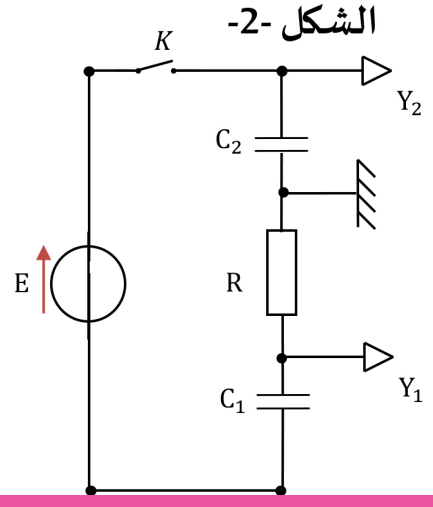
## التمرين التجريبي: (06 نقاط)

ننجز الدارة الممثلة في الشكل (2) والمكونة من:

- ناقل أومي $R$ حيث $R = 3\ k\Omega$.
- مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية $E$.
- مكثفتين غير مشحونتان سعتاهما $C_1$ و $C_2 = 2\ \mu F$.
- قاطعة $K$.

نغلق القاطعة $K$ عند اللحظة $t = 0$.

الشكل -2-



1. بين أن عبارة السعة المكافئة هي من الشكل التالي:

$$C_e = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2}$$

2. بين أن المعادلة التفاضلية التي يخضع لها التوتر $u_2(t)$ بين طرفي المكثفة $C_2$ هي:

$$\frac{1}{R.C_e}u_2 + \frac{du_2}{dt} = \frac{E}{R.C_2}$$

3. يكتب حل هذه المعادلة على الشكل: $u_2(t) = A(1 - e^{-\lambda t})$. أوجد عبارتي كل من الثابتين $A$ و$\lambda$ 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 من القوة المحركة الكهربائية للمولد $E$ و ثابت الزمن $\tau$.

جـ- استخرج قيمة كل من $u_2(t)$ و$u_1(t)$ في النظام الدائم.

د- أوجد قيمة سعة المكثفة $C_1$.

5. أحسب الطاقة المخزنة في الدارة عند نهاية عملية الشحن.

**الشكل -3-**