المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني

ⵜⴰⴳⵍⴷⵉⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
ⵜⴰⵎⴰⵡⴰⵙⵜ ⵏ ⵓⵙⴳⵎⵉ ⴰⵏⴰⵎⵓ
ⴷ ⵓⵙⵎⵓⵜⵜⴳ ⴰⵣⵣⴰⵡⴰⵏ

المركز الوطني للتقويم
والامتحانات والتوجيه

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة العادية 2016

- الموضوع -

NS 28

★

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الإنجاز	3
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية	المعامل	7

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة

يتضمن الموضوع أربعة تمارين

التمرين الأول (7 نقط) :

- التحليل الكهربائي لمحلول نترات الرصاص
- دراسة تفاعلين لحمض البروبانويك

التمرين الثاني (3 نقط) :

- دراسة تفاعل الاندماج النووي

التمرين الثالث (4,5 نقط) :

- دراسة ثنائي القطب RC أثناء الشحن
- دراسة خمود وصيانة التذبذبات الكهربائية

التمرين الرابع (5,5 نقط) :

- دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم
- دراسة طاقية لنواس بسيط

سلم التنقيط

التمرين الأول (7 نقط)

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول (2 نقط) : التحليل الكهربائي لمحلول نترات الرصاص

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لنترات الرصاص $Pb^{2+}_{(aq)} + 2NO^{-}_{3(aq)}$.

نضع هذا المحلول في محلل كهربائي ونمرر تيارا كهربائيا مستمرا شدته ثابتة $I = 0,7A$ بين الإلكترودين (A) و (B) للمحلل خلال المدة الزمنية $\Delta t = 60\min$.

نلاحظ خلال هذا التحليل الكهربائي، توضع فلز الرصاص على الإلكترود (A) وتكوّن غاز ثنائي الأوكسيجين بجوار الإلكترود (B).

معطيات :

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل : $Pb^{2+}_{(aq)} / Pb_{(s)}$ و $O_{2(g)} / H_2O_{(\ell)}$ ؛
- ثابتة فرادي: $1F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$ ؛
- الحجم المولي للغاز في ظروف التجربة : $V_m = 24\ L.mol^{-1}$.

انقل(ي) على ورقة التحرير رقم السؤال واكتب(ي) بجانبه الجواب الصحيح من بين الأجوبة الأربعة المقترحة دون إضافة أي تعليل أو تفسير.

1. التحليل الكهربائي المدروس هو تحول: 0,5

■ فيزيائي ■ قسري ■ تلقائي ■ حمض- قاعدة

2. خلال التحليل الكهربائي المدروس : 0,5

■ الإلكترود (A) هو الأنود وبجواره يتأكسد الرصاص.
■ الإلكترود (A) هو الكاثود وبجواره تختزل أيونات الرصاص.
■ الإلكترود (B) هو الأنود وبجواره يحدث تفاعل اختزال.
■ الإلكترود (B) هو الكاثود وبجواره يختزل الماء.

3. معادلة التفاعل الحاصل عند الإلكترود (B) هي : 0,5

■ $Pb_{(s)} \rightleftarrows Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
■ $2H_2O_{(\ell)} + 2e^- \rightleftarrows H_{2(g)} + 2HO^-_{(aq)}$
■ $6H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H_3O^+_{(aq)} + 4e^-$
■ $6H_2O_{(\ell)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4H_3O^+_{(aq)} + 4e^-$

4. الحجم $v(O_2)$ لغاز ثنائي الأوكسيجين الناتج خلال المدة Δt هو: 0,5

■ $v(O_2) \approx 0,16\,mL$ ■ $v(O_2) \approx 0,16\,L$ ■ $v(O_2) \approx 0,64\,mL$ ■ $v(O_2) \approx 0,64\,L$

الجزء الثاني (5 نقط) : دراسة تفاعلين لحمض البروبانويك

يستعمل حمض البروبانويك كمادة حافظة للأغذية ويحمل الرمز E280 ؛ نجده في الأجبان والمشروبات والمعلبات ، كما يستعمل في تحضير بعض العطور ومستحضرات التجميل وبعض الأدوية.

يهدف هذا الجزء في مرحلة أولى إلى دراسة تفاعل محلول حمض البروبانويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم، وفي مرحلة ثانية إلى دراسة تفاعله مع الإيثانول.

معطيات:

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة $25°C$ ؛
- الجداء الأيوني للماء : $K_e = 10^{-14}$ ؛
- نرمز لحمض البروبانويك C_2H_5COOH بـ AH و لقاعدته المرافقة بـ A^- ؛
- ثابتة الحمضية للمزدوجة $C_2H_5COOH_{(aq)} / C_2H_5COO^-_{(aq)}$: $K_A = 10^{-4,9}$ ؛
- منطقة الانعطاف لبعض الكواشف الملونة :

الكاشف الملون	الهيليانتين	أزرق البروموثيمول	أزرق الثيمول
منطقة الانعطاف	3 – 4,4	6 – 7,6	8 – 9,6

1- تفاعل حمض البروبانويك مع هيدروكسيد الصوديوم

نعاير بقياس pH، حجما $V_A = 5\,mL$ من محلول مائي (S_A) لحمض البروبانويك AH تركيزه C_A بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز $C_B = 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

يمثل منحنى الشكل 1 تغير pH الخليط بدلالة الحجم V_B للمحلول (S_B) المضاف خلال المعايرة.

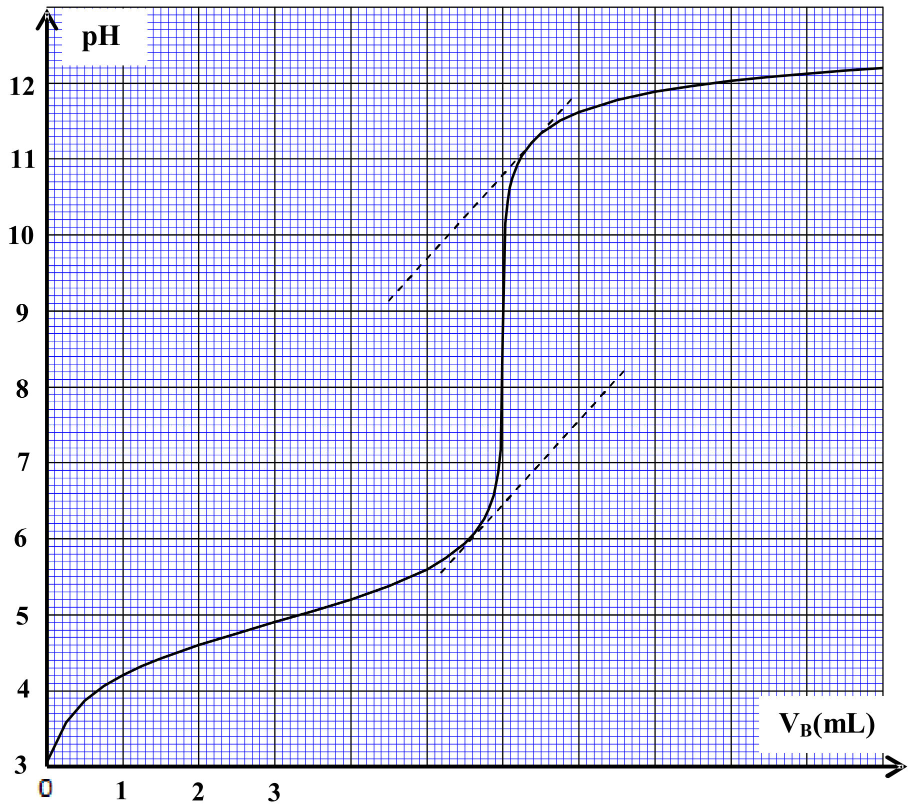
0,5 **1.1.** عين إحداثيتي نقطة التكافؤ: V_{BE} و pH_E.

1 **1.2.** بحساب ثابتة التوازن K المقرونة بتفاعل المعايرة، بيّن أن هذا التفاعل كلي.

0,5 **1.3.** احسب التركيز C_A.

0,5 **1.4.** اختر من بين الكواشف الملونة المقترحة، الكاشف الملون الملائم لمعلمة التكافؤ. علل الجواب.

0,5 **1.5.** حدد معللا جوابك، النوع المهيمن AH أو A^- عند إضافة الحجم $V_B = 7\,mL$.



الشكل 1

2. تفاعل حمض البروبانويك مع الإيثانول

نمزج في حوجلة $n_0=0,50\,mol$ من حمض البروبانويك و $n_0=0,50\,mol$ من الإيثانول الخالص، ثم نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي لمدة زمنية معينة، فنحصل عند نهاية التفاعل على مركب عضوي E كمية مادته $n_E=0,33\,mol$.

2.1. اذكر مميزتين للتفاعل الحاصل. 0,5

2.2. اكتب الصيغة نصف المنشورة للمركب العضوي E و أعط اسمه. 0,5

2.3. أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل. 0,5

2.4. احسب المردود r لهذا التفاعل. 0,5

التمرين الثاني (3 نقط)

دراسة تفاعل الاندماج النووي

تكون الهيليوم انطلاقا من الدوتيريوم والتريسيوم (نظيرا الهيدروجين) هو تفاعل اندماج نووي يحدث تلقائيا وباستمرار في قلب النجوم محررا طاقة هائلة. وقد حاول الإنسان 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 : $^{2}_{1}H+^{3}_{1}H \longrightarrow ^{A}_{Z}He + ^{1}_{0}n$.

معطيات :

الدقيقة	الدوتيريوم	التريسيوم	الهيليوم	النوترون
الكتلة (u)	2,01355	3,01550	4,00150	1,00866

- سرعة الضوء في الفراغ : $c=3.10^8\,m.s^{-1}$ ؛
- ثابتة بلانك: $h=6,626.10^{-34}\,J.s$ ؛
- $1u=931,5\,MeV.c^{-2}$ ؛
- $1MeV=1,6.10^{-13}\,J$.

1. حدد العددين A و Z لنواة الهيليوم. 0,5

2. احسب بالوحدة MeV الطاقة المحررة E_{lib} خلال هذا التفاعل النووي. 0,75

3. نفترض أن كل الطاقة المحررة قد تحولت إلى إشعاع كهرمغنطيسي. حدد طول الموجة λ لهذا الإشعاع. 0,75

4. تحتوي عينة من التربة على عنصر التريسيوم المشع. عند اللحظة $t=0$ يكون النشاط الإشعاعي لهذه العينة هو $a_0=2,0.10^6\,Bq$ ، ويكون نشاطها الإشعاعي $a_1=1,6.10^6\,Bq$ عند اللحظة $t_1=4\,ans$. 1
احسب النشاط الإشعاعي a_2 للعينة المدروسة عند اللحظة $t_2=12,4\,ans$.

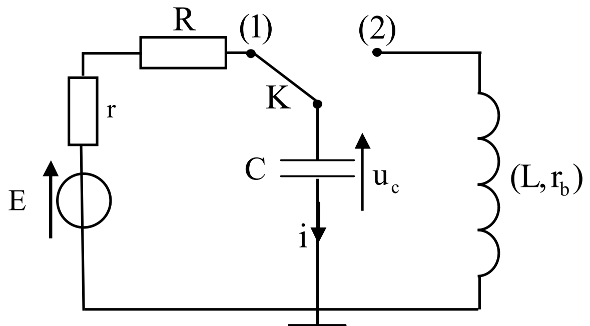
التمرين الثالث (4,5 نقط)

تمكن بعض ثنائيات القطب الكهربائية كالمكثفات والوشيعات من تخزين الطاقة. لكن هذه الأخيرة تتبدد مع مرور الزمن خلال انتقالها في الدارة الكهربائية، ويمكن تعويض الطاقة المبددة بالاستعانة بأجهزة ملائمة.

ندرس في مرحلة أولى تصرف ثنائي القطب RC أثناء شحن المكثف، وفي مرحلة ثانية ندرس خمود وصيانة التذبذبات في دارة RLC متوالية.

لهذا الغرض، ننجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 1 والمكونة من:

- مولد للتوتر قوته الكهرمحركة E ؛
- موصلين أوميين مقاومتاهما $r=20\Omega$ و R ؛
- وشيعة (b) معامل تحريضها L ومقاومتها r_b ؛
- مكثف سعته C ، غير مشحون بدئيا؛
- قاطع التيار K ذي موضعين.

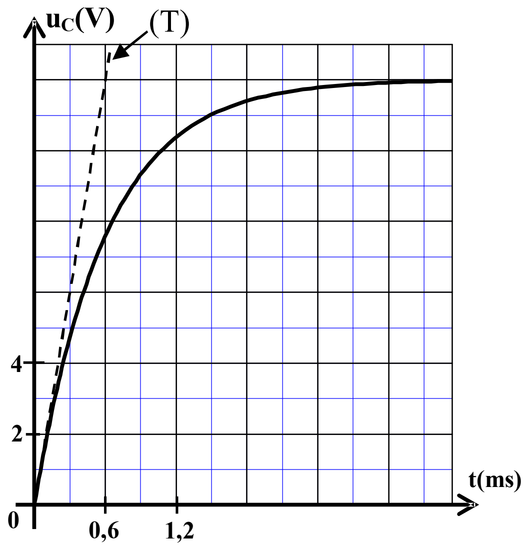


الشكل 1

1- دراسة ثنائي القطب RC أثناء شحن المكثف

نضع قاطع التيار K في الموضع (1) عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ $(t=0)$ ونشغل نظام مسك معلوماتي ملائم يُمكن من خط منحنى تطور التوتر $u_C(t)$. يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند اللحظة $t=0$.
(انظر الشكل 2)

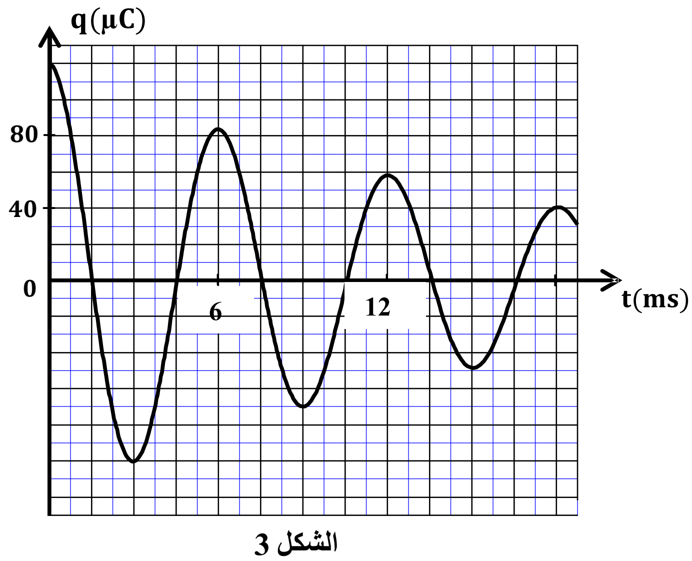
0,5	**1.1** أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$.
0,5	**1.2** أوجد تعبير الثابتة A وتعبير ثابتة الزمن τ لكي يكون $u_c(t)=A.(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ حلا لهذه المعادلة التفاضلية.
0,5	**1.3** تكتب شدة التيار الكهربائي على شكل $i(t)=I_0.e^{-\frac{t}{\tau}}$ ؛ أوجد تعبير I_0 بدلالة E و r و R .
	1.4 باستغلال منحنى الشكل 2:
0,5	**1.4.1** أوجد قيمة المقاومة R علما أن $I_0=0,20A$.
0,25	**1.4.2** حدد قيمة τ .
0,25	**1.4.3** تحقق أن سعة المكثف هي $C=10\ \mu F$.



الشكل 2

2- دراسة خمود وصيانة التذبذبات في الدارة RLC

بعد شحن المكثف كليا، نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (2) عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ.
يمثل منحنى الشكل 3 تطور شحنة المكثف $q(t)$ بدلالة الزمن.



الشكل 3

0,25 | **2.1** تعرف على نظام التذبذبات الذي يبرزه منحنى الشكل 3 .

0,5 | **2.2** باعتبار شبه الدور يساوي الدور الخاص للمتذبذب الكهربائي، حدد معامل التحريض L للوشيعة (b).

0,5 | **2.3** احسب $\Delta\mathscr{E}$ تغير الطاقة الكلية للدارة بين اللحظتين $t_1=0\,ms$ و $t_2=18\,ms$ ، ثم فسر هذه النتيجة.

2.4 لصيانة التذبذبات في الدارة، نركب على التوالي مع المكثف والوشيعة (b) السابقين مولدا (G) يزود الدارة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار الكهربائي $u_G(t)=k.i(t)$.

0,5 | **2.4.1** أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$.

0,25 | **2.4.2** نحصل على تذبذبات كهربائية جيبية عندما تأخذ الثابتة k في النظام العالمي للوحدات القيمة $k=11$. استنتج قيمة المقاومة الكهربائية r_b للوشيعة (b).

التمرين الرابع (5,5 نقط)

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول (3 نقط): دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

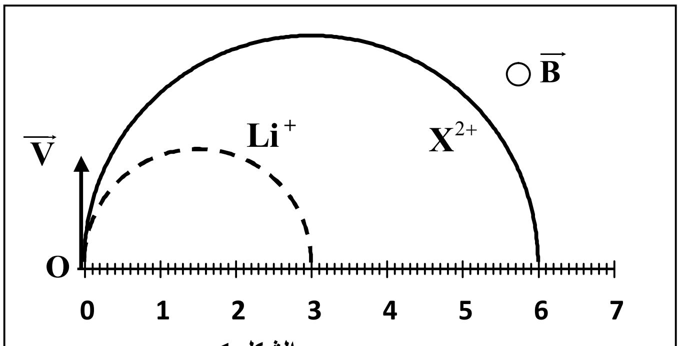
تدخل دقيقتان مشحونتان $\mathbf{Li}^+$ و $\mathbf{X}^{2+}$ من نقطة O ، بنفس السرعة البدئية متجهتها $\vec{V}$ ، في حيز من الفضاء به مجال مغنطيسي منتظم، متجهته $\vec{B}$ عمودية على المتجهة $\vec{V}$.

تمثل q_X و m_X على التوالي الشحنة الكهربائية والكتلة للدقيقة $\mathbf{X}^{2+}$.

نعتبر أن $\mathbf{Li}^+$ و $\mathbf{X}^{2+}$ تخضعان فقط لقوة لورنتز (Lorentz) .

المعطيات:

- السرعة البدئية: $V=10^5\,m.s^{-1}$ ؛
- شدة المجال المغنطيسي: $B=0,5\,T$ ؛
- قيمة الشحنة الابتدائية: $e=1,6.10^{-19}\,C$ ؛
- كتلة الأيون $\mathbf{Li}^+$: $m_{Li}=6,015\,u$ ؛
- $1u=1,66.10^{-27}\,kg$ ؛
- يمثل الشكل 1 مساري الدقيقتين في المجال المغنطيسي المنتظم $\vec{B}$ ؛
- نذكر أن تعبير قوة لورنتز هو: $\vec{F}=q\vec{V}\wedge\vec{B}$.



الشكل 1

0,75 | **1.** حدد الاتجاه والمنحى والشدة لمتجهة قوة لورنتز المطبقة على الدقيقة $\mathbf{Li}^+$ في النقطة O.

0,25 | **2.** حدد منحى المتجهة $\vec{B}$ مستعملا الرمز $\odot$ إذا كان نحو الأمام أو الرمز $\otimes$ إذا كان نحو الخلف.

1 | **3.** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع غاليلي، بيّن أن حركة الأيون $\mathbf{Li}^+$ حركة منتظمة ومسارها دائري شعاعه يكتب على الشكل $R_{Li}=\dfrac{m_{Li}.V}{e.B}$.

0,25 | **4.** باستغلال معطيات الشكل1، حدد النسبة $\dfrac{R_X}{R_{Li}}$ ، حيث R_X شعاع مسار الدقيقة $\mathbf{X}^{2+}$.

0,75 | **5.** تعرف، معللا جوابك، على الدقيقة $\mathbf{X}^{2+}$ علما أنها توجد ضمن الأيونات الثلاثة المقترحة في الجدول التالي:

الأيون	${}^{40}_{20}Ca^{2+}$	${}^{26}_{12}Mg^{2+}$	${}^{24}_{12}Mg^{2+}$
كتلة الأيون (u)	39,952	25,983	23,985

الجزء الثاني (2,5 نقط): دراسة طاقية لنواس بسيط

اعتقد الفلاسفة الإغريق أن كل جسم "ثقيل" معلق بخيط ينحو نحو موضعه الطبيعي الذي هو مركز الأرض " أي إلى الأسفل". ولقد طرح النواس مشكلة حقيقية آنذاك: لماذا لا ينحو الجسم "الثقيل" المعلق بطرف خيط نحو موضعه الطبيعي مباشرة بعد تحريره من ارتفاع معين، بل يواصل حركته نحو الأعلى؟

لقد تم حل هذه المشكلة في العصر الوسيط من طرف غاليلي ونيوتن.

يعتبر النواس البسيط حالة خاصة للنواس الوازن.

ندرس في هذا الجزء نواسا بسيطا من منظور طاقي .

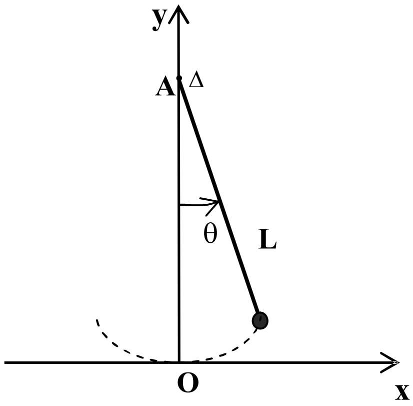
يتكون نواس بسيط من كرية كتلتها m وأبعادها مهملة، معلقة بطرف خيط غير قابل للامتداد كتلته مهملة وطوله L. الطرف الآخر للخيط مشدود إلى حامل ثابت في النقطة A.

نزيح النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية θ_m ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t = 0$ ، فينجز تذبذبات حرة في المستوى (O,x,y) حول محور ثابت Δ أفقي يمر من النقطة A.

ندرس حركة النواس في مرجع أرضي نعتبره غاليليا ونمعلم موضع النواس في كل لحظة t بأفصوله الزاوي θ . (الشكل 2)

نختار المستوى الأفقي المار من النقطة O، موضع التوازن المستقر للنواس، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.

نهمل جميع الاحتكاكات وندرس حركة النواس في حالة التذبذبات الصغيرة.

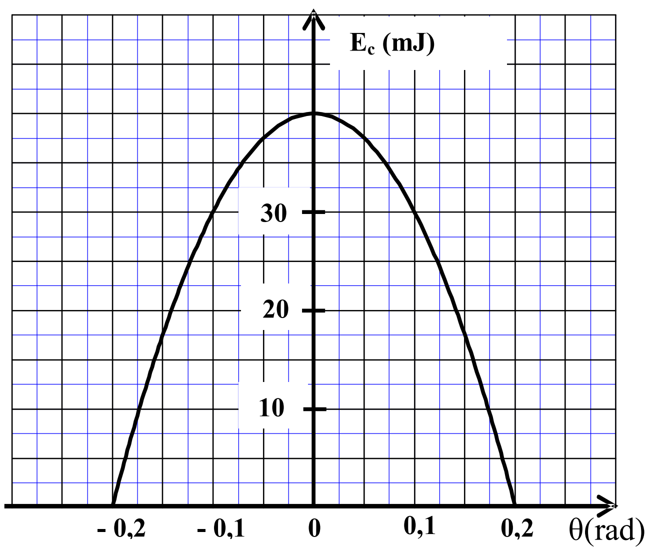


الشكل 2

المعطيات:

- كتلة الكرية: $m=350\,g$ ؛
- طول الخيط : $L=58\,cm$؛
- $g=9,81\,m.s^{-2}$؛
- عزم قصور النواس: $J_\Delta=m.L^2$ ؛

بالنسبة للزوايا الصغيرة: $\sin\theta\approx\theta$ و $\cos\theta\approx 1-\frac{\theta^2}{2}$.



الشكل 3

1. اكتب عند لحظة t ، تعبير الطاقة الميكانيكية E_m للنواس، في حالة التذبذبات الصغيرة بدلالة m و g و L و θ والسرعة الزاوية $\dot{\theta}$. | 0,75

2. يمثل الشكل 3 مخطط الطاقة للنواس المدروس.

حدد قيمة كل من:

2.1 الأفصول الزاوي الأقصى θ_{max} للنواس. | 0,25

2.2 الطاقة الميكانيكية E_m للنواس. | 0,25

2.3 السرعة الخطية القصوى v_{max} للنواس . | 0,5

3. احسب الأفصولين الزاويين θ_1 و θ_2 اللذين تكون فيهما طاقة الوضع تساوي الطاقة الحركية. | 0,75

تصحيح الامتحان الوطني الموحد للباكالوريا الدورة العادية 2016

التمرين الأول :

الجزء الأول التحليل الكهربائي لمحلول نترات الرصاص

1-التحول الكهربائي المدروس هو تحول :

- قسري

2-خلال التحليل الكهربائي المدروس :

- الإلكترود (A) هو الكاتود بجواره تختزل أيونات الرصاص Pb^{2+}

3-معادلة التفاعل الحاصل عند الإلكترود (B) هي :

$$6H_2O_{(l)} \rightleftarrows O_{2\,(g)} + 4H_3O^+_{(aq)} + 4e^-$$

4-الحجم $V(O_2)$ لغاز ثنائي الأوكسيجين الناتج خلال المدة Δt هو :

$$V(O_2) = 0,16\ L$$

ملحوظة :هذا التعليل ليس مطلوبا

لدينا حسب معادلة التفاعل : $\frac{n(e)}{4} = \frac{n(O_2)}{1}$ مع : $n(e) = \frac{I.\Delta t}{4F}$ و $n(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m}$

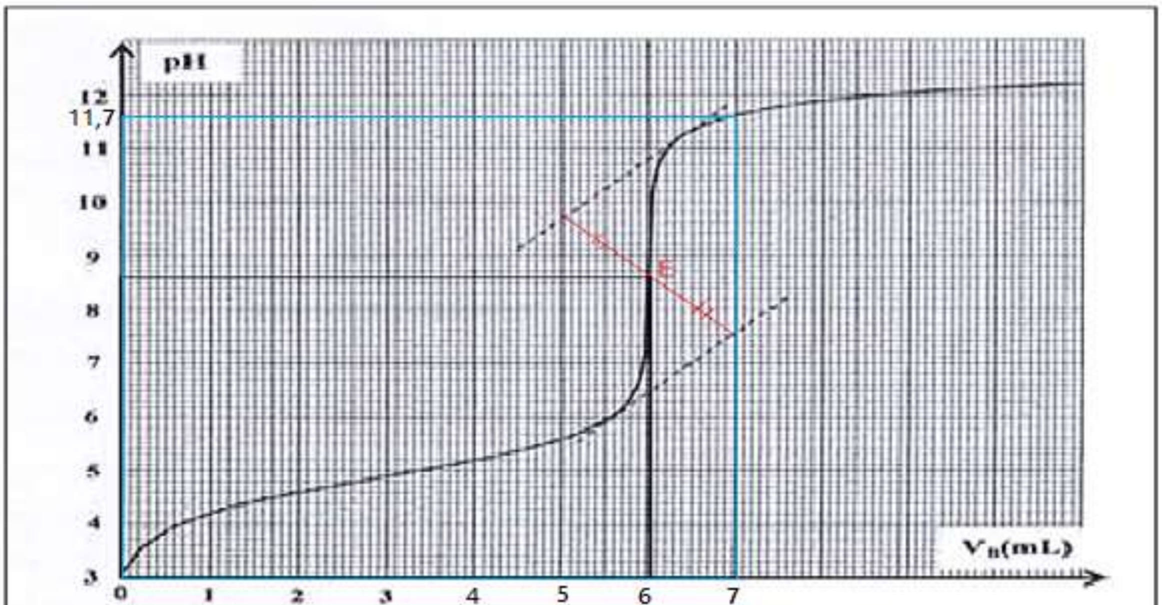
$$\frac{V(O_2)}{V_m} = \frac{I.\Delta t}{4F} \Rightarrow V(O_2) = \frac{I.\Delta t.V_m}{4F} \Rightarrow V(O_2) = \frac{0,7 \times 60 \times 60 \times 24}{4 \times 9,65.10^4} \approx 0,16\ L$$

الجزء الثاني : دراسة تفاعلين لحمض البنزويك

1-دراسة تفاعل حمض البروبانويك مع هيدروكسيد الصوديوم

1.1-تعيين إحداثيتي نقطة التكافؤ مبيانيا باستعمال طريقة المماسات

نحصل على E $(V_{BE} = 6\ mL\ ,pH_E \approx 8,6)$



الشكل 1

1.2-حساب ثابتة التوازن $\boldsymbol{K}$ المقرونة بمعادلة تفاعل المعايرة :

$$\boldsymbol{AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}}$$

$$K = \frac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}.[HO^-]_{éq}}.\frac{[H_3O^+]_{éq}}{[H_3O^+]_{éq}} \Rightarrow K = \frac{[A^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[AH]_{éq}}.\frac{1}{[H_3O^+]_{éq}.[HO^-]_{éq}}$$

$$\boldsymbol{K = \frac{K_A}{K_e} \Rightarrow K = \frac{10^{-4,9}}{10^{-14}} = 1,26.10^9}$$

نلاحظ أن $K \gg 10^4$ نستنتج ان تفاعل حمض البروبانويك مع أيون الهيدروكسيد كلي .

1.3-حساب التركيز $\boldsymbol{C_A}$:

حسب علاقة التكافؤ : $C_A.V_A = C_B.V_{BE}$ ومنه : $\boldsymbol{C_A = \frac{C_B.V_{BE}}{V_A}}$

ت.ع : $\boldsymbol{C_A = \frac{5.10^{-2}\times 610^{-3}}{5\times 10^{-3}} = 6.10^{-2}\ mol.L^{-1}}$

1.4-الكاشف الملون المناسب لمعلمة نقطة التكافؤ :

حسب نتائج الجدول ، الكاشف الملون الملائم لهذه المعايرة هو الذي مجال انعطافه يضم نقطة التكافؤ هو أزرق التيمول.

لدينا : $pH_E \in [8-9{,}6]$

1.5-تحديد النوع المهيمن عند إضافة الحجم $\boldsymbol{V_B = 7\ mL}$

مبيانيا عند الحجم $V_B = 7\ mL$ نجد $pH \approx 11{,}7$ نعلم ان $pK_A = -\log(10^{-4,9}) = 4{,}9$

$$pH > pK_A$$

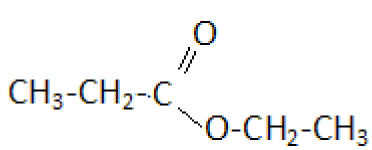
$$pK_A + \log\left(\frac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}}\right) > pK_A \Rightarrow \log\left(\frac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}}\right) > 0 \Rightarrow \frac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}} > 1 \Rightarrow [A^-]_{éq} > [AH]_{éq}$$

نستنتج ان النوع المهيمن هو القاعدة $\boldsymbol{A^-}$.

2-تفاعل حمض البنزويك مع الإيثانول

2.1-مميزات التفاعل الحاصل :

التفاعل بطيء و محدود .

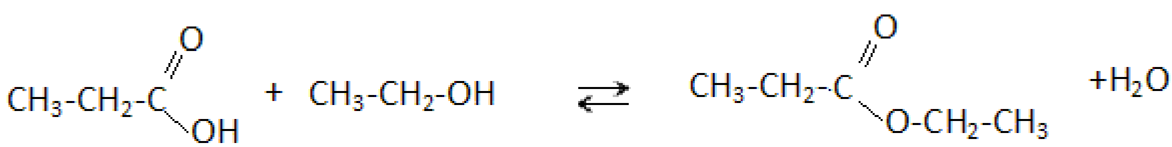


2.2-الصيغة نصف منشورة للإستر $\boldsymbol{E}$ هي :

اسمه : بروبانوات الإثيل

2.3-الجدول الوصفي :

لتبسيط كتابة معادلة التفاعل نرمز للحمض ب A وللكحول ب B



A B E

معادلة التفاعل		A	$+ \quad B$	$\rightleftarrows \quad E$	$+ \quad H_2O$
حالة المجموعة	التقدم	كمياة المادة (mol)			
الحالة البدئية	0	n_0	n_0	0	0
خلال التفاعل	x	$n_0 - x$	$n_0 - x$	x	x
الحالة النهائية	$x_{éq}$	$n_0 - x_{éq}$	$n_0 - x_{éq}$	$x_{éq}$	$x_{éq}$

2.4-حساب المردود :

$$r = \frac{n_{éxp}}{n_{th}} = \frac{x_{éq}}{x_{max}}$$

حسب الجدول الوصفي : الخليط متساوي المولات التقدم الأقصى: $x_{max} = n_0 = 0,50\ mol$

و التقدم النهائي يمثل كمية مادة الإستر $x_{éq} = n_E = 0,33\ mol$

$$r = \frac{n_E}{n_0} = \frac{0,33}{0,50} = 0,66 \implies r = 66\%$$

التمرين الثاني : دراسة تفاعل الاندماج النووي

1-تحديد العددين A و Z لنواة الهيليوم :

$${}_1^2H + {}_1^3H \longrightarrow {}_Z^AHe + {}_0^1n$$

حسب قانونا صودي :

$$2 + 3 = A + 1 \implies A = 4$$
$$1 + 1 = Z + 0 \implies Z = 2$$

2-حساب الطاقة المحررة E_{lib} خلال التحول :

نحدد اولا طاقة التحول النووي :

$$\Delta E = [m({}_2^4He) + m({}_0^1n) - (m({}_1^2H) + m({}_1^3H))]c^2$$
$$\Delta E = [4,00150 + 1,00866 - (3,01550 + 2,01355)]c^2 = -0,01889\, u.c^2 = -0,01889 \times 931,5$$
$$\Delta E \approx -17,596 MeV$$

الطاقة المحررة هي :

$$E_{lib} \approx 17,6\ MeV$$

3-طول الموجة λ للإشعاع :

لدينا : $E = h.\nu$ أي: $E = h.\frac{c}{\lambda}$ ومنه : $\lambda = \frac{h.c}{E}$ مع $E = E_{lib}$

ت.ع : $\lambda = \frac{6,626 \times 110^{-34} \times 3.10^8}{17,60 \times 1,6 \times 10^{-13}} = 7,06.10^{-14}\ m$

4-حساب النشاط الإشعاعي a_2 عند اللحظة t_2 :

قانون التناقص الإشعاعي : $a(t) = a_0.e^{-\lambda.t}$

عند اللحظة t_1 نكتب : $a(t_1) = a_0.e^{-\lambda.t_1}$ ومنه : $a_1 = a_0.e^{-\lambda.t_1}$ أي : $e^{-\lambda.t_1} = \frac{a_1}{a_0}$

$-\lambda.t_1 = \ln\left(\frac{a_1}{a_0}\right)$ نحصل على : $-\lambda = \frac{1}{t_1}.\ln\left(\frac{a_1}{a_0}\right)$

عند اللحظة t_2 نكتب : $a(t_2) = a_0.e^{-\lambda.t_2}$ ومنه : $a_2 = a_0.e^{-\lambda.t_2}$

نعوض $-\lambda$ ب $\frac{1}{t_1}.\ln\left(\frac{a_1}{a_0}\right)$ نحصل على : $\boldsymbol{a_2 = a_0.e^{\frac{t_2}{t_1}.\ln\left(\frac{a_1}{a_0}\right)}}$

ت.ع :

$$\boldsymbol{a_2 = 2,0.10^6.e^{\frac{12,4}{4}\times\ln\left(\frac{1,6\times10^6}{2,0\times10^6}\right)} = 1,0.10^6\ Bq}$$

التمرين الثالث:

1-دراسة ثنائي القطب RC أثناء الشحن

1.1-إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها $u_C(t)$:

حسب قانون إضافية التوترات : $E = u_r + u_R + u_C$

حسب قانون اوم : $u_r = ri$ و $u_R = Ri$ أي:

$$E = Ri + ri + u_C \Rightarrow (R+r).i + u_C = E$$

وحيث : $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C.u_C)}{dt} = C.\frac{du_C}{dt}$

المعادلة التفاضلية تكتب :

$$\boldsymbol{(R+r).C\frac{du_C}{dt} + u_C = E}$$

1.2-تعبير الثابتة A و τ :

حل المعادلة التفاضلية يكتب : $u_C(t) = A.\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = A - A.e^{-\frac{t}{\tau}}$ لدينا : $\frac{du_C}{dt} = -A\times\left(-\frac{1}{\tau}\right).e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{A}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}}$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$(R+r).C.\frac{A}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}} + A - A.e^{-\frac{t}{\tau}} = E$$

$$A.e^{-\frac{t}{\tau}}\left(\frac{(R+r).C}{\tau} - 1\right) + A - E = 0$$

تتحقق هذه المعادلكيفما كانت t :

$$\begin{cases} A - E = 0 \\ \frac{(R+r).C}{\tau} - 1 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \boldsymbol{A = E} \\ \boldsymbol{\tau = (R+r).C} \end{cases}$$

3.1-تعبير I_0 بدلالة E و r و R :

نعلم ان : $i = C.\frac{du_C}{dt}$

مع : $u_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ ومنه : $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}}$

تعبير $i(t)$ يصبح : $i(t) = \frac{E.C}{(R+r).C}.e^{-\frac{t}{\tau}}$ أي: $i(t) = \frac{E}{R+r}.e^{-\frac{t}{\tau}}$ وهو يكتب على الشكل : $i(t) = I_0.e^{-\frac{t}{\tau}}$

إذن : $I_0 = \frac{E}{R+r}$

1.4-استغلال منحنى الشكل 2 :

1.4.1-تحديد قيمة $\boldsymbol{R}$

قيمة u_C في النظام الدائم تأخذ U_C قيمة ثابتة E.

مبيانيا $u_{C\,\infty} = 12V$ إذن $U_{C\,\infty} = E = 12\ V$

حسب تعبير I_0 نحصل على :

$$I_0 = \frac{E}{R+r} \Longrightarrow R + r = \frac{E}{I_0} \Longrightarrow \boldsymbol{R = \frac{E}{I_0} - r} \Longrightarrow \boldsymbol{R = \frac{12}{0,20} - 20 = 40\ \Omega}$$

1.4.2-قيمة $\boldsymbol{\tau}$ مبيانيا :

يقطع المماس T للمنحنى $u_C(t)$ عند اللحظة $t = 0$ المقارب $U_C = E$ في اللحظة $t = \tau$.

نجد : $\boldsymbol{\tau = 0,6\ ms = 6.10^{-4}\ s}$

1.4.3-التحقق من قيمة $\boldsymbol{C}$:

نعلم أن : $\tau = (R + r).C$ أي: $C = \frac{\tau}{R+r}$

ت.ع : $C = \frac{6.10^{-4}}{40+20} = 10.10^{-6}\ F$ ومنه فإن : $\boldsymbol{C = 10\mu F}$

2-دراسة خمود وصيانة التذبذبات في الدارة $\boldsymbol{RLC}$

2.1 -التعرف على نظام التذبذبات :

يبرز منحنى الشكل 3 نظاما شبه دوريا لأن وسع التذبذبات يتناقص تدريجيا مع مرور الزمن .

2.2-تحديد معامل التحريض $\boldsymbol{L}$:

تعبير الدور الخاص : $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$ أي: $T_0^2 = 4\pi^2 L.C$ إذن : $\boldsymbol{L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}}$

مبيانيا قيمة شبه الدور هي : $T = 6\ ms = 6.10^{-3}\ s$

شبه الدور T يساوي الدور الخاص T_0 عدديا نحصل على :

$$\boldsymbol{L = \frac{(6.10^{-3})^2}{4\pi^2 \times 10 \times 10^{-6}} \approx 9,1.10^{-2}\ H}$$

2.3-حساب $\boldsymbol{\Delta\xi}$ تغير الطاقة الكلية :

عند الحظة $t_1 = 0$ مبيانيا نجد : $q_1 = 120\mu C$ و يكون $i = 0$ إذن الطاقة الكلية هي الطاقة المخزونة في المكثف أي:

$$\xi(t_1) = E_e(t_1) = \frac{q_1^2}{2C}$$

عند اللحظة $t_2 = 18ms$ مبيانيا نجد : $q_1 = 40\mu C$ و يكون $i = 0$ إذن الطاقة الكلية هي الطاقة المخزونة في المكثف أي:

$$\xi(t_2) = E_e(t_2) = \frac{q_2^2}{2C}$$

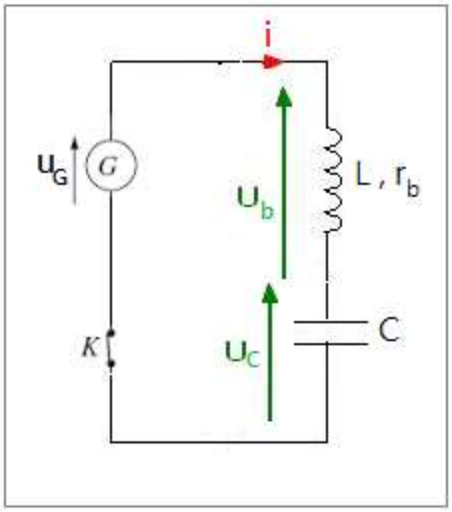
$$\boldsymbol{\Delta\xi = \xi(t_2) - \xi(t_1) = \frac{q_2^2}{2C} - \frac{q_1^2}{2C} = \frac{1}{2C}(q_2^2 - q_1^2)}$$

$$\Delta\xi = \frac{1}{2\times10^{-5}}\times\left[\left(40\times10^{-6}\right)^2-\left(120\times10^{-6}\right)^2\right] = -6,4.10^{-4}J \Rightarrow \Delta\xi = -0,64\ mJ < 0$$

تناقص الطاقة الكلية للدارة نتيجة وجود مقاومة الوشيعة r_b الشئ الذي يؤدي إلى تتبدد الطاقة بمفعول جول خلال التبادل الطاقي الحاصل بين المكثف والوشيعة.

2.4-صيانة التذبذبات

2.4.1-إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها $q(t)$:



قانون إضافية التوترات :

$$u_G = u_b + u_C \quad (1)$$

$u_b = L.\frac{di}{dt} + r_b.i$ مع : $i = \frac{dq}{dt}$ و $\frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$

$q = C.u_C$ ومنه : $u_C = \frac{q}{C}$

$u_G = k.i$

المعادلة (1) تصبح :

$$k.i = L.\frac{di}{dt} + r_b.i + \frac{q}{C} \Rightarrow L.\frac{di}{dt} + (r_b - k).i + \frac{q}{C} \Rightarrow$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{(r_b-k)}{L}.i + \frac{1}{L.C}.q = 0$$

المعادلة التفاضلية تكتب :

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{(r_b-k)}{L}.\frac{dq}{dt} + \frac{1}{L.C}.q = 0$$

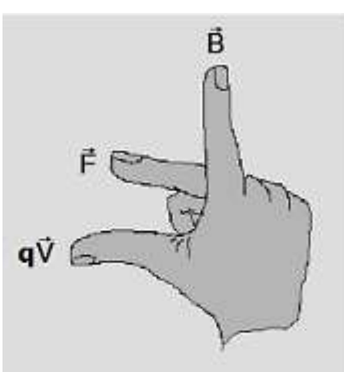
2.4.2-قيمة المقاومة r_b :

للحصول على تذبذبات كهربائية جيبية يجب أن تكتب المعادلة التفاضلية على الشكل : $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L.C}.q = 0$

أي أن : $\frac{(r_b-k)}{L} = 0$ إذن : $r_b - k = 0$ ومنه فإن قيمة مقاومة الوشيعة هي : $r_b = k = 11\Omega$

التمرين الرابع :

الجزء الأول : دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم



1-تحديد مميزات قوة لورنتز $\vec{F}$:

الإتجاه : الخط الأفقي المار من O حسب الشكل 1

المنحى : من اليسار نحو اليمين .

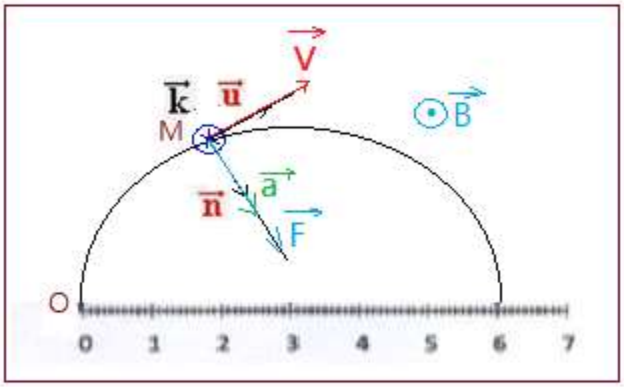
الشدة : $F = |q.V.Bsin\alpha|$

بما ان المتجهة $\vec{V}$ عمودية على المتجهة $\vec{B}$ فان : $sin\alpha = sin\left(\vec{V},\vec{B}\right) = 1$ و $q = e$

إذن : $F = eVB$

ت.ع : $F = 1,6\times10^{-19}\times10^5\times0,5 = 8.10^{-15}\ N$

2-تحديد منحى متجهة $\vec{B}$:



باستعمال قاعدة الأصابع الثلاث لليد اليمنى أنظر الشكل جانبه

نستنتج ان منحى $\vec{B}$ هو $\odot$ (أي نحو الامام)

3-إثبات ان حركة الايون Li^+ دائرية منتظمة:

المجموعة المدروسة الدقيقة ذات الكتلة m والشحنة q

القانون الثاني لنيوتن : $\vec{F} = m.\vec{a}$ أي : $q\vec{V} \wedge \vec{B} = m.\vec{a}$

$$\vec{a} = \frac{e}{m}.\vec{V} \wedge \vec{B} \quad (1)$$

متجهة التسارع عمودية على المتجهتين $\vec{V}$ و $\vec{B}$.

في معلم فريني $M(\vec{u}\,,\vec{n}\,,\vec{k}\,)$ إحداثيات متجهة التسارع هي $\vec{a}(0\,,a_n\,,0)$

انطلاقا من العلاقة (1) نستنتج ان متجهة التسارع $\vec{a}$ عمودية في كل لحظة على متجهة السرعة $\vec{V}$ ومنه فإن :

$$\vec{a} = a_N.\vec{n}$$

و $a_T = 0$ أي: $a_T = \frac{dV}{dt} = 0$ ومنه : $V = cte$

نستنتج ان منظم متجهة السرعة ينحفظ ومنه فإن الحركة منتظمة.

باستعمال أساس فريني $(M,\vec{u}\,,\vec{n}\,)$

$$\vec{a} = a_T\vec{u} + a_N\vec{n} = a_N\vec{n} = \frac{V^2}{\rho}.\vec{n}$$

حيث ρ : انحناء المسار .

$a = \frac{e}{m}.V.B = \frac{V^2}{\rho}$ أي: $\rho = \frac{m.V}{e.B} = cte$ نستنتج ان المسار دائري

يعبر عن شعاع مسار الأيون Li^+ ذي الكتلة m_{Li} : $\boldsymbol{R_{Li} = \frac{m_{Li}.V}{e.B}}$

4-باستعمال الشكل 1 نحدد النسبة $\frac{R_{Li}}{R_X}$:

شعاع مسار الأيون Li^+ هو $R_{Li} = \frac{3}{2} = 1{,}5$ و شعاع مسار الأيون X^{2+} هو $R_X = 3$

$$\boldsymbol{\frac{R_{Li}}{R_X} = \frac{1,5}{3} = 0,5}$$

5-التعرف على الدقيقة X^{2+} :

يعبر عن شعاع مسار الأيون X^{2+} ذي الكتلة m_X و الشحنة $q = 2e$: $R_X = \frac{m_X.V}{2e.B}$

$$\frac{R_{Li}}{R_X} = \frac{\frac{m_{Li}.V}{e.B}}{\frac{m_X.V}{2e.B}} = \frac{2m_{li}}{m_X}$$

حسب السؤال 4 نكتب :

$$\frac{R_{Li}}{R_X} = 0{,}5 \Longrightarrow \frac{2m_{li}}{m_X} = 0{,}5 \Longrightarrow m_X = \frac{2m_{Li}}{0{,}5} = 4m_{Li} \ \Longrightarrow \boldsymbol{m_X = 4 \times 6,015 = 24,06\ u}$$

بما ان الدقيقة X^{2+} توجد ضمن الايونات الموجودة في الجدول

و كتلة الايون Mg^{2+} $(m_{Mg} = 23,985\ u)$ تقارب m_X ومنه فالدقيقة X^{2+} تمثل أيون المغنيزيوم Mg^{2+} .

الجزء الثاني : دراسة طاقية لنواس بسيط

1-تعبير الطاقة الميكانيكية للنواس البسيط في حالة التذبذبات الصغيرة :

$$E_m = E_C + E_{Pp} = \frac{1}{2} J_\Delta \dot{\theta}^2 + mgz + C$$

المستوى الافقي المار من أصل المعلم O مرجعا لطاقة الوضع الثقالية ، إذن $C = 0$

$$z = L - L\cos\theta = L(1 - \cos\theta)$$

في حالة التذبذبات الصغيرة : $\cos\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}$ تعبير z يصبح : $z = L\left[1 - \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right)\right] = L\left(1 - 1 + \frac{\theta^2}{2}\right) = \frac{1}{2} L.\theta^2$

تعبير الطاقة الميكانيكية :

$$E_m = \frac{1}{2} J_\Delta \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} m.g.L.\theta^2 \Longrightarrow E_m = \frac{1}{2} mL^2 \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} m.g.L.\theta^2 \Longrightarrow \boldsymbol{E_m = \frac{1}{2} mL(L\dot{\theta}^2 + g.\theta^2)}$$

-2

2.1-الأفصول الزاوي الأقصى $\boldsymbol{\theta_{max}}$:

حسب مبيان الشكل 3 نجد : $\boldsymbol{\theta_{max} = 0,2\ rad}$

2.2-الطاقة الميكانيكية $\boldsymbol{E_m}$ للنواس :

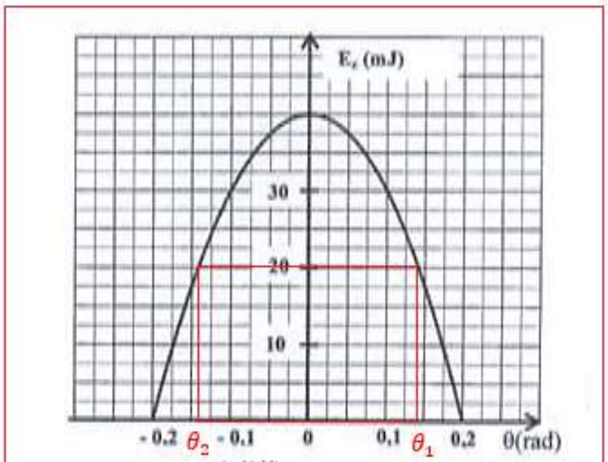
$$E_m = E_{pp\,max} = 40mJ \Longrightarrow \boldsymbol{E_m = 4.10^{-2}}\ J$$

2.3-السرعة الخطية القصوى للنواس :

$$E_m = E_{c\,max} = \frac{1}{2} mL^2 \dot{\theta}_{max}^2 \Longrightarrow \dot{\theta}_{max} = \sqrt{\frac{2E_m}{m.L^2}} = \frac{1}{L}.\sqrt{\frac{2E_m}{m}}$$

مع : $V_{max} = L\dot{\theta}_{max}$ أي: $V_{max} = L.\frac{1}{L}\sqrt{\frac{2E_m}{m}}$ نستنتج : $\boldsymbol{V_{max} = \sqrt{\frac{2E_m}{m}}}$

ت.ع : $\boldsymbol{V_{max} = \sqrt{\frac{2\times 4.10^{-2}}{0,350}} = 0,48\ m.s^{-1}}$



الشكل 3

3-حساب $\boldsymbol{\theta_1}$ و $\boldsymbol{\theta_2}$ حيث $\boldsymbol{E_c = E_{PP}}$:

$$E_m = E_C + E_{Pp} = 2E_{Pp} = 2 \times \frac{1}{2} m.g.L.\theta^2 = m.g.L.\theta^2$$

$$\boldsymbol{\theta_1 = \sqrt{\frac{E_m}{m.g.L}}} \quad ; \quad \boldsymbol{\theta_2 = -\sqrt{\frac{E_m}{m.g.L}}}$$

ت.ع: $\boldsymbol{\theta_1 = \sqrt{\frac{4.10^{-2}}{0,35 \times 9,81 \times 0,58}} = 0,14\ rad} \quad ; \quad \boldsymbol{\theta_2 = -0,14\ rad}$

ملحوظة يمكن تحديد الأفصولين الزاويين مبيانيا عند $\boldsymbol{E_{pp} = \frac{E_m}{2} = 20mJ}$ نحدد الأفصولين $\boldsymbol{\theta_1}$ و $\boldsymbol{\theta_2}$ أنظر الشكل 3