المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والإمتحانات والتوجيه

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة الاستدراكية 2018

-الموضوع-

RS 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

تعطى التعابير الحرفية قبل التطبيقات العددية

التمرين الأول (7 نقط):

- دراسة العمود زنك - نحاس.
- دراسة تفاعل حلمأة إستر.

التمرين الثاني (2,5 نقط):

- دراسة تفتت البلوتونيوم 241.

التمرين الثالث (4,5 نقط):

- إستجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة.
- إستقبال موجة مضمَّنة الوسع.

التمرين الرابع (6 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: دراسة العمود زنك ـ نحاس

يتم خلال اشتغال الأعمدة الكهركيميائية تحويل جزء من الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية. ندرس في هذا الجزء من التمرين مبدأ اشتغال العمود زنك – نحاس.

ننجز العمود زنك- نحاس باستعمال الأدوات والمواد التالية:

- كأس تحتوي على محلول مائي لكبريتات الزنك $Zn^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$ تركيزه المولي $C_1 = 1mol.L^{-1}$ ؛
- كأس تحتوي على محلول مائي لكبريتات النحاس $Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$ تركيزه المولي $C_2 = 1mol.L^{-1}$ ؛
- صفيحة من الزنك وصفيحة من النحاس؛
- قنطرة ملحية.

نصل إلكترودي العمود بموصل أومي وأمبيرمتر مركبين على التوالي. يشير الأمبيرمتر عند غلق الدارة إلى مرور تيار كهربائي شدته ثابتة $I = 0,3A$.

معطيات:

- ثابتة فرادي: $1F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$ ؛
- الكتلة المولية الذرية للنحاس: $M(Cu) = 63,5g.mol^{-1}$ ؛
- ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل $Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)}$: $K = 1,7.10^{37}$.

1. أُحسب قيمة $Q_{r,i}$ خارج التفاعل عند الحالة البدئية للمجموعة الكيميائية. 0,5

2. إستنتج منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية المدروسة. 0,5

3. أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الكيميائي الحاصل عند الكاثود. 0,5

4. أُحسب $m(Cu)$ كتلة النحاس المتكون خلال اشتغال العمود لمدة $\Delta t = 5h$. 0,75

الجزء الثاني: دراسة تفاعل حلمأة إستر

تختلف مميزات ونواتج تفاعل حلمأة إستر باختلاف طبيعة الوسط التفاعلي.

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة حلمأة إستر في وسط حمضي وإلى دراسة الحلمأة القاعدية لهذا الإستر.

1. حلمأة إيثانوات الميثيل

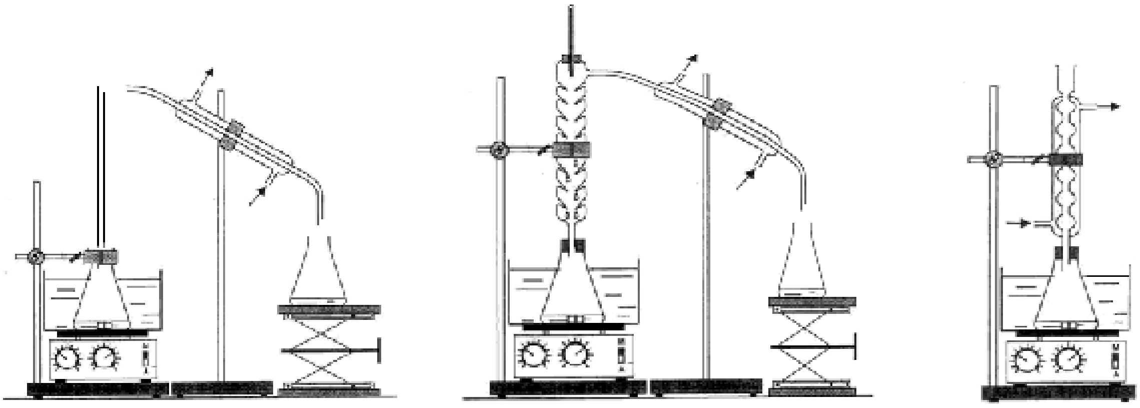
نمزج في دورق $0,6mol$ من إيثانوات الميثيل الخالص $CH_3-CO_2-CH_3$ مع $0,6mol$ من الماء المقطر ثم نضيف للخليط بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز ونسخن بالارتداد لمدة زمنية معينة، فيحصل تفاعل كيميائي.

كمية مادة إيثانوات الميثيل المتبقية عند التوازن تساوي $0,4mol$.

1.1. ما دور حمض الكبريتيك المضاف؟ 0,5

1.2. أذكر مميزتين للتفاعل الحاصل. 0,5

1.3. إختر، من بين التراكيب التجريبية التالية (أ) أو (ب) أو (ج) ، التركيب المستعمل في التسخين بالارتداد. 0,5



(ج) (ب) (أ)

0,75 **.1.4** أُكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المدروس باستعمال الصيغ نصف المنشورة.

0,75 **.1.5** أُحسب ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل الكيميائي.

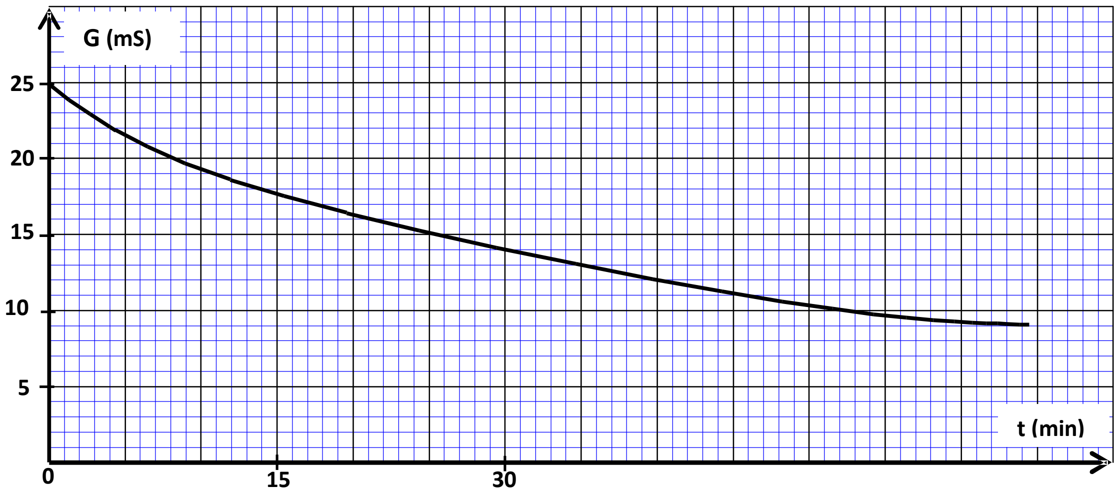
.2 الحلمأة القاعدية لإيثانوات الميثيل

نصب في كأس حجما V_0 من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ كمية مادته n_0 وتركيزه $c_0 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ثم نضيف إليه، عند لحظة t=0 نعتبرها أصلا للتواريخ، نفس كمية المادة n_0 من إيثانوات الميثيل. نحصل على خليط تفاعلي متساوي المولات حجمه $V \approx V_0 = 10^{-1}\ L$.

تكتب المعادلة الكيميائية للتحول الحاصل كالآتي: $CH_3 - CO_2 - CH_{3(\ell)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow A_{(\ell)} + B^-_{(aq)}$.

0,5 **.2.1** أُكتب الصيغة نصف المنشورة لكل من النوعين الكيميائيين $A_{(\ell)}$ و $B^-_{(aq)}$.

.2.2 نتتبع التطور الزمني لهذا التحول بقياس المواصلة G للخليط التفاعلي عند لحظات مختلفة.
يمثل الشكل أسفله المنحنى التجريبي G(t) المحصل عليه بواسطة عدة معلوماتية ملائمة.



عند كل لحظة t، تكتب العلاقة بين تقدم التفاعل x(t) و المواصلة G(t) للخليط التفاعلي على الشكل:
$x(t) = -6{,}3.10^{-2}.G(t) + 1{,}57.10^{-3}$ ، حيث G(t) معبر عنها بالسيمنس S و x(t) بالمول *mol* .

0,75 **2.2.1.** حدد قيمة $G_{1/2}$ مواصلة الخليط التفاعلي عندما يكون تقدم التفاعل $x=\frac{x_{max}}{2}$ ، حيث x_{max} التقدم الأقصى للتفاعل.

0,5 **2.2.2.** أوجد، بالوحدة min ، قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

التمرين الثاني (2,5 نقط)

دراسة تفتت نواة البلوتونيوم 241

البلوتونيوم 241 عنصر مشع غير موجود في الطبيعة، فهو ينتج عن تفاعلات نووية للأورانيوم 238.

يؤدي تفتت نواة البلوتونيوم $^{241}_{94}Pu$ إلى تكوّن نواة الأمريسيوم $^{241}_{95}Am$ ودقيقة X.

معطيات :

- كتلة النواة $^{241}_{95}Am$: $m(^{241}_{95}Am)=241,00471u$ ؛
- كتلة النواة $^{241}_{94}Pu$: $m(^{241}_{94}Pu)=241,00529u$ ؛
- كتلة الدقيقة X: $m(X)=0,00055u$ ؛
- $1u=931,5\,MeV.c^{-2}$ ؛
- عمر النصف للبلوتونيوم241: $t_{1/2}=14,35\,ans$.

0,75 **1.** أُكتب معادلة هذا التفتت محددا طراز النشاط الإشعاعي للبلوتونيوم241.

0,75 **2.** أحسب ، بالوحدة MeV ، الطاقة E_{lib} المحررة خلال تفتت نواة واحدة من $^{241}_{94}Pu$.

1 **3.** النشاط البدئي لعينة مشعة من البلوتونيوم 241 هو $a_0=3.10^6\,Bq$. أوجد النشاط a_1 لهذه العينة عند اللحظة $t_1=28,70\,ans$.

التمرين الثالث (4,5 نقط)

تعتبر الوشيعات من المكونات الأساسية التي تدخل في تركيب العديد من الأجهزة الكهرمنزلية التي نستعملها في حياتنا اليومية.

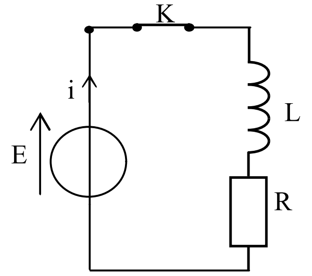
يهدف هذا التمرين إلى تحديد معامل التحريض لوشيعة خلاط كهربائي منزلي تجريبيا من خلال دراسة استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة، كما يهدف إلى دراسة المراحل الأساسية لالتقاط موجة مضمَّنة الوسع.

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول : اِستجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة

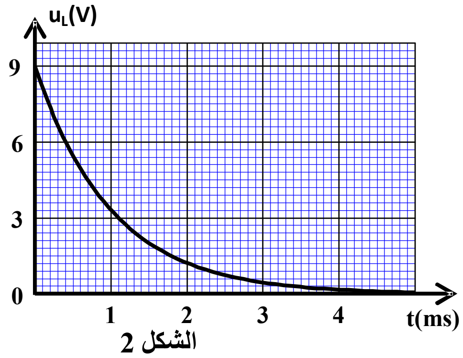
لتحديد معامل التحريض لوشيعة، ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل1 الذي يتضمن :

- مولدا كهربائيا مؤمثلا للتوتر قوته الكهرمحركة E ؛
- وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها مهملة ؛
- موصلا أوميا مقاومته $R=10\Omega$ ؛
- قاطعا للتيار K .



الشكل 1

عند اللحظة $t=0$ ، نغلق الدارة ونعاين بواسطة نظام مسك معلوماتي تطور التوتر u_L بين مربطي الوشيعة بدلالة الزمن. يمثل الشكل 2 المنحنى $u_L(t)$ المحصل عليه.



الشكل 2

0,25 **.1** أنقل تبيانة الشكل 1 على ورقة التحرير ثم بيّن عليها كيفية ربط نظام المسك المعلوماتي لمعاينة التوتر $u_L(t)$.

0,5 **.2** أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي $i(t)$ المار في الدارة.

0,5 **.3** علما أن تعبير شدة التيار الكهربائي المار في الدارة هو: $i(t)=\frac{E}{R}(1-e^{-\frac{R.t}{L}})$. أوجد تعبير التوتر u_L بدلالة t و E و R و L .

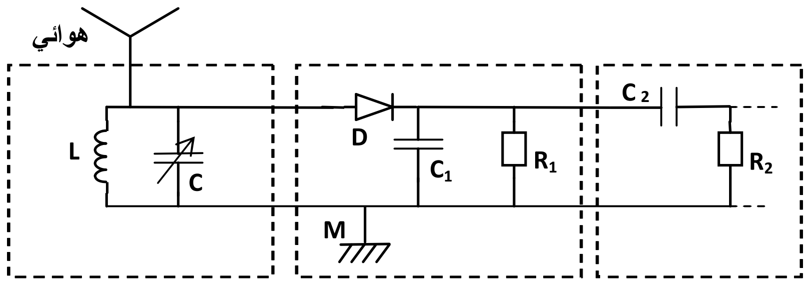
0,5 **.4** أحسب قيمة التوتر بين مربطي الوشيعة عند اللحظة $t=\tau$ ، حيث τ ثابتة الزمن.

0,75 **.5** حدد مبيانيا قيمة τ واستنتج قيمة معامل التحريض L للوشيعة المدروسة.

0,75 **.6** أحسب الطاقة المغنطيسية المخزونة في الوشيعة عند اللحظة $t=\tau$.

الجزء الثاني: استقبال موجة مضمَّنة الوسع

يمثل الشكل 3 التركيب التجريبي لجهاز مبسط (راديو AM) يستعمل لاستقبال موجة إذاعية مضمنة الوسع .



الشكل 3

أنقل على ورقة التحرير رقم السؤال والحرف الموافق للجواب الصحيح.

0,5 **.1** تتكون الدارة السدادة (الجزء1) من هوائي ووشيعة مقاومتها مهملة ومعامل تحريضها $L=10\,mH$ مركبة على التوازي مع مكثف سعته C قابلة للضبط.
سعة المكثف C التي تمكن من انتقاء الموجة الإذاعية ذات التردد $f_0=530\,kHz$ هي:

أ	$9\,\mu F$	ب	$9\,nF$	ج	$9\,pF$	د	$9\,mF$

0,5 **.2** علما أن متوسط تردد الموجات الصوتية هو $1\,kHz$ وقيمة المقاومة R_1 التي تمكن من الحصول على إزالة تضمين جيدة للموجة الإذاعية المدروسة هي $R_1=35\,\Omega$ ، سعة المكثف C_1 المستعمل في الجزء 2 هي:

أ	$50\,\mu F$	ب	$20\,\mu F$	ج	$50\,mF$	د	$20\,nF$

0,25 **.3** الدور الذي يلعبه الجزء 3 للتركيب التجريبي للجهاز هو:

أ	تضمين الوسع	ب	انتقاء تردد الموجة	ج	إزالة المركبة المستمرة	د	كشف الغلاف

التمرين الرابع (6 نقط)

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول: دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

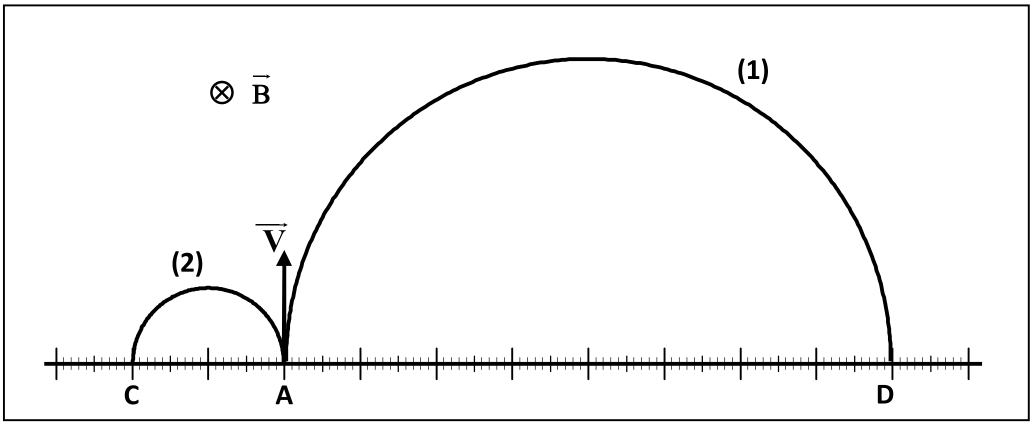
كتطبيق لقوة لورنتز، يستعمل جهاز راسم الطيف للكتلة لفرز دقائق مشحونة ذات كتل أو شحن مختلفة.
يهدف هذا الجزء من التمرين إلى تحديد كتلة دقيقة مشحونة من خلال دراسة حركتها في مجال مغنطيسي منتظم.

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

نعتبر أن الدقيقتين He^{2+} و O^{2-} تخضعان فقط لقوة لورنتز (Lorentz) .

معطيات:

- نذكر بتعبير قوة لورنتز: $\vec{F}=q\vec{V}\wedge\vec{B}$ ؛
- كتلة الدقيقة He^{2+}: $m(He^{2+})=6{,}68.10^{-27}\,kg$ ؛
- يمثل الشكل 1 تسجيلا لمساري الدقيقتين He^{2+} و O^{2-} في المجال المغنطيسي المنتظم $\vec{B}$.



الشكل 1

.1 تعرف على مسار كل دقيقة. 0,5

.2 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع غاليلي، بيّن أن حركة الأيون He^{2+} حركة منتظمة ومسارها دائري شعاعه يكتب على شكل $R_{He^{2+}}=\dfrac{m(He^{2+}).V}{2.e.B}$. 1

.3 باعتماد الشكل السابق، حدد النسبة $\dfrac{R_{O^{2-}}}{R_{He^{2+}}}$ ، حيث $R_{O^{2-}}$ شعاع مسار الدقيقة O^{2-}. 0,5

.4 بيّن أن كتلة الدقيقة O^{2-} هي $m(O^{2-})=2{,}67.10^{-26}\,kg$. 1

الجزء الثاني: دراسة طاقية لنواس بسيط

تلعب طفلة صغيرة بأرجوحة مشدودة إلى حامل ثابت .

ننمذج المجموعة الميكانيكية (الطفلة - الأرجوحة) بنواس بسيط يتكون من حبل غير مدود كتلته مهملة وطوله L ومن جسم صلب (S) كتلته m وأبعاده مهملة أمام طول الحبل.

نذكر بأن النواس البسيط هو حالة خاصة للنواس الوازن.

يوجد النواس في حالة سكون عند موضع توازنه المستقر.

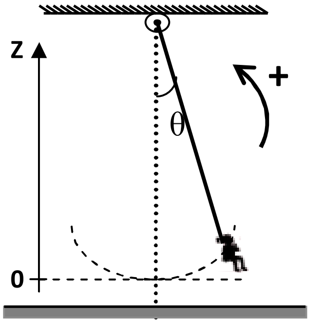
عند اللحظة $t=0$ ، نرسل النواس انطلاقا من هذا الموضع بسرعة بدئية في المنحى الموجب بحيث تكون قيمة طاقته الحركية $E_{C0}=13{,}33\ J$ ، فينجز حركة تذبذبية جيبية وسعها الزاوي $\theta_{max}=0{,}20\,rad$.

نمعلم موضع النواس عند لحظة t بالأفصول الزاوي θ . (الشكل 2)

نأخذ المستوى الأفقي المار من موضع التوازن المستقر $(\theta=0)$ كحالة مرجعية لطاقة الوضع الثقالية $(Epp=0)$.

تقتصر الدراسة على حالة التذبذبات الصغيرة في مرجع غاليلي مرتبط بالأرض.

نهمل جميع الاحتكاكات.



الشكل 2

معطيات:

- طول النواس البسيط: $L=2\,m$ ؛
- شدة مجال الثقالة: $g=9{,}8\,m.s^{-2}$ ؛
- في حالة التذبذبات الصغيرة: $\cos\theta \approx 1-\frac{\theta^2}{2}$ ، حيث θ بالراديان؛
- نذكر بالعلاقة المثلثية: $\cos^2\theta+\sin^2\theta=1$.

1. باستعمال معادلة الأبعاد، بيّن أن العلاقة $T_0=2\pi.\sqrt{\frac{L}{g}}$ متجانسة.	0,5
2. تكتب المعادلة الزمنية لحركة النواس البسيط كما يلي: $\theta(t)=\theta_{max}.\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$. أوجد في النظام العالمي للوحدات قيمة كل من T_0 و φ .	0,75
3. بيّن أن تعبير طاقة الوضع الثقالية للنواس يكتب كما يلي: $E_{pp}(t)=\frac{1}{2}m.g.L.\theta_{max}^2.\cos^2(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$.	0,5
4. بيّن أن تعبير الطاقة الميكانيكية للنواس يكتب على شكل $E_m=\frac{1}{2}m.g.L.\theta_{max}^2$.	0,75
5. باستغلال انحفاظ الطاقة الميكانيكية للنواس، أحسب الكتلة m للجسم (S).	0,5

تصحيح الامتحان الوطني في الفيزياء الدورة الاستدراكية 2018
مسلك العلوم الفيزيائية

التمرين الأول: الكيمياء

الجزء الأول: دراسة العمود زنك-نحاس

1-تعبير ثم حساب $Q_{r,i}$:

حسب معادلة التفاعل:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)}$$

$$Q_{r,i} = \frac{[Zn^{2+}]_i}{[Cu^{2+}]_i} \Longrightarrow Q_{r,i} = \frac{1}{1} = 1$$

2-استنتاج منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية:

نلاحظ أن: $Q_{r,i} \ll K = 1{,}7.10^{37}$

حسب معيار التطور التلقائي، تتطور المجموعة تلقائيا في المنحى المباشر أي المنحى (1).

3-المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل عند الكاثود:

بجوار الكاثود (القطب الموجب) يحدث تفاعل اختزال أيونات Cu^{2+} :

عند الكاثود يحدث اختزال للأيون Cu^{2+}:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} Cu_{(s)}$$

4-حساب m(Cu) كتلة النحاس المتكون خلال اشتغال العمود لمدة $\Delta t = 5\ h$:

معادلة التفاعل	$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cu_{(s)}$			كمية مادة e^- المنتقلة
كمية المادة البدئية	$C_1.V_1$	----	$n_i(Cu)$	$n(e^-) = 0$
كمية المادة بعد تمام Δt	$C_1.V_1 - x$	----	$n_i(Cu) + x$	$n(e^-) = 2x$

حسب الجدول الوصفي:

كمية مادة النحاس المتكونة : $n(Cu) = x$

كمية مادة الالكترونات: $n(e^-) = 2x$ أي: $n(Cu) = \frac{n(e^-)}{2}$

لدينا: $Q = n(e^-).F = I.\Delta t$ أي: $n(e^-) = \frac{I.\Delta t}{F}$

و $n(Cu) = \frac{m(Cu)}{M(Cu)}$ أي: $m(Cu) = n(Cu).M(Cu)$

$$m(Cu) = \frac{n(e^-)}{2}.M(Cu) \Longrightarrow m(Cu) = \frac{I.\Delta t.M(Cu)}{2F}$$

ت.ع: $m(Cu) = \frac{0,3\times5\times3600\times63,5}{2\times9,65.10^4} \Longrightarrow m(Cu) \approx 1,02g$

الجزء الثاني: دراسة حلمأة إستر

1-حلمأة إيثانوات الميثيل

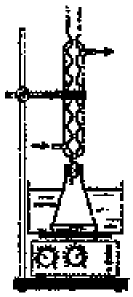
1.1-دور حمض الكبريتيك المضاف:

هو تسريع التفاعل.

1.2-مميزتا التفاعل:

تفاعل محدود وبطيء.

1.3-اختيار التركيب المستعمل في التسخين بالارتداد:

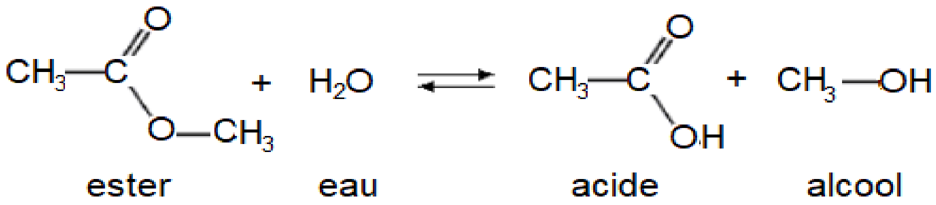


(أ)

التركيب (أ).

يمكن هذا التركيب من الحفاظ على كمية مادة الأنواع الكيميائية في الخليط التفاعلي بتكثيف أبخرتها وإرجاعها إلى الدورق عكس التركيبين (ب) و (ج).

1.4-معادلة التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة:



1.5-حساب K ثابتة التفاعل:

$$K = \frac{[CH_3CO_2H]_f.[CH_3OH]_f}{[CH_3CO_2CH_3]_f.[H_2O]_f}$$

حسب الجدول الوصفي:

معادلة التفاعل	$CH_3-CO_2-CH_3$ +	H_2O ⇄	CH_3-CO_2H +	CH_3-OH
كمية المادة في الحالة البدئية	$0,6$	$0,6$	0	0
كمية المادة في الحالة الوسيطية	$0,6-x$	$0,6-x$	x	x
كمية المادة في الحالة النهائية	$0,6-x_f$	$0,6-x_f$	x_f	x_f

$[CH_3CO_2H]_f = [CH_3OH]_f = \frac{x_f}{V}$ و $[CH_3CO_2CH_3]_f = [H_2O]_f = \frac{0,6-x_f}{V}$

$$K = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\left(\frac{0,6-x_f}{V}\right)^2} = \left(\frac{x_f}{0,6-x_f}\right)^2$$

حساب x_f لدينا: $n_f(CH_3CO_2CH_3) = 0,4\,mol$ و $0,6 - x_f = 0,4$

أي: $x_f = 0,6 - 0,4 = 0,2\,mol$

ت.ع: $K = \left(\frac{0,2}{0,6-0,2}\right)^2 \Longrightarrow K = 0,25$

2-الحلمأة القاعدية لإيثانوات الميثيل

2.1-كتابة الصيغة نصف المنشورة لكل من $A_{(l)}$ و $B^-_{(aq)}$:

معادلة التفاعل لإيثانوات الميثيل وأيون الهيدروكسيد (الحلمأة القاعدية للإستر):

$$CH_3-CO_2-CH_{3\,(l)}+HO^-_{(aq)}\longrightarrow CH_3-OH_{(l)}+CH_3-CO_2{}^-_{(aq)}$$

الصيغة نصف المنشورة ل $A_{(l)}$ هي $CH_3-OH_{(l)}$ (ميثانول)

الصيغة نصف المنشورة ل $B^-_{(aq)}$ هي $CH_3-CO_2{}^-_{(aq)}$ (أيون الإيثانوات)

2.2.1-تحديد قيمة $G_{1/2}$ مواصلة الخليط عندما يأخذ تقدم التفاعل القيمة $x=\frac{x_{max}}{2}$:

تحديد x_{max} التقدم الأقصى باستعمال الجدول الوصفي.

معادلة التفاعل	$CH_3-CO_2-CH_{3\,(l)}$	$+HO^-_{(aq)}$	$\rightarrow CH_3-OH_{(l)}$	$+CH_3-CO_2{}^-_{(aq)}$
كمية المادة عند $x=0$	n_0	n_0	0	0
كمية المادة عند x	n_0-x	n_0-x	x	x
كمية المادة عند $x=x_f$	n_0-x_f	n_0-x_f	x_f	x_f

بما ان الخليط متساوي المولات فإن: $n_0-x_{max}=0$ أي: $x_{max}=n_0$

$$x_{max}=c_0.V_0=10^{-2}\times10^{-1}=10^{-3}\,mol$$

$$x_{1/2}=\frac{x_{max}}{2}\Longrightarrow x_{1/2}=\frac{10^{-3}}{2}=5.10^{-4}\,mol$$

لدينا:

$$x(t)=-6{,}3.10^{-2}.G(t)+1{,}57.10^{-3}$$

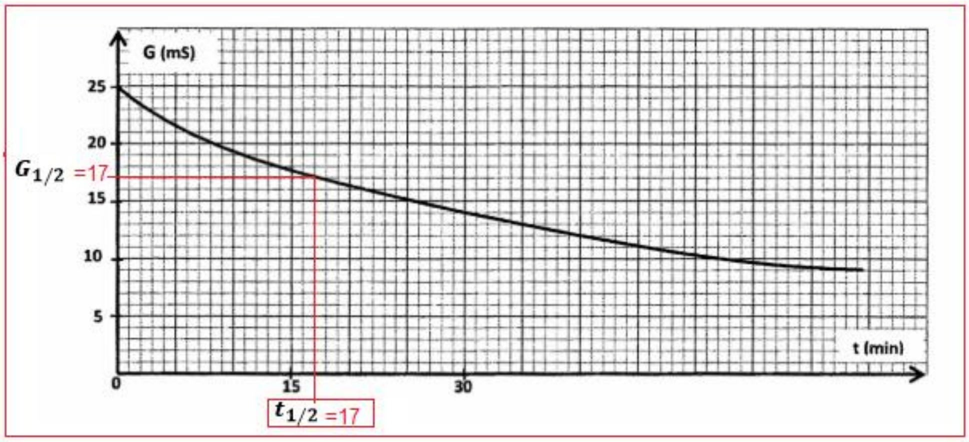
$$-6{,}3.10^{-2}.G(t)=x(t)-1{,}57.10^{-3}\Longrightarrow G(t)=\frac{1{,}57.10^{-3}-x(t)}{6{,}3.10^{-2}}$$

$$G_{1/2}=\frac{1{,}57.10^{-3}-x_{1/2}}{6{,}3.10^{-2}}\Longrightarrow G_{1/2}=\frac{1{,}57.10^{-3}-5.10^{-4}}{6{,}3.10^{-2}}\approx 0{,}017\,S$$

$$\boldsymbol{G_{1/2}\approx 17\,mS}$$

2.2.2-تحديد قيمة زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

مبيانيا نجد (أنظر الشكل أسفله) عند $G_{1/2}\approx 17\,mS$ القيمة: $t_{1/2}=17\,min$.



التمرين الثاني: التحولات النووية

دراسة تفتت نواة البلوتونيوم 241

1-كتابة معادلة التفاعل:

$${}^{241}_{94}Pu \longrightarrow {}^{241}_{95}Am + {}^{A}_{Z}X$$

حسب قانونا صودي:

$$\begin{cases} 241 = 241 + A \\ 94 = 95 + Z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 241 - 241 = 0 \\ Z = 94 - 95 = -1 \end{cases}$$

الدقيقة المنبعثة هي: ${}^{A}_{Z}X = {}^{0}_{-1}e$ الإلكترون.

معادلة التفتت:

$${}^{241}_{94}Pu \longrightarrow {}^{241}_{95}Am + {}^{0}_{-1}e$$

طراز النشاط الاشعاعي هو β^- .

2-حساب ب $\boldsymbol{MeV}$، الطاقة $\boldsymbol{E_{lib}}$ المحررة خلال تفتت نواة واحدة من $\boldsymbol{{}^{241}_{94}Pu}$:

$$E_{lib} = |\Delta E|$$

$$\Delta E = [m({}^{241}_{95}Am) + m({}^{0}_{-1}e) - m({}^{241}_{94}Pu)].c^2$$

$$\Delta E = (241{,}00471 + 0{,}00055 - 241{,}00529)u.c^2$$

$$\Delta E = -3.10^{-5} \times 931{,}5\ MeV.c^{-2}.c^2 = -0{,}027945\ MeV$$

إذن الطاقة المحررة هي:

$$E_{lib} \approx 0{,}28\ MeV$$

3-أيجاد النشاط $\boldsymbol{a_1}$ للعينة عند اللحظة $\boldsymbol{t_1 = 28,70\ ans}$:

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

عند اللحظة t_1 القانون يكتب: $a_1 = a(t_1) = a_0.e^{-\lambda.t_1} \Rightarrow a_1 = a_0.e^{-\frac{ln2}{t_{1/2}}.t_1}$

ت.ع:

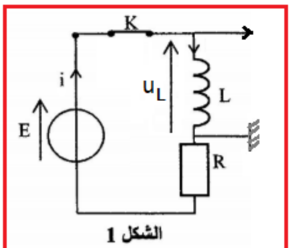
$$a_1 = 3.10^6\ e^{-\frac{ln2}{14,35}\times 28,70} \Rightarrow a_1 = 7{,}5.10^5\ Bq$$

التمرين الثالث: الكهرباء

الجزء الأول: استجابة ثنائي القطب $\boldsymbol{RL}$ لرتبة توتر صاعدة

1-تبيانة التركيب لمعاينة التوتر $\boldsymbol{u_L}$:

(أنظر الشكل 1 جانبه)



الشكل 1

2-إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار في الدارة:

حسب قانون إضافية التوترات: $\mathbf{(1)}$ $E = u_L + u_R$

حسب قانون أوم: $u_R = R.i$ و $u_L = L.\frac{di}{dt}$

نعوض في المعادلة (1): $L.\frac{di}{dt} + R.i = E$

نستنتج المعادلة التفاضلية: $\frac{L}{R}.\frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R}$

3-تعبير التوتر u_L بدلالة t و E و R و L:

لدينا: $u_L = L.\frac{di}{dt}$ مع: $i(t) = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R.t}{L}}\right)$

بالاشتقاق نحصل على: $\frac{di}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{E}{R} - \frac{E}{R}.e^{-\frac{R.t}{L}}\right) = -\frac{d}{dt}\left(\frac{E}{R}.e^{-\frac{R.t}{L}}\right)$

$$\frac{di}{dt} = -\frac{E}{R}\frac{d(e^{-\frac{R.t}{L}})}{dt} = -\frac{E}{R}.(-\frac{R}{L}).e^{-\frac{R.t}{L}} = \frac{E}{L}.e^{-\frac{R.t}{L}}$$

$$u_L = L.\frac{di}{dt} = \text{L}.\frac{E}{L}.e^{-\frac{R.t}{L}} \Longrightarrow u_L(t) = E.e^{-\frac{R.t}{L}}$$

4-حساب التوتر u_L عند $t = \tau$:

لدينا: $u_L(\tau) = E.e^{-\frac{R}{L}.\tau}$ مع: $\tau = \frac{L}{R}$

$$u_L(\tau) = E.e^{-\frac{R}{L}\frac{L}{R}} = \text{E}.e^{-1}$$

تحديد E مبيانيا باستعمال الشكل 2 لدينا عند $t = 0$ نجد: $u_L(0) = 9\,V$

$$u_L(0) = E.e^0 = E \Longrightarrow E = 9\,V$$

$$u_L(\tau) = 9 \times e^{-1} \approx 3{,}3\,V$$

5-التحديد المبياني ل τ: (أنظر الشكل جانبه)

$\tau = 1\,ms$

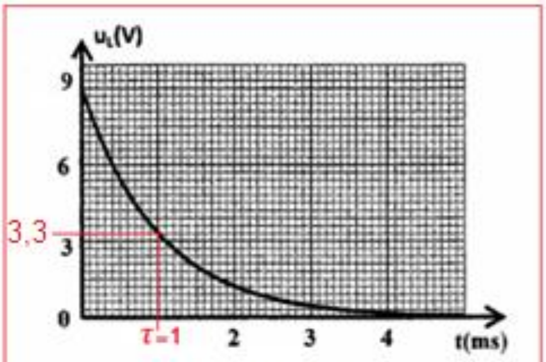


figure 2

-استنتاج L:

لدينا: $\tau = \frac{L}{R}$ أي: $L = \tau.R$

ت.ع: $L = 10 \times 1.10^{-3} = 10^{-2}\,H$

$L = 10\,mH$

6-حساب الطاقة المغنطيسية عند اللحظة $t = \tau$:

لدينا: $E_m(t) = \frac{1}{2}L.i(t)^2$ وعند $t = \tau$: $E_m(\tau) = \frac{1}{2}L.i(\tau)^2$

تحديد $i(\tau)$: $i(\tau) = \frac{E}{R}(1 - e^{-1})$ ت.ع: $i(\tau) = \frac{9}{10}(1 - e^{-1}) = 0{,}57\,A$

استنتاج $E_m(\tau)$:

$$E_m(\tau) = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \times 0{,}57^2 \Longrightarrow E_m(\tau) \approx 1{,}62.10^{-3}\,J$$

الجزء الثاني: استقبال موجة مضمَّنة الوسع

رقم السؤال	الجواب الصحيح
1	ج
2	ب
3	ج

التعليل (ليس مطلوبا):

1-سعة المكثف $\boldsymbol{C}$ التي تمكن من انتقاء الموجة ذي التردد $\boldsymbol{f_0 = 530\ kHz}$:

لدينا: $T_0 = \frac{1}{f_0} = 2\pi\sqrt{L.C}$ أي: $\frac{1}{{f_0}^2} = 4\pi^2 L.C$ ومنه: $C = \frac{1}{4\pi^2 L.{f_0}^2}$

ت.ع: $C = \frac{1}{4\pi^2 \times 10.10^{-3} \times (530 \times 10^3)^2} = 9{,}010^{-12}\ F \implies C \approx 9\ pF \rightarrow$ ج

2-سعة المكثف $\boldsymbol{C_1}$ المستعملة في الجزء 2 (كاشف الغلاف) :

للحصول على إزالة تضمين جيد يجب ان يكون: $\frac{1}{F_p} << \tau = R_1.C_1 < \frac{1}{f_s}$

$$\frac{1}{F_p.R_1} << C_1 < \frac{1}{f_s.R_1} \implies \frac{1}{530 \times 10^3 \times 35} << C_1 < \frac{1}{1.10^3 \times 35}$$

$$5{,}39.10^{-8} F << C_1 < 2{,}86.10^{-5}\ F \implies 5{,}39.10^{-2}\ \mu F << C_1 < 28{,}6\ \mu F$$

القيمة التي تمكن تحقيق الشرط إزالة تضمين جيد هي: ب $\leftarrow C_1 = 20\ \mu F$ لأن:

$$5{,}39.10^{-2}\ \mu F << C_1 = 20\ \mu F < 28{,}6\ \mu F$$

3-الدور الذي يلعبه الجزء 3 في التركيب التجريبي هو: ج- إزالة المركبة المستمرة.

التمرين الرابع: الميكانيك

الجزء الأول: دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

1-التعرف على مسار كل دقيقة:

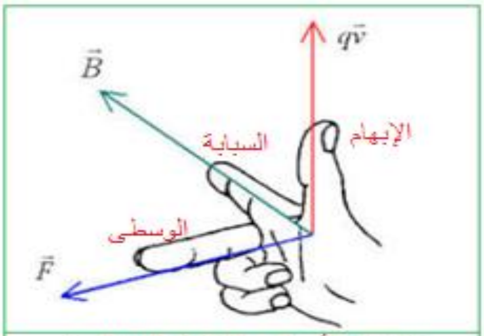
بتطبيق قاعدة الأصابع الثلاث لليد اليمنى على الدقيقة He^{2+} حيث يشير :

-الإبهام إلى منحى متجهة $q\,\vec{V}$ (رأسيا نحو الأعلى)

-السبابة إلى منحى متجهة $\vec{B}$ (أفقيا وراء الصفحة)

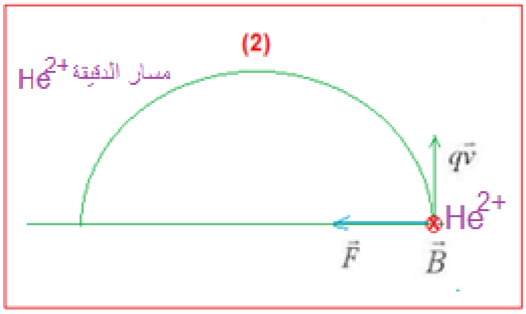
-الوسطى إلى منحى القوة $\vec{F}$ (أفقيا نحو اليسار)

يكون مسار الدقيقة O^{2-} هو (1) و مسار He^{2+} هو (2).



قاعدة الأصابع الثلاث لليد اليمنى

2-إثبات ان حركة الأيون $\boldsymbol{He^{2+}}$ منتظمة ومسارها دائري:



-المجموعة المدروسة: الدقيقة He^{2+} ذات الكتلة $m(He^{2+})$

والشحنة $q = 2e$

-جرد القوى: تخضع الدقيقة فقط لقوة لورنتز $\vec{F}$ تعبيرها: $\vec{F} = q\vec{V} \wedge \vec{B}$

-تطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع غاليلي:

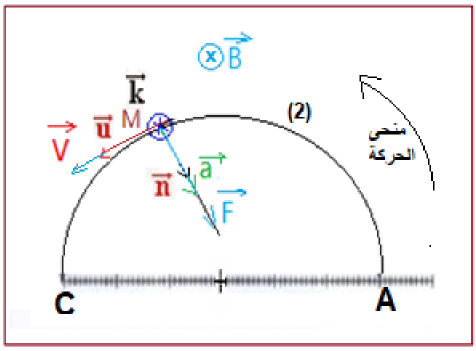
$$q\vec{V} \wedge \vec{B} = m.\vec{a} \quad \Leftarrow \quad \vec{F} = m.\vec{a}$$

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

متجهة التسارع $\vec{a}$ 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 المتجهية (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.

-إثبات أن المسار دائري وأن شعاعه يكتب $\boldsymbol{R_{He^{2+}} = \frac{m(He^{2+}).V}{2e.B}}$:

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 $\boldsymbol{\rho}$: انحناء المسار .

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

تعبير شعاع مسار الأيون He^{2+} ذي الكتلة $m(He^{2+})$ هو: $R_{He^{2+}} = \frac{m(He^{2+}).V}{2e.B}$

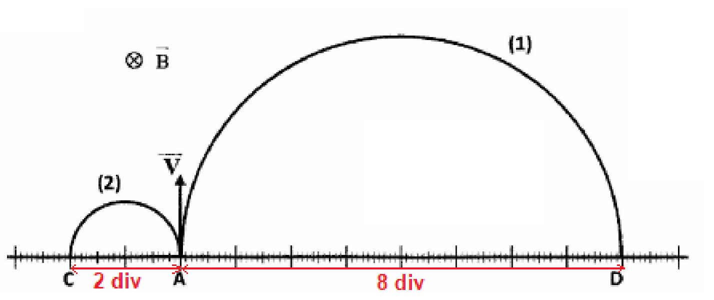
3-تحديد النسبة $\frac{R_{O^{2-}}}{R_{He^{2+}}}$:

باستعمال الشكل 1 نجد: $R_{O^{2-}} = \frac{AD}{2} = 4\,div$ و $R_{He^{2+}} = \frac{AC}{2} = 1\,div$

ومنه:

$$\frac{R_{O^{2-}}}{R_{He^{2+}}} = \frac{4}{1} = 4$$

4-التحقق من كتلة الدقيقة O^{2-}:



الشكل 1

حسب تعبير شعاع الدقيقة He^{2+}:

$$R_{He^{2+}} = \frac{m(He^{2+}).V}{2e.B}$$

تعبير كتلة الدقيقة O^{2-} هو:

$$R_{O^{2-}} = \frac{m(O^{2-}).V}{2e.B}$$

للدقيقتين شحنتين متقابلتين $q_{He^{2+}} = -q_{O^{2-}} = 2e$ نفس السرعة V وهما يوجدان في نفس المجال المغنطيسي $\vec{B}$.

$$\frac{R_{O^{2-}}}{R_{He^{2+}}} = \frac{\frac{m(O^{2-}).V}{2e.B}}{\frac{m(He^{2+}).V}{2e.B}} \Longrightarrow \frac{R_{O^{2-}}}{R_{He^{2+}}} = \frac{m_{O^{2-}}}{m_{He^{2+}}} \Longrightarrow \frac{m_{O^{2-}}}{m_{He^{2+}}} = 4 \Longrightarrow m_{O^{2-}} = 4m_{He^{2+}}$$

ت.ع: $m_{O^{2-}} = 4 \times 6{,}68.10^{-27} \Longrightarrow m_{O^{2-}} = 2{,}67.10^{-26}\ kg$

الجزء الثاني: دراسة طاقية للنواس البسيط

1-باستعمال معادلة الأبعاد نثبت ان العلاقة $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ متجانسة:

لدينا: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ وبالتالي: $[T_0] = [\pi].\left(\frac{[L]}{[g]}\right)^{1/2}$ مع: $[g] = \frac{[L]}{[t]^2} = [L].[t]^{-2}$

$$[T_0] = \left(\frac{[L]}{[L].[t]^{-2}}\right)^{1/2} = (t^2)^{1/2} \Longrightarrow [T_0] = [t]$$

وحدة T_0 هي الثانية وبالتالي فالعلاقة $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ متجانسة.

2-إيجاد قيمة T_0:

لدينا: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ت.ع: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2}{9{,}8}} \Longrightarrow T_0 \simeq 2{,}84\ s$

-إيجاد قيمة φ:

حسب الشروط البدئية عند اللحظة $t = 0$:

-النواس في حالة سكون عند موضع توازنه المستقر أي: $z = 0 \Longrightarrow \theta = 0$.

- تم إرسال النواس بسرعة بدئية في المنحى الموجب $\dot{\theta}(0) > 0$.

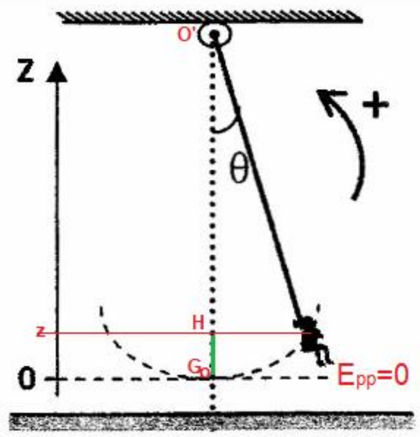
لدينا: $\theta(t) = \theta_{max}.cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right)$

$$\theta(0)=\theta_{max}.cos\varphi \Longrightarrow \theta_{max}.cos\varphi=0 \Longrightarrow cos\varphi=0 \Longrightarrow \varphi=\frac{\pi}{2} \text{ أو } \varphi=-\frac{\pi}{2}$$

$$\dot{\theta}(t)=\frac{d\theta}{dt}=-\frac{2\pi}{T_0}.\theta_{max}.sin\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right) \Longrightarrow \dot{\theta}(0)=-\frac{2\pi}{T_0}.\theta_{max}.sin\varphi>0$$

$$\dot{\theta}(0)=-\frac{2\pi}{T_0}.\theta_{max}.\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right)=\frac{2\pi}{T_0}.\theta_{max}>0 \Longrightarrow \varphi=-\frac{\pi}{2}$$

3-إثبات تعبير طاقة الوضع الثقالية للنواس:



الشكل 2

حسب تعبير طاقة الوضع الثقالية: $E_{pp}=m.g.z+cte$

باعتبار المستوى الأفقي المار من موضع التوازن مرجعا ل $\boldsymbol{E_{pp}}$

يكون: $cte=0$

تعبير z:

حسب الشكل 2:

$$z=HG_0=O'G_0-O'H$$

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

في حال التذبذبات الصغيرة $cos\theta \approx 1-\frac{\theta^2}{2}$

$$z=L.\left[1-\left(1-\frac{\theta^2}{2}\right)\right]=\frac{1}{2}L.\theta^2$$

نعوض في تعبير E_{pp}: $E_{pp}=m.g.z$ نجد: $E_{pp}=\frac{1}{2}m.g.L.\theta^2$

مع: $\theta(t)=\theta_{max}.cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)$

نحصل على: $E_{pp}=\frac{1}{2}m.g.L.\left[\theta_{max}.cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)\right]^2$

نستنتج : $E_{pp}=\frac{1}{2}m.g.L.\theta_{max}^2.cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)$

4-إثبات تعبير الطاقة الميكانيكية $\boldsymbol{E_m}$:

لدينا: $E_m=E_{pp}+E_c$ مع: $E_c=\frac{1}{2}m.v^2$ حيث: $v=L.\omega=L.\dot{\theta}$

$$\theta(t)=\theta_{max}.cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)$$

$$\dot{\theta}=\frac{d\theta}{dt}=-\frac{2\pi}{T_0}.\theta_{max}.sin\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)$$

$$E_c=\frac{1}{2}m\left[-L.\frac{2\pi}{T_0}.\theta_{max}.sin\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)\right]^2$$

$$E_c=\frac{1}{2}m.L^2.\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2.\theta_{max}^2.cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)=\frac{1}{2}m.L^2.\frac{g}{L}.\theta_{max}^2.cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)$$

حيث: $T_0=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ وبالتالي: $\frac{T_0}{2\pi}=\sqrt{\frac{L}{g}}$ ومنه: $\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2=\frac{g}{L}$

$$E_C = \frac{1}{2}m.g.L.\theta_{max}^2.sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)$$

نعوض تعبير كل من E_c و E_{pp} في E_m:

$$E_m = \frac{1}{2}m.g.L.\theta_{max}^2.cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)+\frac{1}{2}m.g.L.\theta_{max}^2.sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)$$

$$E_m = \frac{1}{2}m.g.L.\theta_{max}^2\left[\underbrace{cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)+sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0}.t+\varphi\right)}_{=1}\right]$$

نستنتج:

$$E_m = \frac{1}{2}mg.L.\theta_{max}^2$$

5-حساب الكتلة $\boldsymbol{m}$ للجسم $(\boldsymbol{S})$:

باعتبار انحفاظ الطاقة الميكانيكية نكتب:

$E_m = E_{c\,max}$ أي: $\frac{1}{2}m.g.L.\theta_{max}^2 = E_{c\,max}$

$$m = \frac{E_{c\,max}}{\frac{1}{2}g.L.\theta_{max}^2} \Longrightarrow m = \frac{2E_{c\,max}}{g.L.\theta_{max}^2}$$

عند $t=0$ لدينا: $z=0$ (أي: $E_{pp}=0$) وبالتالي: $E_{C0} = E_{c\,max}$

ت.ع: $m = \frac{2\times13{,}33}{9{,}8\times2\times0{,}20^2} \Longrightarrow m = 34\ kg$