


 الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة الاستدراكية 2011
الموضوع

7	المعامل	RS30 8A	الفيزياء والكيمياء	المادة
4	مدة الإنجاز		شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)	الشعب (ة) أو المقطع

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة غير القابلة للبرمجة

يتضمن الموضوع أربعة تمارين :

- تمرين في الكيمياء (7 نقط)
- ثلاثة تمارين في الفيزياء (13 نقطة)

تمرين الكيمياء:

- الجزء الأول : تفاعل الأسترة..... (4,5 نقط)
- الجزء الثاني : تحضير فلز الزنك بالتحليل الكهربائي..... (2,5 نقط)

تمارين الفيزياء:

- تمرين 1 : تحديد طول موجة إشعاع ضوئي..... (2 نقط)
- تمرين 2 : التذبذبات الكهربائية..... (5,25 نقطة)
- تمرين 3 :
- الجزء الأول : دراسة حركة قمر اصطناعي..... (2,25 نقطة)
- الجزء الثاني : الدراسة الطاقية لمتذبذب ميكانيكي..... (3,5 نقطة)

كيمياء (7 نقط)

الجزء الأول (5, 4 نقط) : تفاعل الأسترة

ينتج الإستر عن تفاعل حمض كربوكسيلي مع كحول .

الصيغة نصف المنشورة لإستر هي: $R-C(=O)-O-R'$ حيث يمكن أن تكون المجموعة R سلسلة كربونية أو ذرة هيدروجين في حين تكون المجموعة R' بالضرورة سلسلة كربونية .

لدراسة تفاعل أسترة، ننجز في حوالة معيارية خليطا مكونا من 0,500 mol من حمض الإيثانويك CH_3COOH و 0,500mol من كحول بوتان-2-أول $H_3C-CH(OH)-CH_2-CH_3$ و بعض قطرات حمض الكبريتيك.

يكون الحجم الكلي للخليط هو $V = 100 \text{ mL}$.
بعد تحريك الخليط ، نوزعه بالتساوي على 10 أنابيب اختبار مرقمة من 1 إلى 10 و نسدها بإحكام ثم نضعها عند لحظة $t = 0$ في حمام مريم درجة حرارته ثابتة $60^\circ C$.

معطيات:

- كثافة الكحول المستعمل : $d = 0,79$ ؛
- الكتلة المولية للكحول : $M(al) = 74,0 \text{ g.mol}^{-1}$ ؛
- الثابتة pK_A للمزدوجة CH_3COOH/CH_3COO^- عند $25^\circ C$: $pK_A = 4,8$ ؛
- الجداء الأيوني للماء عند $25^\circ C$: $pK_e = 14$ ؛
- الكتلة الحجمية للماء : $\rho_e = 1,0 \text{ g.cm}^{-3}$ ؛
- الكتلة المولية للحمض : $M(ac) = 60,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

1- تفاعل الأسترة .

- 1.1- باستعمال الصيغ نصف المنشورة ، اكتب معادلة تفاعل الأسترة الذي يحدث في أنبوب اختبار و أعط اسم الإستر المتكون . 0,5
- 1.2- احسب حجم الكحول و كتلة الحمض اللذين تم مزجهما في الحوالة . 0,5
- 1.3- أنشئ جدول تقدم التفاعل الذي يحدث في كل أنبوب اختبار و عبّر عن كمية مادة الإستر المتكون $n(ester)_t$ عند لحظة t بدلالة كمية مادة الحمض المتبقي $n(ac)_t$. 0,5

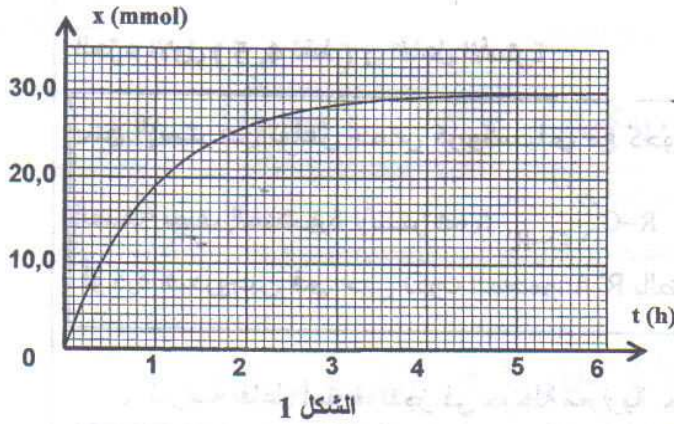
2- معايرة الحمض المتبقي .

لمعايرة الحمض المتبقي ، عند لحظة t ، في أنبوب الاختبار رقم 1 ، نفرغ محتواه في ورق معياري ، ثم نخففه بالماء المقطر البارد للحصول على خليط (S) حجمه 100mL .

نأخذ 10mL من الخليط (S) و نصبها في كأس و نعايرها بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_b = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$. (لا نأخذ بعين الاعتبار ، أثناء المعايرة ، الأيونات H_3O^+ الواردة من حمض الكبريتيك)

- 2.1- اكتب معادلة تفاعل المعايرة . 0,25
 - 2.2- أعط تعبير ثابتة الحمضية K_A للمزدوجة CH_3COOH/CH_3COO^- بدلالة التراكيز . 0,25
 - 2.3- استنتج تعبير ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة تفاعل المعايرة و احسب قيمتها عند $25^\circ C$. 0,5
 - 2.4- حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم للحصول على التكافؤ هو : $v_b = 4,0 \text{ mL}$. 0,5
- استنتج كمية مادة الإستر المتكون في أنبوب الاختبار رقم 1 .

3- منحنى تطور المجموعة الكيميائية .



مكنك معايرة المحاليل الموجودة في أنابيب الاختبار السالفة الذكر، عند لحظات مختلفة، من خط المنحنى $x=f(t)$ حيث x تقدم تفاعل الأسترة عند لحظة t في أنبوب اختبار (الشكل 1).

3.1- احسب ثابتة التوازن K' المقرونة بتفاعل الأسترة .

0,5

3.2- احسب كمية مادة حمض الإيثانويك n_a التي يجب إضافتها في أنبوب الاختبار في نفس الظروف التجريبية السابقة ليكون المردود النهائي لتصنيع الإستر عند نهاية تفاعل الأسترة هو $r = 90\%$.

1

الجزء الثاني (2,5 نقطة) : تحضير فلز الزنك بالتحليل الكهربائي

يتم تحضير بعض الفلزات بالتحليل الكهربائي للمحاليل المائية التي تحتوي على كاتيونات هذه الفلزات. إن أكثر من 50% من الإنتاج العالمي للزنك يتم الحصول عليه بالتحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الزنك المحمض بحمض الكبريتيك .

معطيات :

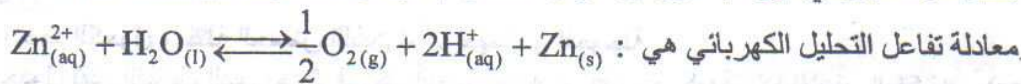
- الكتلة المولية للزنك : $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$ ؛

- ثابتة فارادي : $F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$ ؛

- الحجم المولي في ظروف التجربة هو : $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$.

تتكون خلية المحلل الكهربائي من إلكترودين و محلول كبريتات الزنك المحمض .

يطبق مولد كهربائي، بين الإلكترودين، توترا مستمرا يمكن من الحصول على شدة تيار $I = 8,0.10^4 \text{ A}$.



1- اكتب نصف المعادلة الإلكترونية الموافقة لتكون الزنك و نصف المعادلة الإلكترونية الموافقة لتكون ثنائي الأوكسجين .

0,5

2- عين ، معلا جوابك ، قطب المولد المرتبط بالإلكترود الذي ينتشر بجواره غاز ثنائي الأوكسجين .

0,5

3- عند اللحظة $t_0 = 0$ ينطلق التحليل الكهربائي .

0,75

عند لحظة t تكون الشحنة التي انتقلت في الدارة هي $Q = I.\Delta t$ مع $\Delta t = t - t_0$.

نسمي x تقدم التفاعل عند اللحظة t .

$$I = \frac{2.F.x}{\Delta t} \text{ . بيّن أن}$$

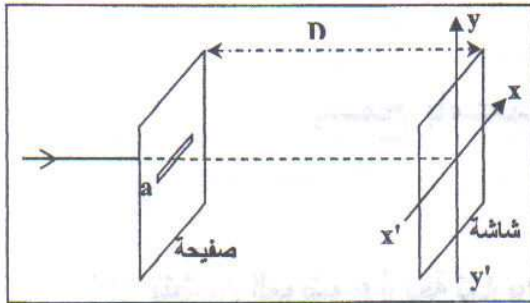
4- احسب كتلة الزنك المتكون خلال $\Delta t = 12,0 \text{ h}$ من اشتغال المحلل .

0,75

الفيزياء

التمرين 1 (2 نقط) : تحديد طول الموجة لشعاع ضوئي

يتميز وسط انتشار الموجات الضوئية بمعامل الانكسار $n = \frac{c}{v}$ بالنسبة لتردد معين حيث v سرعة انتشار الضوء الأحادي اللون في هذا الوسط و c سرعة انتشاره في الفراغ أو في الهواء. يهدف هذا التمرين إلى دراسة انتشار شعاعين ضوئيين أحاديي اللون ترددهما مختلفان ، في وسط مبدد .



الشكل (1)

1- تحديد طول الموجة λ لضوء أحادي اللون في الهواء .

ننجز تجربة الحيود باستعمال ضوء أحادي اللون ذي طول الموجة λ في الهواء .

نضع على بضع سنتمرات من المنبع الضوئي صفيحة معتمة بها شق أفقي عرضه $a = 1,00 \text{ mm}$ ، الشكل (1).

نشاهد على شاشة رأسية ، توجد على بعد $D = 1,00 \text{ m}$ من الشق ، بقعا ضوئية تتوسطها بقعة مركزية عرضها $L = 1,40 \text{ mm}$.

1.1- اختر الجواب الصحيح :

يوجد شكل الحيود الملاحظ على الشاشة :

أ- وفق المحور $x'x$.

ب- وفق المحور $y'y$.

1.2- أوجد تعبير λ بدلالة a و L و D . احسب قيمة λ .

نذكر أن تعبير الفرق الزاوي هو : $\theta(\text{rad}) = \frac{\lambda}{a}$.

2- تحديد طول الموجة لضوء أحادي اللون في الزجاج الشفاف .

نجعل شعاعا ضوئيا (R_1) أحادي اللون تردده

$\nu_1 = 3,80.10^{14} \text{ Hz}$ يرد على الوجه المستوي

لنصف الأسطوانة من زجاج شفاف عند النقطة I مركز

هذا الوجه المستوي تحت زاوية ورود $i = 60^\circ$.

ينكسر الشعاع (R_1) عند النقطة I و يرد على شاشة

رأسية عند نقطة A . الشكل (2)

نجعل الآن شعاعا ضوئيا أحادي اللون (R_2) تردده

$\nu_2 = 7,50.10^{14} \text{ Hz}$ يرد على الوجه المستوي

لنصف الأسطوانة تحت نفس زاوية الورود السابقة $i = 60^\circ$

نلاحظ أن الشعاع الضوئي (R_2) ينكسر كذلك عند النقطة I لكنه يرد على الشاشة الرأسية عند نقطة أخرى B حيث

تكون الزاوية بين الشعاعين المنكسرين هي $\alpha = 0,563^\circ$.

معطيات :

- معامل انكسار الزجاج بالنسبة للشعاع الضوئي ذي التردد ν_1 هو $n_1 = 1,626$ ؛

- معامل انكسار الهواء هو $n_0 = 1,00$.

- $c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

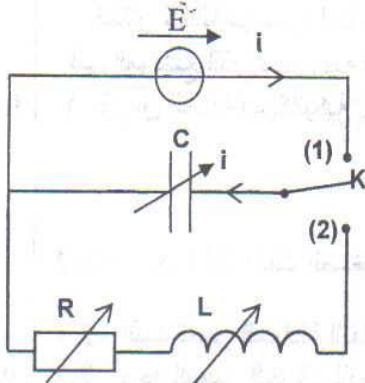
2.1- بين أن معامل انكسار الزجاج بالنسبة للشعاع الضوئي ذي التردد ν_2 هو $n_2 = 1,652$.

2.2- أوجد تعبير طول الموجة λ_2 للشعاع الضوئي ذي التردد ν_2 في الزجاج بدلالة c و n_2 و ν_2 . احسب λ_2 .

التمرين 2 (5,25 نقطة) التذبذبات الكهربائية

يتم استقبال الموجات الكهر مغنطيسية بواسطة هوائي يحول الموجة الكهر مغنطيسية إلى إشارة كهربائية ترددها يساوي تردد الموجة الملتقطة. يمكن اختيار إحدى المحطات الباعثة دون غيرها بالتوفيق بين التردد الخاص للدائرة LC المرتبطة بالهوائي و الموجة المنبعثة من المحطة .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة التذبذبات الكهربائية الحرة و القسرية في دارة RLC و تطبيق ذلك في دارة التوافق .
نجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل (1) و المكون من :



شكل 1

- مولد قوته الكهر محركه $E = 6,0V$ ومقاومته الداخلية مهملة ؛
- مكثف (C) سعته قابلة للضبط ؛
- وشيعة (B) معامل تحريضها L قابل للضبط و مقاومتها مهملة ؛
- موصل أومي (D) مقاومته R قابلة للضبط ؛
- قاطع التيار (K) .

1- دراسة التذبذبات الحرة المخددة في دارة RLC .

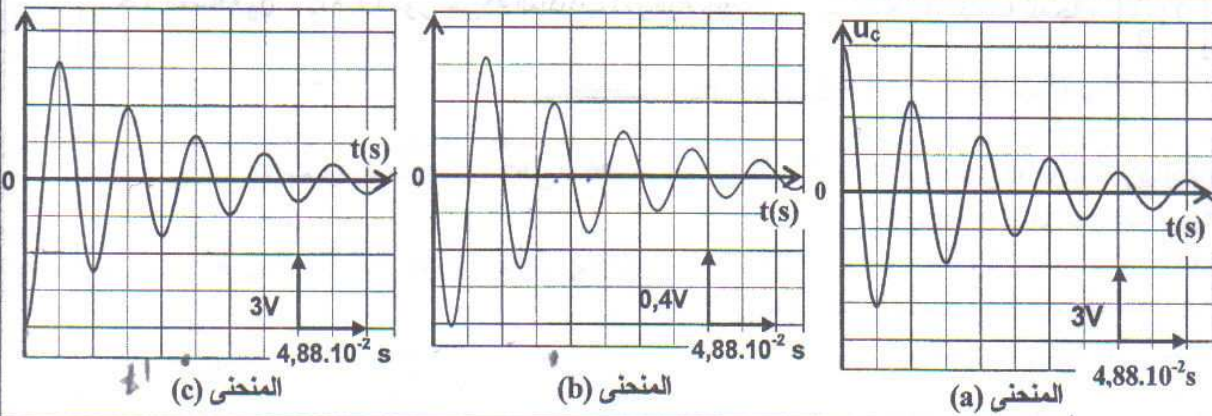
التجربة 1 :

نضبط المقاومة على القيمة $R = 20\Omega$ و معامل التحريض

على القيمة $L = 1,0H$ و سعة المكثف على القيمة $C = 60\mu F$.

بعد شحن المكثف (C) كلنا ، نؤرجح قاطع التيار K عند اللحظة $t = 0$ إلى الموضع (2) .

يمكن جهاز ملائم من معاينة تطور التوترات u_C بين مربطي المكثف (C) و u_R بين مربطي الموصل الأومي (D) و u_L بين مربطي الوشيعة (B). نحصل على المنحنيات (a) و (b) و (c) الممثلة في الشكل (2) .



شكل 2

1.1- يمثل المنحنى (a) تطور التوتر u_C بدلالة الزمن . 0,5
عين من بين المنحنيين (b) و (c) المنحنى الموافق للتوتر u_L معللا الجواب .

1.2- انطلاقا من المنحنيات السالفة الذكر :

أ- أوجد قيمة شدة التيار المار في الدارة عند اللحظة $t_1 = 8,54.10^{-2} s$. 0,5

ب- عين منحنى التيار الكهربائي في الدارة بين اللحظتين t_1 و $t_2 = 10,98.10^{-2} s$. 0,5

1.3- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q للمكثف (C). 0,5

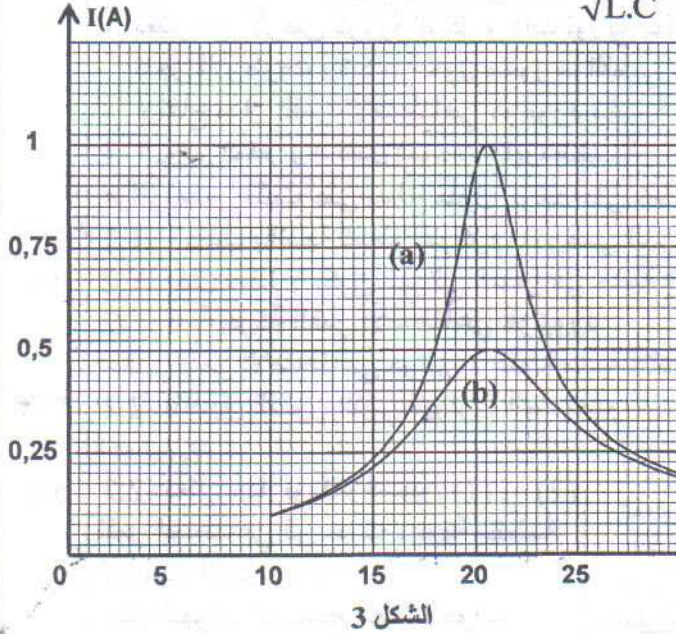
1.4- يكتب حل المعادلة التفاضلية على شكل : $q(t) = A.e^{-\frac{R}{2L}t} \cdot \cos(\frac{2\pi}{T}t - 0,077)$ شكل : 0,5

حدد قيمة الثابتة A مع إعطاء النتيجة بثلاثة أرقام معبرة.

2- الدراسة الطاقية للتذبذبات الحرة في دائرة LC .

نستعمل التركيب الممثل في الشكل (1) ونضبط المقاومة R على القيمة $R = 0\Omega$ وسعة المكثف على القيمة

$$C = 60\mu F, \text{ فيكون في هذه الحالة تعبير } q(t) \text{ هو : } q(t) = q_m \cdot \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t\right)$$



الشكل 3

2.1- أثبت التعبير الحرفي لكل من الطاقة الكهربائية E_e والطاقة المغنطيسية E_m بدلالة الزمن .

2.2- بين أن الطاقة الكلية E_T للمتذبذب تتحفظ خلال الزمن . احسب قيمتها .

3- دراسة التذبذبات القسرية في دائرة RLC متوالية .

تجربة 2 :

نركب على التوالي الموصل الأومي (D) و الوشيع (B) و المكثف (C) .

نطبق بين مربطي ثنائي القطب المحصل توترا جيبيا

$$u(t) = 20\sqrt{2} \cdot \cos(2\pi N \cdot t)$$

بالضبط . نبقى التوتر الفعال للتوتر $u(t)$ ثابتا

و نغير التردد N . نقيس الشدة الفعالة I للتيار

بالنسبة لكل قيمة للتردد N .

نعين بواسطة جهاز ملائم تطور الشدة I بدلالة N ؛

فنحصل على المنحنيين (a) و (b) الممثلين في الشكل (3)

بالنسبة لقيمتين R_1 و R_2 للمقاومة R بحيث $R_2 > R_1$.

انطلاقا من مبيان الشكل 3 :

3.1- حدد قيمة المقاومة R_1 .

3.2- احسب معامل الجودة Q للدائرة في حالة $R = R_2$.

4- دائرة التوافق .

ننجز دائرة التوافق لاستعمالها في جهاز استقبال الموجات

الكهرمغنطيسية ، وذلك باستعمال وشيعة معامل تحريضها $L = 8,7 \cdot 10^{-2} \text{ H}$

ومقاومتها مهمة والمكثف (C) السابق كما يبين الشكل (4) .

حدد القيمة C' التي يجب أن نضبط عليها سعة المكثف (C)

لالتقاط محطة إذاعية تبث برامجها على تردد $F = 540 \text{ kHz}$.

التمرين 3 (5,75 نقط)

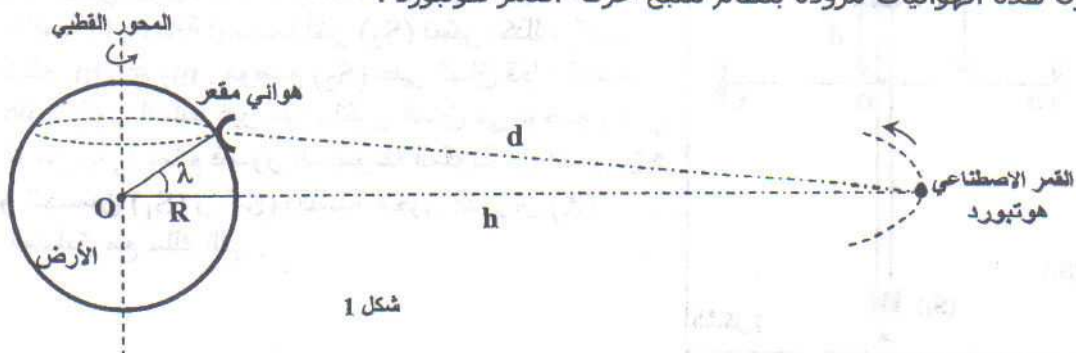
الجزء الأول (2,25 نقطة) : دراسة حركة قمر اصطناعي

يظهر القمر الاصطناعي هوتبور « HOTBIRD » ساكنا بالنسبة لملاحظ على سطح الأرض ، و هو

يستعمل للاتصالات و الإرسال الإذاعي و التلفزي .

تلتقط الهوائيات المقعرة المثبتة على سطح الأرض و الموجهة نحو القمر هوتبور الإشارات الواردة منه

دون أن تكون هذه الهوائيات مزودة بنظام لتتبع حركة القمر هوتبور .



شكل 1

معطيات :

- كتلة الأرض : $M = 5,98.10^{24} \text{ kg}$ ؛

- شعاع الأرض : $R = 6400 \text{ km}$ ؛

- ثابتة التجاذب الكوني : $G = 6,67.10^{-11} \text{ (S.I.)}$ ؛

- نعتبر أن الأرض كروية الشكل و ذات توزيع كتلي تماثلي ؛

- تنجز الأرض دورة كاملة حول محورها القطبي خلال مدة $T = 23\text{h } 56\text{min } 4\text{s}$ ؛

- ارتفاع مدار القمر الاصطناعي هوتبورد بالنسبة لسطح الأرض : $h = 36000 \text{ km}$.

1- الهوائي المقعر و استقبال الموجات الكهرومغناطيسية

هوائي مقعر مثبت على سطح منزل يوجد على خط العرض $\lambda = 33,5^\circ$.

1.1- احسب بالنسبة للمعلم المركزي الأرضي السرعة v_p للهوائي المقعر الذي نعتبره نقطيا .

1.2- علل لماذا لا يكون الهوائي المقعر في حاجة إلى نظام لتتبع حركة القمر الاصطناعي هوتبورد ؟

2- دراسة حركة القمر الاصطناعي هوتبورد

نماثل القمر الاصطناعي هوتبورد بنقطة مادية كتلتها m_s .

2.1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أثبت تعبير السرعة v_s للقمر هوتبورد على مداره بدلالة G و M و R و h .

احسب v_s .

2.2- نعتبر مدارين افتراضيين (1) و (2) لقمر اصطناعي في حركة دائرية منتظمة

كما يبين الشكل (2) .

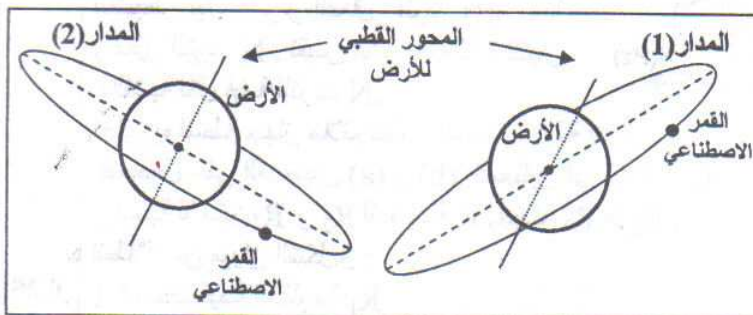
اختر الجواب الصحيح معللا الجواب .

المدار الذي يوافق القمر الاصطناعي

هوتبورد هو :

أ- المدار (1) .

ب- المدار (2) .

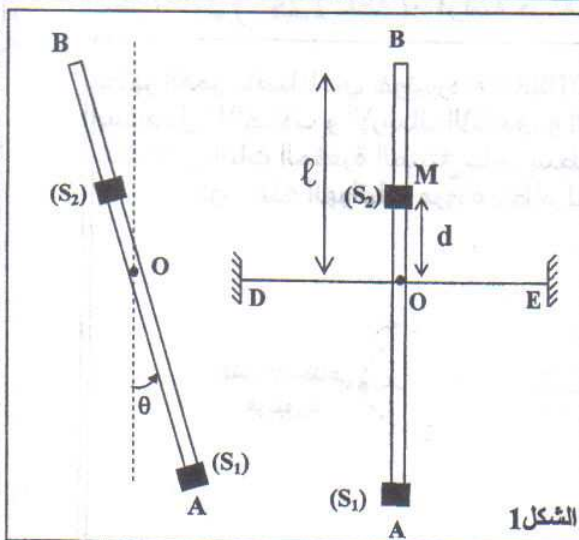


شكل 2

الجزء الثاني (3,5 نقطة) : الدراسة الطاقية لمتذبذب ميكانيكي

النواس الوازن هو مجموعة ميكانيكية في حركة دوران تذبذبية حول محور أفقي ، يتعلق دوره عموما بوسع الحركة .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة متذبذب مكون من نواس وازن و سلك للي وكيفية تحويله إلى متذبذب دوره مستقل عن وسع الحركة .



الشكل 1

نثبت في وسط سلك ممدود أفقيا ، ثابتة ليه C ساقا كتلتها

مهملة و طولها $AB = 2\ell$. تحمل الساق في طرفها

السفلى A جسما (S_1) كتلته $m_1 = m$ نعتبره نقطيا ،

وتحمل في جزئها الأعلى عند نقطة M تبعد عن

النقطة O بمسافة d جسما آخر (S_2) نعتبره كذلك نقطيا .

كتلته $m_2 = 2m$. موضع (S_2) على الساق قابل للضبط .

عندما يكون السلك غير ملتو ، تكون الساق في موضع رأسي .

نرمز ب J_A لعزم قصور المجموعة المكونة من الساق AB

و الجسمين (S_1) و (S_2) بالنسبة لمحور الدوران (Δ)

المنطبق مع سلك اللّي .

نزيح الساق AB عن موضع توازنها الرأسي بزاوية θ_m في المنحى الموجب ثم نحررها بدون سرعة بدئية فتنجز ذبذبات في مستوى رأسي .
نمعلم عند كل لحظة موضع الساق AB بالزاوية θ التي تكونها الساق مع المستقيم الرأسي المار من النقطة O كما يبين الشكل 1 .
نهمل جميع الاحتكاكات .

يعبر عن طاقة الوضع للي السلك في الحالة المدروسة بالعلاقة : $E_{pt} = 2C\theta^2 + cte$.
نختار كحالة مرجعية لطاقة الوضع الثقالية المستوى الأفقي المار من النقطة O ، وكحالة مرجعية لطاقة الوضع للي الموضع الذي يكون فيه السلك غير ملتو ($\theta = 0$) .
1- بين أن الطاقة الميكانيكية E_m للمتذبذب تكتب على الشكل :

$$E_m = \frac{1}{2} J_{\Delta} \dot{\theta}^2 + 2m.g(d - \frac{\ell}{2}) \cos \theta + 2C\theta^2$$

2- نعتبر حالة التذبذبات الصغيرة حيث $0 < \theta < \frac{\pi}{18}$ و $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ مع θ بـ (rad)

2.1- أثبت تعبير المعادلة التفاضلية التي تحققها الزاوية θ .

2.2- أوجد التعبير الحرفي للدور الخاص T_0 للمتذبذب ليكون حل المعادلة التفاضلية هو :

$$\theta(t) = \theta_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$$

3 - نضبط موضع الجسم (S_2) على الساق عند المسافة d_0 من النقطة O ، ثم نزيح من جديد الساق عن موضع توازنها الرأسي بزاوية θ_m و نحررها بدون سرعة بدئية .

حدد المسافة d_0 بدلالة ℓ لتكون حركة المتذبذب دورانية جيئية أيا كانت قيمة θ_m منتمية للمجال $\left] 0; \frac{\pi}{2} \right[$.



الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة الاستدراكية 2011
عناصر الإجابة



الصفحة
1
3

7	المعامل	RR30	الفيزياء والكيمياء	المادة
4	مدة الإجابة		شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)	الشعب (ة) أو المسلك

كيمياء (7 نقط)	
الجزء الأول : (4,5 نقط)	
0,25	معادلة تفاعل الأسترة
0,25	اسم الإستر : إيثانوات 1- ميثيل بروبييل
0,25	$V \approx 47 \text{ mL}$
0,25	$m = 30 \text{ g}$
0,25	جدول التقدم
0,25	$n(\text{إستر})_t = 0,05 - n(\text{حمض})_r$
0,25	معادلة تفاعل المعايرة
0,25	تعبير الثابتة K_A
0,25	تعبير الثابتة K
0,25	$K = 1,6.10^9$
0,25	طريقة استنتاج الكمية $n(\text{ester})$ في أنبوب الاختبار 1
0,25	$n(\text{ester}) = 1,0.10^{-2} \text{ mol}$
0,5	$K' = 2,25$
0,75	الطريقة
0,25	$n(a) = 0,175 \text{ mol}$
الجزء الثاني : (5, 2 نقط)	
0,25	نصف المعادلة الإلكترونية عند الكاثود
0,25	نصف المعادلة الإلكترونية عند الأنود
0,25x2	القطب الموجب للعمود + التعليل
0,75	إثبات العلاقة $I = \frac{2F.x}{\Delta t}$
0,5	$m(\text{Zn}) = \frac{I.\Delta t.M(\text{Zn})}{2F}$
0,25	$m(\text{Zn}) = 1,17.10^6 \text{ g}$

الفيزياء		
التمرين 1 : (2 نقط)		
0,25	يوجد شكل الحيود الملاحظ على الشاشة وفق المحور $y'y$ (أ و ب)	-1.1/1
0,25	تعبير λ : $\lambda = \frac{a.L}{2D}$	-1.2
0,25	$\lambda = 7,0.10^{-7} \text{ m}$	
0,5	طريقة التحقق من قيمة n_2	-2.1/2
0,5	$\lambda_2 = \frac{c}{v_2.n_2}$	-2.2
0,25	$\lambda_2 = 2,42.10^{-7} \text{ m}$	

الفيزياء		
تمرين 2 : (5,25 نقط)		
0,25	يوافق المنحنى (c) التوتر u_L	-1.1/1
0,25	التعليل	
0,25x2	$i(t_1) = \frac{u_R(t_1)}{R} = 2,0.10^{-2} \text{ A}$	-1.2 / أ
0,25	بين اللحظتين t_1 و $2T$ يمر التيار في المنحنى الموجب	ب-
0,25	بين اللحظتين $2T$ و t_2 يمر التيار في المنحنى السالب	
0,5	المعادلة التفاضلية	-1.3
0,5	قيمة A : $A = 3,61.10^{-4} \text{ C}$	-1.4
0,5	$E_e = \frac{q_m^2}{2C} \cdot \cos^2\left(\frac{1}{\sqrt{L.C}}.t\right)$	-2.1/2
0,5	$E_m = \frac{q_m^2}{2C} \cdot \sin^2\left(\frac{1}{\sqrt{L.C}}.t\right)$	
0,5	البرهنة على $E_T = \frac{1}{2} \cdot \frac{q_m^2}{C} = \text{cste}$	-2.2
0,25	$E_T \approx 1,1.10^{-3} \text{ J}$	
0,25	$R_1 = \frac{U}{I_1} = 20 \Omega$	-3.1/3
0,25	$Q = \frac{N_0}{\Delta N} \approx 3,2$	-3.2
0,25	$C' = \frac{1}{4\pi^2.L.F^2}$	-4
0,25	$C' = 9,98.10^{-13} \text{ F} \approx 1 \text{ pF}$	

الفيزياء		
تمرين 3 : (5,75 نقط)		
الجزء الأول : (2,25 نقط)		
0,5	$v_p = \frac{2\pi.R.\cos\lambda}{T}$	-1.1/1
0,25	$v_p \approx 3,9.10^2 \text{ m.s}^{-1}$	
0,25	التعليل	-1.2
0,5	$v_s = \sqrt{\frac{G.M}{R+h}}$	-2.1/2
0,25	$v_s \approx 3,07.10^3 \text{ m.s}^{-1}$	
0,5	الجواب الصحيح هو (2) + التعليل	-2.2
الجزء الثاني : (3,5 نقط)		
0,25	$E_m = E_c + E_{pp} + E_{pt}$	1
0,75	التوصل إلى تعبير الطاقة الميكانيكية	
0,5	الطريقة	2.1/2
0,5	$\ddot{\theta} + \frac{4C - 2mg(d - \frac{\ell}{2})}{J_{\Delta}} \cdot \theta = 0$	
0,5	البرهنة	2.2
0,25	$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J_{\Delta}}{4C - 2mg(d - \frac{\ell}{2})}}$	
0,5	البرهنة	3
0,25	$d_0 = \frac{\ell}{2}$	