

<div> <div> الصفحة 1 8 * </div> <div> الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة الاستدراكية 2022 - الموضوع - </div> <div> SSSSSSSSSSSSSSSSSSSS-SS </div> <div> RS 30 </div> </div>		<div> المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة المركز الوطني للتقويم والامتحانات </div>		
4	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء		المادة
7	المعامل	مسلك العلوم الرياضية - أ و ب		الدرجة أو المسلك

❖ يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة.

❖ يجب أن تعطى التعابير الحرفية قبل التطبيقات العددية و تكون النتيجة مصحوبة بالوحدة.

❖ يمكن للتمارين أن تنجز وفق ترتيب يختاره المترشح.

يَتَضَمَّنُ الْمَوْضُوعُ خَمْسَةَ تَمَارِينٍ: تَمْرِينًا فِي الْكِيمِيَاءِ وَ أَرْبَعَةً تَمَارِينٍ فِي الْفِيزِيَاءِ.

التمرين 1: الكيمياء (7نقط)

- دراسة بعض تفاعلات حمض الايثانويك.

التمرين 2: الموجات (2نقط)

- انتشار موجة طول نابض.

التمرين 3: التحولات النووية (1,5 نقطة)

- التأريخ بواسطة الكربون 14.

التمرين 4: الكهرباء (4,5 نقط)

- شحن مكثف ،

- تفريغ مكثف في وشيعة.

التمرين 5: الميكانيك (5 نقط)

- الجزء I: دراسة حركة أسطوانة.

- الجزء II: حركة متذبذب (جسم صلب- نابض).

الصفحة	2	RS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022-الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء-مسلك العلوم الرياضية - أ و ب
8			

التمرين 1 : الكيمياء (7نقط): دراسة بعض تفاعلات حمض الايثانويك

يهدف هذا التمرين إلى دراسة:

- محلول مائي لحمض الايثانويك،
- معايرة محلول مائي لحمض الايثانويك،
- التتبع الزمني لتفاعل حمض الايثانويك مع كحول.

1- محلول مائي لحمض الايثانويك

حمض الايثانويك الخالص سائل عديم اللون وقابل للاشتعال. يوجد في الخل ويستعمل كمطهر و معقم.

معطيات:

- كل القياسات تمت عند درجة الحرارة 25°C ،

- $\text{pK}_A(\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}/\text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})})=4,8$ ،

- كثافة حمض الايثانويك $d=1,05$ ،

- الكتلة الحجمية للماء $\rho_e = 1\text{g.cm}^{-3}$ ،

- الكتلة المولية لحمض الايثانويك $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60\text{g.mol}^{-1}$.

نحضر محلولاً مائياً (S_0) لحمض الايثانويك (CH_3COOH) وذلك بصب حجم $V_0 = 2\text{mL}$ من محلول حمض الايثانويك الخالص في حوضلة معيارية من فئة $V = 500\text{mL}$ و إضافة الماء الخالص مع التحريك حتى الخط المعياري.

1-1- تحقق أن التركيز المولي لحمض الايثانويك في المحلول (S_0) هو $C_0 = 7,0.10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$ (0,5 ن)

1-2- بين أن تعبير pH المحلول (S_0) يكتب كما يلي: $\text{pH} = \log 2 - \log(\sqrt{K_A^2 + 4K_A.C_0} - K_A)$ حيث K_A هي ثابتة الحمضية

للمزدوجة $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} / \text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})}$ (0,75 ن)

1-3- استنتج قيمة نسبة التقدم النهائي لتفاعل حمض الايثانويك مع الماء. (0,5 ن)

1-4- ارسم مخطط الهيمنة و استنتج النوع المهيمن للمزدوجة $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} / \text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})}$ (0,5 ن)

2- معايرة المحلول المائي (S_0) لحمض الايثانويك

للتحقق من قيمة التركيز المولي C_0 للمحلول (S_0) نعاير حجماً $V_A = 25,0\text{mL}$ من المحلول (S_0) بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم $\text{Na}^{+}_{(\text{aq})} + \text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$ تركيزه المولي $C_B = 8,75.10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$. لهذا الغرض ننجز تركيب المعايرة بقياس pH. الحجم المضاف من المحلول (S_B) عند التكافؤ هو $V_{BE} = 20,0\text{mL}$.

2-1- ارسم تبيانة التركيب التجريبي مع ذكر أسماء كل المكونات. (0,75 ن)

2-2- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل المعايرة. (0,25 ن)

2-3-1/2-3- اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية: (0,5 ن)

عند التكافؤ خلال المعايرة حمض- قاعدة:

أ-يساوي حجم المحلول المعاير دائماً حجم المحلول المعاير.

ب- يساوي pH الخليط التفاعلي دائماً 7.

ج- كميات مادة المتفاعلات منعقدة.

د- المتفاعل المعاير لا يتفاعل كلياً.

الصفحة	3	RS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022-الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء-مسلك العلوم الرياضية - أ و ب
8			

2-3-2- هل تم التحقق من قيمة C_0 ؟ علل جوابك. (0,5 ن)

2-4- حدد pH الخليط التفاعلي عند إضافة الحجم $V_B = \frac{2}{3} V_{BE}$ من المحلول (S_B) . (0,5 ن)

3- التتبع الزمني لتحول كيميائي

ندرس حركية التفاعل الكيميائي بين حمض الايثانويك مع كحول أولي R-OH .
المعادلة الكيميائية للتحويل الذي يحصل هي: $CH_3COOH + R-OH \rightleftharpoons CH_3COOR + H_2O$.
ننجز أربع تجارب وفق الظروف التجريبية الواردة في الجدول التالي :

التجربة	$n_0(CH_3COOH)$ (mol)	$n_0(R-OH)$ (mol)	درجة الحرارة	الحفاز
(a)	0,6	0,6	θ_1	بدون
(b)	0,6	0,6	$\theta_2 > \theta_1$	بدون
(c)	0,6	0,6	θ_2	بضع قطرات من حمض الكبريتيك
(d)	0,3	0,6	θ_1	بدون

تمثل $n_0(CH_3COOH)$ و $n_0(R-OH)$ كميتي المادة البدئية لكل من حمض الايثانويك و الكحول عند اللحظة $t=0$.

تمثل المنحنيات (1) و (2) و (3) و (4) في الشكل جانبه التطور

الزمني لكمية المادة n_e للناتج CH_3COOR .

3-1- عين، معللا جوابك، المنحنى الموافق للتجربة (c). (0,5 ن)

3-2- حدد، معللا جوابك، ما إذا كان الإثبات التالي صحيحا أم خطأ:

زمن نصف التفاعل الموافق للتجربة (b) هو

$t_{1/2} = 13 \text{ min}$. (0,5 ن)

3-3- اعتمادا على المنحنى (1) الموافق لإحدى التجارب، حدد

بالوحدة $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ، السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة

$t=0$. (يمثل (T) المماس للمنحنى (1) عند اللحظة $t=0$).

نأخذ حجم الخليط التفاعلي $V = 62 \text{ mL}$. (0,5 ن)

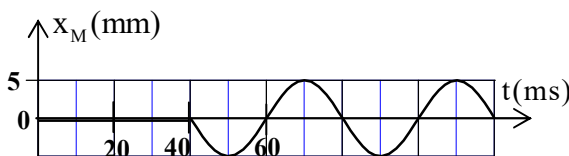
3-4- بالنسبة للتجربة الموافقة للمنحنى (1) أوجد اللحظة التي يكون

عندها خارج التفاعل $Q_r = 1,6$. (0,75 ن)

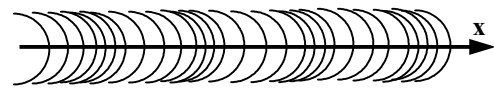
التمرين 2 : انتشار موجة طول نابض (2 نقط)

نحدث عند لحظة $t=0$ ، بالضغط على بعض لفات نابض، موجة جيبيية دورية عند الطرف S لنابض طويل جدا و لفاته غير متصلة (الشكل 1).

نصور حركة نقطة M من النابض. مكن برنامج مناسب من الحصول على الاستطالة $x_M(t)$ للنقطة M (الشكل 2).



الشكل 2



الشكل 1

الصفحة	4	RS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022-الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء-مسلك العلوم الرياضية - أ و ب	
8				

1- أعط عدد الاقتراحات الصحيحة من بين الاقتراحات التالية: (0,5 ن)

- أ- الموجة التي تنتشر طول النابض موجة ميكانيكية متوالية.
- ب- الموجة التي تنتشر طول النابض موجة مستعرضة.
- ج- عند انتشار موجة طول نابض ، تنتقل المادة.
- د- الوسط الذي تنتشر فيه الموجة بسرعة لا تتعلق بتردها ، وسط مبدد.

2- حدد سرعة انتشار الموجة علما أن النقطة M توجد على مسافة $d = 64\text{cm}$ من الطرف S للنابض. (0,25 ن)

3- حدد طول الموجة لهذه الموجة. (0,5 ن)

4-1/4- مثل الاستطالة $x_s(t)$ للمنبع S خلال دورين. (0,5 ن)

4-2- حدد استطالة المنبع S عند اللحظة $t = 90\text{ms}$. (0,25 ن)

التمرين 3: التأريخ بواسطة الكربون 14 (1,5 نقط)

يهدف هذا التمرين إلى دراسة التفكك النووي للكربون 14 (^{14}C) و اعتماده في تأريخ عينة من الخشب .

معطيات: - عمر النصف للنظير ^{14}C هو: $t_{1/2} = 5,73.10^3 \text{ an}$ ، $1 \text{ an} = 365,25 \text{ jour}$ ،

- كتل النوى و الدقائق: $m(^{14}_6\text{C}) = 14,011 \text{ u}$ ، $m(^{14}_7\text{N}) = 14,008 \text{ u}$ ، $m(^0_{-1}\text{e}) = 0,0005 \text{ u}$ ،

- $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$.

خلال اشتغاله على التأريخ بواسطة الكربون 14، برهن العالم W.F.Libby على أنه عند الأحياء ، حاصل قسمة عدد نوى الكربون 14 على عدد نوى الكربون 12 يبقى ثابتا. و منه فإن هذا يوافق نشاطا قيمته 13,6 تقنتا في الدقيقة بالنسبة لكل واحد غرام من الكربون المستخرج من كائن حي.

ابتداء من تاريخ "موت" الكائن، يبدأ عدد نوى الكربون 14 في التناقص وفق قانون التناقص الإشعاعي.

1- أعط عدد الاقتراحات الصحيحة من بين الاقتراحات التالية: (0,5 ن)

- أ- تتزايد أكثر فأكثر قابلية التفكك لعينة من النوى المشعة مع مرور الزمن .
- ب- عمر النصف هو نصف المدة الزمنية التي تتفكك خلالها النواة المشعة كليا.
- ج- النوى الخفيفة التي لها عدد الكتلة A يساوي ضعف العدد الذري Z تكون غير مستقرة.
- د- الدقيقة α هي أيون الهيليوم He^{2+} .

2- تنتج عن تفكك نواة الكربون 14 نواة الأزوت 14 ($^{14}_7\text{N}$) .

اكتب معادلة التفكك محددا نوعه. (0,25 ن)

3-1/3- أعطى قياس نشاط عينة من الخشب القديم القيمة $3,7.10^{-2}$ تقنتا في الثانية بالنسبة لواحد غرام من الكربون.

حدد عمر هذه العينة من الخشب. (0,5 ن)

3-2- احسب بالوحدة MeV الطاقة المحررة $|\Delta E|$ الناتجة عن التفكك الكلي للكربون 14 الموجود في 1g من الكربون لهذه العينة منذ لحظة

"موته". (0,25 ن)

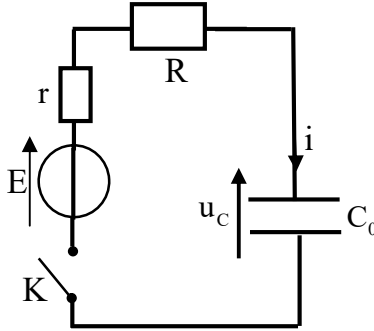
الصفحة	5	RS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022-الموضوع
8			- مادة: الفيزياء والكيمياء-مسلك العلوم الرياضية - أ و ب

التمرين 4: الكهرباء (4,5 نقط)

المكثفات الفائقة (supercondensateurs) تستعمل في العربات الكهربائية و هي تختلف عن المكثفات الكهروكيميائية العادية بقدرتها على تخزين كمية كبيرة من الطاقة واسترجاعها خلال مدة قصيرة .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة :

- شحن مكثف باعتماد مولد للتوتر ،
- شحن مكثف باعتماد مولد للتيار ،
- تفريغ مكثف في وشيعة.



الشكل 1

1- شحن مكثف بواسطة مولد للتوتر

ننجز الدارة الممثلة في الشكل 1 و المتكونة من:

- مكثف سعته C_0 غير مشحون بدنياً،
 - مولد قوته الكهرومحركة E و مقاومته الداخلية r ،
 - موصل أومي مقاومته R ،
 - قاطع التيار K .
- عند اللحظة $t = 0$ نغلق K .

1-1-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_c(t)$ بين مربطي المكثف. (0,25 ن)

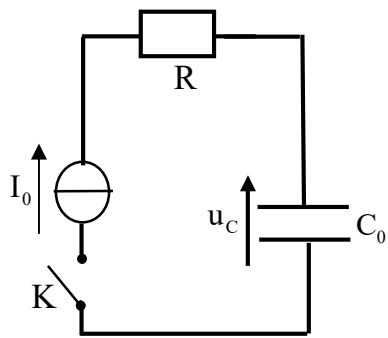
1-1-2- حدد شدة التيار الكهربائي $i(t=0^-)$ مباشرة قبل إغلاق K و تعبير الشدة $i(t=0^+)$ مباشرة بعد إغلاق K بدلالة R و r

و E . (0,5 ن)

1-2- احسب السعة C_0 اللازمة لتخزين طاقة $\mathcal{E} = 50 \text{ MJ}$ عند تطبيق توتر $U_0 = 200 \text{ V}$ بين مربطي المكثف. (0,5 ن)

1-3- للمكثفات الفائقة سعات تتجاوز بضع آلاف الفاراد (F) و توتر استعمالها يقارب $2,5 \text{ V}$.

لتخزين نفس الطاقة السابقة $\mathcal{E} = 50 \text{ MJ}$ ، نستعمل عددا n من المكثفات سعة كل منها C_0 و مركبة على التوازي و مستعملة تحت التوتر $U = 2,5 \text{ V}$. أوجد العدد n . (0,5 ن)



الشكل 2

2- شحن مكثف بواسطة مولد مؤتمل للتيار

للتحقق من السعة C_0 للمكثف الفائق، ننجز التركيب الممثل في الشكل 2 و المتكون من:

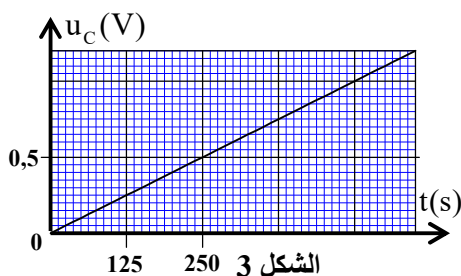
- المكثف الفائق ذي السعة C_0 غير مشحون بدنياً،
- مولد مؤتمل للتيار يزود الدارة بتيار شدته ثابتة I_0 ،
- موصل أومي مقاومته $R = 15 \Omega$ ،
- قاطع التيار K .

نغلق K عند اللحظة $t = 0$ ثم نسجل بواسطة نظام معلوماتي ملائم، التطور الزمني

للتوتر $u_c(t)$ بين مربطي المكثف الفائق (الشكل 3).

أعطى قياس التوتر بين مربطي الموصل الأومي القيمة $U_R = 75 \text{ V}$ ،

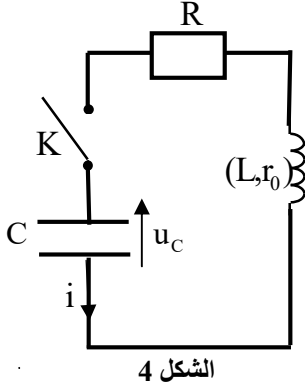
أوجد من جديد قيمة C_0 . (0,75 ن)



الشكل 3

3- تفريغ مكثف في وشيعة

عموما لا تستعمل المكثفات الفائقة في الدارات الكهربائية المتذبذبة ، لذا نستعمل في هذا الجزء مكثفا سعته $C = 100 \mu F$.



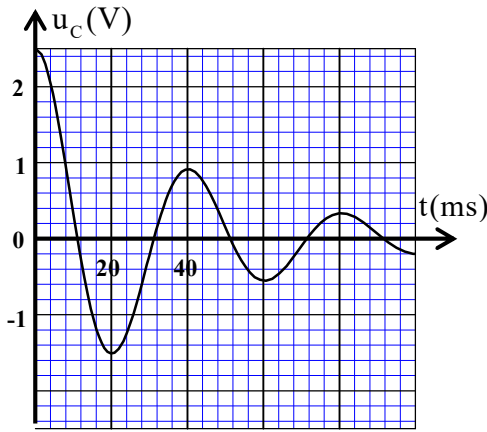
نشحن كلياً المكثف ذا السعة C تحت توتر $E = 2,5 V$ ثم نربطه بشيعة معامل تحريضها L و مقاومتها $r_0 = 5 \Omega$ مركبة على التوالي مع الموصل الأومي ذي المقاومة $R = 15 \Omega$ (الشكل 4).

عند اللحظة $t = 0$ نغلق K .

يمثل منحنى الشكل 5 التطور الزمني للتوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف .

3-1- انقل الشكل 4 و مثل عليه كيفية ربط راسم التذبذب لمعاينة

التوتر $u_C(t)$. (0,5 ن)



3-2- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف. (0,25 ن)

3-3- ليكن T شبه دور التذبذبات و T_0 الدور الخاص للدائرة LC .

بالنسبة لأي قيمة لمعامل التحريض L تكون $T \approx T_0$ ؟ (0,5 ن)

3-4- بين ، معللا جوابك، هل الاقتراح التالي صحيح أم خطأ: (0,75 ن)

لصيانة هذه التذبذبات، ندرج في الدارة و على التوالي مولدا يزود الدارة بتوتر

$u_g(t) = 20.i(t)$ حيث u_g معبر عنها بالوحدة V و i بالوحدة A .

التمرين 5: الميكانيك (5 نقط)

الجزءان I و II مستقلان

الجزء I: دراسة حركة أسطوانة

تستعمل الأسطوانات القابلة للدوران في كثير من الأجهزة الميكانيكية و الإلكتروميكانيكية ...

ندرس في هذا الجزء حركة مجموعة ميكانيكية تتكون من أسطوانة و جسم صلب .

تتكون هذه المجموعة من جسم صلب (S) كتلته m و مركز قصوره G ، معلق بخيط غير مدود ، كتلته مهملة

و ملفوف حول أسطوانة (C) شعاعها R. يمكن للأسطوانة (C) أن تدور حول محور (Δ) ثابت و أفقي (الشكل 1).

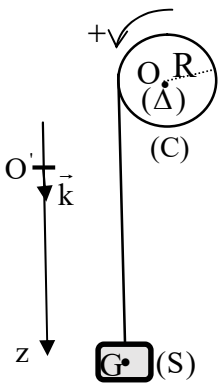
نرمز ب J_Δ لعزم قصور (C) بالنسبة للمحور (Δ) . تحدث حركة الجسم (S) دوران (C). خلال الحركة، لا ينزلق

الخيط على الأسطوانة.

نمعلم عند كل لحظة t موضع نقطة من الأسطوانة بأفصولها الزاوي θ و مركز القصور G للجسم (S) بأنسوبه z في

المعلم $(O'; \vec{k})$.

ندرس حركة المجموعة في معلم مرتبط بالمرجع الأرضي الذي نعتبره غاليليا.



الصفحة	7	RS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022-الموضوع
8			- مادة: الفيزياء والكيمياء-مسلك العلوم الرياضية - أ و ب

نحرر المجموعة بدون سرعة بدئية و نختار $\theta=0$ عند اللحظة $t=0$.

معطيات: $m=0,5\text{kg}$ ، $R=6\text{cm}$ ، $g=10\text{m.s}^{-2}$.

1- الحالة الأولى: نهمل جميع الاحتكاكات

1-1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن و العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران على

المجموعة، أوجد تعبير التسارع الزاوي $\ddot{\theta}$ لحركة الأسطوانة بدلالة m و R و g

و $J_A(0,5\text{ ن})$

1-2- يمثل منحنى الشكل 2 التطور الزمني للسرعة الزاوية $\dot{\theta}(t)=\frac{d\theta}{dt}$ لحركة الأسطوانة.

أوجد قيمة $J_A(0,5\text{ ن})$

1-3- أوجد n عدد الدورات المنجزة من طرف الأسطوانة خلال العشر ثوان الأولى (10s). (0,5 ن)

2- الحالة الثانية: نأخذ بعين الاعتبار تأثير الهواء على الأسطوانة.

نأخذ بعين الاعتبار تأثير الهواء على الأسطوانة و نهمل تأثير الهواء على حركة (S) و كذا الاحتكاكات على مستوى محور الدوران. نثبت على الاسطوانة صفائح كتلتها مهملة ، فتخضع الأسطوانة (C) خلال حركتها إلى تأثير الهواء (ناتج عن وجود الصفائح)، عزمه بالنسبة للمحور (Δ) منمذج ب $M_A = -k.\dot{\theta}$ حيث $\dot{\theta}$ السرعة الزاوية للأسطوانة و k ثابتة موجبة.

2-1- بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة الزاوية $\dot{\theta}$ لحركة الأسطوانة تكتب: $A.\dot{\theta} + \frac{1}{\tau}.\dot{\theta} = A$ حيث τ هو الزمن المميز

للحركة و A ثابتة معبر عنها بدلالة المقادير اللازمة. (0,5 ن)

2-2- اكتب تعبير τ بدلالة m و R و k و J_A ثم تحقق، باستعمال معادلات الأبعاد، أن τ بعد الزمن. (0,5 ن)

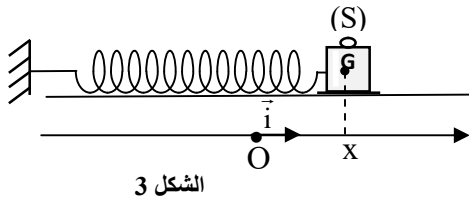
2-3- يستعمل مبدأ هذا النوع من المجموعات في مجالات متعددة للحصول على سرعة زاوية ثابتة $\dot{\theta}=\omega$ بعد نظام انتقالي.

عبر عن ω بدلالة m و g و R و k . (0,25 ن)

الجزء II : حركة المتذبذب (جسم صلب – نابض)

ندرس في هذا الجزء تذبذبات مجموعة ميكانيكية (جسم صلب – نابض) في وضعيتين:
- جميع الاحتكاكات مهملة.

- الاحتكاكات المائعة غير مهملة.



يتكون هذا المتذبذب الميكانيكي من جسم صلب (S) كتلته $m = 200\text{g}$ و مركز قصوره G و من نابض لفاته غير متصلة وكتلته مهملة و صلابته K.

يوجد النابض في وضع أفقي بحيث أن أحد طرفيه مثبت بحامل ثابت و الطرف الآخر مرتبط بالجسم (S) (الشكل 3). يمكن للجسم (S) أن ينزلق على المستوى الأفقي.

ندرس حركة مركز القصور G في معلم $R(O, \vec{i})$ مرتبط بمراجع أرضي نعتبره غاليليا.

نمعلم موضع مركز القصور G عند لحظة t بالأفصول x على المحور (O, \vec{i}) . عند التوازن، أفصول مركز القصور G هو $x=0$ (الشكل 3).

الصفحة	8	RS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2022-الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء-مسلك العلوم الرياضية - أ و ب
8			

نأخذ $\pi^2 = 10$.

الوضعية 1 : جميع الاحتكاكات مهملة

في هذه الوضعية نزيح (S) عن موضع توازنه في المنحنى الموجب، و نرسله عند اللحظة $t=0$ بسرعة بدئية \vec{V}_0 بحيث $\vec{V}_0 = V_0 \vec{i}$.

يمثل منحنى الشكل 4 التطور الزمني للسرعة v_x لمركز

القصور G.

1-1 أثبت، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، المعادلة التفاضلية

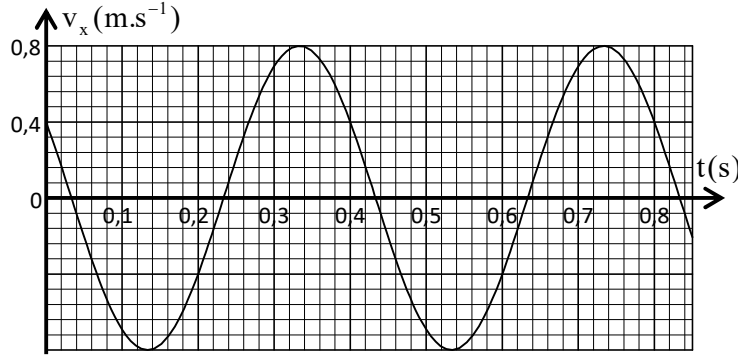
التي يحققها الأفصول $x(t)$. (0,25 ن)

1-2 احسب الصلابة K للنابض. (0,5 ن)

1-3 يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل:

$$x(t) = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$$

أوجد قيمة كل من x_m و φ . (0,5 ن)



الشكل 4

الوضعية 2 : الاحتكاكات المانعة غير مهملة

نثبت على الجسم (S) صفيحة كتلتها مهملة و بذلك تصبح المجموعة، أثناء حركتها، خاضعة إلى قوة الاحتكاك المانع.

في هذه الوضعية نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه في المنحنى الموجب، و نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$.

يمثل منحنى الشكل 5 تغيرات الأفصول x

لمركز القصور G للجسم (S) بدلالة الزمن.

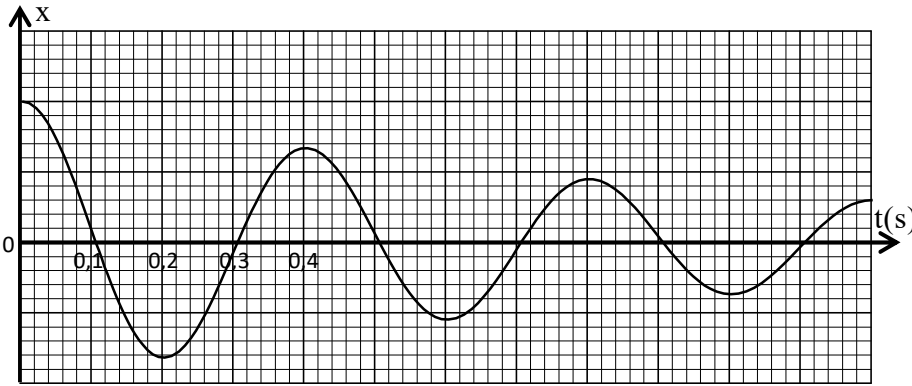
2-1 علل تناقص وسع التذبذبات. (0,25 ن)

2-2 تحقق، مع وصف الطريقة المعتمدة، أن

خمود التذبذبات هو خمود مانع. (0,25 ن)

2-3 أعط عدد الاقتراحات الصحيحة من

بين الاقتراحات التالية: (0,5 ن)



الشكل 5

أ- شبه دور التذبذبات هو $T = 0,5 s$.

ب- التذبذبات الملاحظة هي تذبذبات قسرية.

ج- التذبذبات الملاحظة هي تذبذبات حرة.

د- التذبذبات الملاحظة هي تذبذبات لادورية.