

الإمتحان الوطني الموحد للبيكالوريا
الدورة الحادية 2015
- الموضوع -

NS 30

4	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (أ) و(ب)	الشعبة أو المسلك

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة

يتضمن الموضوع أربعة تمارين : تمرين في الكيمياء و ثلاثة تمارين في الفيزياء

الكيمياء: (7 نقط)

- معايرة حمض و تصنيع إستر .

- دراسة العمود نيكل - كوبالت .

الفيزياء: (13 نقطة)

■ التحولات النووية (2,25 نقط):

- تفاعلات الاندماج والانشطار.

■ الكهرباء (5,25 نقط) :

- دراسة ثنائيات القطب: RL و RC و RLC .

- تضمين الوسع لإشارة جيبية .

■ الميكانيك (5,5 نقط) :

- دراسة السقوط الرأسي باحتكاك لكرية.

- الدراسة الطاقية لنواس مرن.

الجزءان الأول و الثاني مستقلان

الكيمياء: (7 نقط)

الجزء الأول: معايرة حمض وتصنيع إستر

يستعمل حمض الإيثانويك في تصنيع كثير من المواد العضوية من بينها زيت الياسمين (إيثانوات البنزويل)، و هو إستر يستعمل في صناعة العطور، يمكن تحضيره في المختبر انطلاقا من التفاعل بين حمض الإيثانويك CH_3COOH والكحول البنزيلي $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{OH}$.
يهدف هذا الجزء إلى دراسة معايرة محلول مائي لحمض الإيثانويك بواسطة محلول قاعدي ودراسة تفاعل هذا الحمض مع الكحول البنزيلي.

معطيات :

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة 25°C .

المركب العضوي	الكتلة المولية (g.mol^{-1})
حمض الإيثانويك	60
الكحول البنزيلي	108
إيثانوات البنزويل	150

1- معايرة حمض الإيثانويك

نحضر محلولاً مائياً (S_A) لحمض الإيثانويك CH_3COOH حجمه $V = 1\text{L}$ وتركيزه المولي C_A بإذابة كمية من هذا الحمض كتلتها m في الماء المقطر.

نعاير، بتتبع قياس pH ، الحجم $V_A = 20\text{mL}$ من المحلول (S_A) بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$ تركيزه المولي $C_B = 2.10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$.

1-1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمجة للتحويل الحاصل أثناء هذه المعايرة. 0,25

1-2- اعتماداً على القياسات المحصل عليها، تم خط المنحنى (C_1) الذي يمثل $\text{pH} = f(V_B)$ و المنحنى (C_2) الذي يمثل $\frac{d\text{pH}}{dV_B} = g(V_B)$ (الشكل صفحة 3/8) حيث يمثل V_B حجم المحلول (S_B) المضاف.

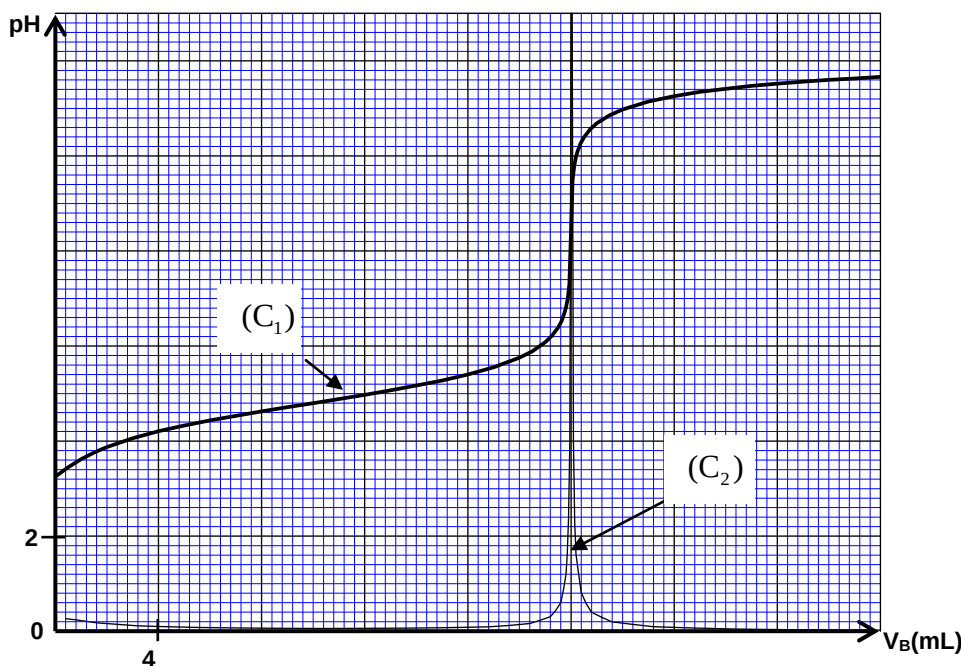
1-2-1- عين الحجم V_{BE} لمحلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ. 0,25

1-2-2- أوجد قيمة الكتلة m اللازمة لتحضير المحلول (S_A). 0,75

1-3- بين أن تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء تفاعل محدود. 0,5

1-4- أثبت، بالنسبة لحجم V_B مضاف قبل التكافؤ، التعبير: $V_B \cdot 10^{-\text{pH}} = K_A \cdot (V_{BE} - V_B)$ مع $V_B \neq 0$ ثم استنتج 0,75

قيمة pK_A للمزدوجة $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$.



2- تصنيع إستر

نحضر خليطا يتكون من $m_{ac} = 6 \text{ g}$ من حمض الإيثانويك و $m_{al} = 10,80 \text{ g}$ من الكحول البنزيلي $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ في ظروف تجريبية معينة، نسخن الخليط بالارتداد بعد إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز و بعض حصى الخفان. نحصل عند نهاية التفاعل على كتلة $m = 9,75 \text{ g}$ من إيثانوات البنزيل .

0,25 2-1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل الأسترة .

0,5 2-2- احسب المردود r_1 لتفاعل الأسترة .

1 2-3- في نفس الظروف التجريبية السابقة ، نعيد التجربة باستعمال $n_{ac} = 0,10 \text{ mol}$ من حمض الإيثانويك

و $n_{al} = 0,20 \text{ mol}$ من الكحول البنزيلي. أوجد المردود r_2 لتفاعل الأسترة في هذه الحالة.

0,5 2-4- بمقارنة r_1 و r_2 ، ماذا تستنتج؟

الجزء الثاني : دراسة العمود نيكل - كوبالت

يرتكز اشتغال عمود كيميائي على تحويل جزء من الطاقة الكيميائية الناتجة عن التحولات الكيميائية إلى طاقة كهربائية. ندرس في هذا الجزء العمود: نيكل - كوبالت.

معطيات :

- الكتلة المولية للنيكل : $M(\text{Ni}) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$

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

- ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل : $\text{Ni}_{(aq)}^{2+} + \text{Co}_{(s)} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} \text{Ni}_{(s)} + \text{Co}_{(aq)}^{2+}$ هي $K = 10^2$ عند 25°C .

ننجز عمودا بغمر صفيحة من النيكل في كأس تحتوي على الحجم $V = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي لكبريتات النيكل II $\text{Ni}_{(aq)}^{2+} + \text{SO}_{4(aq)}^{2-}$ تركيزه المولي البدئي $C_1 = [\text{Ni}_{(aq)}^{2+}]_i = 3.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و صفيحة من الكوبالت في كأس آخر تحتوي

على الحجم $V = 100 \text{ mL}$ من محلول مائي لكبريتات الكوبالت II $\text{Co}_{(aq)}^{2+} + \text{SO}_{4(aq)}^{2-}$ تركيزه المولي البدئي

$C_2 = [\text{Co}_{(aq)}^{2+}]_i = 0,3 \text{ mol.L}^{-1}$. نوصل المحلولين بقطرة ملحية.

- نركب على التوالي بين قطبي العمود، موصلا أوميا و أمبيرمترا و قاطعا للتيار.
نغلق الدارة عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ ($t = 0$)، فيمر فيها تيار كهربائي شدته I نعتبرها ثابتة .
- 1- اختر الجواب الصحيح من بين الاقتراحات التالية:
- أ- منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية المكونة للعمود هو المنحى (2) لمعادلة التفاعل.
ب- إلكترود الكوبالت هو الكاثود .
ج- تنتقل الإلكترونات عبر القنطرة الملحية للمحافظة على الحياد الكهربائي للمحاليل.
د- خارج العمود، يكون منحى التيار الكهربائي من إلكترود النيكل نحو إلكترود الكوبالت .
هـ- تحدث الأكسدة عند الكاثود.
- 2- أوجد، بدلالة K و F و C_1 و C_2 و V و I ، تعبير التاريخ t_e الذي يتحقق عنده توازن المجموعة الكيميائية.
احسب قيمة t_e علما أن $I = 100 \text{ mA}$.
- 3- احسب التغير Δm لكتلة إلكترود النيكل بين اللحظتين $t = 0$ و $t = t_e$.

0,5

1

0,75

الفيزياء: (13 نقطة)

التحولات النووية (2,25 نقط)

تعتبر تفاعلات الاندماج والانشطار من بين التفاعلات النووية التي تنتج عنها طاقة كبيرة تستغل في مجالات متعددة .

معطيات :

$$1 \text{ MeV} = 1,6022 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$m({}_1^0\text{e}) = 5,48579 \cdot 10^{-4} \text{ u} , \quad m({}_2^4\text{He}) = 4,00151 \text{ u} , \quad m({}_1^1\text{H}) = 1,00728 \text{ u}$$

$$1 \text{ u} = 931,494 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{نأخذ كتلة الشمس : } m_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

- نعتبر أن كتلة الهيدروجين ${}_1^1\text{H}$ تمثل نسبة 10% من كتلة الشمس .

1- نعطي في الجدول التالي معادلات بعض التفاعلات النووية :

A	${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$
B	${}_{27}^{60}\text{Co} \longrightarrow {}_{28}^{60}\text{Ni} + {}_{-1}^0\text{e}$
C	${}_{92}^{238}\text{U} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{90}^{234}\text{Th}$
D	${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_{54}^{139}\text{Xe} + {}_{38}^{94}\text{Sr} + 3{}_0^1\text{n}$

1-1- عين، من بين هذه المعادلات ، معادلة تفاعل الاندماج .

0,25

1-2- بالاعتماد على مخطط الطاقة الممثل في الشكل جانبه، احسب :

1-2-1- طاقة الربط بالنسبة لنوية لنواة ${}_{92}^{235}\text{U}$.

0,25

1-2-2- الطاقة $|\Delta E_0|$ الناتجة عن التفاعل (D) .

0,25

2- تحدث في الشمس تحولات نووية ترجع بالأساس إلى الهيدروجين

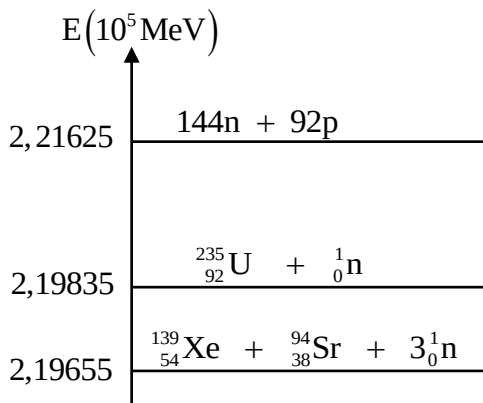
و ذلك وفق المعادلة الحصيلة التالية : $4{}_1^1\text{H} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + 2{}_1^0\text{e}$

2-1- احسب ، بالجول (J) ، الطاقة $|\Delta E|$ الناتجة عن هذا التحول .

0,5

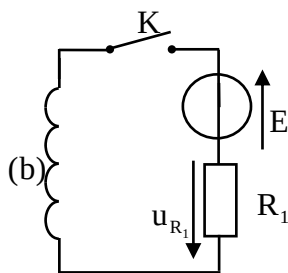
2-2- علما أن الطاقة المحررة من طرف الشمس نتيجة هذا التحول خلال كل سنة هي $E_s = 10^{34} \text{ J}$ ، أوجد عدد السنوات اللازمة ليستهلك كل الهيدروجين الموجود في الشمس .

1

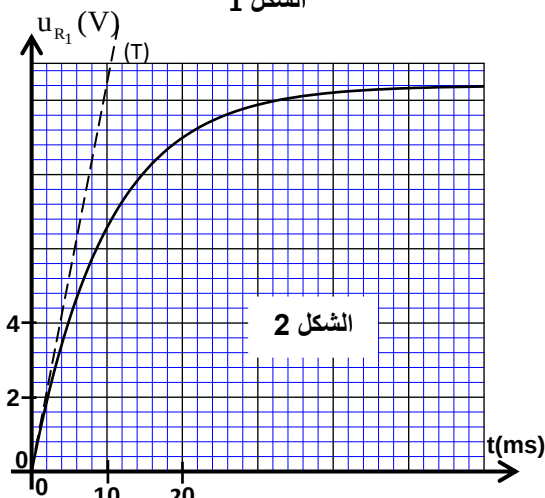


الكهرباء (5,25 نقط)

تحتوي مجموعة من الأجهزة الكهربائية على تراكيب تتكون من وشيعات ومكثفات وموصلات أومية... تختلف وظيفة هذه المركبات حسب كيفية تركيبها و مجالات استعمالها.



الشكل 1



الشكل 2

1- دراسة ثنائي القطب RL

- ننجز التركيب الممثل في الشكل 1 و المكوّن من :
- مولد قوته الكهرومحرّكة $E = 12\text{ V}$ ومقاومته الداخلية مهملة؛
 - موصل أومي مقاومته $R_1 = 52\Omega$ ؛
 - وشيعة (b) معامل تحريضها L ومقاومتها r ؛
 - قاطع التيار K .
- نغلق القاطع K في لحظة نختارها أصلا للتواريخ $t = 0$. يمكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر $u_{R_1}(t)$ بين مربطي الموصل الأومي (الشكل 2). يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند $t = 0$.

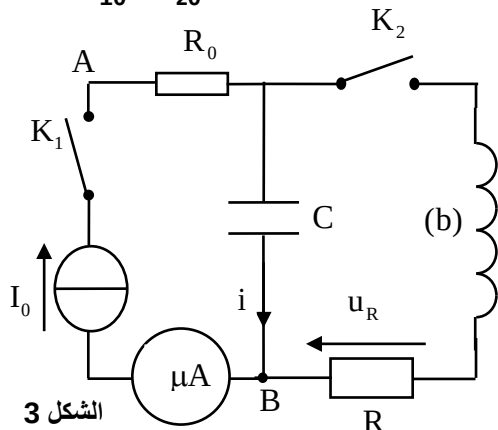
1-1 أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_{R_1} بين مربطي الموصل الأومي. 0,25

1-2 حدد قيمة المقاومة r للوشيعة. 0,5

1-3 تحقق أن $L = 0,6\text{ H}$. 0,25

2- دراسة ثنائي القطب RC و RLC

- ننجز التركيب الممثل في الشكل 3 والمكوّن من :
- مولد مؤمّن للتيار؛
 - ميكروأمبيرمتر؛
 - موصلين أوميين مقاومتهما R_0 و $R = 40\Omega$ ؛
 - مكثف سعته C ، غير مشحون بدنياً؛
 - الوشيعة (b) السابقة؛
 - قاطعي التيار K_1 و K_2 .



الشكل 3

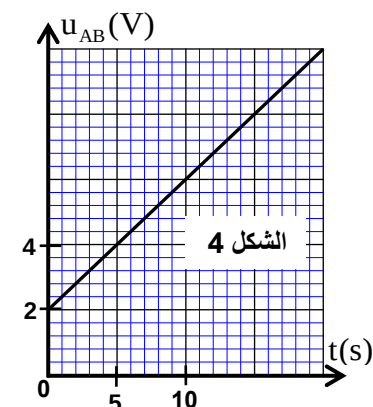
2-1 دراسة ثنائي القطب RC

عند لحظة تاريخها $t = 0$ نغلق قاطع التيار K_1 (مفتوح K_2) فيشير الميكروأمبيرمتر إلى الشدة $I_0 = 4\mu\text{A}$. يمكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر $u_{AB}(t)$ (الشكل 4).

1-1-2 حدد قيمة R_0 . 0,25

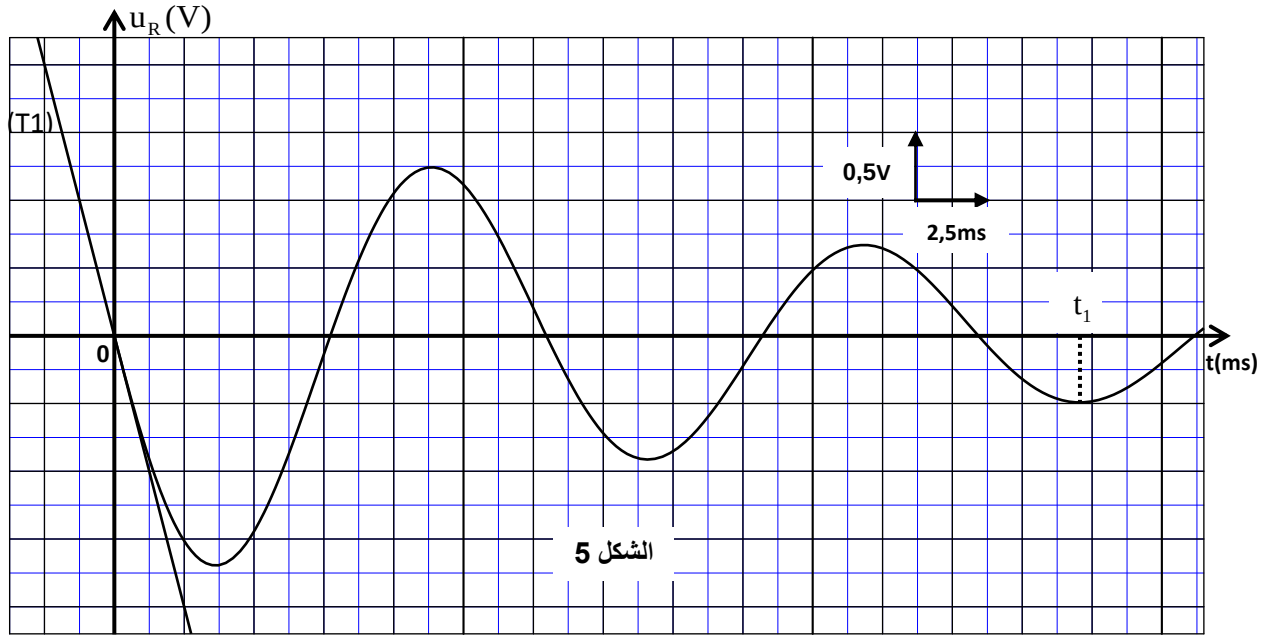
1-2-2 أوجد قيمة السعة C للمكثف. 0,5

2-2 دراسة ثنائي القطب RLC



الشكل 4

عندما يأخذ التوتر بين مربطي المكثف القيمة $u_C = U_0$ ، نفتح K_1 و نغلق K_2 عند لحظة نختارها أصلا جديدا للتواريخ $t = 0$. يمكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر $u_R(t)$ (الشكل 5). (يمثل المستقيم (T1) المماس للمنحنى عند اللحظة $t = 0$).



الشكل 5

2-2-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q للمكثف. 0,25

2-2-2- عبر عن $\frac{dE_t}{dt}$ بدلالة R و r و i حيث تمثل E_t الطاقة الكلية للدائرة عند لحظة t و i شدة التيار المار في الدائرة عند نفس اللحظة. 0,5

2-2-3- بين أن $U_0 = -\frac{L}{R} \left(\frac{du_R}{dt} \right)_{t=0}$ حيث $\left(\frac{du_R}{dt} \right)_{t=0}$ يمثل مشتقة $u_R(t)$ بالنسبة للزمن عند $t=0$. احسب U_0 . 0,5

2-2-4- أوجد $|E_j|$ الطاقة المبددة بمفعول جول في الدائرة بين اللحظتين $t=0$ و $t=t_1$ (الشكل 5). 0,5

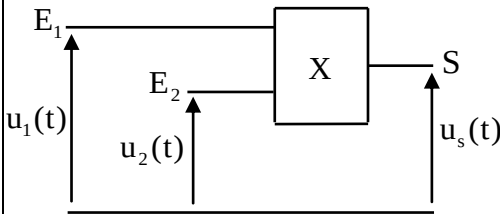
3- تضمين الوسع لإشارة جيبيه

للحصول على إشارة مضمنة الوسع نستعمل دائرة إلكترونية متكاملة X منجزة للجداء (الشكل 6)، نطبق عند المدخل :

E_1 - التوتر $u_1(t) = s(t) + U_0$ ، مع $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi f_s t)$ يمثل الإشارة التي تضم المعلومة و U_0 مركبة مستمرة للتوتر.

E_2 - توترا جيبييا يمثل الإشارة الحاملة $u_2(t) = U_m \cdot \cos(2\pi f_p t)$

نحصل على توتر الخروج $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$ حيث k ثابتة تتعلق بالدائرة المتكاملة X .



الشكل 6

نذكر بالعلاقة : $\cos(a) \cdot \cos(b) = \frac{1}{2} [\cos(a+b) + \cos(a-b)]$

1-3- بين أن التوتر $u_s(t)$ يكتب على الشكل : $u_s(t) = \frac{A \cdot m}{2} \cdot \cos(2\pi f_1 t) + A \cdot \cos(2\pi f_2 t) + \frac{A \cdot m}{2} \cdot \cos(2\pi f_3 t)$ 0,5

حيث m نسبة التضمين و A ثابتة.

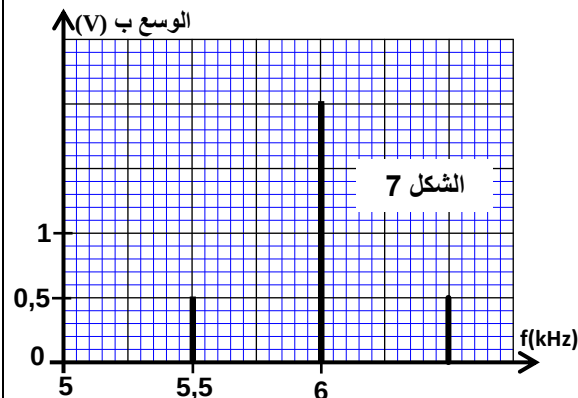
2-3- يعطي الشكل 7 طيف الترددات، المتكون من ثلاث حزات للتوتر المضمن $u_s(t)$. 0,75

حدد قيمة كل من m والتردد f_s . هل التضمين جيد؟

3-3- لانتقاء الموجة المضمنة بشكل جيد، نستعمل دائرة سدادة (دائرة التوافق) تتكون من وشيعة معامل تحريضها 0,5

$L_0 = 60 \text{ mH}$ ومقاومتها مهملة و مكثفين مركبين على التوالي

سعاتهما $C = 10 \mu\text{F}$ و C_0 . حدد قيمة C_0 .



الشكل 7

الميكانيك (5,5 نقط) الجزء الأول و الثاني مستقلان

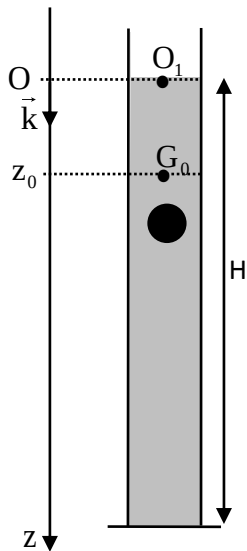
الجزء الأول: دراسة السقوط الرأسي باحتكاك لكرية

ندرس في هذا الجزء حركة مركز القصور G لكرية متجانسة كتلتها m في سائل لزج داخل مخبر. نمعلم موضع G في كل لحظة بالأنسوب z على المحور الرأسي $(O, \vec{k})$ الموجه نحو الأسفل حيث أصله منطبق مع النقطة O_1 من السطح الحر للسائل.

عند لحظة t_0 نعتبرها أصلا للتواريخ ($t_0 = 0$)، نحرر الكرية بدون سرعة بدئية من موضع يكون فيه G منطبقا مع الموضع G_0 ذي الأنسوب $z_0 = 3\text{cm}$ (الشكل أسفله).

تخضع الكرية أثناء سقوطها داخل السائل، بالإضافة إلى وزنها $\vec{P}$ ، إلى :

- قوة الاحتكاك المائع: $\vec{f} = -\lambda \cdot v \cdot \vec{k}$ حيث λ معامل الاحتكاك المائع و v سرعة G عند لحظة t .
 - دافعة أرخميدس: $\vec{F} = -\rho_\ell \cdot V_s \cdot \vec{g}$ حيث g شدة الثقالة و V_s حجم الكرية و ρ_ℓ الكتلة الحجمية للسائل.
- نأخذ: $g = 9,8\text{ms}^{-2}$ ، $\frac{\lambda}{\rho_s \cdot V_s} = 12,4\text{ S.I}$ ، $\frac{\rho_\ell}{\rho_s} = 0,15$ حيث ρ_s الكتلة الحجمية للمادة المكونة للكرية.



1- بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة G تكتب: $\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{\rho_s V_s} v = g \left(1 - \frac{\rho_\ell}{\rho_s} \right)$ 0,5

2- حدد القيمة a_0 لتسارع حركة G عند اللحظة $t_0 = 0$. 0,25

3- أوجد القيمة v_ℓ للسرعة الحدية لحركة G . 0,25

4- لتكن v_1 قيمة سرعة G عند اللحظة $t_1 = t_0 + \Delta t$ و v_2 قيمتها عند اللحظة 1

$t_2 = t_1 + \Delta t$ حيث Δt خطوة الحساب.

باعتقاد طريقة أولير بين أن $\frac{v_2}{v_1} = 2 - \frac{\Delta t}{\tau}$ حيث τ يمثل الزمن المميز للحركة: $\tau = \frac{\rho_s \cdot V_s}{\lambda}$.

احسب v_2 و v_1 . نأخذ $\Delta t = 8 \cdot 10^{-3}\text{ s}$.

5- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل: $v = v_\ell \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$. حدد قيمة t_ℓ تاريخ 0,25

اللحظة التي نأخذ فيها سرعة الكرية 99% من قيمتها الحدية.

6- علما أن ارتفاع السائل في المخبر هو $H = 79,6\text{cm}$ و أن مدة حركة الكرية داخل السائل انطلاقا من G_0 حتى 0,75

قعر المخبر هي $\Delta t_f = 1,14\text{ s}$ ، أوجد المسافة d التي قطعتها الكرية أثناء النظام الانتقالي. (نعتبر أن النظام الدائم يتحقق ابتداء من اللحظة t_ℓ و نهمل شعاع الكرية أمام الارتفاع H).

الجزء الثاني: الدراسة الطاقية لنواس مرن

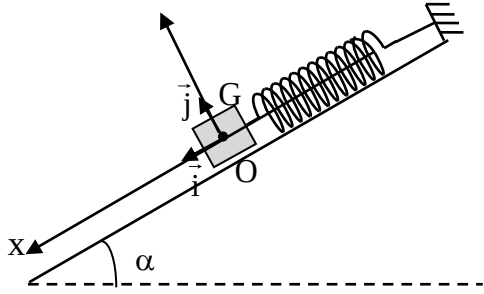
النواس المرن مجموعة ميكانيكية تنجز حركة تذبذبية حول موضع توازنها المستقر.

يهدف هذا الجزء إلى تحديد بعض المقادير المرتبطة بهذا المتذبذب اعتمادا على دراسة طاقية.

يتكون نواس مرن من جسم صلب (S) ، مركز قصوره G وكتلته $m = 100\text{g}$ ، مثبت بطرف نابض لفاته غير متصلة وكتلته مهمة وصلابته K . الطرف الآخر للنابض مثبت بحامل ثابت.

يمكن للجسم (S) أن ينزلق بدون احتكاك على الخط الأكبر ميلا لمستوى مائل بزاوية $\alpha = 30^\circ$ بالنسبة للمستوى الأفقي (الشكل 1 صفحة 8/8).

ندرس حركة مركز القصور G في المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ المتعامد و المنظم المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا .
نمعلم موضع G عند لحظة t بالأفصول x على المحور $(O, \vec{i})$.
عند التوازن ينطبق G مع الأصل O للمعلم (الشكل 1).
نأخذ $\pi^2 = 10$.



الشكل 1

1- حدد، عند التوازن، تعبير الاطالة $\Delta \ell_0$ للنايظ بدلالة m و K و α و g شدة الثقالة . 0,25

2- نزيح (S) عن موضع توازنه، في المنحى الموجب، بمسافة X_0 ثم نرسله، عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ $t=0$ ، بسرعة بدئية $\vec{V}_0$ حيث $\vec{V}_0 = -V_0 \vec{i}$.

2-1- نختار المستوى الأفقي الذي تنتمي إليه G عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع الثقالية ($E_{pp}(O)=0$) والحالة التي يكون فيها النايظ مطالا عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع المرنة ($E_{pe}(O)=0$) . 0,75

أوجد، عند لحظة t ، تعبير طاقة الوضع $E_p = E_{pe} + E_{pp}$ للمتذبذب بدلالة x و K .

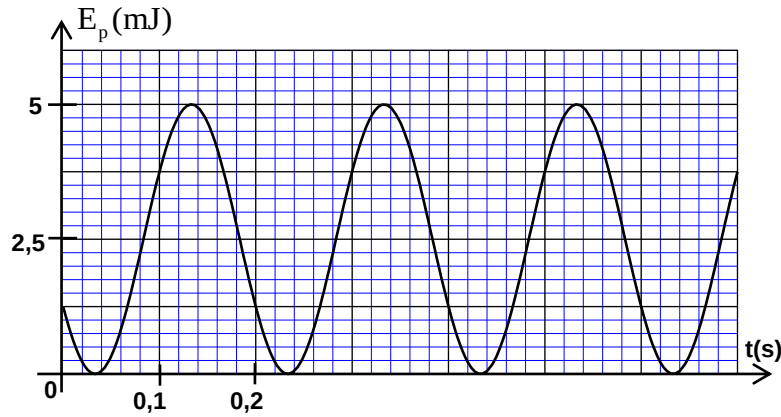
2-2- اعتمادا على الدراسة الطاقية، أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول x . 0,25

2-3- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل: $x(t) = X_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$. (T_0 هو الدور الخاص للمتذبذب).

يمثل منحى الشكل 2 تطور طاقة الوضع E_p للمتذبذب بدلالة الزمن.

2-3-1- أوجد قيمة كل من الصلابة K والوسع X_m والطور φ . 0,75

2-3-2- بالاعتماد على الدراسة الطاقية، أوجد تعبير السرعة V_0 بدلالة K و m و X_m . 0,5



الشكل 2