★

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة العادية 2017

- الموضوع -

NS 28

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

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):

- العمود ألومينيوم- نحاس
- تفاعلات حمض البوتانويك

التمرين الثاني (2,5 نقط):

- انتشار موجة ميكانيكية على سطح الماء

التمرين الثالث (5 نقط):

- استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر
- تضمين الوسع

التمرين الرابع (5,5 نقط):

- دراسة حركة متزلج باحتكاك
- دراسة طاقية لنواس اللي

سلم التنقيط

التمرين الأول (7 نقط)

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول: العمود ألومينيوم – نحاس

يعتمد اشتغال الأعمدة الكهركيميائية على مبدإ تحويل جزء من الطاقة الناتجة عن تحولات كيميائية تلقائية إلى طاقة كهربائية تستهلك عند الحاجة.
نقترح في هذا الجزء، دراسة مبسطة للعمود ألومينيوم – نحاس.

لدراسة العمود ألومينيوم – نحاس ننجز التجربة التالية:

- نغمر إلكترودا من النحاس في كأس تحتوي على الحجم $V=65mL$ من محلول مائي لكبريتات النحاس $Cu^{2+}_{(aq)}+SO^{2-}_{4(aq)}$ ، حيث التركيز المولي البدئي للأيونات $Cu^{2+}_{(aq)}$ هو $\left[Cu^{2+}_{(aq)}\right]_i=6,5.10^{-1}mol.L^{-1}$.
- نغمر إلكترودا من الألومينيوم في كأس أخرى تحتوي على نفس الحجم $V=65mL$ من محلول مائي لكبريتات الألومينيوم $2Al^{3+}_{(aq)}+3SO^{2-}_{4(aq)}$، حيث التركيز المولي البدئي للأيونات $Al^{3+}_{(aq)}$ هو $\left[Al^{3+}_{(aq)}\right]_i=6,5.10^{-1}mol.L^{-1}$.
- نوصل المحلولين بقنطرة ملحية ونركب على التوالي بين قطبي العمود موصلا أوميا وأمبيرمترا وقاطعا للتيار.

عند غلق الدارة، يمر فيها تيار كهربائي شدته ثابتة.

معطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما: $Al^{3+}_{(aq)}/Al_{(s)}$ و $Cu^{2+}_{(aq)}/Cu_{(s)}$.
- ثابتة فرادي: $1F=9,65.10^4C.mol^{-1}$.
- ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل $3Cu^{2+}_{(aq)}+2Al_{(s)}\underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftarrows}}3Cu_{(s)}+2Al^{3+}_{(aq)}$ هي $K=10^{200}$.

1- اكتب تعبير $Q_{r,i}$ خارج التفاعل الكيميائي للمجموعة عند الحالة البدئية ثم احسب قيمته. 0,5

2- حدد، معللا جوابك، منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية خلال اشتغال العمود. 0,5

3- مثّل التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس. 0,5

4- أوجد q، كمية الكهرباء المارة في الدارة عندما تصبح قيمة تركيز الأيونات $Cu^{2+}_{(aq)}$: $\left[Cu^{2+}_{(aq)}\right]=1,6.10^{-1}mol.L^{-1}$. 0,75

الجزء الثاني: تفاعلات حمض البوتانويك

يستعمل حمض البوتانويك C_3H_7COOH ، في تحضير بعض المواد العطرية والنكهات الغذائية...الخ

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى دراسة تفاعل حمض البوتانويك مع الماء ومقارنة تأثير هذا الحمض وأندريد البوتانويك على الإيثانول C_2H_5OH .

1- تفاعل حمض البوتانويك مع الماء:

نحضر في مختبر الكيمياء محلولا مائيا لحمض البوتانويك حجمه V وتركيزه المولي $C=1,0.10^{-2}mol.L^{-1}$.
قيمة pH هذا المحلول هي $pH=3,41$.
ننمذج التحول الحاصل بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$C_3H_7COOH_{(aq)}+H_2O_{(l)}\rightleftarrows C_3H_7COO^-_{(aq)}+H_3O^+_{(aq)}$$

-1.1 حدد نسبة التقدم النهائي للتفاعل، ماذا تستنتج؟ 0,75

-1.2 أوجد تعبير $Q_{r,eq}$ خارج التفاعل عند توازن المجموعة الكيميائية بدلالة C و pH ثم احسب قيمته. 0,75

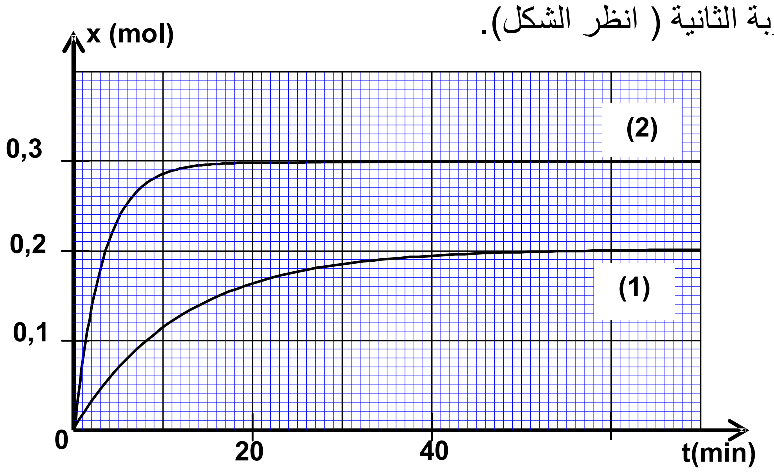
-1.3 استنتج قيمة pK_A للمزدوجة $C_3H_7COOH_{(aq)} / C_3H_7COO^-_{(aq)}$. 0,5

-2 تفاعل كل من حمض البوتانويك وأندريد البوتانويك مع الإيثانول:

لمقارنة تأثير كل من حمض البوتانويك وأندريد البوتانويك على الإيثانول، ننجز تجربتين منفصلتين عند نفس درجة الحرارة:

- التجربة الأولى: نحضر في حوجلة خليطا متساوي المولات بمزج نفس كمية المادة $n_0 = 0,3\,mol$ من الإيثانول ومن حمض البوتانويك. بعد إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز، نسخن الخليط التفاعلي بالارتداد فيحدث تفاعل الأسترة.
- التجربة الثانية: نحضر في حوجلة أخرى خليطا متساوي المولات بمزج نفس كمية المادة $n_0 = 0,3\,mol$ من الإيثانول ومن أندريد البوتانويك، ثم نسخن الخليط التفاعلي بالارتداد فيحدث تفاعل كيميائي.

يمثل المنحنى (1) التطور الزمني لتقدم التفاعل خلال التجربة الأولى، ويمثل المنحنى (2) التطور الزمني لتقدم التفاعل خلال التجربة الثانية (انظر الشكل).



–2.1 ما الفائدة من التسخين بالارتداد؟ 0,5

–2.2 حدد قيمة $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل في كل تجربة، ثم استنتج أي التفاعلين الكيميائيين أسرع. 0,75

–2.3 حدد نسبة التقدم النهائي للتفاعل في كل تجربة، ثم استنتج التفاعل التام من بين التفاعلين المدروسين. 0,75

–2.4 باستعمال الصيغ نصف المنشورة، اكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل في التجربة الثانية. 0,75

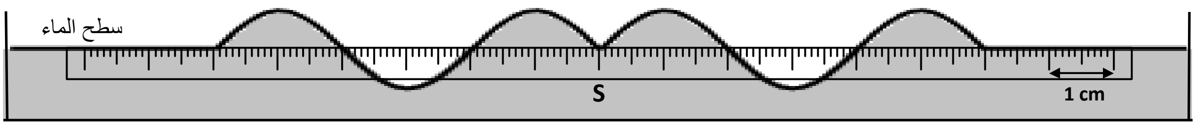
التمرين الثاني (2,5 نقط)

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

- انتشار موجة ميكانيكية على سطح الماء:

نحدث عند اللحظة البدئية t=0 ، في النقطة S من سطح الماء موجة ميكانيكية متوالية جيبية ترددها N=50Hz.

يمثل الشكل أسفله مقطعا رأسيا لسطح الماء عند لحظة t، حيث تشير المسطرة المدرّجة إلى السلم المعتمد.



0,5 | **-1** طول الموجة هو:
■ $\lambda = 0,2\ cm$ ؛ ■ $\lambda = 4\ cm$ ؛ ■ $\lambda = 5\ cm$ ؛ ■ $\lambda = 6\ cm$.

0,5 | **-2** تساوي سرعة انتشار الموجة على سطح الماء:
■ $v = 2\ m.s^{-1}$ ؛ ■ $v = 200\ m.s^{-1}$ ؛ ■ $v = 3\ m.s^{-1}$ ؛ ■ $v = 8.10^{-4}\ m.s^{-1}$.

0,75 | **-3** اللحظة التي عندها تم تمثيل مظهر سطح الماء هي:
■ $t = 8\ s$ ؛ ■ $t = 0,03\ s$ ؛ ■ $t = 0,3\ s$ ؛ ■ $t = 3\ s$.

0,75 | **-4** نعتبر نقطة M من سطح الماء، تبعد عن المنبع S بالمسافة $SM = 6\,cm$. تعيد النقطة M نفس حركة النقطة S بتأخر زمني τ .
تكتب العلاقة بين استطالة النقطة M واستطالة المنبع S كالتالي:
■ $y_M(t) = y_S(t - 0,3)$ ؛ ■ $y_M(t) = y_S(t + 0,03)$ ؛
■ $y_M(t) = y_S(t - 0,03)$ ؛ ■ $y_M(t) = y_S(t + 0,3)$.

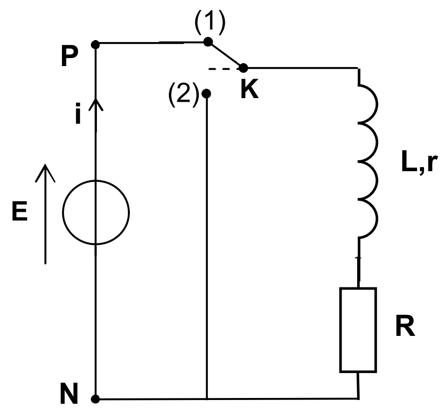
التمرين الثالث (5 نقط)

نستعمل في حياتنا اليومية مجموعة من الأجهزة الكهربائية والإلكترونية تحتوي داراتها على موصلات أومية ووشيعات ومكثفات ودارات متكاملة منجزة لعمليات مختلفة، رياضية أو منطقية.
يهدف هذا التمرين في جزئه الأول إلى دراسة إقامة وانعدام التيار الكهربائي في وشيعة ثم في جزئه الثاني إلى دراسة تضمين الوسع .

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول: استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر

لدراسة استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر، أنجز مدرس الفيزياء مع متعلميه التركيب الكهربائي الممثل في تبيانة الشكل1 والمتكون من:
- مولد كهربائي مؤمثل للتوتر قوته الكهرمحركة $E = 6,5V$ ؛
- وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها r ؛
- موصل أومي مقاومته $R = 60\,\Omega$ ؛
- قاطع التيار K ذي موضعين.



الشكل 1

-1 قام المدرس، في مرحلة أولى، بدراسة إقامة التيار في الوشيعة بوضع قاطع التيار في الموضع (1).

0,25 | **-1.1** أنقل على ورقة التحرير تبيانة التركيب التجريبي، ومثل في الاصطلاح مستقبل، التوتر u_R بين مربطي الموصل الأومي .

0,5 | **-1.2** أوجد في النظام الدائم، تعبير الشدة I_p للتيار الكهربائي بدلالة برامترات الدارة.

-2 في مرحلة ثانية، قام المدرس بدراسة انعدام التيار في الوشيعة. بعد حصوله على النظام الدائم واتخاذه للاحتياطات اللازمة، أرجع عند لحظة $t = 0$ ، قاطع التيار إلى الموضع (2) .
بواسطة نظام مسك معلوماتي ملائم، حصل المدرس على منحنى التطور الزمني للتوتر $u_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي. (الشكل2)

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

2.1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_R(t)$. | 0,5

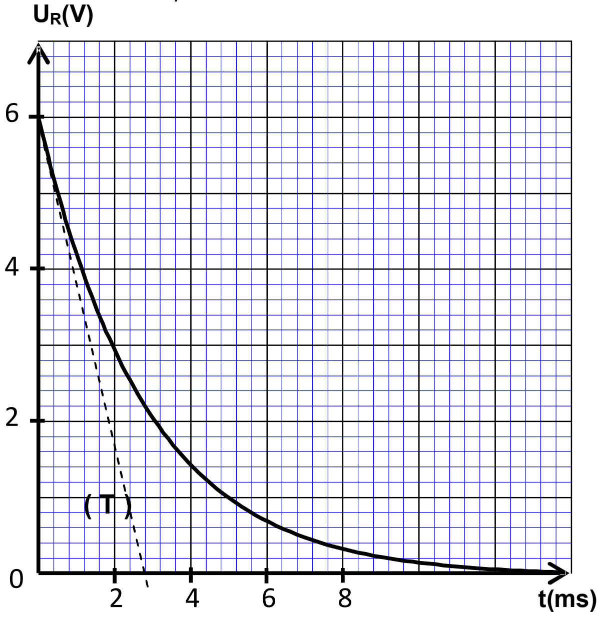
2.2- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل $u_R(t)=R.I_p.e^{-\frac{t}{\tau}}$. أوجد تعبير ثابتة الزمن τ. | 0,5

2.3- باستغلال منحنى الشكل 2 :

أ- بيّن أن قيمة مقاومة الوشيعة هي $r=5\ \Omega$. | 0,5

ب- تحقق أن قيمة معامل التحريض للوشيعة هي $L=182\text{mH}$. | 0,5

2.4- أوجد قيمة الطاقة $\mathscr{E}_m$ المخزونة في الوشيعة عند اللحظة $t_1=\tau$. | 0,5

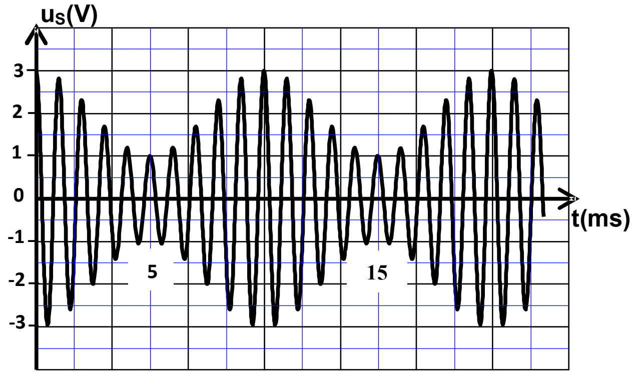


الشكل 2

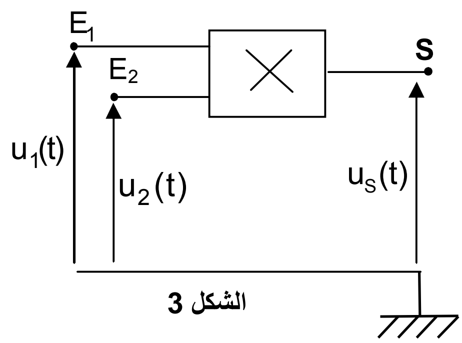
الجزء الثاني: تضمين الوسع

لدراسة تضمين الوسع والتحقق من جودة التضمين خلال حصة الأشغال التطبيقية، أنجز المدرس مع متعلميه التركيب التجريبي المبين في الشكل 3 مستعملا دارة متكاملة X منجزة للجداء، حيث قام بتطبيق توتر جيبي $u_1(t)=P_m.\cos(2\pi.F_p.t)$ عند مدخلها E_1 وتوتر $u_2(t)=U_0+s(t)$ عند المدخل E_2؛ تمثل U_0 المركبة المستمرة للتوتر و $s(t)=S_m.\cos(2\pi.f_s.t)$ التوتر المضمِّن.

يمثل منحنى الشكل 4 توتر الخروج $u_s(t)=k.u_1(t).u_2(t)$ الذي عاينه المتعلمون على شاشة راسم التذبذب؛ حيث k ثابتة موجبة مميزة للدارة المتكاملة.



الشكل 4



الشكل 3

0,75 **-1** بيّن أن التوتر $u_s(t)$ يكتب على شكل $u_s(t)=A\left[1+m.\cos\left(2\pi f_s t\right)\right]\cos(2\pi F_p t)$ محددا تعبيري A و m .

2 - باستغلال منحنى الشكل 4:

0,5 **-2.1** أوجد قيمة كل من التردد F_p للتوتر الحامل والتردد f_s للتوتر المضمِّن.

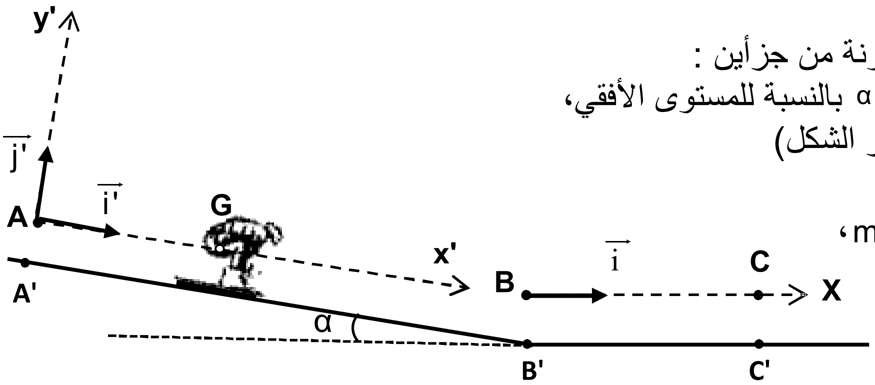
0,5 **-2.2** حدد نسبة التضمين واستنتج جودة التضمين .

التمرين الرابع (5,5 نقط)

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول: دراسة حركة متزلج باحتكاك

تعتبر رياضة التزلج من أفضل الرياضات الجبلية في فصل الشتاء، فهي تجمع بين المغامرة وبناء اللياقة البدنية والرشاقة.
يهدف هذا الجزء إلى دراسة حركة مركز قصور متزلج ولوازمه على حلبة للتزلج.



ينزلق متزلج على حلبة للتزلج مكونة من جزأين :
- جزء 'A'B مستقيمي مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي،
- جزء 'B'C مستقيمي وأفقي.(انظر الشكل)

معطيات:
- كتلة المتزلج ولوازمه: m=65kg ،
- $g=9{,}8m.s^{-2}$ ،
- زاوية الميل: α=23° ،
- نهمل تأثير الهواء.

1. دراسة الحركة على المستوى المائل :

ندرس حركة G مركز قصور المجموعة (S) المتكونة من المتزلج ولوازمه في المعلم $(A,\vec{i}',\vec{j}')$ المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.
عند لحظة نأخذها أصلا للتواريخ، تنطلق المجموعة (S) بدون سرعة بدئية من موضع يكون فيه مركز القصور G منطبقا مع النقطة A .
تتم حركة G على المستوى المائل AB حسب الخط الأكبر ميلا، حيث $AB=A'B'$.
يتم التماس بين المستوى المائل والمجموعة (S) باحتكاك، حيث قوة الاحتكاك ثابتة شدتها $f=15N$.

0,5 **-1.1** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v_G لحركة مركز القصور G تكتب على شكل $\frac{dv_G}{dt}=g.\sin\alpha-\frac{f}{m}$.

0,5 **-1.2** يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل $v_G(t)=\mathbf{b}.t+\mathbf{c}$ ، حدد قيمة كل من **b** و **c**.

0,5 **-1.3** استنتج قيمة t_B ، لحظة مرور مركز القصور G من الموضع B بسرعة شدتها $90km.h^{-1}$.

0,5 **-1.4** أوجد الشدة R للقوة التي يطبقها المستوى المائل على المجموعة (S).

2. دراسة الحركة على المستوى الأفقي :

تواصل المجموعة حركتها على المستوى الأفقي 'B'C لتتوقف في الموضع 'C . يتم التماس بين هذا المستوى والمجموعة (S) باحتكاك حيث قوة الاحتكاك ثابتة شدتها 'f .
تتم دراسة حركة G للمجموعة المدروسة في معلم أفقي $(B,\vec{i})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.
يمر مركز القصور G من النقطة B بسرعة شدتها $90km.h^{-1}$ عند لحظة نعتبرها أصلا جديدا للتواريخ.

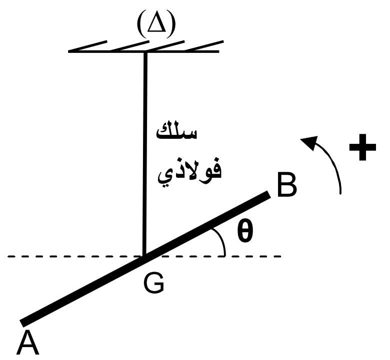
2.1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد شدة قوة الاحتكاك f' علما أن المركبة الأفقية لمتجهة التسارع لحركة G هي $a_x = -3\,m.s^{-2}$. 0,5

2.2- حدد اللحظة t_C ؛ لحظة توقف المجموعة. 0,5

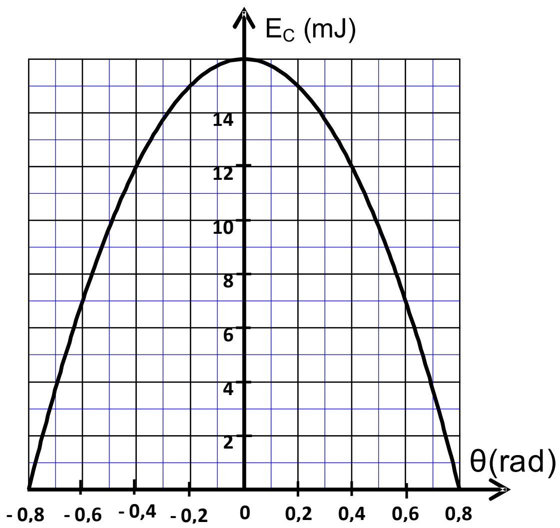
2.3- استنتج المسافة المقطوعة BC من طرف مركز القصور G . 0,5

الجزء الثاني: دراسة طاقية لنواس اللي

استعمل نواس اللي،تاريخيا،من طرف العالم كافاندش لتحديد قيمة ثابتة التجاذب الكوني، ويمكن استعماله لتحديد ثابتة اللي لبعض المواد الصلبة و القابلة للتشويه.
يهدف هذا الجزء من التمرين إلى تحديد قيمة ثابتة اللي لسلك فولاذي وعزم القصور لقضيب باستغلال مخططات الطاقة.



يتكون نواس اللي من سلك فولاذي رأسي ثابتة ليّه C ومن قضيب AB متجانس، عزم قصوره J_Δ بالنسبة لمحور رأسي (Δ) منطبق مع السلك ويمر من G مركز قصور القضيب.
ندير القضيب AB أفقيا في المنحى الموجب حول المحور (Δ) بالزاوية $\theta_m = 0,8\,rad$ بالنسبة لموضع التوازن، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ.
نمعلم موضع القضيب عند كل لحظة بالأفصول الزاوي θ بالنسبة لموضع التوازن (الشكل جانبه).
ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.
نعتبر موضع توازن النواس مرجعا لطاقة الوضع للي والمستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.
نهمل جميع الاحتكاكات.



يمثل منحنى الشكل جانبه تغيرات الطاقة الحركية E_C للنواس بدلالة θ.

1- اكتب تعبير الطاقة الميكانيكية E_m للنواس بدلالة: C و J_Δ و θ والسرعة الزاوية $\dot{\theta}$. 0,5

2- حدد قيمة ثابتة اللي C للسلك الفولاذي. 0,75

3- أوجد قيمة J_Δ، علما أن السرعة الزاوية القصوى للنواس هي $\dot{\theta}_{max} = 2,31\,rad.s^{-1}$. 0,75

تصحيح الامتحان الوطني للباكالوريا الدورة العادية 2017
مسلك العلوم الفيزيائية

التمرين الأول

الجزء الأول : العمود ألومنيوم – نحاس

1- تعبير $Q_{r,i}$ خارج التفاعل للمجموعة عند الحالة البدئية :

حسب معادلة التفاعل :

$$3Cu^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)} \rightleftarrows 3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$$

$$Q_{r,i} = \frac{[Al^{3+}]_i^2}{[Cu^{2+}]_i^3}$$

ت.ع :

$$Q_{r,i} = \frac{(6{,}5.10^{-1})^2}{(6{,}5.10^{-1})^3} \Longrightarrow \ Q_{r,i} = 1{,}54$$

2- منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية خلال اشتغال العمود :

بما أن $Q_{r,i} < K = 10^{200}$ حسب معيار التطور التلقائي، فإن المجموعة الكيميائية تتطور تلقائيا في المنحى المباشر (أي في المنحى(1)).

3- تمثيل التباينة الاصطلاحية للعمود :

خلال اشتغال العمود يتأكسد فلز الألومنيوم إلى أيونات Al^{3+} إذن يمثل إلكترود Al القطب السالب (أي الأنود) للعمود في حين يمثل إلكترود النحاس Cu القطب الموجب .

$$(+)\ \ Cu_{(s)}/Cu^{2+}_{(aq)}\ //\ Al^{3+}_{(aq)}/Al_{(s)}\ (-)$$

4- إيجاد q ، كمية الكهرباء عندما يصبح التركيز $[Cu^{2+}] = 1{,}6.10^{-1}\ mol.L^{-1}$:

حسب الجدول الوصفي :

حالة المجموعة	التقدم	$Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Cu_{(s)} + 2e^-$			كمية مادة è المنتقلة
الحالة البدئية	0	$[Cu^{2+}]_i.V$	$n_i(Cu)$	$-$	$n(è) = 0$
الحالة الوسيطية	x	$[Cu^{2+}]_i.V - x$	$n_i(Cu) - x$	$-$	$n(è) = 2x$

حسب الجدول الوصفي :

$$[Cu^{2+}] = \frac{[Cu^{2+}]_i.V - x}{V} = [Cu^{2+}]_i - \frac{x}{V}\ \Rightarrow \frac{x}{V} = [Cu^{2+}]_i - [Cu^{2+}]$$

$$x = V.([Cu^{2+}]_i - [Cu^{2+}]) \quad (1)$$

لدينا :

$$\begin{cases} n(è) = 2x \\ n(è) = \frac{q}{F} \end{cases} \Longrightarrow 2x = \frac{q}{F} \Longrightarrow q = 2xF \quad (2)$$

نعوض العلاقة (1) في العلاقة (2) نحصل على :

$$\boldsymbol{q = 2V.([Cu^{2+}]_i - [Cu^{2+}]).F}$$

ت.ع :

$$q = 2 \times 65 \times 10^{-3} \times (6{,}5.10^{-1} - 1{,}6.10^{-1}) \times 9{,}65 \times 10^4$$

$$\boldsymbol{q = 6147{,}05\ C}$$

الجزء الثاني : تفاعلات حمض البوتانويك

1- تفاعل حمض البوتانويك مع الماء :

1.1- تحديد نسبة التقدم النهائي للتفاعل :

الجدوول الوصفي لتقدم التفاعل :

معادلة التفاعل		$C_3H_7COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows C_3H_7COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			
الحالة البدئية	0	0	0	بوفرة	$C.V$
خلال التفاعل	x	x	x	بوفرة	$C.V - x$
الحالة النهائية	x_{eq}	x_{eq}	x_{eq}	بوفرة	$C.V - x_{eq}$

لدينا :

$$[H_3O^+] = \frac{x_{eq}}{V} \Longrightarrow x_{eq} = [H_3O^+].V = 10^{-pH}.V$$

$$C.V - x_{max} = 0 \Longrightarrow x_{max} = C.V$$

حسب تعبير نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}} \Longrightarrow \tau = \frac{10^{-pH}.V}{C.V} \Longrightarrow \boldsymbol{\tau = \frac{10^{-pH}}{C}}$$

ت.ع :

$$\tau = \frac{10^{-3{,}41}}{1{,}0.10^{-2}} = 3{,}9.10^{-2} \Longrightarrow \boldsymbol{\tau = 3{,}9\ \%}$$

استنتاج :

بما أن $\tau < 1$ فإن التحول محدود .

1.2- تعبير $Q_{r,eq}$ خارج التفاعل عند التوازن بدلالة C و pH :

حسب الجدول الوصفي :

$$[H_3O^+]_{eq} = [C_3H_7COO^-]_{eq} = \frac{x_{eq}}{V} \Longrightarrow [H_3O^+]_{eq} = 10^{-pH}$$

$$[C_3H_7COOH]_{eq} = \frac{C.V - x_{eq}}{V} = C - \frac{x_{eq}}{V} \Longrightarrow [C_3H_7COOH]_{eq} = C - 10^{-pH}$$

$$Q_{r,eq} = \frac{[H_3O^+]_{eq}.[C_3H_7COO^-]_{eq}}{[C_3H_7COOH]_{eq}} = \frac{(10^{-pH})^2}{C - 10^{-pH}}$$

$$\boldsymbol{Q_{r,eq} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}}$$

ت.ع :

$$Q_{r,eq} = \frac{10^{-2\times3,41}}{1,0.10^{-2} - 10^{-3,41}} \Longrightarrow \boldsymbol{Q_{r,eq} \approx 1,57.10^{-5}}$$

1.3- استنتاج قيمة pK_A للمزدوجة $C_3H_7COOH/C_3H_7COO^-$:

لدينا :

$$Q_{r,eq} = K_A$$

$$\boldsymbol{pK_A = -\log K_A}$$

ت.ع :

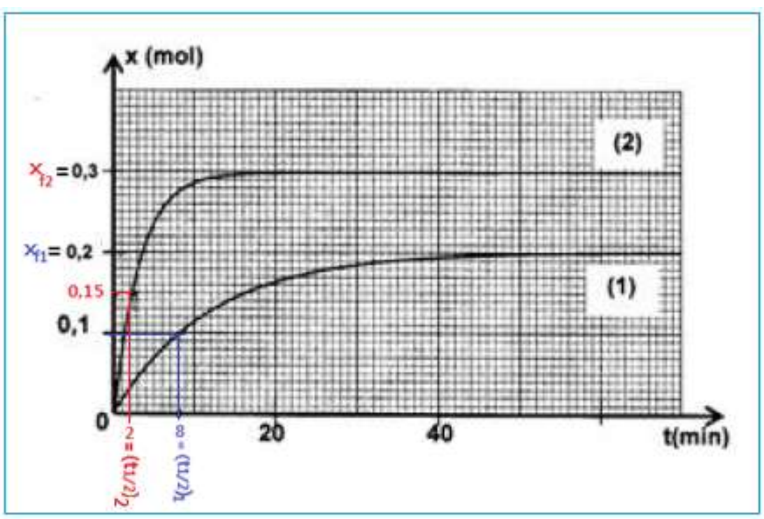
$$pK_A = -\log(1,57.10^{-5}) \Longrightarrow \boldsymbol{pK_A = 4,8}$$

2- تفاعل حمض البوتانويك وأندريد البوتانويك مع الإيثانول

2.1- الفائدة من التخسين بالإرتداد :

الهدف هو تسريع التفاعل مع تجنب فقدان كمية مادة المواد المتفاعلة و الناتجة عن التفاعل.

2.2- تحديد زمن نصف التفاعل في كل تجربة $t_{1/2}$:



حسب تعريف زمن نصف التفاعل لدينا : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

حسب المنحنى (1) مبيانيا نجد :

حسب المنحنى (1) $x_1(t_{1/2}) = 0,1\,mol$ و $x_{f1} = 0,2\,mol$

أفصول $0,1\,mol$ هو : $\boldsymbol{(t_{1/2})_1 = 8\,min}$

حسب المنحنى (2) مبيانيا نجد :

حسب المنحنى (2) $x_1(t_{1/2}) = 0,15\,mol$ و $x_{f2} = 0,3\,mol$

أفصول $0,15\,mol$ هو :

$$\boldsymbol{(t_{1/2})_2 = 2,5\,min}$$

التفاعل الاسرع هو تفاعل التجربة الثانية أي التفاعل بين الإيثانول وأندريد البوتانويك.

3.2- تحديد نسبة التقدم النهائي في كل تجربة :

لدينا :

$$\boldsymbol{\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}}}$$

الجدو الوصفي :

C_3H_7COOH	$+ C_2H_5OH$	$\rightleftarrows C_3H_7COOC_2H_5$	$+ H_2O$		معادلة التفاعل
كميات المادة ب (mol)				التقدم	حالة المجموعة
n_0	n_0	0	0	0	الحالة البدئية
$n_0 - x_{eq}$	$n_0 - x_{eq}$	x_{eq}	x_{eq}	x_{eq}	الحالة النهائية

بالنسبة للتجربة الأولى :

التقدم الأقصى:

$$n_0 - x_{max} = 0 \implies x_{max} = n_0 = 0{,}3\,mol$$

التقدم النهائي :

$$x_{f1} = 0{,}2\,mol$$

نسبة التقدم النهائي τ_1:

$$\tau_1 = \frac{x_{f1}}{x_{max}} \implies \tau_1 = \frac{0{,}2}{0{,}3} = 0{,}67 \implies \boldsymbol{\tau_1 = 67\,\%}$$

بالنسبة للتجربة الثانية :

التقدم الأقصى هو نفسه $x_{max} = n_0 = 0{,}3\,mol$

التقدم النهائي :

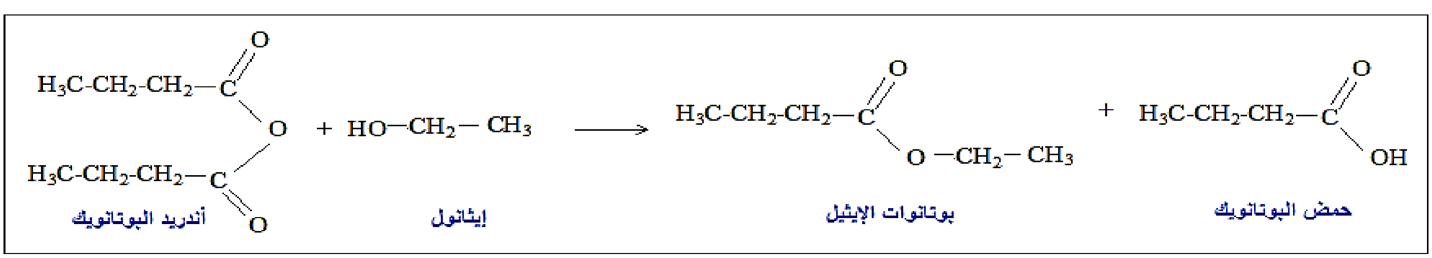
$$x_{f2} = 0{,}3\,mol$$

نسبة التقدم النهائي τ_2 :

$$\tau_2 = \frac{x_{f2}}{x_{max}} \implies \tau_2 = \frac{0{,}3}{0{,}3} = 1 \implies \boldsymbol{\tau_2 = 100\,\%}$$

التفاعل التام هو تفاعل التجربة الثانية و يتعلق الأمر بالتفاعل بين الإيثانول وأندريد البوتانويك.

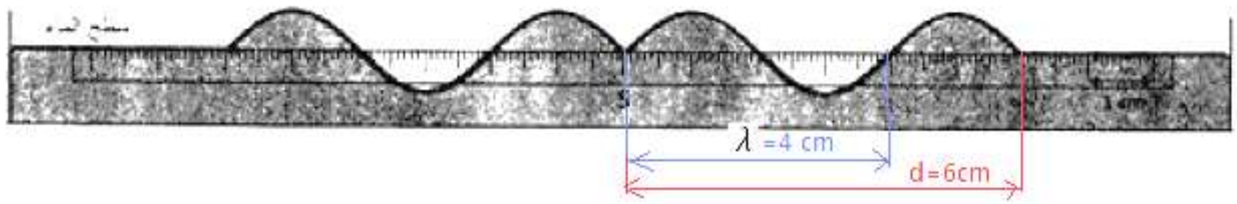
2.4- كتابة معادلة التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة للتفاعل الحاصل في التجربة الثانية :



التمرين الثاني

(تعليل الأجوبة ليس مطلوبا في هذا التمرين)

1- طول الموجة هو :



$$\boldsymbol{\lambda = 4\ cm}$$

2- سرعة انتشار الموجة تساوي :

$$\mathrm{v} = \lambda . N$$

$$\mathrm{v} = 4.10^{-2} \times 50$$

$$\mathrm{v} = \boldsymbol{2\ m.s^{-1}}$$

3-اللحظة التي تم عندها تمثيل مظهر سطح الماء هي :

تقطع الموجة المسافة $d = 6\ cm$ خلال المدة t حيث : $\mathrm{v} = \frac{d}{t}$

أي : $t = \frac{d}{\mathrm{v}} \Rightarrow t = \frac{0{,}06}{2}$

$$\boldsymbol{t = 0,03\ s}$$

4- العلاقة بين استطالة النقطة M و استطالة المنبع هي :

النقطة M ، التي تبعد عن المنبع بالمسافة $SM = d = 6cm$ ، تعيد نفس حركة المنبع S بتأخر زمني $\tau = t = 0{,}03s$

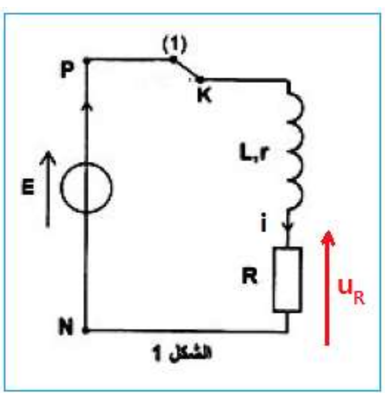
ومنه فإن استطالة النقطة M :

$$\boldsymbol{y_M(t) = y_S(t - 0,03)} \quad \text{مع :} \quad t \leq 0{,}03s$$

التمرين الثالث

الجزء الأول : استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر

1-دراسة إقامة التيار :



الشكل 1

1.1- تمثيل ، في اصطلاح مستقبل ، التوتر u_R بين مربطي الموصل الأومي :

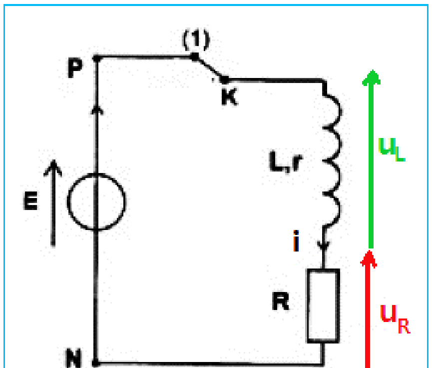
1.2- إيجاد تعبير I_P للتيار في النظام الدائم :

حسب قانون إضافية التوترات :

$$E = u_B + u_R$$

$$u_B = L.\frac{di}{dt} + r.i \quad \text{و} \quad u_R = R.i$$

$$E = L.\frac{di}{dt} + r.i + R.i \implies L.\frac{di}{dt} + i.(R+r) = E$$



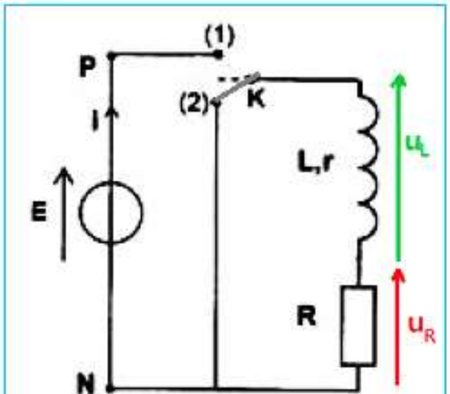
الشكل 1

في النظام الدائم تكون شدة التيار ثابتة $i = I_P = cte$ و منه : $\frac{di}{dt} = 0$ العلاقة السابقة تكتب :

$$I_p(R+i) = E \implies \boldsymbol{I_P = \frac{E}{R+r}}$$

2- دراسة انعدام التيار في الوشيعة

2.1- إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_R(t)$:



الشكل 1

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_B + u_R = 0$$

$$u_B = L.\frac{di}{dt} + r.i \quad \text{و} \quad u_R = R.i \implies i = \frac{u_R}{R}$$

$$L.\frac{di}{dt} + r.i + u_R = 0 \implies L.\frac{d}{dt}(\frac{u_R}{R}) + \frac{u_R}{R}.(R+r) = 0$$

$$\frac{L}{R}.\frac{du_R}{dt} + \frac{u_R}{R}.(R+r) = 0$$

المعادلة التفاضلية تكتب :

$$\boldsymbol{\frac{L}{R+r}.\frac{du_R}{dt} + u_R = 0}$$

2.2- تعبير ثابتة الزمن τ :

حل المعادلة التفاضلية يكتب : $u_R(t) = R.I_P.e^{-\frac{t}{\tau}}$ بالاشتقاق نحصل على: $\frac{du_R}{dt} = -\frac{1}{\tau}.R.I_P.e^{-\frac{t}{\tau}}$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$-(\frac{L}{R+r}).\frac{1}{\tau}.R.I_P.e^{-\frac{t}{\tau}} + R.I_P.e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$$

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

$$-\left(\frac{L}{R+r}\right).\frac{1}{\tau} + 1 = 0 \implies \frac{L}{(R+r).\tau} = 1 \implies L = (R+r).\tau \implies \boldsymbol{\tau = \frac{L}{R+r}}$$

3.2- باستغلال منحنى الشكل 2 :

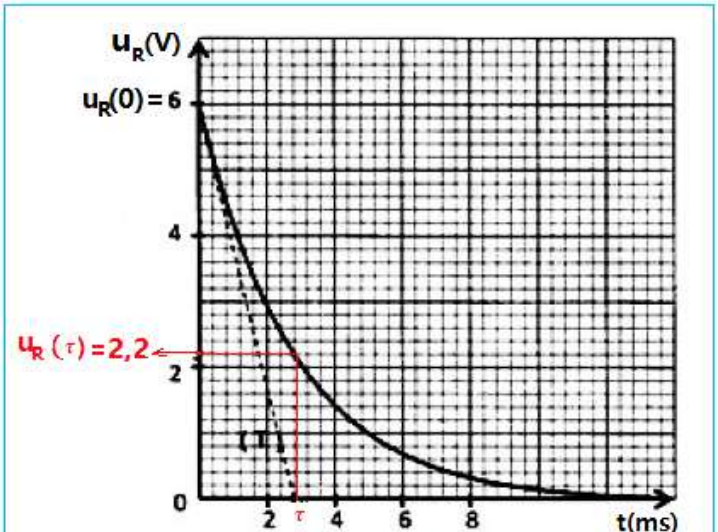
أ- إثبات قيمة مقاومة الوشيعة r :

لدينا حسب حل المعادلة التفاضلية : $u_R(0) = R.I_P.e^0 = R.I_P$ حسب تعبير $I_P = \frac{E}{R+r}$

نكتب : $u_R(0) = R.I_P = \frac{R.E}{R+r}$

$$(R+r).u_R(0) = R.E \implies R + r = \frac{R.E}{u_R(0)} \implies r = \frac{R.E}{u_R(0)} - R$$

$$\boldsymbol{r = R\left(\frac{E}{u_R(0)} - 1\right)}$$



الشكل 2

تطبيق عددي : لدينا حسب منحنى الشكل2 :

$$u_R(0) = 6V$$

$$r = 60 \times \left(\frac{6,5}{6} - 1\right)$$

$$\boldsymbol{r = 5\,\Omega}$$

ب- التحقق من قيمة L :

لدينا : $\tau = \frac{L}{R+r}$ أي :

$$\boldsymbol{L = \tau.(R+r)}$$

تطبيق عددي : حسب منحنى الشكل 2 قيمة ثابتة الزمن :

$$\tau = 2,8\,ms$$

$$L = 2,8.10^{-3} \times (60+5) \implies L = 0,182\,H$$

$$\boldsymbol{L = 182\,mH}$$

2.4- إيجاد قيمة ξ_m الطاقة المخزونة في الوشيعة عند اللحظة $t_1 = \tau$:

تعبير ξ_m هو : $\xi_m = \frac{1}{2}.L.i^2$ مع : $i(t) = \frac{u_R(t)}{R}$ ومنه : $\xi_m = \frac{1}{2}.L.\left(\frac{u_{R(t)}}{R}\right)^2$

لدينا عند اللحظة $t = \tau$:

$$\boldsymbol{\xi_m(\tau) = \frac{1}{2}.L.\left(\frac{u_{R(\tau)}}{R}\right)^2}$$

تطبيق عددي : حسب منحنى الشكل 2 نجد : $u_R(\tau) = 2,2\,V$

$$\xi_m(\tau) = \frac{1}{2} \times 0,182 \times \left(\frac{2,2}{60}\right)^2$$

$$\boldsymbol{\xi_m(\tau) = 1,22.10^{-4}\,J}$$

الجزء الثاني : تضمين الوسع

1- إثبات تعبير التوتر $u_S(t)$:

لدينا : $u_S(t) = k.u_1(t).u_2(t)$

$$\begin{cases} u_1(t) = P_m.\cos(2\pi F_P.t) \\ u_2(t) = U_0 + s(t) = U_0 + S_m.\cos(2\pi f_s.t) \end{cases}$$

$$u_S(t) = k.P_m.\cos(2\pi F_P.t).[U_0 + S_m.\cos(2\pi f_s.t)]$$

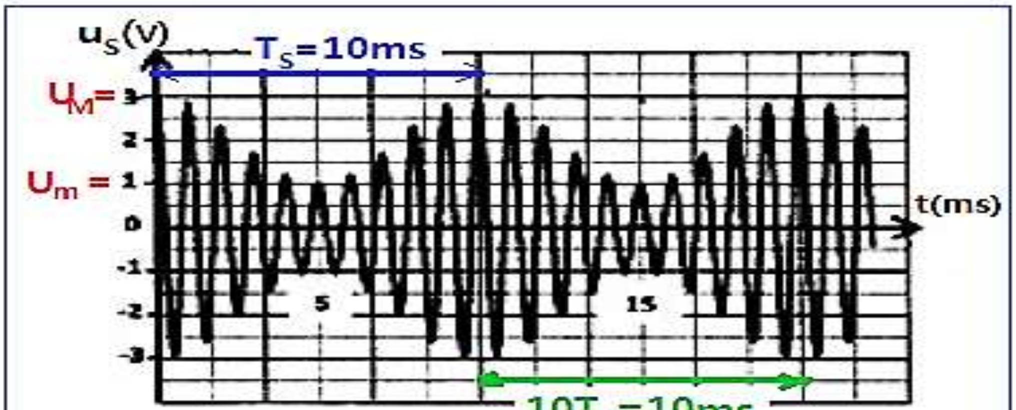
$$u_S(t) = k.P_m.U_0\left[1 + \frac{S_m}{U_0}.\cos(2\pi f_s.t)\right].\cos(2\pi F_P.t)$$

نضع : $\boldsymbol{A = k.P_m.U_0}$ و $\boldsymbol{m = \frac{S_m}{U_0}}$ نحصل على تعبير $u_S(t)$:

$$\boldsymbol{u_S(t) = A.[1 + m.\cos(2\pi f_s.t)].\cos(2\pi F_P.t)}$$

2- باستغلال منحنى الشكل 4 :

2.1- قيمة التردد F_P للتوتر الحامل :



الشكل 4

$$10T_P = 10ms \Rightarrow T_P = 1ms \Rightarrow F_P = \frac{1}{T_P} \Rightarrow F_P = \frac{1}{10^{-3}} \Rightarrow \boldsymbol{F_P = 1000\ Hz}$$

$$T_S = 10ms \Rightarrow f_S = \frac{1}{T_S} \Rightarrow f_S = \frac{1}{10.10^{-3}} \Rightarrow \boldsymbol{f_S = 100\ Hz}$$

2.2- تحديد نسبة التضمين m :

$$\boldsymbol{m = \frac{U_M - U_m}{U_M + U_m}}$$

باستعمال مبيان الشكل 4 نجد :

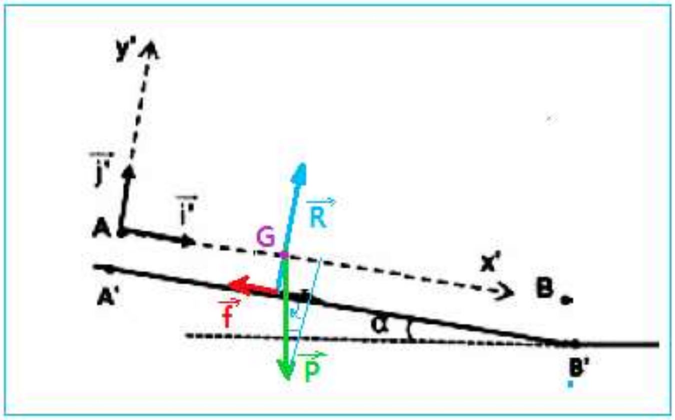
$$u_M = 3V \quad et \quad U_m = 1V$$

$$m = \frac{3-1}{3+1} \Rightarrow \boldsymbol{m = 0,5}$$

استنتاج :

بما ان $m < 1$ فإن جودة التضمين جيدة.

التمرين الرابع



الجزء الأول : دراسة حركة متزلج باحتكاك

1- دراسة الحركة على المستوى المائل

1.1- إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v_G لحركة

مركز القصور :

المجموعة المدروسة : {المتزلج ولوازمه}=S

جرد القوى :

$\vec{P}$: وزن المجموعة S

$\vec{R}$: تأثير المستوى المائل

نعتبر ($(A,\vec{i'},\vec{j'}$ المرتبط بالأرض معلما غاليليا و نطبق القانون الثاني لنيوتن على المجموعة S نكتب :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G \implies \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}_G \quad (1)$$

مع :

$$\vec{R} = \vec{f} + \vec{R}_N$$

الإسقاط على المحور Ax' :

$$P_{x'} + f_{x'} + R_{Nx'} = m.a_{Gx'}$$

$$P.sin\alpha - f = m.a_G$$

$$m.g.sin\alpha - f = m.\frac{d\,v_G}{dt}$$

نستنتج المعادلة التفاضلية :

$$\boldsymbol{\frac{d\,v_G}{dt} = g.sin\alpha - \frac{f}{m}}$$

1.2- تحديد قيمة كل من b و c :

تحديد $\boldsymbol{b}$:

حل المعادلة التفاضلية يكتب : $v_G\,(t) = b.t + c$ أي: $\frac{dv_G}{dt} = b$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$$\boldsymbol{b = g.sin\alpha - \frac{f}{m}}$$

ت.ع :

$$b = 9{,}8 \times \sin(23°) - \frac{15}{65} \implies \boldsymbol{b \approx 3{,}6\ m.s^{-2}}$$

تحديد c باستعمال الشروط البدئية :

عند اللحظة $t = 0$ لدينا : $v_G\,(0) = 0$

حل المعادلة التفاضلية يكتب : $\text{V}_G\,(0) = b \times 0 + c = 0 \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{c = 0}$

1.3- استنتاج t_B ، لحظة مرور G من الموضع B :

حسب تعبير حل المعادلة التفاضلية :

$$\text{V}_G\,(t) = b.t \Longrightarrow \text{V}_G\,(t) = 3{,}6.t$$

عند الموضع B الحل يكتب :

$$\text{V}_{GB} = 3{,}6.t_B \Longrightarrow \boldsymbol{t_B = \frac{\text{V}_{GB}}{3,6}}$$

ت.ع :

$$\text{V}_{GB} = 90km.h^{-1} = \frac{90 \times 10^3}{3600} = 25m.s^{-1}$$

$$t_B = \frac{25}{3{,}6} \Longrightarrow \boldsymbol{t_B = 6,94\ s}$$

1.4- إيجاد شدة القوة $\vec{R}$:

لدينا : $\vec{R} = \vec{f} + \vec{R}_N$ أي: $\boldsymbol{R = \sqrt{f^2 + R_N^2}}$

لتحديد R_N نسقط العلاقة المتجهية (1) على المحور Ay' :

$$P_{y'} + R_{y'} = m.a_{Gy'}$$

$$-P.cos\alpha + R_N = 0 \Longrightarrow R_N = m.g.cos\alpha$$

$$\boldsymbol{R = \sqrt{f^2 + (m.g.cos\alpha)^2}} \Longrightarrow R = \sqrt{15^2 + [65 \times 9{,}8 \times \cos(23°)]^2} \Longrightarrow \boldsymbol{R = 586,55\ N}$$

2- دراسة الحركة على المستوى الأفقي

2.1- شدة قوة الاحتكاك f' :

تخضع المجموعة المدروسة S على اللامستوى الأفقي إلى قوتين : $\vec{P}$ و $\vec{R}'$

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نكتب :

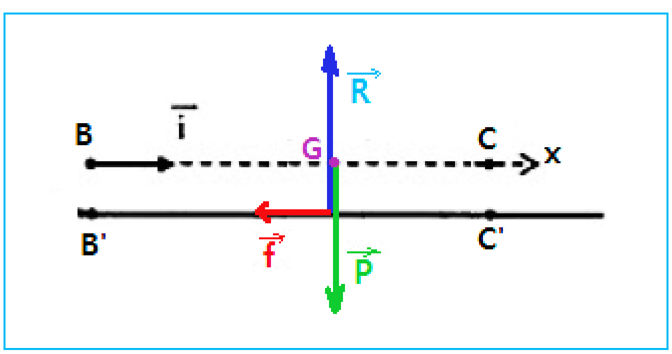
$$\vec{P} + \vec{R}' = m.\vec{a}'_G$$

الإسقاط على المحور Bx :

$$P_x + R_x = m.a_{Gx}$$

$$0 - f = m.a_x$$

$$\boldsymbol{f = -m.a_x}$$



ت.ع :

$$f = -65 \times (-3) \Longrightarrow \boldsymbol{f = 195\ N}$$

2.2- تحديد اللحظة t_C ، التي تتوقف عندها المجموعة :

بما ان الحركة مستقيمية متغيرة بانتظام (التسارع a_x ثابت) فإن معادلة السرعة تكتب :

$$\mathrm{V}_x = a_x.t + \mathrm{V}_0 \Longrightarrow \mathrm{V}_x = a_x.t + \mathrm{V}_B$$

عند النقطة C تتوقف المجموعة، تكتب معادلة السرعة :

$$\mathrm{V}_C = a_x.t_C + \mathrm{V}_B = 0 \Longrightarrow a_x.t_C = -\mathrm{V}_B \Longrightarrow \boldsymbol{t_C = -\frac{\mathrm{V}_B}{a_x}}$$

ت.ع :
$$t_C = -\frac{25}{(-3)} \Longrightarrow \boldsymbol{t_C = 8,33\ s}$$

2.3- استنتاج المسافة BC :

المعادلة الزمنية لحركة G تكتب :

$$x(t) = \frac{1}{2}a_x.t^2 + \mathrm{V}_B.t + x_0$$

حسب الشروط البدئية : $\mathrm{V}_B = \frac{90}{3,6} = 25\ m.s^{-1}$ و $x_0 = 0$ مع $a_x = -3\ m.s^{-2}$

$$x(t) = -1,5.t^2 + 25.t \quad (2)$$

عند النقطة C المعادلة (2) تكتب :

$$\boldsymbol{BC = x_C - \underbrace{x_B}_{=0} = -1,5.t_B^2 + 25.t_B}$$

ت.ع :
$$BC = -1,5 \times 8,3^2 + 25 \times 8,3 \Longrightarrow \boldsymbol{BC \approx 104,16\ m}$$

ملحوظة : يمكن استعمال مبرهنة الطاقة الحركية بين B و C :

$$\underbrace{E_{cC}}_{=0} - E_{cB} = \underbrace{W_{B\to C}(\vec{P})}_{=0} + W_{B\to C}(\vec{f}) + \underbrace{W_{B\to C}(\vec{R}_N)}_{=0} \Longrightarrow -\frac{1}{2}m.\mathrm{V}_B^2 = -f.BC$$

$$BC = \frac{m.\mathrm{V}_B^2}{2.f} \Longrightarrow BC = \frac{65 \times 25^2}{2 \times 195} \approx 104,2\ m$$

الجزء الثاني : دراسة طاقية لنواس اللي

1- تعبير الطاقة الميكانيكية E_m للنواس :

باعتبار المستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية فإن $E_{PP} = 0$.

لدينا :
$$E_m = E_C + E_{pt}$$

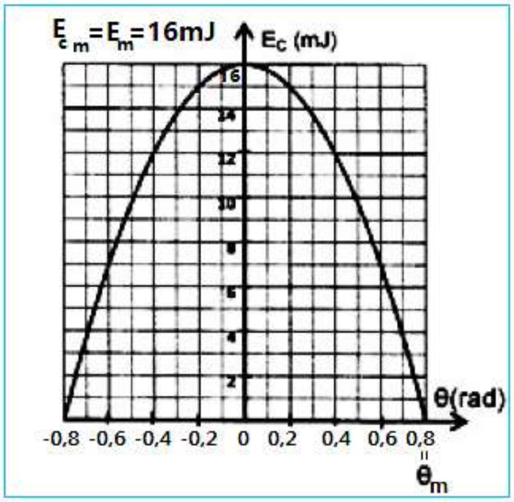
$$E_c = \frac{1}{2}.J_\Delta.\dot{\theta}^2$$

$$E_{pt} = \frac{1}{2}.C.\theta^2 + Cte$$

باعتبار موضع توازن النواس مرجعا لطاقة وضع اللي فإن $Cte = 0$

تعبير E_m هو :

$$\boldsymbol{E_m = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}C.\theta^2}$$



2- تحديد قيمة C ثابتة لي للسلك الفولاذي :

بما ان الاحتكاكات مهملة فإن $E_m = cte$

عندما يكون الأفصول الزاوي θ قصويا في حين تكون السرعة الزاوية منعدمة $(\dot{\theta} = 0)$ و تعبير E_m يكتب :

$$E_m = E_{pt\,max} = \frac{1}{2}C.\theta_m{}^2 \Longrightarrow C.\theta_m{}^2 = 2.E_m$$

$$\boldsymbol{C = \frac{2.E_m}{\theta_m{}^2}}$$

باستعمال منحنى تغيرات الطاقة الحركية بدلالة θ : نجد $\theta_m = 0{,}8\,rad$

و $E_m = E_{c\,max} = 16\ mJ$

ت.ع :

$$C = \frac{2 \times 16.10^{-3}}{(0{,}8)^2} \Longrightarrow \boldsymbol{C = 5.10^{-2}\ N.m.rad^{-1}}$$

3- إيجاد J_Δ عزم القصور :

عند موضع التوازن يكون الأفصول الزاوي منعدم $(\theta = 0)$ و السرعة الزاوية قصوية تعبير E_m يكتب :

$$E_m = E_{c\,max} = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta_m}{}^2 \Longrightarrow J_\Delta.\dot{\theta_m}{}^2 = 2E_m$$

$$\boldsymbol{J_\Delta = \frac{2E_m}{\dot{\theta_m}{}^2}}$$

ت.ع :

$$J_\Delta = \frac{2 \times 16.10^{-3}}{(2{,}31)^2} \Longrightarrow \boldsymbol{J_\Delta \approx 6.10^{-3}\ kg.m^2}$$