

|   |             |                                                     |                  |
|---|-------------|-----------------------------------------------------|------------------|
| 3 | مدة الإنجاز | <b>الفيزياء والكيمياء</b>                           | المادة           |
| 7 | المعامل     | <b>شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية</b> | الشعبة أو المسلك |

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 طاقة لنواس اللي

## التمرين الأول (7 نقط)

الجزء الأول والثاني مستقلان

سلم  
التنقيط

الجزء الأول: العمود ألومينيوم - نحاس

يعتمد اشتغال الأعمدة الكهركيميائية على مبدأ 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  $V=65\text{mL}$  من محلول مائي لكبريتات النحاس  $Cu^{2+} + SO_4^{2-}(aq)$  ، حيث التركيز المولي البدئي لأيونات  $Cu^{2+}$  هو  $[Cu^{2+}]_i = 6,5 \cdot 10^{-1} \text{mol.L}^{-1}$ .

- نغمر إلكترودا من الألومينيوم في كأس أخرى تحتوي على نفس الحجم  $V=65\text{mL}$  من محلول مائي لكبريتات الألومينيوم  $2Al^{3+} + 3SO_4^{2-}(aq)$  ، حيث التركيز المولي البدئي لأيونات  $Al^{3+}$  هو  $[Al^{3+}]_i = 6,5 \cdot 10^{-1} \text{mol.L}^{-1}$ .

- 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:  $Cu^{2+}/Cu(s)$  و  $Al^{3+}/Al(s)$  .
- ثابتة فرادي:  $1F = 9,65 \cdot 10^4 \text{C.mol}^{-1}$  .
- ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل  $3Cu^{2+} + 2Al(s) \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} 3Cu(s) + 2Al^{3+}(aq)$  هي  $K = 10^{200}$  .

- 1- اكتب تعبير  $Q_{r,i}$  خارج التفاعل الكيميائي للمجموعة عند الحالة البدئية ثم احسب قيمته. 0,5
  - 2- حدد، معلا جوابك، منحنى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية خلال اشتغال العمود. 0,5
  - 3- مثل التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس. 0,5
  - 4- أوجد q ، كمية الكهرباء المارة في الدارة عندما تصبح قيمة تركيز الأيونات  $Cu^{2+}$  : 0,75
- $[Cu^{2+}] = 1,6 \cdot 10^{-1} \text{mol.L}^{-1}$

## الجزء الثاني: تفاعلات حمض البوتانويك

يستعمل حمض البوتانويك  $C_3H_7COOH$  ، في تحضير بعض المواد العطرية والنكهات

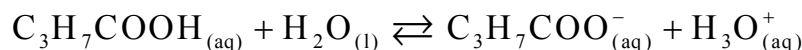
الغذائية...الخ

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

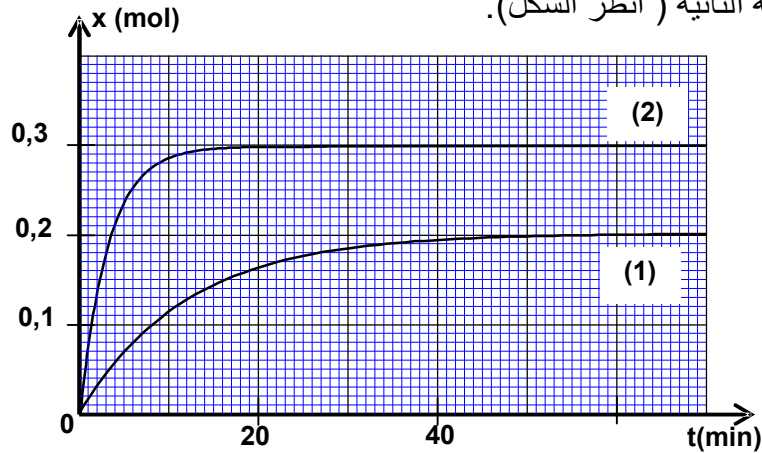
## 1- تفاعل حمض البوتانويك مع الماء:

نحضر في مختبر الكيمياء محلولاً مائياً لحمض البوتانويك حجمه  $V$  وتركيزه المولي  $C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{mol.L}^{-1}$  . قيمة  $pH$  هذا المحلول هي  $pH = 3,41$  .

ننمذج التحول الحاصل بالمعادلة الكيميائية التالية:



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

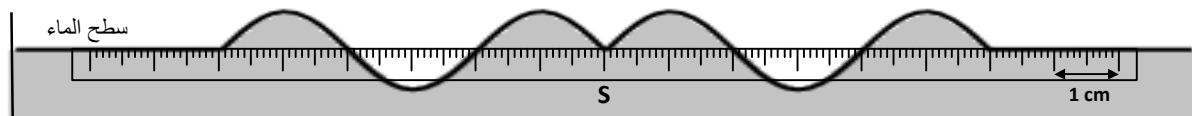


- 2.1- ما الفائدة من التسخين بالارتداد؟ 0,5
- 2.2- حدد قيمة  $t_{1/2}$  زمن نصف التفاعل في كل تجربة، ثم استنتج أي التفاعلين الكيميائيين أسرع. 0,75
- 2.3- حدد نسبة التقدم النهائي للتفاعل في كل تجربة، ثم استنتج التفاعل التام من بين التفاعلين المدروسين. 0,75
- 2.4- باستعمال الصيغ نصف المنشورة، اكتب معادلة 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 جيئية ترددها  $N=50\text{Hz}$ .  
يمثل الشكل أسفله مقطعا رأسيا لسطح الماء عند لحظة  $t$ ، حيث تشير المسطرة المدرجة إلى السلم المعتمد.



- 0,5 1- طول الموجة هو:  $\lambda = 0,2 \text{ cm}$  ■ ؛  $\lambda = 4 \text{ cm}$  ■ ؛  $\lambda = 5 \text{ cm}$  ■ ؛  $\lambda = 6 \text{ cm}$  ■ .
- 0,5 2- تساوي سرعة انتشار الموجة على سطح الماء:  $v = 2 \text{ m.s}^{-1}$  ■ ؛  $v = 200 \text{ m.s}^{-1}$  ■ ؛  $v = 3 \text{ m.s}^{-1}$  ■ ؛  $v = 8.10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$  ■ .
- 0,75 3- اللحظة التي عندها تم تمثيل مظهر سطح الماء هي:  $t = 8 \text{ s}$  ■ ؛  $t = 0,03 \text{ s}$  ■ ؛  $t = 0,3 \text{ s}$  ■ ؛  $t = 3 \text{ s}$  ■ .
- 0,75 4- نعتبر نقطة M من سطح الماء، تبعد عن المنبع S بالمسافة  $SM = 6 \text{ cm}$  . تعيد النقطة M نفس حركة النقطة S بتأخر زمني  $\tau$  .  
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)

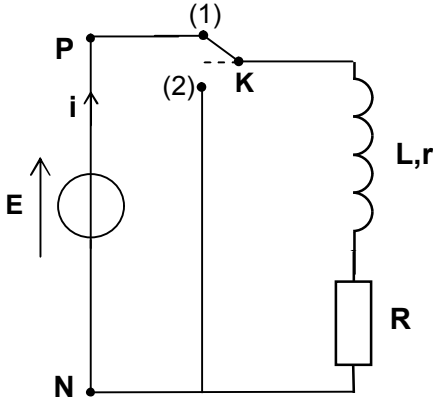
نستعمل في حياتنا اليومية مجموعة من الأجهزة الكهربائية والإلكترونية تحتوي داراتها على موصلات أومية ووشيعات ومكثفات ودارات متكاملة منجزة لعمليات مختلفة، رياضية أو منطقية.  
يهدف هذا التمرين في جزئه الأول إلى دراسة إقامة وانعدام التيار الكهربائي في وشيعة ثم في جزئه الثاني إلى دراسة تضمين الوسع .

#### الجزء 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 الشكل 1 والمتكون من:

- مولد كهربائي مؤتمل للتوتر قوته الكهرومحركة  $E = 6,5 \text{ V}$  ؛
- 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 واتخاذ احتياطات اللازمة، أرجح 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. (الشكل 2)

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

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

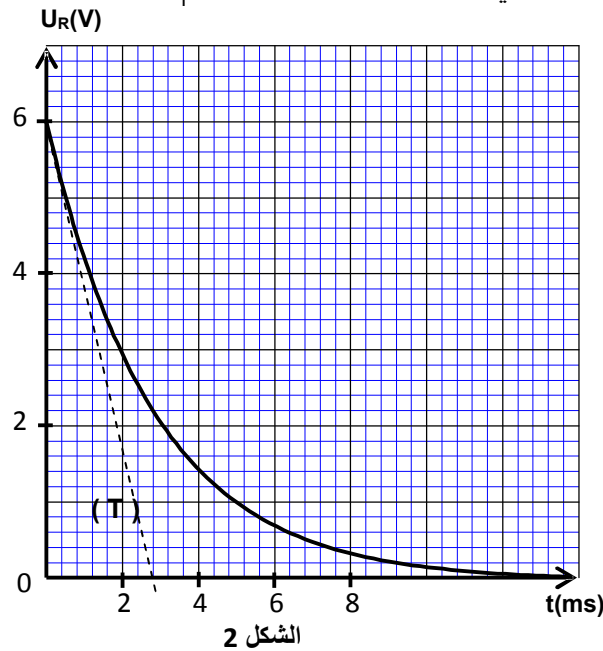
2.2- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل  $u_R(t) = R \cdot I_p \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ . أوجد تعبير ثابتة الزمن  $\tau$ . 0,5

2.3- باستغلال منحنى الشكل 2 :

أ- بين أن قيمة مقاومة الوشيعية هي  $r = 5 \Omega$ . 0,5

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

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



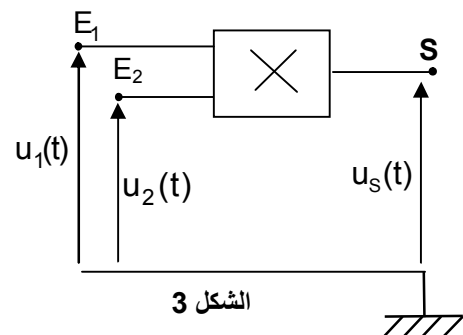
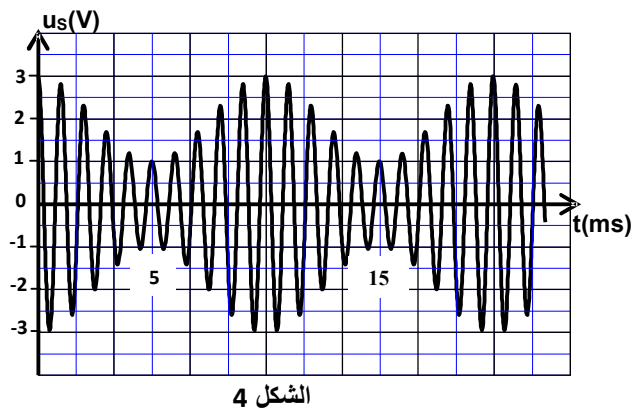
الجزء الثاني: تضمين الوسع

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

$u_1(t) = P_m \cdot \cos(2\pi \cdot F_p \cdot t)$  عند مدخلها  $E_1$  وتوتر  $u_2(t) = U_0 + s(t)$  عند المدخل  $E_2$ ؛ تمثل  $U_0$

المركبة المستمرة للتوتر و  $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_s \cdot t)$  التوتر المضمن.

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



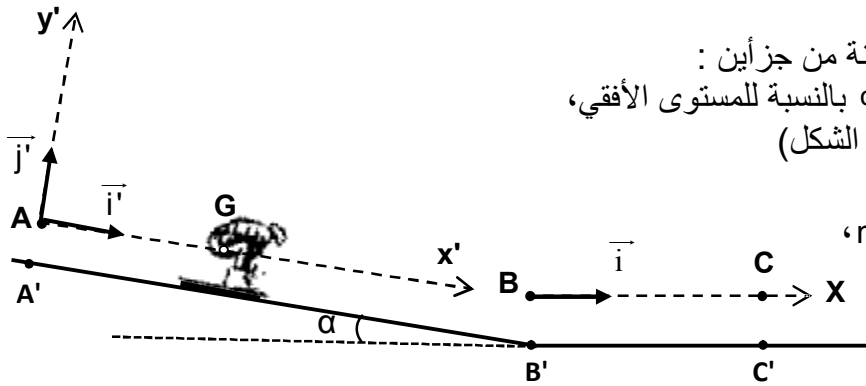
- 1- 0,75 بين أن التوتر  $u_s(t)$  يكتب على شكل  $u_s(t) = A[1 + m \cos(2\pi f_s t)] \cos(2\pi f_p t)$  محددًا تعبيرَي  $A$  و  $m$ .  
2 - باستغلال منحني الشكل 4:  
2.1 - 0,5 أوجد قيمة كل من التردد  $F_p$  للتوتر الحامل والتردد  $f_s$  للتوتر المضمّن.  
2.2 - 0,5 حدد نسبة التضمين واستنتج جودة التضمين.

### التمرين الرابع (5,5 نقط)

#### الجزء 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  $\alpha$  بالنسبة للمستوى الأفقي،  
- جزء  $B'C'$  مستقيمي وأفقي. (انظر الشكل)

#### معطيات:

- كتلة المتزلج ولوازمه:  $m = 65 \text{ kg}$   
-  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$   
- زاوية الميل:  $\alpha = 23^\circ$   
- 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 تأخذها 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  $f = 15 \text{ N}$ .

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

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

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

- 1.4 - 0,5 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  $f'$ .

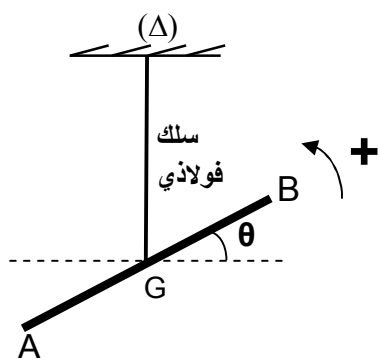
تتم دراسة حركة  $G$  للمجموعة المدروسة في معلم أفقي  $(B, \vec{i})$  مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

يمر مركز القصور  $G$  من النقطة  $B$  بسرعة شدتها  $90 \text{ km.h}^{-1}$  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  $a_x = -3 \text{ m.s}^{-2}$ . 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 طاقة 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 ليه C ومن قضيب AB متجانس، عزم قصوره  $J_\Delta$  بالنسبة لمحور رأسي (Δ) منطبق مع السلك ويمر من G مركز قصور القضيب.

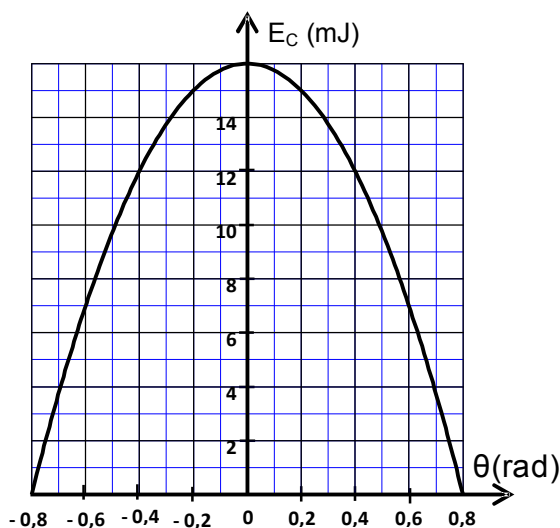
ندير القضيب AB أفقيا في المنحنى الموجب حول المحور (Δ) بالزاوية  $\theta_m = 0,8 \text{ rad}$  بالنسبة لموضع التوازن، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ.

نمعلم موضع القضيب عند كل لحظة بالأفصول الزاوي  $\theta$  بالنسبة لموضع التوازن (الشكل جانبه).

ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بمراجع 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  $\theta$ .



- 1- اكتب تعبير الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للنواس بدلالة: 0,5

C و  $J_\Delta$  و  $\theta$  والسرعة الزاوية  $\dot{\theta}$ .

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

- 3- أوجد قيمة  $J_\Delta$ ، علما أن السرعة الزاوية القصوى 0,75

للنواس هي  $\dot{\theta}_{\max} = 2,31 \text{ rad.s}^{-1}$ .

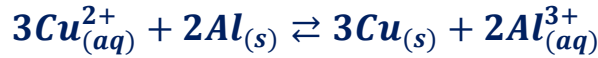
# تصحيح الامتحان الوطني للباكالوريا الدورة العادية 2017 مسلك العلوم الفيزيائية

## التمرين الأول

الجزء الأول : العמוד ألومنيوم – نحاس

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

حسب معادلة التفاعل :



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

ت.ع :

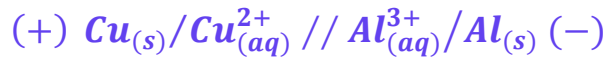
$$Q_{r,i} = \frac{(6,5 \cdot 10^{-1})^2}{(6,5 \cdot 10^{-1})^3} \Rightarrow Q_{r,i} = 1,54$$

2- منحنى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية خلال اشتغال العמוד :

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

3- تمثيل التباينة الاصطلاحية للعמוד :

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



4- إيجاد  $q$  ، كمية الكهرباء عندما يصبح التركيز  $[Cu^{2+}] = 1,6 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  :

حسب الجدول الوصفي :

| حالة المجموعة  | التقدم | $Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + 2e^-$ |               |   | كمية مادة $e^-$ المنتقلة |
|----------------|--------|----------------------------------------------|---------------|---|--------------------------|
| الحالة البدئية | 0      | $[Cu^{2+}]_i \cdot V$                        | $n_i(Cu)$     | — | $n(e^-) = 0$             |
| الحالة الوسيطة | x      | $[Cu^{2+}]_i \cdot V - x$                    | $n_i(Cu) - x$ | — | $n(e^-) = 2x$            |

حسب الجدول الوصفي :

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

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

لدينا :

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

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

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

ت.ع :

$$q = 2 \times 65 \times 10^{-3} \times (6,5 \cdot 10^{-1} - 1,6 \cdot 10^{-1}) \times 9,65 \times 10^4$$

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

الجزء الثاني : تفاعلات حمض البوتانويك

1- تفاعل حمض البوتانويك مع الماء :

1.1- تحديد نسبة التقدم النهائي للتفاعل :

الجدول الوصفي لتقدم التفاعل :

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

لدينا :

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

$$C \cdot V - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C \cdot V$$

حسب تعبير نسبة التقدم النهائي :

$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}} \Rightarrow \tau = \frac{10^{-pH} \cdot V}{C \cdot V} \Rightarrow \tau = \frac{10^{-pH}}{C}$$

ت.ع :

$$\tau = \frac{10^{-3,41}}{1,0 \cdot 10^{-2}} = 3,9 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \tau = 3,9 \%$$

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 :

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

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

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

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

ت.ع :

$$Q_{r,eq} = \frac{10^{-2 \times 3,41}}{1,0 \cdot 10^{-2} - 10^{-3,41}} \Rightarrow Q_{r,eq} \approx 1,57 \cdot 10^{-5}$$

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

لدينا :

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

$$pK_A = -\log K_A$$

ت.ع :

$$pK_A = -\log(1,57 \cdot 10^{-5}) \Rightarrow pK_A = 4,8$$

## 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  $t_{1/2}$  زمن نصف التفاعل في كل تجربة :

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

حسب المنحنى (1) مبيانيا نجد :

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

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

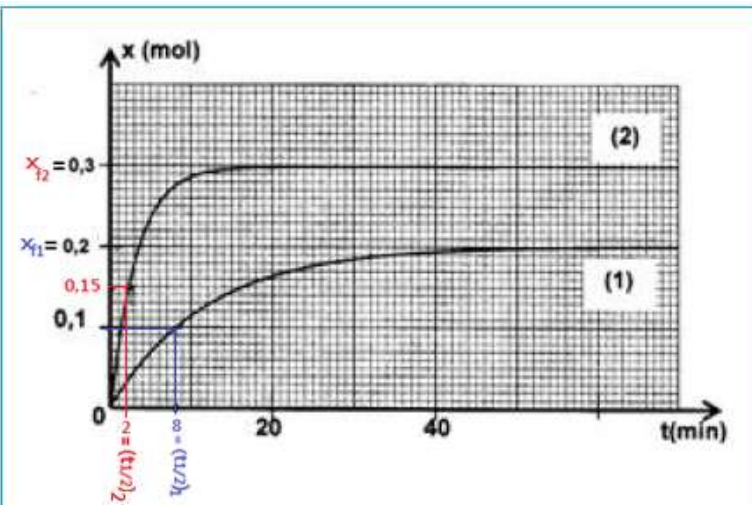
حسب المنحنى (2) مبيانيا نجد :

$x_2(t_{1/2}) = 0,15 \text{ mol}$  و  $x_{f2} = 0,3 \text{ mol}$  حسب المنحنى (2)

أفصول  $0,15 \text{ mol}$  هو :

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

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



### 3.2- تحديد نسبة التقدم النهائي في كل تجربة :

لدينا :

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

الجدو الوصفي :

| $C_3H_7COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons C_3H_7COOC_2H_5 + H_2O$ |                |          |          | 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:

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

التقدم النهائي :

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

نسبة التقدم النهائي  $\tau_1$ :

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

بالنسبة للتجربة الثانية :

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

التقدم النهائي :

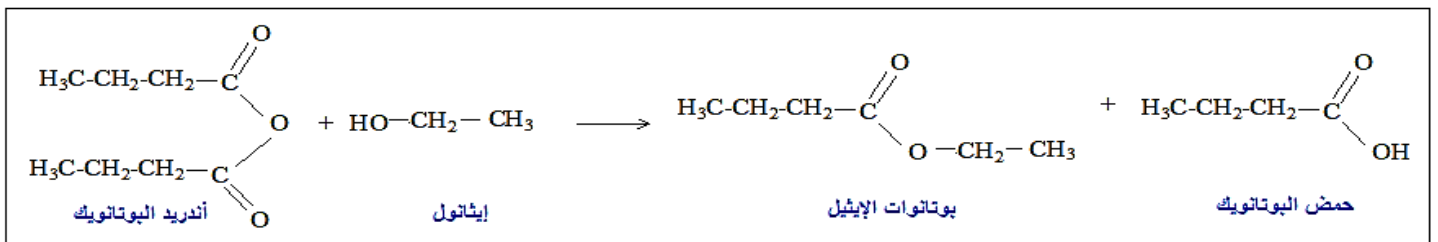
$$x_{f2} = 0,3 \text{ mol}$$

نسبة التقدم النهائي  $\tau_2$ :

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

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

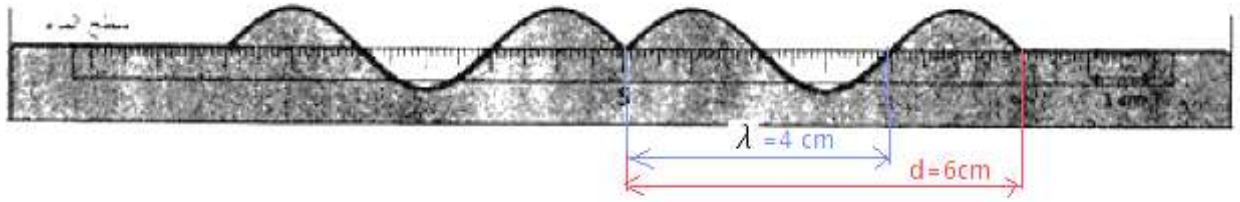
### 2.4- كتابة معادلة التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة للتفاعل الحاصل في التجربة الثانية :



## التمرين الثاني

( تعليل الأجوبة ليس مطلوبا في هذا التمرين )

1- طول الموجة هو :



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

2- سرعة انتشار الموجة تساوي :

$$v = \lambda \cdot N$$

$$v = 4 \cdot 10^{-2} \times 50$$

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

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

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

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

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

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

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

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

## التمرين الثالث

الجزء الأول : استجابة ثنائي القطب  $RL$  لرتبة توتر

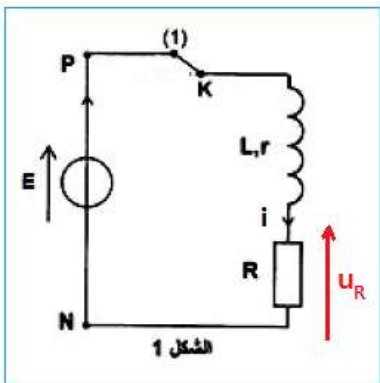
1-دراسة إقامة التيار :

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

1.2- إيجاد تعبير  $I_m$  للتيار في النظام الدائم :

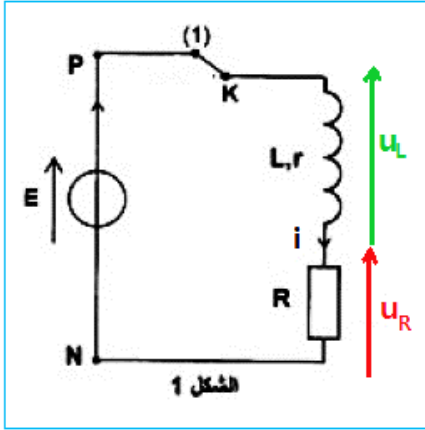
حسب قانون إضافية التوترات :

$$E = u_B + u_R$$



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

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



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

$$I_p(R + r) = E \Rightarrow I_p = \frac{E}{R + r}$$

## 2- دراسة انعدام التيار في الوشيعة

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

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_B + u_R = 0$$

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

$$L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i + u_R = 0 \Rightarrow L \cdot \frac{d}{dt} \left( \frac{u_R}{R} \right) + \frac{u_R}{R} \cdot (R + r) = 0$$

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

المعادلة التفاضلية تكتب :

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

2.2- تعبير ثابتة الزمن  $\tau$  :

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

نعوض في المعادلة التفاضلية :

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

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

$$-\left( \frac{L}{R + r} \right) \cdot \frac{1}{\tau} + 1 = 0 \Rightarrow \frac{L}{(R + r) \cdot \tau} = 1 \Rightarrow L = (R + r) \cdot \tau \Rightarrow \tau = \frac{L}{R + r}$$

3.2- باستغلال منحنى الشكل 2 :

أ- إثبات قيمة مقاومة الوشيعة  $r$  :

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

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

$$(R+r) \cdot u_R(0) = R \cdot E \Rightarrow R+r = \frac{R \cdot E}{u_R(0)} \Rightarrow r = \frac{R \cdot E}{u_R(0)} - R$$

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

تطبيق عددي : لدينا حسب منحنى الشكل 2 :

$$u_R(0) = 6V$$

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

$$r = 5 \Omega$$

ب- التحقق من قيمة  $L$  :

$$\text{لدينا : } \tau = \frac{L}{R+r} \text{ أي :}$$

$$L = \tau \cdot (R+r)$$

تطبيق عددي : حسب منحنى الشكل 2 قيمة ثابتة الزمن :

$$\tau = 2,8 \text{ ms}$$

$$L = 2,8 \cdot 10^{-3} \times (60 + 5) \Rightarrow L = 0,182 \text{ H}$$

$$L = 182 \text{ mH}$$

2.4- إيجاد قيمة  $\xi_m$  الطاقة المخزنة في الوشيعية عند اللحظة  $t_1 = \tau$  :

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

لدينا عند اللحظة  $t = \tau$  :

$$\xi_m(\tau) = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \left( \frac{u_R(\tau)}{R} \right)^2$$

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

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

$$\xi_m(\tau) = 1,22 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

الجزء الثاني : تضمين الوسع

1- إثبات تعبير التوتر  $u_S(t)$  :

$$u_S(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$$

لدينا :

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

$$u_s(t) = k \cdot P_m \cdot \cos(2\pi F_p \cdot t) \cdot [U_0 + S_m \cdot \cos(2\pi f_s \cdot t)]$$

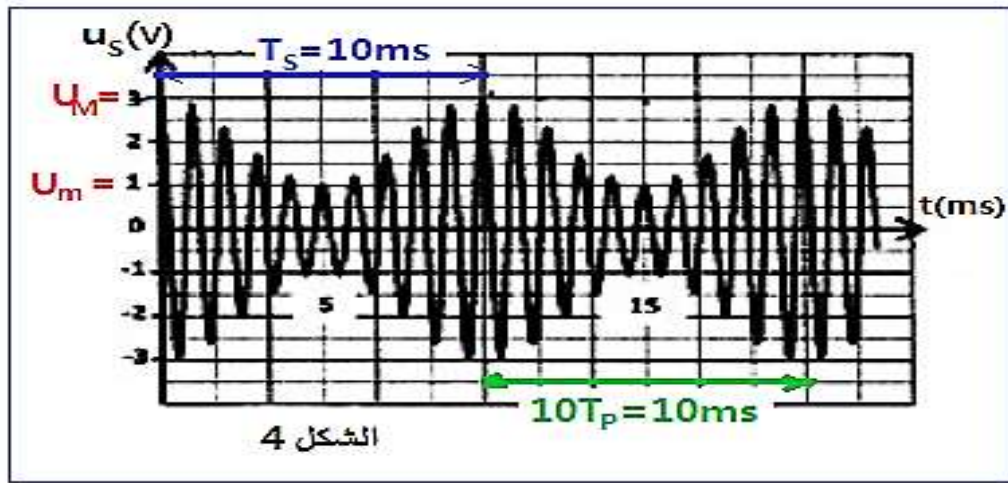
$$u_s(t) = k \cdot P_m \cdot U_0 \left[ 1 + \frac{S_m}{U_0} \cdot \cos(2\pi f_s \cdot t) \right] \cdot \cos(2\pi F_p \cdot t)$$

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

$$u_s(t) = A \cdot [1 + m \cdot \cos(2\pi f_s \cdot t)] \cdot \cos(2\pi F_p \cdot t)$$

2- باستغلال منحنى الشكل 4 :

2.1- قيمة التردد  $F_p$  للتوتر الحامل :



$$10T_p = 10ms \Rightarrow T_p = 1ms \Rightarrow F_p = \frac{1}{T_p} \Rightarrow F_p = \frac{1}{10^{-3}} \Rightarrow F_p = 1000 \text{ Hz}$$

$$T_s = 10ms \Rightarrow f_s = \frac{1}{T_s} \Rightarrow f_s = \frac{1}{10 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow f_s = 100 \text{ Hz}$$

2.2- تحديد نسبة التضمين  $m$  :

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

باستعمال مبيان الشكل 4 نجد :

$$u_M = 3V \text{ et } U_m = 1V$$

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

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 :  $S = \{\text{المتزلج ولوازمه}\}$

جاء 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 :

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

$$\vec{R} = \vec{f} + \vec{R}_N \quad \text{مع :}$$

الإسقاط على المحور  $Ax'$  :

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

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

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha - f = m \cdot \frac{dv_G}{dt}$$

نستنتج المعادلة التفاضلية :

$$\frac{dv_G}{dt} = g \cdot \sin \alpha - \frac{f}{m}$$

1.2- تحديد قيمة كل من  $b$  و  $c$  :

تحديد  $b$  :

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

نعوض في المعادلة التفاضلية :

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

ت.ع :

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

تحديد  $c$  باستعمال الشروط البدئية :

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

حل المعادلة التفاضلية يكتب :  $v_G(0) = b \times 0 + c = 0 \Rightarrow c = 0$

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

حسب تعبير حل المعادلة التفاضلية :

$$v_G(t) = b.t \Rightarrow v_G(t) = 3,6.t$$

عند الموضع  $B$  الحل يكتب :

$$v_{GB} = 3,6.t_B \Rightarrow t_B = \frac{v_{GB}}{3,6}$$

ت.ع :

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

$$t_B = \frac{25}{3,6} \Rightarrow t_B = 6,94 \text{ s}$$

1.4- إيجاد شدة القوة  $\vec{R}$  :

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

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

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

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

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

2- دراسة الحركة على المستوى الأفقي

2.1- شدة قوة الاحتكاك  $f'$  :

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

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نكتب :

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

الإسقاط على المحور  $Bx$  :

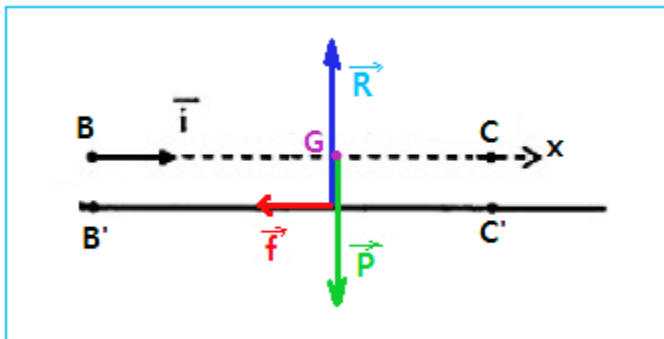
$$P_x + R_x = m.a_{Gx}$$

$$0 - f = m.a_x$$

$$f = -m.a_x$$

ت.ع :

$$f = -65 \times (-3) \Rightarrow f = 195 \text{ N}$$



## 2.2- تحديد اللحظة $t_c$ ، التي تتوقف عندها المجموعة :

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

$$V_x = a_x \cdot t + V_0 \Rightarrow V_x = a_x \cdot t + V_B$$

عند النقطة  $C$  تتوقف المجموعة، تكتب معادلة السرعة :

$$V_C = a_x \cdot t_C + V_B = 0 \Rightarrow a_x \cdot t_C = -V_B \Rightarrow t_C = -\frac{V_B}{a_x}$$

$$t_C = -\frac{25}{(-3)} \Rightarrow t_C = 8,33 \text{ s} \quad \text{ت.ع.}$$

## 2.3- استنتاج المسافة $BC$ :

المعادلة الزمنية لحركة  $G$  تكتب :

$$x(t) = \frac{1}{2} a_x \cdot t^2 + V_B \cdot t + x_0$$

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

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

عند النقطة  $C$  المعادلة (2) تكتب :

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

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

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

$$\underbrace{E_{CC}}_{=0} - E_{CB} = \underbrace{W_{B \rightarrow C}(\vec{P})}_{=0} + W_{B \rightarrow C}(\vec{f}) + \underbrace{W_{B \rightarrow C}(\vec{R}_N)}_{=0} \Rightarrow -\frac{1}{2} m \cdot V_B^2 = -f \cdot BC$$

$$BC = \frac{m \cdot V_B^2}{2 \cdot f} \Rightarrow BC = \frac{65 \times 25^2}{2 \times 195} \approx 104,2 \text{ m}$$

## الجزء الثاني : دراسة طاقة لنواس اللي

### 1- تعبير الطاقة الميكانيكية $E_m$ للنواس :

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

$$E_m = E_C + E_{pt} \quad \text{لدينا :}$$

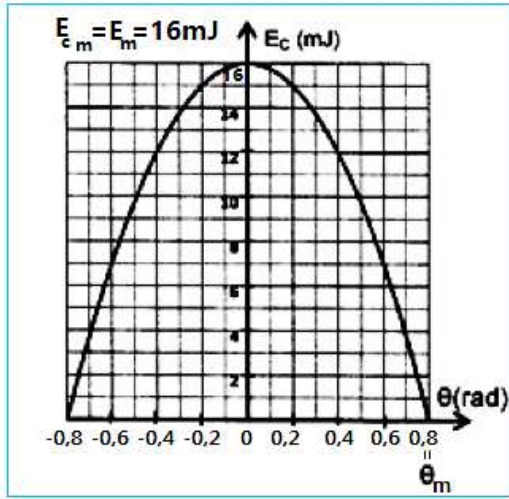
$$E_C = \frac{1}{2} \cdot J_{\Delta} \cdot \dot{\theta}^2$$

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

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

تعبير  $E_m$  هو :

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



2- تحديد قيمة  $C$  ثابتة لي للسلك الفولاذي :

بما ان الاحتكاكات مهملة فإن  $E_m = cte$

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

$$E_m = E_{pt \max} = \frac{1}{2} C \cdot \theta_m^2 \Rightarrow C \cdot \theta_m^2 = 2 \cdot E_m$$

$$C = \frac{2 \cdot E_m}{\theta_m^2}$$

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

$$E_m = E_{c \max} = 16 \text{ mJ} \text{ و}$$

ت.ع :

$$C = \frac{2 \times 16 \cdot 10^{-3}}{(0,8)^2} \Rightarrow C = 5 \cdot 10^{-2} \text{ N.m.rad}^{-1}$$

3- إيجاد  $J_{\Delta}$  عزم القصور :

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

$$E_m = E_{c \max} = \frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \dot{\theta}_m^2 \Rightarrow J_{\Delta} \cdot \dot{\theta}_m^2 = 2 E_m$$

$$J_{\Delta} = \frac{2 E_m}{\dot{\theta}_m^2}$$

ت.ع :

$$J_{\Delta} = \frac{2 \times 16 \cdot 10^{-3}}{(2,31)^2} \Rightarrow J_{\Delta} \approx 6 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m}^2$$