

# تصحيح الامتحان الوطني الموحد للبيكالوريا الدورة الاستدراكية 2008

المادة : الفيزياء والكيمياء  
الشعب : شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة  
والأرض ومسلك العلوم الزراعية وشعبة العلوم  
والتكنولوجيات بمسلكها  
المعامل : 5  
مدة الإنجاز : 3 س

## الكيمياء 7 نقط

### 1. تفاعل الأسترة

\* معادلة تفاعل الأسترة الحاصل :



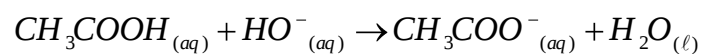
تسمية الإستر E : إيثانوات البروبيل

2.1. انشاء الجدول الوصفي لتفاعل الأسترة :

| المعادلة الكيميائية             |                | $CH_3 - COOH + CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \rightleftharpoons CH_3 - COOCH_2 - CH_2 - CH_3 + H_2O$ |              |          |          |
|---------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|----------|
| حالة<br>المجموعة                | تقدم التفاعل   | كميات المادة بالمول (mol)                                                                      |              |          |          |
| الحالة البدئية                  | 0              | 1                                                                                              | 1            | 0        | 0        |
| خلال التحول                     | x              | 1-x                                                                                            | 1-x          | x        | x        |
| الحالة النهائية<br>حالة التوازن | $x_f = x_{eq}$ | $1 - x_{eq}$                                                                                   | $1 - x_{eq}$ | $x_{eq}$ | $x_{eq}$ |

### 2. معايرة الحمض المتبقي في الدورق رقم 1

المعادلة الكيميائية للتفاعل حمض - قاعدة الحاصل أثناء المعايرة :



كمية مادة الحمض المتبقي في الدورق.

- تعبير كمية مادة الحمض المتبقي في الحجم  $V_1 = 5mL$  من المحلول (S)

- عند التكافؤ :  $n(CH_3COOH) = n(HO^-)_E$

-  $n(CH_3COOH) = C_B \cdot V_{B,E}$

- تحديد  $n_a$  كمية مادة الحمض المتبقي في الدورق :

$$n_a = n(CH_3COOH) \times \frac{V_0}{V_1}$$

$$n_a = C_B \cdot V_{B,E} \cdot \frac{V_0}{V_1} \text{ ومنه :}$$

$$n_a = 1,028,4 \cdot 10^{-3} \times \frac{100}{5}$$

$$n_a = 0,568 \text{ mol}$$

3.2. كمية مادة الإستر  $E$  المتكون:

حسب الجدول الوصفي لتفاعل الأسترة نكتب :

$$n(E) = 1 - n_a \text{ و } n(E) = x_{eq} \text{ ومنه : } n(E) = 1 - x_{eq}$$

$$n(E) = 0,432 \text{ mol أي : } n(E) = 1 - 0,568$$

وبالتالي فإن كمية مادة الإستر المتكون هي  $n(E) = 0,432 \text{ mol}$

### 3. التطور الزمني لتفاعل الأسترة :

3.1. تعبير السرعة الحجمية  $v$  لتفاعل الأسترة .

$$v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt} \text{ تعبير السرعة الحجمية } v \text{ لتفاعل الأسترة يكتب :}$$

عند اللحظة  $t = 0$  : تكون قيمة السرعة الحجمية لتفاعل الأسترة هي :

$$v(t=0) = \frac{1}{V} \cdot \left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=0} \text{ حيث تمثل المعامل الموجه لمماس المنحنى } x = f(t) \text{ عند اللحظة } t = 0 .$$

$$\left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=0} = \frac{0,536 - 0}{1 - 0} = 0,536 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1} \text{ أي : } \left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=0} = 0,536 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$v(t=0) = \frac{0,536}{132,7 \cdot 10^{-3}} = 4,04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \text{ أي : } v(t=0) = 4,04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$$

2.3.

من بين العوامل التي تمكن من الزيادة في السرعة الحجمية للتفاعل دون تغيير الحالة النهائية للمجموعة الكيميائية نذكر درجة الحرارة .

3.3. تعيين قيمة زمن نصف التفاعل.

قيمة زمن نصف التفاعل هو المدة الزمنية اللازمة لكي يأخذ تقدم التفاعل نصف قيمته النهائية أي أن :  $x_{1/2} = \frac{x_f}{2}$

$$x_{1/2} = 0,335 \text{ mol القيمة } t_{1/2} = 0,75 \text{ h} = 45 \text{ min}$$

4.3. قيمة  $r$  مردود التفاعل

يعبر عن مردود تفاعل الأسترة بالعلاقة :  $r = \frac{\text{كمية مادة الإستر المتكون تجريبيا}}{\text{كمية مادة الإستر المتكون باعتبار التحول كلي}}$

حسب الجدول الوصفي لتفاعل الأسترة نجد :  $n_i(acide) = x_{\max} = 1 \text{ mol}$  أو  $n_i(alcool) = x_{\max}$

$$r = \frac{x_{eq}}{x_{\max}} = \frac{0,67}{1} = 0,67$$

إذن مردود التحول هو 67% .

5.3. إيجاد قيمة ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بتفاعل الأسترة :

$$K = \frac{\text{ester}_{eq} \times \text{eau}_{eq}}{\text{alcool}_{eq} \times \text{acide}_{eq}} \text{ يعبر عن ثابتة التوازن بالعلاقة :}$$

$$K = \frac{\frac{n_{eq}(\text{ester})}{V} \times \frac{n_{eq}(\text{eau})}{V}}{\frac{n_{eq}(\text{alcool})}{V} \times \frac{n_{eq}(\text{acide})}{V}} \text{ أي أن :}$$

باعتبار الجدول الوصفي لتفاعل الأسترة نكتب :

$$K = \frac{x_{eq}^2}{(1-x_{eq})^2}$$

ونعلم أن :  $x_{eq} = 0,67$  إذن :  $K \approx 4$

#### 4. التحكم في الحالة النهائية للمجموعة الكيميائية

1.4. حساب قيمة خارج التفاعل  $Q_{r,i}$  في الحالة البدئية الجديدة ، واستنتاج منحنى تطور المجموعة الكيميائية.

$$Q_{r,i} = \frac{ester_i \times eau_i}{alcohol_i \times acide_i} : \text{يعبر عن خارج التفاعل بالعلاقة :}$$

$$Q_{r,i} = \frac{\frac{n_i}{V} ester \times \frac{n(eau)}{V}}{\frac{n_i}{V} (alcohol) \times \frac{n(acide)}{V}} : \text{أي أن :}$$

$$Q_{r,i} = \frac{n_i ester \times n_i(eau)}{n_i(alcohol) \times n_i(acide)} : \text{وبالتالي فإن :}$$

مع :  $n_i(acide) = 1,33mol$  و  $n_i(alcohol) = 0,33mol$  و  $n_i ester = n_i(eau) = x_{eq} = 0,67mol$

$$Q_{r,i} = \frac{0,67^2}{0,33 \times 1,33} : \text{ومنه فإن :}$$

$$Q_{r,i} = 1,02 : \text{أي أن :}$$

وبما أن :  $K \approx 4$  و  $Q_{r,i} = 1,02$

فإن :  $Q_{r,i} < K$

طبقا لمعيار التطور التلقائي لمجموعة كيميائية ، فإن المجموعة تتطور تلقائيا في منحنى تكون الإستر وذلك من أجل تزايد  $Q_r$  نحو ثابتة التوازن  $K$ .

2. 4. التحقق من أن قيمة  $x'_{eq}$  تقدم التفاعل في حالة التوازن الجديد هي  $x'_{eq} = 0,845mol$

ننشئ الجدول الوصفي لتفاعل الأسترة.

| المعادلة الكيميائية                       |              | $CH_3COOH + CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH \rightleftharpoons CH_3COOC_3H_7 + H_2O$ |               |           |           |
|-------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|-----------|
| حالة المجموعة                             | تقدم التفاعل | كميات المادة بالمول (mol)                                                    |               |           |           |
| الحالة البدئية                            | 0            | 2                                                                            | 1             | 0         | 0         |
| خلال التحول                               | x            | 2-x                                                                          | 1-x           | x         | x         |
| الحالة النهائية<br>حالة التوازن<br>الجديد | $x'_{eq}$    | $2 - x'_{eq}$                                                                | $1 - x'_{eq}$ | $x'_{eq}$ | $x'_{eq}$ |

$$K = \frac{ester_{eq} \times eau_{eq}}{alcohol_{eq} \times acide_{eq}} : \text{تعبير ثابتة التوازن هو :}$$

$$K = \frac{\frac{n_{\text{eq}}(\text{ester})}{V} \times \frac{n_{\text{eq}}(\text{eau})}{V}}{\frac{n_{\text{eq}}(\text{alcool})}{V} \times \frac{n_{\text{eq}}(\text{acide})}{V}} \quad \text{أي أن :}$$

$$K = \frac{n_{\text{eq}}(\text{ester}) \times n_{\text{eq}}(\text{eau})}{n_{\text{eq}}(\text{alcool}) \times n_{\text{eq}}(\text{acide})} \quad \text{ومنه فإن :}$$

$$K = \frac{x_{\text{eq}}'^2}{(2 - x_{\text{eq}}')(1 - x_{\text{eq}}')} \quad \text{يعني أن :}$$

$$3x_{\text{eq}}'^2 - 12x_{\text{eq}}' + 8 = 0 \quad \text{حيث } k = 4 \quad \text{فإن :}$$

$$0 < x_{\text{eq}}' < 1 \text{ mol} \quad \text{حيث } x_{\text{eq}}' \quad \text{نحسب}$$

$$\sqrt{\Delta} = 6,93 \quad \Delta = 48 \quad \text{أي أن}$$

$$\text{ومنه : } x_{\text{eq}1}' = \frac{12 - 6,93}{6} = 0,845 \quad \text{و } x_{\text{eq}2}' = \frac{12 + 6,93}{6} = 3,15 \quad \text{غير مقبول.}$$

$$\text{إذن : } x_{\text{eq}} = 0,845 \text{ mol}$$

3.4. استنتاج قيمة المردود الجديد  $r'$  لتفاعل الأسترة :

$$\text{بما أن : } r' = \frac{x_{\text{eq}}'}{x_{\text{max}}} \quad \text{مع } x_{\text{max}} = 1 \text{ mol}$$

$$r' = \frac{0,845}{1} = 0,845 \quad \text{فإن :}$$

$$r' = 84,5\% \quad \text{إذن مردود التفاعل هو}$$

### الفيزياء : 13 نقطة

#### التمرين 1 : دراسة موجة صوتية وموجة ضوئية

##### 1. التعيين التجريبي لسرعة انتشار الصوت

1.1 تعيين قيمة الدور  $T$  للموجات الصوتية المنبعثة من مكبر الصوت.

يتعين قيمة الدور  $T$  مبيانيا اعتمادا على العلاقة : الحساسية الأفقية  $\times$  عدد التدرجات  $T =$

$$T = 6 \text{ div} \times 0,1 \text{ ms} / \text{div}$$

$$T = 0,4 \text{ ms}$$

$$T = 6.10^{-4} \text{ s} \quad \text{أي أن :}$$

2.1 أ- تحديد قيمة  $\lambda$  طول الموجة الصوتية

تساوي المسافة التي ينزاح بها الميكروفون  $R_2$  على الميكروفون  $R_1$  حيث يصبح الرسمان التذبذبان من جديد ولأول

مرة على توافق في الطور طول الموجة للموجة الصوتية إذن :  $\lambda = d_2 - d_1$

$$\lambda = 61,5 - 41 \quad \text{أي } \lambda = 20,5.10^{-2} \text{ m}$$

ب- حساب  $V$  سرعة انتشار الموجة الصوتية في الهواء .

$$V = \frac{\lambda}{T} \quad \text{سرعة انتشار الموجة يعبر عنها ب :}$$

$$V = \frac{20,5.10^{-2}}{6.10^{-4}} \quad \text{ت.ع :}$$

$$V = 341,7 \text{ m.s}^{-1} \text{ أي أن :}$$

## 2. التعيين التجريبي لطول الموجة لموجة ضوئية

1.2. تسمية الظاهرة التي تبرزها التجربة : ظاهرة حيود الضوء .

2.2. تعبير الفرق الزاوي  $\theta$  بدلالة  $L$  و  $D$

يعبر عن الفرق الزاوي بين وسط الهدب المركزي وأول هذب مظلم بالعلاقة التالية :  $\theta = \frac{\lambda}{a}$

وحسب ( الشكل 3) نكتب :  $\tan \theta = \frac{L}{D}$  أي :  $\tan \theta = \frac{L}{2D}$  وبما أن :  $\tan \theta = \theta(\text{rad})$  نكتب :  $\theta = \frac{L}{2D}$

3.2. حساب  $\lambda$

يعرف الفرق الزاوي بين وسط الهدب المركزي وأول هذب مظلم بالعلاقة التالية :  $\theta = \frac{\lambda}{a}$

من السؤال (2.2) نكتب :  $\theta = \frac{L}{2D}$

أي أن :  $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$

ومنه فإن :  $\lambda = \frac{La}{2D}$

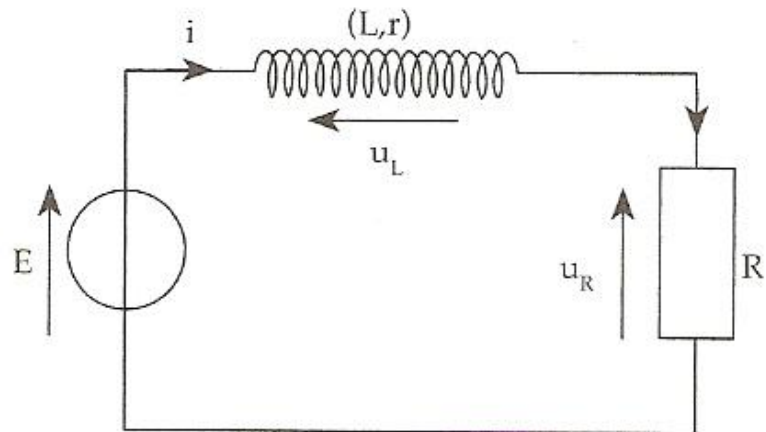
يعني أن :  $\lambda = \frac{7,6 \cdot 10^{-2} \times 5 \cdot 10^{-5}}{2 \times 3}$

إذن :  $\lambda = 6,33 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

## التمرين 2 : ثنائي القطب RL-التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية

1. استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة

إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار المار في الدارة .



بتطبيق قانون إضافية التوترات نكتب :  $E = u_L + u_R$

حسب قانون أوم :

بالنسبة للموصل الأومي نكتب :  $u_R = Ri$

بالنسبة للوشية نكتب :  $u_L = Ri + L \frac{di}{dt}$

$$E = ri + L \frac{di}{dt} + Ri \quad \text{نجد } u_L \text{ و } u_R$$

$$L \frac{di}{dt} + (R+r)i = E \quad \text{يعني أن}$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}i = \frac{E}{L} \quad \text{وبالتالي فإن}$$

2.1. تعبير  $A$  و  $\tau$  :

$$\frac{di}{dt} = \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

بتعويض  $i(t)$  و  $\frac{di}{dt}$  في المعادلة التفاضلية نكتب :

$$\frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{R+r}{L} A (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = \frac{E}{L}$$

$$\frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + \left( \frac{R+r}{L} \right) A - \frac{R+r}{L} A e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{L} \quad \text{يعني أن}$$

$$A e^{-\frac{t}{\tau}} \left( \frac{1}{\tau} - \frac{R+r}{L} \right) = \frac{E - A \frac{R+r}{L}}{L} \quad \text{ومنه فإن}$$

هذه العلاقة تتحقق كيفما كان المتغير  $t$  ، بحيث  $A \neq 0$

$$\frac{1}{\tau} - \frac{R+r}{L} = 0 \quad \text{نستنتج أن}$$

$$\frac{E - A \frac{R+r}{L}}{L} = 0 \quad \text{وبالتالي فإن } \tau = \frac{L}{R+r} \text{ و}$$

$$A = \frac{E}{R+r} \quad \text{ومنه فإن}$$

3.1. تأثير الوشيعية على إقامة التيار عند غلق الدارة .

من خلال منحنى الشكل 2 يتبين أن شدة التيار  $i$  تصل إلى النظام الدائم أي قيمتها القصوى بعد مدة تقارب  $3\text{ms}$  ، وبالتالي فإن الوشيعية تؤخر إقامة التيار .

4.1. التعيين المبياني لقيمة ثابتة الزمن  $\tau$

$\tau$  هي أفصول نقطة تقاطع المماس للمنحنى  $i = f(t)$  عند اللحظة  $t = 0$  والمقارب  $i = 2\text{ A}$  .  
 $\tau = 0,5\text{ms}$  .

5.1. تحديد قيمة كل من  $r$  و  $L$  .

نجد مبيانيا في النظام الدائم أن : ثابتة  $i = 2\text{A}$

$$\frac{di}{dt} = 0 \quad \text{يعني أن}$$

$$\frac{R+r}{L}i = \frac{E}{L} \quad \text{المعادلة التفاضلية السابقة في النظام الدائم تصبح كالتالي}$$

$$R+r \quad i = E \quad \text{يعني أن}$$

$$r = \frac{E}{i} - R \quad \text{وبالتالي فإن}$$

$$r = \frac{12}{2} - 5,5 \quad \text{ت.ع :}$$

$$r = 0,5\Omega \quad \text{أي أن}$$

تحديد قيمة  $L$  :

$$\tau = \frac{L}{R+r} \quad \text{بما أن :}$$

$$L = \tau (R+r) \quad \text{فإن :}$$

$$L = 0,5 \cdot 10^{-3} (5,5 + 0,5) \quad \text{ت.ع :}$$

$$L = 3mH \quad \text{وبالتالي فإن :}$$

## 2. التذبذبات الحرة في دائرة RLC متوالية

1.2. إقران نظام التذبذبات لكل وثيقة :

- الوثيقة 1 : بما أن وسع التوتر  $u_c$  يتناقص خلال التذبذبات فإن نظام التذبذبات نظام شبه دوري،

الوثيقة 2 : بما أن التذبذبات غائية و  $u_c$  يتناقص وينعدم بسرعة فإن النظام لا دوري ( النظام الحرج )

2.2. تحديد قيمة  $T$  شبه الدور للتذبذبات :

من الوثيقة 1 يتبين أن قيمة الدور  $T$  هي :  $T = 4 \text{ ms}$

3.2. استنتاج قيمة  $C$  سعة المكثف :

بما أن تعبير الدور الخاص للتذبذبات الحرة غير المخمدة هو  $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$  و  $T = T_0$  :

$$\text{فإن : } C = \frac{T^2}{4\pi^2 \times L} \quad \text{أي أن : } C = 4,05 \cdot 10^{-4} F \quad \text{أو } C = 4,05 \mu F$$

4.2. تحديد قيمة الطاقة الكهربائية المبددة بمفعول جول في الدارة بين اللحظتين  $t = 0$  و  $t_1 = 8ms$

بما أن الطاقة الكلية للدائرة هي :  $\xi = E_e + E_m$

$$\text{مع } E_m = \frac{1}{2} Li^2 \quad \text{و } E_e = \frac{1}{2} Cu_c^2$$

فإنه :

- عند اللحظة  $t = 0$  : لدينا  $u_c$  قصوى

$$\text{إذن } i = C \frac{du_c}{dt} = 0 \quad \text{ومنه } E_{c0} \text{ قصوى و } E_{m0} \text{ منعدمة أي أن : } \xi_0 = E_{c0}$$

$$\text{وبالتالي فإن : } \xi_0 = \frac{1}{2} Cu_{c0}^2$$

- عند اللحظة  $t_1$  : لدينا  $E_{e1}$  قصوى و  $E_{m1}$  منعدمة

$$\text{وبالتالي فإن : } \xi_1 = \frac{1}{2} Cu_{c1}^2$$

- تعبير تغير الطاقة الكلية للدائرة  $\Delta \xi$  بين  $t = 0$  و  $t_1 = 8ms$

$$\Delta \xi = \xi_1 - \xi_0 = \frac{1}{2} C(u_{c1}^2 - u_{c0}^2) \quad -$$

$$\Delta \xi = -4,05 \cdot 10^{-5} J \quad \text{أي أن : } \Delta \xi = 0,5 \times 4,05 \cdot 10^{-6} (4^2 - 6^2) \quad -$$

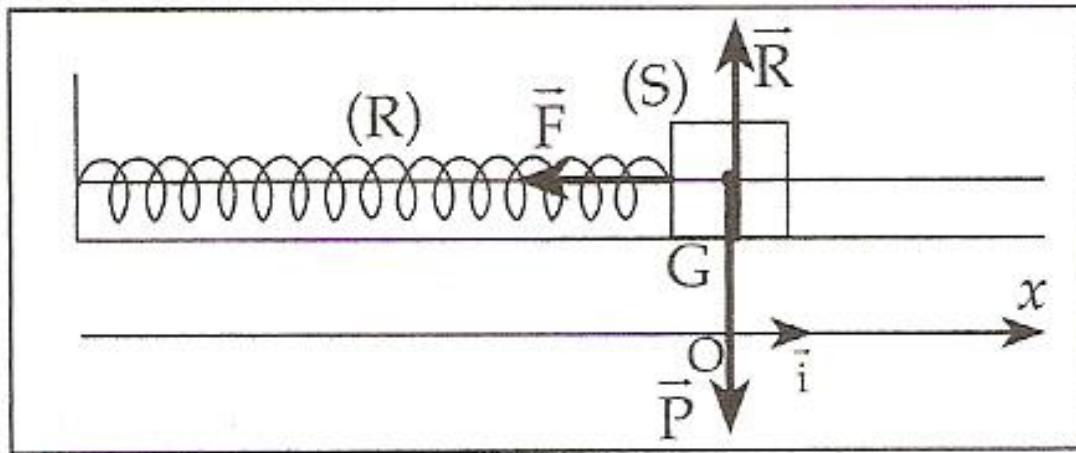
إذن قيمة الطاقة المبددة هي  $4,05 \cdot 10^{-5} J$

**التمرين 3 : دراسة المجموعة المتذبذبة (جسم صلب - نابض)**

1. دراسة المجموعة المتذبذبة في حالة إهمال الاحتكاكات

إثبات المعادلة التفاضلية واستنتاج طبيعة حركة  $S$

المجموعة المدروسة : الجسم  $S$



مرجع الدراسة : المرجع الأرضي الذي نعتبره غاليليا  
جهد القوى :

$\vec{P}$  وزن الجسم (S)

$\vec{R}$  القوة المطبقة من طرف المستوى الأفقي

$\vec{F}$  قوة الارتداد المطبقة من طرف النابض

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نكتب :  $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$

يعني أن :  $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}_G$

بالإسقاط في المعلم  $(O, \vec{i})$

نجد :  $P_x + R_x + F_x = m\vec{a}_{Gx}$

يعني أن :  $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{K}{m}x = 0$  أو  $0 + 0 - Kx = m\frac{d^2x}{dt^2}$

إذن المعادلة التفاضلية من الدرجة الثانية وخطية وحلها جيبي ولدينا كذلك حركة G تتم على قطعة مستقيمة نستنتج إذن أن حركة الجسم (S) حركة إزاحة مستقيمة جيبيية.

2.1. حساب قيمة صلابة النابض :

بما أن تعبير الدور الخاص للمجموعة المتذبذبة هو :  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

فإن :  $K = \frac{m \times 4\pi^2}{T_0^2}$

أي أن :  $K = \frac{92.10^{-3} \times 4\pi^2}{(0,6)^2}$

ومنه :  $K \approx 10N.m^{-1}$

3.1. كتابة المعادلة الزمنية للحركة :

حل المعادلة التفاضلية السابقة هو :  $x(t) = X_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$

ولدينا :  $x_m = 4.10^{-2}m$  و  $T_0 = 0,6s$

لتحديد  $\varphi$  طور الحركة عند  $t = 0$  نعلم الشروط البدئية للحركة حيث :  $x(0) = 0$  و  $x(0) = X_m$

حل المعادلة التفاضلية عند  $t = 0$  هو :  $x(0) = X_m \cos \varphi$

وبما أن :  $x(0) = X_m$

فإن :  $x(0) = X_m \cos \varphi$

أي أن :  $\cos \varphi = +1$

ومنه :  $\varphi = 0$

وبالتالي المعادلة الزمنية للحركة تكتب كالتالي :  $x(t) = 4.10^{-2} \cos\left(\frac{10\pi}{3}t\right) (m)$

4.1. تحديد منحنى وشدة قوة الارتداد  $\vec{F}$  عند اللحظة  $t_1 = 0,3s$

تعبير قوة الارتداد المطبقة من طرف النابض عند لحظة  $t$  هو :  $\vec{F} = -Kx(t)\vec{i}$

وحسب المعادلة الزمنية للحركة نكتب :  $\vec{F} = -KX_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)\vec{i}$

تعبير قوة الارتداد عند اللحظة  $t_1$  هو  $\vec{F}_1 = -KX_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t_1\right)\vec{i}$

أي أن :  $\vec{F}_1 = -0,4 \cos(\pi)\vec{i}$  أو  $\vec{F}_1 = 0,4\vec{i}$

وبالتالي نستنتج أن منحنى قوة الارتداد  $\vec{F}_1$  هو منحنى  $\vec{i}$  وشدتها هي  $F_1 = 0,4N$

## 2. الدراسة الطاقية للمجموعة المتذبذبة

1.1. تعيين المنحنى الممثل لكل من  $E_{pe}$  و  $E_m$  مع التعليل .

بما أن  $E_{pe} = \frac{1}{2}Kx^2 + C$  وحسب الحالة المرجعية لطاقة الوضع المرنة فإن :  $C = 0$  أي أن  $E_{pe} = \frac{1}{2}Kx^2$  ،

وبما أن  $x(0) = X_m$  فإن  $E_{pe}(0) = \frac{1}{2}KX_m^2$  أي أن  $E_{pe}$  قصوى وتنعدم عند مرور  $G$  من موضع توازنه.

وبالتالي فإن المنحنى 1 هو المنحنى الممثل لطاقة الوضع المرنة  $E_{pe}$  .

بما أن  $E_m = E_c + E_{pe}$  . فعندما تكون  $E_{pe}$  قصوى ،  $E_c$  تنعدم والعكس صحيح. أي أن  $E_m$  لا تنعدم خلال

التذبذبات ومنه فإن المنحنى 3 هو الذي يمثل الطاقة الميكانيكية  $E_m$  .

## 2.2. تفسير تناقص الطاقة الميكانيكية

تناقص الطاقة الميكانيكية راجع لوجود احتكاكات بين الجسم الصلب (S) والمستوى الأفقي ، حيث تتبدد الطاقة الكلية على شكل حرارة ناتجة عن قوى الاحتكاك.

3.2. إيجاد قيمة شغل القوة المطبقة من طرف النابض بين اللحظتين  $t = 0$  و  $t_1 = 0,3s$

شغل القوة المطبقة من طرف النابض على الجسم (S) بين اللحظتين  $t = 0$  و  $t_1 = 0,3s$  يساوي مقابل تغير طاقة

الوضع المرنة بين هاتين اللحظتين أي :  $w(\vec{F}) = -\Delta_{pe} = -\left(E_{pe1} - E_{pe0}\right)$  عند اللحظة  $t_1 = 0,3s$  :  $E_{pe1} = 0,004J$

أي أن :  $w(\vec{F}) = 0,008 - 0,004$  عند اللحظة  $t_1 = 0,3s$

يعني أن :  $w(\vec{F}) = 0,004J$  عند اللحظة  $t_1 = 0,3s$

أو  $w(\vec{F}) = 4.10^{-3}J$  عند اللحظة  $t_1 = 0,3s$

أي أن :  $w(\vec{F}) = -(E_{pe1} - E_{pe0})$  عند اللحظة  $t_1 = 0,3s$

$w(\vec{F}) = -(E_{pe0} - E_{pe1})$  عند اللحظة  $t_1 = 0,3s$

مبيانيا نجد: عند  $t = 0$  :  $E_{pe0} = 0,008J$