

**MATURITA DES SECTIONS BILINGUES  
FRANCO-TCHÈQUES ET FRANCO-SLOVAQUES**

**EXAMEN DE MATURITA BILINGUE**

Année scolaire 2015-2016  
Session de mai 2016

**CORRIGÉ**

---

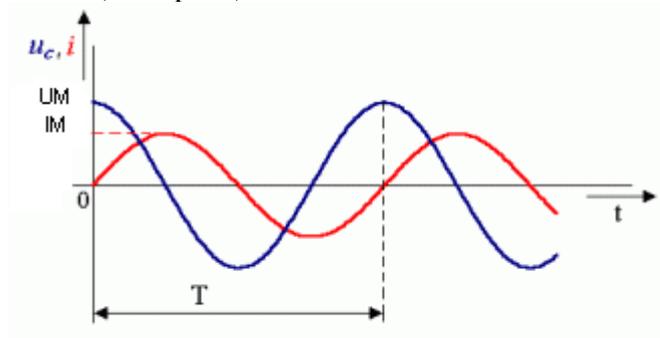
**Plan du sujet :**

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1. Questions de cours.....                | Les oscillations électriques. |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Pendule élastique.            |
| 3. Problème.....                          | Datation de séismes.          |
| 4. Etude de document.....                 | Etoiles.                      |
| 5. Questionnaire à choix multiples.....   | Optique.                      |

## Question de cours Les oscillations électriques

(8 points = 1+1+1+2+1+2)

1. (1 point) La décharge du condensateur dans la bobine qui produira les oscillations électriques.
2. (1 point)  $u_C$  la tension aux bornes du condensateur en volt,  $L$  l'inductance de la bobine en henry.
3. (1 point)  $\omega_0$  est la pulsation propre du circuit en rad/s,  $\omega_0 = 2\pi/T_0$ .
4. et 5. (2 + 1 point)



Les variations du courant peuvent être représentées aussi par une fonction  $-\sin(t)$  car le sens positif du courant n'est pas donné.

6. (2 points) Les courbes sont en quadrature de phase, ou les courbes ne sont pas en phase, le déphasage est  $\pi/2$  rad.

(7 points = 2+2+1+1+1)

7. (2 points) L'énergie électrique du condensateur se transforme en énergie magnétique de la bobine et inversement.
8. (2 points)  $E_C = 1/2Cu^2$ ;  $E_B = 1/2Li^2$
9. (1 point) L'énergie se conserve, il n'y a les pertes énergétiques car le circuit ne présente pas la résistance.
10. (1 point) Avec une résistance non nulle, les oscillations sont amorties, l'amplitude diminue avec le temps.
11. (1 point) L'énergie ne se conserve plus, une partie de l'énergie est transformée en chaleur par effet Joule.

(5 points = 2+1+2)

12. (2 points) Les oscillations libres - sans apport de l'énergie de l'extérieur, les oscillations entretenues - il faut fournir au circuit de l'énergie perdue par effet Joule, les oscillations forcées - le circuit oscille à la fréquence de l'excitateur, il est alimenté par un générateur d'une tension alternative.
13. (1 point) Le circuit comporte le G.B.F l'excitateur, le condensateur, la bobine et le conducteur ohmique et les appareils de mesure qui sont nécessaires pour l'observation.
14. (2 points) Les courbes ne sont pas en général en phase, mais elles sont en phase à la résonance, si la fréquence propre du circuit est égale à la fréquence de l'excitateur.

## Exercice à caractère expérimental

### Pendule élastique

Partie I (1+2+2 points)

1. (1 point) On voit que la période  $T_0$  est proportionnelle à  $\sqrt{m}$ , par conséquent  $T_0^2$  est proportionnelle à  $m$ . La droite passant par l'origine correspond à la courbe c).

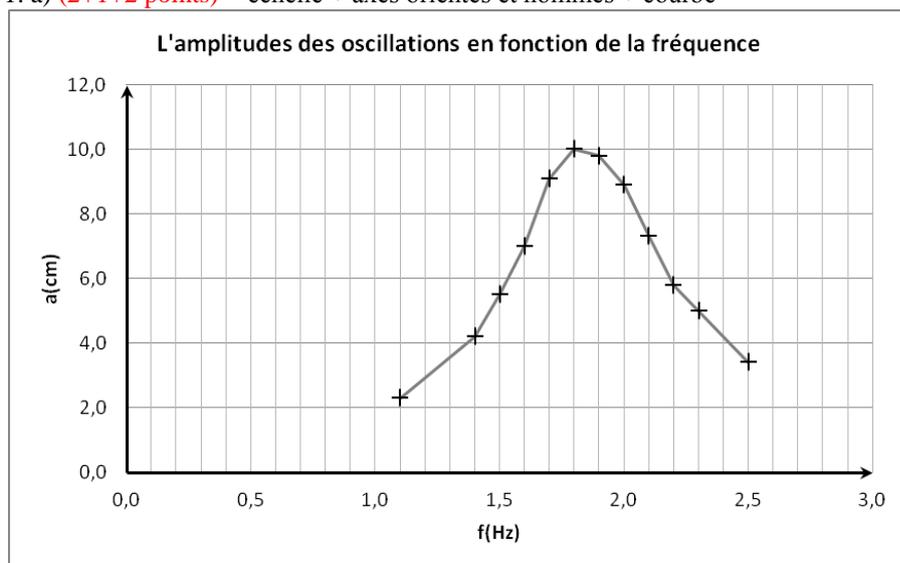
2. (2 points) La courbe tracée est une fonction linéaire :  $T_0^2 = C \cdot m$  avec  $C$  le coefficient directeur de la droite. Pour calculer la valeur de  $C$  on choisit 2 points appartenant à la droite :

$$C = \frac{3-0}{0,6-0} = 5 \text{ S.I.}$$

3. (2 points) Comme  $T_0^2 = \frac{4\pi^2}{k} \cdot m$  on peut affirmer que  $C = \frac{4\pi^2}{k}$  et la valeur de  $k = \frac{4\pi^2}{C} = 7,896 \frac{N}{m} = 7,9 \frac{N}{m}$ .

Partie II

1. a) (2+1+2 points) - échelle + axes orientés et nommés + courbe



b) (1 point) L'amplitude des oscillations varie lorsque la fréquence varie. L'amplitude est maximale pour une certaine valeur de  $f$ .

c) (1 point) Le phénomène mis en évidence est la résonance.

2.

a) (1 point) La fréquence propre d'un oscillateur est la fréquence avec laquelle il oscille en régime d'oscillations libres.

b) (1,5 point) On admet que la fréquence propre  $f_0$  est égale à la fréquence de résonance  $f_r$ . C'est une approximation car en réalité plus l'amortissement des oscillations forcées est grand plus  $f_r$  s'éloigne de  $f_0$ .

3. (2,5 points): Calcul de la raideur  $f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$  d'où  $k = 4\pi^2 m f_0^2 = 8,551 \frac{N}{m} = 8,6 \frac{N}{m}$

Avec la valeur arrondie de  $\pi = 3,14$  on peut obtenir  $k = 8,5 \frac{N}{m}$  et  $\delta k = 6,8 \%$

4. (2 points) L'erreur relative du résultat obtenu :  $\delta k = \frac{|8-8,6|}{8} \cdot 100 \% = 7,5 \%$ . Le résultat n'est pas satisfaisant.

5. (1 point) Pour obtenir une valeur plus précise il faudrait ajouter des mesures dans l'intervalle de fréquences (1,7 Hz - 2,0 Hz).

## Problème Datation de séismes

1) (11 points) Radioactivité naturelle du carbone

a)  ${}^{12}_6\text{C}$  : Z = 6 donc **6 protons** ; A = 12 donc **6 neutrons** (A - Z)

${}^{14}_6\text{C}$  : **6 protons** et **8 neutrons**.

(1 point)

b) Ces noyaux possèdent le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différent. Il s'agit des noyaux isotopes.

(1 point)

c) Le carbone  ${}^{14}\text{C}$  est un noyau radioactif émetteur  $\beta^-$ , il y a donc libération d'un **électron** lors de sa désintégration :  ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e} +$  éventuellement l'antineutrino d'électron.

On trouve le noyau d'azote en appliquant les **lois de conservation** (conservation de la charge électrique et conservation du nombre de nucléons).

(2 points)

d)  $E_L({}^{14}\text{C}) = \Delta m \cdot c^2$  où  $\Delta m > 0$  représente le défaut de masse du noyau.

$$E_L({}^{14}\text{C}) = \{Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m({}^{14}\text{C})\} \cdot c^2$$

$$E_L({}^{14}\text{C}) = \{6 \times 1,673 \cdot 10^{-27} + 8 \times 1,675 \cdot 10^{-27} - 2,326 \cdot 10^{-26}\} \times (2,998 \cdot 10^8)^2 \text{ J}$$

$$E_L({}^{14}\text{C}) = \mathbf{1,600 \cdot 10^{-11} \text{ J}}$$

(3 points)

e)  $E_L({}^{14}\text{C})/A = \frac{1,599 \cdot 10^{-11}}{14} = \mathbf{1,143 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucléon}}$

(1 point)

f) Énergie libérée par la réaction du c. :  ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$

$$E_{\text{libérée}} = (m({}^{14}\text{C}) - m_e - m({}^{14}\text{N})) \cdot c^2$$

$$E_{\text{libérée}} = (2,326 \cdot 10^{-26} - 9,109 \cdot 10^{-31} - 2,325 \cdot 10^{-26}) \cdot (2,998 \cdot 10^8)^2 \text{ J}$$

$$E_{\text{libérée}} = \mathbf{8,169 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 5,099 \text{ MeV}}$$

(3 points)

2) (4 points) Datation par le carbone  ${}^{14}\text{C}$

a) (1 point)  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

b) (1 point) Le temps de demi-vie d'un échantillon radioactif est la **durée** au bout de laquelle la moitié des noyaux **initialement présents** se sont désintégrés en moyenne.

c) (1 point)  $\lambda = \frac{\ln 2}{\int_{t_{1/2}} t}$   $\lambda = \frac{\ln 2}{5,70 \times 10^3} = \mathbf{1,22 \cdot 10^{-4} \text{ an}^{-1}}$

d) (1 point) L'activité correspond au nombre de désintégrations par seconde, elle s'exprime en becquerel (Bq).

3) (5 points) La faille de San Andreas

a) (3 points)  $\frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda \cdot t}$  soit  $\ln \frac{A(t)}{A_0} = \ln(e^{-\lambda \cdot t}) = -\lambda \cdot t$  Soit  $\ln \frac{A_0}{A(t)} = \lambda \cdot t$

$$\text{D'où } t_3 = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{A_0}{A(t_3)}$$

$$\text{ou } t_3 = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{A_0}{A(t_3)} \quad + \text{ rigoureux}$$

$$t_3 = \frac{5,70 \cdot 10^3}{\ln 2} \cdot \ln \frac{0,255}{0,223} = 1103 \text{ ans}$$

$$t_3 = \frac{1}{1,22 \cdot 10^{-4}} \cdot \ln \frac{0,255}{0,223} = 1099 \text{ ans}$$

donc  $t_3 = 1,1 \cdot 10^3$  ans

- b) (1 point) L'année au cours de laquelle a eu lieu le séisme correspond à  $1989 - 1,1 \cdot 10^3 = 890$ .
- Le séisme a eu lieu environ en l'an 890. Cette méthode de datation ne permet pas de donner une date précise à un an près.
- c) (1 point) Plus l'échantillon est ancien et plus son activité est faible. Donc l'échantillon 2, d'activité plus faible, correspond à l'an 586 et l'échantillon 1 correspond à l'an 1247.

## Etude de documents

### Etoiles

**Réponses attendues :** (références au texte en italique)

1. **(3+1 points)** Quels sont les 2 phénomènes capables d'augmenter la température du Soleil et des étoiles ?

La Gravité qui cause une énorme pression et la fusion nucléaire.

*Dans le cas précis des étoiles, cette chaleur est due à l'énorme pression que fait régner la gravité au coeur de ces astres massifs. Au cours de cette réaction appelée fusion « thermonucléaire », les noyaux d'hydrogène convertissent une partie de leur masse en une colossale quantité d'énergie : c'est cette « chaudière » naturelle qui fait briller l'étoile. (également paraphrasé à propos du Soleil)*

2. **(2+1 points)** Comment cette chaleur est-elle dissipée ?

Emission de rayonnement, de lumière.

*Un astre sphérique [...] produisant un rayonnement. [...] Les étoiles brillent car les gaz qui forment leur surface émettent de la lumière, comme d'ailleurs tous les corps chauffés !*

3. **(3+1 points)** Quelle est l'espérance de vie du Soleil ? (A quel âge mourra-t-il ?)

$4,5+7,5+0,2=12,2$  milliards d'années.

*Agé de 4,5 milliards d'années, le Soleil atteint aujourd'hui sa maturité. Mais dans 7,5 milliards d'années, ses réserves de « combustible » hydrogène commenceront à s'épuiser. L'agonie sera alors rapide : 200 millions d'années.*

4. **(2 points)** Recopier la phrase du texte qui « explique » la relation d'Einstein :  $E=mc^2$ .

*Au cours de cette réaction appelée fusion « thermonucléaire », les noyaux d'hydrogène, formés d'un unique proton, convertissent une partie de leur masse en une colossale quantité d'énergie.*

5. **(1 point)** Quelle est l'étoile la plus proche de nous ? Le Soleil.

6. **(1 point)** Quelle est l'étoile la plus proche du Soleil ? Proxima du Centaure

7. a) **(2 points)** Sachant qu'une année-lumière mesure  $9,46 \cdot 10^{15}$  m, calculer, en kilomètres, la distance qui nous sépare de Alpha du Centaure A.

b) **(1 point)** La distance, donnée entre parenthèses dans le texte, est-elle dans une marge d'erreur acceptable ? Justifier la réponse.

$9,46 \cdot 10^{15} \text{ m} \times 4,35 = 4,1 \times 10^{16} \text{ m}$  or 41 milliards de km =  $4,1 \times 10^{13} \text{ m}$ ... 3 ordres de grandeur d'erreur !

8. **(2 points)** Calculez la vitesse de la lumière à partir des données du texte.

$9000 \times 100/3 = 300\,000 \text{ km.s}^{-1}$ .

*même à 3% de la vitesse de la lumière (soit à 9000 km/s), le voyage durerait cent quarante ans...*

**6 points pour la rédaction des réponses sont contenus dans les questions 1, 2, 3 et 7.**

**Questionnaire à choix multiples**  
**Optique**

La question numéro 13 a été annulée car il n'y avait pas la réponse correcte.

|                |   |
|----------------|---|
| 1-             | a b c d<br><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       |
| 2-             | a b c d<br><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       |
| 3-             | a b c d<br><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>                       |
| 4-             | a b c d<br><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       |
| 5-             | a b c d<br><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       |
| 6-             | a b c d<br><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       |
| 7-             | a b c d<br><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       |
| 8-             | a b c d<br><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       |
| 9-             | a b c d<br><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>                       |
| 10-            | a b c d<br><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       |
| 11-            | a b c d<br><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       |
| 12-            | a b c d<br><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       |
| <del>13-</del> | <del>a b c d</del><br><del><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></del> |
| 14-            | a b c d<br><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>                       |
| 15-            | a b c d<br><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>                       |