

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

**EXAMEN DE MATURITA BILINGUE**

Année scolaire 2010/11  
Session de septembre 2011

**ÉPREUVE DE PHYSIQUE**

**Durée : 3 heures**

---

Le sujet est constitué de cinq exercices indépendants de même importance. Les candidats peuvent donc les résoudre dans l'ordre qui leur convient, en rappelant le numéro de l'exercice et des questions qui s'y rapportent.

Si au cours de l'épreuve un candidat repère ce qui lui semble une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre pour cela.

Les correcteurs tiendront compte des qualités de soin, de rédaction et de présentation.

L'utilisation des calculatrices est autorisée dans les conditions prévues par la réglementation.

---

**Plan du sujet :**

- |   |   |
|---|---|
| 1. Questions de cours.....                | Dipôle RL                                   |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Théorème du centre d'inertie                |
| 3. Problème.....                          | Energie de réactions nucléaires             |
| 4. Etude de document.....                 | Quelle est l'origine des aurores boréales ? |
| 5. Questionnaire à choix multiple.....    | Optique géométrique                         |

**Question de cours**  
**Dipôle RL**

1- Ecrire la formule qui exprime :

- a) la tension aux bornes d'un générateur réel de tension continue  $u_G$ .
- b) la tension aux bornes d'un conducteur ohmique  $u_R$ .
- c) et la tension aux bornes d'une bobine réelle  $u_L$ .

Donner le nom des grandeurs utilisées.

2- Citer la loi d'additivité des tensions ou loi des mailles.

3- On associe en série un générateur idéal de tension  $U_e$ , un interrupteur, une bobine idéale et un conducteur ohmique de résistance  $R$ .

a) Dessiner le schéma du circuit. Ajouter les branchements de l'oscilloscope qui permettent de visualiser le courant  $i(t)$  dans le circuit en voie A et la tension  $u_L(t)$  en voie B.

b) A la date  $t = 0$  s, on ferme l'interrupteur. Etablir l'équation différentielle de ce circuit admettant  $i(t)$  pour solution. Il n'est pas demandé de résoudre cette équation.

c) Vérifier que la fonction  $i(t) = \frac{U_e}{R} \left( 1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$  est solution de cette équation.

4- a) Expliquer le phénomène qui se manifeste dans la bobine après la fermeture du circuit.

b) Dessiner l'allure du graphique qui exprime l'évolution du courant dans le circuit en fonction du temps. Indiquer et donner le nom des deux régimes de l'évolution.

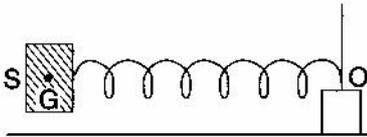
5- Expliquer comment varie le délai de l'établissement du courant et la valeur limite de ce courant lorsque :

- a) l'on fait augmenter  $L$  ?
- b) l'on fait augmenter  $U_e$  ?

## Exercice à caractère expérimental

### Théorème du centre d'inertie

On veut vérifier expérimentalement la loi qui régit le mouvement du centre d'inertie d'un corps. Pour cela, on utilise un mobile autoporteur M, qui évolue sans frottements, relié à un point fixe O par l'intermédiaire d'un ressort à spires non-jointives. Le mobile repose sur une table horizontale et l'ensemble est représenté sur la figure ci-dessous :



Lorsque le ressort est « à vide », c'est-à-dire ni tendu ni comprimé, on enregistre la position B de la projection du centre d'inertie G du mobile M.

On tire sur le ressort, puis on lance le mobile. On enregistre, à intervalles de temps  $\tau$ , les positions successives du centre d'inertie G. On obtient un enregistrement dont une réduction est fournie en annexe page 9 (l'échelle est précisée sur le document). On note  $A_1$  la position à la date  $t_1$ ,  $A_2$  la position à la date  $t_2$ , etc. La masse du mobile est  $m = 0,600 \text{ kg}$  et l'intervalle de temps  $\tau$  est égal à  $6 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ .

#### I- Étude cinématique

- 1- Quelle est l'échelle du document fourni en annexe?
- 2- Calculer les vitesses du centre d'inertie de M aux dates  $t_3$  et  $t_5$ . La valeur de  $\tau$  est suffisamment petite pour que l'on puisse confondre vitesse instantanée à la date  $t_i$  et vitesse moyenne sur l'intervalle de temps  $[t_{i-1}, t_{i+1}]$ .
- 3-a) Tracer les vecteurs vitesses  $\vec{v}_3$  et  $\vec{v}_5$  sur le document.  
Prendre pour échelle : 1 cm pour  $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- b) Le vecteur vitesse de G est-il constant ou variable ? Justifier.
- 4- Par une construction graphique, déterminer les caractéristiques du vecteur  $\Delta\vec{v} = \vec{v}_5 - \vec{v}_3$ .
- 5- En déduire les caractéristiques du vecteur accélération  $\vec{a}_4$ .
- 6- Tracer le vecteur  $\vec{a}_4$  sur le document. Prendre pour échelle : 1 cm pour  $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

#### II- Étude dynamique

- 1- Faire le bilan des forces appliquées au mobile. Quelle est la résultante des forces?
- 2- Le ressort, parfaitement élastique, est à réponse linéaire. Sa raideur est  $k = 11 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ . Déterminer les caractéristiques de la force  $\vec{F}_4$  exercée par le ressort sur le mobile à la date  $t_4$ .
- 3-a) Rappeler la loi qui régit le mouvement du centre d'inertie d'un corps.
- b) En déduire les caractéristiques du vecteur accélération  $\vec{a}_4$ .

#### III- Conclusion

Conclure quant à la précision de votre tracé.

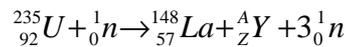
## Problème

### Energie de réactions nucléaires

1- L'énergie nucléaire est obtenue à partir du phénomène de fission. On utilise pour cela de l'uranium enrichi en isotope  ${}^{235}_{92}\text{U}$  qui est fissile.

- a) Donner la composition du noyau de l'uranium 235.
- b) Rappeler ce que signifie le terme « fissile ».

Un neutron « lent » agit sur un noyau d'uranium 235. Parmi les réactions qui se produisent, on peut citer :



- c) Déterminer A, Z, A' et Z'. Préciser les lois utilisées.
- d) En déduire la nature du noyau Y.
- e) Quel est l'intérêt des neutrons émis ?
- f) La fission d'un noyau d'uranium 235 se fait avec une perte de masse qui est en moyenne de 0,2 unités de masse atomique. Evaluer, en Joule et en MeV, l'énergie moyenne libérée par cette fission.
- g) Quelle est l'énergie, en Joule, libérée par 1 kg d'uranium 235 ?
- h) Une centrale nucléaire possède une puissance électrique de 1000 MW et un rendement de 35 %.  
Quelle est l'énergie fournie annuellement par la centrale ?  
Quelle est la masse de l'uranium consommé en un an ?
- i) Combien de kilogrammes de charbon faut-il brûler pour obtenir la même énergie que l'énergie libérée par la fission d'un kilogramme d'uranium? Conclure.

2- Le noyau de deutérium D contient 1 proton et 1 neutron ; le noyau de tritium T contient 1 proton et 2 neutrons.

- a) Comment doit-on noter (dans la notation  ${}^A_Z\text{X}$ ) les noyaux D et T ? A quel élément chimique appartiennent-ils ?
- b) Ecrire l'équation nucléaire de la fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium, au cours de laquelle se forme un noyau d'hélium  ${}^4_2\text{He}$ .
- c) Calculer l'énergie  $\Delta E$  qui est libérée par la fusion d'un noyau de deutérium avec un noyau de tritium.
- d) Quelle est, en kg, la masse des réactifs d'une fusion ?
- e) En déduire l'énergie libérée par 1 kg de mélange du deutérium-tritium. Conclure.

**Données :** Unité de masse atomique :  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ;

Masse molaire de l'uranium 235 :  $M_U = 0,235 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;

Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ;

1 kg charbon peut libérer une énergie de  $3,0 \cdot 10^7 \text{ J}$  ;

On donne les valeurs des énergies de liaison des noyaux suivants :

- $E_L(\text{D}) = 2,224 \text{ MeV}$  ;
- $E_L(\text{T}) = 8,481 \text{ MeV}$  ;
- $E_L({}^4_2\text{He}) = 28,29 \text{ MeV}$  ;

Masses du deutérium et du tritium:  $m_D = 2,014102 \text{ u}$ ,  $m_T = 3,016050 \text{ u}$ .

## Etude de documents

### Quelle est l'origine des aurores boréales ?

Les aurores polaires, dites boréales pour l'hémisphère Nord et australes pour l'hémisphère Sud, naissent des amours tumultueuses du Soleil et de la Terre. Avant tout, il faut savoir que notre étoile rayonne une considérable quantité d'énergie, tout en expulsant de gigantesques quantités de matières : à chaque seconde, plus de 1 million de tonnes de gaz s'échappent. Ce gaz est évacué de façon explosive ou continue, sous la forme du vent solaire. Sur notre planète, la vie est protégée des assauts du Soleil, d'une part par son épaisse atmosphère, d'autre part par un bouclier invisible, la magnétosphère. Tandis que les rayonnements de haute énergie sont absorbés par la coquille formée par la basse atmosphère, épaisse de 15 km, la magnétosphère, qui s'étend à plusieurs dizaines de milliers de kilomètres de notre planète, nous protège des atomes solaires qui nous bombardent ! Concrètement, lorsque le flux de particules solaires (quelques dizaines par  $\text{cm}^3$ ) rencontre la magnétosphère, il est dévié de sa course et s'écoule tout autour de notre planète. Or, sous l'effet d'une tempête solaire particulièrement violentes, la magnétosphère peut se retrouver trop chargée et, brutalement, céder, libérant alors les particules piégées qui se précipitent le long des lignes de flux du champ magnétique et fondent vers les pôles terrestres, où se trouve l'axe de la magnétosphère : c'est le point faible du bouclier magnétique terrestre. Conséquence : les atomes issus de l'atmosphère solaire rencontrent ceux de l'atmosphère terrestre et... c'est l'embrasement ! Les électrons et les protons solaires, en entrant en collision avec les atomes d'azote et d'oxygène de notre atmosphère, excitent ces derniers (leurs électrons changent de niveau d'énergie).

Pour revenir dans leur état initial, les atomes excités n'ont d'autres moyens que de rendre l'énergie absorbée sous la forme d'un joli rayonnement coloré... et le ciel s'illumine d'une aurore polaire. Ainsi, le voile lumineux que l'on observe (le plus souvent vert, car c'est à cette couleur que l'œil humain est le plus sensible la nuit) dessine les délicates et changeantes lignes du champ magnétique terrestre. Si les aurores les plus spectaculaires se situent en général entre 100 et 150 km d'altitude, le phénomène peut se produire bien au delà, vers 1000 km. Comme les aurores se forment pratiquement dans l'alignement de l'axe du champ magnétique terrestre, qui passe non loin de l'axe de rotation de la planète, c'est dans les régions polaires que ces phénomènes sont le plus souvent visibles.

Extrait du magazine « science & vie » décembre 2007

**Remarque :** 6 points sont accordés à la qualité de la rédaction, de la syntaxe et de l'orthographe.

#### Questions :

- 1- Par quoi sommes nous protégés sur Terre, des rayonnements de grande énergie émis par le Soleil?
- 2- Par quoi sommes nous protégés sur Terre, de la matière expulsée par le Soleil?
- 3- Qu'est-ce que le vent solaire ?
- 4- Que se passe-t-il en général lorsque les particules solaires atteignent la magnétosphère terrestre ?
- 5- Comment les particules solaires parvenues dans l'atmosphère terrestre se retrouvent-elles dans les pôles?
- 6- Par quoi la lumière d'une aurore est-elle émise ? Expliquer le phénomène.
- 7- Pour quelle raison n'observe-t-on pas des aurores boréales en permanence ?
- 8- Est-ce que l'oxygène et l'azote excités émettent seulement la couleur verte ?
- 9- Expliquer pourquoi on ne peut pas observer d'aurores près de l'équateur.



7- L'image renversée est trois fois plus grande que l'objet placé à 10 cm en avant de la lentille. La distance focale de la lentille vaut :

- a) 7,5 cm.
- b) -7,5 cm.
- c) 15 cm.
- d) -15 cm.

8- On accole deux lentilles de distances focales  $\overline{O_1F_1'} = f$  et  $\overline{O_2F_2'} = 2f$ . Le système formé par les deux lentilles a une distance focale de :

- a)  $3f$ .
- b)  $f$ .
- c)  $1,5f$ .
- d)  $0,67f$ .

9- L'image observée dans l'oculaire d'un microscope est :

- a) réelle et droite.
- b) réelle et renversée.
- c) virtuelle et droite.
- d) virtuelle et renversée.

10- Une loupe grossit l'objet observé parce que :

- a) l'angle de vision (le diamètre apparent) de l'image est plus grand.
- b) elle rapproche l'objet à l'œil.
- c) la distance entre l'œil et l'image est plus grande.
- d) elle a une vergence négative.

11- Un rayon lumineux arrive de l'air ( $n = 1$ ) à la surface de l'eau ( $n = 1,33$ ) sous un angle d'incidence de  $30^\circ$ . L'angle de réfraction est alors :

- a)  $22^\circ$ .
- b)  $42^\circ$ .
- c)  $30^\circ$ .
- d) inexistant, il n'y a pas de réfraction.

12- Pendant une réfraction,

- a) la fréquence de la lumière change.
- b) la célérité de la lumière change.
- c) la fréquence et la longueur d'onde de la lumière changent.
- d) la longueur d'onde est conservée.

13- La dispersion est :

- a) une modification des rayons par des obstacles de petites dimensions.
- b) une réflexion sur une surface dépolie.
- c) une décomposition d'une lumière blanche en lumières monochromatiques.
- d) une réflexion totale sur un milieu moins réfringent.

14- L'œil humain normal :

- a) forme une image réelle renversée sur la rétine.
- b) forme une image virtuelle renversée sur le cristallin.
- c) forme une image virtuelle droite sur la rétine.
- d) a une vergence déterminée.

15- Si la Terre n'avait pas d'atmosphère, le ciel serait pour un observateur à sa surface pendant la journée :

- a) tel comme il est chaque jour, donc bleu.
- b) tout jaune, envahi par les rayons jaunes du Soleil.
- c) violet, voire ultraviolet foncé, par excès de rayons UV.
- d) noir avec des étoiles brillantes.

**Questionnaire à choix multiples**  
**L'optique géométrique**

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

**Annexe de l'exercice à caractère expérimental**

**Théorème du centre d'inertie**

