

**EXAMEN DE MATURITA BLANCHE**  
**DES SECTIONS BILINGUES**  
**FRANCO-TCHEQUES ET FRANCO-SLOVAQUES**

**Année scolaire 2005 – 2006**  
**Session de mars 2006**

---

**EPREUVE DE PHYSIQUE**

**Durée 3h**

---

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.....                | Noyaux, masse et énergie                                  |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Etude d'un ressort  |
| 3. Problème.....                          | Mouvement d'un électron dans un champ électrique uniforme |
| 4. Etude de document.....                 | Les particules élémentaires                               |
| 5. Questionnaire à choix multiple.....    | Le champ gravitationnel                                   |

**QUESTIONS DE COURS**  
**NOYAUX, MASSE ET ENERGIE**

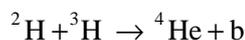
1. Donner la définition de l'électron volt (eV).
2. Donner la relation d'équivalence masse-énergie en précisant la signification de chacun des termes.
3. La relation qui permet d'exprimer l'unité de masse atomique en kg est :

$$1 \text{ u} = \frac{M_C}{12 \times N}$$

a) préciser ce que représente  $M_C$ .

b) vérifier que  $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ( $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ).

4. Equilibrer l'équation de la réaction nucléaire en précisant les lois utilisées :



Préciser la nature de la particule b.

5. Donner les caractéristiques d'une réaction nucléaire de fusion et d'une réaction nucléaire de fission.
6. Quel type de réaction nucléaire s'effectue industriellement de façon contrôlée ?
7. Equilibrer l'équation de la réaction nucléaire suivante :



Quelles lois permettent de l'équilibrer ?

8. Quelle est l'origine de l'énergie libérée lors d'une réaction de désintégration radioactive ?
9. Sous quelles formes d'énergie est transférée l'énergie libérée lors d'une désintégration  $\beta^-$  ?
10. Que représente l'énergie de liaison d'un noyau ? Donner l'expression de cette énergie pour le noyau  ${}^A_Z\text{X}$  en fonction de  $m_p$  la masse du proton,  $m_n$  la masse du neutron  $m_X$  la masse du noyau de X au repos, A, Z et c la célérité de la lumière dans le vide.
11. « Plus l'énergie de liaison d'un noyau est grande plus celui est stable » Cette affirmation est-elle correcte ? Justifier la réponse.

**EXERCICE A CARACTERE EXPERIMENTAL****ETUDE D'UN RESSORT**

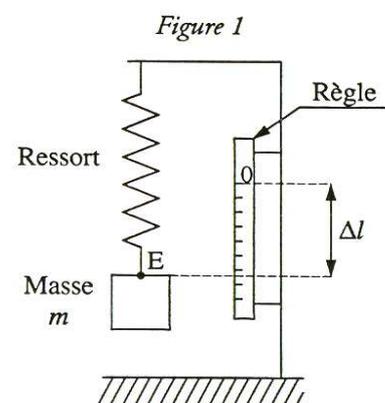
On étudie ici par deux méthodes différentes, statique et dynamique, la raideur d'un ressort. La constante de raideur est notée  $k$  dans toute la suite de l'exercice. Le ressort est à spires non jointives et est utilisé dans son domaine d'élasticité.

**A. Etude statique**

Le ressort étudié est accroché à une potence. A l'extrémité libre appelée E, on suspend successivement des masses de différentes valeurs (figure 1). Le zéro de la règle correspond à la position de E à vide. Pour chaque masse  $m$ , on mesure l'allongement  $\Delta l$  du ressort.

On obtient le tableau ci-dessous :

$m$ (kg)	0	0,20	0,40	0,50	0,70	1,00
$\Delta l$ (cm)	0	5,1	10,1	12,5	17,3	24,9



1. Tracer sur le papier millimétré le graphe de l'allongement  $\Delta l$  en fonction de la masse  $m$ . Déterminer la relation numérique entre  $\Delta l$  et  $m$  à partir du graphique obtenu.
2. Sur un schéma, représenter les forces s'exerçant sur la masse  $m$ . Exprimer leur somme à l'équilibre.
3. En déduire l'expression littérale de la constante de raideur  $k$ . Après avoir rappelé l'unité de cette constante dans le Système International, vérifier l'homogénéité de l'expression par l'analyse dimensionnelle et calculer  $k$ . On prendra la valeur  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

**B. Etude dynamique**

Dans cette partie, le ressort précédent est utilisé pour réaliser un oscillateur élastique horizontal. Tous les frottements sont négligés. On utilise un axe  $Ox$  horizontal, orienté par le vecteur unitaire  $\vec{i}$  et on repère la position du centre d'inertie  $G$  du solide de masse  $M$ , de valeur inconnue, par son abscisse  $x$  sur cet axe (figure 2).

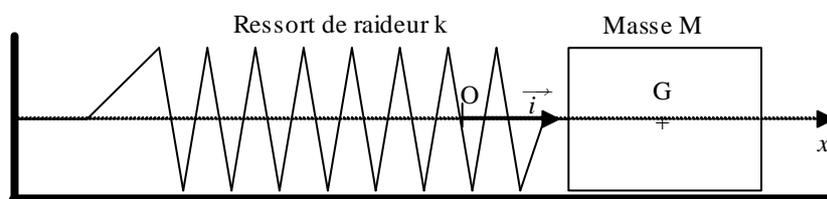


Figure 2

A l'équilibre (ressort ni allongé ni comprimé), l'abscisse  $x$  est nulle (le point  $G$  est confondu avec le point  $O$ ). A un instant choisi comme origine des temps, la masse est écartée de sa position d'équilibre, et lâchée sans vitesse initiale. Le système oscille.

1. Recopier la figure et schématiser les forces qui s'exercent sur la masse  $M$  à l'instant  $t$  correspondant à la figure 2.
2. En appliquant le théorème du centre d'inertie, appelé aussi deuxième loi de Newton, retrouver l'équation différentielle du mouvement de la masse  $M$  qui est de la forme:  $\ddot{x} + \omega_0^2 \cdot x = 0$   
En déduire l'expression de la constante  $\omega_0$ , puis de la période propre  $T_0$  en fonction de  $k$  et de  $M$ .
3. On mesure la durée de 10 oscillations et on obtient  $10T_0 = 10,6 \text{ s}$ . Calculer  $T_0$ .
4. En considérant que le temps de réaction pour le déclenchement ou l'arrêt du chronomètre est de  $0,25 \text{ s}$ , calculer l'incertitude absolue sur la mesure de 10 oscillations. En déduire l'incertitude relative sur la mesure de 10 oscillations. Comparer cette incertitude relative à celle que l'on aurait si on avait la mesure d'une seule oscillation. Conclure.
5. Déterminer la valeur numérique de la constante de raideur  $k$  si la masse  $M$  vaut  $1,12 \text{ kg}$ . Comparer la valeur de  $k$  avec celle obtenue dans la première partie.

**PROBLEME**  
**MOUVEMENT D'UN ELECTRON DANS UN CHAMP ELECTRIQUE UNIFORME**

Un électron, animé d'une vitesse  $\vec{v}_0$  faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale, pénètre entre les armatures horizontales A et B d'un condensateur plan (voir la figure). La trajectoire de l'électron est plane. La tension entre les armatures est  $V_A - V_B = U$ . La distance entre les armatures est  $d$ , leur longueur est  $l$ .

Le référentiel du laboratoire (O, x, y), défini par la figure, est supposé galiléen. On prend pour l'origine des dates le moment où l'électron passe par l'origine du repère O. L'expérience a lieu dans le vide à la surface terrestre.

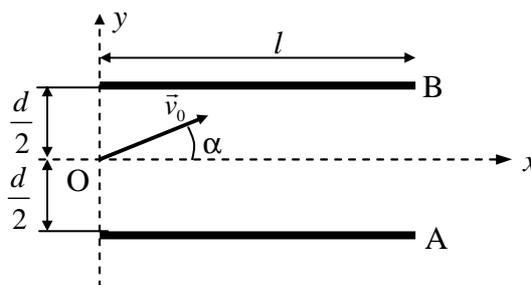
Données numériques :

Masse de l'électron  $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$  kg

Charge de l'électron  $q_e = -1,60 \times 10^{-19}$  C

$v_0 = 1,50 \times 10^7$  m/s ;  $\alpha = 14,0^\circ$  ;  $U = +150$  V ;

$d = 0,0200$  m ;  $l = 0,100$  m ;  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>



- 1) Reproduire la figure et préciser la polarité des armatures et le sens du champ électrostatique.
- 2) Faites le bilan des forces qui agissent sur l'électron et en dessiner les vecteurs correspondants sur votre schéma. Montrer, par une application numérique, que le poids est négligeable.
- 3) Donner les composantes (résultats littéraux) du vecteur vitesse initiale  $\vec{v}_0$ , du vecteur accélération  $\vec{a}(t)$ , du vecteur vitesse  $\vec{v}(t)$  et du vecteur position  $\vec{r}(t)$  dans le référentiel choisi.
- 4) On désigne par P le sommet de la trajectoire. A quelle date  $t_p$  l'électron passe-t-il par ce point ? En déduire l'abscisse  $x_p$  et l'ordonnée  $y_p$  du point P, et la vitesse  $v_p$  de l'électron au point P. (résultats littéraux et numériques)
- 5) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à l'électron, déterminer le travail  $W$  de la force électrostatique effectué au cours du déplacement  $\vec{r}; OP$ .
- 6) Déterminer si l'électron sort du condensateur ou si il va « s'échouer » sur une plaque du condensateur.

**ETUDE DE DOCUMENTS**  
**ECHELLES THERMOMETRIQUES**

Chaud, tempéré, froid... Si les premiers thermomètres ne donnaient qu'une graduation approximative, ils étaient cependant suffisants pour montrer que la glace en train de fondre reste toujours à une température invariable, de même que l'eau en ébullition. L'identification de ces paliers de températures accompagnant les changements d'état conduisit à un repérage plus précis des températures. On gradue un thermomètre en le plaçant dans des conditions soigneusement contrôlées à chacune de ces deux températures et en indiquant la position exacte dans chaque cas. Pour l'échelle Celsius, on divise ensuite la distance entre ces deux points en 100 intervalles égaux. Pour pouvoir mesurer les températures inférieures au point de congélation et supérieures au point d'ébullition, on gradue aussi les espaces situés au-dessous et au-dessus de ces deux points en respectant les mêmes intervalles. Cependant, à cause de leurs possibilités restreintes, les thermomètres ordinaires mesurent seulement des variations de températures limitées, le mercure, par exemple, se solidifie à  $-39\text{ °C}$  et se vaporise à  $357\text{ °C}$ . En plus, toutes les substances subissant une grande variation de température ne se dilatent pas de la même manière. Si l'on gradue différents types de thermomètres, leurs indications ne concorderont pas toutes exactement sauf pour  $0\text{ °C}$  et  $100\text{ °C}$ . En fait, à cause des caractéristiques de dilatation propres à chaque substance, leurs mesures ne coïncident pas toujours à des températures intermédiaires. Ainsi, un thermomètre à mercure en verre soigneusement gradué peut indiquer une température de  $52,0\text{ °C}$  tandis qu'un autre, d'un type différent mais tout aussi soigneusement gradué, marquera  $52,6\text{ °C}$ .

Les physiciens ont cependant vite compris l'avantage qu'il y aurait à définir, à côté des échelles usuelles mais arbitraires, une échelle absolue de température. Cette échelle, baptisée du nom du physicien et inventeur britannique lord Kelvin, a la même graduation que l'échelle Celsius, mais contrairement à cette dernière possède un véritable zéro, dont l'existence a été suggérée très tôt par l'étude des gaz. La pression d'un gaz de volume donné diminue avec la température. Dans le cas d'un « gaz parfait », modèle théorique dont s'éloignent assez peu les gaz réels, cette diminution est même proportionnelle à la diminution de température. Il est donc possible, par extrapolation, de trouver la température à laquelle la pression serait nulle, c'est-à-dire à laquelle les molécules seraient immobiles. Comme une pression négative n'aurait pas de sens, il faut bien admettre qu'il n'existe pas de température inférieure à ce « zéro absolu ». On fabrique des thermomètres à gaz à volume constant : un ballon rempli d'un gaz dilué et relié par un fin tube à un manomètre. Cet instrument présente un grand avantage : à des basses pressions et pour des faibles masses volumiques, tous les gaz se comportent de la même manière. Pour établir une échelle, il faut choisir deux points fixes. Dans ce cas le premier est  $P = 0\text{ Pa}$  à  $T = 0\text{ K}$ . Le second correspond au point triple de l'eau, c'est-à-dire au point où les états solide, liquide et gazeux de l'eau coexistent en équilibre. Ce phénomène ne se produit qu'à une seule température et à une seule pression et peut être reproduit avec une grande précision dans tous les laboratoires. Au point triple de l'eau, la pression se maintient à  $4,58\text{ torr}$  et la température, à environ  $0,01\text{ °C}$  ou  $273,16\text{ K}$ . On a posé que ce point se trouve désormais, par définition, à exactement  $273,16\text{ K}$ . La température absolue est ensuite définie à l'aide du thermomètre à gaz comme  $T = 273,16P/P_{pt}$  en kelvins. Dans ce rapport,  $P_{pt}$  et  $P$  désignent les pressions internes du thermomètre au point triple de l'eau et au point qu'on cherche à déterminer respectivement.

L'échelle Kelvin permet plus qu'un simple repérage ; elle a une signification physique et on peut l'utiliser, au même titre que les autres grandeurs physiques, pour faire des calculs. Un exemple en est le fonctionnement d'un moteur thermique « réversible » échangeant des quantités de chaleur  $Q_1$  et  $Q_2$  avec des sources de chaleur de températures  $T_1$  et  $T_2$ . On peut écrire dans son cas :  $Q_1/Q_2 = T_1/T_2$ , c'est-à-dire utiliser la température comme une grandeur physique à part entière. Cela serait évidemment impossible avec la température Celsius : un corps à  $20\text{ °C}$  n'a pas « deux fois plus de température » qu'un corps à  $10\text{ °C}$ . On conçoit dès lors que la température absolue soit la seule à être couramment utilisée par les physiciens.

**Questions :**

- 1) Quelle propriété physique a permis d'étalonner les premiers thermomètres ?
- 2) Quel phénomène physique est utilisé pour mesurer la température dans les thermomètres ordinaires ?
- 3) Quelles limites montrent les thermomètres ordinaires ?
- 4) Quel point commun ont les échelles de température de Kelvin et de Celsius ? Quelle est leur principale différence ?
- 5) A quoi correspond le « zéro absolu » ?
- 6) Quelle relation y a-t-il entre la pression d'un gaz et la température ?
- 7) Justifier le choix des deux points fixes servant à établir l'échelle de température.
- 8) Combien vaut 0 K en °C ? Justifier.
- 9) Pourquoi les physiciens utilisent-ils des thermomètres à gaz ?
- 10) Pourquoi les physiciens utilisent-ils l'échelle de Kelvin ?

11) **QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES****LE CHAMP GRAVITATIONNEL**

Les questions qui suivent n'admettent **qu'une seule réponse correcte**. Aucune justification n'est demandée. Parmi les propositions, référencées a, b, c, d et e, cocher l'unique bonne réponse dans la grille correspondante page 8, qui est à rendre avec la copie.

Exemple:

0. Albert Einstein était: a) un chanteur de jazz  
b) un peintre  
c) un physicien  
d) un dentiste  
e) aucune proposition n'est correcte

Ecrire sur votre copie:

<b>0.</b>	a	b	c	d	e
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

G est la constante de gravitation universelle. Sa valeur vaut :  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.kg}^{-2} \cdot \text{m}^2$

1. On dispose de 2 masses identiques de 50 kg à symétrie sphérique et distantes de 50 cm .

La force gravitationnelle vaut :

- a)  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}$  b)  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ kg}$  c)  $13,34 \cdot 10^{-11} \text{ N}$  d)  $6,67 \cdot 10^{11} \text{ N}$  e)  $6,67 \cdot 10^{-7} \text{ N}$

2. Le champ gravitationnel créé par un objet ponctuel P de masse  $m = 4,0 \text{ kg}$  en un point O, tel que  $OP = 2,0 \text{ m}$  dans le S.I. est de valeur :

- a)  $6,67 \cdot 10^{-11}$  b)  $13,34 \cdot 10^{-11}$  c) 667 d) 1334 e)  $6,67 \cdot 10^{-9}$

3. Parmi les unités suivantes quelle est l'unité du vecteur champ gravitationnel :

- a)  $\text{m.s}^{-1}$  b)  $\text{N.m}^{-1}$  c)  $\text{N.s}^{-1}$  d)  $\text{N.kg}^{-1}$  e)  $\text{m.s}^2$

4. A quelle altitude z le champ gravitationnel de la Terre est 4 fois plus faible qu'à la surface de la Terre, R est le rayon terrestre

- a)  $z = R$  b)  $z = 2R$  c)  $z = 3R$  d)  $z = 4R$  e)  $z = \sqrt{R}$

5. M étant la masse de la Terre, et d la distance entre le centre de la Terre et un satellite de masse m, la vitesse du satellite dans le référentiel géocentrique est :

- a)  $\frac{GMm}{d}$  b)  $\frac{\sqrt{GMm}}{\sqrt{d}}$  c)  $\frac{\sqrt{Gm}}{\sqrt{d^2}}$  d)  $\frac{\sqrt{GM}}{\sqrt{d^2}}$  e)  $\frac{\sqrt{GM}}{\sqrt{d}}$

6. La période de révolution T d'un satellite dans le référentiel géocentrique est ;

- a)  $2\pi \frac{\sqrt{GM}}{\sqrt{d^2}}$  b)  $2\pi \frac{\sqrt{d^3}}{\sqrt{GM}}$  c)  $4\pi \frac{\sqrt{d^2}}{\sqrt{GM}}$  d)  $\frac{\sqrt{GM}}{\sqrt{d}}$  e)  $4\pi \frac{\sqrt{GM}}{\sqrt{d}}$

7. Dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme :

- a) la valeur de la vitesse est constante  
b) le vecteur vitesse est constant  
c) la valeur de l'accélération n'est pas constante  
d) le vecteur accélération est nul  
e) le vecteur accélération est uniforme

8. La masse de la Terre est de l'ordre de

- a)  $10^{24}$ kg b)  $10^2$ kg c)  $10^3$ kg d)  $10^{11}$ kg e)  $10^{100}$ kg

9. Le champ de pesanteur est le plus grand :

- a) au sommet de l'Everest b) aux pôles c) à Paris d) à l'équateur e) aux tropiques

10. La période d'un satellite géostationnaire est égale à

- a) un an b) un mois c) un jour sidéral d) 9 heures e) 12h

11. Un satellite géostationnaire a une orbite

- a) quelconque b) contenue dans un plan équatorial c) elliptique  
d) contenue dans le plan contenant Paris e) contenue dans un plan méridien

12. Les lois de Kepler

- a) ne sont valables que pour les planètes  
b) ne sont pas applicables aux satellites artificiels  
c) découlent du fait qu'un corps est soumis à une force centrale  
d) sont applicables au mouvement des électrons autour du noyau de l'atome  
e) sont 2 lois qui régissent le mouvement des planètes

13. La relation entre la période T du mouvement circulaire d'un satellite et le rayon r de l'orbite s'énonce

- a)  $\frac{T}{r^2} = \text{cte}$  b)  $\frac{T^2}{r^3} = \text{cte}$  c)  $\frac{T^3}{r^3} = \text{cte}$  d)  $\frac{T^3}{r^2} = \text{cte}$  e)  $\frac{T}{r} = \text{cte}$

14. Parmi les propositions suivantes choisissez la proposition correcte

- a) Le champ de gravitation de la Terre est centripète  
b) Sur la Lune le champ de gravitation lunaire est six fois plus important que celui de la Terre à la surface terrestre  
c) La force d'attraction du Soleil sur la Terre est supérieure à celle de la Terre sur le Soleil  
d) La valeur de l'intensité de pesanteur à la surface de la Terre en tout point est la même  
e) Lors d'une éclipse de Lune, l'attraction du Soleil sur la Terre diminue

15. La force de gravitation et le poids

- a) sont deux forces identiques partout sur la Terre.  
b) diffèrent uniquement par leur direction mais ont la même norme.  
c) diffèrent à cause de la rotation de la terre autour du soleil.  
d) diffèrent à cause de la rotation de la terre sur elle-même.  
e) sont deux forces absolument identiques

**QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLE**  
**LE CHAMP GRAVITATIONNEL**

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