

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

**Année scolaire 2006 – 2007
Session de mai 2007**

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..... | Optique corpusculaire |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Mesure de la capacité d'un condensateur |
| 3. Problème..... | Mouvement d'un palet |
| 4. Etude de document..... | La pratique des champs intenses |
| 5. Questionnaire à choix multiple..... | Transformations nucléaires |

Questions de cours

Optique corpusculaire

Chacune des parties de cet exercice peut être traitée séparément. Cependant, il est préférable de les traiter dans l'ordre.

- 1-a) Par qui, en exploitant l'idée de M. Planck, a été développé le modèle corpusculaire de la lumière ?
- 1-b) Citer deux phénomènes qui prouvent la nature corpusculaire de la lumière.
- 1-c) Comment s'appellent les corpuscules de la lumière ? Donner leurs charges, masses et vitesses.

Pour l'atome d'hydrogène, l'énergie correspondant au niveau fondamental est : $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.
Les énergies des autres niveaux sont données par la relation : $E_n = -13,6 / n^2$.

- 2-a) Définir les termes « état fondamental », « état excité », « état ionisé ». Préciser dans chaque cas, l'état de l'électron.
- 2-b) Tracer, en prenant une échelle appropriée, les 5 premiers niveaux du diagramme énergétique de l'atome d'hydrogène.
- 2-c) A quoi correspond le niveau d'énergie $E = 0 \text{ eV}$?

Dans le spectre d'émission d'hydrogène on trouve les trois raies suivantes caractérisées par leurs longueurs d'onde : $\lambda_\alpha = 656 \text{ nm}$; $\lambda_\beta = 486 \text{ nm}$; $\lambda_\gamma = 434 \text{ nm}$.

- 3-a) Sachant que les trois raies λ_α , λ_β , λ_γ du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène appartiennent à la série de Balmer correspondant à un retour de l'atome au niveau d'énergie $n = 2$, représenter sur le diagramme les transitions correspondantes aux trois raies λ_α , λ_β , λ_γ .
- 3-b) Expliquer pourquoi un spectre d'émission est discontinu.
- 3-c) Calculer, en eV, l'énergie des photons de longueur d'onde $\lambda_\alpha = 656,3 \text{ nm}$; $\lambda_\beta = 486,1 \text{ nm}$; $\lambda_\gamma = 434,1 \text{ nm}$.
- 3-d) Au cours de quel phénomène physique observe-t-on l'émission des photons γ ?

- 4-a) Un atome d'hydrogène peut-il absorber n'importe quel photon ? Donner en eV, l'énergie de deux photons qui peuvent être absorbés par l'hydrogène lorsqu'il est dans son état fondamental.
- 4-b) Qu'est ce que l'énergie d'ionisation ? Combien vaut cette énergie pour l'atome d'hydrogène ?
- 4-c) Que se passe-t-il si l'énergie d'un photon est supérieure à l'énergie d'ionisation ? Que peut on dire de l'énergie cinétique de l'électron ?

- 5-a) Quel type de spectre voit-on lorsque l'on regarde une étoile ?
- 5-b) L'étude et analyse du spectre d'une étoile apportent de nombreux renseignements. Nommez en deux.

Données : La constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; la charge élémentaire : $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Exercice à caractère expérimental

Mesure de la capacité d'un condensateur

On désire, en travaux pratiques, connaître la capacité d'un condensateur. En plus du condensateur de capacité C inconnue, on dispose de :

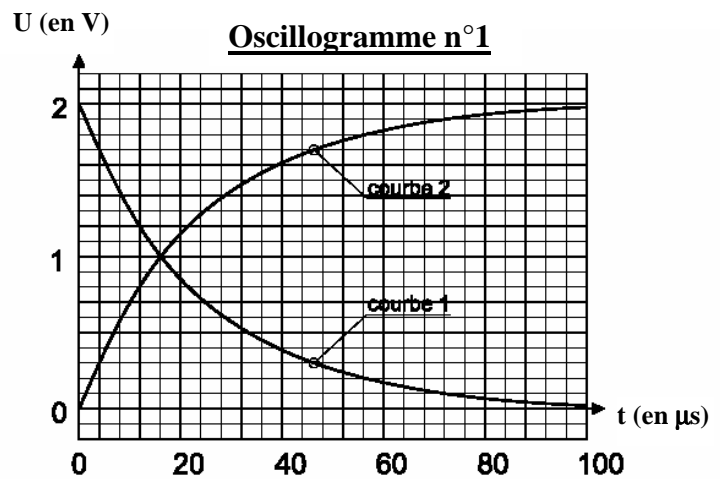
- un générateur de tension de force électromotrice $E = 2V$,
- un résistor de résistance $R = 20 \Omega$,
- une bobine d'inductance $L = 350 \text{ mH}$ et de résistance interne $r = 10 \Omega$,
- un oscilloscope à mémoire avec deux voies Y_1 et Y_2 ,
- fils de connexion.

I- Charge du condensateur

On branche le condensateur, initialement déchargé, en série avec le résistor aux bornes du générateur de tension continue. On visualise, sur la voie 1 de l'oscilloscope, la tension aux bornes du condensateur et sur la voie 2 qui est inversée, la tension aux bornes du résistor.

On obtient l'oscillogramme n°1.

- a) Faire le schéma du montage réalisé avec les voies de l'oscilloscope.
- b) Quelle précaution faut-il prendre quant à la masse du générateur ? Justifier.
- c) Pourquoi utilise-t-on un oscilloscope à mémoire ? Que verrait-on sur l'écran d'un oscilloscope classique ?
- d) Indiquer à quelle voie correspond chacune des deux courbes. Commenter l'allure des deux courbes.
- e) Que peut-on dire de la somme de ces deux tensions ? Quelle loi de l'électricité est ainsi vérifiée ? Justifier.
- f) Déterminer, en expliquant brièvement la méthode utilisée, la constante de temps τ du dipôle.
- g) En déduire une valeur approchée de la capacité C du condensateur.

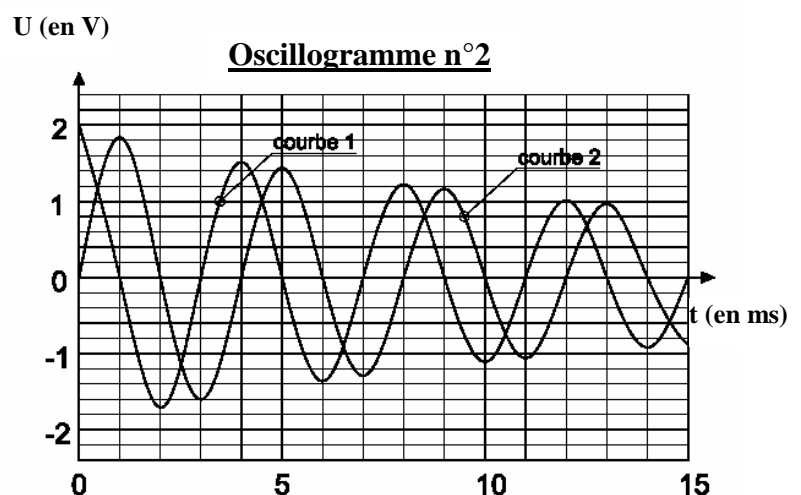


II- Oscillation électrique

On débranche le générateur et on branche, à sa place, la bobine. On visualise toujours les tensions aux bornes du condensateur chargé sur la voie 1 et la tension aux bornes du résistor sur la voie 2, qui est inversée.

On obtient l'oscillogramme n°2.

- a) Quel est le phénomène observé. Que se passe-t-il d'un point de vue énergétique ?
- b) Indiquer à quelle voie correspond chacune des deux courbes. Justifier.
- c) Déterminer la pseudo-période T des oscillations.
- d) Donner l'expression de la période propre d'un oscillateur électrique.
- e) Quelle est la différence entre la période propre T_0 et la pseudo-période T ? A quelle condition peut-on dire que ces deux grandeurs sont voisines ?
- f) En déduire une valeur approchée de la capacité C du condensateur. Comparer cette valeur à celle trouvée dans la première partie.



Problème

Mouvement d'un palet

Les trois parties du problème sont indépendantes.

Un palet en acier est propulsé en A par un ressort, il se déplace sur un plan incliné d'un angle α avec l'horizontale. En B, le plan incliné s'arrête et le palet tombe dans une éprouvette.

Données :

Champ de pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$;

Masse du palet : $m = 50,0 \text{ g}$;

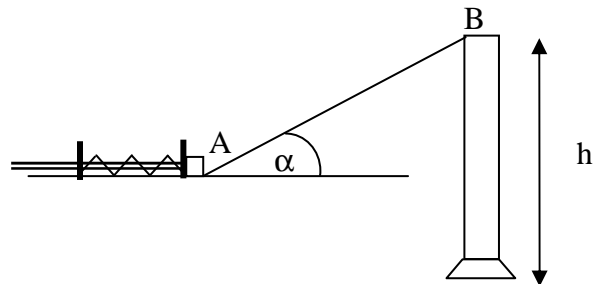
Constante de raideur du ressort : $k = 100 \text{ N.m}^{-1}$;

Distance AB = 2,0 m ;

Hauteur de l'éprouvette : $h = 1,0 \text{ m}$;

Angle d'inclinaison: $\alpha = 20^{\circ}$;

Masse du ressort : négligeable devant la masse du palet.



I- Propulsion du palet

Le ressort est initialement au repos. Un manipulateur comprime le ressort de façon à ce qu'il se raccourcisse de 10,0 cm par rapport à sa longueur à vide.

- 1) Exprimer et calculer l'énergie potentielle élastique acquise par le ressort une fois comprimé.
- 2) Que peut-on dire de l'énergie potentielle de pesanteur du système ressort – palet sur la partie horizontale ? En déduire l'expression littérale de l'énergie mécanique sur la partie horizontale.
- 3) En supposant les frottements négligeables, calculer avec un nombre de chiffres significatifs approprié la vitesse du palet au point A où le ressort retrouve sa longueur initiale.

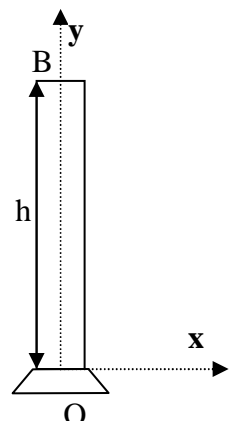
II- Montée du palet sur le plan incliné

- 1) Si on néglige les frottements, calculer, en utilisant la conservation de l'énergie mécanique, la vitesse du palet au point B. On considèrera que la vitesse au point A est de $4,5 \text{ m.s}^{-1}$.
- 2-a) En réalité le palet arrive au point B avec une vitesse nulle. Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent au palet sur le trajet AB et les représenter sur un schéma.
- 2-b) Calculer la valeur du poids du palet. En déduire la valeur de la réaction normale du plan incliné.
- 2-c) En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calculer la valeur de la force de frottement, supposée constante, entre le palet et le plan incliné.
- 2-d) Déduire des questions précédentes la valeur de la réaction totale du plan incliné sur le palet.

III- Chute du palet sans vitesse initiale

En B, le palet tombe dans l'éprouvette. Il réalise une chute libre sans vitesse initiale.

- 1) Etablir, en justifiant soigneusement, les équations horaires du mouvement du palet. Le repère est défini par la figure ci-contre.
- 2) Quelle est la durée de son mouvement ?



Etude de document

La pratique des champs intenses

La seule méthode pour créer un champ magnétique intense est de faire circuler un courant électrique très fort dans un solénoïde. Il y a deux problèmes à résoudre.

D'abord il y a le réchauffement du conducteur à cause du courant électrique. Pour éviter ce réchauffement, on peut utiliser un fil supraconducteur à basse température, qui n'a aucune résistivité électrique. Cette approche est limitée par les champs magnétiques critiques qui détruisent la supraconductivité. L'alternative consiste à refroidir le conducteur pour enlever la chaleur générée par la dissipation électrique.

Le second problème est la force de Lorentz. Le courant et le champ magnétique qu'ils génèrent ensemble créent une force de Lorentz qui va radialement vers l'extérieur, comme si le champ créait une pression magnétique à l'intérieur qui fait exploser le solénoïde quand elle devient trop forte. Pour remédier à ce problème, les électro-aimants sont construits avec des conducteurs ultra forts, ou avec un renfort externe.

Les champs magnétiques intenses statiques jusqu'à quelques Tesla sont générés avec des fils en cuivre sur un noyau en fer, le plus fort de ce type étant l'aimant de Bellevue, construit au début du 20^{ème} siècle, qui a atteint 7 Tesla. Des champs atteignant jusqu'à 22 Tesla peuvent être générés avec des fils supraconducteurs refroidis avec de l'hélium liquide.

Pour aller encore plus haut, la seule méthode consiste à utiliser du cuivre comme conducteur, en prenant soin de baisser la température par refroidissement à l'eau. Des puissances électriques jusqu'à 20 MW, refroidies avec 300 litres d'eau froide par seconde, permettent de générer jusqu'à 33 Tesla. En combinant les deux dernières techniques, on construit des aimants hybrides, qui ont généré jusqu'à 45 Tesla.

Pour aller plus haut en champ, on doit se contenter des champs transitoires, avec des durées en dessous d'une seconde. A Toulouse on produit des champs jusqu'à 60 Tesla avec des bobines monolithiques, faites d'un fil ultra fort et d'un renfort externe. Avec deux bobines concentriques on peut mieux répartir les contraintes mécaniques et atteindre jusqu'à 77 Tesla, comme l'a démontré récemment une collaboration européenne basée à Toulouse.

Si on veut aller encore plus haut il faut accepter que la bobine soit détruite pendant le tir. Les bobines « monopire » sont constituées d'une seule spire en cuivre, qui explose radialement vers l'extérieur pendant un tir, laissant l'expérience au centre de la bobine intact. De cette façon on peut créer jusqu'à 300 Tesla. Les champs les plus intenses sont générés par la compression de flux ; le champ créé par une petite bobine est comprimé par un cylindre en cuivre qui à son tour est comprimé par une explosion. Des champs jusqu'à 2000 Tesla ont été obtenus, mais l'expérience a été complètement détruite par l'explosion.

Extrait de « **Physique en champ magnétique intense** » par Geert Rikken

Remarque : 6 points seront attribués à la qualité de l'expression, de la syntaxe et de l'orthographe.

Questions:

- 1- Quelle grandeur doit être très grande pour obtenir des champs magnétiques très intenses ?
- 2- Quels sont les deux grandeurs physiques qui limitent l'obtention de champs magnétiques intenses ?
- 3- Qu'est ce qu'un fil supraconducteur ? Quel phénomène limite ses propriétés ?
- 4- Dessiner une bobine et d'après le texte, représenter la force de Lorentz.
- 5- Quelle valeur maximum de champ magnétique est on arrivé à obtenir il y a un siècle ? Comment ?
- 6- Pourquoi utilise t'on du cuivre et non des supraconducteurs pour dépasser 22 T ? Justifier.
- 7- Quelle astuce permet de répartir les contraintes mécaniques ?
- 8- Quelle est la valeur maximale de champ magnétique permanent obtenu ? Pourquoi ?
- 9- De nombreuses spires sont elles nécessaires pour obtenir des champs magnétiques intenses ? Justifier.
- 10- Qu'est ce qui détruit les bobines lorsque l'on obtient des champs magnétiques de quelques centaines de Teslas ? Justifier.

4- Si λ est la constante radioactive d'un radionucléide, quelle est sa demi-vie ?

- a) $\lambda \cdot \ln 2$
- b) $2 \cdot \ln \lambda$
- c) $\frac{\ln 2}{\lambda}$
- d) $\frac{\ln \lambda}{2}$
- e) $\frac{2}{\ln \lambda}$

5- Dans la courbe d'Aston, le domaine de la fission nucléaire se situe :

- a) Dans le premier tiers, lorsque le nombre de nucléons est faible,
- b) Dans la partie centrale, lorsque le nombre de nucléons est moyen,
- c) Dans le dernier tiers, lorsque le nombre de nucléons est très grand,
- d) Dans la totalité de la courbe,
- e) Dans le premier et le dernier tiers.

6- Dans le corps humain, du potassium radioactif ${}^{40}_{19}\text{K}$ se transforme en calcium ${}^{40}_{20}\text{Ca}$. Quelles sont les particules émises lors de cette désintégration ?

- a) électron et antineutrino,
- b) électron et neutrino,
- c) positon et neutrino,
- d) positon et antineutrino,
- e) électron et positon.

7- Pour un atome donné, dont le noyau est représenté par ${}^A_Z\text{X}$, la masse du noyau est :

- a) Plus grande que la somme des masses des nucléons séparés qui le constituent,
- b) La même que la somme des masses des nucléons séparés qui le constituent,
- c) Plus petite que la somme des masses des nucléons séparés qui le constituent,
- d) La même que la somme des masses des protons séparés qui le constituent,
- e) Plus petite que la somme des masses des électrons qui le constituent.

8- L'unité de masse atomique représente :

- a) Le nombre de masse d'un noyau,
- b) L'énergie contenue dans le noyau,
- c) La masse d'un noyau,
- d) Le douzième du nombre de masse de l'atome de carbone,
- e) Le douzième de la masse d'un atome de carbone 12.

9- La demi-vie du radium étant de 1 620 ans, que vaut sa constante radioactive λ ?

- a) 3240 ans,
- b) 810 ans^{-1} ,
- c) $4,28 \cdot 10^{-4} \text{ ans}$,
- d) $4,28 \cdot 10^{-4} \text{ ans}^{-1}$,
- e) $4,28 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

10- Pour qu'un nucléide soit stable, il faut :

- a) Que son énergie de liaison par nucléon soit faible,
- b) Que son énergie de liaison par nucléon soit grande,
- c) Que son énergie de liaison soit faible,
- d) Que son énergie de liaison soit grande,
- e) Que sa masse soit grande.

11- Le nucléide radioactif ${}^{24}_{11}\text{Na}$ peut être fabriqué en bombardant le nucléide ${}^{23}_{11}\text{Na}$ avec un flux de neutrons. En supposant que l'on puisse produire 10^8 nucléide par seconde à partir d'un échantillon de ${}^{23}_{11}\text{Na}$ pur, quelle pourrait être l'activité maximale du ${}^{24}_{11}\text{Na}$ ainsi obtenue ?

- a) 10^8 Bq,
- b) 10^{-8} Bq,
- c) -10^8 Bq,
- d) -10^{-8} Bq,
- e) 80 Bq.

12- La fission :

- a) ne concerne que des noyaux légers.
- b) ne se manifeste que dans les étoiles.
- c) est impossible à reproduire sur Terre.
- d) est synonyme de désintégration radioactive.
- e) ne concerne que des noyaux fissiles.

13- Parmi les particules suivantes, la plus difficile à détecter est :

- a) la particule α ,
- b) l'électron,
- c) la particule β^+ ,
- d) le neutrino,
- e) le neutron.

14- La période radioactive du polonium 210 est de 140 jours. A la date $t = 0$ s, un corps contient 1g de cet isotope. La masse contenue au bout de 420 jours est :

- a) 0,25 g,
- b) 0,5 g,
- c) 0,33 g,
- d) 0,125 g,
- e) 0 g.

15- La loi de décroissance radioactive pour un nombre de noyaux initialement présents dans l'échantillon est exprimée par la relation suivante :

- a) $N(t) = N_0(1 - e^{-\lambda.t})$
- b) $N(t) = N_0(1 + e^{-\lambda.t})$
- c) $N(t) = N_0(e^{-\lambda.t} - 1)$
- d) $N(t) = N_0e^{-\lambda.t}$
- e) $N(t) = N_0e^{\lambda.t}$

Questionnaire à choix multiples
Transformations nucléaires

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"/>