

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

EXAMEN DE MATURITA BILINGUE

Année scolaire 2008/09
Session de mai 2009

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..... | Optique ondulatoire |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Mesure de la valeur du champ magnétique dans une bobine |
| 3. Problème..... | Dipôle RC |
| 4. Etude de document..... | La naissance de Mercure |
| 5. Questionnaire à choix multiple..... | Mécanique |

Question de cours Optique ondulatoire

1- Citer trois phénomènes qui permettent de mettre en évidence le caractère ondulatoire de la lumière.

2-a) Définir les termes : « période », « fréquence » et « longueur d'onde ».

2-b) Donner l'expression de la vitesse en fonction des grandeurs précédentes.

2-c) Parmi les grandeurs évoquées dans les questions 2-a) et 2-b), indiquer celles qui varient au cours du passage de la lumière d'un milieu matériel à l'autre avec un indice de réfraction différent.

2-d) Quel est l'intervalle de longueurs d'onde de la lumière visible ?

3-a) Qu'est-ce qu'une lumière monochromatique ? Et polychromatique ?

3-b) Expliquer le phénomène de dispersion.

3-c) Citer une des applications de ce phénomène.

4-a) Expliquer le phénomène de diffraction.

4-b) Comment varie l'angle de diffraction en fonction de la longueur d'onde ?

4-c) Comment varie l'angle de diffraction en fonction de la grandeur de l'obstacle ?

5-a) Expliquer le phénomène des interférences.

5-b) Quelle est la condition nécessaire sur les sources de lumière pour obtenir des interférences ?

5-c) A quelle condition observe-t-on des interférences constructives ? Et destructives ?

Exercice à caractère expérimental

Mesure de la valeur du champ magnétique dans une bobine

On étudie expérimentalement, à l'aide d'un teslamètre, l'intensité B du champ magnétique à l'intérieur d'une bobine parcourue par un courant, en fonction de différents paramètres.

La bobine comporte 200 spires, est longue de 40,0 cm, et a un diamètre de 5,0 cm.

I- Introduction

- 1- Décrire une méthode permettant de visualiser les lignes de champ de la bobine.
- 2- Quelles informations qualitatives peut-on tirer de l'observation des lignes de champ magnétiques quant à la nature de \vec{B} à l'intérieur de la bobine ?

II- Etude de l'influence du courant circulant dans la bobine

La sonde du teslamètre est placée au centre de la bobine. On fait varier l'intensité I du courant dans la bobine et, pour chaque valeur de I , on note la valeur de \vec{B} . Le tableau ci-dessous comporte les valeurs de I et B obtenues :

I (A)	0	1,5	2,5	3,5	4,5	5,0
B (10^{-5} T)	0	94	153	215	280	310

- 1- Faire un schéma clair et annoté du montage à réaliser pour obtenir, faire varier, et mesurer l'intensité du courant I dans le circuit de la bobine.
- 2-a) Déterminer, à partir des données du tableau, la relation littérale entre B et I .
- 2-b) Exprimer numériquement cette relation.
- 3-a) Donner la relation théorique entre le champ B et l'intensité I .
- 3-b) En déduire la valeur expérimentale de la perméabilité magnétique du vide μ_0 .
- 3-c) Calculer l'erreur relative avec la valeur théorique.

III- Etude de la valeur du champ magnétique le long de l'axe de la bobine

On maintient $I = 4$ A dans la bobine. On mesure B en divers points le long de l'axe et à la distance x du centre de la bobine. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de B en fonction de x :

x (cm)	0	4	8	12	14	16	18	20
B (mT)	2,45	2,44	2,42	3,70	2,33	2,28	2,08	1,45

- 1- Tracer la courbe représentant B en fonction de x . Commenter l'allure de la courbe.
- 2- La courbe obtenue confirme-t-elle les informations obtenues à partir de l'observation des lignes de champ ? Justifier.
- 3- Pour quelles valeurs de x peut-on conclure que B est constant à 5 % sur l'axe de la bobine ?

Données : perméabilité magnétique du vide : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI.

Problème Dipôle RC

On dispose d'un condensateur de capacité $C = 40 \mu\text{F}$, d'un conducteur ohmique de résistance $R = 1,0 \text{ k}\Omega$, d'un interrupteur et d'un générateur de tension continue de force électromotrice $U_e = 5,0 \text{ V}$ et de résistance interne négligeable. On branche les composants en série.
Au départ, le condensateur est déchargé. A la date $t = 0 \text{ s}$, on ferme l'interrupteur.

- 1- a) Dessiner le schéma du circuit. Représenter les flèches tension des différents composants du circuit.
- b) Exprimer la tension aux bornes du condensateur u_C et celle aux bornes du conducteur ohmique u_R en fonction de la charge q , charge électrique portée par la plaque positive du condensateur.
- c) A quel moment le courant dans le circuit est-il maximal ?
Calculer cette valeur maximale i_m .
- d) A quel moment la charge emmagasinée dans le condensateur est-elle maximale ?
Calculer cette valeur maximale Q_m .
- e) Dessiner l'allure des courbes u_C et u_R en fonction du temps. Quelle est la loi ainsi vérifiée ? Justifier.

- 2-a) Définir et calculer la constante de temps τ du circuit.
- b) Montrer par analyse dimensionnelle que τ a la dimension d'un temps.

3-a) Etablir l'équation différentielle du circuit admettant la fonction $q(t)$ pour solution. Il n'est pas demandé de résoudre cette équation.

- b) Vérifier que la fonction $q_{(t)} = Q_m \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$ est solution de l'équation différentielle.

- c) Calculer la charge q_1 du condensateur à la date $t_1 = 10 \text{ ms}$.
- d) Calculer le temps t_2 au bout duquel le condensateur est chargé à 80 % de sa valeur maximale.

Etude de document

La naissance de Mercure

Dans l'imagination populaire, aussi bien que dans l'esprit des planétologues, la planète Mercure a toujours été quelque peu négligée. Avec une masse de quelque $3,3 \times 10^{26}$ grammes, soit environ un vingtième de la masse de la Terre, Mercure est la plus petite de toutes les planètes du système solaire. Elle est si près du Soleil que durant le jour la température à la surface avoisine $400\text{ }^{\circ}\text{C}$, soit assez pour y faire fondre le plomb. De plus, Mercure est très difficile à voir dans le ciel – elle y est seulement visible pendant de courts intervalles de temps, juste après le coucher du Soleil ou juste avant son lever. [...]

La planète est en réalité si proche du Soleil qu'il est nécessaire, pour expliquer son orbite, de tenir compte de certaines corrections liées à la théorie de la relativité générale. L'avance du périhélie de Mercure, c'est-à-dire le déplacement au cours du temps du point où Mercure est la plus proche du Soleil est devenue un des tests les plus fameux de la théorie de relativité d'Einstein. La proximité de Mercure au Soleil a également une autre conséquence. Les marées solaires, conséquences de la forte attraction solaire, sont, en effet, suffisamment puissantes pour bloquer la rotation de la planète sur elle-même en résonance avec son mouvement orbital. La planète fait exactement trois tours sur elle-même pour deux révolutions autour du Soleil. [...]

Le Soleil s'est formé plus ou moins comme n'importe quelle autre étoile à partir d'effondrement gravitationnel d'une région de gaz dans l'espace interstellaire, il y a environ 4,6 milliards d'années. Une partie de ce gaz interstellaire a constitué tout d'abord autour du Soleil un disque, appelé « disque d'accrétion », qui était un réservoir de matière, une nébuleuse solaire primitive à partir de laquelle toutes les planètes et les petits corps du système solaire se sont formés. Au bout d'un temps relativement court, quelque cent mille ans, le plan central de la nébuleuse solaire était peuplé d'agglomérats, de poussières et autres corps solides de petites tailles circulant autour du Soleil. La véritable histoire de la formation des planètes débute lorsque ces petits objets commencent à entrer en collision. [...]

Le plus célèbre modèle sur l'origine de Mercure est désigné sous le nom de « modèle de condensation à l'équilibre ». On considérait que les planètes se formaient à partir de véritables réservoirs de matière, matériaux en orbite autour du Soleil dans des régions bien définies au sein d'une nébuleuse solaire tout à fait calme. Aucune excursion des planètes en formation en dehors de ces régions n'était considérée comme possible. Mercure étant formée très près du Soleil, la température de son réservoir de matière était si élevée que seuls le fer et les silicates réfractaires pouvaient se condenser. [...]

Dans le « modèle de vaporisation », Mercure se forme avec une proportion de fer et de silicates semblable à celle des autres planètes terrestres. A cause de la température voisine de $3\ 000\ \text{K}$ dans la région où Mercure se forme, il est possible d'extraire une grande partie des silicates en les évaporant et les laisser emporter par le vent solaire. Ceci expliquerait une composition actuelle riche en fer en comparaison aux autres planètes solides du système solaire. [...]

(D'après l'article *La naissance de Mercure* de W. BENZ, La recherche 228, 1991)

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

Questions :

- 1- Quelle serait, d'après le texte, la masse en kg de la Terre ? Justifier.
- 2- Quel est l'âge du système solaire ?
- 3- Peut-on considérer le mouvement de Mercure comme une translation circulaire ? Justifier.
- 4- Pourquoi est-il impossible d'observer Mercure pendant la journée ?
- 5- Expliquez la signification des termes « périhélie » et « nébuleuse ».
- 6- Sur Mercure, combien y-a-t-il de jours dans une année ? Justifier.
- 7- Donner deux explications au fait que Mercure soit plus riche en fer que les autres planètes.

Questionnaire à choix multiples

Mécanique

Les questions qui suivent n'admettent **qu'une seule réponse correcte**. Aucune justification n'est demandée. Parmi les propositions, référencées a, b, c et d, **cocher l'unique bonne réponse dans la grille fournie page 9**. Cette grille devra être rendue avec votre copie.

Exemple : 0- Albert Einstein était: a) un chanteur de jazz
 b) un peintre
 c) un physicien
 d) un dentiste

Ecrire, comme dans l'exemple suivant, sur la copie prévue à cet effet page 9 :

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

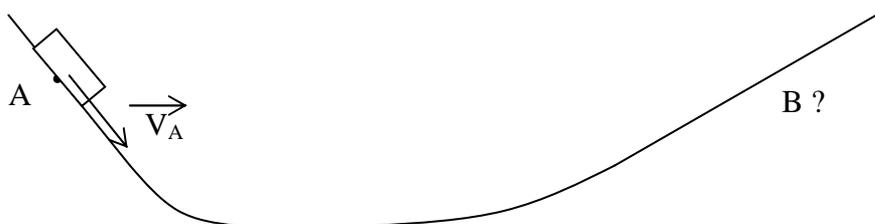
En cas d'erreur, barrez les 5 cases et noter à côté la bonne réponse, comme dans l'exemple suivant :

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

1- Une personne est dans un ascenseur qui monte avec une accélération constante dirigée vers le haut. Le poids de la personne P et la réaction du sol de l'ascenseur R sont tels que :

- a) $P < R$.
- b) $P = R$.
- c) $P > R$.
- d) P et R dépendent de l'accélération.

2- Un solide est lancé d'un point A, avec une vitesse V_A , sur le plan représenté ci-dessous. Il monte jusqu'à un point B avant de redescendre. Le mouvement se fait sans frottement.



- a) La hauteur du point B est la même que celle du point A.
- b) La hauteur du point B est supérieure à celle du point A.
- c) La hauteur du point B est inférieure à celle du point A.
- d) La hauteur du point B ne dépend pas du point A.

3- On considère deux points A et B fixes. On les relie par un toboggan de forme quelconque. On lâche un point matériel de A, sans vitesse initiale, et on voudrait que sa vitesse d'arrivée en B soit la plus grande possible. Tous les frottements sont négligés. Quelle est la forme optimale du toboggan?

- a) La ligne droite, on n'a rien trouvé de mieux.
- b) Il suffit de relier A et B par un toboggan ayant une forme particulière : la brachistochrone !
- c) La plus convenable est la forme d'une parabole.
- d) La forme du toboggan ne changera rien.

4- Sur Terre, un projectile de masse m est lancé avec une vitesse v_0 faisant un angle α avec l'horizontale. La portée du tir dépend de :

- a) m , g , v_0 et α .
- b) g , v_0 et α .
- c) v_0 et α .
- d) seulement de v_0 .

5- Au sommet de la trajectoire parabolique d'un mouvement de chute libre, le vecteur vitesse est:

- a) horizontale.
- b) verticale.
- c) nulle.
- d) de valeur maximale.

6- Lors de la chute verticale d'un solide dans un fluide, la vitesse limite est atteinte quand :

- a) la force de frottement devient égale au poids.
- b) la force de frottement devient égale au poids et à la poussée d'Archimède.
- c) la force de frottement et la poussée d'Archimède deviennent égales au poids.
- d) la poussée d'Archimède devient égale au poids et à la force de frottement.

7- Quel est le type de mouvement d'un solide soumis à l'équation horaire : $x = -5 t^2 + 20 t + 3$ SI.

- a) mouvement uniforme de vitesse $v = -10 t + 20$ SI.
- b) mouvement uniforme de vitesse $v = -5 \text{ m.s}^{-1}$.
- c) mouvement uniformément accéléré d'accélération $a = 5 \text{ m.s}^{-2}$.
- d) mouvement uniformément retardé d'accélération $a = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

8- Sur Terre, un solide de masse m est lancé vers le haut avec une vitesse initiale de 20 km/h depuis un point d'altitude 12 m. Une des équations horaires possibles du mouvement est :

- a) $z = -4,9 t^2 + 20 t + 12$.
- b) $z = -9,8 t^2 + 5,6 t + 12$.
- c) $z = 4,9 t^2 - 5,6 t - 12$.
- d) $z = -4,9 t^2 + 20 t + 0,012$.

9- Quatre billes sont lancées d'une même altitude au même instant. La première est lancée vers le haut, la deuxième vers le bas, la troisième horizontalement et la quatrième est lâché sans vitesse initiale. Toutes les quatre tombent sur un sol horizontal. Les frottements étant négligés, on note les dates de contact avec le sol t_1 , t_2 , t_3 et t_4 respectivement. On a :

- a) $t_2 < t_4 < t_3 < t_1$.
- b) $t_2 < t_3 < t_4 < t_1$.
- c) $t_2 < t_3 = t_4 < t_1$.
- d) $t_2 < t_3 = t_4 = t_1$.

10- Un élastique est fixé à un crochet. On suspend une masse marquée au bout de l'élastique et on l'abandonne sans vitesse. La masse descend puis remonte. Lorsque son centre d'inertie G est à son point le plus bas:

- a) l'accélération de G est nulle.
- b) le vecteur accélération de G est dirigé vers le bas.
- c) la vitesse de G est nulle.
- d) le vecteur vitesse est dirigé vers le haut.

11- Lors d'un mouvement circulaire et uniforme :

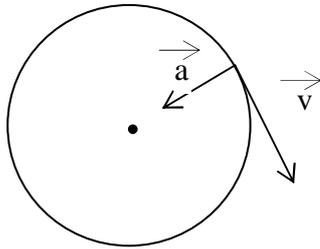
- a) la valeur de l'accélération est constante.
- b) le vecteur accélération est tangent à la trajectoire.
- c) le vecteur vitesse est constant.
- d) le vecteur accélération est constant.

12- La période de révolution d'une planète est :

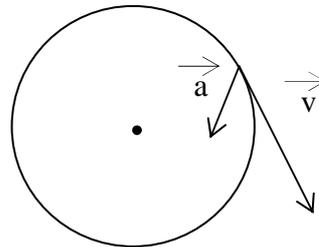
- a) la durée d'un jour sur cette planète.
- b) la durée d'une rotation propre.
- c) la durée pendant laquelle un satellite naturel de la planète fait un tour complet autour d'elle.
- d) la durée de parcours de l'orbite.

13- Soit un solide en mouvement circulaire uniformément retardé, les vecteurs vitesse et accélération peuvent être représentés de la façon suivante :

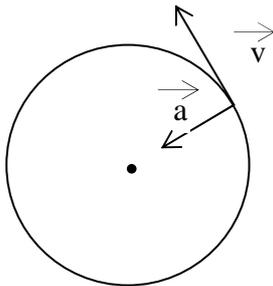
a)



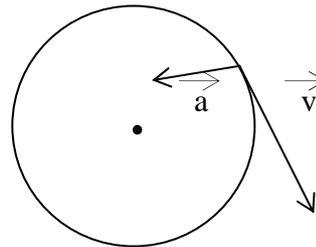
b)



c)



d)



14- Le disque d'une meuleuse tourne à 5000 tours par minute. Le disque est formé de grains très durs noyés dans un polymère. On considère l'un de ces grains à une distance d de l'axe de rotation. Lorsque la vitesse de rotation passe à 10000 tours par minute, la résultante des forces appliquées au grain:

- a) a été multipliée par 4.
- b) a été doublée.
- c) est restée inchangée.
- d) a été divisée par 2.

15- On considère un satellite terrestre en mouvement circulaire de rayon r à la vitesse v dans le référentiel géocentrique. Si le rayon passe à la valeur $4r$:

- a) v est multipliée par 2.
- b) v est divisée par 2.
- c) v est divisée par 4.
- d) v est divisée par 16.

Questionnaire à choix multiples
Les ondes

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"/>