

EXAMEN DE MATURITA
DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHÈQUES ET FRANCO-SLOVAQUES

Année scolaire 2005 – 2006
Session de mai 2006

ÉPREUVE 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..... | Champ électrique |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Pendule simple |
| 3. Problème..... | Match de curling |
| 4. Étude de document..... | Propos cosmologique |
| 5. Questionnaire à choix multiple..... | Optique |

Questions de cours

Champ électrique

A- Description du champ électrique

a) Soient deux charges électriques q_A et q_B situées respectivement aux points A et B de l'espace et séparées d'une distance AB notée d .

Représenter les forces appliquées à ces deux charges en distinguant deux cas, puis donner l'expression vectorielle de ces forces.

b) Qu'est ce qu'une ligne de champ ?

Représenter les lignes de champ électrique créées par une charge ponctuelle en distinguant deux cas. Préciser comment ce champ est qualifié dans les deux cas.

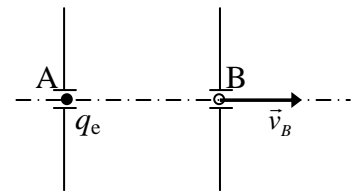
c) Qu'est ce qu'un champ électrique uniforme ? Que peut on dire alors des lignes de champ ?

Calculer le champ électrique à l'intérieur d'un condensateur plan soumis à une différence de potentiel $U = 2000$ V, sachant que la distance entre les armatures $d = 10$ cm.

B- Mouvement dans un champ uniforme

On désire accélérer un électron, dans le vide, par un champ électrique. Au départ, il se trouve au point A (voir la figure ci-dessous) avec une vitesse v_A quasiment nulle. Désignons par m_e la masse de l'électron et par $q_e (= -e)$ sa charge. On néglige l'effet du poids.

a) Recopier la figure ci-contre et ajoutez-y le signe des armatures, le vecteur champ électrique \vec{E} , la force électrostatique \vec{F}_e s'appliquant sur l'électron et le vecteur accélération \vec{a} de l'électron. Représenter par une flèche la tension U entre les armatures de sorte que U soit positif.



b) Exprimer le travail W d'une force constante \vec{F} le long d'un déplacement rectiligne $\Delta\vec{r}$. Déduisez-en le travail de \vec{F}_e (en fonction de U) le long du segment \overline{AB} .

c) En vous appuyant sur les résultats précédents, exprimer le volt en fonction des unités fondamentales SI (kg, m, s, A). En déduire l'expression de l'électron-volt en fonction des unités fondamentales SI (kg, m, s, A). En déduire, en le justifiant, quelle est la grandeur physique dont l'électron-volt est l'unité.

d) Donner une définition de l'électron-volt.

e) Énoncer le théorème de l'énergie cinétique. Utilisez-le pour exprimer la vitesse v_B de l'électron en B en fonction de U , m_e et q_e .

Exercice à caractère expérimental

Le pendule simple

On se propose de déterminer expérimentalement l'intensité de la pesanteur g à partir de la période des oscillations d'un pendule simple. On dispose alors d'un support, d'un fil inextensible de masse négligeable et de longueur réglable, d'une bille de diamètre 5 cm, munie d'un petit crochet, d'un chronomètre et d'une règle.

- 1) On souhaite mesurer la période du mouvement. Quelles sont les deux positions du pendule (lors de son mouvement) qui peuvent servir au déclenchement (et à l'arrêt) du chronomètre ? Laquelle de ces deux positions permet d'avoir une plus grande précision sur la mesure ? Justifier.
- 2) On suppose que le temps de réaction du manipulateur est de 0,1 s et que la période est voisine d'une seconde. En comparant les erreurs relatives, expliquer pourquoi il est préférable de mesurer la durée de 20 périodes plutôt que d'une seule.
- 3) Pourquoi le fil doit-il être inextensible ? Justifier brièvement.
- 4) On effectue une série de mesures en modifiant entre chaque mesure la longueur l du fil. Les durées θ de 20 périodes sont consignées dans le tableau suivant.

| | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| l [cm] | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 25,0 | 30,0 | 35,0 | 40,0 | 45,0 | 50,0 |
| θ [s] | 14,1 | 16,8 | 18,8 | 21,2 | 22,9 | 24,5 | 62,2 | 27,8 | 28,9 |
| T^2 [s ²] | | | | | | | | | |

Compléter la dernière ligne du tableau en y consignant la valeur du carré de la période du mouvement. Les résultats sont-ils tous pertinents ? Conclure.

- 5) Tracez le graphique de T^2 en fonction de l . Pour l'échelle, vous prendrez en abscisse : 1 cm \Leftrightarrow 5 cm, et en ordonnée : 1 cm \Leftrightarrow 0,2 s².
- 6) Pour quelle valeur de l la droite coupe-t-elle l'axe des abscisses ? Pourquoi ne passe-t-elle pas par l'origine ? En déduire l'erreur commise par le manipulateur.
- 7) Déterminer la valeur du coefficient directeur de la droite obtenue.
- 8) En déduire la valeur expérimentale de l'intensité de la pesanteur g .
- 9) Dans les conditions de l'expérience, le champ de pesanteur théorique est $g_{th} = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$; calculer l'écart relatif entre la valeur théorique et expérimentale.
- 10) Les oscillations sont amorties. Pourquoi ? Donner deux raisons.

Problème

Match de curling

Introduction au curling :

Le curling est un sport olympique qui se joue sur une patinoire parfaitement horizontale. Les joueurs lancent des pierres de 20 kg dans le but de les placer sur « le bouton », milieu des cercles concentriques sur l'autre bout de la piste (voir le schéma). Pour contrer, l'adversaire peut soit placer une pierre plus proche du bouton : c'est le « draw » ; soit lancer une pierre rapide pour enlever une pierre bien placée par un choc : c'est le « take-out ». Ce qui compte c'est le nombre de pierres près du bouton à la fin du jeu.

- 1) Si la pierre se déplaçait sur la glace sans frottement, quelle serait la nature de son mouvement? Justifier. Quelles seraient les conséquences pour le jeu ?

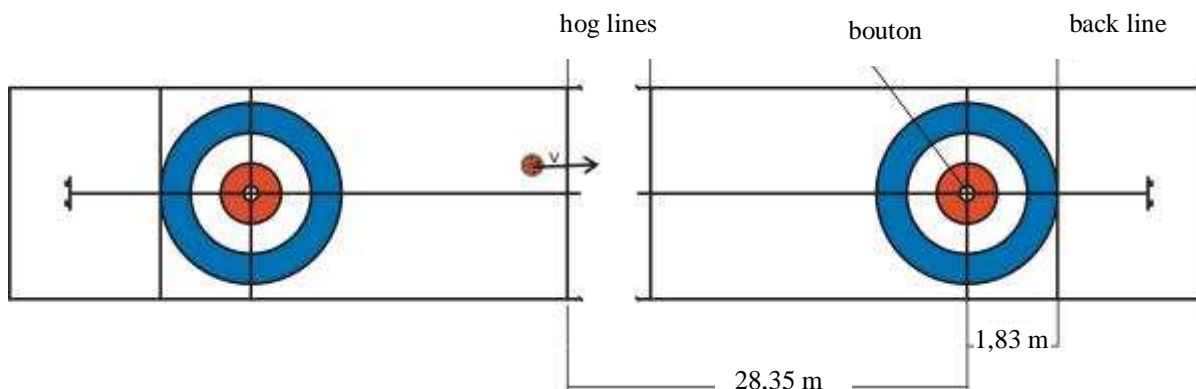
Envisageons maintenant une situation réelle. La pierre se déplace avec frottements.

Au cours d'un match, un joueur lance une pierre et celle-ci arrive au centre des cercles (sur le bouton, donc) à la distance de 28,35 m de la ligne de lancé dite « hog-line ». A l'instant du lâché sur la hog-line, la vitesse de la pierre est de 2,56 m/s.

- 2) Faire le bilan des forces s'exerçant sur la pierre au cours de son mouvement sur la glace. Représenter ces forces ainsi que le sens du mouvement sur un schéma clair. Préciser les caractéristiques de chacune de ces forces.
- 3) En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calculer la norme de la force de frottement, supposée constante, entre la pierre et la glace.
- 4) A quelle distance du bouton la pierre s'arrêterait-elle, si la piste était inclinée de 1 cm (pour une longueur de 28,35 m) dans le sens du mouvement de la pierre ? On suppose la force de frottement constante et égale à la valeur trouvée dans la question 3.)

Lors du « take-out », un joueur de l'équipe adverse veut frapper la pierre qui est sur le bouton, de façon à ce que sa pierre reste sur le bouton à la place de celle qui y est déjà, et que cette dernière soit sortie du jeu (elle doit quitter la piste appelée « back-line », située à 1,83 m du bouton).

- 5) On suppose que lors du choc, l'énergie de la pierre lancée sera intégralement transmise à la pierre qui est sur le bouton sous forme d'énergie cinétique. Quelle est alors la vitesse que le joueur adverse doit communiquer à la pierre sur la « hog-line » ? On suppose la force de frottement constante et égale à la valeur trouvée dans la question 3.)



Etude de document

Propos cosmologiques

Depuis l'Antiquité, divers « systèmes du monde » ont été échafaudés mais aucun ne s'impose jusqu'à celui de Ptolémée (II^e siècle) dans lequel, comme dans la majorité des systèmes anciens, la Terre est au centre de l'Univers et les corps célestes se déplacent autour d'elle.

Copernic fait publier en 1543 *De revolutionibus orbium cœlestium* (Les révolutions des sphères célestes) où il argumente en faveur d'un système héliocentrique.

L'astronome danois Tycho Brahé (1546-1601) effectue des mesures d'une grande précision pour l'époque ; elles ont permis à Kepler (1571-1630) d'élaborer la théorie planétaire par ses lois empiriques :

- loi des orbites elliptiques : chaque planète décrit une ellipse dont le soleil occupe l'un des foyers ;
- loi des aires : le rayon vecteur Soleil-planète balaie des aires égales en des temps égaux ;
- loi des périodes : les carrés des temps de révolution des planètes sont proportionnels aux cubes des grands axes des orbites.

A la même époque, Galilée (1564-1642) améliore à la fois la théorie et l'observation ; il argumente en faveur du système héliocentrique, il étudie les lois du mouvement des objets sur Terre.

Newton (1642-1727) unifie mécanique terrestre (chute des corps de Galilée) et mécanique céleste (lois de Kepler) autour de la loi de gravitation universelle et de trois principes : le principe d'inertie, le principe fondamental de la dynamique et le principe de l'action et de la réaction.

Newton montre qu'une force universelle unique maintient les planètes sur leurs orbites autour du soleil, les comètes sur leurs trajectoires autour du soleil, chaque système de satellites autour de sa planète principale, provoque la chute des corps, maintient les objets sur Terre, est responsable des marées... Cette force est la force de gravitation universelle : quelles que soient leurs positions dans l'univers, deux corps A et B quelconques sont soumis à une attraction mutuelle : ils exercent l'un sur l'autre une force attractive, de valeur proportionnelle à la masse de chaque corps et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare.

Questions

Remarque : Les réponses attendues doivent être courtes et claires. Elles ne doivent être justifiées que lorsque cela est demandé.

- 1- Quel est le premier système à s'être imposé dans le monde ?
- 2- Quel est la particularité de ce premier système ? Comment appelle-t-on ce système ?
- 3- Quel autre système est défendu à partir du 16^{ème} siècle ? Qui est un des premiers à défendre ce système ?
- 4- Qu'est ce qui a permis de faire évoluer les idées en astronomie ?
- 5- Quelle méthode a utilisé Kepler pour élaborer sa théorie planétaire.
- 6- Selon Kepler, quel type de trajectoire décrit une planète ?
- 7- Le mouvement d'une planète (décrivant une trajectoire du type de la question 6) est-il uniforme ? Justifier.
- 8- En appelant T le temps de révolution et a la longueur du grand axe des orbites elliptiques, traduire la loi des périodes de Kepler par une expression mathématique.
- 9- Avec qui, de Copernic ou Ptolémée, Galilée est-il d'accord ? Sur quel point ?
- 10- Quelle date unit Galilée et Newton ? Expliquer.
- 11- Quels domaines de la physique réussit à unifier Newton ?
- 12- Quels lois et principes énonce Newton ?
- 13- Qu'est ce qui est responsable à la fois du maintien des comètes sur leurs trajectoires et des marées ?
- 14- A quel principe fait référence « deux corps A et B quelconques sont soumis à une attraction mutuelle » ?
- 15- En vous référant uniquement au texte, et non à vos connaissances, écrire une expression mathématique qui traduise la force de gravitation universelle. Justifier chaque terme de l'expression.

Questionnaire à choix multiple

Optique

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 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
 e) aucune proposition n'est correcte

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

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

| | | |
|----|----|---|
| 1c | 0. | a b c d e |
| | — | <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |

1. Lorsqu'un faisceau de lumière blanche traverse un prisme, la lumière est:
 - a) diffractée
 - b) dispersée
 - c) simplement déviée
 - d) monochromatique
 - e) aucune proposition n'est correcte

2. La relation qui lie la longueur d'onde λ_0 , la vitesse de l'onde c et sa période temporelle T est:
 - a) $\lambda_0 = \frac{c}{T}$
 - b) $\lambda_0 = c \cdot T$
 - c) $\lambda_0 = \frac{T}{c}$
 - d) $\lambda_0 = \frac{T \cdot c}{2}$
 - e) aucune proposition n'est correcte

3. Lorsqu'un faisceau de lumière rencontre un obstacle de faibles dimensions, la lumière est:
 - a) diffractée
 - b) dispersée
 - c) simplement déviée
 - d) réfractée
 - e) aucune proposition n'est correcte

4. La distance focale d'une lentille de vergence égale à 20δ vaut:
 - a) 20 m
 - b) - 20 cm
 - c) 5 cm
 - d) - 5 m
 - e) aucune proposition n'est correcte

5. Une loupe grossit un objet parce que:
- l'image est plus proche de l'œil
 - le diamètre apparent de l'image est plus grand
 - le diamètre de la lentille est plus grand que le diamètre de la pupille
 - le diamètre apparent de l'image est plus petit
 - aucune proposition n'est correcte
6. Tout rayon passant par le centre optique O d'une lentille mince la traverse:
- sans être dévié
 - en subissant une réflexion
 - en suivant une trajectoire courbe
 - ressort parallèle à l'axe optique
 - aucune proposition n'est correcte
7. Tout rayon incident parallèle à l'axe optique d'une lentille mince convergente émerge en passant par:
- le foyer principal objet F de la lentille convergente
 - le centre optique O de la lentille convergente
 - la distance focale
 - le foyer principal image F' de la lentille convergente
 - aucune proposition n'est correcte
8. Si le grandissement transversal vaut -1, alors:
- l'image est de même sens que l'objet
 - l'image et l'objet ne sont pas équidistants par rapport à la lentille
 - l'image et l'objet sont de même taille
 - l'image et l'objet ne sont pas de même taille
 - aucune proposition n'est correcte
9. Lorsqu'une onde lumineuse passe d'un milieu transparent dans un autre milieu transparent elle change :
- de fréquence
 - de couleur
 - aucune de ses grandeurs caractéristiques
 - de longueur d'onde, de fréquence et de couleur
 - de longueur d'onde
10. Un rayon lumineux se propage dans l'air et arrive, avec un angle d'incidence $i_1 = 30^\circ$, sur un bloc de verre d'indice $n = 1,5$. L'angle de réfraction i_2 est:
- $48,6^\circ$
 - $0,75^\circ$
 - $19,5^\circ$
 - $0,33^\circ$
 - $54,7^\circ$
11. Une onde a pour fréquence 5 MHz. Quelle est sa longueur d'onde dans le vide?
- 1,6 cm
 - $2 \mu\text{m}$
 - $60 \mu\text{m}$
 - 60 m
 - $1,6 \mu\text{m}$
12. L'image produite par une lentille divergente est toujours:
- réelle
 - renversée par rapport à l'objet
 - infiniment petite
 - plus grande que l'objet
 - virtuelle

13. On cherche sur un écran l'image d'un objet. La distance lentille-objet est égale à la distance focale. Quelle est la caractéristique de l'image?
- a) L'image est renversée, réelle, plus petite.
 - b) L'image est à l'infini.
 - c) L'image est droite, réelle, plus petite.
 - d) L'image est renversée, virtuelle, plus grande.
 - e) L'image est droite, virtuelle, plus grande.
14. Si deux lentilles minces de même distance focale f sont accolées, elles sont équivalentes à une lentille unique de distance focale F avec:
- a) $F = \frac{1}{2}f$
 - b) $F = 2f$
 - c) $\frac{1}{F} = \frac{1}{f^2}$
 - d) $F = \sqrt{2}f$
 - e) $F = f$
15. On observe des rayons traversant une lentille mince convergente.
- a) Le rayon passant par le centre de la lentille est arrêté.
 - b) Le rayon arrivant parallèlement à l'axe optique ressort parallèlement à l'axe optique.
 - c) Le rayon passant par le centre de la lentille arrive parallèlement à l'axe optique.
 - d) Le rayon sortant par le foyer image arrive parallèlement à l'axe optique.
 - e) Le rayon sortant par le foyer image n'a pas été dévié.

| | |
|-----|---|
| 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"/> |