

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..... | Oscillateurs mécaniques et électriques |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Détermination de la distance focale d'une lentille |
| 3. Problème..... | Principe de l'oscilloscope |
| 4. Etude de document..... | Le radiomètre de Crookes |
| 5. Questionnaire à choix multiple..... | Optique ondulatoire et corpusculaire |

Question de cours

Oscillateurs mécaniques et électriques

- 1-a) Citer 2 oscillateurs naturels et 3 oscillateurs artificiels.
 b) Quelles sont les différences entre un oscillateur libre, un oscillateur entretenu et un oscillateur forcé ?
 c) Avec quel type d'oscillations peut on obtenir le phénomène de résonance ?
 d) Dans une guitare classique, indiquer le résonateur et l'excitateur.

- 2-a) Quelle est la différence entre la pseudo-période et la période propre ?
 b) Donner les expressions des périodes propres d'un oscillateur électrique RLC série et d'un oscillateur mécanique, constitué d'un système masse- ressort.

- 3-a) Que se passe t'il d'un point de vue énergétique pendant les oscillations mécaniques d'un système masse- ressort?
 b) Même question pour des oscillations électriques.
 c) Que devient l'énergie perdue d'un oscillateur électrique ou mécanique amorti ?

- 4- a) Etablir l'équation différentielle d'un oscillateur mécanique libre non amorti, constitué d'un solide S, de masse m, attaché à un ressort horizontal de raideur k. Donner l'équation horaire du mouvement de cet oscillateur.
 b) Un oscillateur mécanique, constitué d'un solide S, de masse $m = 500\text{g}$, attaché à un ressort de raideur $k = 40\text{ N/m}$, évolue sur un banc à coussin d'air sans frottements. Au temps $t = 0$, on l'écarte de $5,0\text{ cm}$ de sa position d'équilibre et on le lâche sans vitesse initiale. Calculer la pulsation et la phase à l'origine. En déduire l'expression numérique de l'équation horaire de cet oscillateur.
 c) Etablir l'équation différentielle d'un oscillateur électrique, constitué d'un condensateur de capacité C et d'une bobine d'inductance L et de résistance interne négligeable, montés en série. Donner l'équation horaire de la charge de cet oscillateur.

5- Recopier et, en vous aidant des questions précédentes, compléter le tableau suivant présentant les analogies entre oscillateur électrique et mécanique:

Oscillateur mécanique	x	v	k	M	$E_c =$	$E_{pe} =$
Oscillateur électrique						

Exercice à caractère expérimental

Détermination de la distance focale d'une lentille

On se propose de déterminer expérimentalement la distance focale d'une lentille. Pour cela on dispose :

- d'un banc d'optique et d'une lentille mince
- d'un objet lumineux AB
- d'un support pour un écran

1- On ne sait pas si la lentille est convergente ou divergente.

1-a) Comment on peut, en la touchant, déterminer la nature de cette lentille ? Justifier.

1-b) Expliquer comment on peut expérimentalement confirmer ce résultat à l'aide des rayons du soleil.

2- On constate grâce aux deux techniques précédentes que la lentille est convergente.

2-a) Sur un schéma, représenter la lentille, son centre optique O, et ses foyers principaux F et F'.

2-b) Construire à l'aide des trois rayons principaux l'image A'B' de l'objet AB de façon à ce que celle-ci soit observable sur un écran.

2-c) Donner les caractéristiques de cette image.

3-L'objet AB étant fixe, on déplace la lentille (L) parallèlement à elle-même, le point O restant sur le même axe AO. On recueille l'image réelle A'B' en déplaçant l'écran pour avoir une image nette. On réalise ainsi plusieurs mesures des distances AO et AA' consignées dans le tableau suivant:

AO (cm)	13,5	14,5	16	20	25	40	60
AA' (cm)	159	98	69	53	50	58,5	76
$\frac{1}{OA}$ (en m ⁻¹)							
$\frac{1}{OA'}$ (en m ⁻¹)							

3-a) Que représente la distance AA'?

3-b) Recopier et compléter ce tableau en calculant l'inverse des mesures algébriques de OA et OA'.

3-c) Représenter graphiquement $\frac{1}{OA'}$ en fonction de $\frac{1}{OA}$.

3-d) Quel est le coefficient de la droite obtenue ?

3-e) Rappeler la formule de conjugaison de Descartes. Montrer que la courbe précédente vérifie cette formule.

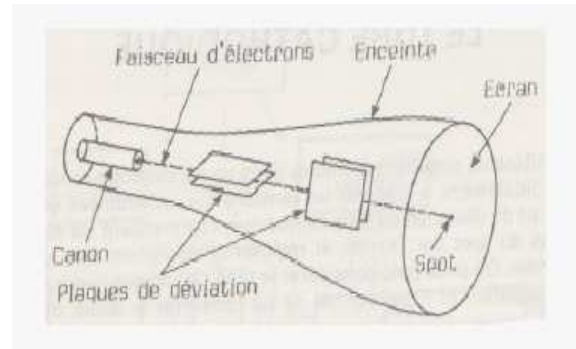
3-f) Trouver à l'aide de la représentation graphique, la distance focale image OF'.

3-g) Calculer l'écart absolu et l'écart relatif avec la valeur théorique de la vergence donnée par la distributeur: $C_{\text{théorique}} = 8,3 \delta$.

Problème

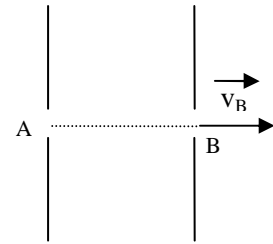
Principe de l'oscilloscope

Dans un oscilloscope, un faisceau d'électrons est accéléré par un canon à électron puis successivement dévié verticalement et horizontalement par des plaques horizontales et verticales soumises à une tension. Les électrons arrivent ensuite sur un écran et créent un spot fluorescent.



I- Etude du canon à électron

Les électrons émis arrivent en A avec une vitesse négligeable. Ils sont soumis à une tension $|U_{AB}| = 1200 \text{ V}$ et ressortent du canon par B avec une vitesse v_B .

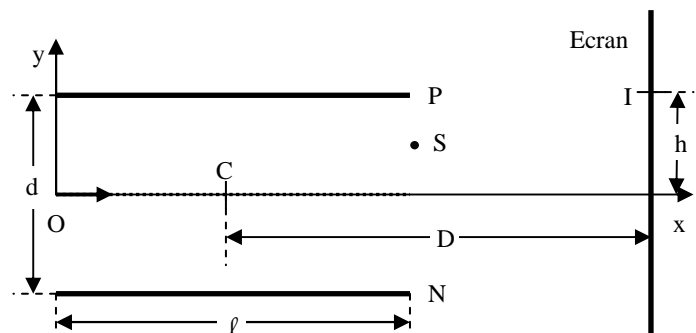


- 1- Recopier le schéma du canon à électron et ajouter les forces appliquées aux électrons, le champ électrique. Quel est le signe de la tension U_{AB} ?
- 2- Déterminer les valeurs du champ électrique et des forces appliquées à l'électron.
- 3- Justifier que le poids de l'électron est négligeable.
- 4- Déterminer la vitesse v_B de l'électron à la sortie du canon à électron.

Données : $m_{(e^-)} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $g = 9,8 \text{ N/kg}$; $AB = 5 \text{ cm}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

II- Déflexion verticale

Le faisceau d'électrons arrive en O, avec la vitesse v_B , entre les plaques P et N d'un condensateur plan horizontal. Ils sont déviés vers le haut et sortent du condensateur en un point S et continuent tout droit vers un point I sur l'écran. Si vous n'avez pas trouvé la vitesse dans la première partie, vous prendrez $v_B = 2,1 \cdot 10^7 \text{ m/s}$.

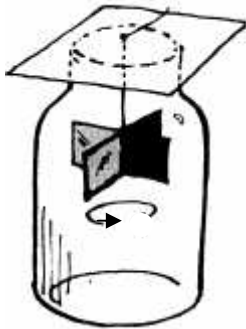


- 1- Faire le bilan des forces appliquées à l'électron. Donner les caractéristiques de ces forces.
- 2- Etablir dans le repère (Ox, Oy) les équations horaires du mouvement de l'électron entre les plaques P et N.
- 3- Etablir l'équation de la trajectoire. Quelle est la nature de cette trajectoire ?
- 4- Déterminer les coordonnées du point S, qui est le point où l'électron sort du condensateur pour une tension $U_{PN} = 200 \text{ V}$.
- 5- Que peut-on dire de la trajectoire des électrons après le point S ? Justifier.
- 6- On admet que le point C, centre du condensateur, et les points S et I sont alignés. En utilisant le théorème de Thalès, montrer que la hauteur h et la tension U_{PN} sont reliées par une constante. Exprimer en fonction des données de l'énoncé, puis calculer cette constante.
- 7- Un oscilloscope mesure une tension continue de 5 V . Déterminer la tension U_{PN} si la sensibilité verticale est réglée sur 2 V/cm .

Données : $d = 2 \text{ cm}$; $l = 5,0 \text{ cm}$; $D = 20 \text{ cm}$.

Exploitation de document

Le radiomètre de Crookes



Vous avez déjà probablement vu ce curieux petit dispositif qui se met à tourner lorsqu'il est exposé à une lumière vive. Il se mettra à tourner aussi dans l'obscurité près d'un radiateur où même entre les paumes de vos mains... Dans l'ampoule où il règne un vide presque total, on a attaché un moulinet comportant quatre pales très légères, brillantes sur une face et noircies sur l'autre.

L'explication de la rotation du moulin continue encore. Physicien et chimiste britannique, William Crookes lui-même inventeur de l'appareil à la fin de XIX^{ème} siècle, n'en avait pas une explication très convaincante. Il a fallu que de grands noms comme Maxwell (théorie des gaz et inventeur des équations régissant les ondes électromagnétiques), Reynolds (qui s'est rendu célèbre pour les écoulement de fluides) et Einstein (qu'on ne présente plus) s'y mettent successivement pour que l'on y comprenne vaguement quelque chose...

La première idée qui vient à l'esprit, est la suivante: La lumière, constituée de petits grains (les photons) vient frapper les ailettes du moulin. Les photons rebondissent sur les faces brillantes et leurs communiquent plein de "quantité de mouvement", alors qu'ils sont absorbés sur les faces noires, et donc, en communiquent moins. Cela s'appelle la "pression de radiation". C'est elle qui repousse les poussières des queues cométaires à l'opposé du Soleil et pourrait servir dans le futur à créer des vaisseaux à gigantesques voiles solaires. Le problème, c'est que si l'explication était bonne, le moulin tournerait dans l'autre sens...

Voici comment tourne le moulin "pour de vrai". Ce sont les faces noires qui sont repoussées, quel que soit l'endroit d'où provient la lumière, et non pas les brillantes. En fait, c'est le gaz résiduel qui joue le rôle clef. D'ailleurs, quand l'ampoule contient de l'air à la pression ambiante, le phénomène n'a pas lieu. Trop de gaz et il y a trop de frottements, pas assez, et la lumière seule ne peut plus causer le phénomène. La face noire absorbe plus de lumière que la face brillante: elle s'échauffe donc plus. Le gaz situé à proximité immédiate se dilate, et repousse l'ailette. On peut dire aussi que les molécules du gaz accélèrent, et qu'alors les collisions sur la lame seront plus violentes, d'où la répulsion... Remarquez que cela explique aussi la rotation dans l'obscurité, à proximité d'un radiateur qui émet des infrarouges. Ceux-ci vont se comporter comme la lumière visible, même si nos yeux ne les perçoivent pas. Enfin, Einstein, puis Reynolds ont invoqué des phénomènes différents de principe mais conduisant au même comportement: La densité du gaz étant plus faible sur la face chauffée que sur l'autre, il y a transfert de matière de la face à "forte densité" vers celle à "faible densité". Ce qui explique le renouvellement du gaz sur la face chaude, et surtout réduit la résistance à l'avancement du gaz situé sur la face froide. Que de subtilités...

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

Questions:

- 1- Quand et par qui ce moulin a été construit ?
- 2- Citer 3 manières de mettre le radiomètre en mouvement ?
- 3- Décrire soigneusement les trois explications de son fonctionnement évoquées dans le document.
- 4- Quelle observation a permis d'éliminer une de ces explications ?
- 5- Expliquer comment pourrait fonctionner un vaisseau à voile solaire.
- 6- Expliquer pourquoi le radiomètre ne fonctionne pas à vide. Même question à pression atmosphérique.
- 7- Pourquoi le radiomètre ne fonctionnerait-il pas avec seulement des faces noires ?
- 8- Est-il nécessaire d'avoir une lumière visible pour voir le radiomètre tourner ? Justifier.

Questionnaire à choix multiples Optique ondulatoire et corpusculaire

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 :

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

Données: $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

1- Quel phénomène ou expérience permet de mettre en évidence le caractère corpusculaire de la lumière ?

- a) l'expérience des trous d'Young,
 b) la réfraction de la lumière cohérente d'un laser,
 c) la dispersion de la lumière par un prisme,
 d) l'effet Compton,
 e) la diffraction de la lumière par un prisme.

2- Dans les milieux transparents, la valeur de la vitesse de la lumière :

- a) est plus grande que dans le vide,
 b) est plus faible que dans l'air,
 c) ne dépend pas de la nature du milieu transparent,
 d) est égale à celle qu'elle a dans le vide,
 e) est limitée par l'épaisseur du milieu transparent.

3- Le phénomène de diffraction n'est pas observable si :

- a) l'ouverture est plus grande que la longueur d'onde,
 b) l'ouverture est de même dimension que la longueur d'onde,
 c) la lumière est polychromatique,
 d) on utilise un réseau,
 e) l'ouverture est plus grande que le faisceau de lumière.

4- Il est possible d'obtenir des franges d'interférence avec :

- a) deux sources de lumière indépendantes,
- b) deux sources de lumière provenant d'une même source,
- c) deux sources de lumière monochromatique de fréquences différentes,
- d) deux sources de lumière polychromatique de fréquences différentes,
- e) deux sources de lumière primaires.

5- Les interférences en un point M sont constructives si :

- a) les ondes arrivent en M en opposition de phase,
- b) la différence de marche est multiple de la demi-longueur d'onde,
- c) les ondes arrivent en M en quadrature,
- d) les deux ondes ont parcouru une même distance,
- e) les deux ondes proviennent de deux sources différentes.

6- Un rayonnement électromagnétique a une fréquence de 89,7 MHz. La longueur d'onde des ondes utilisées :

- a) vaut $3,00 \times 10^{-3}$ m,
- b) vaut 0,300 cm,
- c) appartient au domaine des ondes ultraviolettes,
- d) appartient au domaine de l'infra-rouge,
- e) appartient au domaine des ondes radio.

7- Parmi les classements suivants, quel est celui qui classe les domaines d'ondes électromagnétiques du plus énergétique au moins énergétiques.

- a) ondes hertziennes ; rayons γ ; ultraviolet ; infrarouge ; lumière visible,
- b) ondes hertziennes ; infrarouge ; lumière visible ; ultraviolet ; rayons γ ,
- c) rayons γ ; ultraviolet ; lumière visible ; infrarouge ; ondes hertziennes,
- d) ultraviolet ; lumière visible ; infrarouge ; ondes hertziennes ; rayons γ ,
- e) rayons γ ; infrarouge ; lumière visible ; ultraviolet ; ondes hertziennes.

8- Qui le premier a émis la théorie des quanta ?

- a) Planck,
- b) Einstein,
- c) Bohr,
- d) Compton,
- e) Schrödinger.

9- L'effet photoélectrique se traduit par l'extraction d'un électron par :

- a) un photon de grande longueur d'onde,
- b) un photon de petite longueur d'onde,
- c) un autre électron,
- d) un proton,
- e) l'action combinée d'un photon et d'un électron.

10- L'isotope 22 du néon se désexcite en émettant un photon d'énergie égale à 1,27 MeV. La longueur d'onde de l'onde associée vaut :

- a) 970 fm,
- b) 9,7 pm,
- c) $9,7 \times 10^{-15}$ m,
- d) $9,7 \times 10^{-3}$ nm,
- e) 970 pm.

11- Pour un atome d'hydrogène, les niveaux d'énergie sont donnés par la relation $E_n = -13,6/n^2$ (en eV). L'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène vaut :

- a) elle est nulle,
- b) 10,2 eV,
- c) $2,18 \cdot 10^{-18}$ J,
- d) -13,6 eV,
- e) elle dépend de n.

12- Parmi les affirmations suivantes, laquelle est exacte :

- a) le spectre d'émission d'un atome est un spectre continu,
- b) si l'énergie d'un atome est nulle, il est dans son état fondamental,
- c) l'atome dans son état fondamental peut émettre un photon,
- d) l'énergie d'un atome est quantifiée,
- e) s'il est dans son état fondamental, son énergie est maximale.

13- Lorsqu'un ion absorbe un électron,

- a) son énergie augmente,
- b) son énergie diminue,
- c) son énergie reste la même,
- d) il absorbe un photon,
- e) il s'ionise.

14- Les étoiles les plus chaudes sont de couleur :

- a) rouge,
- b) jaune,
- c) bleue,
- d) blanche,
- e) variable, ça ne dépend pas de la couleur.

15- La lumière provenant des étoiles présente :

- a) un spectre continu d'émission,
- b) un spectre continu d'absorption
- c) un spectre continu présentant des raies d'absorption,
- d) un spectre continu présentant des raies d'émission,
- e) un spectre de raies d'émission.

Questionnaire à choix multiples
Optique ondulatoire et corpusculaire

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"/>