

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

EXAMEN DE MATURITA BILINGUE

Année scolaire 2011-2012
Session de rattrapage

EPREUVE 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 être 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.

Chaque page **x** de la copie sera numérotée en bas et au centre « **page x/n** »,
n étant le nombre total de pages.

Plan du sujet :

- | | |
|---|--|
| 1. Questions de cours..... | Ondes lumineuses et sonores |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Mécanique classique |
| 3. Problème..... | Flash d'un appareil photo |
| 4. Etude de document..... | Une des plus grandes énigmes de la supraconductivité |
| 5. Questionnaire à choix multiple..... | Physique nucléaire |

Question de cours Ondes lumineuses et sonores

Partie I : Comparaison de la lumière avec le son

On cherche les points communs et les différences entre le son et la lumière. Présentez vos réponses aux questions de la partie I sous forme d'un tableau sur votre copie. (voir ci-dessous)

n° de la question	Réponse pour	
	le son	la lumière
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.	a) b) c)	a) b) c)

1. Quelle est la nature des ondes ?
2. Quelle est la célérité de ces ondes dans l'air ?
3. Quelle est la célérité de ces ondes dans le vide ?
4. Quel est l'organe humain qui perçoit ces ondes ?
5. Quel est l'intervalle des longueurs d'onde dans l'air perceptibles par l'homme ?
6. Quel est l'intervalle des fréquences perceptibles par l'homme ?
7. Citez trois sources d'ondes sonores périodiques et trois sources primaires d'ondes lumineuses.

Partie II : Optique

1. Décrivez une expérience qui prouve que la lumière est une onde (schéma + explication).
2. Décrivez simplement le fonctionnement optique de l'œil humain (schéma de l'œil + explication). Comment l'œil peut-il accommoder pour avoir une image nette sur la rétine d'objets placés à différentes distances ?
3. Expliciter le principe de fonctionnement d'un instrument d'optique de votre choix (loupe, projecteur de diapositive, lunette astronomique, ... (schéma, constitution, propriétés de l'image).

Exercice à caractère expérimental

Oscillateur mécanique

On mesure avec un sonar (télémètre à ultrasons) la position d'un objet de masse m accroché au bout d'un ressort à spires non-jointives vertical de raideur k .

On tire sur la masse m vers le bas, puis on la lâche. On obtient les positions repérées par rapport à la position d'équilibre dans le tableau ci-dessous. L'axe des ordonnées y est orienté vers le haut de manière à avoir $y > 0$ lorsque la masse m est au dessus de la position d'équilibre.

t (s)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
y (cm)	-5,2	-4,6	-2,7	-0,3	2,0	3,4	3,9	3,2	1,7	-0,1	-1,7	-2,7	-2,9	-2,1	-1,0	0,4

1. Faire le schéma du dispositif avec le support, le ressort de raideur k , la masse $m = 100$ g et le sonar. Repérer la position d'équilibre et la position initiale du pendule.
2. Expliquer clairement le principe de fonctionnement du sonar. La vitesse du son dans l'air est ici de $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. De quoi dépend la précision de nos mesures ?

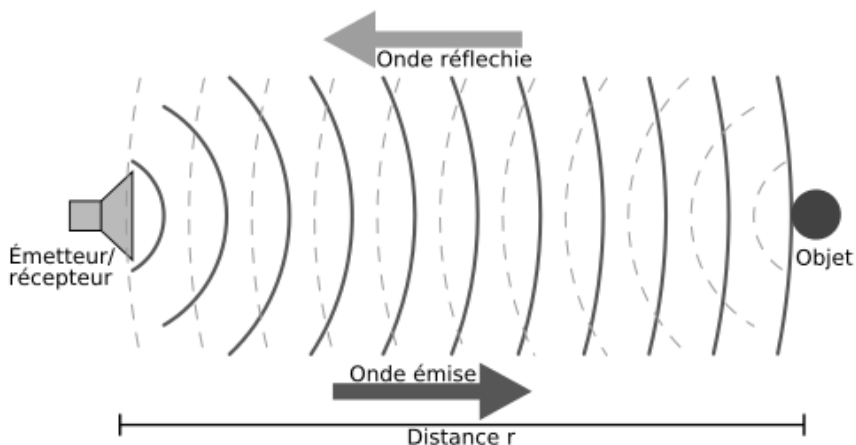
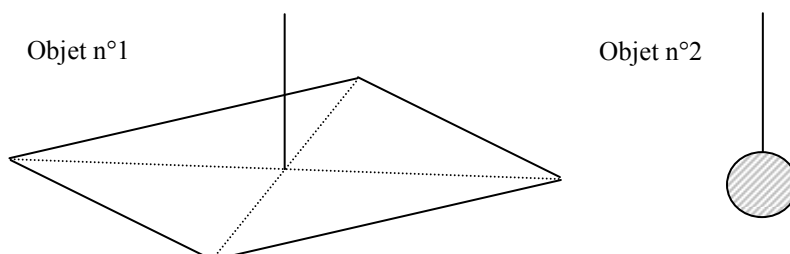


Illustration : Principe du télémètre à ultrason

3. Tracer la représentation graphique de la position y en fonction du temps t sur papier millimétré.
4. Expliquer les raisons possibles de la diminution de l'amplitude. L'objet de masse m utilisé est-il plutôt l'objet n°1 ou n°2 de la figure ci-dessous ? Justifier.



5. Déterminer la valeur de la pseudo-période T des oscillations du dispositif à partir de la courbe.
6. Rappeler la relation entre la pseudo-période des oscillations, la constante de raideur k du ressort et la masse m de l'objet. En déduire la valeur de k .
7. Ajouter en pointillés sur la courbe dessinée précédemment sur le papier millimétré l'allure de l'évolution de la vitesse en fonction du temps. A quelles dates t ($t \in [0 \text{ s}; 1,5 \text{ s}]$), l'énergie cinétique est-elle maximale ?

Problème

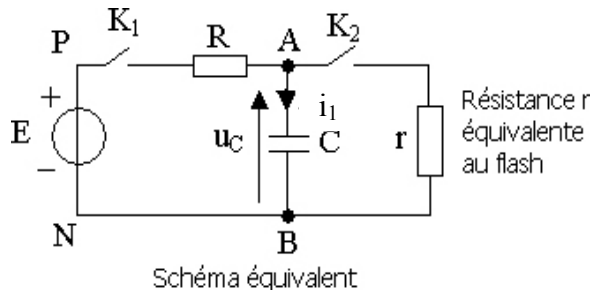
Flash d'un appareil photo

Le principe de fonctionnement du flash d'un appareil photographique est expliqué ci-dessous :

Première phase :

A la mise sous tension du flash (fermeture de l'interrupteur K_1), le condensateur se charge grâce au courant i_1 et emmagasine de l'énergie.

Un dispositif électronique (non représenté sur le schéma) permet d'élever la tension délivrée par les piles électrochimiques à une valeur $E = 300 \text{ V}$.



Deuxième phase : le photographe appuie sur le déclencheur, l'interrupteur K_2 se ferme et le condensateur libère alors quasi-instantanément l'énergie emmagasinée dans la lampe (de résistance r), ce qui produit un flash lumineux.

Données : $C = 100 \mu\text{F}$; $R = 3 \text{ k}\Omega$; $r = 1 \Omega$

Une étude expérimentale a permis d'obtenir les **courbes I et II en annexe** (à rendre avec la copie).

1. Evolution temporelle du système lors des deux phases :

- Identifier les courbes I et II en explicitant très brièvement votre choix.
- Déterminer graphiquement par la méthode de votre choix, les constantes de temps τ_1 (courbe I) et τ_2 (courbe II). La méthode sera explicitée et la détermination devra apparaître clairement sur les courbes qui seront rendues avec la copie.
- Comparer les valeurs des deux constantes de temps. Le résultat de la comparaison est-il en accord avec les conditions de fonctionnement d'un flash ?
- Plusieurs expressions de la constante de temps τ_2 sont proposées ci-dessous :

$$\tau_2 = R/C; \quad \tau_2 = C/R; \quad \tau_2 = R.C; \quad \tau_2 = \sqrt{R.C}$$

A partir des valeurs de R , C et τ_2 , justifier qu'une seule expression est à retenir.

- Vérifier par une analyse dimensionnelle l'expression de la constante de temps trouvée à la question 1.d)

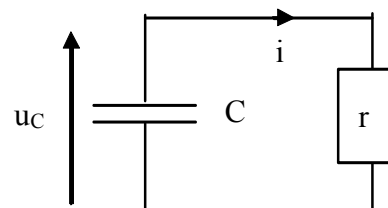
2. Puissances mises en jeu lors des deux phases :

- Quelle est la tension maximale aux bornes du condensateur ? Justifier la réponse.
- En déduire l'énergie maximale emmagasinée par le condensateur.
- On considère que la charge et la décharge est complète à $t = 5 \times \tau$. Calculer la puissance moyenne mise en jeu lors de chaque phase. Quel est l'intérêt pratique de la différence constatée ?
- Pourquoi la résistance r du flash doit être si petite ?

3. Etude théorique du dispositif utilisé :

Montrer que l'équation différentielle vérifiée par u_C lors de la deuxième phase de fonctionnement (K_1 ouvert, K_2 fermé : schéma ci-contre) est de la

forme :
$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{rC} u_C = 0$$



Etude de documents

Une des plus grandes énigmes de la supraconductivité

Les céramiques supraconductrices se comportent-elles comme des métaux ou des isolants? Cette question tourmente bien des physiciens depuis la découverte de ces matériaux très spéciaux qui conduisent l'électricité sans résistance. Mais des chercheurs de l'Université de Sherbrooke semblent enfin avoir élucidé le mystère. À environ $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$, les électrons au sein de certaines céramiques adoptent des comportements étranges: ils se mettent à voyager par paires et conduisent l'électricité sans la moindre perte. À des températures plus clémentes, les électrons se séparent de leurs conjoints et les matériaux redeviennent de très mauvais conducteurs électriques, un peu comme la porcelaine.

Les céramiques étudiées par le professeur Louis Taillefer, de l'Université de Sherbrooke, et ses collaborateurs possèdent cette propriété très recherchée. Elles sont constituées de cristaux d'une grande pureté faits d'un mélange complexe d'yttrium, de baryum, de cuivre et d'oxygène (YBaCuO, dans le jargon). Afin de sonder leur nature profonde, les chercheurs les ont soumises à des champs magnétiques extrêmement puissants au Laboratoire National de champs magnétiques pulsés de Toulouse, en France.

Après cinq ans d'efforts, ils ont enfin pu enregistrer dans les céramiques de minuscules fluctuations – appelées oscillations quantiques – dans la résistance qu'ils opposent au passage du courant. «Ces oscillations sont la signature la plus claire du comportement des électrons dans un métal», explique Louis Taillefer. Et voilà une partie de l'énigme enfin résolue: les céramiques supraconductrices se comportent comme des métaux.

La nouvelle a voyagé dans le milieu scientifique avec autant de facilité que les électrons dans un supraconducteur. Deux semaines après la soumission du manuscrit à la revue Nature, il était accepté. Et la découverte a d'autres implications. L'état supraconducteur constitue une phase de la matière qui dépend de la température, un peu comme la glace et l'eau. Mais en sondant les YBaCuO, l'équipe a identifié une toute nouvelle phase de la matière située entre l'état supraconducteur très froid et l'état de «mauvais conducteur» à plus haute température. Une marge thermodynamique étroite dans laquelle des dizaines de chercheurs vont bientôt se précipiter afin de faire progresser cette science. «On creusait dans une mine de charbon et on vient de trouver une veine d'or, dit Louis Taillefer. On va maintenant commencer à exploiter le filon.»

Grâce aux oscillations quantiques, le chercheur espère apprendre comment fabriquer de meilleurs matériaux supraconducteurs et, qui sait, accomplir un jour le grand œuvre de cette discipline: créer des supraconducteurs qui fonctionnent à la température de la pièce. Des lignes à haute tension sans aucune perte de courant aux ordinateurs quantiques, en passant par les trains à lévitation magnétique, les applications de la supraconductivité se compteront alors par centaines.

Thomas Gervais Québec Science 2008

- 1) Quelle est la particularité de certaines céramiques à basse température?
- 2) Comparer le comportement des électrons à température ambiante et à basse température ?
- 3) Quelle est la composition des céramiques étudiées ? Le texte implique-t-il que seules ces céramiques ont cette particularité ? (Faire une phrase).
- 4) Les céramiques sont-elles plus proches des métaux ou des isolants ? Expliquer.
- 5) Dans l'avenir quel objectif les chercheurs essayent-ils d'atteindre ?
- 6) Quelles seraient alors les applications pour les supraconducteurs ?

Questionnaire à choix multiples

Physique Nucléaire

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 8**. Cette grille devra rester anonyme et être agrafée avec votre copie. Il n'y a pas de points négatifs pour les mauvaises réponses.

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 8 :

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 checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

1. Choisir la seule réponse fausse.

La radioactivité est un phénomène :

- a) artificiel ;
- b) aléatoire ;
- c) spontané ;
- d) indépendant des conditions physiques.

2. Choisir l'affirmation qui est correcte :

- a) La masse du noyau est inférieure à la somme des masses de ses constituants.
- b) La masse du noyau est égale à la somme des masses de ses constituants.
- c) La masse du noyau est supérieure à la somme des masses de ses constituants.
- d) Il n'est pas possible de mesurer la masse d'un noyau car il n'est pas stable.

3. Un nucléide est :

- a) l'ensemble des entités chimiques ayant même numéro atomique Z .
- b) l'ensemble des entités ayant même numéro atomique Z et même nombre de masse A .
- c) l'ensemble des protons et des électrons qui forment un noyau atomique.
- d) le noyau de carbone $^{12}_6\text{C}$ qui sert d'unité de masse en physique nucléaire.

4. Choisir la seule réponse fausse.

Des nucléides isotopes :

- a) ont même numéro atomique mais n'ont pas les mêmes nombres de masse.
- b) diffèrent par leur nombre de neutrons.
- c) diffèrent par leur nombre de protons.
- d) diffèrent par leurs propriétés physiques.

Suite de cet exercice sur la page suivante

5. Choisir deux noyaux isotopes :

- a) ${}_{19}^{40}K$ et ${}_{18}^{40}Ar$;
- b) ${}_{6}^{14}C$ et ${}_{7}^{14}N$;
- c) ${}_{8}^{16}O$ et ${}_{7}^{14}N$;
- d) ${}_{19}^{39}K$ et ${}_{19}^{41}K$.

6. En physique nucléaire on utilise trois unités de masse. Lesquelles ?

- a) kg, MeV, J ;
- b) kg, MeV/c², J ;
- c) eV, kg, u ;
- d) MeV/c², kg, u.

7. Convertir 81,9 u en kg :

- a) $1,36 \times 10^{-25}$ kg ;
- b) $4,93 \times 10^{28}$ kg ;
- c) 76264,7 kg ;
- d) $1,36 \times 10^{-15}$ kg.

8. L'énergie de liaison d'un noyau atomique est :

- a) l'énergie nécessaire pour créer un noyau à partir des nucléons isolés;
- b) l'énergie qu'il faut fournir au noyau au repos pour le dissocier en nucléons isolés.
- c) l'énergie libérée lors de la fission dans un réacteur nucléaire.
- d) l'énergie que nous devons donner à deux noyaux pour les faire fusionner.

9. Le noyau fils obtenu par la désintégration alpha d'un noyau de radium ${}_{88}^{226}Ra$ est le noyau :

- a) d'hélium ${}_{2}^4He$;
- b) de radon ${}_{86}^{222}Rn$;
- c) de radon ${}_{86}^{226}Rn$;
- d) de francium ${}_{87}^{226}Fr$.

10. Calculer le nombre de particules radioactives contenues dans un échantillon de nucléide ${}_{6}^{14}C$ à l'instant de date $t = 20000$ ans. L'échantillon contenait $N = 4,5 \times 10^{23}$ particules à l'instant de date $t = 0$ s. La demi-vie de cet élément est $T_{1/2} = 5700$ ans .

- a) $4,0 \times 10^{22}$.
- b) $2,25 \times 10^{19}$;
- c) $7,89 \times 10^{19}$;
- d) $1,28 \times 10^{23}$.

Suite de cet exercice sur la page suivante

11. L'activité d'un échantillon radioactif diminue en 1 mois à $1/16$ de l'activité initiale. Déterminer une valeur approchée de la demi-vie de ce radionucléide.
- 1 mois ;
 - 24 jours ;
 - 16 jours ;
 - 8 jours.
12. Donner le nom de la réaction qui est utilisée dans les réacteurs nucléaires actuels pour produire l'électricité.
- fusion ;
 - fission ;
 - diffusion ;
 - combustion.
13. Les radioéléments à courte durée de vie sont utilisés en médecine pour :
- l'imagerie par résonance magnétique nucléaire ;
 - la radiothérapie ;
 - la radiographie ;
 - la fabrication des radionucléides à durée de vie longue.
14. Une réaction de fission de l'uranium 235 s'écrit ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{57}^{144}\text{La} + {}_{35}^y\text{Br} + x{}_0^1\text{n}$. Choisir le seul couple de valeur x et y qui convient.
- x = 1 et y = 88 ;
 - x = 1 et y = 89 ;
 - x = 2 et y = 90 ;
 - x = 2 et y = 91 .
15. La radioactivité a été découverte par :
- Henri Becquerel
 - Marie Curie
 - Max Planck
 - Arthur Schopenhauer
-

Questionnaire à choix multiples
Nucléaire

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"/>

Annexe (à rendre avec la copie)