

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

EXAMEN DE MATURITA BILINGUE BLANCHE

Année scolaire 2013/14
Session de mars 2014

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 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.

L'utilisation des calculatrices est autorisée dans les conditions prévues par la réglementation. La feuille de réponse du questionnaire à choix multiple, page 8, est à rendre avec la copie. Chaque page x de la copie sera numérotée en bas et à droite « x/n », n étant le nombre total de pages.

Les correcteurs tiendront compte des qualités de soin, de rédaction et de présentation.

Plan du sujet :

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Questions de cours..... | Optique géométrique |
| 2. Exercice à caractère expérimental... | Résonance acoustique |
| 3. Problème..... | Spectrographe de masse |
| 4. Etude de document..... | Le secret nucléaire |
| 5. Questionnaire à choix multiple..... | Circuits RC, RL, RLC |

Questions de cours

Optique géométrique

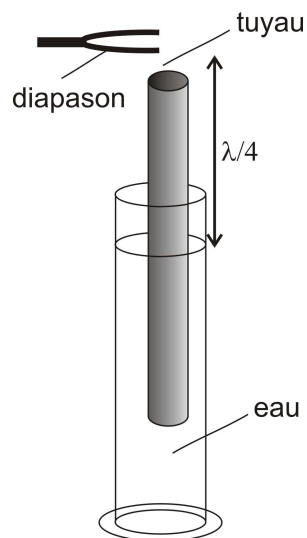
1. Que représente la relation $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$? Faire un schéma clair avec le passage de la lumière de l'air vers le verre pour l'illustrer.
2. Définir l'indice de réfraction.
3. La lumière peut-elle passer de l'air dans le verre quel que soit l'angle d'incidence ? En est-il de même pour son passage du verre vers l'air ? Expliciter et donner le nom d'une application de ce phénomène.
4. Que se passera-t-il si la lumière qui entre dans le verre n'est pas monochromatique ? Expliquer brièvement.
5. On assimile le cristallin de l'œil à une lentille mince convergente. Faire un dessin clair montrant un objet réel AB, la lentille convergente et l'image A'B' obtenue sur la rétine avec les trois rayons principaux. Noter les positions du centre optique et des foyers objet et image de la lentille.
6. Les yeux myopes sont trop profonds, donc les images des objets éloignés se forment en avant de la rétine. Quel type de lentille utilise-t-on pour corriger la myopie ? Faire un nouveau schéma avec un objet très éloigné de l'œil et son image avant la rétine puis ajouter la bonne lentille (lunette) et en pointillés les nouveaux rayons lumineux et la nouvelle image.
7. Il est écrit sur une paire de lunettes neuves $+1,5 \delta$. Que signifie cette inscription ? Ces lunettes sont-elles utilisables par des myopes ?

Exercice à caractère expérimental**Résonance acoustique**

On utilise un diapason et un tuyau pour observer le phénomène de résonance. Le son produit par le diapason sans caisse de résonance est très faible (presque inaudible). Si le son se propage vers un obstacle comme ici vers la surface de l'eau dans une éprouvette graduée, il est réfléchi. L'onde initiale et l'onde réfléchie peuvent se superposer. Le son étant amplifié, on parle de résonance.

Le son final n'est plus fort que si la distance entre l'extrémité du tuyau (position du diapason) et la surface de l'eau dans l'éprouvette (réflexion de l'onde sonore) correspond à $\frac{\lambda}{4}$ où λ est la longueur d'onde du son (voir le schéma).

Un professeur de physique a réalisé avec ses élèves une série de mesures. Ils ont utilisé un ensemble de diapasons de fréquences différentes et pour chaque diapason ils ont mesuré la longueur d'onde du son correspondant. Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant.



f (Hz)	262	294	330	349	392	440	494	524
λ (cm)	133	116	104	97	87	78	69	65
$x = 1/f$ (.....)								

- Expliquer brièvement comment on fait une mesure de la longueur d'onde pour un diapason donné avec cette méthode.
- Recopier et compléter le tableau.
 - Tracer sur une feuille de papier millimétré la courbe représentative de la fonction $\lambda = f(x)$.
 - Quels sont le nom et l'unité de la grandeur représentée sur l'axe des abscisses ? Rappeler sa relation avec la longueur d'onde.
- Déduire du graphique la vitesse de propagation du son dans l'air dans les conditions de cette expérience.
 - Pourquoi cette série de mesures permet-elle d'avoir une meilleure précision ?
 - Calculer l'écart relatif à $345 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, la valeur théorique de la vitesse du son dans ces conditions.
 - Quels sont les paramètres qui peuvent influencer cette vitesse ?
- La dernière fréquence 524 Hz est deux fois plus grande que la première 262 Hz. Que pouvons-nous dire des sons produits par ces diapasons si on les entend ensemble ?

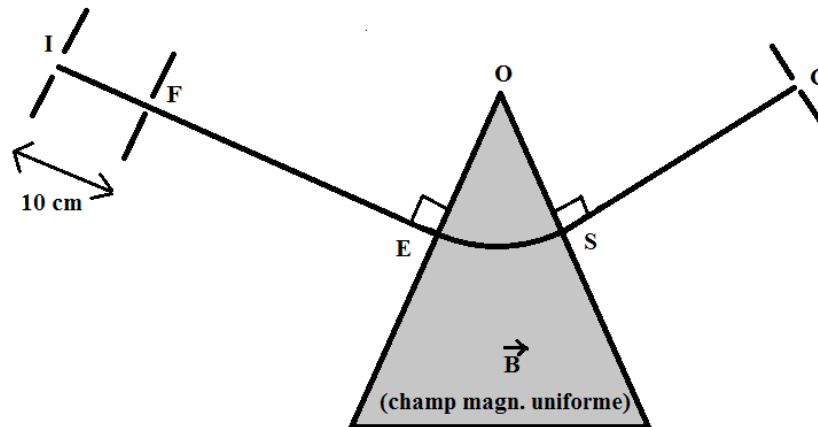
Problème

Spectrographe de masse

On utilise le spectrographe de masse schématisé ci-dessous pour identifier les isotopes du strontium. Les atomes sont préalablement ionisés en ions Sr^{2+} et sortent en I de la chambre d'ionisation avec une vitesse négligeable. On notera m leur masse et q leur charge.

Ils sont alors accélérés entre les points I et F par une tension $U = V_I - V_F$ continue et réglable, puis déviés entre E et S par un champ magnétique uniforme \vec{B} perpendiculaire au plan de la figure. Ils sont enfin recueillis à l'entrée fixe C d'un collecteur. On a fait le vide dans l'appareil et l'intensité B du champ magnétique est constante.

Tous les ions que l'on veut recueillir en C doivent suivre la même trajectoire I F E S C ; la portion E S est un arc de cercle de centre O et de rayon R.



On se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Les vitesses des particules étudiées sont négligeables par rapport à la célérité de la lumière dans le vide.

1. a) Déterminer l'expression littérale de la force électrique F_e qui s'exerce sur l'ion Sr^{2+} entre I et F en fonction de q , $d = IF$ et U .
b) Calculer la valeur de F_e pour une tension de 10 000 V. Montrer que le poids d'un ion ${}^{88}_{38}\text{Sr}^{2+}$ est négligeable.
2. Utiliser le théorème de l'énergie cinétique pour établir l'expression de la valeur v de la vitesse d'un ion Sr^{2+} en F en fonction de q , m et U .
3. Trouver le sens du vecteur champ magnétique \vec{B} . Justifier votre choix.
4. Établir l'expression du rayon R de la trajectoire des ions entre E et S en fonction de q , v , B , m avec la deuxième loi de Newton.
5. Montrer que le rayon de la trajectoire peut s'exprimer par $R = \sqrt{\frac{mU}{eB^2}}$.
6. On règle la valeur de la tension U sur 14 440 V. Quel est la masse de l'isotope recueilli ? S'agit-il de l'isotope ${}^{88}_{38}\text{Sr}$?

On donne:

$D = IF = 10 \text{ cm}$; $R = 0,70 \text{ m}$; $B = 0,16 \text{ T}$; $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
 masse d'un atome de strontium 88 = 87,6 u
 charge électrique élémentaire: $e = 1,60\cdot 10^{-19} \text{ C}$
 unité de masse atomique: $1 \text{ u} = 1,66\cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Etude de document

Le secret nucléaire

Depuis quelques années, c'est autour de l'Iran que se joue la guère secrète de l'atome militaire. Une des dernières offensives en date est l'envoi dans les circuits électroniques d'un virus informatique qui a détruit près d'un millier de centrifugeuses en 2010, en ordonnant de les accélérer ou de les stopper brutalement. Pour un pays qui ne détient qu'un seul réacteur nucléaire civil et se procure déjà du combustible en Russie, installer 50 000 centrifugeuses paraissait en effet disproportionné.

Les inspecteurs de l'Agence internationale de l'énergie atomique ont constaté que l'Iran continue d'accroître sa production d'uranium enrichi à 20 % sans raison valable. Ils disposent d'outils puissants pour faire parler les murs et les installations les plus anodines en apparence : le spectromètre ALEX envoie des rayons X sur un matériau et, suivant la manière dont ils sont absorbés ou réfléchis, peut détecter la présence d'alliages exotiques et d'éléments inhabituels comme le zirconium, utilisé pour traiter des composés très corrosifs. Les spectromètres gamma révéleront toute tentative récente de produire de l'uranium enrichi. Les détecteurs d'émissions de neutrons démasqueront une production non déclarée de plutonium et les analyseurs multicanaux mesurent les différentes énergies des particules radioactives émises par un échantillon et en déduisent une signature nucléaire qui permet de connaître les éléments radioactifs contenus.

Des échantillons de poussières prélevés sur des carrés de coton peuvent aussi être envoyés pour des analyses plus poussées au laboratoire autrichien de l'AIEA dont les microscopes électroniques et les spectromètres de masse sont capables d'isoler et d'identifier des particules d'un nanogramme de matière. La présence de tritium par exemple, trahira l'existence d'un réacteur nucléaire caché.

Pour garder une longueur d'avance, les gendarmes du nucléaire préparent aussi de nouveaux outils, comme le prototype français Nucifer qui détecte les antineutrinos émis par un réacteur nucléaire et permet, en mesurant leur énergie, d'en déduire la composition isotopique du combustible utilisé.

Science & Vie Août 2012

Questions sur le texte :

1. Que signifie le sigle AIEA ? Quel est le rapport avec l'expression « les gendarmes du nucléaire » ?
2. Citer toutes les particules qui peuvent être détectées actuellement par les inspecteurs. Expliquer à chaque fois leur présence sur le site surveillé.
3. Comment un virus informatique peut-il aider à gêner un programme nucléaire ? Quel est l'exemple du texte ?
4. Comment les inspecteurs de l'AIEA peuvent-ils voir à travers les murs ? Expliciter.
5. Quelles particules les inspecteurs détecteront-ils dans le futur ? Quelles informations en tireront-ils ?

5. Le temps nécessaire pour charger un condensateur dans un circuit RC série à 99 % est égal à :
- a) τ b) 2τ c) 3τ d) 5τ .
6. Choisir la proposition qui est correcte : Dans un circuit RC série branché sur une pile,
- a) le condensateur, une fois chargé, est parcouru par un courant électrique constant de valeur U_{\max}/R .
- b) le condensateur, une fois chargé, n'est plus parcouru par un courant électrique.
- c) le courant de charge d'un condensateur est maximal à l'instant de date $t = 5 \tau$.
- d) la charge du condensateur est d'autant plus rapide que sa capacité est grande.
7. La constante de temps τ dans un circuit RL série vaut :
- a. $\tau = L + R$
b. $\tau = \frac{L}{R}$
c. $\tau = L \cdot R$
d. $\tau = \frac{R}{L}$
8. Dans un circuit RL série, l'énergie emmagasinée par une bobine d'inductance L traversée par un courant d'intensité i a pour formule :
- a. $E_L = \frac{1}{2}Li$
b. $E_L = \frac{1}{2}Li^2$
c. $E_L = \left(\frac{1}{2}Li\right)^2$
d. $E_L = \frac{1}{2}(Li)^2$
9. La courbe représentant l'établissement du courant dans une bobine reliée à un générateur de tension continue est:
- a. une fonction affine.
b. une fonction logarithmique.
c. une fonction exponentielle.
d. une fonction en escalier.
10. Dans un circuit RLC série en oscillations libres, si on additionne l'énergie emmagasinée par le condensateur et la bobine, on obtient une énergie :
- a. qui diminue par effet Joule dans le conducteur ohmique.
b. toujours constante.
c. nulle quand le condensateur se décharge.
d. nulle quand la bobine est traversée par un courant maximum.

11. Dans un circuit RLC série, caractérisé par une résistance faible, on a un régime :
- périodique.
 - pseudo-périodique.
 - critique.
 - apériodique.
12. Dans un circuit RLC série, la période propre du circuit vaut :
- $T_0 = LC$
 - $T_0 = 2\pi LC$
 - $T_0 = \sqrt{LC}$
 - $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$
13. Dans un circuit RLC série, la fréquence des oscillations libres est d'autant plus élevée que :
- C est plus petit.
 - R est plus grand.
 - L est plus grand.
 - R est plus petit.
14. L'équation $u_c(t) = U_m \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ de la tension est solution de l'équation différentielle vérifiée par $u_c(t)$, la tension aux bornes du condensateur d'un circuit LC série d'amortissement négligeable. Mais que représente φ ?
- l'amplitude de la tension.
 - la phase à l'origine des temps.
 - la pulsation propre du circuit.
 - la fréquence propre du circuit.
15. Lors de la résonance d'un circuit RLC série :
- le courant électrique dans le circuit est maximal.
 - la fréquence est maximale.
 - la résistance du circuit est maximale.
 - l'impédance du circuit est maximale.

Questionnaire à choix multiple

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"/>