

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

EXAMEN DE MATURITA BILINGUE

Année scolaire 2010/11
Session de mai 2011

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.

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 :

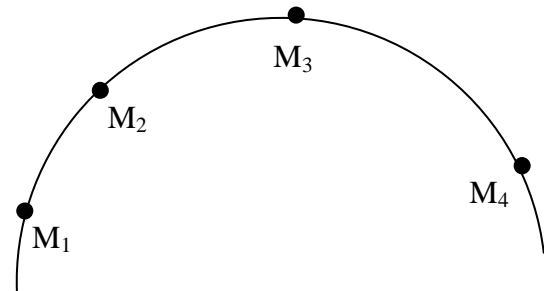
- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Questions de cours..... | Mécanique |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Courbe de résonance |
| 3. Problème..... | Optique corpusculaire |
| 4. Etude de document..... | Optique adaptative |
| 5. Questionnaire à choix multiple..... | Nucléaire |

Question de cours Mécanique

Remarque : Les lois, théorèmes et définitions demandés dans cet exercice pourront être énoncés en français **ou** de façon mathématique.

1- Donner la définition d'un référentiel.

2- Soit l'enregistrement, à l'échelle 1, des positions d'un mobile représenté ci-contre :



L'intervalle de temps entre 2 positions est $\tau = 30$ ms.

a) Donner les caractéristiques du vecteur vitesse au point M_3 .

b) Donner la définition générale du vecteur accélération.

c) Dans quel repère décompose-t-on facilement le vecteur accélération d'un mouvement circulaire ?

Reproduire l'allure de la courbe et noter les axes de ce repère au point M_3 .

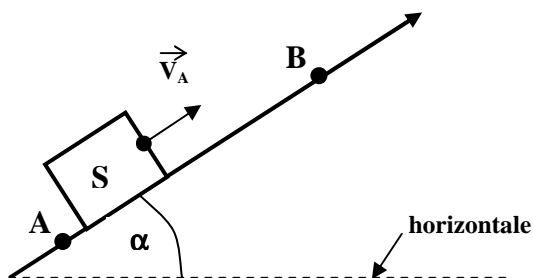
d) En utilisant la question a), déterminer les composantes du vecteur d'accélération au point M_3 dans le repère précédent si la valeur de la vitesse est donnée à chaque instant par la relation $v = 3t + 2$ en SI, et si le rayon de la trajectoire est $R = 20$ cm.

3-a) Énoncer et nommer les trois lois de Newton.

b) Dans quelles conditions ces lois sont-elles valables ?

4- On lance d'un point A avec une vitesse \vec{V}_A , un solide S de masse m sur une piste rectiligne inclinée d'un angle α avec l'horizontale.

L'objet glisse sans frottements le long de la piste et monte jusqu'à un point B avant de redescendre.



a) Faire un bilan des forces appliquées au solide S.

b) En utilisant la 2^{ème} loi de Newton, exprimer l'accélération du mouvement en fonction de g et α . Quel est le type de mouvement ? Justifier.

c) Définir le travail W d'une force constante F le long d'un déplacement rectiligne \vec{AB} .

En déduire les expressions des travaux des forces appliquées au solide le long du segment \vec{AB} .

d) Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.

e) Calculer la valeur de la vitesse v_A , sachant que $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$, $\alpha = 30^\circ$ et $AB = 1,6$ m.

Exercice à caractère expérimental

Courbe de résonance

On dispose d'un générateur basses fréquences, d'une bobine, d'une boîte de condensateur, de boîte de résistances réglables, de deux multimètres et d'un oscilloscope.

I- Préparation des mesures

Faire un schéma du circuit permettant d'étudier l'intensité efficace et la tension efficace d'un dipôle RLC série en oscillations forcées.

II- Impédance du circuit

On fixe la fréquence imposée par le générateur basses fréquences à $f = 500$ Hz et on fait varier la tension efficace U_{eff} délivrée par le générateur. On relève les valeurs de l'intensité efficace I_{eff} correspondante. La valeur sélectionnée sur la boîte de résistance vaut 10Ω , les caractéristiques de la bobine indiquées par le constructeur sont : $L = 1$ mH et $r = 5 \Omega$.

| | | | | | | | |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| I_{eff} (mA) | 0,0 | 15 | 31 | 46 | 62 | 77 | 93 |
| U_{eff} (V) | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |

- Tracer la représentation graphique des variations de U_{eff} en fonction de I_{eff} . Conclure.
- Déduire du graphique la valeur de l'impédance pour la fréquence donnée.
- Comparer cette valeur à la résistance du circuit. Est-on à la fréquence de résonance ? Justifier.
- Décrire brièvement, et sans faire de calculs, ce que l'on observerait si on visualisait l'intensité et la tension du circuit sur un oscilloscope.

III- Courbe de résonance

Dans la suite de mesures nous maintenons une tension constante $U_{\text{eff}} = 3,0$ V aux bornes du circuit RLC série. La fréquence de la tension appliquée n'est pas constante. Nous la faisons varier de 400 à 8000 Hz. Nous avons regroupé les résultats dans le tableau suivant :

| | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| f (kHz) | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 4,0 | 6,0 |
| I_{eff} (mA) | 75 | 142 | 187 | 200 | 191 | 178 | 157 | 116 | 79 |

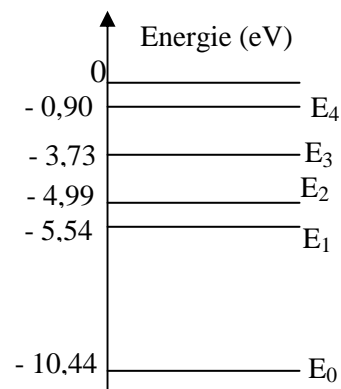
- Tracer sur une feuille de papier millimétré la représentation graphique de l'intensité efficace en fonction de la fréquence.
- En déduire la valeur maximale de l'intensité efficace et la fréquence de résonance.
- Déterminer la valeur de la capacité du condensateur.
- Calculer la valeur de l'impédance à la résonance. Ce résultat était-il prévisible ? Justifier.
- Décrire brièvement ce que l'on observerait si on visualisait, à la résonance, l'intensité et la tension du circuit sur un oscilloscope.

Problème

Optique corpusculaire

I- Etude du spectre du mercure

Le diagramme ci-contre représente quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure.



1-a) Comment désigne-t-on le niveau le plus bas E_0 sur le diagramme énergétique ?

b) A quoi correspond le niveau d'énergie $E = 0$ eV ?

2- Un électron cède une partie de son énergie à un atome de mercure. L'énergie de celui-ci passe du niveau E_0 au niveau E_1 .

a) Comment qualifie-t-on l'état dans lequel se trouve alors l'atome de mercure ?

b) Calculer alors l'énergie cédée par l'électron à l'atome de mercure.

c) Quelle est la vitesse minimale que doit avoir l'électron ?

3- Lors de la transition du niveau E_1 vers le niveau E_0 , l'atome de mercure perd un quantum d'énergie.

a) Comment se manifeste cette perte d'énergie ?

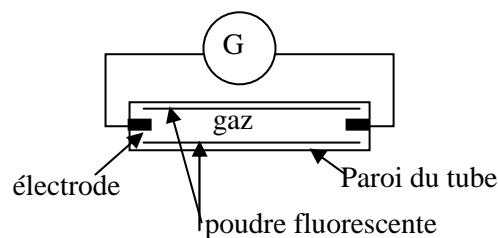
b) Calculer la longueur d'onde $\lambda_{1 \rightarrow 0}$ de cette transition dans le vide.

c) Après avoir rappelé les limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible, dire dans quel domaine se situe la radiation de longueur d'onde $\lambda_{1 \rightarrow 0}$.

4- Quelle est la longueur d'onde la plus petite qui peut être émise par le mercure ?

II- Etude spectrale d'un tube fluorescent

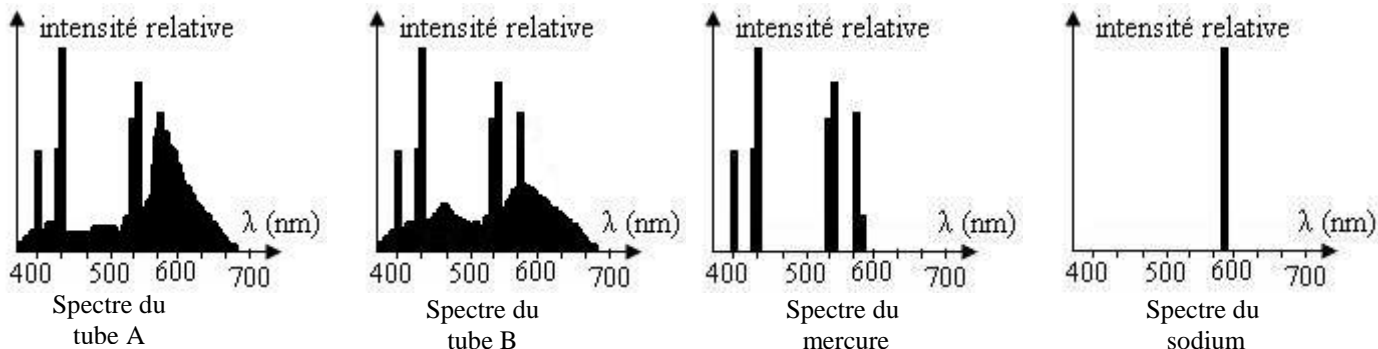
Le tube fluorescent étudié est constitué d'un cylindre de verre qui contient un gaz à basse pression. La paroi intérieure est recouverte d'une poudre fluorescente. Lorsque le tube est mis sous tension, une décharge électrique se produit : des électrons circulent dans le gaz entre les deux électrodes. Les électrons bombardent les atomes gazeux et leur cèdent de l'énergie. Le schéma simplifié du circuit est donné ci-dessus :



Le schéma simplifié du circuit est donné ci-dessus :

Pour que la poudre produise de la lumière visible, elle doit être soumise à un rayonnement dont la longueur d'onde est comprise entre 200 nm et 300 nm. Elle émet alors de la lumière dont le spectre est continu.

On utilise deux tubes fluorescents A et B, avec lesquels on obtient les spectres représentés ci-dessous :



1- Comparer les spectres des tubes fluorescents A et B avec les spectres des deux lampes respectivement à vapeur de mercure et à vapeur de sodium. Quels sont les gaz contenus dans les tubes A et B ? Justifier.

2- Les deux tubes A et B contiennent-ils la même poudre ? Justifier.

3- En vous aidant de l'étude du spectre du mercure dans la première partie, indiquer une transition qui permette à la poudre d'émettre une lumière visible.

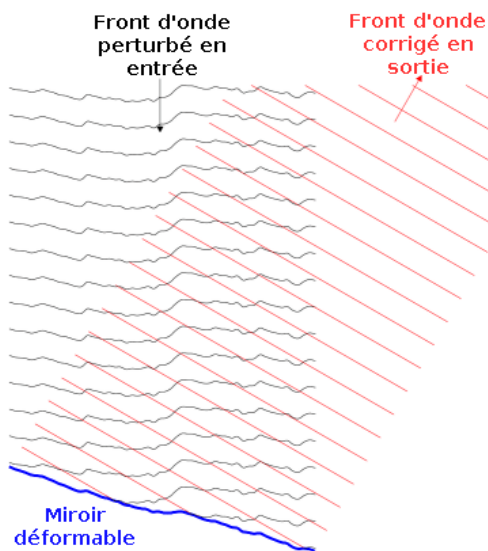
4- En comparant les spectres des tubes A et B, indiquer celui qui émet la lumière la plus proche de la lumière solaire. Justifier.

5- De quelle couleur sera la lumière émise par le deuxième tube ? Justifier.

Données : Constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34}$ SI ; masse de l'électron : $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg ;
 $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19}$ J ; célérité de la lumière dans le vide : $C = 3,00 \times 10^8$ m.s⁻¹.

Etude de documents

Optique adaptative



L'optique adaptative est une technique qui permet de corriger en temps réel les déformations évolutives et non-prédictives d'un front d'onde grâce à un miroir déformable. Cette technique est notamment utilisée en astronomie par les télescopes terrestres, qui en raison des turbulences atmosphériques, ont une qualité d'image dégradée qui fait que l'on a l'impression que les étoiles scintillent dans le ciel.

En optique adaptative, on utilise alors un analyseur de front d'onde pour estimer la perturbation due à l'atmosphère, puis l'on déforme un miroir (grâce à un système de pistons) de manière à compenser exactement cette perturbation. Ainsi l'image après réflexion sur le miroir est presque telle qu'elle serait si il n'y avait pas eu de dégradation.

Tout d'abord développée dans les années 1970 pour des besoins militaires de focalisation de faisceaux laser, son domaine principal d'utilisation est l'astronomie mais commence à s'étendre à bon nombre d'autres domaines (fusion, médical, télécommunications). On commence à l'utiliser en ophtalmologie afin de produire des images très précises de la rétine.

Lorsque l'optique adaptative est utilisée pour corriger des déformations lentes introduites non par l'atmosphère mais par l'instrument optique lui-même – effet du vent, de dilatation des matériaux, de la gravité, etc. – on parle plutôt d'optique active.

Aujourd'hui la recherche est très active dans ce domaine, principalement autour de l'optique adaptative sur miroir liquide. La technologie des miroirs liquides a récemment connu beaucoup de succès grâce à l'utilisation de ferrofluide permettant à un champ magnétique de contrôler la forme du miroir.

Source: "Optique adaptative." *Wikipédia, l'encyclopédie libre.*

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

Questions:

- 1- Est-ce que les étoiles scintillent ? Justifier.
- 2- Pour quels besoins a-t-on développé l'optique adaptative ? Ces besoins sont-ils toujours les mêmes ? Justifier.
- 3- Expliquer en distinguant les étapes le fonctionnement de l'optique adaptative.
- 4- Quelle est la différence entre l'optique adaptative et l'optique active ?
- 5- Expliquer deux méthodes pour déformer un miroir.
- 6- Pourquoi est-il intéressant d'envoyer un télescope, comme Hubble, en orbite autour de la Terre ? Justifier.

7- Un échantillon a une activité d'environ 1000 Bq, qui est due essentiellement aux désintégrations de noyaux de carbone $^{14}_6\text{C}$, de période radioactive de 5600 ans. Le nombre de noyaux radio actifs est :

- a) $2,55 \cdot 10^{14}$.
 b) $8,08 \cdot 10^6$.
 c) $5,87 \cdot 10^{14}$.
 d) $1,77 \cdot 10^{14}$.

8- L'énergie de liaison :

- a) est le synonyme de l'énergie libérée.
 b) quantifie la stabilité d'un noyau.
 c) est l'énergie nécessaire pour dissocier le noyau en ses nucléons dissociés.
 d) est le produit de la masse du noyau par le carré de la célérité de la lumière.

9- Sachant que la masse d'un proton est 1,00728 u et que celle d'un neutron est 1,00866 u ; la masse d'un noyau d'hélium est :

- a) 4,03188 u.
 b) 2,01694 u.
 c) 4,03464 u.
 d) impossible à calculer.

10- Le noyau de potassium $^{40}_{19}\text{K}$ est caractérisé par un défaut de masse de -0,34618 u. Quelle est son énergie de liaison par nucléon ?

- a) 322 MeV.
 b) 8,06 MeV.
 c) 13,67 MeV.
 d) 16,95 MeV.

On donne $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

11- La réaction de fusion est une réaction au cours de laquelle :

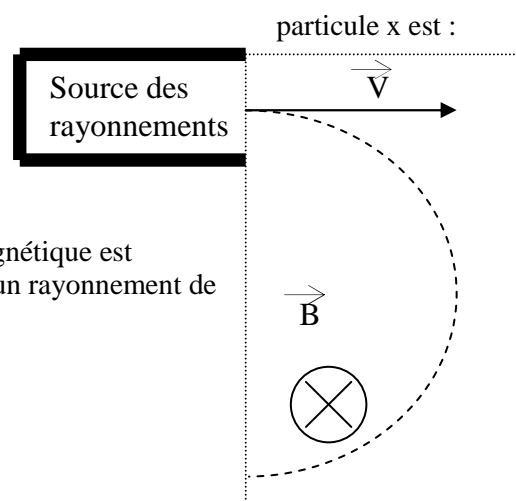
- a) les noyaux s'unissent et donnent un noyau plus léger avec une libération de l'énergie énorme.
 b) les noyaux se divisent en plusieurs noyaux légers avec une libération de l'énergie.
 c) les noyaux se divisent et donnent la naissance à des noyaux plus légers sans aucune libération de l'énergie.
 d) les noyaux s'unissent et libèrent une énergie.

12- L'énergie libérée par une fission se transforme :

- a) en énergie de liaison.
 b) en énergie cinétique et en rayonnement gamma.
 c) en énergie électrique.
 d) en énergie de masse.

13- Dans la réaction suivante : $^4_2\text{He} + ^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow ?x + ^{30}_{15}\text{P}$ la

- a) un proton.
 b) un neutron.
 c) un quark.
 d) un électron.



14- Sachant que dans la zone en pointillé ci-contre, le champ magnétique est uniforme, le rayonnement de trajectoire circulaire représenté est un rayonnement de particules :

- a) Alpha.
 b) Beta +.
 c) Beta -.
 d) Gamma.

15- Parmi les applications de la physique nucléaire, on trouve :

- a) l'échographie.
 b) la scintigraphie.
 c) la chromatographie.
 d) la spectroscopie optique.

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"/> |