

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

**EXAMEN DE MATURITA BILINGUE BLANCHE**

Année scolaire 2015-2016  
Session de mars 2016

**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, ainsi que l'annexe de l'exercice à caractère expérimental, page 9. 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.

Ce sujet ne nécessite pas de papier millimétré.

---

**Plan du sujet :**

1. Questions de cours.....	Transformations nucléaires
2. Exercice à caractère expérimental...	Etude d'un condensateur
3. Problème.....	Onde périodique se propageant le long d'une corde
4. Etude de document.....	Un trou noir géant découvert ?
5. Questionnaire à choix multiple.....	Optique ondulatoire et photonique

## Questions de cours

### Transformations nucléaires

1. L'écriture symbolique du noyau d'un atome est  ${}^A_Z\text{X}$ . Rappeler la signification de X, A et Z.
2. Citer trois caractéristiques des transformations nucléaires.
3. On distingue deux types de radioactivité « naturelle » :  $\alpha$  et  $\beta^-$ , et la radioactivité  $\beta^+$  qui n'existe que pour des nucléides artificiels.
  - a) Écrire les équations générales de désintégration  $\alpha$ ,  $\beta^-$  et  $\beta^+$ . Dans les trois cas on prendra  ${}^A_Z\text{X}$  comme nucléide radioactif.
  - b) Quels sont les noms et les représentations symboliques des particules émises lors de ces transformations ?
  - c) Que signifie « nucléides artificiels » ?
4. Énoncer les lois de conservation qui permettent d'équilibrer l'équation d'une réaction nucléaire.
5. Expliquer pourquoi le nucléide  ${}^{12}_7\text{N}$  est radioactif  $\beta^+$  et le nucléide  ${}^{12}_5\text{B}$  radioactif  $\beta^-$ .
6. L'évolution du nombre  $N$  de noyaux radioactifs d'un échantillon est donnée par la relation :
$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}.$$
  - a) Que représente  $N_0$  ?
  - b) Que représente l'activité  $A$  d'un échantillon de  $N$  noyaux radioactifs ? Quelle est l'unité de  $A$  ? Quelle est la relation entre  $A$  et  $N$  ?
  - c) Donner la définition de la demi-vie radioactive  $t_{1/2}$  (ou période radioactive  $T$ ) d'un nucléide radioactif. Quelle est la relation entre  $t_{1/2}$  et  $\lambda$  ?
  - d) A l'aide de quatre ou cinq points judicieusement choisis, tracer la courbe  $N = f(t)$  sur votre copie.
7. Expliquer pourquoi une transformation nucléaire peut libérer de l'énergie. Quelle est l'unité la mieux adaptée pour exprimer cette énergie au niveau nucléaire ?
8. Définir ce que représente l'énergie de liaison d'un noyau  $E_l$ . Donner son expression algébrique pour le nucléide  ${}^A_Z\text{X}$ .

## Exercice à caractère expérimental

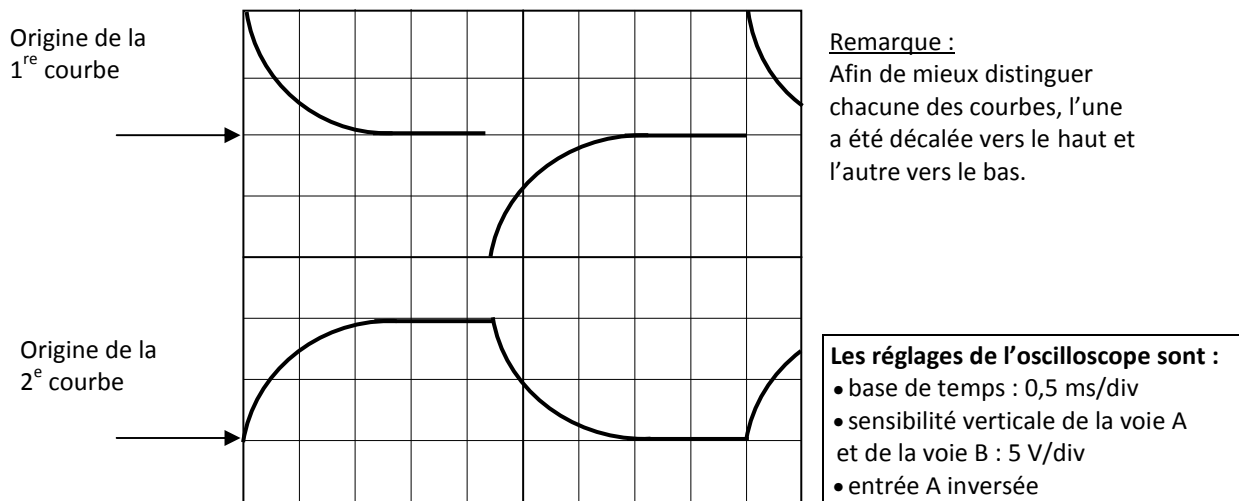
### Etude d'un condensateur

On dispose du matériel suivant :

- un condensateur de capacité  $C$ ,
- une boîte de résistances variables (de  $10 \Omega$  à  $10\,000 \Omega$ ),
- un oscilloscope bicourbe,
- un GBF (générateur basses fréquences) délivrant une tension rectangulaire ( $0; +E$ ) de fréquence réglable et de résistance interne  $50 \Omega$ ,
- un interrupteur,
- des fils de connexion.

Afin d'étudier la charge et la décharge du condensateur, on réalise un circuit série RC. Grâce à l'oscilloscope, on observe simultanément la tension aux bornes de la résistance (ajustée à  $R = 2000 \Omega$ ) et la tension aux bornes du condensateur.

On a obtenu l'oscillogramme reproduit ci-dessous.



- 1° Reproduire l'allure de ces courbes sur votre copie et les identifier.  
Quelles parties correspondent au régime transitoire et à la charge du condensateur ?  
Laquelle de ces deux tensions permet de connaître les variations de l'intensité du courant en fonction du temps ?  
Expliciter.
- 2° Faire le schéma du circuit en utilisant le schéma équivalent du G.B.F. Indiquer les connexions à réaliser avec l'oscilloscope.
- 3° Déterminer à l'aide de l'oscillogramme :
  - la fréquence  $f$  du générateur
  - la tension  $E$  entre ses bornes pendant la demi-période où elle n'est pas nulle
  - la valeur maximale  $I_{\max}$  de l'intensité du courant qu'il débite
- 4° La constante de temps  $\tau$  est la durée au bout de laquelle le condensateur initialement déchargé atteint 63 % de sa charge maximale :
  - a) Déterminer la valeur de  $\tau$  sur le graphique.
  - b) On rappelle l'expression de  $u_c(t)$  pendant la charge  $u_c = E \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ .
  - c) En déduire une valeur approchée de la capacité  $C$  du condensateur.
- 5° Pour les mêmes réglages du GBF et de l'oscilloscope, on augmente la valeur de la résistance  $R' = 3 \text{ k}\Omega$   
Y a-t-il des réglages de l'oscilloscope à modifier pour avoir des courbes plus détaillées ? Ajouter à vos courbes les nouvelles allures de  $u_R$  et  $u_C$  en pointillé.

## Problème

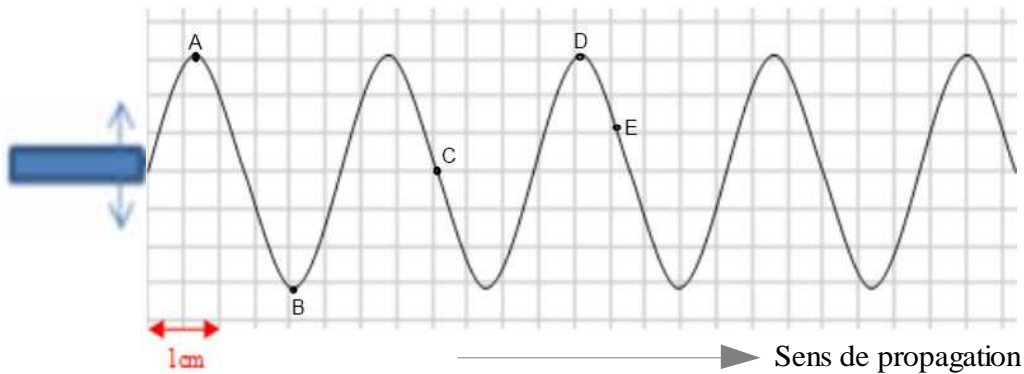
### Onde périodique se propageant le long d'une corde

Un vibreur de fréquence  $f = 150 \text{ Hz}$  est relié à une corde. A la date  $t = 0 \text{ s}$ , le vibreur est mis en marche et fait monter la corde. Une onde progressive périodique sinusoïdale se propage alors dans cette corde.



1. Périodicité temporelle
  - a) Quelle est la fréquence  $f$  de l'onde? Justifier votre réponse.
  - b) Définir la notion de période temporelle  $T$ .
  - c) Donner sa valeur dans le cas étudié ici.

2. Périodicité spatiale  
On a représenté ci-dessous l'état de la corde à un instant  $t_1$ .



- a) Définir de deux manières différentes la longueur d'onde.
  - b) Déterminer graphiquement la longueur d'onde.
  - c) Que peut-on dire sur les points A et D? Sur les points A et B? Justifier votre réponse
3. Propagation de l'onde
  - a) Calculer la célérité de l'onde.
  - b) A quel instant de date  $t_c$  l'onde arrive-t-elle au point C?
4. Evolution temporelle
  - a) Représenter l'évolution de l'ordonnée du point C en fonction du temps. On prendra comme origine des temps l'instant où le vibreur est mis en marche.
  - b) Représenter sur votre copie la corde à l'instant  $t_2 = t_1 + \frac{3}{2}T$ . On fera notamment apparaître les points A, B, C, D et E.

## Etude de document

### Un trou noir géant découvert ?

Un monstre dans la galaxie. D'après une étude publiée par la revue britannique *Nature*, des astronomes pensent avoir fait une immense découverte : le plus gros trou noir jamais observé. D'une masse équivalente à 17 fois celle de notre Soleil, celui-ci serait situé à 220 millions d'années-lumière de nous, tapi au fin fond d'une lointaine galaxie dix fois plus petite que notre Voie Lactée. La gueule du trou noir serait, elle aussi, énorme: onze fois plus large que l'orbite de la planète Neptune autour du Soleil. Les scientifiques estiment par ailleurs que ce gigantesque trou noir nommé "NGC 1277" représenterait 14 % de la masse totale de sa galaxie, contre 0,1 % d'ordinaire. Un point non négligeable qui pourrait remettre en cause les théories existantes sur la formation des galaxies.

#### **Un trou noir révolutionnaire ?**

"C'est vraiment une galaxie insolite", a résumé Karl Gebhardt, chercheur à l'Université du Texas à Austin et co-auteur de l'étude. "C'est presque entièrement un trou noir. Elle pourrait constituer le premier objet d'une nouvelle classe, les trous noirs galactiques", a-t-il ajouté. Plus gros trou noir identifié, NGC 1277 pourrait bien ravir la première place du classement. La masse du numéro un actuel, découvert en 2011 seulement, n'a en effet pas encore été calculée précisément et oscille entre 6 et 37 fois celle du Soleil.

Les trous noirs sont les forces les plus puissantes dans notre univers et créent un champ gravitationnel si intense que même la lumière ne peut s'en échapper. Un trou noir de masse stellaire se forme lorsqu'une très grosse étoile s'effondre sur elle-même à la fin de sa vie. Il peut alors continuer à grandir en engloutissant d'autres étoiles ou fusionner avec d'autres trous noirs, ce qui crée parfois ces trous noirs supermassifs qui occupent le centre des galaxies. Mais NGC 1277 remet en question cette théorie par sa taille disproportionnée par rapport à sa galaxie hôte. D'autres études sont cependant nécessaires pour déterminer si ce trou noir hors-norme est unique en son genre ou bien s'il est révélateur d'un mécanisme de formation cosmique jusque-là ignoré.

*Le 29/11/2012 - La rédaction de Planète.fr*

#### **Questions sur le texte :**

1. Comment se forme et se développe un trou noir traditionnellement?
2. Citez 2 caractéristiques d'un trou noir classique.
3. En quoi la galaxie qui abrite le trou noir NGC 1277 est-elle différente ?
4. Est-on certain que NGC 1277 soit le plus puissant trou noir jamais observé jusqu'à présent? Justifiez votre réponse.
5. En quoi cette découverte remet-elle en cause les théories existantes sur la formation des galaxies?
6. Quel est l'âge minimum du trou noir NGC 1277 ? Expliciter.



d) l'interférence est constructive si  $|S_1M - S_2M| = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ .

8. Parmi les affirmations suivantes laquelle est correcte ?

- a) Il est possible d'isoler un rayon lumineux aussi fin que l'on désire.
- b) Les échanges d'énergie entre rayonnement et matière sont continus.
- c) Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène est un spectre de raies.
- d) Le spectre d'absorption de l'atome d'hydrogène est un spectre continu.

9. L'énergie d'un photon correspondant à une radiation donnée vaut :

- a)  $h \cdot c$ ,
- b)  $h \cdot f \cdot c$ ,
- c)  $h \cdot \lambda / c$ ,
- d)  $h \cdot c / \lambda$ .

10. L'énergie de l'atome d'hydrogène est donnée par  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$  (eV) où  $n \geq 1$ . Le niveau d'énergie  $E = 0$  J

correspond à :

- a) l'état ionisé,
- b) à son état fondamental,
- c) à un état excité,
- d) à son état d'énergie minimale.

11. L'énergie de l'atome d'hydrogène au niveau  $n = 3$  vaut en J :

- a)  $9,4 \cdot 10^{-18}$  J,
- b)  $2,4 \cdot 10^{-19}$  J,
- c)  $7,3 \cdot 10^{-19}$  J,
- d)  $1,9 \cdot 10^{-18}$  J.

12. Deux photons dont chacun possède une énergie de 5,1 eV frappent un atome d'hydrogène qui est dans son état fondamental.

- a) Les photons sont absorbés ce qui correspond à la transition de  $n = 1$  à  $n = 2$ .
- b) Les photons sont absorbés ce qui correspond à la transition de  $n = 2$  à  $n = 1$ .
- c) L'atome passe dans un des états excités.
- d) Les photons ne sont pas absorbés.

13. Un atome est dans son état fondamental :

- a) Son énergie est minimale.
- b) Son énergie est nulle.
- c) L'état de l'atome est instable.
- d) Il peut absorber n'importe quel photon d'énergie inférieure à l'énergie d'ionisation.

14. Le travail d'extraction  $W_0$  d'un métal peut s'écrire sous la forme :

- a)  $W_0 = h \cdot f + \frac{1}{2}mv^2$  où  $f$  est la fréquence du photon incident et  $v$  est la vitesse de l'électron libéré.
- b)  $W_0 = \frac{1}{2}mv^2$  où  $v$  est la vitesse de l'électron libéré.
- c)  $W_0 = h \cdot f - \frac{1}{2}mv^2$  où  $f$  est la fréquence du photon incident et  $v$  est la vitesse de l'électron libéré.
- d)  $W_0 = h \cdot f + \frac{1}{2}mv^2$  où  $f$  est la fréquence de l'électron libéré et  $v$  est sa vitesse.

15. Laquelle de ces propriétés n'est pas caractéristique d'un laser ?

- a) la directivité
- b) l'incohérence temporelle
- c) la monochromaticité
- d) la puissance

## 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"/>