

**MATURITA DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHÈQUES**

EXAMEN DE MATURITA BILINGUE

Année scolaire 2017/2018
Session de mai 2018

ÉPREUVE 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 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.

1 feuille de papier millimétré est requise pour ce sujet.

La feuille de réponse du questionnaire à choix multiples, page 10 et la feuille annexe page 11, sont à renuméroter et à rendre avec la copie.

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

Plan du sujet :

- | | |
|---|---|
| 1. Questions de cours..... | Circuits RL, RC et RLC |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Fentes de Young |
| 3. Problème..... | Epreuve de ski nautique |
| 4. Étude de documents..... | A la recherche des planètes Neuf et Dix |
| 5. Questionnaire à choix multiples..... | Radioactivité |

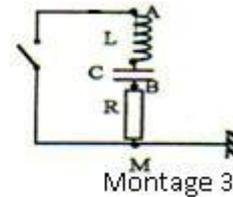
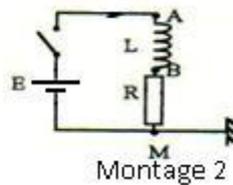
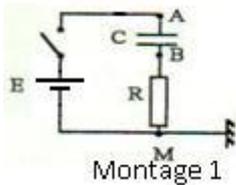
Questions de cours : Circuits RC, RL et RLC

Les trois parties sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.

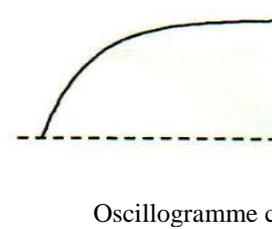
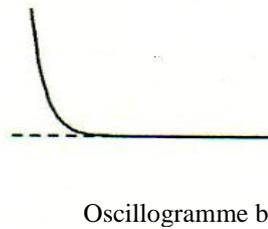
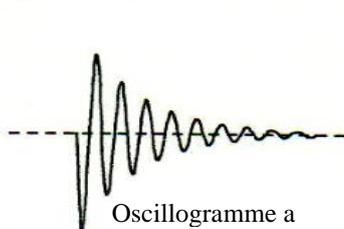
Partie A : Étude comparative des dipôles RL, RC et RLC série.

On réalise successivement les circuits correspondant aux montages 1, 2 et 3.

Dans le montage 1, le condensateur est initialement déchargé alors que dans le montage 3, il est initialement chargé.



- 1) On visualise à l'aide d'un oscilloscope la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique.
 - a) Préciser entre quels points on doit réaliser le branchement de l'oscilloscope.
 - b) Expliquer pourquoi on visualise alors les variations de l'intensité du courant.
- 2) On ferme l'interrupteur et on observe, à partir des montages précédents, les oscillogrammes a , b et c représentant $i(t)$. Le trait pointillé correspond à la trace du spot en l'absence de tension sur les deux voies. Affecter à chaque montage ci-dessus l'oscillogramme correspondant. Justifier brièvement les réponses.



Partie B : Dipôles « résistance et condensateur en série » (montage 1)

Données : $E = 4,0 \text{ V}$; $C = 1,0 \mu\text{F}$

- 3) Les courbes $u_C(t)$ et $E(t)$ sont données en **annexe, document 1 à rendre avec la copie**. Qualifier les deux régimes de fonctionnement du circuit en choisissant parmi les adjectifs suivants : *périodique, permanent, pseudo-périodique, transitoire*. Préciser les dates limitant chacun de ces régimes.
- 4) Quel phénomène physique se produit pendant le premier régime ?
- 5) La constante de temps τ est une caractéristique de ce premier régime.
 - a) Déterminer graphiquement la valeur de τ en expliquant la méthode employée.
 - b) Donner l'expression littérale de τ en fonction des caractéristiques des éléments du circuit.
 - c) En déduire la valeur de la résistance R .

Partie C : Dipôles « résistance et bobine réelle en série » (montage 2)

Données : $E = 4,0 \text{ V}$; $L = 11 \text{ mH}$; $R = 10 \Omega$;

Le document 2 en annexe, à rendre avec la copie, représente les variations de $i(t)$.

- 6) Quel est le phénomène physique mis en évidence dans ce cas ? Quel élément du circuit est la cause de ce phénomène ?
- 7) En appliquant la loi d'additivité des tensions, déterminer l'équation différentielle vérifiée par l'intensité $i(t)$ du courant dans le circuit en fonction du temps.
- 8) Que devient l'équation différentielle en régime permanent ?
- 9) En déduire l'expression littérale de la résistance r de la bobine, puis déterminer sa valeur en utilisant le document 2 de l'annexe.

Exercice à caractère expérimental : Fentes de Young

I. Source monochromatique

On réalise des interférences lumineuses à l'aide de fentes de Young. Les fentes F_1 et F_2 sont distantes de a et les interférences sont observées sur un écran situé à la distance $D = 2,0$ m de ces fentes (fig. 1). La source lumineuse F est monochromatique et synchrone de longueur d'onde $\lambda = 0,54 \mu\text{m}$ et située à égale distance de F_1 et F_2 . Soit M un point de la figure d'interférence observée sur l'écran. M est situé à la distance d_1 de F_1 et d_2 de F_2 .

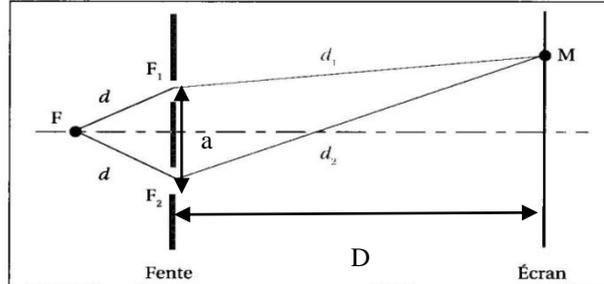


Figure 1

- 1) Les ondes lumineuses issues de F_1 et F_2 sont-elle cohérentes ? Justifier la réponse.
- 2) À quelles conditions le point M sera-t-il sur une frange brillante ? Sur une frange sombre ?
- 3) Les points M_1 et M_2 où les différences de marche respectives sont $3,24 \mu\text{m}$ et $2,97 \mu\text{m}$ sont-ils sur des franges sombres ou brillantes ? Justifier la réponse.

II. Source non monochromatique

La source F n'est plus monochromatique, mais des filtres permettent d'obtenir des radiations monochromatiques différentes (fig. 2). Pour chaque radiation, on mesure la longueur correspondant à 5 interfranges i (i est la distance séparant le milieu de deux franges brillantes consécutives ou de deux franges sombres consécutives) (fig. 3).

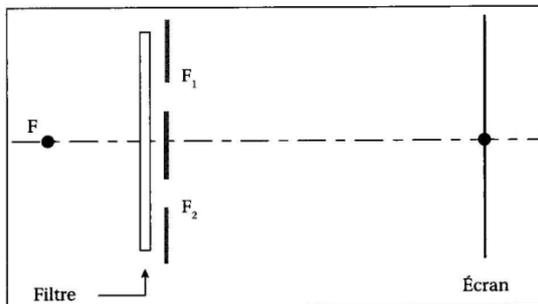


Figure 2

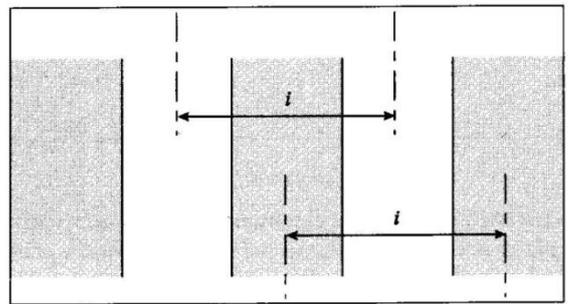


Figure 3

- 4) Pourquoi mesure-t-on la distance correspondant à 5 interfranges plutôt que celle correspondant à 1 interfrange ?
- 5) On a obtenu les résultats suivants. Recopier et compléter le tableau.

λ (μm)	0,47	0,52	0,58	0,61	0,65
Couleur					
$5i$ (mm)	19	21	23	24	26
i (mm)					

- 6) Tracer la courbe représentative de la fonction $i = f(\lambda)$.
On utilisera pour échelles : 1 cm représente $0,05 \mu\text{m}$ pour λ et 1 cm représente $0,5$ mm pour i .
- 7) a) La relation $i = \frac{\lambda D}{a}$ est-elle en accord avec la courbe obtenue précédemment ? Justifier.
b) Déterminer la valeur numérique du coefficient directeur, noté c , de la droite tracée.
c) Quelle est son unité ?
d) En déduire la valeur de a .
- 8) Quels paramètres faudrait-il modifier dans le dispositif expérimental pour obtenir des mesures avec une plus grande précision ? Justifier votre réponse.
- 9) On dispose d'une source monochromatique de longueur d'onde λ inconnue.
Comment feriez-vous expérimentalement pour déterminer sa longueur d'onde ?

Problème : Epreuve de ski nautique

Un skieur de masse $m = 80 \text{ kg}$ est tiré par un bateau à l'aide d'une corde parallèle à la surface de l'eau. Il démarre, sans vitesse initiale, du point A.

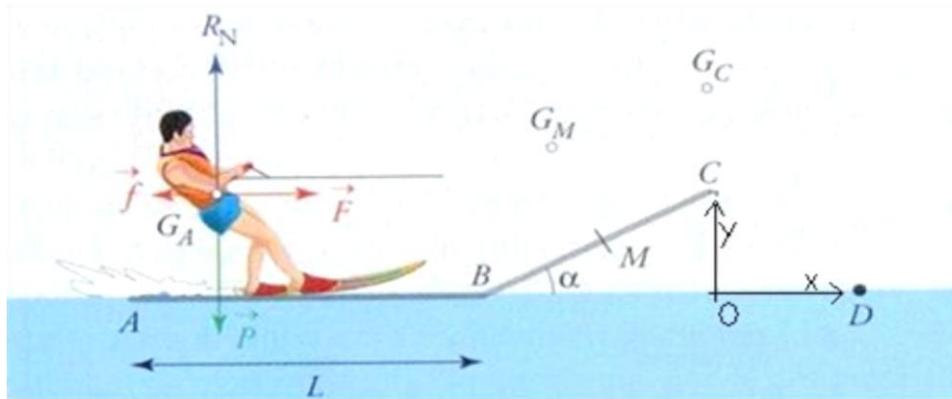
Le skieur lâche la corde au point B et passe sur le tremplin BC. Il arrive au point C avec une vitesse dont la valeur est: $v_C = 72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, effectue un saut et retombe sur l'eau au point D.

Dans tout le problème, on étudiera le mouvement du centre d'inertie G du skieur.

On supposera que :

- sur le trajet AB, la force de traction \vec{F} de la corde est constante et l'ensemble des forces de frottement est équivalent à une force unique \vec{f} , opposée au déplacement, d'intensité $f = 100 \text{ N}$;
- de B en D, tous les frottements sont négligeables.

Données : $g = 10 \text{ N}\cdot\text{Kg}^{-1}$; $L = AB = 200 \text{ m}$; $h = OC = 2 \text{ m}$; $\alpha = 30^\circ$.



Mouvement du skieur avant le saut

Les forces s'exerçant sur le skieur au cours du trajet AB sont représentées sur la figure.

- 1) Faire un schéma sur votre copie et représenter, au point G_M , les forces extérieures appliquées au skieur lorsqu'il passe par le point M (sur le tremplin).
- 2) Donner les expressions littérales exprimant les travaux des forces s'exerçant sur le skieur au cours du trajet AB.
- 3) Donner les expressions littérales exprimant les travaux des forces s'exerçant sur le skieur au cours du trajet BC.
- 4) Calculer la valeur numérique des travaux des forces trouvés aux questions 2 et 3 sauf celui de la force de traction \vec{F} .
- 5) Énoncer, en une phrase, le théorème de l'énergie cinétique.
- 6) En utilisant le théorème de l'énergie cinétique entre les points A et C, exprimer la valeur F de la force de traction (en fonction de f , m , g , h , L et v_C) pour que le skieur arrive en C avec la vitesse v_C .
- 7) Calculer F .

Mouvement du skieur après le saut dans le repère (O, x, y)

- 8) Faire le bilan des forces extérieures appliquées au skieur entre les points C et D.
- 9) On peut montrer que le vecteur vitesse \vec{v}_C du skieur lorsqu'il arrive au point G_C forme l'angle α avec l'horizontale. Déterminer l'équation de la trajectoire du skieur après avoir quitté le tremplin.
- 10) Quelle est la nature de la trajectoire après le saut ?
- 11) Déterminer la distance du point D par rapport à l'origine O.

Etude de document : A la recherche des planètes Neuf et Dix

Cet article est un extrait du magazine Sciences et Avenir n°850 (décembre 2017) en kiosque jusqu'au 21 décembre 2017.

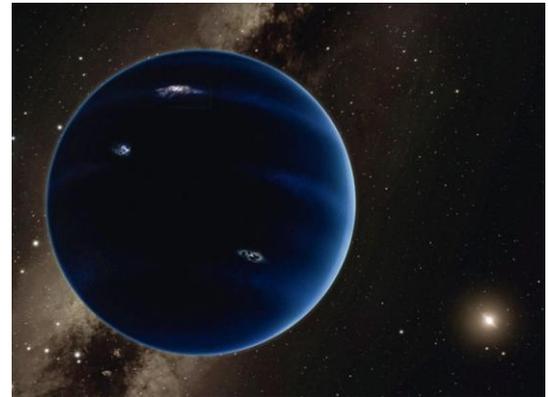
Source : https://www.sciencesetavenir.fr/espace/a-la-recherche-des-planetes-neuf-et-dix_118567

Y a-t-il encore des planètes à découvrir au sein de notre propre système solaire ? Plusieurs scientifiques en sont persuadés.

Mystère

Il l'a surnommée affectueusement Jehosphat, George ou Phattie. Au bout de son puissant télescope japonais Subaru, perché sur le volcan de Mauna Kea, à Hawaii (États-Unis), Mike Brown, chercheur au Caltech (Pasadena) et déjà découvreur de nombreux corps au-delà de Neptune, ne désespère pas de l'apercevoir, et vite. Elle, c'est "planète Neuf", rien de moins qu'une nouvelle planète à découvrir dans notre système solaire. [...]

Il y a trois ans, Mike Brown et son collègue théoricien Konstantin Batygin refusaient de croire qu'une grosse planète puisse se cacher au-delà de Neptune, dernière des huit planètes officielles. Après la parution, en 2014, d'un article dans Nature qui postulait l'existence de ladite neuvième planète, les deux hommes s'attellent à en démontrer l'impossibilité. Mais voilà que leurs calculs et simulations numériques indiquent l'exact contraire : seule la présence d'une planète géante lointaine pourrait expliquer le comportement bizarre de certains corps de la ceinture de Kuiper. Ce disque, rappelons-le, regroupe des milliers d'objets parmi les plus primitifs du système solaire, que l'on nomme "objets transneptuniens" (TNO selon leur sigle anglais). Nombre d'entre eux, notamment Eris, sont quasi aussi gros que Pluton ! C'est ce qui a d'ailleurs valu à cette dernière, longtemps considérée comme la neuvième planète, d'être rétrogradée en planète naine en 2006. Clin d'œil de l'histoire, c'est Mike Brown, découvreur d'Eris, qui a entraîné sa chute ! Et c'est lui qui aujourd'hui est en quête d'une nouvelle neuvième planète...



La planète Neuf (vue d'artiste) croiserait dans de sombres régions du système solaire, à une distance allant de 650 à 1100 fois la distance Terre-Soleil. Elle aurait une taille équivalente à celle de Neptune et mettrait plus de 10 000 ans à ...

PHOTOS : CALTECH/R. HURT (IPAC) - SUBARA TELESCOPE, NAOJ

Un mystère de longue date se trouverait ainsi résolu

Dans ces régions externes de notre système, il se passe en effet des choses étranges. À commencer par ces six planétoïdes situés au-delà de 250 UA dont les périhélies (point de leur orbite le plus proche du Soleil) sont regroupés dans une même région du ciel. Leurs orbites sont pareillement inclinées, d'environ 30° "vers le bas" par rapport au plan de l'écliptique, celui dans lequel les planètes orbitent autour du Soleil. Or une telle distribution n'a que... 0,007 % de chance d'être due au hasard ! Alors qu'en intégrant une planète de la taille de Neptune et d'une masse dix fois supérieure à celle de la Terre, les simulations numériques montrent qu'il devrait exister des objets inclinés de l'ordre de 90° par rapport au plan sur lequel se situent la plupart des autres corps du système solaire. Bonne pioche ! [...]

L'une des plus récentes études, présentée le 17 octobre par Juliette Becker, de l'université du Michigan (États-Unis), apporte un nouvel éclairage. En effet, si certains objets transneptuniens, comme la planète naine Sedna, n'ont pas besoin de la planète Neuf pour naviguer dans le système solaire,

Des caractéristiques très variées

	10 ^e planète	Terre	9 ^e planète	Neptune
Taille *	0,5	1	4	4
Masse *	0,5	1	10	17
Durée d'une année	500 ans ou plus	1 an	10 000 à 20 000 ans	164,79 ans
Distance au Soleil (en UA : distance Terre-Soleil)	60 UA	1 UA	650 à 1100 UA	30 UA

* Par rapport à la Terre

d'autres auraient déjà dû en être éjectés ou s'écraser sur le Soleil en raison de l'influence gravitationnelle de Neptune. Seule la présence de la planète Neuf dans l'équation a permis de stabiliser leurs orbites tout au long des 4, 5 milliards d'années d'existence du système solaire. Caju est de ceux-là. [...] D'un diamètre de 480 kilomètres, Caju est situé à une distance moyenne de 450 fois la distance de la Terre au Soleil. Son orbite très excentrique, inclinée de 54 degrés par rapport au plan principal ne s'explique que s'il existe une planète Neuf...

Deux autres corps de la ceinture de Kuiper sont tout aussi étonnants. Ils ont été surnommés Niku ("Rebelle" en chinois) et Drac, en référence à Dracula qui pouvait marcher la tête en bas. De facto, ces deux-là sont en quelque sorte cul par-dessus tête, car leur plan orbital est incliné de plus de 100 degrés par rapport au plan des planètes, bien plus qu'aucun autre TNO. [...]

☞ **6 points seront attribués à la présentation, à la rédaction et au soin de la copie.**

Questions :

- 1) Complétez la légende sous l'image 1 qui décrit les caractéristiques de la planète Neuf.
- 2) Quels sont les trois surnoms donnés à la planète Neuf ?
- 3) Comment Mike Brown et Konstantin Batygin en sont-ils arrivés à chercher la neuvième planète ?
- 4) Qu'est-ce que la ceinture de Kuiper ?
- 5) Citez deux preuves expérimentales (observations) qui justifient l'existence de la planète Neuf.
- 6) En supposant la trajectoire de Neptune comme circulaire, calculez sa vitesse moyenne de révolution sur son orbite en $\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$. (1 UA = $1,5\cdot 10^8$ km)

Questionnaire à choix multiples : Radioactivité

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 10**. 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 10 :

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

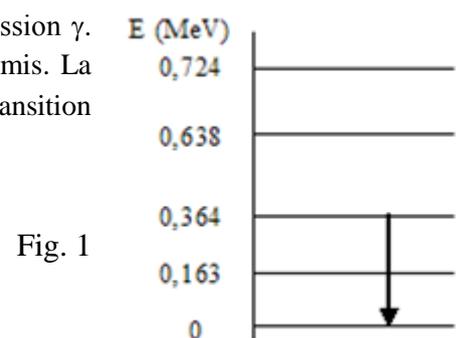
En cas d'erreur, barrez les 4 cases et notez à côté la bonne réponse, comme dans l'exemple suivant :

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

Données : $1\text{eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$,
 $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- Des noyaux qui ont le même nombre de charge Z , mais des nombres de nucléons A différents sont appelés :
 - des isobares
 - des isomères
 - des isotopes
 - des noyaux stables
- Une source radioactive de chrome $^{51}_{24}\text{Cr}$ contient, à la date $t = 0 \text{ s}$, $5,9 \cdot 10^{16}$ de noyaux. La demi-vie radioactive $t_{1/2}$ de ce radio-nucléide est 28 jours. Le nombre de noyaux de chrome $^{51}_{24}\text{Cr}$ présents dans la source à la date $t = 14$ jours est égal à :
 - $4,17 \cdot 10^{16}$
 - $11,8 \cdot 10^{16}$
 - $2,95 \cdot 10^{16}$
 - $5,9 \cdot 10^{16}$
- Par désintégration β^- d'un noyau, on obtient du $^{40}_{20}\text{Ca}$. Le noyau père est :
 - $^{39}_{19}\text{K}$
 - $^{40}_{21}\text{Sc}$
 - $^{40}_{18}\text{Ar}$
 - $^{41}_{19}\text{K}$

- 4- On donne la réaction suivante : $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{60}\text{Nd} + {}^a_b\text{Y} + 3 {}^1_0\text{n} + 7 {}^0_{-1}\text{e}$.
Sachant qu'un noyau d'uranium 235 renferme 143 neutrons, compléter cette équation avec les valeurs de nombres de charges et de masses manquantes.
- $a= 91, b= 39$
 - $a= 89, b= 45$
 - $a= 89, b= 33$
 - $a= 89, b= 39$
- 5- On considère un atome de chlore Cl dont le noyau contient 18 neutrons et porte une charge totale égale à $27,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Donner le symbole de ce noyau :
- ${}^{18}_{17}\text{Cl}$
 - ${}^{18}_{18}\text{Cl}$
 - ${}^{35}_{17}\text{Cl}$
 - ${}^{17}_{35}\text{Cl}$
- 6- Une source radioactive est d'autant plus active que :
- $t_{1/2}$ est plus grande
 - $t_{1/2}$ est plus petite
 - les noyaux radioactifs sont plus lourds
 - les noyaux radioactifs sont plus légers
- 7- Un échantillon a une activité de 480 Bq. Le nombre moyen de noyaux désintégrés en une minute est:
- 1 728 000
 - 480
 - 28 800
 - 8
- 8- La désintégration d'un noyau ${}^{131}_{53}\text{I}$ s'accompagne d'une émission γ . Sur la fig. 1 on a le diagramme énergétique du noyau fils émis. La longueur d'onde λ du rayonnement émis lors de la transition représentée dans le diagramme est :
- $3,41 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}$
 - $3,41 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
 - $3,41 \cdot 10^{-12} \text{ nm}$
 - $3,41 \cdot 10^{-3} \text{ nm}$



10- Le neptunium ${}^{239}_{93}\text{Np}$ donne, par désintégration β^- , un isotope du plutonium ${}^{239}_{94}\text{Pu}$.

$$m_{\text{Np}} = 239,12777 \text{ u} ; m_{\text{Pu}} = 239,12700 \text{ u} ; m_{e^-} = 0,00055 \text{ u} .$$

L'énergie libérée lors de cette désintégration est égale à :

- a) $2,2 \cdot 10^{-4} \text{ MeV}$
- b) $0,205 \text{ MeV}$
- c) $3,652 \cdot 10^{-31} \text{ MeV}$
- d) $3,287 \cdot 10^{-14} \text{ MeV}$

11- Le noyau ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ a une énergie de liaison de 492 Mev. Son énergie de liaison par nucléon vaut :

- a) 18,9 Mev/nucléon
- b) 6,00 Mev/nucléon
- c) 8,79 Mev/nucléon
- d) 16,4 Mev/nucléon

12- Choisir la définition correcte de la radioactivité :

- a) La radioactivité correspond à une réaction atomique spontanée.
- b) La radioactivité correspond à une réaction nucléaire spontanée sans émission de rayonnement.
- c) La radioactivité correspond à une réaction nucléaire provoquée avec émission de rayonnement.
- d) La radioactivité correspond à une réaction atomique spontanée avec émission de rayonnement.

13- L'unité S.I. de la constante radioactive λ est :

- a) s^{-1}
- b) Bq
- c) Bq^{-1}
- d) s

14- Choisir la définition correcte de la fission.

- a) C'est une réaction nucléaire dans laquelle un noyau lourd donne naissance à deux noyaux plus légers sous l'effet d'un choc avec un neutron.
- b) C'est une réaction nucléaire aléatoire parmi les noyaux radioactifs.
- c) C'est une réaction nucléaire dans laquelle deux noyaux légers s'unissent au cours d'un choc pour former un noyau plus lourd.
- d) C'est une réaction thermonucléaire.

15- Choisir la **mauvaise** proposition. Au cours d'une réaction nucléaire,

- a) le nombre total de nucléons est conservé.
- b) la masse totale est conservée.
- c) on peut créer de nouveaux éléments chimiques.
- d) la charge électrique totale est conservée.

Questionnaire à choix multiples : Radioactivité

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"/>

Škola:

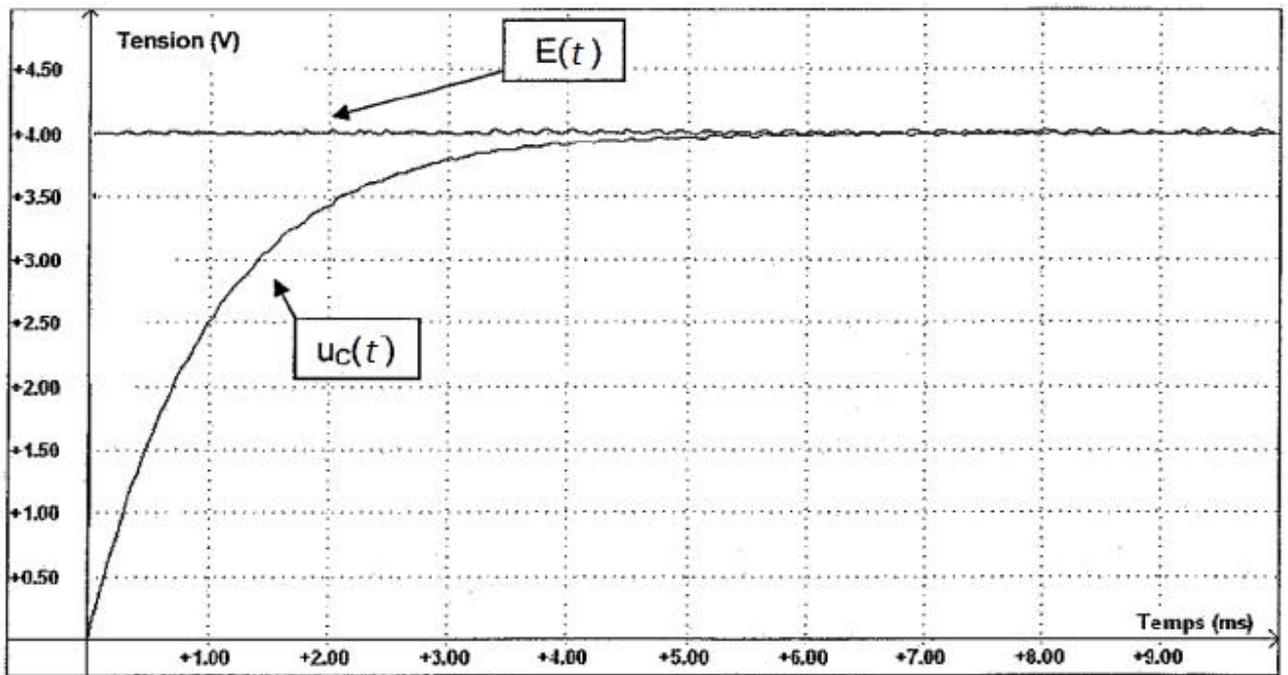
Jméno žáka

Třída

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

Škola: _____
Jméno žáka _____
Třída _____

Document 1



Document 2

