

المادة: الفيزياء الشهادة: الثانوية العامة فرعا: الإجتماع والاقتصاد / الآداب والإنسانيات نموذج رقم 2 المدة: ساعة واحدة	الهيئة الأكاديمية المشتركة قسم: العلوم	 المركز التربوي للبحوث والإنماء
---	---	--

نموذج مسابقة (يراعي تعليق الدروس والتوصيف المعدل للعام الدراسي ٢٠١٦-٢٠١٧ وحتى صدور المناهج المطورة)

Cette épreuve comporte trois exercices obligatoires. L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

### Exercice 1 (7 points) Scintigraphie

Une scintigraphie hépatique est un test d'imagerie utilisé pour examiner le foie. Un nucléide radioactif, l'or  $^{198}_{79}\text{Au}$ , est injecté dans les veines d'un patient pour permettre l'imagerie du foie en utilisant un instrument spécial radiographique.

Le noyau d'or  $^{198}_{79}\text{Au}$  est un émetteur  $\beta^-$ . L'énergie cinétique moyenne d'un électron émis par une désintégration est de 0,96 MeV et l'énergie du rayonnement  $\gamma$  émis est 0,412 MeV.

Dans cet exercice, nous allons étudier les complications de santé qui peuvent se développer chez un patient lors de l'introduction d'une quantité de  $10^{-9}$  g d'or  $^{198}_{79}\text{Au}$  dans le foie de masse  $m = 800$  g.

Données :  $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$  ;

Masse d'un noyau de  $^{198}_{79}\text{Au} = 197,968 \text{ u}$  ;

L'Efficacité Biologique Relative de  $\beta^-$  et celle de  $\gamma$  est  $\text{EBR} = 1$ .

1) La désintégration d'un noyau de  $^{198}_{79}\text{Au}$  s'écrit selon

l'équation :  $^{198}_{79}\text{Au} \rightarrow ^A_Z\text{Hg} + ^0_{-1}\text{e} + \gamma$

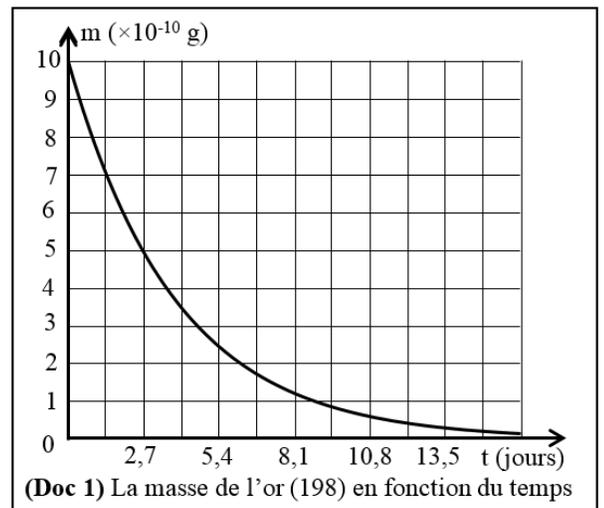
1-1) Déterminer les valeurs de A et Z, en indiquant les lois utilisées.

1-2) Définir la demi-vie d'une substance radioactive.

1-3) En utilisant le document (Doc 1) ci-contre, déterminer :

1-3-1) la valeur de la demi-vie T de  $^{198}_{79}\text{Au}$  ;

1-3-2) la masse des noyaux de  $^{198}_{79}\text{Au}$  restants après 5,4 jours.



2) On suppose que l'or de masse  $10^{-9}$  g est complètement désintégré avant d'être éliminé par le corps.

2-1) Montrer que le nombre de noyaux contenus dans  $10^{-9}$  g d'or est de  $3,04 \times 10^{12}$ .

2-2) Calculer l'énergie libérée par la désintégration totale de cette quantité d'or due :

2-2-1) à la radiation  $\beta^-$  ;

2-2-2) au rayonnement  $\gamma$ .

2-3) On suppose que le foie examiné absorbe 50% de l'énergie libérée due à la radiation  $\beta^-$  et 10% de l'énergie libérée due au rayonnement  $\gamma$ .

2-3-1) Calculer, en joule, l'énergie due à la radiation  $\beta^-$  et celle due au rayonnement  $\gamma$  que le foie peut absorber.

2-3-2) Déduire la dose que peut absorber le foie due à la radiation  $\beta^-$  et celle due au rayonnement  $\gamma$ .

2-3-3) Déterminer l'équivalent physiologique total de dose reçue par le foie sachant qu'il est égal à la somme des équivalents physiologiques de dose dus à la radiation  $\beta^-$  et au rayonnement  $\gamma$ .

2-3-4) En utilisant le tableau du (Doc 2), décrire les conséquences qui peuvent se développer en raison de la quantité d'or injectée.

Équivalent physiologique de dose en Sv	Conséquences
>10	100% mortalité
5	50% mortalité, cancers, les maladies du sang...
2	10% mortalité, cancers, diarrhée, vomissement...
1	Troubles digestifs, stérilité, risque accru de cancer...
0,05	Modification de la formule sanguine...

(Doc 2)

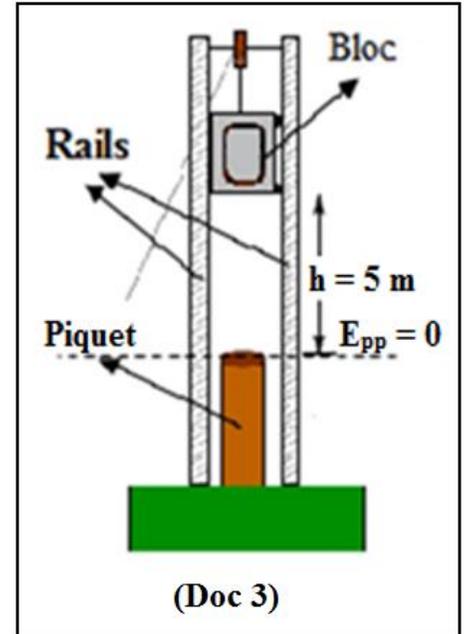
## Exercice 2 (6½ points)

### Energie mécanique

Un marteau pilon est un dispositif qui peut être utilisé pour enfoncer un piquet dans le sol en lâchant un gros bloc métallique.

Dans cet exercice, le bloc de masse 100 kg, est soulevé verticalement vers le haut puis abandonné sans vitesse d'une hauteur  $h = 5$  m, mesurée à partir de la partie supérieure du piquet, considérée comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur, comme le montre le document (Doc 3) ci-contre.

Prendre :  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



- 1) Les forces de frottement sont supposées négligeables.
  - 1-1) A l'instant où le bloc est abandonné sans vitesse :
    - 1-1-1) calculer son énergie cinétique ;
    - 1-1-2) calculer l'énergie potentielle de pesanteur du système (bloc, Terre) ;
    - 1-1-3) déduire l'énergie mécanique du système (bloc, Terre).
  - 1-2) L'énergie mécanique du système est conservée. Justifier.
  - 1-3) Déduire l'énergie cinétique du bloc juste avant de frapper le piquet.
  - 1-4) Déterminer la valeur  $v$  de la vitesse du bloc juste avant de frapper le piquet.
- 2) En réalité, la valeur de la vitesse du bloc, juste avant de frapper le piquet, est  $v' = 9 \text{ m/s}$ .
  - 2-1) Calculer, à cet instant, l'énergie mécanique du système (bloc, Terre).
  - 2-2) Indiquer la forme sous laquelle la perte en énergie mécanique apparaît.

## Exercice 3 (6½ points)

### Eris et Pluton

En 2005, Mike Brown et son équipe ont détecté un objet massif dans le système solaire, gravitant autour du Soleil. Cet objet a été ensuite nommé "Eris". Jusqu'à présent, il a un seul satellite connu, nommé Dysnomia.

La carte d'identité d'Eris est mentionnée ci-dessous :

Masse : $M_E = 1,67 \times 10^{22} \text{ kg}$	Diamètre = 2326 km
Période de rotation propre = 26 heures	Période de révolution = $T_E = 558$ années terrestres.

- 1) Un jour sur Eris et un jour sur Terre ont presque la même durée. Justifier.
- 2) Le mouvement de Dysnomia autour d'Eris peut être décrit en utilisant les lois de Kepler du mouvement planétaire.
  - 2-1) Citer les lois de Kepler.
  - 2-2) Décrire la trajectoire du centre de Dysnomia autour d'Eris.
  - 2-3) Indiquer comment varie la valeur de la vitesse de Dysnomia au cours de son mouvement autour d'Eris.
  - 2-4) La période de révolution de Pluton est  $T_P = 248$  années terrestres. Lequel des corps célestes, Eris ou Pluton, est-il le plus proche du Soleil ? Justifier la réponse.
- 3) Dysnomia se déplace sur son orbite autour d'Eris à cause d'une force qu'il subit de la part de cette planète.
  - 3-1) Nommer cette force.
  - 3-2) Indiquer comment varie l'intensité de cette force en fonction de la distance séparant leurs centres.

المادة: الفيزياء الشهادة: الثانوية العامة فرعاً: الإجتماع والاقتصاد / الآداب والإنسانيات نموذج رقم 2 المدة: ساعة واحدة	الهيئة الأكاديمية المشتركة قسم: العلوم	 المركز العلمي للبحوث والأبحاث
--	---	--

أسس التصحيح (تراعي تعليق الدروس والتوصيف المعدل للعام الدراسي ٢٠١٦-٢٠١٧ وحتى صدور المناهج المطورة)

### Exercice 1 (7 points) Scintigraphie

Question	Réponse	Note
1-1	En appliquant les lois de Soddy : Conservation du nombre de masse : $198 = A + 0 \Rightarrow A = 198$ Conservation du nombre de charge : $79 = Z - 1 \Rightarrow Z = 80$	$\frac{1}{4}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{4}$
1-2	La demi-vie d'une substance radioactive est le temps au bout duquel la moitié de la substance radioactive s'est désintégrée.	$\frac{1}{2}$
1-3-1	D'après le document (Doc 1), la masse initiale est $m_0 = 10 \times 10^{-10}$ g. Lorsque la masse devient $m_0/2 = 5 \times 10^{-10}$ g, la durée écoulée est : $T = 2,7$ jours.	$\frac{1}{2}$
1-3-2	Après 5,4 jours, la masse restante est $2,5 \times 10^{-10}$ g.	$\frac{1}{4}$
2-1	La masse d'un noyau est : $197,968 \text{ u} = 197,968 \times 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg} = 3,286 \times 10^{-25} \text{ kg} = 3,286 \times 10^{-22} \text{ g}$ .	$\frac{1}{2}$
	Le nombre de noyaux contenus dans $10^{-9}$ g est : $10^{-9} / 3,286 \times 10^{-22} = 3,04 \times 10^{12}$ noyaux.	$\frac{1}{2}$
2-2-1	Énergie de $\beta^-$ libérée par la désintégration totale de $10^{-9}$ g : $3,04 \times 10^{12} \times 0,96 \text{ MeV} = 2,92 \times 10^{12} \text{ MeV}$	$\frac{1}{2}$
2-2-2	Énergie de $\gamma$ libérée par la désintégration totale de $10^{-9}$ g : $3,04 \times 10^{12} \times 0,412 \text{ MeV} = 1,25 \times 10^{12} \text{ MeV}$	$\frac{1}{2}$
2-3-1	Énergie, de $\beta^-$ , absorbée par le foie : $E_{\text{absorbée}}(\beta^-) = (50/100) \times 2,92 \times 10^{12} \text{ MeV} = 1,46 \times 10^{12} \text{ MeV} \Rightarrow$ $E_{\text{absorbée}}(\beta^-) = 1,46 \times 10^{12} \times 1,6 \times 10^{-13} \text{ J} = 0,2336 \text{ J}$	$\frac{1}{2}$
	Énergie, de $\gamma$ , absorbée par le foie : $E_{\text{absorbée}}(\gamma) = (10/100) \times 1,25 \times 10^{12} = 0,125 \times 10^{12} \text{ MeV} \Rightarrow$ $E_{\text{absorbée}}(\gamma) = 0,125 \times 10^{12} \times 1,6 \times 10^{-13} \text{ J} = 0,02 \text{ J}$	$\frac{1}{2}$
2-3-2	Dose absorbée par le foie due à la radiation $\beta^-$ : $D(\beta^-) = E_{\text{absorbée}}(\beta^-) / m = 0,2336 / 0,8 = 0,292 \text{ Gy}$ (ou $0,292 \text{ J/kg}$ ).	$\frac{1}{2}$
	Dose absorbée par le foie due au rayonnement $\gamma$ : $D(\gamma) = E_{\text{absorbée}}(\gamma) / m = 0,02 / 0,8 = 0,025 \text{ Gy}$ (ou $0,025 \text{ J/kg}$ ).	$\frac{1}{2}$
2-3-3	Equivalent physiologique = $D(\beta^-) \times \text{EBR}(\beta^-) + D(\gamma) \times \text{EBR}(\gamma)$ Equivalent physiologique = $0,292 \times 1 + 0,025 \times 1 = 0,317 \text{ Sv}$ .	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$
2-3-4	Selon le tableau, les conséquences peuvent être : Troubles digestifs, stérilité, risque accru de cancer...	$\frac{1}{4}$

**Exercice 2 (6½ points)                      Energie mécanique**

Question	Réponse	Note
1-1-1	$E_{C0} = \frac{1}{2} m v_0^2 = 0 \text{ J}$ car $v_0 = 0 \text{ m/s}$ .	½
1-1-2	$E_{Pp0} = mgh_0$ $E_{Pp0} = 100 \times 10 \times 5 = 5000 \text{ J}$	½ ½
1-1-3	$E_{m0} = E_{Pp0} + E_{C0}$ $E_{m0} = 0 + 5000 = 5000 \text{ J}$	½ ½
1-2	Comme les forces de frottement sont supposées négligeables, l'énergie mécanique est conservée.	½
1-3	$E_m = E_{m0} = 5000 \text{ J}$ $E_m = E_{Pp} + E_C$ $E_C = E_m - E_{Pp}$ $E_C = 5000 - 0$ $E_C = 5000 \text{ J}$	½    ½
1-4	$E_C = \frac{1}{2} m v^2$ $v = \sqrt{\frac{2E_C}{m}}$ $v = \sqrt{\frac{2 \times 5000}{100}}$ $v = 10 \text{ m/s}$	    ½
2-1	$E_C' = \frac{1}{2} m v'^2$ $E_C' = \frac{1}{2} \times (100) \times (9)^2 = 4050 \text{ J}$ $E_{Pp}' = 0 \text{ J}$ $E_m' = E_{Pp}' + E_C' = 0 + 4050 = 4050 \text{ J}$	    ½ ½
2-2	La perte en énergie mécanique apparaît sous forme de chaleur.	½

**Exercice 3 (6½ points)                      Eris et Pluton**

Question	Réponse	Note
1	La période de rotation propre d'Eris est de 26 heures. La période de rotation propre de la Terre est de 24 heures. les deux périodes sont presque les mêmes.	½
2-1	1 <sup>re</sup> loi : Les planètes décrivent autour du Soleil des ellipses dont il occupe l'un des foyers. 2 <sup>e</sup> loi : La vitesse de la planète est reliée à sa distance au Soleil : la vitesse de la planète diminue si sa distance au Soleil augmente et vice versa. 3 <sup>e</sup> loi : La période de révolution de la planète croît avec sa distance moyenne au Soleil.	½  ½ ½
2-2	C'est une ellipse dont Eris occupe l'un de ses foyers.	1
2-3	Lorsque Dysnomia s'approche d'Eris, sa vitesse augmente et lorsqu'il s'en éloigne, sa vitesse diminue.	1
2-4	$T_P < T_E$ ; alors Pluton est plus proche du Soleil qu'Eris.	1
3-1	Force gravitationnelle.	½
3-2	L'intensité de la force est inversement proportionnelle au carré de la distance entre le centre de la planète et celui de son satellite.	1