Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille *(naissance)* :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.1

ÉVALUATION COMMUNE

CLASSE : Première

EC : ☒ EC1 ☒ EC2 ☐ EC3

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2h

Niveaux visés (LV) : LVA LVB

Axes de programme :

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒Oui ☐ Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐Oui ☒ Non

☒ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

☐ Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

☐ Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

Nombre total de pages : 11

EXERCICE 1
DE LA RADIUMTHÉRAPIE À LA CURIETHÉRAPIE

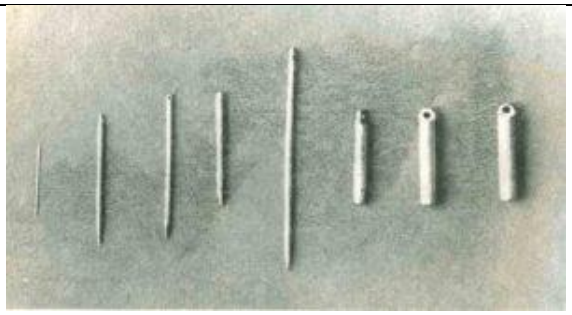
En décembre 1898, Marie et Pierre Curie découvrent un nouvel élément chimique qu'ils appellent « radium ». Pierre Curie et Henri Becquerel publient en 1901 un article relatant les effets physiologiques du rayonnement du radium.
Dans les années 1910, Marie Curie, qui dirige alors l'Institut du Radium développe, avec le Dr. Regaud qui dirige l'Institut Pasteur, la « curiethérapie ». C'est une méthode qui consistait à irradier localement une tumeur cancéreuse en introduisant de fines aiguilles contenant du radium.

L'objectif de l'exercice est de comprendre le principe d'une radiothérapie, la curiethérapie.

Document 1. Les débuts de la curiethérapie

Les médecins avaient très vite compris que les rayonnements ionisants tuaient plus facilement les cellules cancéreuses que les cellules saines, bien qu'ils n'aient pas su pourquoi. Mais il y eut un long chemin à parcourir avant qu'ils ne parviennent à optimiser les doses de ces rayonnements tout en minimisant les risques pour les patients et les opérateurs. À l'âge héroïque, il n'était pas possible de calculer la dose de rayonnement émise et les médecins recouraient le plus souvent à une irradiation massive aux rayons X d'une grande partie du corps pour détruire la tumeur d'un seul coup. Cela entraînait fréquemment la nécrose des tissus sains environnants sans garantir l'absence de récidive de la tumeur. Pour les tumeurs traitées par radioactivité, on employait des sels de radium, d'abord contenus dans des tubes en verre puis dans des aiguilles en platine, placés contre les tumeurs (ou à l'intérieur) ce qui limitait leur usage aux cancers accessibles de l'extérieur et de petite taille (cancers du sein, de la peau, du col de l'utérus).

D'après www.futura-sciences.com : Dossier - Radioactivité : les pionniers



Aiguilles contenant les sels de radium, utilisées en curiethérapie dans les années 1910 (http://www.jeanboudou.fr/blog/la-grande-decouverte-des-curie/)

Le radium est un élément radioactif. On estime aujourd'hui sa demi-vie à 1622 ans.

1. À partir de vos connaissances, expliquer ce qu'est un élément radioactif.

2. Donner la définition de la demi-vie d'un élément radioactif.

3. À partir de l'exploitation du document 1, indiquer la bonne réponse sur votre copie :

La curiethérapie a été utilisée dès le début du XX^{ème} siècle pour soigner des cancers, car :

3a. Les rayonnements produits empêchent les récidives de la tumeur.

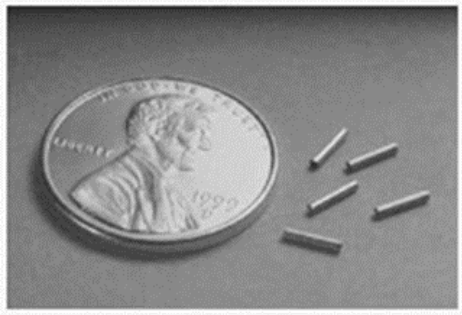
3b. Les rayonnements produits détruisent les cellules des tumeurs.

3c. Les rayonnements produits pouvaient être facilement dosés et localisés avec précision sur la tumeur.

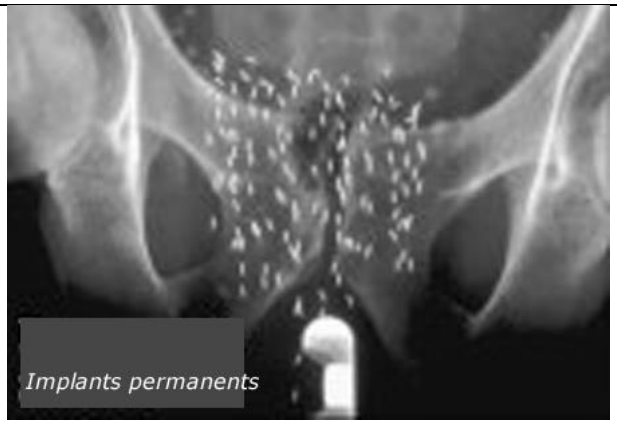
3d. Les rayonnements produits provoquent uniquement une nécrose des cellules cancéreuses.

Document 2. La méthode actuelle de curiethérapie de la prostate

La curiethérapie de la prostate consiste à installer directement dans l'organe des implants radioactifs constitués d'une source radioactive enrobée dans une capsule de titane. Un radioélément utilisé est l'iode-125. De 40 à 130 implants sont installés dans la prostate, le nombre étant déterminé par le volume de la prostate à traiter. Ces implants restent à demeure.



Implants contenant de l'iode-125 utilisés en curiethérapie de la prostate



Radiographie du bassin d'un patient traité par curiethérapie. Les implants apparaissent sous forme de bâtonnets blancs.

Évolution de la radioactivité des implants en fonction du temps

Pourcentage de radioactivité restante (%)	100	73	53	38	20	11	5
Temps (semaines)	0	4	8	12	20	28	36

D'après http://www.laradioactivite.com/site/pages/Projet_Curietherapie.htm

Document 3. Radioprotection après la pose des implants radioactifs lors d'une curiethérapie de la prostate

La plupart des rayonnements émis par l'iode-125 ont beau être essentiellement absorbés dans l'organe à traiter, une fraction touche néanmoins des structures proches, comme le rectum ou la vessie par exemple. À cette inquiétude légitime pour le patient, s'ajoute un risque pour l'entourage tant que la radioactivité n'a pas décru suffisamment : le patient est lui-même radioactif. Quelques précautions permettent de réduire le risque. Voici les conseils donnés par l'Institut National du Cancer :

« En cas de curiethérapie par implants permanents (iode-125), la radioactivité des sources implantées diminue progressivement dans le temps. Les risques pour l'entourage sont jugés inexistants, les rayonnements émis étant très peu

pénétrants et donc arrêtés presque totalement par le corps lui-même.

Les contacts avec les autres personnes sont autorisés. Quelques précautions sont cependant nécessaires pendant les 6 mois qui suivent l'implantation. En pratique, vous devez notamment éviter les contacts directs et prolongés avec les jeunes enfants (par exemple, les prendre sur vos genoux) et les femmes enceintes. »

D'après https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Les-cancers/Cancer-de-la-prostate/Curietherapie/Quel-deroulement

4. À partir de l'exploitation des documents 2 et 3 et de vos connaissances :

4a- Réaliser sur le document en annexe la courbe de décroissance radioactive de l'iode-125 représentant le pourcentage de l'activité restante en fonction du temps.

4b- Déterminer le temps de demi-vie de l'iode-125.

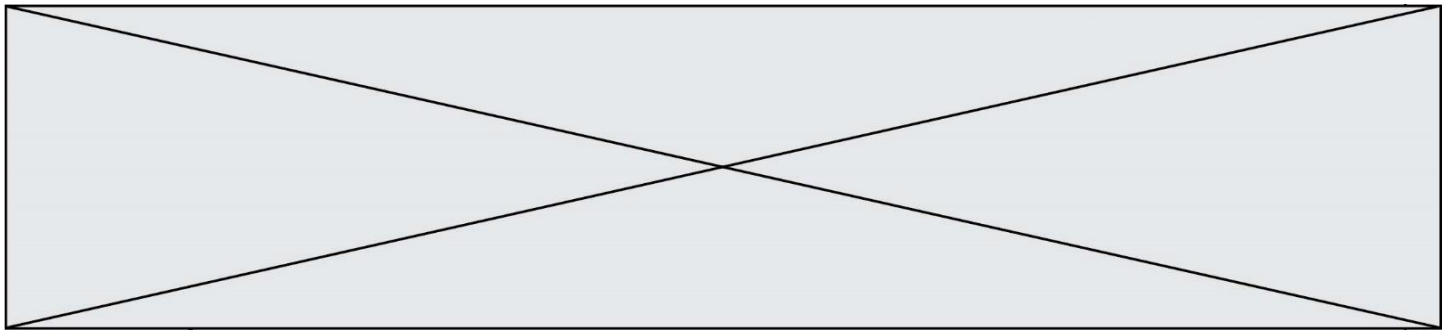
4c- L'activité des implants utilisés en curiethérapie est considérée comme faible lorsque l'activité restante est inférieure à 15 % de l'activité initiale. Déterminer au bout de combien de temps les implants auront une activité faible.

4d- Justifier la durée des précautions à prendre par le patient concernant son entourage.

5. À l'aide de l'ensemble des documents, donner un intérêt d'utiliser l'iode-125 plutôt que le radium pour la curiethérapie. Une réponse argumentée est attendue.

EXERCICE 2
LA TERRE, SA COMPOSITION ET SA TAILLE

Ce sujet s'intéresse à la fois à des mécanismes physico-chimiques à l'origine de la formation de la Terre et à une méthode mathématique permettant de calculer le rayon de la sphère terrestre.



Partie 1 - La formation de la Terre dans l'Univers

Document 1a. La nucléosynthèse primordiale

La nucléosynthèse primordiale a lieu lors des premières minutes de l'existence de l'Univers. Les protons et les neutrons apparaissent puis s'assemblent pour former les premiers noyaux d'hydrogène et d'hélium, suivant les réactions suivantes :

$$^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{2}_{1}H$$

$$^{2}_{1}H + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He$$

$$^{3}_{2}He + {}^{3}_{2}He \rightarrow {}^{4}_{2}He + 2\ {}^{1}_{1}H$$

Puis rapidement, l'espace se dilate, entrainant la chute de la température et l'éloignement des noyaux formés. La formation de noyaux plus lourds devient impossible. L'Univers est alors formé de 90% de noyaux d'hydrogène et de 10% de noyaux d'hélium, cette composition reste figée pendant quelques centaines de millions d'années, jusqu'à ce que les premières étoiles apparaissent.

Document 1b. La nucléosynthèse stellaire

Les travaux menés par Hans Bethe vers 1935 expliquèrent comment l'oxygène pouvait se former dans les étoiles par le cycle dit « carbone-oxygène-azote »

Extrait du cycle « Carbone-Azote-Oxygène » :

$$^{12}_{6}C + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{13}_{7}N$$

$$^{13}_{7}N \rightarrow {}^{13}_{6}C + {}^{0}_{1}n$$

$$^{13}_{6}C + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{14}_{7}N$$

$$^{14}_{7}N + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{15}_{8}O$$

Puis en 1951 Edwin Salpeter expliqua comment les étoiles pouvaient transformer l'hélium en carbone par la réaction dite « triple alpha »

Équation de la réaction triple alpha :

$$3\ {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C$$

À la fin de sa vie, l'étoile explose et disperse ces noyaux dans l'Univers permettant la formation d'autres étoiles, de planètes et, au moins sur Terre, d'êtres vivants.

Document 2. Abondance relative des éléments chimiques dans le globe terrestre

Élément chimique	Part en pourcentage
Oxygène	48,8 %
Magnésium	16,5 %
Fer	14,3 %
Silicium	13,8 %
Soufre	3,7 %
Autres	2,9 %

1- Indiquer quel type de réaction (fusion ou fission) est à l'œuvre lors de la nucléosynthèse primordiale.

2- Expliquer comment les travaux de Salpeter ont complété ceux de Bethe.

3- Expliquer pourquoi la composition de l'Univers à la fin de la nucléosynthèse primordiale diffère de celle du globe terrestre.

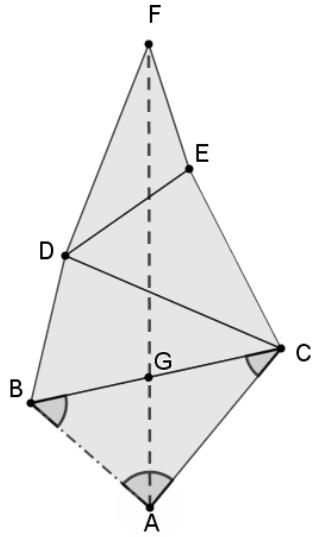
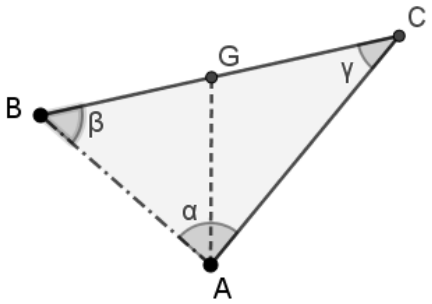
Partie 2 - Mesure d'une grandeur caractéristique de la Terre : son rayon

Document 3. La triangulation

En 1792, sur décision de l'Académie des Sciences, deux scientifiques, Pierre Delambre et Jean-Baptiste Méchain sont chargés de déterminer la longueur de la portion du méridien terrestre situé entre Dunkerque et Barcelone.

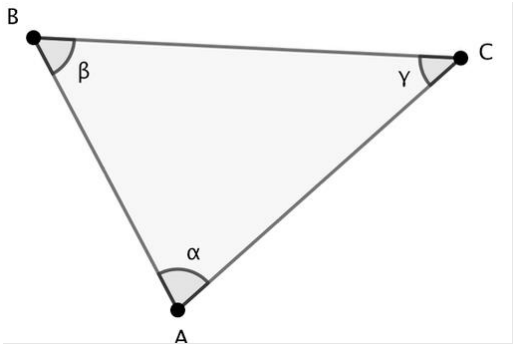
Pour y parvenir, ils déterminent avec une très grande précision la distance au sol séparant deux villes (notées A et B dans les figures ci-dessous).

Puis, partant de cette mesure appelée « base », ils forment une chaîne de triangles encadrant la portion du méridien (représenté sur le dessin par le segment [AF]) dont ils souhaitent calculer la longueur.

Figure 3a : exemple de chaines de triangles encadrant la portion de méridien [AF]	Figure 3b : extrait de la chaine de triangles
	 $\alpha = 88,03°$ $\beta = 53,70°$

Donnée : la loi des sinus

Dans un triangle ABC quelconque, les angles et les longueurs des côtés sont liés par la relation suivante, connue sous le nom de loi des sinus :



$$\frac{AB}{\sin \gamma} = \frac{BC}{\sin \alpha} = \frac{AC}{\sin \beta}$$

4- Faire un schéma légendé du globe terrestre en faisant apparaitre un méridien et un parallèle.

5- Répondre aux questions suivantes en utilisant la figure 3b du document 3 :

5-a- Montrer que l'angle γ mesure 38,27°.
5-b- La longueur AB est égale à 7 km. Utiliser la méthode de triangulation pour montrer que la longueur AC est égale à 9,1 km.

5-c- Une autre série de mesures montre que l'angle $\widehat{CAG}$ mesure 39,26°. Déduire des valeurs précédentes la longueur du segment [AG], qui est une portion de méridien.

6- Aujourd'hui, des mesures par satellites montrent que la longueur du méridien terrestre est égale à 40 000 km. En déduire la longueur du rayon de la Terre.

Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille *(naissance)* :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

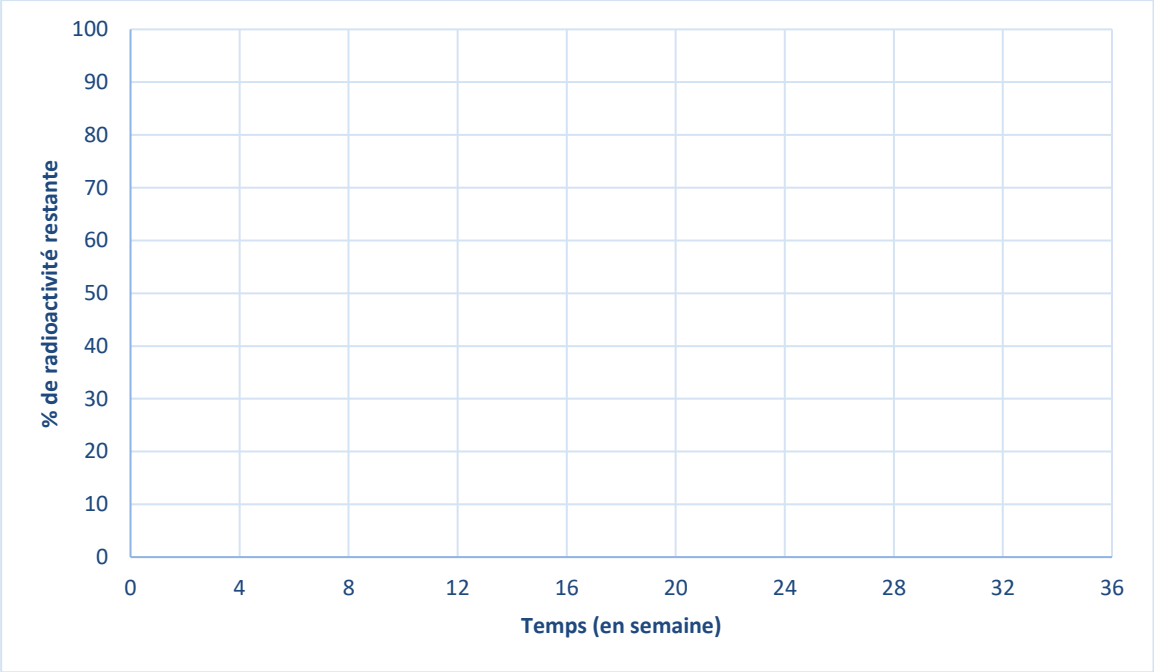
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.1

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE
EXERCICE 1 - DE LA RADIUMTHÉRAPIE À LA CURIETHÉRAPIE

Question 4a



G1CENSC04048