

Fiche à distribuer au candidat

La calculatrice est interdite

QUESTION 1 : les messages des neutrons cosmiques

- (a) On appelle « durée de vie » d'une particule la durée écoulée, en moyenne, entre son émission et sa désintégration. D'après les documents fournis, que vaut la durée de vie **propre** du neutron ? Justifier en citant les documents et en rappelant la définition de la durée propre.
- (b) Le document ③ affirme que la vitesse de neutrons est telle que « leur durée de vie est environ un million de fois plus élevée que s'ils étaient au repos » : dans quel référentiel cette affirmation est-elle valide ? La justifier qualitativement à l'aide de la relation entre durée propre et durée mesurée.
- (c) Calculer la distance parcourue, en moyenne, par un neutron cosmique entre son émission et sa désintégration, mesurée depuis la Terre. Convertir le résultat en années de lumière. On assimilera sa vitesse à celle de la lumière.
→ **Donnée** : l'année de lumière est la distance que parcourt la lumière en une année. Elle vaut : $1\text{al} \approx 1 \times 10^{15} \text{ m}$.
- (d) Exploiter les documents et les réponses précédentes pour expliquer oralement en quoi le fait de détecter des neutrons cosmiques à la surface de la Terre suggère aux astrophysiciens que le cœur des galaxies n'est pas la seule source de neutrons cosmiques.

DOCUMENT ① : relation entre durée propre et durée mesurée

La théorie de la relativité restreinte permet d'énoncer que la durée entre deux événements, si elle est mesurée dans un référentiel galiléen, vaut :

$$\Delta t_m = \gamma \Delta t_p \quad \text{avec} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- γ est appelé *le facteur de Lorentz* ;
- v : vitesse du référentiel propre aux deux événements par rapport au référentiel dans lequel Δt_m est mesurée ;
- c : célérité de la lumière dans le vide ;
- Δt_p : durée propre entre les deux événements.

DOCUMENT ② : à propos du neutron

Au sein d'un noyau atomique, lorsqu'il est lié aux protons, le neutron est stable et possède une durée de vie infinie. Cependant, lorsqu'il est isolé, le neutron est une particule instable. Les mesures ont montré qu'un neutron au repos se désintègre, en moyenne, après environ 15 minutes, soit environ $1 \times 10^3 \text{ s}$.

DOCUMENT ③ : neutrons cosmiques

Les neutrons cosmiques sont des neutrons en mouvement extrêmement rapide dans l'Univers : leur vitesse par rapport à la Terre est voisine de celle de la lumière ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$) : cette vitesse est telle que leur durée de vie est environ un million de fois plus élevée que s'ils étaient au repos.

La source des neutrons cosmique est mal connue. Les cœurs de certaines galaxies sont des émetteurs connus de neutrons cosmiques mais les astrophysiciens pensent aujourd'hui que d'autres astres peuvent aussi en être à l'origine...

DOCUMENT ④ :

Quelques distances dans l'Univers

- Distance moyenne Terre-Soleil : 150 millions de km ;
- Étoile la plus proche du Soleil : Proxima du Centaure, située à 4,3 années de lumière du Soleil ;
- Distance entre le Soleil et le cœur de la Voie Lactée : environ 26000 années de lumière (la voie Lactée étant la galaxie à laquelle appartient le Soleil).
- Galaxie la plus proche du Soleil : Andromède, située à 2,5 millions d'années de lumière du Soleil.

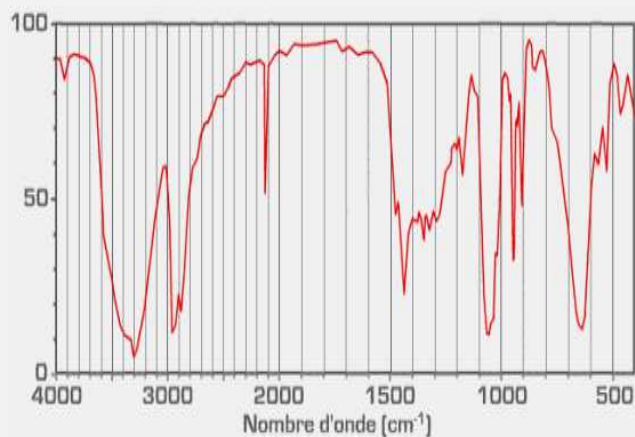
QUESTION 2 : analyses de spectres infrarouge

Les spectres infrarouge de deux composés organiques de formule brute $C_5H_{10}O$ sont donnés.

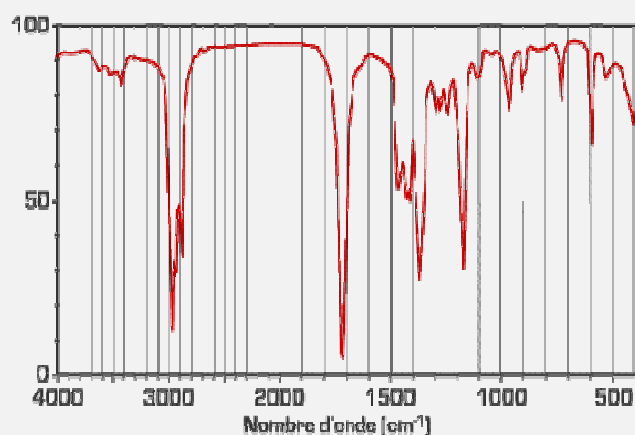
- D'après l'analyse du spectre, quelles liaisons possède chaque composé ?
- La bande d'absorbance voisine de 3400cm^{-1} du spectre 1 est large, pourquoi ?
- Les spectres correspondent à la pentan-2-one et au pent-4-ène-1-ol. Donner la formule semi-développée et la formule topologique de ces deux composés.
Quels groupes caractéristiques possèdent ces deux composés ?
- Attribuer chaque spectre au bon composé en justifiant.

DOCUMENT ① : deux spectres infrarouge

SPECTRE 1 :



SPECTRE 2 :



source : Université en ligne - <http://uel.unisciel.fr/>

DOCUMENT ② :

Bandes caractéristiques en spectroscopie IR

Famille	liaison	nombre d'onde (cm^{-1})
alcane	C-H (élongation)	2850 – 3000
	C-H (déformation)	1370 – 1470
alcène	C=C	1650
	C-H	3000 – 3080
cétone	C=O	1705 – 1725
aldéhyde	C-H	2650 – 2830
	C=O	1720 – 1740
acide carboxylique	O-H	3450 – 3550
	C=O	1740 – 1800
	C-O	1080 – 1190
ester	C=O	1730 – 1750
	C-O	1050 – 1300
alcool	O-H lié	3200 – 3450
	O-H libre	3600 – 3700
amine	C-N	1030 – 1230
	N-H	1640 – 1560
amide	N-H	3300 – 3500
	C=O	1620 – 1700

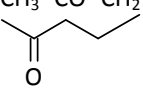
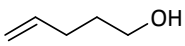
Fiche pour l'évaluateur

Correction et barème

QUESTION 1 : les messages des neutrons cosmiques

Question	Compétence évaluée	Correction	Barème
(a)	Définir la notion de temps propre.	La durée propre entre deux événements est la durée mesurée dans un référentiel dans lequel les deux événements sont localisés au même point. Les événements « émission du neutron » et « désintégration du neutron » sont au même point dans le référentiel du laboratoire si le neutron est immobile par rapport au laboratoire. La durée de vie propre du neutron est donc la valeur donnée dans le document ② : $\Delta t_p = 10^3 \text{s}$	2 citer la définition 1 extraire la bonne donnée
(b)	Choisir un référentiel d'étude. Extraire et exploiter des informations relatives à une situation concrète où le caractère relatif du temps est à prendre en compte.	L'affirmation citée est valide dans le référentiel terrestre . En effet, ce référentiel est impropre si le neutron est en mouvement par rapport à la Terre. Sa vitesse par rapport à la Terre étant proche de c , le facteur de Lorentz est très élevé, la durée de vie mesurée sur Terre est donc dilatée et vaut $\Delta t_m = \gamma \Delta t_p$.	1 choix du référentiel 1 justification
(c)	Exploiter la relation entre durée propre et durée mesurée. Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique.	Calculons la durée de vie d'un neutron cosmique mesurée sur terre : $\Delta t_m = \gamma \Delta t_p = 1 \times 10^6 \times 1 \times 10^3 = 1 \times 10^9 \text{s}$ La distance qu'il parcourt vaut donc, en moyenne : $d = c \times \Delta t_m = 3 \times 10^8 \times 10^9 = 3 \times 10^{17} \text{m} = 3 \times 10^2 \text{al}$	1 calcul de Δt_m 1 calcul de d 1 valeur avec 1 CS
(d)	Extraire et exploiter des informations sur des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations. Rédiger une synthèse de documents pouvant porter sur l'actualité scientifique et technologique.	L'origine des neutrons cosmiques est incertaine à ce jour. Les astrophysiciens savent que le cœur de certaines galaxies, ainsi que les étoiles à neutrons, sont des émetteurs de neutrons cosmiques. Cependant, puisque nous recevons ces neutrons sur Terre, cela suggère que la distance entre leur source et nous est inférieure à 300 al , soit la distance moyenne qu'ils peuvent parcourir avant de se désintégrer. Or les seuls astres connus situés à moins de 300 al du Soleil sont des étoiles (le Soleil, Proxima du Centaure étant les plus proches de nous). Ceci suggère l'hypothèse selon laquelle les étoiles « ordinaires » elles aussi émettent des neutrons cosmiques. Remarque (hors barème) : les étoiles à neutrons, dont la plus proche est à 180 al de la Terre sont une source possible des neutrons cosmiques dont nous sommes bombardés.	2 utilisation des bons arguments 1 exposé clair et structuré

QUESTION 2 :

Question	Compétence évaluée	Correction	Barème
(a)	Exploiter un spectre IR pour déterminer des groupes caractéristiques à l'aide de tables de données ou de logiciels.	<p>Sur le spectre 1, on observe :</p> <ul style="list-style-type: none"> – un pic à 3400cm^{-1} correspondant à une liaison O–H ; – un pic à 2900cm^{-1} pour une liaison C–H ; – un pic à 1600cm^{-1} pour une liaison C=C. <p>Sur le spectre 2 on observe</p> <ul style="list-style-type: none"> – un pic à 2900cm^{-1} pour les liaisons C–H ; – un pic à 1700cm^{-1} pour une liaison C=O. 	<p>2,5 <i>0,5 par liaison identifiée</i></p>
(b)	Mise en évidence de la liaison hydrogène.	La liaison correspondant à la bande à 3400cm^{-1} est O–H. Lorsque le composé est à l'état liquide, il y a des liaisons Hydrogène entre les molécules , cette bande est large et avec un nombre d'onde faible. S'il était gazeux, on observerait un pic fin vers 3600cm^{-1} pour la liaison O–H.	<p>1,5 <i>Interpréter l'allure</i></p>
(c)	Les groupes caractéristiques liés aux fonctions alcools, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide et les règles de nomenclature associées. Règles de nomenclature des alcanes et des alcènes.	<p>Le pentan-2-one contient le groupe carboxyle, c'est une fonction cétone</p> <p>→ Formules :</p> $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$  <p>Le pent-4-ène-1-ol contient les groupes hydroxyle et alcène, il y a une fonction alcool et une fonction alcène.</p> <p>→ Formules :</p> $\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ 	<p>1 <i>Formule topologique</i></p> <p>1 <i>Formules semi-développées</i></p> <p>1 <i>Groupes caractéristiques</i></p>
(d)	Associer un groupe caractéristique à une fonction dans le cas des alcools, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide.	<p>La pentan-2-one a donné le spectre 2 car celui-ci met bien en évidence les liaisons C–H et C=O.</p> <p>Pour le pent-4-ène-1-ol, le spectre 1 correspond : on a des liaisons C–H, C=C et O–H.</p>	<p>1 <i>spectres corrects</i></p> <p>1 <i>exposé clair et justifié</i></p>