

Partie Observer : Ondes et matière

CHAP 01-CORRIGE EXOS Ondes et particules

Exercices Pages 33 à 35 N° 4-5-6

4 Les balises Criirad surveillent

COMPÉTENCES Extraire des informations, exploiter un graphique et argumenter.

La Criirad gère des balises de mesure en continu de la radioactivité atmosphérique et aquatique dans la vallée du Rhône. Ces balises donnent une information sur la qualité de l'air et de l'eau et permettent d'alerter rapidement les populations en cas de contamination radioactive.

Balises atmosphériques

En cas d'accident survenant dans une installation nucléaire, le risque principal est le rejet de substances radioactives dans l'atmosphère.

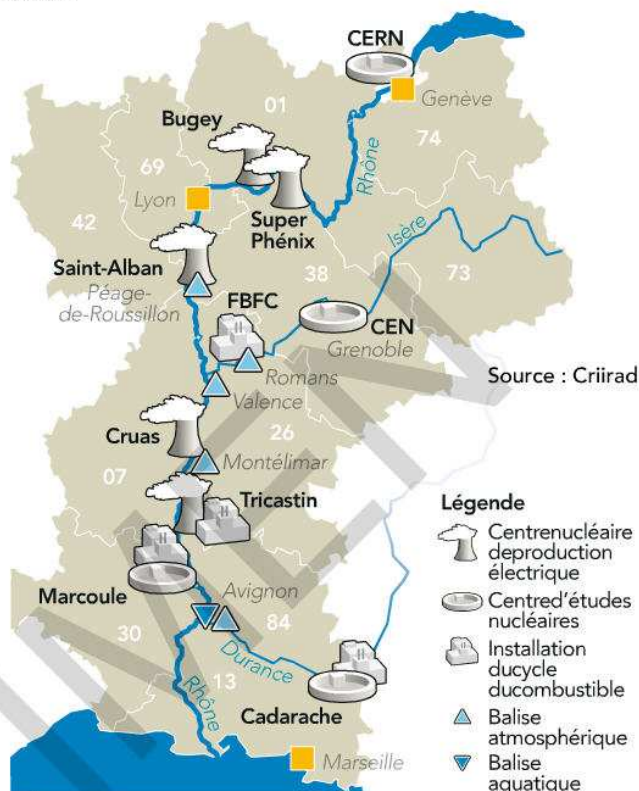
Une balise atmosphérique aspire de l'air extérieur et le filtre pour retenir les particules en suspension.

Un détecteur à scintillation mesure en continu l'activité des particules radioactives émettant des particules alpha ou bêta.

L'air est ensuite canalisé vers un détecteur spécifique qui mesure l'activité de l'iode 131. En effet, cet isotope constitue la première menace sanitaire en cas d'accident nucléaire, du fait de sa radioactivité et des quantités contenues dans le cœur des réacteurs des centrales nucléaires.

Balise aquatique

Dans le Rhône, une balise aquatique détecte en continu la radioactivité gamma du fleuve en aval des principales installations afin de déceler, en cas d'incident, une augmentation des rejets de substances radioactives.

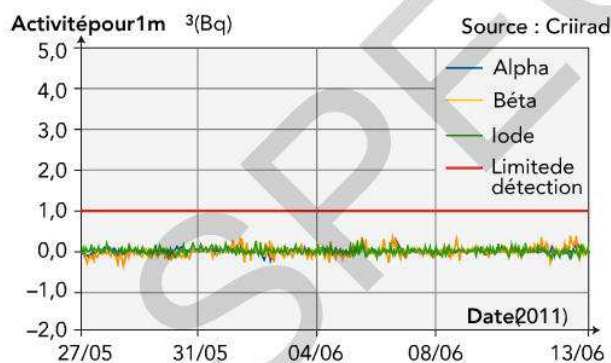


Source : Criirad

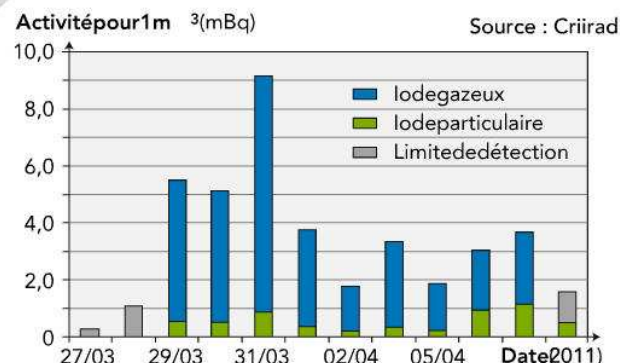
Légende

- Centre nucléaire de production électrique
- Centre d'études nucléaires
- Installation du cycle du combustible
- Balise atmosphérique
- Balise aquatique

Doc.1 Les installations nucléaires de la vallée du Rhône.



Doc.2 Contrôle de la radioactivité de l'air par la balise du Péage-de-Roussillon (Isère).



Doc.3 Contrôle de l'activité de l'iode 131 dans l'air par la balise de Valence (Drôme).

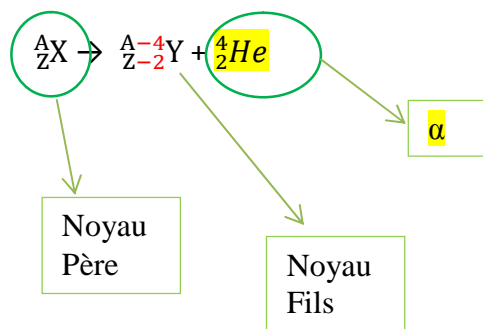
1. a. Définir « particule bêta », « particule alpha » et « rayonnement gamma ».
- b. Quelle est la grandeur mesurée en becquerel (Bq)? À quoi correspond 1 Bq?
2. Que détectent une balise atmosphérique et une balise aquatique de la Criirad?
3. Pourquoi sont-elles placées particulièrement dans la vallée du Rhône?
4. Où est située la balise aquatique? Justifier sa position.

1) a) Radioactivités α

- Les noyaux sont dit radioactifs (alpha) α , s'ils émettent des noyaux d'hélium : ${}^4_2\text{He}$
- Les particules sont positives

5. Quel est le seuil de détection des balises atmosphériques? Interpréter les résultats donnés par le graphique du document 2.
6. a. Pour quelles raisons l'activité de l'iode 131 est-elle mesurée?
- b. Expliquer le terme « particulaire » dans l'expression « iode particulaire ».
7. Le 11 mars 2011, l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima au Japon a été provoqué par un tsunami. Cet accident peut-il être à l'origine des résultats donnés par le graphique du document 3?

Equation



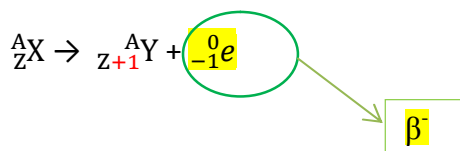
Caractéristiques

- Elle est caractéristique des noyaux lourds $A > 200$
- Elle est arrêtée par une feuille de papier ou qlqs cm d'air,
- Extrêmement dangereux, mais peu pénétrant, donc faut faire attention à l'inhalation ou l'ingestion

Radioactivités β^-

- Les noyaux sont dit radioactifs (béta -) β^- , s'ils émettent des électrons : ${}^0_{-1}e$
- Les particules sont négatives

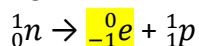
Equation



Caractéristiques

- Elle est caractéristique des éléments qui ont trop de neutrons
- β^- est assez pénétrant, elle est arrêtée par qlq mm d'Al ou qlq m d'air

Rem :

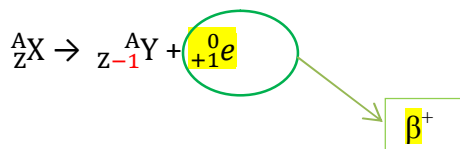


Il y a formation de l'électron lors de la transformation d'un neutron du noyau

Radioactivités β^+

- Les noyaux sont dit radioactifs (béta +) β^+ , s'ils émettent des positrons (positons, anti-électrons) : ${}^0_{+1}e$
- Les particules sont positives

Equation



Caractéristiques

- Elle est caractéristique des éléments qui ont trop de Protons
- Elle n'existe que pour des éléments artificiels, càd préparés par l'homme

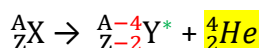
Désexcitation γ (gamma)

- C'est un rayonnement non chargé, de même nature que la lumière (électromagnétique)
- Il accompagne la plupart du temps chacun des 3 types de rayonnement précédent.

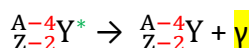
Equation

- Le noyau fils est généralement obtenu dans un état excité, noté Y^*
- C'est la désexcitation du noyau fils Y^* qui produit le rayonnement γ

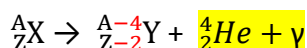
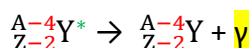
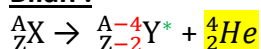
Ex : Soit un rayonnement α ou le noyau fils est obtenu dans un état excité



Désexcitation du noyau fils



Bilan :



Caractéristiques

Il est très pénétrant et très difficile à stopper : Il faut une forte épaisseur de Pb ou quelques centaines de m d'air.

b) La grandeur mesurée en becquerel (Bq) est l'activité radioactive.

1Bq = 1 désintégration par seconde

2) Une balise atmosphérique détecte la radioactivité alpha ou bêta.

Une balise aquatique détecte la radioactivité gamma.

3) Les balises sont placées particulièrement dans la vallée du Rhône, car cette région comporte de nombreuses Installations de l'industrie nucléaire.

4) La balise aquatique est située en aval des installations de la vallée du Rhône, elle pourra donc détecter la radioactivité provenant de l'une ou l'autre des installations positionnées le long du fleuve.

5) Le seuil de détection des balises atmosphériques est de 1,0 Bq par m³ d'air.

Durant la période considérée, les mesures de la balise étaient inférieures au seuil de détection.

6)a) L'activité de l'iode 131 est mesurée, car cet isotope est très présent dans les installations nucléaires.

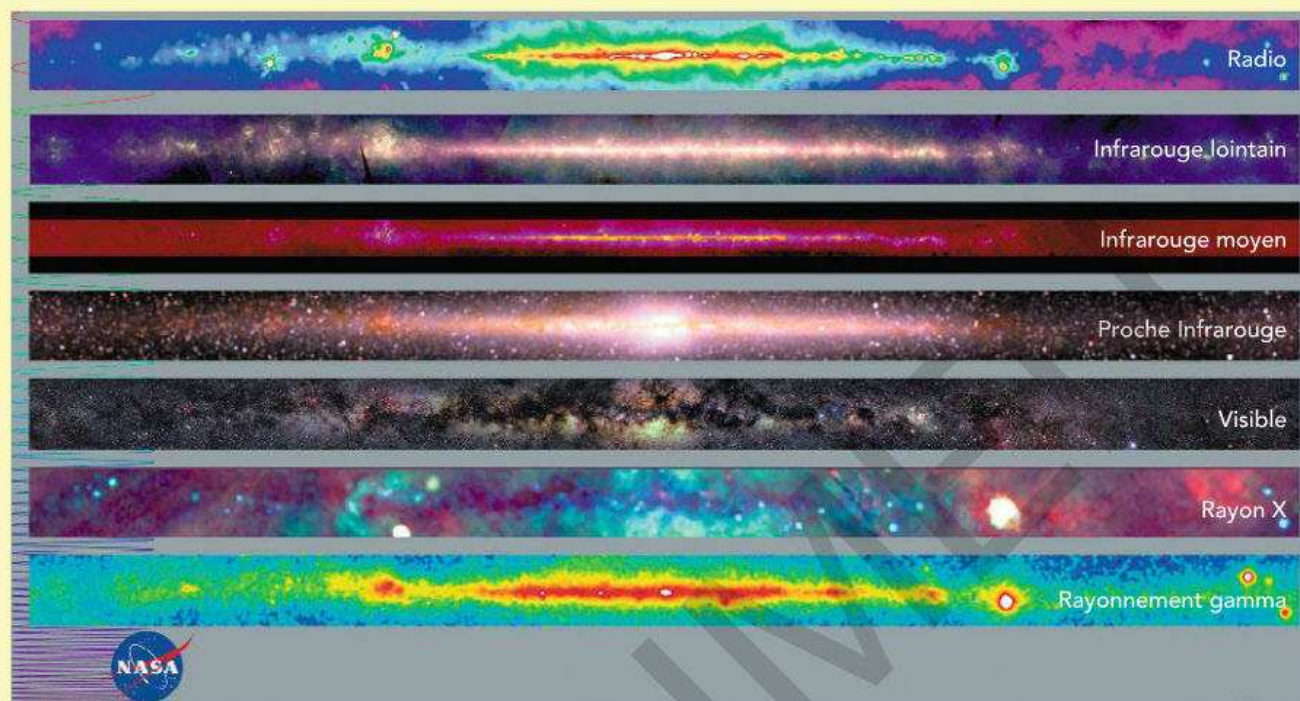
b) Le terme « particulaire » fait référence à des composés solides en suspension dans l'air. (opposition avec ondulatoire ou rayonnement)

7) La forte activité mesurée entre la fin mars 2011 et le début avril peut être due à l'accident de Fukushima. Le décalage de temps est lié au déplacement des gaz sur une très grande distance (distance de l'ordre de 15 000 km).

5 Observations de la Voie lactée dans différents domaines



COMPÉTENCES Extraire des informations, raisonner, argumenter.



Source : Nasa

La Voie lactée se présente sous différents aspects suivant le domaine d'observation. Les cartes ci-dessus ont été obtenues pour des domaines spectraux différents.

- **Émission radio** (autour de 1 m dans le vide) : l'émission provient principalement d'électrons de haute énergie que l'on trouve dans l'environnement des supernovae (étoiles qui explosent en fin de vie).
- **Émission dans l'infrarouge lointain** (10 à 100 μm dans le vide) : l'émission provient principalement des poussières du milieu interstellaire réchauffées par les étoiles nouvellement formées.
- **Émission dans l'infrarouge moyen** (de 5 à 10 μm dans le vide) : l'émission provient principalement de molécules interstellaires complexes (cycles aromatiques) portées à haute température par le rayonnement des étoiles.

- **Émission dans le proche infrarouge** (800 nm à 5 μm dans le vide) : l'émission provient principalement des étoiles légèrement moins chaudes que le Soleil.
- **Émission dans le visible** (400 à 800 nm dans le vide) : l'émission provient principalement des étoiles dont la température est proche de celle du Soleil.
- **Émission dans le domaine des rayons X** (1 à 5 nm dans le vide) : l'émission provient principalement des nuages de gaz chauds.
- **Émission des rayonnements gamma** (inférieur à 12 fm dans le vide) : l'émission provient principalement des collisions entre les protons du gaz interstellaire et les rayons cosmiques produits par les pulsars (étoile à neutron tournant sur elle-même et émettant des ondes électromagnétiques).

1. Sur un diagramme associant les rayonnements électromagnétiques cités dans le texte et leurs longueurs d'onde dans le vide, indiquer les objets de la Voie lactée à l'origine des émissions dans chaque domaine.

2. a. Rappeler la relation entre la longueur d'onde λ d'une radiation lumineuse et sa fréquence ν .

b. Parmi les rayonnements électromagnétiques cités dans le texte, quel est celui qui correspond à la plus grande fréquence ?

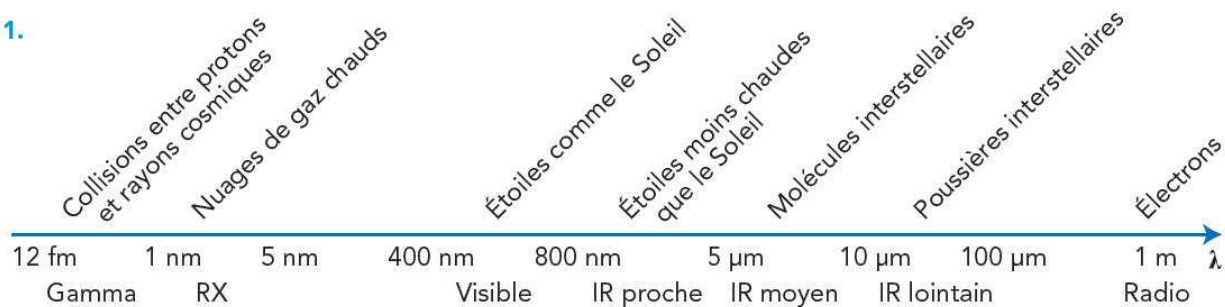
3. a. Rappeler la relation entre l'énergie d'un photon associé à un rayonnement et sa longueur d'onde λ dans le vide.

b. Parmi les rayonnements électromagnétiques cités dans le texte, quel est celui qui correspond à la plus grande énergie ?

4. Quel est l'intérêt d'observer l'Univers dans d'autres domaines que le visible ? Illustrer la réponse à l'aide d'un exemple.

1)

1.



2) a) cf cours

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

ν : la fréquence (Mu) (Hz)
 c : vitesse de la lumière ($m.s^{-1}$)
 λ : Longueur d'onde en (m)

b) Le rayonnement de plus grande fréquence est celui de plus petite longueur d'onde. Parmi les rayonnements cités, celui de plus grande fréquence est le rayonnement gamma.

3) a) Relation :

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

h : est une constante universelle appelée constante de Planck. ($h = 6,62 \cdot 10^{-34} J.s$)
 ν (mu) : La fréquence du photon. En Hertz (Hz). C'est la fréquence de l'onde électromagnétique associée au photon.
c : Célérité de la lumière ($m.s^{-1}$)
E : Energie en Joules ;

4) Les divers « objets » de l'Univers n'émettent pas dans les mêmes domaines de longueur d'onde. Les diverses observations sont donc complémentaires. Par exemple, l'observation dans les Rayons X permet de détecter les nuages de gaz chauds.

Comprendre un énoncé



6 Bac Radiographie

La radiographie enregistre l'image d'un corps traversé par un faisceau de **rayons X** produit par un tube de Coolidge. Ces rayonnements électromagnétiques sont plus ou moins absorbés par les divers tissus du corps humain. Le film photographique ou le capteur électronique, placé derrière le corps radiographié, permet de détecter l'intensité du faisceau de rayons X l'ayant traversé.

Un tube de Coolidge est une enceinte sous vide. À l'intérieur, une cathode portée à haute température par un courant électrique libère des **électrons**. Sous l'action d'une très haute tension, de l'ordre de 100×10^3 V, ces électrons sont attirés vers une anode. Leur impact sur l'anode produit des rayons X. L'intensité du courant dans la cathode et le temps d'exposition influent sur la quantité de rayons X émis. La tension entre l'anode et la cathode influe sur l'énergie des rayons X émis.



Sur une radiographie, les zones absorbant beaucoup les rayons X paraissent blanches, celles absorbant peu les rayons X paraissent noires. L'absorption des rayons X par la matière est d'autant plus grande que l'épaisseur du matériau traversé est grande et que les **numéros atomiques** des éléments chimiques constituant ce matériau sont grands.

Questions à se poser à la lecture de l'énoncé

- De quel type de rayonnement parle-t-on ?
- Quelle est la grandeur mesurée en radiographie ?
- Quelles particules interviennent dans la production des rayons X à l'intérieur d'un tube ?
- Quels paramètres influent sur la quantité de rayons X émis et sur leur énergie ?
- Quelle information apporte le contraste de la radiographie ?
- Quels facteurs ont une influence sur l'absorption des rayons X ?

Questions

1. a. Quelles particules élémentaires interviennent dans la production des rayons X à l'intérieur d'un tube de Coolidge ?
b. Quelles particules élémentaires ont été étudiées en 1^{re} S ? Donner les ordres de grandeur de leur charge et de leur masse.
2. a. Quels sont les organes qui apparaissent clairs et quels sont ceux qui apparaissent sombres ?
b. Quelle conclusion peut-on tirer sur les compositions chimiques respectives de ces organes ?
c. Pourquoi certains os paraissent plus blancs que d'autres ?
3. Sur quels paramètres le radiologue peut-il agir lors d'une radiographie ?
4. Les rayons X sont aussi produits par certaines étoiles. Citer deux autres rayonnements électromagnétiques venant de l'univers et indiquer leur origine.

* Compétence transversale.

Compétences à mobiliser

- Extraire les informations de l'énoncé*.
- Connaître les particules élémentaires et les ordres de grandeur caractéristiques.
- Extraire et exploiter les informations de l'énoncé*.
- Raisonner*.
- Argumenter*.
- Extraire et exploiter les informations de l'énoncé*.
- Connaître des sources de rayonnement.

Si difficulté, revoir

Cours de 1^{re} S, chapitre sur la cohésion de la matière.

Fiche n° 1, p. 580.

Fiche n° 1, p. 580.

Cours, p. 26.

1) a) Les **électrons** produits par la cathode sont à l'origine de la production des RX lors de leur interaction avec la matière présente à l'anode.

b)

Particule	Charge	Masse
Proton	$+e = +1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$	De l'ordre de 10^{-27} kg
Neutron	Charge nulle	De l'ordre de 10^{-27} kg
Électron	$-e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$	De l'ordre de 10^{-30} kg

2) a) Les zones absorbant beaucoup les rayons X, comme les os, paraissent blanches, celles absorbant peu les rayons X, comme la chair, paraissent plus sombres.

b) Les numéros atomiques des éléments chimiques constituant les os sont plus grands que ceux constituant la chair.

c) L'épaisseur traversée par les RX est plus importante quand l'os est plus gros.

3) Le radiologue peut jouer sur deux paramètres : la tension accélératrice des électrons et la durée d'exposition du patient.

4) Les étoiles froides qui émettent dans l'infrarouge et les nuages de poussière qui émettent dans le domaine des ondes radio.