

2. Les rayons X

Groupe 1 :

Projet : Marie Curie

La radiographie est une technique d'imagerie utilisant les rayons X. Ils traversent la matière mais une partie de ces rayons est absorbée par les constituants de l'objet. Les rayons non absorbés sont recueillis sur une feuille ou autres supports pour former une image



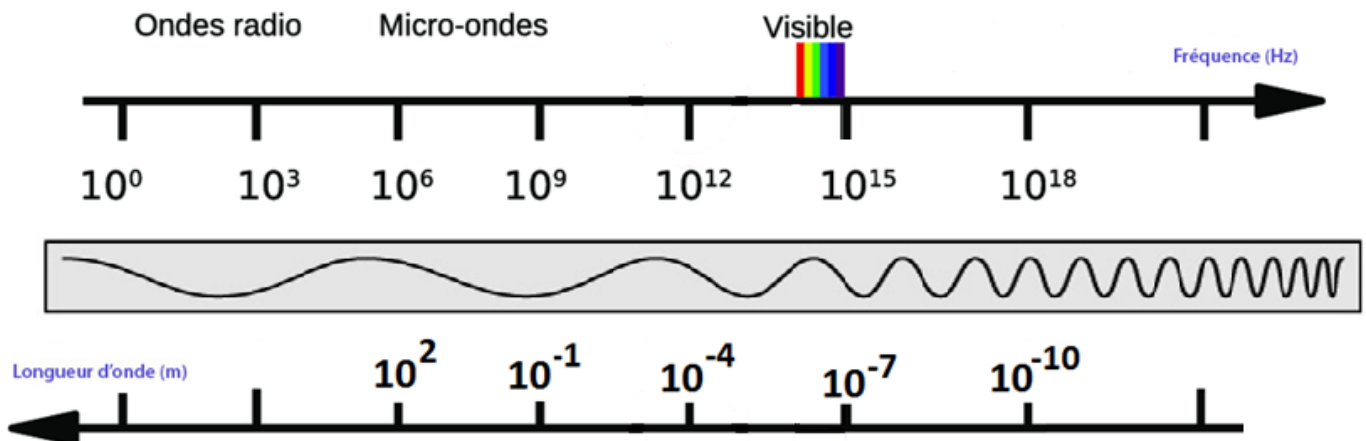
Le physicien allemand Röntgen a découvert les rayons X en 1895. La nature de ces rayons est longtemps restée inconnue, d'où leur nom : rayons « X ». Ils correspondent à un rayonnement électromagnétique dont la fréquence est comprise entre 10^{16} Hz et 10^{20} Hz.

Questions préliminaires :

1. Que signifie Hz ?
2. Placer le domaine des rayons X sur l'échelle de fréquence des OEM sur le schéma ci-dessous.
3. Déterminer la période T des rayons X, sans oublier l'unité ! *Utiliser les puissances de dix !!*

La longueur d'onde λ d'une OEM

1. Quelle est la valeur la vitesse de propagation des rayons X dans l'air ?
2. Déterminer alors la distance parcourue, appelée longueur d'onde λ , par des rayons X pendant une période T pour une onde de fréquence 10^{17} Hz. Détailler votre démarche. Votre valeur est-elle cohérente avec le schéma ci-dessous ?



DONNEE : Célérité de la lumière : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Groupe 1 : Présentation orale

Les caractéristiques d'une OEM – situer les rayons X sur le spectre électromagnétique.

Une onde est caractérisée par sa fréquence (préciser son unité) mais pas seulement !

→ Définir la période T et longueur d'onde λ .

→ Expliquer clairement comment on détermine cette longueur d'onde λ . Présenter les résultats pour une fréquence de 10^{17} Hz.

2. Les rayons X

Groupe 1 bis

Projet : Marie Curie



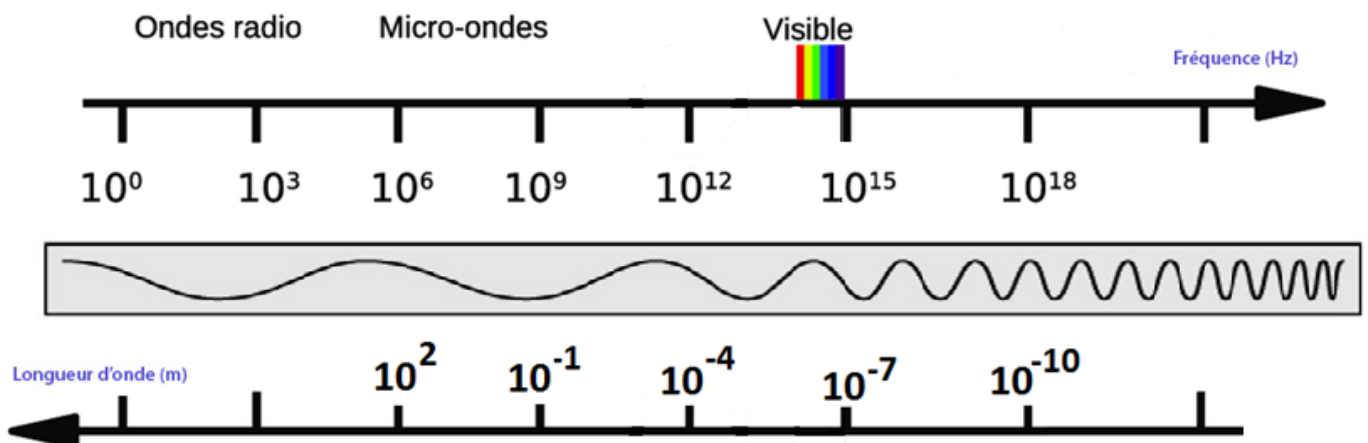
Le physicien allemand Röntgen a découvert les rayons X en 1895. La nature de ces rayons est longtemps restée inconnue, d'où leur nom : rayons « X ». Ils correspondent à un rayonnement électromagnétique dont la fréquence est comprise entre 10^{16} Hz et 10^{20} Hz

Toutes les ondes électromagnétiques se propagent dans le vide ou dans l'air à la vitesse de $3,0 \times 10^8$ m/s ; c'est la célérité de la lumière.

La distance parcourue par des rayons X pendant une période T pour une onde est appelée longueur d'onde et notée λ .

Spectre des OEM

1. Il existe d'autres rayonnements électromagnétiques que les rayons X, comme les ondes radios, les micro-ondes, ondes visibles.... Citer d'autres types de rayonnements électromagnétiques et les placer sur le schéma ci-dessous.
2. Rappeler la relation entre période et fréquence.
3. Exprimer la longueur d'onde λ en fonction de la vitesse et de la période T de l'onde. Préciser les unités de chaque grandeur.
 - ◆ On symbolise schématiquement ces OEM par une sinusoïde, comme le montre le schéma. Expliquer l'allure « resserrée » de cette sinusoïde.



APPLICATION : Compléter le fichier Excel mis à votre disposition pour calculer automatiquement les caractéristiques d'une OEM.

- ◆ Déterminer les caractéristiques du domaine visible sachant que la radiation rouge à une longueur d'onde λ de 800 nm et le violet une fréquence de 750 THz. ATTENTION AUX UNITES !!!
- ◆ Déterminer également le domaine des longueurs d'onde des rayons X.

Groupe 1 bis : Présentation orale

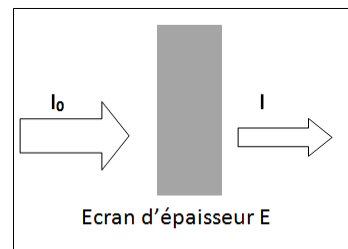
Spectre des OEM : domaine du visible et des rayons X

- Présenter le spectre électromagnétique.
- Et plus particulièrement définir le domaine du visible ainsi que celui des rayons X. (fréquence et longueur d'onde)

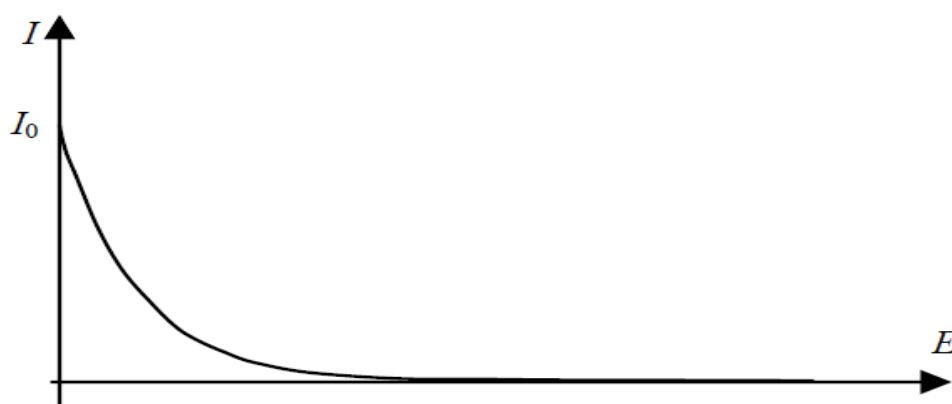


La radiographie est une technique d'imagerie utilisant les rayons X. Ils traversent la matière mais une partie de ces rayons est absorbée par les constituants de l'objet. Les rayons non absorbés sont recueillis sur une feuille ou autres supports pour former une image. Le physicien allemand Röntgen a découvert les rayons X en 1895. La nature de ces rayons est longtemps restée inconnue, d'où leur nom : rayons « X ».

Lorsqu'on envoie un faisceau de rayons X d'intensité I_0 sur un écran d'épaisseur E , le faisceau de rayons X qui émergent de l'écran n'ont plus qu'une intensité I dite « intensité transmise », qui dépend de l'épaisseur de la matière traversée.



Variation de l'intensité I du faisceau émergent en fonction de l'épaisseur E traversée



L'épaisseur de demi-absorption, notée $e_{1/2}$ est l'épaisseur qui permet d'absorber la moitié du faisceau incident de rayons X. Pour des rayons X de fréquence donnée, l'épaisseur de demi-absorption dépend de l'élément qui constitue l'écran.

DONNEES

	Carbone	Cuivre	Plomb
Z	6	29	82
$e_{1/2}$ (mm)	14	0,21	0,05

1. Questions préliminaires : VRAI ou FAUX ?

L'intensité du faisceau émergent décroît quand l'épaisseur augmente.	
Les rayons X traversent toujours un écran quelle que soit son épaisseur.	
L'intensité du faisceau émergent est proportionnelle à l'épaisseur de l'écran.	
L'absorption des rayons X est d'autant plus importante que l'épaisseur est grande	

2. L'absorption dépend-elle de la nature du matériau (C, Cu, Pb ...)? A partir de l'analyse des données argumenter votre réponse.

2. Les rayons X

Projet : Marie Curie

3. La radiographie médicale : une application des rayons X.

Lorsqu'on radiographie la main d'un patient, on intercale sa main entre la source de rayons X et une plaque sensible. On obtient par exemple l'image ci-contre :



Données :

Principaux éléments constitutifs des tissus : carbone, hydrogène, oxygène.

Principaux éléments présents dans les os : calcium, phosphore.

Cocher les bonnes réponses !

- ☐ Les parties qui absorbent le plus de rayons X apparaissent claires.
- ☐ Les parties qui absorbent le plus les rayons X apparaissent foncées.
- ☐ Les éléments formant les os ont un numéro atomique plus élevé que ceux des tissus.
- ☐ L'intensité transmise en rayons X est plus élevée pour les tissus que pour les os

4. Etude d'une radiographie !



A partir de l'observation de cette radiographie, que peut-on déduire sur la nature de la matière constituant les vis ?

A faible dose, les rayons X ne sont pas dangereux mais, en cas de forte exposition des troubles peuvent se manifester. On vous demande de fabriquer des protections appelées « tabliers » pour les manipulateurs en radiologie.

Quel matériau choisir parmi le carbone, cuivre et le plomb ? Argumenter clairement votre réponse.

Groupe 2 : Présentation orale

→ Expliquer le **principe de l'imagerie en rayon X** en vous appuyant sur les réponses formulées aux parties 1 et 2 (intensité et épaisseur/ absorption et matériau/ expliquer les nuances de gris sur la radiographie)

Groupe 2 bis :Présentation orale

→ Présenter le cliché de la radiographie (couleur, vis, nature du matériau des vis)
→ Vous fabriquez des protections appelées « tabliers » pour les manipulateurs en radiologie. Expliquer clairement quel matériau vous utilisez et pourquoi !

2. Les rayons X

Groupe 3 et 3 bis

Projet : Marie Curie

La radiographie est une technique d'imagerie utilisant les rayons X. Ils traversent la matière mais une partie de ces rayons est absorbée par les constituants de l'objet. Les rayons non absorbés sont recueillis sur une feuille ou autres supports pour former une image

Le physicien allemand Röntgen a découvert les rayons X en 1895. La nature de ces rayons est longtemps restée inconnue, d'où leur nom : rayons « X ».



Les rayons X sont une forme de rayonnement électromagnétique à haute fréquence. C'est un rayonnement ionisant utilisé dans de nombreuses applications dont l'imagerie médicale.

Les principales propriétés des rayons X sont les suivantes :

- ◆ Ils pénètrent facilement la « matière molle » et sont facilement absorbés par la « matière dure ». C'est ce qui permet l'imagerie médicale (radiographie, scanner, densitométrie osseuse) : ils traversent la chair et sont arrêtés par les os.
- ◆ Ils sont facilement absorbés par la couche d'air très épaisse que constitue l'atmosphère. De ce fait, les télescopes à rayons X (qui détectent les rayons X émis par les étoiles) doivent être placés dans des satellites.
- ◆ Du fait de leur énergie importante, ils provoquent des ionisations des atomes, ce sont des rayonnements dits « ionisants ». Ces ionisations endommagent, voire détruisent les cellules vivantes.

1. Questions préliminaires :

1. Quelle est la nature des rayons X ?
2. Expliquer comment l'emploi des rayons X permet de détecter une fracture osseuse ?
3. Pourquoi ne doit-on pas subir de radiographie trop fréquemment ?

2. Les scanners à rayons X et à rayons T :

Les scanners à rayons X sont d'un usage courant. Dans les laboratoires, les chercheurs conçoivent de nouveaux types de scanner faisant appel aux rayons T.

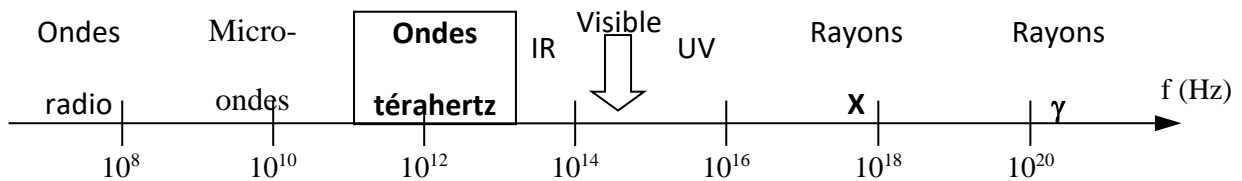
Grâce aux avancées récentes de la technologie, les rayons T connaissent aujourd'hui un engouement certain dans le domaine de l'imagerie médicale. Ces rayons T interagissent peu avec la matière, ce qui permet de les utiliser dans des applications d'imagerie pénétrante sans toutefois présenter de danger pour les organismes vivants.



2. Les rayons X

Projet : Marie Curie

Domaine des rayonnements électromagnétiques :



Comparons rayons T et rayons X !

Certains rayonnements sont dits ionisants. Leur énergie, supérieure à 10 eV, est suffisante pour transformer les atomes en ions. Ces rayonnements ionisants peuvent être nocifs pour les organismes vivants si la quantité d'énergie reçue est trop élevée.

1. Comment passe-t-on d'un atome à un ion ?

2. Déterminer l'énergie des rayonnements en eV :

L'énergie d'une onde électromagnétique est : $E = h \times \nu$

$\nu = F = \text{fréquence !}$

ou h est une constante, la constante de Planck en J.s (joule.seconde) et ν (nu) en Hz la fréquence qui caractérise l'onde. E est alors en joule J.

- ◆ Calculer la valeur de l'énergie associée d'un rayonnement X de fréquence égale à $1,0 \times 10^{17}$ Hz.
- ◆ Calculer la valeur de l'énergie associée à un rayonnement T de fréquence égale à 1,5 THz.

→ Vous disposez d'un fichier Excel pour vous aider !

3. Comparer l'impact sur les organismes vivants d'un scanner à rayons X et d'un scanner à rayons T. Justifier la réponse.

Données :

- ☐ Les fréquences des rayons térahertz sont comprises entre 0,1 THz et 30 THz. ☐ 1 THz = 10^{12} Hz
- ☐ Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s ☐ Électron-volt : 1 eV = $1,60 \times 10^{-19}$ J

Groupe 3 Présentation orale

- Expliquer comment l'emploi des rayons X permet de détecter une fracture osseuse ?
- Pourquoi ne doit-on pas subir de radiographie trop fréquemment ?

Groupe 3 bis : Présentation orale

- Comparer l'impact sur les organismes vivants d'un scanner à rayons X et d'un scanner à rayons T. Expliquer votre démarche (calcul de l'énergie, donner les résultats pour les rayons X et T et les interpréter).

2. Les rayons X

Projet : Marie Curie

➡ **Temps de travail** : 40 minutes (recherche / élaboration du document).

➡ **Production attendue** : infographie tenant sur une page d'un traitement de texte (ou une diapositive) avec des captures d'écran ou simplement en expliquant au tableau.

Les captures seront annotées et réalisées avec l'outil « capture » de Windows



. Vous disposez des fichiers sur e-lyco dans votre rubrique classe.

Chaque groupe viendra ensuite commenter au tableau sa production.

➡ **Temps de restitution** : 4 minutes maximum par groupe. Chaque membre du groupe doit participer à la restitution.

Evaluation :

- ☐ temps de travail respecté
- ☐ respect du cahier des charges
- ☐ présentation orale claire
- ☐ maîtrise du sujet
- ☐ travail collaboratif