

QCM
CORRIGES
RAYONNEMENT
ELECTROMAGNETIQUE

Une onde électromagnétique (OEM) est l'ensemble d'un champ électrique et d'un champ magnétique ; perpendiculaires l'un par rapport à l'autre qui se propage dans une direction orthogonale au plan qui les contient. L'onde est obtenue suite à la vibration de charges électriques.

La propagation de ces ondes s'effectue à une vitesse qui dépend du milieu considéré.

A l'inverse d'une onde sonore une onde électromagnétique n'a pas besoin de support pour se propager, elle se propage dans n'importe quel milieu et même dans le vide.

Caractéristiques des OEM

La Célérité (C);

Dans le vide, la célérité de propagation d'une OEM est égale à 3.10^8 m.s^{-1} .

- **La période (T)** : elle correspond au temps nécessaire pour que l'onde effectue un cycle, au temps entre deux oscillations.

La fréquence (v (nu)) : elle correspond au nombre de cycles par unité de temps ; au nombre d'oscillations des ondes par seconde. Elle est exprimée en Hertz (Hz).

$$v = 1/T$$

La longueur d'onde (λ) : elle correspond à la longueur d'un cycle d'une onde, c'est-à-dire à la distance entre deux oscillations.

$$\lambda = C.T$$

Remarque ; si une OEM change de milieu les paramètres de temps (la période, la fréquence) restent constants par contre les paramètres d'espace (la vitesse, la longueur d'onde) varient.

Dans un milieu d'indice n la vitesse est alors donnée par ;

$$V = C/n$$

La longueur d'onde dans le milieu est λ_m , elle est donnée par ;

$$\lambda_m = V.T \quad \lambda_m = C.T/n \text{ donc } \lambda_m = \lambda / n$$

λ = longueur d'onde dans le vide

Énergie d'une OEM

L'OEM transporte de l'énergie sous forme de photons, l'énergie d'un photon est donnée par ;

$$E = h\nu \quad \text{OU} \quad E = h \frac{c}{\lambda}$$

Si on veut avoir l'énergie en électronvolt (eV) on peut écrire ;

$$E(eV) = \frac{12400}{\lambda(\text{\AA})} \quad \lambda \text{ dans le vide}$$

Rayonnement ionisant

C'est un rayonnement dont l'énergie est suffisante pour arracher un électron à la structure moléculaire biologique ; il vérifie ; $E \geq 13,6 \text{ eV}$.

Un rayonnement est non ionisant si son énergie est inférieure à 13,6 eV.

En longueur d'onde il faut que ; $\lambda \leq 911 \text{ \AA}$

En fréquence il faut que ; $\nu \geq 3.3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

1- Pour se propager dans un milieu, et à la différence d'une onde sonore, une radiation électromagnétique :

- a) A besoin d'un milieu matériel
- b) N'a pas besoin de milieu matériel
- c) Toutes ces réponses sont fausses

2- Pour une onde électromagnétique propageant dans un milieu donné, la fréquence (f) peut s'exprimer comme le rapport :

- a) De la vitesse (v) de propagation de cette onde dans ce milieu par la longueur d'onde caractérisant celle-ci
- b) De la vitesse (v) de propagation de cette onde dans ce milieu par la période T de caractérisant celle-ci
- c) Toutes ces réponses sont fausses

$$\nu = \frac{1}{T} \rightarrow T = \frac{1}{\nu}$$

$$d = c \cdot T \text{ (dans le vide)}$$

$$d = c \cdot \frac{1}{\nu} \rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda} \text{ donc}$$

$$\nu = \text{fréquence} = \frac{c \text{ (vitesse)}}{\lambda \text{ (longueur d'onde)}}$$

3- Les radiations électromagnétiques relatives à l'émission et la réception dans le cadre de la téléphonie mobiles sont des radiations :

- a) Ionisantes
- b) Non ionisantes
- c) Toutes ces réponses sont fausses

4- Un tube de Coolidge produit des rayons X. Ceux-ci ont pour origine exclusive :

- a) Un rayonnement dit de freinage
- b) Un rayonnement dû aux collisions avec les électrons des couches profondes de l'atome.
- c) Toutes ces réponses sont fausses.

Un rayonnement X est dû à :

1/ interaction électrons avec les noyaux de l'anode
→ rayonnement de freinage

2/ interaction électrons avec les électrons des couches de l'atome de l'anode

donc c'est pas exclusive à l'un des deux modes.

5- Les rayonnements X sont issues exclusivement :

- a) Couches électroniques de l'atome
- b) Des couches de noyau atomique
- c) Toutes ces réponses sont fausses.

5/ des rayons X sont issus :

1/ des couches électroniques de l'atome

2/ et des couches des noyaux.
donc pas exclusivement

17- Soit un rayonnement électromagnétique formé de deux radiations de longueur d'onde λ_1 et λ_2 ($\lambda_1 = 0.8 \mu m$ et $\lambda_2 = 0.005 \mu m$) et qui se propage dans un milieu d'indice de réfraction $n=2.5$, ce rayonnement est :

- a) ionisant
- b) non ionisant
- c) toutes ces réponses sont fausses

17/ une radiation est considérée si
 1/ énergie $E \geq 13.6 eV$
 2/ longueur d'onde : $\lambda \leq 91.1 \text{ Å}$
 3/ fréquence $\nu \geq 3.3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$
 ces conditions sont contrôlées
 dans la VIDE.
 $(\lambda_m)_1 = 0.1 \mu m$
 $(\lambda_m)_2 = 0.005 \mu m$ } dans un milieu
 $n = 2.5$

on cherche les longueurs d'onde dans
 le vide $\lambda = cT$ } $\frac{\lambda}{\lambda_m} = \frac{c}{v} = n$
 $\lambda_m = vT$

$$\lambda = n \cdot \lambda_m$$

a) $\lambda_1 = 2.5 \times (\lambda_m)_1$ $\lambda_1 = 2.5 \times 0.8$
 $\lambda_1 = 2 \mu m$ $\lambda_1 = 2 \times 10^{-6} \times 10^{10}$
 $\lambda_1 = 2 \cdot 10^4 \text{ Å} > 91.1 \text{ Å}$ non ionisante

b) $\lambda_2 = 2.5 (\lambda_m)_2$ $\lambda_2 = 2.5 \times 0.005$
 $\lambda_2 = 0.0125 \mu m$ $\lambda_2 = 0.0125 \times 10^{-6} \times 10^{10}$
 $\lambda_2 = 125 \text{ Å} < 91.1 \text{ Å} \rightarrow$ radiation
 ionisante
 $\lambda_1 = \text{non ionisante}$ } donc rayonnement
 $\lambda_2 = \text{ionisante}$ } ionisant

18- Une onde électromagnétique de fréquence $\nu = 10^{15} \text{ Hz}$ se propage dans un milieu transparent d'indice de réfraction $n=1.52$, cette onde se caractérise par une énergie E :

- a) Supérieure à celle qu'elle aurait dans le vide
- b) Inférieure à celle qu'elle aurait dans le vide

les paramètres de temps (fréquence et la période)
 de l'onde ne changent pas, ne dépendent pas
 du milieu

En changeant de milieu l'énergie de la radiation ne change pas car $E = h \cdot \nu$

h = constante et ν est un paramètre de temps (ne dépend pas du milieu)

19- Soit un Rayonnement électromagnétique d'énergie $E = 300 \text{ Kev}$, et se propageant dans un milieu transparent d'indice de réfraction $n=1.52$, la longueur d'onde λ qui caractérise ce rayonnement vaut (en Angström) :

- a) $\lambda = 0.027 \text{ Å}$
- b) $\lambda = 0.825 \text{ Å}$
- c) Toutes les réponses sont fausses

19/ $E = 800 \text{ eV}$

dans le vide $E = \frac{hc}{\lambda}$ et $E = \frac{12400 \text{ eV}\text{\AA}}{\lambda(\text{\AA})}$

$E = \frac{12400}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{12400}{E} \quad \lambda = \frac{12400}{800 \cdot 10^3}$

$\lambda = 0,041 \text{ \AA}$ dans le vide

dans le milieu d'indice $n = 1,52$

car $\frac{\lambda}{\lambda_m} = n \rightarrow \lambda_m = \frac{\lambda}{n}$

$\lambda_m = \frac{0,041}{1,52} \quad \lambda_m = 0,027 \text{ \AA}$

- Soit une radiation électromagnétique qui se propage dans un milieu d'indice de réfraction $n=2$, sachant que cette radiation se caractérise par une longueur d'onde $\lambda = 0,006 \text{ \mu m}$ dans ce milieu, la fréquence (f) de cette radiation est :

- a) $f = 1,3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$
- b) $f = 5,7 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$
- c) $f = 2,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$
- d) Toutes les réponses sont fausses

1/ $n = 2 \quad \lambda_m = 0,06 \text{ \mu m}$

$\frac{\lambda}{\lambda_m} = n \rightarrow \lambda = n \lambda_m \quad \lambda = 2 \times 0,06$

$\lambda = 0,12 \text{ \mu m}$

$\lambda = c \cdot T \quad \gamma = \frac{1}{T} \rightarrow T = \frac{1}{\gamma}$

$\rightarrow \lambda = c \cdot \frac{1}{\gamma} \rightarrow \gamma = \frac{c}{\lambda} \rightarrow \gamma = \frac{3 \cdot 10^8}{0,12 \cdot 10^{-6}}$

$\gamma = 2,5 \times 10^{15} \text{ Hz}$

2- Une onde de longueur d'onde $\lambda' = 0,3 \text{ mm}$ se propage dans un milieu évoqué dans la question précédente. La vitesse (v) de propagation de cette radiation est :

- a) $v = 0,7 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- b) $v = 3,1 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- c) $v = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- e) Toutes les réponses sont fausses

2/ $\lambda_m = 0,3 \text{ mm} \quad n = 2$

$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n} \quad v = \frac{3 \times 10^8}{2}$

$v = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

3- Soit une radiation électromagnétique qui se propage dans le vide. Sa longueur d'onde λ dans ce milieu est : $\lambda = 3,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. L'énergie E de cette radiation est :

- a) $E = 5630 \text{ eV}$
- b) $E = 4000 \text{ eV}$
- c) $E = 1973 \text{ eV}$
- d) Toutes les réponses sont fausses

3/ dans le vide $\lambda = 3,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

car $\lambda = 3,1 \text{ \AA}$

$E = \frac{12400 \text{ (eV}\cdot\text{\AA)}}{\lambda(\text{\AA})} \quad E = \frac{12400}{3,1} \quad E = 4000 \text{ eV}$

22- Un tube à Rayons X produit :

- a) Un spectre exclusivement continu de RX
- b) Un spectre exclusivement discontinu de RX
- c) Un spectre associant un spectre continu et un spectre discontinu de RX
- d) Toutes les réponses sont fausses

22/ un spectre continu associé à un spectre discontinu.

5- Soit un rayonnement composé de trois radiations électromagnétiques de longueur d'onde respective $\lambda_1 = 3 \text{ mm}$ et $\lambda_2 = 0.5 \text{ um}$ et $\lambda_3 = 8 \text{ cm}$, dans un milieu d'indice de réfraction $n_1 = 1.5$, ce rayonnement est :

- a) Un rayonnement électromagnétique ionisant
- b) Un rayonnement électromagnétique non ionisant
- c) Un rayonnement particulaire ionisant
- d) Toutes les réponses sont fausses

$$5/ n = 1.5 \quad (\lambda_m) = \frac{vT}{\lambda} = \frac{c}{\lambda} = n$$

$$\lambda = 2 \lambda_m$$

$$(\lambda_m)_1 = 3 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 4.5 \text{ mm} \neq 9 \text{ mm} \rightarrow \text{non ionisant}$$

$$(\lambda_m)_1 = 1.5 \times 3 = 4.5 \text{ mm}$$

6- L'expérience de l'effet photoélectrique permet :

- a) De valider la théorie ondulatoire
- b) De mettre en défaut la théorie ondulatoire
- c) De mettre en défaut la théorie corpusculaire
- d) Toutes les réponses sont fausses

7- Le rayonnement électromagnétique est dit ionisant lorsque celui-ci est caractérisé :

- a) Par un rayonnement de longueur d'onde égale ou supérieure à $\lambda_{\min} = 4.10^{-7} \text{ m}$ dans le vide
- b) Par un rayonnement de fréquence inférieure égale ou supérieure à $f_0 = 8.10^{14} \text{ Hz}$
- c) Par un rayonnement d'énergie supérieure ou égale à $E_0 = 2.176.10^{-18} \text{ J}$
- d) Toutes les réponses sont fausses

$$7/a/ \lambda \leq 9.11 \text{ A} \rightarrow \text{ionisant}$$

$$\lambda_{\min} = 4.10^{-7} \text{ m} \quad \lambda_{\min} = 4.10^{-7} \text{ m} \text{ donc non ionisant}$$

$$b/ f_0 = 8.10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{ionisant} \rightarrow f \geq 3.3.10^{15} \text{ Hz}$$

$$f_0 < 3.3.10^{15} \text{ Hz} \text{ donc non ionisant}$$

$$c/ E_0 = 2.176.10^{-18} \text{ J}$$

$$1 \text{ eV} \rightarrow 1.6.10^{-19}$$

$$E_0 \rightarrow 2.176.10^{-18} \text{ J} \quad E_0 = 13.6 \text{ eV} \text{ ionisant}$$

donc oui