SPE MP

QCM Ondes électromagnétiques

Il peut y avoir, pour chaque question, soit 1, 2 réponses ou aucune réponse possibles .
Si vous pensez que toutes les réponses sont fausses indiquer réponse E .

Dans le vide, rapporté au repère orthonormé direct $\mathscr{R}=\left(O,\overrightarrow{e_x},\overrightarrow{e_y},\overrightarrow{e_z}\right)$, on considère une onde plane ①, dont le champ électrique en un point M quelconque de l'espace s'écrit en notation complexe :

$$\underline{\overrightarrow{E_1}}(M,t)=\overrightarrow{E_o}\exp\left[j\left(\overrightarrow{k_1}\cdot\vec{r}-\omega t\right)\right],$$

avec $\vec{r}=\overrightarrow{OM}$, $\overrightarrow{E_o}=E_o\overrightarrow{e_y}$, $\overrightarrow{k_1}=k_x\overrightarrow{e_x}+k_z\overrightarrow{e_z}$ et ω la pulsation de l'onde.

On note c la vitesse de la lumière dans le vide.

Question 1 :

A) La direction de propagation de l'onde est suivant $\overrightarrow{e_x}$.
B) La direction de propagation de l'onde est suivant $\overrightarrow{e_y}$.
C) La direction de propagation de l'onde est suivant $\overrightarrow{e_z}$.
D) La direction de propagation de l'onde est dans le plan perpendiculaire au plan xOz.

Question 2 :

A) La direction de polarisation de l'onde est suivant $\overrightarrow{e_x}$.
B) La direction de polarisation de l'onde est suivant $\overrightarrow{e_y}$.
C) La direction de polarisation de l'onde est suivant $\overrightarrow{e_z}$.
D) La direction de polarisation de l'onde est dans le plan perpendiculaire au plan xOz.

Question 3 :

Le champ magnétique complexe $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)$ associé à $\underline{\overrightarrow{E_1}}(M,t)$ vérifie :

A) $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)=\dfrac{\overrightarrow{e_x}\times\underline{\overrightarrow{E_1}}}{\omega}$	**B)** $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)=\dfrac{\overrightarrow{e_z}\times\underline{\overrightarrow{E_1}}}{\omega}$
C) $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)=\dfrac{\overrightarrow{k_1}\times\underline{\overrightarrow{E_1}}}{\omega}$	**D)** $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)=\dfrac{\overrightarrow{k_1}\times\underline{\overrightarrow{E_1}}}{c}$

Question 4 :

Les composantes de $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)$ s'écrivent :

A) $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)\cdot\overrightarrow{e_x}=\underline{B_{1x}}=\dfrac{k_xE_o}{\omega}\exp\left[j\left(\overrightarrow{k_1}\cdot\vec{r}-\omega t\right)\right]$

B) $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)\cdot\overrightarrow{e_y}=\underline{B_{1y}}=-\dfrac{k_zE_o}{\omega}\exp\left[j\left(\overrightarrow{k_1}\cdot\vec{r}-\omega t\right)\right]$

C) $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)\cdot\overrightarrow{e_z}=\underline{B_{1z}}=\dfrac{k_xE_o}{\omega}\exp\left[j\left(\overrightarrow{k_1}\cdot\vec{r}-\omega t\right)\right]$

D) $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)\cdot\overrightarrow{e_z}=\underline{B_{1z}}=\dfrac{k_zE_o}{\omega}\exp\left[j\left(\overrightarrow{k_1}\cdot\vec{r}-\omega t\right)\right]$

On superpose à l'onde ①, l'onde ② définie par le champ électrique complexe $\underline{\overrightarrow{E_2}}(M,t)$.

Les directions de propagation de $\underline{\overrightarrow{E_1}}(M,t)$ et $\underline{\overrightarrow{E_2}}(M,t)$ sont dans un même plan ; elles sont symétriques par rapport à l'axe Oz, et inclinée d'un angle θ par rapport à cet axe.

Les deux champs ont même amplitude, même pulsation, et sont polarisés suivant la même direction.

Question 5 :

On peut écrire $\underline{\vec{E_2}}(M,t)$ sous la forme suivante :

A) $\underline{\vec{E_2}}(M,t)=\vec{E_o}\exp\left[j\left(k_1x\cos\theta+k_1y\sin\theta-\omega t\right)\right]$

B) $\underline{\vec{E_2}}(M,t)=E_o\cos\theta\vec{e_y}\exp\left[j\left(\vec{k_1}\cdot\vec{r}-\omega t\right)\right]$

C) $\underline{\vec{E_2}}(M,t)=\vec{E_o}\exp\left[j\left(k_1x\cos\theta-k_1z\sin\theta-\omega t\right)\right]$

D) $\underline{\vec{E_2}}(M,t)=E_o\left(\cos\theta\vec{e_x}+\sin\theta\vec{e_y}\right)\exp\left[j\left(\vec{k_1}\cdot\vec{r}-\omega t\right)\right]$

On note $\underline{\vec{E}}(M,t)$ le champ électrique complexe résultant de la superposition des deux champs $\underline{\vec{E_1}}(M,t)$ et $\underline{\vec{E_2}}(M,t)$.

$\underline{\vec{B}}(M,t)$ est le champ magnétique complexe résultant.

Question 6 :

A) $\underline{\vec{B}}(M,t)=\dfrac{\left(\vec{k_1}+\vec{k_2}\right)\times\underline{\vec{E}}(M,t)}{\omega}$

B) $\underline{\vec{B}}(M,t)=\dfrac{\vec{k_1}\times\underline{\vec{E_1}}(M,t)}{\omega}+\dfrac{\vec{k_2}\times\underline{\vec{E_2}}(M,t)}{\omega}$

C) $\underline{\vec{B}}(M,t)=\dfrac{\vec{e_z}\times\underline{\vec{E}}(M,t)}{c}$

D) $\underline{\vec{B}}(M,t)=\dfrac{\vec{e_x}\times\underline{\vec{E}}(M,t)}{c}$

Question 7 :

A) $\underline{\vec{B}}(M,t)=\left|\begin{array}{c}-2\dfrac{k_zE_o}{\omega}\cos(k_xx)\exp\left[j\left(k_zz-\omega t\right)\right]\\ 0\\ +2j\dfrac{k_xE_o}{\omega}\sin(k_xx)\exp\left[j\left(k_zz-\omega t\right)\right]\end{array}\right.$

B) $\underline{\vec{B}}(M,t)=\left|\begin{array}{c}-2\dfrac{k_zE_o}{\omega}\cos(k_xx)\exp\left[j\left(k_zz-\omega t\right)\right]\\ 0\\ +2\dfrac{k_xE_o}{\omega}\sin(k_xx)\exp\left[j\left(k_zz-\omega t\right)\right]\end{array}\right.$

C) $\underline{\vec{B}}(M,t)=\left|\begin{array}{c}-2\dfrac{k_zE_o}{\omega}\cos(\theta)\exp\left[j\left(k_xx+k_zz-\omega t\right)\right]\\ 0\\ +2j\dfrac{k_xE_o}{\omega}\sin(\theta)\exp\left[j\left(k_xx+k_zz-\omega t\right)\right]\end{array}\right.$

D) $\underline{\vec{B}}(M,t)=\left|\begin{array}{c}-2\dfrac{k_xE_o}{\omega}\cos(k_zz)\exp\left[j\left(k_xx-\omega t\right)\right]\\ 0\\ +2j\dfrac{k_zE_o}{\omega}\sin(k_zz)\exp\left[j\left(k_xx-\omega t\right)\right]\end{array}\right.$

Question 8 :

L'espace dans lequel se propagent les deux ondes précédentes $\overrightarrow{E_1}(M,t)$ et $\overrightarrow{E_2}(M,t)$ est maintenant limité par deux plans parfaitement conducteurs, d'équation $x=+\dfrac{\pi}{2k_x}$ et $x=-\dfrac{\pi}{2k_x}$. On pose $a=\dfrac{\pi}{k_x}$.

Soit v_g et v_φ, respectivement, la vitesse de groupe et la vitesse de phase de l'onde résultante.

A) $v_g=\dfrac{c}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\pi c}{a\omega}\right)^2}}$	**B)** $v_g=c\sqrt{1-\left(\dfrac{\pi c}{a\omega}\right)^2}$
C) $v_\varphi=\dfrac{c}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\pi c}{a\omega}\right)^2}}$	**D)** $v_\varphi=c\sqrt{1-\left(\dfrac{\pi c}{a\omega}\right)^2}$

Question 9 :

A) La longueur d'onde de l'onde résultante est égale à la longueur d'onde de l'onde ①.
B) La longueur d'onde de l'onde résultante est le double de la longueur d'onde de l'onde ①.
C) La longueur d'onde de l'onde résultante est inférieure à la longueur d'onde de l'onde ①.
D) La longueur d'onde de l'onde résultante est supérieure à la longueur d'onde de l'onde ①.

Question 10 :

Soit $\mathscr{P}$ la valeur moyenne de la puissance surfacique rayonnée par l'onde résultante, et μ_o la perméabilité magnétique du vide.

A) $\mathscr{P}=\dfrac{2\ E_0^2}{\mu_o c\sqrt{1-\left(\dfrac{\pi c}{a\omega}\right)^2}}\cos^2\left(\dfrac{\pi x}{a}\right)$

B) $\mathscr{P}=\dfrac{2\sqrt{1-\left(\dfrac{\pi c}{a\omega}\right)^2}}{\mu_o c}\cos^2\left(\dfrac{\pi x}{a}\right)\ E_0^2$

C) L'énergie transportée par l'onde résultante se propage selon la direction de $\overrightarrow{k_1}$.

D) L'énergie transportée par l'onde résultante se propage selon la direction $\overrightarrow{e_z}$.

Dans un espace caractérisé par le repère $\mathcal{R}(O,xyz)$ associé à la base cartésienne $(\overrightarrow{e_x},\overrightarrow{e_y},\overrightarrow{e_z})$, une onde électromagnétique sinusoïdale monochromatique plane, de pulsation ω, de longueur d'onde λ, d'amplitude E_m, et polarisée rectilignement suivant la direction $\vec{u}\left|\begin{matrix}\cos\alpha\\0\\\sin\alpha\end{matrix}\right.$, se propage dans le vide suivant la direction $\vec{v}\left|\begin{matrix}\sin\alpha\\0\\-\cos\alpha\end{matrix}\right.$. Le champ électrique $\vec{E}(M,t)$ caractéristique de cette onde peut s'écrire, en un point $M(x,y,z)$ quelconque de $\mathcal{R}$, et à un instant t :

Question 11 :

A) $\vec{E}(M,t)=E_m\left[\cos\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x\cos\alpha+\frac{2\pi}{\lambda}z\sin\alpha\right)\right]\left(\vec{e_y}\right)$

B) $\vec{E}(M,t)=E_m\left[\cos\left(\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}x\cos\alpha-\frac{2\pi}{\lambda}z\sin\alpha\right)\right]\left(\vec{e_y}\right)$

C) $\vec{E}(M,t)=E_m\left[\cos\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x\cos\alpha-\frac{2\pi}{\lambda}z\sin\alpha\right)\right]\left(\sin\alpha\vec{e_x}-\cos\alpha\vec{e_z}\right)$

D) $\vec{E}(M,t)=E_m\left[\cos\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x\cos\alpha+\frac{2\pi}{\lambda}z\sin\alpha\right)\right]\left(\sin\alpha\vec{e_x}-\cos\alpha\vec{e_z}\right)$

Question 12 :

c étant la vitesse de la lumière dans le vide, le champ magnétique $\vec{B}(M,t)$ associé à $\vec{E}(M,t)$ peut s'écrire :

A) $\vec{B}(M,t)=\frac{E_m}{c}\left[\cos\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x\cos\alpha+\frac{2\pi}{\lambda}z\sin\alpha\right)\right]\left(\sin\alpha\vec{e_x}-\cos\alpha\vec{e_z}\right)$

B) $\vec{B}(M,t)=\frac{E_m}{c}\left[\cos\left(\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}x\cos\alpha-\frac{2\pi}{\lambda}z\sin\alpha\right)\right]\left(\sin\alpha\vec{e_x}-\cos\alpha\vec{e_z}\right)$

C) $\vec{B}(M,t)=\frac{E_m}{c}\left[\cos\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x\sin\alpha-\frac{2\pi}{\lambda}z\cos\alpha\right)\right]\left(\vec{e_y}\right)$

D) $\vec{B}(M,t)=-\frac{E_m}{c}\left[\cos\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x\sin\alpha+\frac{2\pi}{\lambda}z\cos\alpha\right)\right]\left(\vec{e_y}\right)$

Question 13 :

On note ε_o et μ_o, respectivement, la permittivité et la perméabilité du vide. Le vecteur de Poynting $\vec{R}(M,t)$ de l'onde étudiée est :

A) $\vec{R}(M,t)=\frac{E_m{}^2}{c\varepsilon_o}\left[\cos\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x\cos\alpha+\frac{2\pi}{\lambda}z\sin\alpha\right)\right]^2\left(\sin\alpha\vec{e_x}-\cos\alpha\vec{e_z}\right)$

B) $\vec{R}(M,t)=c\varepsilon_o E_m{}^2\cos^2\left[\omega t-\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\sin\alpha-\frac{2\pi}{\lambda}z\cos\alpha\right)\right]\left(\sin\alpha\vec{e_x}-\cos\alpha\vec{e_z}\right)$

C) $\vec{R}(M,t)=\frac{E_m{}^2}{c\mu_o}\left[\cos\left(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x\sin\alpha+\frac{2\pi}{\lambda}z\cos\alpha\right)\right]^2\left(\sin\alpha\vec{e_x}-\cos\alpha\vec{e_z}\right)$

D) $\vec{R}(M,t)=c\mu_o E_m{}^2\cos^2\left[\omega t-\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\sin\alpha-\frac{2\pi}{\lambda}z\cos\alpha\right)\right]\left(\sin\alpha\vec{e_x}-\cos\alpha\vec{e_z}\right)$

Question 14 :

Les densités volumiques d'énergie électrique u_e et magnétique u_m, et leurs valeurs moyennes respectives $\langle u_e\rangle$ et $\langle u_m\rangle$ vérifient :

A) $u_e=u_m$	**B)** $u_e=c\varepsilon_o E_m{}^2\cos^2\left[\omega t-\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\sin\alpha-\frac{2\pi}{\lambda}z\cos\alpha\right)\right]$
C) $\langle u_e\rangle=\langle u_m\rangle$	**D)** $\langle u_m\rangle=\frac{1}{2}\frac{E_m{}^2}{c\mu_o}$

Question 15 :

La densité volumique d'énergie électromagnétique u_{em}, et sa valeur moyenne $\langle u_{em}\rangle$ vérifient :

A) $\langle u_{em}\rangle=2\langle u_e\rangle$	**B)** $u_{em}=\left\|\vec{R}\right\|$
C) $\langle u_{em}\rangle=2\langle u_m\rangle$	**D)** $u_{em}=\mathrm{div}\vec{R}$

Pour les questions 16 et 17, on considère $\alpha=\frac{\pi}{2}$.

L'onde arrive sous incidence normale sur un métal parfait occupant le demi-espace x > 0 . Elle donne naissance à une onde réfléchie de même pulsation et de même polarisation que l'onde incidente . On rappelle que la composante tangentielle du champ électrique est continue au niveau d'une interface entre deux milieux .

Question 16 :

Le champ électrique de l'onde réfléchie s'écrit :

A) $\vec{E}_r(M,t)=E_m\cos(wt+\frac{2\pi}{\lambda}x)\vec{e}_z$ B) $\vec{E}_r(M,t)=-E_m\cos(wt-\frac{2\pi}{\lambda}x)\vec{e}_z$

C) $\vec{E}_r(M,t)=-E_m\cos(wt+\frac{2\pi}{\lambda}z)\vec{e}_x$ D) $\vec{E}_r(M,t)=-E_m\cos(wt+\frac{2\pi}{\lambda}x)\vec{e}_z$

Question 17 :

Le champ magnétique de l'onde réfléchie s'écrit :

A) $\vec{B}_r(M,t)=\frac{-E_m}{c}\cos(wt+\frac{2\pi}{\lambda}x)\vec{e}_y$ B) $\vec{B}_r(M,t)=\frac{E_m}{c}\cos(wt+\frac{2\pi}{\lambda}x)\vec{e}_y$

B) $\vec{B}_r(M,t)=\frac{-E_m}{c}\cos(wt+\frac{2\pi}{\lambda}z)\vec{e}_y$ D) $\vec{B}_r(M,t)=\frac{-E_m}{c}\cos(wt+\frac{2\pi}{\lambda}x)\vec{e}_z$

Question 18 :

Le champ électrique de l'onde résultante s'écrit :

A) $\vec{E}_t=2E_m\cos(wt)\cos(\frac{2\pi}{\lambda}x)\vec{e}_z$ B) $\vec{E}_t=2E_m\sin(wt)\sin(\frac{2\pi}{\lambda}x)\vec{e}_z$

C) $\vec{E}_t=2E_m\sin(wt)\sin(\frac{2\pi}{\lambda}z)\vec{e}_x$ D) $\vec{E}_t=-2E_m\sin(wt)\sin(\frac{2\pi}{\lambda}x)\vec{e}_z$

Question 19 :

Une onde électromagnétique incidente plane monochromatique de pulsation ω se propage dans le vide selon la direction $\overrightarrow{e_z}$ du repère $(R)=(O,\overrightarrow{e_x},\overrightarrow{e_y},\overrightarrow{e_z})$, dans le sens des z croissants.

La direction de polarisation fait, dans le plan xOy, un angle de +30 ° avec l'axe Ox. On note k la norme du vecteur $\vec{k}$ de propagation, E_o l'amplitude du champ électrique, c la célérité de la lumière dans le vide, μ_o la perméabilité magnétique du vide et $j^2=-1$.

$\overrightarrow{E_1}(M,t)$ le champ électrique réel, et $\underline{\overrightarrow{E_1}}(M,t)$ son expression complexe associée s'écrivent :

A) $\overrightarrow{E_1}(M,t)=E_o\frac{\sqrt{3}\overrightarrow{e_x}+\overrightarrow{e_y}}{2}\cos\left[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)\right]$

B) $\overrightarrow{E_1}(M,t)=E_o\frac{\overrightarrow{e_x}+\sqrt{3}\overrightarrow{e_y}}{2}\cos\left[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)\right]$

C) $\underline{\overrightarrow{E_1}}(M,t)=E_o\frac{\sqrt{3}\overrightarrow{e_x}+\overrightarrow{e_y}}{2}\exp\{-j[\omega t-kz]\}$

D) $\underline{\overrightarrow{E_1}}(M,t)=E_o\overrightarrow{e_z}\exp\left\{-j\left[\omega t-k\frac{\sqrt{3}x+y}{2}\right]\right\}$

Question 20 :

Le vecteur champ magnétique (réel $\overrightarrow{B_1}(M,t)$, complexe $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)$) associé vérifie :

A) $\overrightarrow{B_1}(M,t)=\frac{\overrightarrow{E_1}\times\vec{k}}{\omega}$

B) $\overrightarrow{B_1}(M,t)=\frac{\vec{k}\times\overrightarrow{E_1}}{\omega}$

C) $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)=\frac{\vec{k}\times\underline{\overrightarrow{E_1}}}{\omega}$

D) $\overrightarrow{B_1}(M,t)=\frac{\vec{k}\times\overrightarrow{E_1}}{\mu_o}$

Question 21 :

Le vecteur champ magnétique (réel $\overrightarrow{B_1}(M,t)$, complexe $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t)$) s'écrit :

A) $\overrightarrow{B_1}(M,t) = \frac{E_o}{c}\frac{\sqrt{3}\overrightarrow{e_x}+\overrightarrow{e_y}}{2}\cos\left[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)\right]$

B) $\overrightarrow{B_1}(M,t) = \frac{E_o}{c}\frac{\overrightarrow{e_x}-\sqrt{3}\overrightarrow{e_y}}{2}\cos\left[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)\right]$

C) $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t) = \frac{E_o}{c}\frac{\sqrt{3}\overrightarrow{e_x}+\overrightarrow{e_y}}{2}\exp\{-j[\omega t - kz]\}$

D) $\underline{\overrightarrow{B_1}}(M,t) = \frac{E_o}{c}\frac{\overrightarrow{e_x}-\sqrt{3}\overrightarrow{e_y}}{2}\exp\left\{-j\left[\omega t - k\frac{\sqrt{3}x+y}{2}\right]\right\}$

Question 22 :

Rappel :

Soit deux milieux linéaires homogènes et isotropes notés 1 et 2, et caractérisés par ε_o la permittivité électrique du vide, et par μ_o. Soit $\vec{e}_{N_{1\to2}}$ le vecteur unitaire de la normale à la surface de séparation entre ces deux milieux, orientée de 1 vers 2. On rappelle les équations de passage à la traversée de la surface pour le champ électrique et le champ magnétique :

$$\left(\overrightarrow{E_2}-\overrightarrow{E_1}\right).\vec{e}_{N_{1\to2}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_o}$$
$$\left(\overrightarrow{B_2}-\overrightarrow{B_1}\right)\times\vec{e}_{N_{1\to2}} = -\mu_o\overrightarrow{J_s}$$

σ est la densité surfacique de charge sur la surface de séparation, et $\overrightarrow{J_s}$ est le vecteur densité surfacique de courant.

L'onde incidente se propageant dans le vide tombe alors sous incidence normale, sur un milieu conducteur caractérisé par ε_o, μ_o et la conductivité γ. On suppose que la polarisation du champ électrique est conservée. Les propriétés suivantes sont vérifiées :

A) En pénétrant dans le milieu, la pulsation ω de l'onde est modifiée.
B) En pénétrant dans le milieu, la norme k du vecteur d'onde est modifiée.
C) Si γ est infinie, le champ électrique est totalement transmis.
D) Si γ est infinie, le champ électrique est totalement réfléchi.

Question 23 :

A la traversée de la surface, il y a :

A) Continuité de la composante normale du champ électrique.
B) Discontinuité de la composante tangentielle du champ électrique.
C) Continuité de la composante normale du champ magnétique.
D) Discontinuité de la composante tangentielle du champ magnétique.

Question 24 :

On s'intéresse à l'onde monochromatique qui est transmise dans le milieu conducteur neutre, et on suppose que son champ électrique $\overrightarrow{E_2}(M,t)$ a les mêmes directions de polarisation et de propagation que pour l'onde incidente.

Soit K la norme de son vecteur propagation. On note $\overrightarrow{B_2}(M,t)$ le champ magnétique associé.

A) $\overrightarrow{B_2}(M,t) = \frac{E_o}{c}\frac{\sqrt{3}\overrightarrow{e_x}+\overrightarrow{e_y}}{2}\cos\left[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)\right]$

B) $\overrightarrow{B_2}(M,t) = \frac{E_o}{c}\frac{\overrightarrow{e_x}-\sqrt{3}\overrightarrow{e_y}}{2}\cos\left[\omega\left(t-\frac{z}{c}\right)\right]$

C) $\overrightarrow{B_2}(M,t) = \frac{E_o}{c}\frac{\sqrt{3}\overrightarrow{e_x}+\overrightarrow{e_y}}{2}\exp\{-j[\omega t-Kz]\}$

D) $\overrightarrow{B_2}(M,t) = \frac{E_o}{c}\frac{\overrightarrow{e_x}-\sqrt{3}\overrightarrow{e_y}}{2}\exp\left\{-j\left[\omega t-K\frac{\sqrt{3}x+y}{2}\right]\right\}$

Question 25 :

L'équation de dispersion dans le milieu s'écrit :

A) $K^2 = \frac{\omega^2}{c^2}$

B) $K^2 = \frac{\omega^2}{c^2} + j\mu_o\gamma\omega$

C) $K^2 = j\mu_o\gamma\omega$

D) $K^2 = \frac{\omega^2}{c^2} - j\mu_o\gamma\omega$

Question 26 :

Dans le cas d'un bon conducteur, la résolution de l'équation de dispersion montre que l'amplitude du champ électrique diminue au cours de la propagation. On définit l'épaisseur de peau δ par :

A) $\delta = \sqrt{\frac{2}{\mu_o\gamma\omega}}$

B) $\delta = \sqrt{\frac{1}{\mu_o\gamma\omega}}$

C) $\delta = \sqrt{\frac{2\varepsilon_o\omega}{\gamma}}$

D) $\delta = \sqrt{\frac{\varepsilon_o\omega}{\gamma}}$

Question 27 :

La vitesse de phase v_φ et la vitesse de groupe v_g de l'onde dans le milieu vérifient :

A) $v_\varphi = c$

B) $v_g = \frac{d\omega}{dK}$

C) $v_\varphi = \frac{K}{\omega}$

D) $v_g = \frac{dK}{d\omega}$

Question 28 :

La vitesse de phase v_φ et la vitesse de groupe v_g de l'onde dans le milieu ont pour expression :

A) $v_\varphi = \sqrt{\frac{2\omega}{\mu_o\gamma}}$

B) $v_g = \sqrt{\frac{2\omega}{\varepsilon_o\gamma}}$

C) $v_\varphi = \sqrt{\frac{\mu_o\gamma}{2\omega}}$

D) $v_g = \sqrt{\frac{2\varepsilon_o\omega}{\gamma}}$

On considère un plasma, c'est-à-dire un milieu ionisé, constitué d'électrons (charge $-e$ et masse m_e) et d'ions (charge e et masse $m \gg m_e$) non électriquement liés. Le milieu est localement neutre et macroscopiquement immobile dans le référentiel du laboratoire, supposé galiléen, et muni d'un repère cartésien $(O, \mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z)$. On désigne par n_v le nombre volumique d'électrons en un point M de coordonnées (x, y, z). Le milieu est soumis au champ électrique $\mathbf{E}(M)$ sinusoïdal d'une onde électromagnétique, que l'on note en représentation complexe :

$$\underline{\mathbf{E}}(M) = E_m \exp\left[-i\left(\omega t - \underline{k} z\right)\right] \mathbf{e}_x$$

E_m étant l'amplitude du champ, i l'unité imaginaire ($i^2 = -1$), ω la pulsation et $\underline{k}$ le nombre d'onde complexe, t désignant le temps. On néglige l'influence du champ de pesanteur et de la composante magnétique de la force de Lorentz.

Question 29 :

Indiquer l'éventuelle ou les éventuelles réponses exactes :

A) La force magnétique est toujours négligeable.
B) La force magnétique est négligeable si les électrons sont non relativistes.
C) Le déplacement des électrons est faible devant celui des ions.
D) La composante électrique de la force de Lorentz dépend de la vitesse de la particule chargée.

Question 30 :

En négligeant le mouvement des ions, quelle relation existe-t-il entre le courant volumique complexe $\underline{\mathbf{J}}(M)$ et la vitesse complexe d'un électron $\underline{\mathbf{v}}$? Que vaut la conductivité $\underline{\gamma}$ du milieu?

A) $\underline{\mathbf{J}}(M) = -n_v e \underline{\mathbf{v}}$ B) $\underline{\mathbf{J}}(M) = n_v \underline{\mathbf{v}}$ C) $\underline{\gamma} = i\omega n_v e$ D) $\underline{\gamma} = i\dfrac{n_v e^2}{m_e \omega}$

Question 31 :

Comment s'écrit la relation de dispersion, à l'aide d'une constante ω_p et de la constante d'Einstein c (vitesse des ondes électromagnétiques dans le vide) ?

A) $\underline{k} = \dfrac{\omega_p^2}{\omega c}$ $\underline{k}^2 = \dfrac{\omega^2 - \omega_p^2}{c^2}$ C) $\underline{k}^2 = \dfrac{\omega_p^2 - \omega^2}{c^2}$ D) $\underline{k} = \dfrac{\omega^2}{\omega_p c}$

Question 32 :

Exprimer ω_p. On note ε_0 la permittivité du vide :

A) $\omega_p = \dfrac{m n_v e^2}{\varepsilon_0}$ B) $\omega_p = \dfrac{n_v e^2}{m_e \varepsilon_0}$ C) $\omega_p = \dfrac{n_v e^2}{m \varepsilon_0}$ D) $\omega_p = \left(\dfrac{n_v e^2}{m_e \varepsilon_0}\right)^{1/2}$

Question 33 :

Exprimer, lorsque $\omega > \omega_p$, l'indice optique n du milieu ainsi que la vitesse de phase v_φ de l'onde électromagnétique.

A) $n = \dfrac{\omega_p}{\omega}$ B) $n = \left(1 - \dfrac{\omega_p^2}{\omega^2}\right)^{1/2}$ C) $v_\varphi = c$ D) $v_\varphi = \dfrac{c}{n}$

Question 34 :

Le plasma occupe le demi-espace $z > 0$, l'autre demi-espace étant vide. On se place dans le cas où $\omega < \omega_p$. Quelle est l'expression réelle du champ électrique dans le plasma? On note $k_0 = \omega / c$. On introduira une constante χ dont on précisera l'expression.

A) $\mathbf{E} = E_m \cos(\omega t - k_0 \chi z) \mathbf{e}_x$ C) $\mathbf{E} = E_m \exp(-k_0 \chi z) \cos(\omega t) \mathbf{e}_x$

B) $\chi = \dfrac{\omega}{\omega_p}$ D) $\chi = \left(\dfrac{\omega_p^2}{\omega^2} - 1\right)^{1/2}$

Question 35 :

Que vaut alors le champ magnétique $\mathbf{B}$ dans le milieu ? En déduire la valeur moyenne $\overline{\mathbf{R}}$ du vecteur de Poynting.

A) $\mathbf{B} = \frac{\chi E_m}{c} \exp(-k_0 \chi z) \sin(\omega t) \, \mathbf{e}_y$

B) $\mathbf{B} = \frac{E_m}{c} \cos(\omega t - k_0 \chi z) \, \mathbf{e}_y$

C) $\overline{\mathbf{R}} = 0$

D) $\overline{\mathbf{R}} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 c \chi E_m^2 \, \mathbf{e}_z$