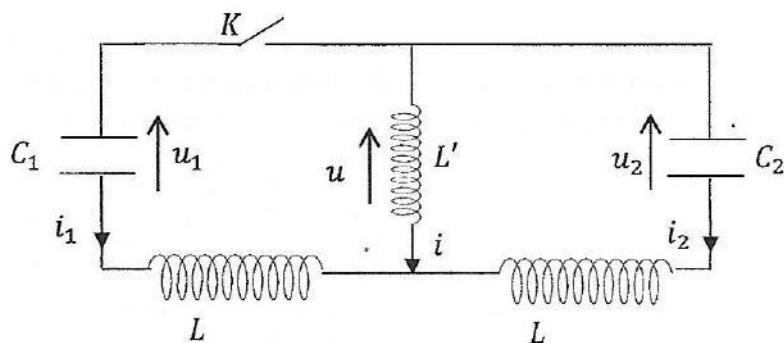


Question 1 :

On s'intéresse au circuit électrique ci-dessous, dans lequel C_1 et C_2 sont les capacités des condensateurs, et, L et L' les inductances des bobines. K est un interrupteur.

A l'instant initial $t = 0$, le condensateur C_2 est déchargé, et le condensateur C_1 est chargé sous la tension u_0 , et on ferme l'interrupteur K .

On note $u_1(t)$ et $u_2(t)$, respectivement, les tensions aux bornes des condensateurs C_1 et C_2 , et $i_1(t)$ et $i_2(t)$, respectivement, les intensités traversant les condensateurs C_1 et C_2 , et tels que représentés sur le schéma ci-dessous. On note $u(t)$ la tension aux bornes de l'inductance L' .



On s'intéresse à l'évolution du système au cours du temps. Les équations suivantes sont vérifiées :

A) $i_1(t) = i_2(t)$

B) $i_1(t) = -i_2(t)$

C) $u_1(t) = \frac{1}{C_1} \frac{di_1(t)}{dt}$

D) $u_2(t) = -\frac{1}{C_2} \frac{di_2(t)}{dt}$

Question 2 :

Les équations suivantes sont vérifiées :

A) $u_2(t) + L \frac{di_2(t)}{dt} = -u(t)$

B) $u_1(t) + L \frac{di_1(t)}{dt} = u_2(t) + L \frac{di_2(t)}{dt}$

C) $u_1(t) + L \frac{di_1(t)}{dt} = u(t)$

D) $u_1(t) - u_2(t) = L \frac{di_1(t)}{dt} - L \frac{di_2(t)}{dt}$

Question 3 :

On déduit des conditions initiales :

A) $u_1(t = 0) = 0$

B) $u_2(t = 0) = u_0$

C) $u(t = 0) = 0$

D) $u(t = 0) = u_0$

Question 4 :

Les équations suivantes sont vérifiées :

A) $(L + L')C_1\ddot{u}_1 + LC_2\ddot{u}_2 + u_2 = 0$

B) $(L + L')C_1\ddot{u}_1 + L'C_2\ddot{u}_2 + u_1 = 0$

C) $(L + L')C_2\ddot{u}_2 + LC_1\ddot{u}_1 + u_2 = 0$

D) $(L + L')C_2\ddot{u}_1 + LC_1\ddot{u}_2 + u_1 = 0$

Question 5 :

Pour les questions suivantes, afin de simplifier les calculs, on posera $C_1 = C_2 = C$.

On peut mettre les équations différentielles sous la forme :

$$\begin{cases} (L + 2L')\ddot{X}C + X = 0 \\ LC\ddot{Y} + Y = 0 \end{cases}$$

à condition de définir X et Y de la manière suivante :

A) $X = u_1 - u_2$

B) $Y = u_2 - u_1$

C) $X = u_1 + u_2$

D) $Y = u_1 + u_2$

Question 6 :

On note $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{(L+2L')C}}$ et $\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

La résolution des équations de la question 5 permet d'obtenir les expressions des fonctions X et Y , et des tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$ suivantes :

A) $X = u_0 \cos \omega_1 t$

B) $X = \frac{u_0}{2} \sin \omega_1 t$

C) $Y = \frac{u_0}{2} \cos \omega_2 t$

D) $Y = u_0 \sin \omega_2 t$

Question 7 :

On en déduit alors les expressions suivantes :

A) $u_1(t) = u_0(\cos \omega_1 t - \cos \omega_2 t)$

B) $u_2(t) = u_0(\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t)$

C) $u_1(t) = \frac{u_0}{2}(\cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t)$

D) $u_2(t) = \frac{u_0}{2}(\cos \omega_1 t - \cos \omega_2 t)$

Question 8 :

Les tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$ peuvent s'écrire :

A) $u_1(t) = u_0(\sin \omega_1 t - \sin \omega_2 t)$

B) $u_2(t) = u_0(\sin \omega_1 t + \sin \omega_2 t)$

C) $u_1(t) = \frac{u_0}{2} (\sin \omega_1 t + \sin \omega_2 t)$

D) $u_2(t) = \frac{u_0}{2} (\sin \omega_1 t - \sin \omega_2 t)$

Question 9 :

On se place dans le cas d'un coefficient de couplage faible, c'est-à-dire que l'on a $k = \frac{L'}{L} \ll 1$.

A) $\omega_1 \cong \omega_2(1 - 2k)$

B) $\omega_2 \cong \omega_1(1 - k)$

C) $\omega_1 \cong \omega_2(1 - k)$

D) $\omega_2 \cong \omega_1(1 + k)$

Question 10 :

On rappelle les formules trigonométriques :

$$\cos p + \cos q = 2 \cos \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$$

$$\cos p - \cos q = -2 \sin \frac{p+q}{2} \sin \frac{p-q}{2}$$

Dans le cas du couplage faible de la question précédente, les tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$ vérifient :

A) $u_1(t)$ et $u_2(t)$ vibrent alors en opposition de phase.

B) $u_1(t)$ et $u_2(t)$ vibrent alors en quadrature de phase.

C) $u_1(t)$ et $u_2(t)$ sont représentées par une sinusoïde de période $\frac{2\pi}{\omega_2}$ modulée par une sinusoïde de période $\frac{4\pi}{\omega_2 k}$.

D) $u_1(t)$ et $u_2(t)$ sont représentées par une sinusoïde de période $\frac{4\pi}{\omega_2 k}$ modulée par une sinusoïde de période $\frac{2\pi}{\omega_2}$.

Question 11 :

Une mole de gaz parfait diatomique est enfermée dans un cylindre d'axe horizontal, fermé par un piston pouvant se déplacer sans frottement. Initialement, le gaz est dans l'état A , à la température $T_0 = 300$ K, et à la pression $p_0 = 10^5$ Pa.

On fait subir au gaz une opération constituée par une compression isotherme réversible jusqu'à l'état B_1 caractérisé par la pression $p_1 = 3 \cdot 10^5$ Pa, puis une détente adiabatique réversible jusqu'à l'état C_1 de pression p_o .

On note : * $R = 8,3 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ la constante des gaz parfaits

* $\gamma = 1,4$ le rapport des capacités thermiques à pression (C_p) et volume (C_v) constants

* pour un état i : p_i sa pression, V_i son volume et T_i sa température.

* $Q_{i \rightarrow j}$ et $W_{i \rightarrow j}$ les transferts thermique et mécanique mis en jeu lors de l'opération pour aller de l'état i à l'état j .

On prendra $3^{1/1,4} \cong 2,2$ et $\ln 3 \cong 1,1$.

On rappelle que la variation d'entropie subit par n moles d'un gaz parfait entre un état i et un état j peut se mettre sous différentes formes qui sont listées ci-après, suivant que l'évolution de i à j est isotherme, isobare ou isochore. Le candidat choisira l'expression ou la combinaison d'expression adaptée(s) à la transformation étudiée.

$$\Delta S_{ij} = nR \ln \frac{V_j}{V_i} \quad \text{ou} \quad \Delta S_{ij} = nC_p \ln \frac{T_j}{T_i} \quad \text{ou} \quad \Delta S_{ij} = nC_v \ln \frac{T_j}{T_i}$$

Les différents paramètres thermodynamiques vérifient :

A) $V_A = 24,9 \text{ L}$

B) $V_{B_1} = 8,3 \text{ L}$

C) $V_A = 22,4 \text{ L}$

D) $V_{B_1} = 7,5 \text{ L}$

Question 12 :

Les différents paramètres thermodynamiques vérifient :

A) $V_{C_1} = 22,4 \text{ L}$

B) $T_{C_1} = 220 \text{ K}$

C) $V_{C_1} = 18,3 \text{ L}$

D) $T_{C_1} = 300 \text{ K}$

Question 13 :

Les transferts thermique et mécanique entre A et C_1 ont pour valeur :

A) $Q_{A \rightarrow C_1} = -2740 \text{ J}$

B) $W_{A \rightarrow C_1} = +1080 \text{ J}$

C) $Q_{A \rightarrow C_1} = +1660 \text{ J}$

D) $W_{A \rightarrow C_1} = -1660 \text{ J}$

Question 14 :

Déterminer la variation d'entropie totale ΔS_{AC_1} au cours de cette opération, ainsi que l'entropie échangée $S_{A \rightarrow C_1}^e$ et l'entropie produite $S_{A \rightarrow C_1}^p$.

A) $\Delta S_{AC_1} = -9,13 \text{ J.K}^{-1}$

B) $S_{A \rightarrow C_1}^e = -9,13 \text{ J.K}^{-1}$

C) $\Delta S_{AC_1} = +5,53 \text{ J.K}^{-1}$

D) $S_{A \rightarrow C_1}^p = +5,53 \text{ J.K}^{-1}$

Question 15 :

Le gaz étant dans l'état C_1 , on lui fait subir la même opération que précédemment, soit une compression isotherme réversible jusqu'à l'état B_2 caractérisé par la pression p_1 , puis une détente adiabatique réversible jusqu'à l'état C_2 de pression p_0 et ainsi de suite, pour n opération amenant le gaz dans l'état final C_n . Les paramètres thermodynamiques vérifient :

A) $T_{C_2} = T_{C_4}$

B) $V_{C_2} = V_{C_4}$

C) $T_{C_2} = 3T_{C_4}$

D) $V_{C_2} = 3V_{C_4}$

Question 16 :

Au bout des n opérations, on constate que le gaz a été :

A) Réchauffé.

B) Refroidi.

C) Comprimé.

D) Dilaté.

Question 17 :

En réalité, les transformations isotherme et adiabatique ne sont pas réversibles : la pression p_1 , est maintenue sur le piston durant la transformation monotherme, puis relâchée brutalement en début de détente adiabatique, de manière à ce que seule p_o , agisse sur le piston. Toutes les grandeurs à déterminer seront indiquées comme précédemment, mais seront en plus "primées". Les paramètres thermodynamiques de cette transformation vérifient :

A) $V'_{B_1} = 8,3 \text{ L}$

B) $T'_{C_1} = 220 \text{ K}$

C) $V'_{B_1} = 7,5 \text{ L}$

D) $T'_{C_1} = 300 \text{ K}$

Question 18 :

Les transferts thermique et mécanique de la transformation ont pour valeur :

A) $Q'_{A \rightarrow C_1} = -4980 \text{ J}$

B) $W'_{A \rightarrow C_1} = +4980 \text{ J}$

C) $Q'_{A \rightarrow C_1} = +2980 \text{ J}$

D) $W'_{A \rightarrow C_1} = +3800 \text{ J}$

Question 19 :

Les entropies échangée et produite lors de la transformation ont pour valeur :

A) $S'^e_{A \rightarrow C_1} = -9,13 \text{ J.K}^{-1}$

B) $S'^p_{A \rightarrow C_1} = 16,6 \text{ J.K}^{-1}$

C) $S'^e_{A \rightarrow C_1} = -16,6 \text{ J.K}^{-1}$

D) $S'^p_{A \rightarrow C_1} = 0$

Question 20 :

La variation d'entropie au cours de la transformation s'écrit :

A) $\Delta S'_{AC_1} = \frac{nR}{\gamma-1} \ln \frac{T'_{C_1}}{T_{B_1}}$

B) $\Delta S'_{AC_1} = \Delta S_{AC_1}$

C) $\Delta S'_{AC_1} = \frac{nR\gamma}{\gamma-1} \ln \frac{T'_{C_1}}{T_{B_1}}$

D) $\Delta S'_{AC_1} = 0$

Question 21 :

Dans un repère galiléen $(R) = (O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$, où \vec{e}_z représente le vecteur unitaire de la verticale ascendante, une masse ponctuelle m , située en un point M , est fixée à l'extrémité libre d'un système composé d'un ressort et d'un amortisseur fluide. Le ressort est sans masse, de longueur à vide l_0 et de constante de raideur k . Son autre extrémité est fixée au point O , et on cherche à déterminer l'évolution du système ainsi que la viscosité du fluide. On note h le coefficient de proportionnalité entre la force de viscosité due au fluide sur la masse et la vitesse de la masse.

A l'instant initial $t = 0$, le ressort est confondu avec l'axe Ox , et le point M est lâché sans vitesse initiale depuis la distance d de O . Au même instant, le ressort est mis en mouvement de rotation uniforme à la vitesse angulaire Ω autour de l'axe Oz . Grâce à un système non décrit ici, la masse est astreinte à se déplacer sans frottement suivant l'axe Ox' confondu à chaque instant avec la direction du ressort. Soit $(B') = (\vec{e}_{x'}, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$, la base orthonormée directe associée et $(R') = (O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$, le repère tournant associé au ressort.

On pourra utiliser les coordonnées cylindriques (ρ, φ, z) liées à M , ainsi que la base cylindrique associée $(B_{cyl}) = (\vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi, \vec{e}_z)$.

L'étude est réalisée dans le repère (R') . On note g l'accélération de la pesanteur.

Le bilan des forces fait apparaître un nombre de forces égal à :

A) 3

B) 5

C) 4

D) 6

Question 22 :

Le vecteur rotation de (R') par rapport à (R) s'écrit :

A) $\vec{\Omega}(R'/R) = \dot{\varphi} \vec{e}_{x'}$

B) $\vec{\Omega}(R'/R) = \dot{\varphi} \vec{e}_\rho$

C) $\vec{\Omega}(R'/R) = \Omega \vec{e}_z$

D) $\vec{\Omega}(R'/R) = \dot{\varphi} \vec{e}_z$

Question 23 :

Les forces suivantes interviennent dans le bilan des forces :

A) $h\rho \vec{e}_{x'}$

B) $-k(\rho - l_0) \vec{e}_{x'}$

C) $m\dot{\varphi}^2 \rho \vec{e}_{x'}$

D) $-m\dot{\varphi}\dot{\rho} \vec{e}_{y'}$

Question 24 :

Concernant les différentes forces :

- A) La réaction \vec{R} du support sur M est totalement équilibrée par le poids de la masse.
 B) La force d'inertie d'entraînement est nulle puisque le mouvement de rotation est uniforme.
 C) La force d'inertie de Coriolis est nulle puisque le mouvement de rotation est uniforme.
 D) La force de frottement visqueux est centripète.
-

Question 25 :

On déduit de la relation fondamentale de la dynamique les relations suivantes :

A) $\vec{R} = -mg\vec{e}_z$

B) $\ddot{\rho} + \frac{h}{m}\dot{\rho} + \frac{k}{m}\rho = 0$

C) $\ddot{\rho} + \frac{h}{m}\dot{\rho} + \frac{k}{m}(\rho - l_o) = 0$

D) $\ddot{\rho} + \frac{h}{m}\dot{\rho} + \frac{k}{m}(\rho - l_o) - \Omega^2\rho = 0$

Question 26 :

Le mouvement de la bille est pseudo-périodique si la vitesse de rotation vérifie la condition suivante :

A) $\Omega < \frac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{h}{m}\right)^2}$

B) $\Omega > \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{h}{m}\right)^2}$

C) $\Omega > \frac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{h}{m}\right)^2}$

D) $\Omega < \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{h}{m}\right)^2}$

Question 27 :

Il existe une position d'équilibre $l_{éq}$ définie par :

A) $l_{éq} = \frac{kl_o}{m\Omega^2}$

B) $l_{éq} = \frac{kl_o}{k-m\Omega^2}$

C) $l_{éq} = l_o$

D) $l_{éq} = \frac{kl_o}{k+m\Omega^2}$

Question 28 :

Dans le cas du mouvement pseudo-périodique, au bout d'un temps suffisamment long :

- A) M est en rotation uniforme dans (R).
 - B) M est immobile dans (R).
 - C) M est immobile dans (R').
 - D) M oscille avec la pulsation Ω .
-

Question 29 :

Si le mouvement est apériodique critique, il est caractérisé par une constante de temps τ . On a alors :

A) $\frac{k}{m} = \Omega^2 + \left(\frac{1}{\tau}\right)^2$

B) $\tau = \frac{2m}{h}$

C) $\frac{k}{m} = \left(\Omega + \frac{1}{\tau}\right)^2$

D) $\tau = \frac{h}{2m}$

Question 30 :

Si le mouvement est apériodique, son facteur de qualité Q vérifie :

A) $Q > \frac{1}{2}$

B) $Q = \frac{\tau}{2} \sqrt{\frac{k}{m} - \Omega^2}$

C) $Q < \frac{1}{2}$

D) $Q = \frac{\tau}{2} \sqrt{\Omega^2 - \frac{k}{m}}$

Question 31 :

Une onde électromagnétique incidente plane monochromatique de pulsation ω se propage dans le vide selon la direction \vec{e}_z du repère $(R) = (O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$, dans le sens des z croissants.

La direction de polarisation fait, dans le plan xOy , un angle de $+30^\circ$ 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 $j^2 = -1$.

$\vec{E}_1(M, t)$ le champ électrique réel, et $\underline{\vec{E}}_1(M, t)$ son expression complexe associée s'écrivent :

A) $\vec{E}_1(M, t) = E_o \frac{\sqrt{3}\vec{e}_x + \vec{e}_y}{2} \cos \left[\omega \left(t - \frac{z}{c} \right) \right]$

B) $\vec{E}_1(M, t) = E_o \frac{\vec{e}_x + \sqrt{3}\vec{e}_y}{2} \cos \left[\omega \left(t - \frac{z}{c} \right) \right]$

C) $\underline{\vec{E}}_1(M, t) = E_o \frac{\sqrt{3}\vec{e}_x + \vec{e}_y}{2} \exp \left\{ -j[\omega t - kz] \right\}$

D) $\underline{\vec{E}}_1(M, t) = E_o \vec{e}_z \exp \left\{ -j \left[\omega t - k \frac{\sqrt{3}x + y}{2} \right] \right\}$

Question 32 :

Le vecteur champ magnétique (réel $\vec{B}_1(M, t)$, complexe $\underline{\vec{B}}_1(M, t)$) associé vérifie :

A) $\vec{B}_1(M, t) = \frac{\vec{E}_1 \times \vec{k}}{\omega}$

B) $\vec{B}_1(M, t) = \frac{\vec{k} \times \vec{E}_1}{\omega}$

C) $\underline{\vec{B}}_1(M, t) = \frac{\vec{k} \times \vec{E}_1}{\omega}$

D) $\vec{B}_1(M, t) = \frac{\vec{k} \times \vec{E}_1}{\mu_o}$

Question 33 :

Le vecteur champ magnétique (réel $\vec{B}_1(M, t)$, complexe $\underline{\vec{B}}_1(M, t)$) s'écrit :

A) $\vec{B}_1(M, t) = \frac{E_o \sqrt{3}\vec{e}_x + \vec{e}_y}{c} \cos \left[\omega \left(t - \frac{z}{c} \right) \right]$

B) $\vec{B}_1(M, t) = \frac{E_o \vec{e}_x - \sqrt{3}\vec{e}_y}{c} \cos \left[\omega \left(t - \frac{z}{c} \right) \right]$

C) $\underline{\vec{B}}_1(M, t) = \frac{E_o \sqrt{3}\vec{e}_x + \vec{e}_y}{c} \exp \left\{ -j[\omega t - kz] \right\}$

D) $\underline{\vec{B}}_1(M, t) = \frac{E_o \vec{e}_x - \sqrt{3}\vec{e}_y}{c} \exp \left\{ -j \left[\omega t - k \frac{\sqrt{3}x + y}{2} \right] \right\}$

Question 34 :

Rappel :

Soit deux milieux linéaires homogènes et isotropes notés 1 et 2, et caractérisés par ε_0 la permittivité électrique du vide, et par μ_0 . Soit $\vec{e}_{N_{1 \rightarrow 2}}$ 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 :

$$\begin{aligned}(\vec{E}_2 - \vec{E}_1) \cdot \vec{e}_{N_{1 \rightarrow 2}} &= \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \\ (\vec{B}_2 - \vec{B}_1) \times \vec{e}_{N_{1 \rightarrow 2}} &= -\mu_0 \vec{J}_s\end{aligned}$$

σ est la densité surfacique de charge sur la surface de séparation, et \vec{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_0 , μ_0 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 35 :

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 36 :

On s'intéresse à l'onde monochromatique qui est transmise dans le milieu conducteur neutre, et on suppose que son champ électrique $\vec{E}_2(M, t)$ a les mêmes directions de polarisation et de propagation que pour l'onde incidente.

Soit K la norme de son vecteur propagation. On note $\vec{B}_2(M, t)$ le champ magnétique associé.

- A) $\vec{B}_2(M, t) = \frac{E_0}{c} \frac{\sqrt{3}\vec{e}_x + \vec{e}_y}{2} \cos \left[\omega \left(t - \frac{z}{c} \right) \right]$
 - B) $\vec{B}_2(M, t) = \frac{E_0}{c} \frac{\vec{e}_x - \sqrt{3}\vec{e}_y}{2} \cos \left[\omega \left(t - \frac{z}{c} \right) \right]$
 - C) $\vec{B}_2(M, t) = \frac{E_0}{c} \frac{\sqrt{3}\vec{e}_x + \vec{e}_y}{2} \exp \{-j[\omega t - Kz]\}$
 - D) $\vec{B}_2(M, t) = \frac{E_0}{c} \frac{\vec{e}_x - \sqrt{3}\vec{e}_y}{2} \exp \left\{ -j \left[\omega t - K \frac{\sqrt{3}x + y}{2} \right] \right\}$
-

Question 37 :

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

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

B) $K^2 = \frac{\omega^2}{c^2} + j\mu_0\gamma\omega$

C) $K^2 = j\mu_0\gamma\omega$

D) $K^2 = \frac{\omega^2}{c^2} - j\mu_0\gamma\omega$

Question 38 :

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) $\delta = \sqrt{\frac{2}{\mu_0\gamma\omega}}$

B) $\delta = \sqrt{\frac{1}{\mu_0\gamma\omega}}$

C) $\delta = \sqrt{\frac{2\varepsilon_0\omega}{\gamma}}$

D) $\delta = \sqrt{\frac{\varepsilon_0\omega}{\gamma}}$

Question 39 :

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 40 :

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

A) $v_\varphi = \sqrt{\frac{2\omega}{\mu_0\gamma}}$

B) $v_g = \sqrt{\frac{2\omega}{\varepsilon_0\gamma}}$

C) $v_\varphi = \sqrt{\frac{\mu_0\gamma}{2\omega}}$

D) $v_g = \sqrt{\frac{2\varepsilon_0\omega}{\gamma}}$