

CONCOURS POUR LE RECRUTEMENT
D'INGÉNIEURS DU CONTRÔLE DE LA NAVIGATION AÉRIENNE



Épreuve obligatoire de
PHYSIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2



Ce sujet comporte :

1 page de garde

2 pages d'instructions pour remplir le QCM recto/verso

14 pages d'avertissements et de texte/questions recto/verso

**L'USAGE DE CALCULATRICES, DE TELEPHONES PORTABLES
OU DE DOCUMENTS PERSONNELS N'EST PAS AUTORISE**

ÉPREUVE OBLIGATOIRE DE PHYSIQUE**A LIRE TRÈS ATTENTIVEMENT**

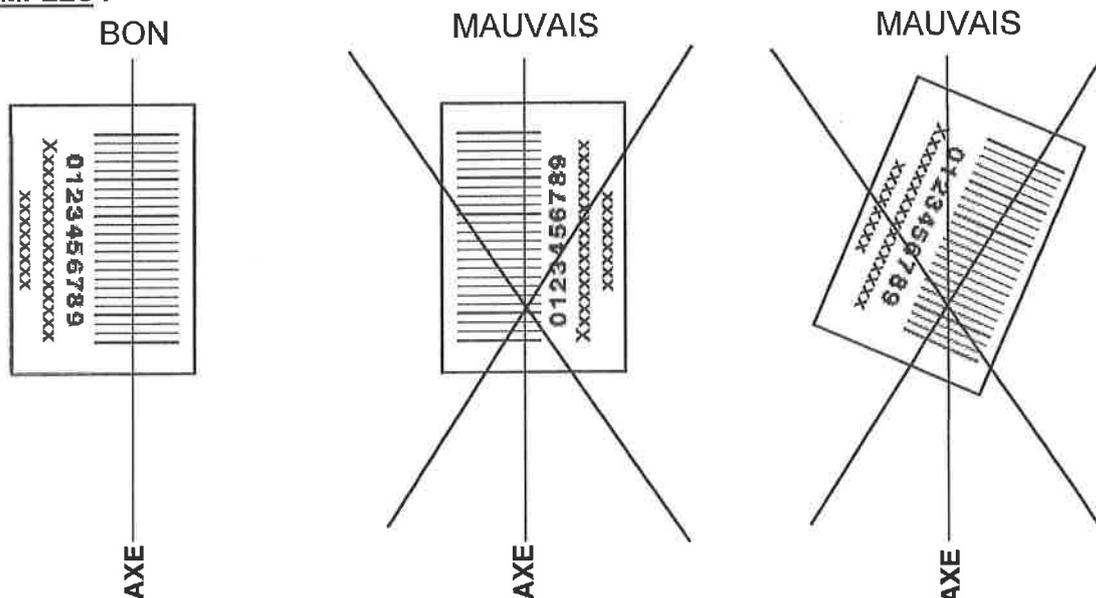
L'épreuve obligatoire de physique de ce concours est un questionnaire à choix multiple qui sera corrigé automatiquement par une machine à lecture optique.

ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

- 1) Vous devez coller dans la partie droite prévue à cet effet, **l'étiquette correspondant à l'épreuve que vous passez**, c'est-à-dire « épreuve obligatoire de physique ».

POSITIONNEMENT DES ÉTIQUETTES

Pour permettre la lecture optique de l'étiquette, le trait vertical matérialisant l'axe de lecture du code barres (en haut à droite de votre QCM) doit traverser la totalité des barres de ce code.

EXEMPLES :

- 2) Pour remplir ce QCM, vous devez utiliser un **STYLO BILLE** ou une **POINTE FEUTRE** de couleur **NOIRE**.
- 3) Utilisez le sujet comme brouillon (ou les feuilles de brouillon qui vous seront fournies à la demande par la surveillante qui s'occupe de votre rangée) et ne retranscrivez vos réponses qu'après vous être relu soigneusement.
- 4) Votre QCM ne doit pas être souillé, froissé, plié, écorné ou porter des inscriptions superflues, sous peine d'être rejeté par la machine et de ne pas être corrigé.
- 5) Cette épreuve comporte 40 questions obligatoires, certaines, de numéros consécutifs, peuvent être liées. La liste de ces questions est donnée sur la page d'avertissement.

Chaque question comporte au plus deux réponses exactes.

Tournez la page S.V.P.

- 6) A chaque question numérotée entre 1 et 40, correspond sur la feuille-réponses une ligne de cases qui porte le même numéro (les lignes de 41 à 100 sont neutralisées). Chaque ligne comporte 5 cases A, B, C, D, E.

Pour chaque ligne numérotée de 01 à 40, vous vous trouvez en face de 4 possibilités :

- ▶ soit vous décidez de ne pas traiter cette question, *la ligne correspondante doit rester vierge.*
- ▶ soit vous jugez que la question comporte une seule bonne réponse : *vous devez noircir l'une des cases a, b, c, d.*
- ▶ soit vous jugez que la question comporte deux réponses exactes : *vous devez noircir deux des cases a, b, c, d et **deux seulement.***
- ▶ soit vous jugez qu'aucune des réponses proposées a, b, c, d n'est bonne : *vous devez alors noircir la case e.*

Attention, toute réponse fautive entraîne pour la question correspondante une pénalité dans la note.

EXEMPLES DE RÉPONSES

Exemple I : Question 1 :

Pour une mole de gaz réel :

- a) $\lim_{P \rightarrow 0}(PV) = RT$, quelle que soit la nature du gaz.
- b) $PV = RT$ quelles que soient les conditions de pression et température.
- c) Le rapport des chaleurs massiques dépend de l'atomicité.
- d) L'énergie interne ne dépend que de la température.

Exemple II : Question 2 :

Pour un conducteur ohmique de conductivité électrique σ , la forme locale de la loi d'OHM est :

- a) $\vec{j} = \frac{\vec{E}}{\sigma}$
- b) $\vec{j} = \sigma \vec{E}$
- c) $\vec{E} = \sigma^2 \vec{j}$
- d) $\vec{j} = \sigma^2 \vec{E}$

Exemple III : Question 3 :

- a) Le travail lors d'un cycle monotherme peut être négatif.
- b) Une pompe à chaleur prélève de la chaleur à une source chaude et en restitue à la source froide.
- c) Le rendement du cycle de CARNOT est $1 + \frac{T_2}{T_1}$
- d) Le phénomène de diffusion moléculaire est un phénomène réversible.

Vous marquerez sur la feuille réponse :

1	<input checked="" type="checkbox"/> a	<input type="checkbox"/> b	<input checked="" type="checkbox"/> c	<input type="checkbox"/> d	<input type="checkbox"/> e
2	<input type="checkbox"/> a	<input checked="" type="checkbox"/> b	<input type="checkbox"/> c	<input type="checkbox"/> d	<input type="checkbox"/> e
3	<input type="checkbox"/> a	<input type="checkbox"/> b	<input type="checkbox"/> c	<input type="checkbox"/> d	<input checked="" type="checkbox"/> e

AVERTISSEMENTS

L'usage de calculatrices, de téléphones portables ou de documents personnels n'est pas autorisé.

Dans certaines questions, les candidats doivent choisir la réponse parmi plusieurs valeurs numériques. Les valeurs fausses qui sont proposées sont suffisamment éloignées de la valeur exacte arrondie selon les règles habituelles, pour éliminer toute ambiguïté dans le choix de la bonne réponse.

Questions liées :

01 à 10 (mécanique du point)

11 à 20 (optique géométrique)

21 à 30 (électromagnétisme)

31 à 40 (circuit électronique)

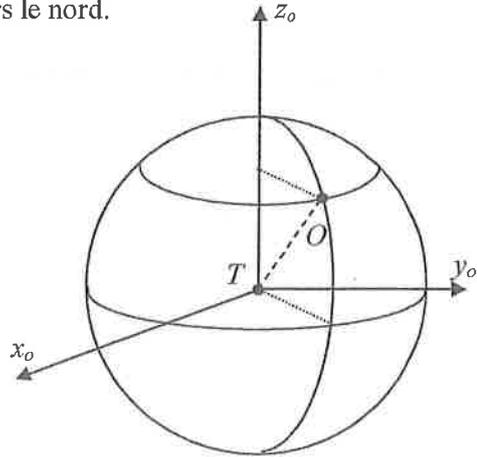
Afin de mettre en évidence un courant marin présent dans l'Océan Atlantique, des scientifiques s'intéressent au mouvement d'une bouée B , de masse m assimilée à un point matériel.

Dans le référentiel géocentrique $\mathcal{R}_0(T, \vec{e}_{x_0}, \vec{e}_{y_0}, \vec{e}_{z_0})$, où \vec{e}_{z_0} est le vecteur unitaire de l'axe de rotation de la Terre (centre T , masse M_T , rayon R_T) supposé galiléen, cette bouée est soumise à la force d'interaction \vec{F}_{int} avec la Terre (on négligera la poussée d'Archimède de la part de l'air ainsi que les frottements), et on notera $\vec{R} = R \vec{e}_z$ (avec $R > 0$) la poussée d'Archimède due à l'eau sur la bouée.

Le repère terrestre $\mathcal{R}_T(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ est pris en un point O de la surface terrestre, avec \vec{e}_z la direction de la verticale ascendante, \vec{e}_x dirigé vers l'est et \vec{e}_y dirigé vers le nord.

A l'instant initial, la bouée se trouve à l'origine du repère terrestre, avec une vitesse initiale $\vec{v}_0 = v_0 \vec{e}_x$ dans \mathcal{R}_T . On suppose que le mouvement de la bouée s'effectue dans le plan horizontal xOy , à la latitude λ de 30° dans l'hémisphère nord.

On souhaite étudier le mouvement de la bouée B par rapport au référentiel terrestre non galiléen \mathcal{R}_T . On note $\vec{\Omega}_T = \Omega_T \vec{e}_{z_0}$, le vecteur rotation de la Terre par rapport à \mathcal{R}_0 . Soit G la constante universelle de gravitation, et \vec{g} le champ de pesanteur terrestre.



Question 1 :

La latitude λ représente l'angle entre :

- A) L'axe de rotation de la Terre et la verticale ascendante.
- B) L'axe de rotation de la Terre et le plan équatorial.
- C) La verticale ascendante et le plan équatorial.
- D) La verticale ascendante et la direction de la force d'interaction \vec{F}_{int} .

Question 2 :

On note $(x, y, 0)$ les coordonnées de B à un instant t quelconque, avec, à tout instant, $x \ll R_T$ et $y \ll R_T$. La force d'interaction \vec{F}_{int} exercée par la Terre sur B vérifie :

A) $\vec{F}_{\text{int}} = -\frac{GM_T m}{R_T^3} \vec{BT}$

B) $\|\vec{F}_{\text{int}}\| = \frac{GM_T m}{R_T^2} \cos \lambda$

C) $\vec{F}_{\text{int}} = -\frac{GM_T m}{R_T^2} \vec{e}_z$

D) $\|\vec{F}_{\text{int}}\| = \frac{GM_T m}{R_T^2} \sin \lambda$

Question 3 :

Soit \vec{F}_{ie} la force d'inertie d'entraînement subie par B dans \mathcal{R}_T .

A) $\vec{F}_{ie} = -m\vec{\Omega}_T \times [\vec{\Omega}_T \times \vec{OB}]$

B) $\vec{F}_{ie} \cdot \vec{e}_y = m\Omega_T^2 \sin \lambda [y \cos \lambda - R_T \sin \lambda]$

C) $\vec{F}_{ie} = -m\vec{\Omega}_T \times [\vec{\Omega}_T \times \vec{TB}]$

D) $\vec{F}_{ie} \cdot \vec{e}_z = m\Omega_T^2 \cos \lambda [R_T \cos \lambda - y \sin \lambda]$

Question 4 :

On note \vec{F}_{ic} la force d'inertie de Coriolis subie par B dans \mathcal{R}_T , et, \dot{x} et \dot{y} les dérivées temporelles respectivement de x et y .

A) $\vec{F}_{ic} \cdot \vec{e}_x = 0$

B) $\vec{F}_{ic} \cdot \vec{e}_y = 0$

C) $\vec{F}_{ic} \cdot \vec{e}_z = 2m\Omega_T (\dot{y} \cos \lambda - \dot{x} \sin \lambda)$

D) $\vec{F}_{ic} \cdot \vec{e}_z = 2m\Omega_T (\dot{y} \cos \lambda - \dot{x} \sin \lambda - R_T \Omega_T \sin \lambda)$

Question 5 :

Soit \vec{P} la pesanteur terrestre s'exerçant sur B dans \mathcal{R}_T .

A) $\vec{P} = \vec{F}_{int} + \vec{F}_{ic}$

B) $\vec{P} = \vec{F}_{int} + \vec{F}_{ie}$

C) $\vec{P} = \vec{F}_{int} - \vec{F}_{ic}$

D) $\vec{P} = \vec{F}_{int} - \vec{F}_{ie}$

Question 6 :

Le bilan des forces qui s'exercent sur la bouée dans le référentiel dans \mathcal{R}_T s'écrit :

A) $\sum \vec{F}(B/\mathcal{R}_T) = \vec{F}_{int} + \vec{F}_{ie} + \vec{F}_{ic} + \vec{P} + \vec{R}$

B) $\sum \vec{F}(B/\mathcal{R}_T) = \vec{F}_{ic} + \vec{P} + \vec{R}$

C) $\sum \vec{F}(B/\mathcal{R}_T) = \vec{F}_{int} + \vec{F}_{ie} + \vec{F}_{ic} + \vec{R}$

D) $\sum \vec{F}(B/\mathcal{R}_T) = \vec{F}_{int} + \vec{P} + \vec{R}$

Pour la fin de l'exercice, on considère que la pesanteur est dirigée suivant la verticale descendante.

Question 7 :

La projection de la relation fondamentale de la dynamique suivant les directions Ox et Oy permet d'obtenir :

A) $\dot{x} = 2\Omega_T y \sin \lambda + v_o$

B) $\dot{x} = 2\Omega_T x \sin \lambda + v_o$

C) $\dot{y} = -2\Omega_T y \sin \lambda$

D) $\dot{y} = -2\Omega_T x \sin \lambda$

Question 8 :

Concernant les forces prises en considération et s'exerçant sur B :

- A) Toutes les forces dérivent d'une énergie potentielle.
- B) Certaines forces ne sont pas conservatives.
- C) La force de Coriolis \vec{F}_{ic} ne travaille pas.
- D) La force d'interaction \vec{F}_{int} ne travaille pas.

Question 9 :

L'étude énergétique du système montre que l'énergie cinétique de la bouée dans \mathcal{R}_T se conserve au cours de son mouvement. L'équation de la trajectoire de la bouée est :

A) Un cercle de centre $\left(-\frac{v_o}{2\Omega_T \sin \lambda}, 0 \right)$.

B) Un cercle de centre $\left(0, -\frac{v_o \sin \lambda}{2\Omega_T} \right)$.

C) Un cercle de rayon $\frac{v_o \sin \lambda}{2\Omega_T}$.

D) Un cercle de rayon $\frac{v_o}{2\Omega_T \sin \lambda}$.

Question 10 :

Si on se place dans l'hémisphère sud, le mouvement observé est :

- A) Identique à celui réalisé dans l'hémisphère nord.
- B) Effectué dans le sens trigonométrique.
- C) Plus rapide que celui réalisé dans l'hémisphère nord.
- D) Effectué dans le sens horaire.

Pour les questions 11 à 20, on réalise des montages optiques à l'aide de différentes lentilles minces (L_n) , de vergence V_n , de distance focale f_n , de foyers objet F_n et image F'_n , et de centre optique O_n .

L'objet de (L_n) sera noté $A_n B_n$, et son image $A'_n B'_n$. Les mesures algébriques objet et image seront respectivement notées p_n et p'_n , et le grandissement transversal est $(G_t)_n = \frac{\overline{A'_n B'_n}}{\overline{A_n B_n}}$.

Toutes les expériences sont réalisées dans l'air, et dans le cadre de l'approximation de Gauss. Tous les éléments optiques sont centrés sur un même axe optique.

Question 11 :

Soit la lentille convergente (L_1) , dont la focale vérifie $|f_1| = 10 \text{ cm}$.

A) $f_1 = +10 \text{ cm}$

B) $V_1 = +10 \delta$

C) $f_1 = -10 \text{ cm}$

D) $V_1 = -10 \delta$

Question 12 :

Soit l'objet $A_1 B_1$ tel que $p_1 = +15 \text{ cm}$.

A) L'objet est réel.

B) L'image est réelle.

C) L'objet est virtuel.

D) L'image est virtuelle.

Question 13 :

A) $p'_1 = +6 \text{ cm}$

B) $(G_t)_1 = +0,4$

C) $p'_1 = -6 \text{ cm}$

D) $(G_t)_1 = -0,4$

Question 14 :

Afin d'illustrer le principe du microscope, et pour observer un objet lumineux A_1B_1 de petites dimensions, on associe à (L_1) une lentille convergente (L_2) , dont la focale vérifie $|f_2| = 4 \text{ cm}$.

- A) (L_2) est l'objectif.
- B) (L_2) est l'oculaire.
- C) (L_2) est le réticule.
- D) (L_1) est l'objectif.

Question 15 :

Le système est réglé de manière à ce qu'un œil normal (œil emmétrope) n'ait pas à accommoder. L'image finale donnée par le système $(L_1 + L_2)$:

- A) Se forme à l'infini.
- B) Se forme dans le plan focal image de (L_2) .
- C) Se forme dans le plan focal image du système $(L_1 + L_2)$.
- D) Se forme dans le plan focal image de (L_1) .

Question 16 :

A) $(G_t)_1 = 1 + \frac{\overline{O_1A_1}}{f_1}$

B) $(G_t)_1 = 1 - \frac{\overline{O_1A'_1}}{f_1}$

C) $(G_t)_1 = \left(1 + \frac{\overline{O_1A_1}}{f_1}\right)^{-1}$

D) $(G_t)_1 = \left(1 - \frac{\overline{O_1A'_1}}{f_1}\right)^{-1}$

Question 17 :

On souhaite que l'image $A'_1B'_1$ de A_1B_1 soit réelle et agrandie par rapport à A_1B_1 . L'objet A_1B_1 est tel que :

A) $p_1 > -f_1$

B) $p_1 > -\frac{1}{2}f_1$

C) $p_1 > -2f_1$

D) $p_1 > -\frac{3}{2}f_1$

Question 18 :

On considère un objet réel A_1B_1 de 1 mm de hauteur, centré sur l'axe optique, et situé à 11 cm de la face d'entrée de l'appareil, réglé selon la question 15.

A) $\overline{O_1O_2} = 14$ cm

B) $(G_t)_1 = +10$

C) $\overline{O_1O_2} = 114$ cm

D) $(G_t)_1 = -10$

Question 19 :

Soit G le grossissement de l'appareil, défini comme le rapport entre α' (diamètre apparent de l'image finale) et θ (angle sous lequel l'observateur verrait l'objet initial, sans instrument, à la distance minimale de vision distincte de 25 cm).

A) $\alpha' = 0,1$ rad

B)
 $\alpha' = 0,25$ rad

C) $\alpha' = 5,7^\circ$

D) $\alpha' = 14^\circ$

Question 20 :

A) $\theta = 0,22^\circ$

B) $\theta = 0,04$ rad

C) $G = 25$

D) $G = 62,5$

Question 21 :

Dans le vide, rapporté au repère orthonormé direct $\mathcal{R} = (O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$, on considère une onde plane $\textcircled{1}$, dont le champ électrique en un point M quelconque de l'espace s'écrit en notation complexe :

$$\vec{E}_1(M, t) = \vec{E}_o \exp \left[j \left(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \omega t \right) \right],$$

avec $\vec{r} = \overline{OM}$, $\vec{E}_o = E_o \vec{e}_y$, $\vec{k}_1 = k_x \vec{e}_x + k_z \vec{e}_z$ et ω la pulsation de l'onde.

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

A) La direction de propagation de l'onde est suivant \vec{e}_x .

B) La direction de propagation de l'onde est suivant \vec{e}_y .

C) La direction de propagation de l'onde est suivant \vec{e}_z .

D) La direction de propagation de l'onde est dans le plan perpendiculaire au plan xOz .

Question 22 :

- A) La direction de polarisation de l'onde est suivant \vec{e}_x .
- B) La direction de polarisation de l'onde est suivant \vec{e}_y .
- C) La direction de polarisation de l'onde est suivant \vec{e}_z .
- D) La direction de polarisation de l'onde est dans le plan perpendiculaire au plan xOz .

Question 23 :

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

$$\text{A) } \underline{\vec{B}}_1(M,t) = \frac{\vec{e}_x \times \underline{\vec{E}}_1}{\omega}$$

$$\text{B) } \underline{\vec{B}}_1(M,t) = \frac{\vec{e}_z \times \underline{\vec{E}}_1}{\omega}$$

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

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

Question 24 :

Les composantes de $\underline{\vec{B}}_1(M,t)$ s'écrivent :

$$\text{A) } \underline{\vec{B}}_1(M,t) \cdot \vec{e}_x = \underline{B}_{1x} = \frac{k_x E_o}{\omega} \exp[j(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \omega t)]$$

$$\text{B) } \underline{\vec{B}}_1(M,t) \cdot \vec{e}_y = \underline{B}_{1y} = -\frac{k_z E_o}{\omega} \exp[j(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \omega t)]$$

$$\text{C) } \underline{\vec{B}}_1(M,t) \cdot \vec{e}_z = \underline{B}_{1z} = \frac{k_x E_o}{\omega} \exp[j(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \omega t)]$$

$$\text{D) } \underline{\vec{B}}_1(M,t) \cdot \vec{e}_z = \underline{B}_{1z} = \frac{k_z E_o}{\omega} \exp[j(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \omega t)]$$

Question 25 :

On superpose à l'onde ①, l'onde ② définie par le champ électrique complexe $\underline{\vec{E}}_2(M,t)$.

Les directions de propagation de $\underline{\vec{E}}_1(M,t)$ et $\underline{\vec{E}}_2(M,t)$ 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.

On peut écrire $\underline{\vec{E}}_2(M,t)$ sous la forme suivante :

$$\text{A) } \underline{\vec{E}}_2(M,t) = \underline{E}_o \exp[j(k_1 x \cos \theta + k_1 y \sin \theta - \omega t)]$$

$$\text{B) } \underline{\vec{E}}_2(M,t) = E_o \cos \theta \vec{e}_y \exp[j(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \omega t)]$$

$$\text{C) } \underline{\vec{E}}_2(M,t) = \underline{E}_o \exp[j(k_1 x \cos \theta - k_1 z \sin \theta - \omega t)]$$

$$\text{D) } \underline{\vec{E}}_2(M,t) = E_o (\cos \theta \vec{e}_x + \sin \theta \vec{e}_y) \exp[j(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \omega t)]$$

Question 26 :

On note $\vec{E}(M,t)$ le champ électrique complexe résultant de la superposition des deux champs $\vec{E}_1(M,t)$ et $\vec{E}_2(M,t)$.

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

$$\text{A) } \vec{B}(M,t) = \frac{(\vec{k}_1 + \vec{k}_2) \times \vec{E}(M,t)}{\omega}$$

$$\text{B) } \vec{B}(M,t) = \frac{\vec{k}_1 \times \vec{E}_1(M,t)}{\omega} + \frac{\vec{k}_2 \times \vec{E}_2(M,t)}{\omega}$$

$$\text{C) } \vec{B}(M,t) = \frac{\vec{e}_z \times \vec{E}(M,t)}{c}$$

$$\text{D) } \vec{B}(M,t) = \frac{\vec{e}_x \times \vec{E}(M,t)}{c}$$

Question 27 :

$$\text{A) } \vec{B}(M,t) = \begin{pmatrix} -2 \frac{k_z E_o}{\omega} \cos(k_x x) \exp[j(k_z z - \omega t)] \\ 0 \\ +2j \frac{k_x E_o}{\omega} \sin(k_x x) \exp[j(k_z z - \omega t)] \end{pmatrix}$$

$$\text{B) } \vec{B}(M,t) = \begin{pmatrix} -2 \frac{k_z E_o}{\omega} \cos(k_x x) \exp[j(k_z z - \omega t)] \\ 0 \\ +2 \frac{k_x E_o}{\omega} \sin(k_x x) \exp[j(k_z z - \omega t)] \end{pmatrix}$$

$$\text{C) } \vec{B}(M,t) = \begin{pmatrix} -2 \frac{k_z E_o}{\omega} \cos(\theta) \exp[j(k_x x + k_z z - \omega t)] \\ 0 \\ +2j \frac{k_x E_o}{\omega} \sin(\theta) \exp[j(k_x x + k_z z - \omega t)] \end{pmatrix}$$

$$\text{D) } \vec{B}(M,t) = \begin{pmatrix} -2 \frac{k_x E_o}{\omega} \cos(k_z z) \exp[j(k_x x - \omega t)] \\ 0 \\ +2j \frac{k_z E_o}{\omega} \sin(k_z z) \exp[j(k_x x - \omega t)] \end{pmatrix}$$

Question 28 :

L'espace dans lequel se propagent les deux ondes précédentes $\vec{E}_1(M,t)$ et $\vec{E}_2(M,t)$ est maintenant limité par deux plans parfaitement conducteurs, d'équation $x = +\frac{\pi}{2k_x}$ et $x = -\frac{\pi}{2k_x}$. On pose $a = \frac{\pi}{k_x}$. Soit v_g et v_φ , respectivement, la vitesse de groupe et la vitesse de phase de l'onde résultante.

$$\text{A) } v_g = \frac{c}{\sqrt{1 - \left(\frac{\pi c}{a\omega}\right)^2}}$$

$$\text{B) } v_g = c \sqrt{1 - \left(\frac{\pi c}{a\omega}\right)^2}$$

$$\text{C) } v_\varphi = \frac{c}{\sqrt{1 - \left(\frac{\pi c}{a\omega}\right)^2}}$$

$$\text{D) } v_\varphi = c \sqrt{1 - \left(\frac{\pi c}{a\omega}\right)^2}$$

Question 29 :

- 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 30 :

Soit \mathcal{P} la valeur moyenne de la puissance surfacique rayonnée par l'onde résultante, et μ_0 la perméabilité magnétique du vide.

$$\text{A) } \mathcal{P} = \frac{2}{\mu_0 c \sqrt{1 - \left(\frac{\pi c}{a\omega}\right)^2}} \cos^2\left(\frac{\pi x}{a}\right)$$

$$\text{B) } \mathcal{P} = \frac{2 \sqrt{1 - \left(\frac{\pi c}{a\omega}\right)^2}}{\mu_0 c} \cos^2\left(\frac{\pi x}{a}\right)$$

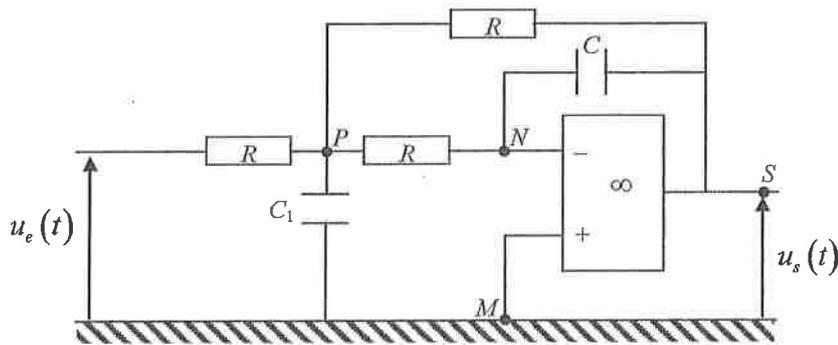
C) L'énergie transportée par l'onde résultante se propage selon la direction de \vec{k}_1 .

D) L'énergie transportée par l'onde résultante se propage selon la direction \vec{e}_z .

Question 31 :

On considère le montage ci-dessous, alimenté par un générateur délivrant une tension sinusoïdale de fréquence $f = \frac{\omega}{2\pi}$, telle que : $u_e(t) = U_{em} \sin \omega t$.

Ce montage comprend des résistors de résistance R , des condensateurs de capacité C_1 et C , et un amplificateur opérationnel idéal, fonctionnant en régime linéaire. La tension de sortie du montage est notée $u_s(t)$.



On déduit de l'étude asymptotique du montage à basses et hautes fréquences que :

- A) A basses fréquences, $u_s(t) = 0$.
- B) A basses fréquences, $u_s(t) = u_e(t)$.
- C) A hautes fréquences, $u_s(t) = 0$.
- D) A hautes fréquences, $u_s(t) = u_e(t)$.

Question 32 :

Le montage électrique considéré est :

- A) Un filtre passe-haut.
- B) Un filtre passe-bas.
- C) Un filtre passe-bande.
- D) Un filtre du second ordre.

Question 33 :

La fonction de transfert du système peut se mettre sous la forme :

$$\underline{T}(\omega) = \frac{-1}{1 + A\omega + B\omega^2} \quad \text{ou} \quad \underline{T}(\omega) = \frac{-1}{\left(1 + j\frac{\omega}{\omega_1}\right)\left(1 + j\frac{\omega}{\omega_2}\right)}$$

dans lesquelles, A , B , ω_1 et ω_2 sont des constantes. On prendra $\omega_2 > \omega_1$.

A) $A = 3jRC$

B) $B = -R^2 \frac{C_1^2}{C}$

C) $A = 3jRC_1$

D) $B = -R^2 CC_1$

Question 34 :

A) $\omega_1 + \omega_2 = \frac{3}{RC}$

B) $\omega_1\omega_2 = \frac{1}{R^2 CC_1}$

C) $\omega_1 + \omega_2 = \frac{3}{RC_1}$

D) $\omega_1\omega_2 = \frac{C_1}{R^2 C^2}$

Question 35 :

A) $\omega_1 = \frac{6}{4RC} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4C_1}{9C}} \right]$

B) $\omega_1 = \frac{3}{2RC_1} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4C_1}{9C}} \right]$

C) $\omega_2 = \frac{6}{4RC_1} \left[1 + \sqrt{1 - \frac{4C_1}{9C}} \right]$

D) $\omega_2 = \frac{3}{2RC_1} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4C_1}{9C}} \right]$

Question 36 :

Dans le cas général, où C_1 peut prendre des valeurs quelconques, le diagramme asymptotique du gain du montage G_{AB} en décibel, en fonction de $\log \omega$:

- A) Présente une asymptote horizontale aux basses pulsations.
 - B) Présente une asymptote horizontale aux hautes pulsations.
 - C) Présente une asymptote oblique de pente -20 dB/dec pour $\omega_2 > \omega > \omega_1$.
 - D) Présente une asymptote oblique de pente +20 dB/dec pour $\omega_2 > \omega > \omega_1$.
-

Question 37 :

- A) Présente une asymptote oblique de pente -20 dB/dec aux hautes fréquences.
 - B) Présente une asymptote oblique de pente +20 dB/dec aux hautes fréquences.
 - C) Présente une asymptote oblique de pente -40 dB/dec si $\omega > \omega_2$.
 - D) Présente une asymptote oblique de pente +40 dB/dec si $\omega > \omega_2$.
-

Question 38 :

Le déphasage $\varphi(\omega)$ de la tension de sortie $u_s(t)$ par rapport à la tension d'entrée $u_e(t)$ vérifie :

A) $\varphi(\omega) = \pi - \arctan \frac{3RC\omega}{1 - R^2CC_1\omega^2}$

B) $\varphi(\omega_1) = \varphi(\omega_2)$

C) $\varphi(\omega) = \arctan \frac{3RC\omega}{R^2CC_1\omega^2 - 1}$

D) $\varphi(\omega \rightarrow \infty) = 2\pi$

Question 39 :

On choisit maintenant le condensateur de capacité C_1 de manière à ce que le module de la fonction de transfert du montage s'écrive :

$$\|T(\omega)\| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^4}}$$

A) $C_1 = \frac{3}{2}C$

B) $\omega_0 = \frac{1}{RC}$

C) $C_1 = \frac{2}{3}C$

D) $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{3}RC}$

Question 40 :

Dans le cas de la question 39, si $C = 1 \text{ nF}$ et $R = 3,75 \text{ k}\Omega$, alors :

A) $C_1 = 66,7 \text{ pF}$

B) $\omega_0 = 266,7 \cdot 10^3 \text{ rad.s}^{-1}$

C) $\omega_1 = 133,3 \cdot 10^3 \text{ rad.s}^{-1}$

D) $\omega_2 = 200 \cdot 10^3 \text{ rad.s}^{-1}$
