

ÉCOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE

Session 2013

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
- 1 page d'avertissements
- 14 pages 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.

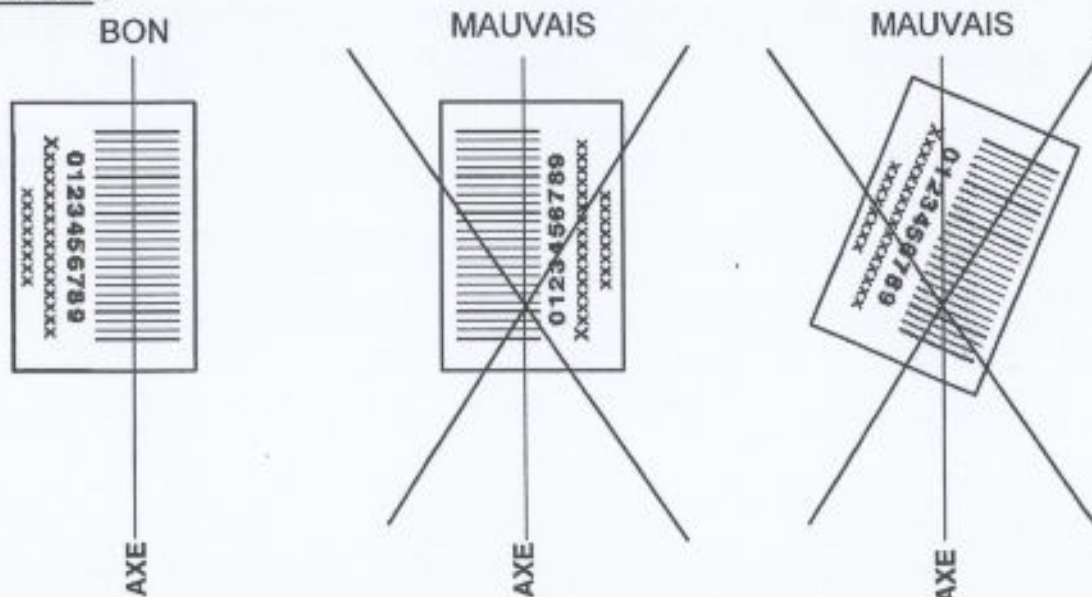
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

- 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 SVP

- 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 marquez sur la feuille réponse :

1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	B	C	D	E
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	B	C	D	E
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	A	B	C	D	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 :

Electromagnétisme : 01 à 10

Optique ondulatoire : 11 à 20

Circuit électrique : 21 à 30

Thermodynamique : 31 à 40

Question 1 :

Dans le repère $\mathcal{R} = (O, xyz)$ de base associée $\mathcal{B} = (\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$, on considère un segment $[CD]$, de longueur ℓ , de centre O , d'axe Oz , et parcouru par un courant continu d'intensité I , circulant dans le sens des z croissants. On s'intéresse au champ magnétique $\vec{B}_{CD}(M)$ créé par le segment $[CD]$, en un point M quelconque de son plan médiateur.

On associe à M la base cylindropolaire $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi, \vec{e}_z)$, et on note μ_0 la perméabilité du vide. Pour la distribution de courant :

- A) Le plan $(M, \vec{e}_z, \vec{e}_y)$ est un plan de symétrie négative ou plan d'antisymétrie.
- B) Le plan $(M, \vec{e}_z, \vec{e}_x)$ est un plan de symétrie positive.
- C) Le plan $(M, \vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi)$ est un plan de symétrie négative ou plan d'antisymétrie.
- D) Le plan $(M, \vec{e}_\rho, \vec{e}_z)$ est un plan de symétrie positive.

Question 2 :

Concernant le vecteur $\vec{B}_{CD}(M)$:

- A) Comme $\vec{B}_{CD}(M)$ est un vecteur axial, il appartient au plan $(M, \vec{e}_\rho, \vec{e}_z)$.
- B) Comme $\vec{B}_{CD}(M)$ est un vecteur axial, il est perpendiculaire au plan $(M, \vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi)$.
- C) Comme $\vec{B}_{CD}(M)$ est un vecteur polaire, il appartient au plan $(M, \vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi)$.
- D) Comme $\vec{B}_{CD}(M)$ est un vecteur polaire, il est perpendiculaire au plan $(M, \vec{e}_\rho, \vec{e}_z)$.

Question 3 :

Dans la base $(\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3)$, le déplacement élémentaire au point de coordonnées (q_1, q_2, q_3) s'écrit $d\vec{l} = h_1 dq_1 \vec{e}_1 + h_2 dq_2 \vec{e}_2 + h_3 dq_3 \vec{e}_3$, où h_1 , h_2 et h_3 sont des coefficients métriques positifs.

On note $d\vec{l}(M)$ et $d\vec{l}(P)$ respectivement les vecteurs déplacements élémentaires aux points M et P .

Le champ magnétique élémentaire $d\vec{B}_P(M)$ créé en M par un élément de courant en un point P de coordonnées $(0, 0, z_P)$ dans \mathcal{B} s'écrit :

$$\text{A) } d\vec{B}_P(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l}(M) \times \vec{PM}}{\|\vec{PM}\|^3}$$

$$\text{B) } d\vec{B}_P(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\vec{PM} \times I d\vec{l}(P)}{\|\vec{PM}\|^3}$$

$$\text{C) } d\vec{B}_P(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l}(P) \times \vec{MP}}{\|\vec{MP}\|^3}$$

$$\text{D) } d\vec{B}_P(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\vec{MP} \times I d\vec{l}(M)}{\|\vec{PM}\|^3}$$

Question 4 :

Soit α l'angle entre les vecteurs \overline{PM} et \overline{OM} . On peut écrire :

$$\text{A) } \left\| \overline{dB_p}(M) \right\| = \frac{\mu_0 I \cos \alpha d\alpha}{4\pi \rho}$$

$$\text{B) } \left\| \overline{dB_p}(M) \right\| = \frac{\mu_0 I \rho \cos \alpha dz_p}{4\pi (\rho^2 + z_p^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\text{C) } \left\| \overline{dB_p}(M) \right\| = \frac{\mu_0 I \rho dz_p}{4\pi (\rho^2 + z_p^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\text{D) } \left\| \overline{dB_p}(M) \right\| = \frac{\mu_0 I \rho \cos \alpha d\alpha}{4\pi (\rho^2 + z_p^2)^{\frac{3}{2}}}$$

Question 5 :

Par intégration, on obtient :

$$\text{A) } \left\| \overline{B}(M) \right\| = \frac{\mu_0 I \ell}{4\pi \rho \left(\rho^2 + \frac{\ell^2}{4} \right)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\text{B) } \left\| \overline{B}(M) \right\| = \frac{\mu_0 I \ell}{4\pi \rho \left(\rho^2 + \frac{\ell^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{C) } \left\| \overline{B}(M) \right\| = \frac{\mu_0 I \ell}{2\pi \rho \left(4\rho^2 + \ell^2 \right)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\text{D) } \left\| \overline{B}(M) \right\| = \frac{\mu_0 I \ell}{2\pi \rho \left(4\rho^2 + \ell^2 \right)^{\frac{1}{2}}}$$

Question 6 :

On considère un hexagone régulier, de centre O et d'axe Oz , dont les six côtés ont la longueur ℓ . Il est parcouru par un courant continu d'intensité I . La norme du champ magnétique $\overline{B_6}(O)$ créé au point O par l'hexagone s'écrit :

$$\text{A) } \left\| \overline{B_6}(O) \right\| = \frac{3 \mu_0 I}{2 \pi \ell}$$

$$\text{B) } \left\| \overline{B_6}(O) \right\| = \sqrt{3} \frac{\mu_0 I}{\pi \ell}$$

$$\text{C) } \left\| \overline{B_6}(O) \right\| = \frac{3\sqrt{3} \mu_0 I}{2 \pi \ell}$$

$$\text{D) } \left\| \overline{B_6}(O) \right\| = \frac{\sqrt{3} \mu_0 I}{2 \pi \ell}$$

Question 7 :

On considère un dodécagone, de centre O et d'axe Oz , dont les douze côtés sont de longueur ℓ . Il est parcouru par un courant continu d'intensité I . Sachant que $\tan\left(\frac{\pi}{12}\right) \approx 0,25$, la norme du champ magnétique $\overline{B}_{12}(O)$ créé au point O par le dodécagone s'écrit approximativement :

$$\text{A) } \|\overline{B}_{12}(O)\| = \frac{24}{3\sqrt{3}} \frac{\mu_0 I}{\pi \ell}$$

$$\text{B) } \|\overline{B}_{12}(O)\| = 2\sqrt{3} \frac{\mu_0 I}{\pi \ell}$$

$$\text{C) } \|\overline{B}_{12}(O)\| = \frac{8}{11} \frac{\mu_0 I}{\pi \ell}$$

$$\text{D) } \|\overline{B}_{12}(O)\| = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\mu_0 I}{\pi \ell}$$

Question 8 :

On considère maintenant un polygone de centre O et d'axe Oz , dont les n côtés sont de longueur ℓ . Il est parcouru par un courant continu d'intensité I . La norme du champ magnétique $\overline{B}_n(O)$ créé au point O par le polygone s'écrit :

$$\text{A) } \|\overline{B}_n(O)\| = \frac{\mu_0 n I}{\pi \ell} \tan\left(\frac{\pi}{n}\right) \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)$$

$$\text{B) } \|\overline{B}_n(O)\| = \frac{\mu_0 n I}{\pi \ell} \tan\left(\frac{\pi}{n}\right) \cos\left(\frac{\pi}{n}\right)$$

$$\text{C) } \|\overline{B}_n(O)\| = \frac{\mu_0 n I}{\pi \ell} \tan^2\left(\frac{\pi}{n}\right)$$

$$\text{D) } \|\overline{B}_n(O)\| = \frac{\mu_0 n I}{\pi \ell} \tan^2\left(\frac{\pi}{n}\right) \cos\left(\frac{\pi}{n}\right)$$

Question 9 :

Le polygone est constitué d'un très grand nombre n de côtés de longueur ℓ ($n \rightarrow \infty$), de sorte qu'on peut l'assimiler à une spire de rayon R , de centre O et d'axe Oz , parcouru par un courant continu d'intensité I . La norme du champ magnétique $\overline{B}_\infty(O)$ créé par la spire au point O peut s'écrire :

$$\text{A) } \|\overline{B}_\infty(O)\| = \frac{2\mu_0 I}{R}$$

$$\text{B) } \|\overline{B}_\infty(O)\| = \frac{2\sqrt{3}\mu_0 I}{R}$$

$$\text{C) } \|\overline{B}_\infty(O)\| = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

$$\text{D) } \|\overline{B}_\infty(O)\| = \frac{\mu_0 I}{2\sqrt{3}R}$$

Question 10 :

Les lignes de champ magnétique créé par la spire de la question 9 :

- A) Sont convergentes.
 - B) Sont divergentes.
 - C) Se referment sur elles-mêmes.
 - D) Sont tangentes en tout point au champ magnétique.
-

Question 11 :

Dans un repère $\mathcal{R} = (O; xyz)$, un montage optique d'axe Oz est réalisé de manière à observer sur un écran (\mathcal{E}) les systèmes de diffraction de Fraunhofer obtenus à l'aide de différents diaphragmes (\mathcal{D}) de diffraction, situés dans le plan de front (xOy). On associe à l'écran (\mathcal{E}) les axes $O_i x_i$ et $O_i y_i$, parallèles respectivement à Ox et Oy , avec O_i appartenant à Oz . La source ponctuelle (S), située sur Oz , émet une longueur d'onde λ . La diffraction de Fraunhofer :

- A) Est observée directement à une distance finie de (\mathcal{D}).
 - B) Est observée directement à une distance considérée comme infinie de (\mathcal{D}).
 - C) Peut être observée dans le plan focal image d'une lentille convergente.
 - D) Peut être observée dans le plan focal objet d'une lentille convergente.
-

Question 12 :

(\mathcal{D}) est une fente de dimension a selon Ox , et b selon Oy , centrée sur Oz . Le système de diffraction observé présente une dispersion angulaire :

A) $\frac{\lambda}{a}$ le long de $O_i x_i$.

B) $\frac{a}{\lambda}$ le long de $O_i x_i$.

C) $\frac{\lambda}{a}$ le long de $O_i y_i$.

D) $\frac{a}{\lambda}$ le long de $O_i y_i$.

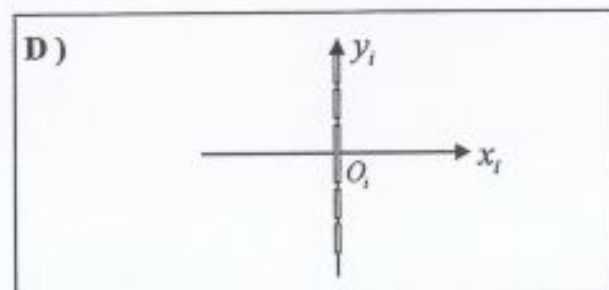
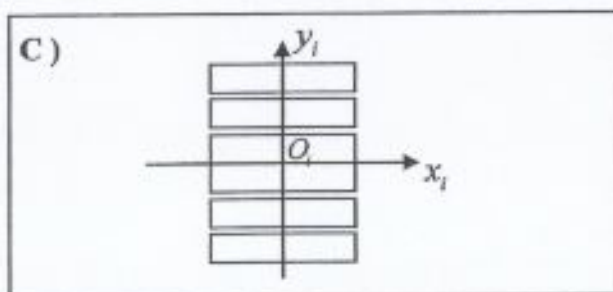
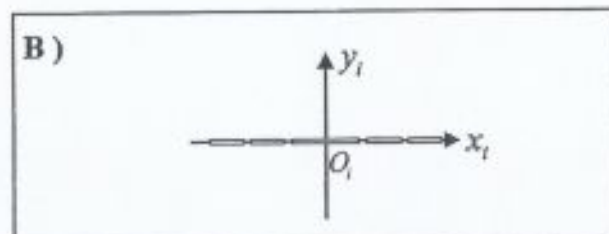
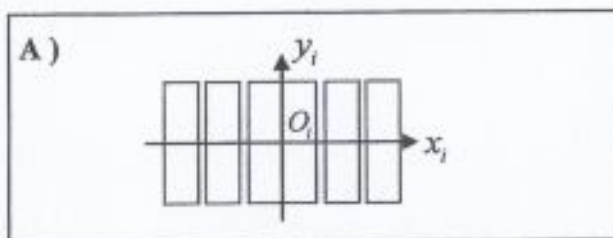
Question 13 :

Le phénomène de diffraction est :

- A) Centré au point O_i .
 - B) Centré au point de coordonnées (a, b) .
 - C) Symétrique par rapport au point O_i .
 - D) Identique suivant les deux directions $O_i x_i$ et $O_i y_i$.
-

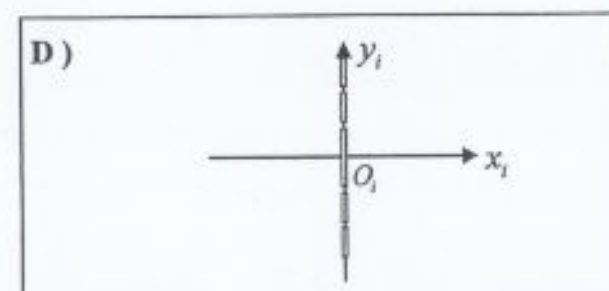
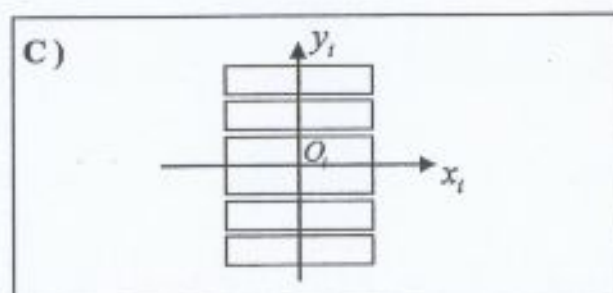
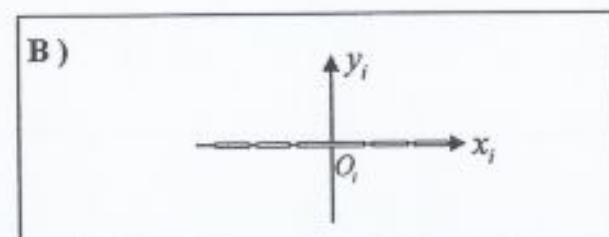
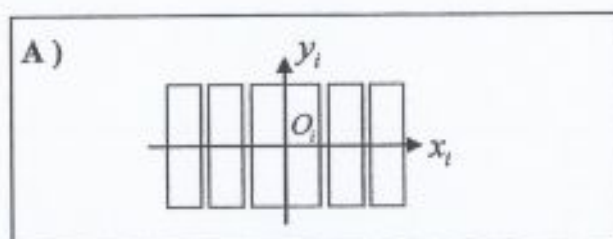
Question 14 :

(\mathcal{D}) est tel que $b \gg a$. Sur (\mathcal{E}) , on observe alors :



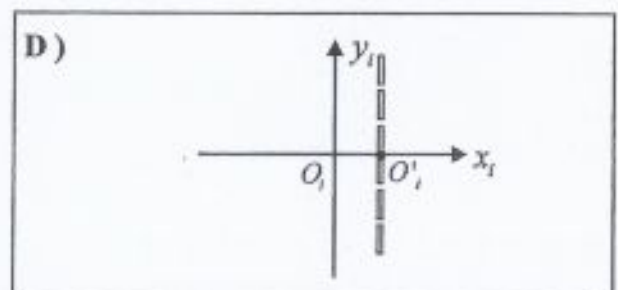
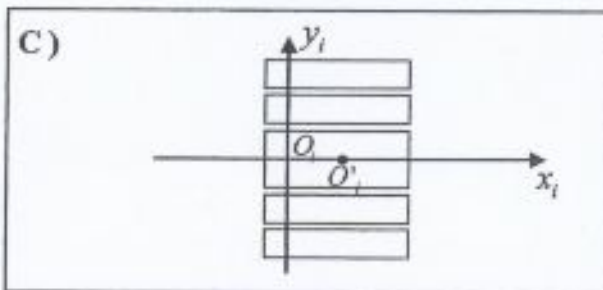
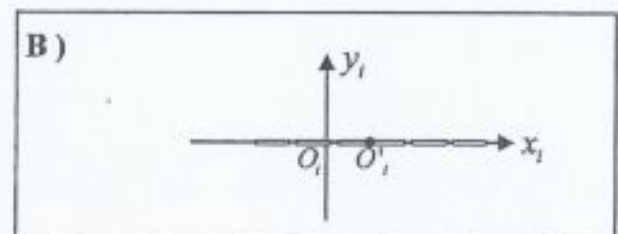
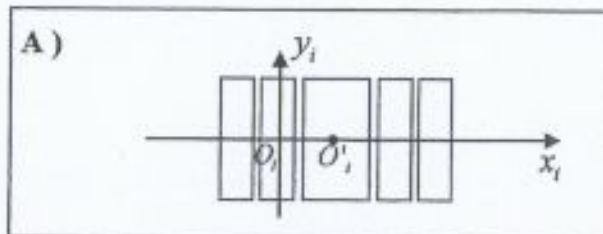
Question 15 :

(\mathcal{D}) est tel que $a \gg b$. Sur (\mathcal{E}) , on observe alors :



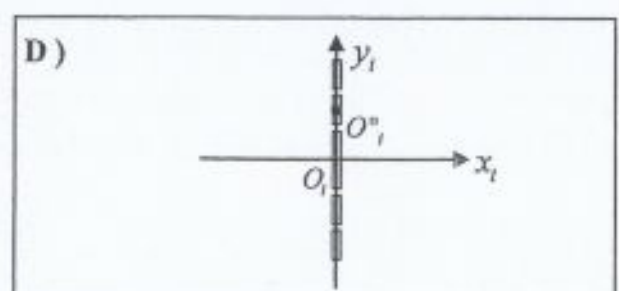
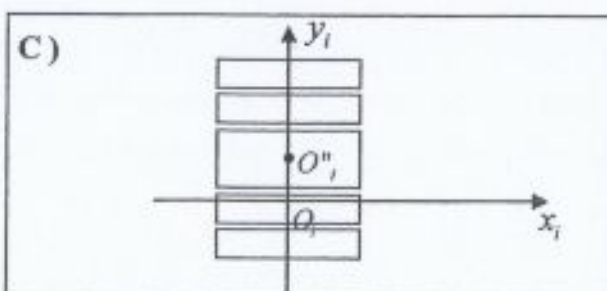
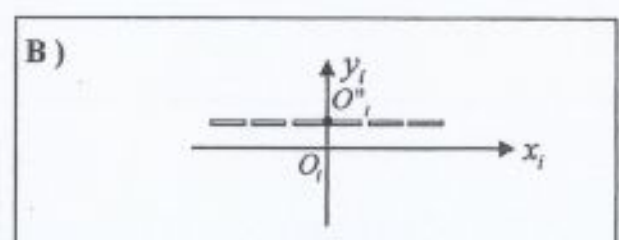
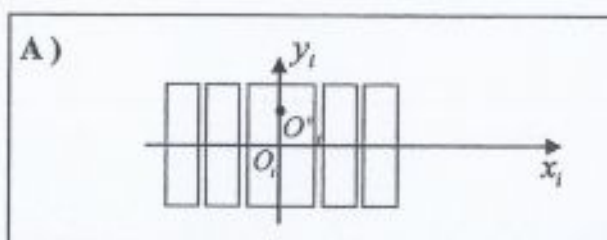
Question 16 :

(\mathcal{D}) est une fente de largeur a selon Ox , et de longueur $b \gg a$ selon Oy , centrée au point O' de coordonnées $(a,0)$. O'_i étant l'image sur (\mathcal{E}) de O' à travers le montage optique, on observe alors :



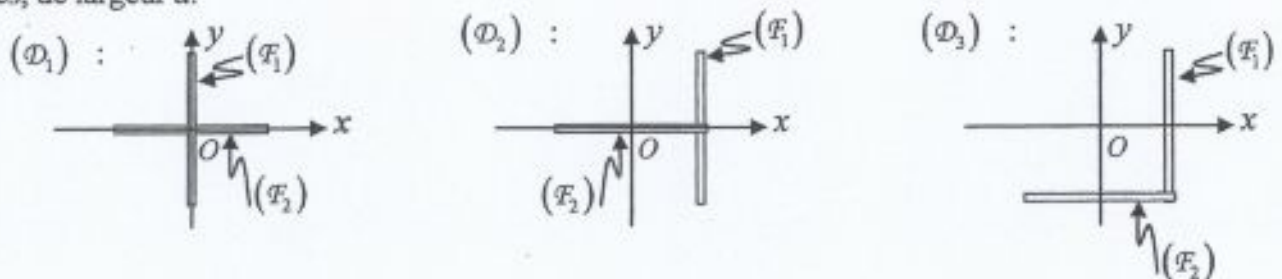
Question 17 :

(\mathcal{D}) est une fente de largeur a selon Ox , et de longueur $b \gg a$ selon Oy , centrée au point O'' de coordonnées $(0,b)$. O''_i étant l'image sur (\mathcal{E}) de O'' à travers le montage optique, on observe alors :



Question 18 :

On interpose maintenant successivement trois diaphragmes de diffraction (\mathcal{D}), notés (\mathcal{D}_1), (\mathcal{D}_2) et (\mathcal{D}_3), représentés ci-dessous, et tous trois constitués de deux fentes identiques (\mathcal{F}_1) et (\mathcal{F}_2) infiniment fines, de largeur a .



- A) (\mathcal{F}_1) et (\mathcal{F}_2) se comportent comme deux sources mutuellement incohérentes.
- B) (\mathcal{F}_1) et (\mathcal{F}_2) se comportent comme deux sources mutuellement cohérentes.
- C) Sur l'écran, on observe deux systèmes de diffraction.
- D) Sur l'écran, on observe deux systèmes interférentiels.

Question 19 :

Soit (\mathcal{E}_1), (\mathcal{E}_2) et (\mathcal{E}_3) les diagrammes obtenus respectivement avec (\mathcal{D}_1), (\mathcal{D}_2) et (\mathcal{D}_3).

- A) (\mathcal{E}_2) est identique à (\mathcal{E}_1), mais décalé suivant O, x_i .
- B) (\mathcal{E}_1) et (\mathcal{E}_2) sont totalement identiques.
- C) (\mathcal{E}_3) est identique à (\mathcal{E}_2), mais décalé suivant O, y_i .
- D) (\mathcal{E}_2) et (\mathcal{E}_3) sont totalement identiques.

Question 20 :

Les diaphragmes (\mathcal{D}_1), (\mathcal{D}_2) et (\mathcal{D}_3) sont maintenant constitués de fentes (\mathcal{F}'_1) et (\mathcal{F}'_2), de largeur $2a$. On note (\mathcal{E}'_1), (\mathcal{E}'_2) et (\mathcal{E}'_3) les diagrammes correspondants.

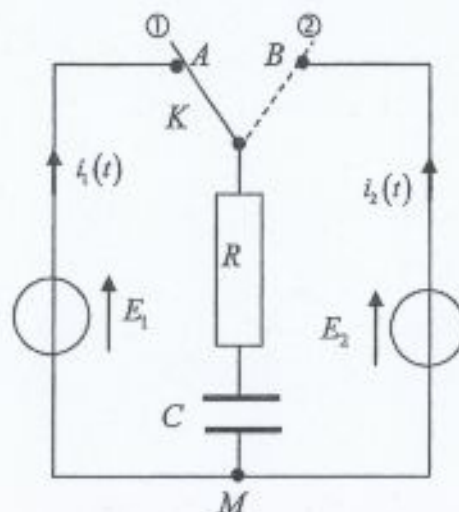
- A) (\mathcal{E}'_1) présente une dispersion angulaire deux fois plus grande que celle de (\mathcal{E}_1).
- B) (\mathcal{E}'_1) présente une dispersion angulaire quatre fois plus grande que celle de (\mathcal{E}_1).
- C) (\mathcal{E}'_1) présente une dispersion angulaire deux fois plus petite que celle de (\mathcal{E}_1).
- D) (\mathcal{E}'_1), (\mathcal{E}'_2) et (\mathcal{E}'_3) sont identiques.

Question 21 :

Le circuit représenté ci-contre est constitué de l'association série d'un condensateur de capacité C , et d'une résistance R .

Cette association est connecté alternativement, grâce à un interrupteur K , à deux générateurs de tension continue de force électromotrice E_1 et E_2 . Le basculement de K de la position ① à la position ② est supposé instantané et on note T_c la période du basculement :

- Si $t \in \left] nT_c, \left(n + \frac{1}{2}\right)T_c \right[$, $n \in \mathbb{N}$, K est en position ①.
- Si $t \in \left] \left(n + \frac{1}{2}\right)T_c, (n+1)T_c \right[$, $n \in \mathbb{N}$, K est en position ②.



On note : - $i_1(t)$ et $i_2(t)$ les intensités circulant respectivement de M à A , et de M à B dans les branches contenant respectivement E_1 et E_2 ,

et, - $u_1(t)$ et $u_2(t)$ la différence de potentiel aux bornes de C quand K est respectivement en position ① et en position ②. $u_1(t)$ et $u_2(t)$ sont orientées en convention récepteur.

Durant les intervalles de temps pendant lesquels les variables correspondantes existent, et en posant $\tau = RC$, les équations différentielles du circuit suivantes sont vérifiées :

A) $\frac{du_1}{dt} + \frac{1}{\tau}u_1 = \frac{E_1}{\tau}$

B) $\frac{du_2}{dt} + \frac{1}{\tau}u_2 = \frac{E_2}{\tau}$

C) $\frac{du_1}{dt} - \frac{1}{\tau}u_1 = -\frac{E_1}{\tau}$

D) $\frac{du_2}{dt} - \frac{1}{\tau}u_2 = -\frac{E_2}{\tau}$

Question 22 :

La solution de ces équations peut se mettre sous la forme :

$$u_1(t) = K_1 \exp\left(\varepsilon_1 \frac{t}{\tau}\right) + E_1 \text{ et } u_2(t) = K_2 \exp\left(\varepsilon_2 \frac{t}{\tau}\right) + E_2$$

Dans lesquelles ε_1 , ε_2 , K_1 et K_2 sont des constantes. Sachant que $\tau \ll T_c$, on en déduit :

A) $\varepsilon_1 = +1$

B) $K_1 = (E_2 - E_1) \exp\left(-\varepsilon_1 \frac{nT_c}{\tau}\right)$

C) $\varepsilon_1 = -1$

D) $K_1 = (E_1 - E_2) \exp\left(\varepsilon_1 \frac{nT_c}{\tau}\right)$

Question 23 :

A) $\varepsilon_2 = +1$

B) $K_2 = (E_1 - E_2) \exp \left[-\varepsilon_2 \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{T_c}{\tau} \right]$

C) $\varepsilon_2 = -1$

D) $K_2 = (E_2 - E_1) \exp \left[\varepsilon_2 \left(n + \frac{1}{2} \right) \frac{T_c}{\tau} \right]$

Question 24 :

Soit $\langle i_1(t) \rangle$ et $\langle i_2(t) \rangle$ les valeurs moyennes des courants pendant une période.

A) $\langle i_1(t) \rangle = \frac{(E_1 - E_2)C}{T_c}$

B) $\langle i_1(t) \rangle = \frac{(E_2 - E_1)C}{T_c}$

C) $\langle i_1(t) \rangle = \frac{E_1 (E_1 - E_2)C}{E_2 T_c}$

D) $\langle i_1(t) \rangle = \frac{E_2 (E_2 - E_1)C}{E_1 T_c}$

Question 25 :

A) $\langle i_2(t) \rangle = \frac{(E_2 - E_1)C}{T_c}$

B) $\langle i_1(t) \rangle = \langle i_2(t) \rangle$

C) $\langle i_2(t) \rangle = \frac{E_2 (E_2 - E_1)C}{E_1 T_c}$

D) $\langle i_1(t) \rangle = -\langle i_2(t) \rangle$

Question 26 :

On peut déduire des résultats précédents que le circuit, vu des points *A* et *B*, se comporte comme un dipôle traversé par le courant moyen :

A) $\langle i_1(t) \rangle - \langle i_2(t) \rangle$ lorsqu'il est soumis à la différence de potentiel $E_1 - E_2$.

B) $\langle i_1(t) \rangle + \langle i_2(t) \rangle$ lorsqu'il est soumis à la différence de potentiel $E_1 - E_2$.

C) $\langle i_1(t) \rangle - \langle i_2(t) \rangle$ lorsqu'il est soumis à la différence de potentiel $E_1 + E_2$.

D) $\langle i_1(t) \rangle + \langle i_2(t) \rangle$ lorsqu'il est soumis à la différence de potentiel $E_1 + E_2$.

Question 27 :

Le dipôle vu des points A et B est équivalent à :

- A) Une résistance R_e .
 - B) Un condensateur de capacité C_e .
 - C) Une association série d'un condensateur de capacité C_e et d'une résistance R_e .
 - D) Une association parallèle d'un condensateur de capacité C_e et d'une résistance R_e .
-

Question 28 :

A) $R_e = \frac{T_c}{C}$

B) $R_e = \frac{E_1 T_c}{E_2 C}$

C) $C_e = C$

D) $C_e = \frac{E_1}{E_2} C$

Question 29 :

On remplace maintenant les générateurs de tension continue, par des générateurs de tension sinusoïdale $e_1(t)$ et $e_2(t)$, d'amplitude respective E_1 et E_2 , et dont la fréquence f est très petite devant $\frac{1}{T_c}$. Le circuit, vu des points A et B , est équivalent à :

- A) Une résistance R_e .
 - B) Un condensateur de capacité C_e .
 - C) Une association série d'un condensateur de capacité C_e et d'une résistance R_e .
 - D) Une association série d'une bobine d'inductance L_e et d'une résistance R_e .
-

Question 30 :

A) $R_e = \frac{T_c}{C}$

B) $R_e = \frac{E_1 T_c}{E_2 C}$

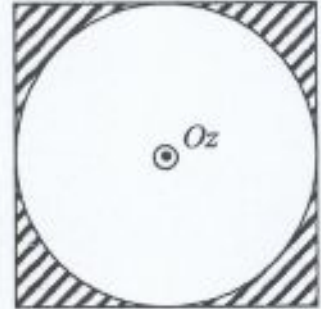
C) $L_e = RT_c$

D) $C_e = \frac{E_1}{E_2} C$

Question 31 :

Dans un repère $\mathcal{R} = (O, xyz)$, une enceinte parallélépipédique (centre O , base carrée de 10 m de côté, et hauteur 3 m) est surmontée d'une demi-sphère de 10 m de diamètre. L'axe vertical Oz est axe de révolution de la demi-sphère.

Les transferts thermiques s'effectuent en régime permanent à travers les quatre parois latérales, et à travers la demi-sphère. Pour simplifier les calculs, on supposera qu'aucun transfert thermique ne se produit dans les coins (hâchurés sur la figure ci-contre) de la surface supérieure supportant la demi-sphère.



Pour l'ensemble du problème, les transferts thermiques sont supposés unidimensionnels selon l'épaisseur de la paroi considérée (paroi latérale et demi-sphère).

La température extérieure de l'enceinte est $T_o = 0^\circ\text{C}$, et on souhaite maintenir la température de l'air dans le cœur de l'enceinte à la valeur $T_i = 20^\circ\text{C}$.

On note h_e et h_i , respectivement, les coefficients d'échange surfacique caractérisant les échanges thermiques par convection avec toute la surface extérieure de l'enceinte et par convection avec toute la surface intérieure de l'enceinte.

Les quatre parois latérales sont constituées de deux épaisseurs de brique de conductivité λ_1 et d'épaisseur $e_1 = 20$ cm et $e'_1 = 5$ cm, entre lesquelles on dispose un isolant de conductivité λ_2 et d'épaisseur $e_2 = 5$ cm.

La demi-sphère est constituée d'un isolant thermique, de conductivité λ_3 et d'épaisseur $e_3 = 15$ cm (compris entre les demi-sphères de rayons $R_3 = 4,8$ m et $R'_3 = 4,95$ m), et d'une plaque d'acier, de conductivité λ_4 et d'épaisseur $e_4 = 5$ cm (compris entre les demi-sphères de rayons $R'_3 = 4,95$ m et $R_4 = 5$ m).

Le sol (surface carrée inférieure de l'enceinte) est supposé totalement isolé, de sorte qu'aucun transfert thermique ne peut se faire à travers cette surface.

On donne :

- $h_e = 6$ S.I. et $h_i = 1$ S.I.,
- $\lambda_1 = 1$ S.I. et $\lambda_2 = 0,05$ S.I.,
- $\lambda_3 = 0,03$ S.I. et $\lambda_4 = 0,5$ S.I.,
- $\sigma \approx 5,5 \cdot 10^{-8}$ S.I., la constante de Stefan-Boltzmann

pour lesquels, S.I. représente l'unité du système international avec laquelle est exprimée la constante.

- A) L'unité des coefficients h est : $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
- B) L'unité des coefficients h est : $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.
- C) L'unité des coefficients λ est : $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.
- D) L'unité de σ est : $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$.

Question 32 :

Toutes les surfaces extérieures de l'enceinte sont assimilées à des corps noirs. La température T_p des parois extérieures est telle que $T_p - T_o \ll T_o$, ce qui permettra de linéariser l'expression de l'échange radiatif. Le coefficient h_r est défini après linéarisation et vérifie :

A) $h_r = 4\sigma T_o^3$

B) $h_r = \sigma T_o^4$

C) $h_r \approx 4,4 \text{ S.I.}$

D) $h_r \approx 1,1 \text{ S.I.}$

Question 33 :

Le coefficient h_{ext} caractéristique de tous les échanges avec les surfaces extérieures vérifie :

A) $h_{ext} = h_r + h_e$

B) $h_{ext} = h_r - h_e$

C) $h_r \approx 10,4 \text{ S.I.}$

D) $h_r \approx 4,9 \text{ S.I.}$

Question 34 :

Soit S la surface totale des parois latérales de l'enceinte. La résistance thermique R_{lat} des parois latérales vérifie :

A) $R_{lat} = \frac{1}{h_{ext}} + \frac{e_1}{\lambda_1 S} + \frac{e_2}{\lambda_2 S} + \frac{e'_1}{\lambda_1 S} + \frac{1}{h_i}$

B) $R_{lat} = \frac{1}{S} \left[\frac{1}{h_{ext}} + \frac{e_1 + e'_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{1}{h_i} \right]$

C) $R_{lat} \approx 2.10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$

D) $R_{lat} \approx 0,5.10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$

Question 35 :

La puissance thermique P_{lat} échangée par l'air à travers les parois latérales est telle que :

A) $P_{lat} = R_{lat} (T_i - T_o)$

B) $(T_i - T_o) = R_{lat} P_{lat}$

C) $P_{lat} \approx 0,4 \text{ W}$

D) $P_{lat} \approx 1 \text{ kW}$

Question 36 :

On s'intéresse au transfert thermique à travers la partie hémisphérique de l'enceinte. Si r désigne le rayon d'une demi-sphère avec $R_3 < r < R'_3$, \vec{j}_Q désigne le vecteur densité surfacique de courant thermique à travers la demi-sphère, et P_{sp} la puissance thermique à travers la demi-sphère, on peut déduire de la loi de Fourier :

$$\text{A) } \|\vec{j}_Q\| = \lambda \left| \frac{\partial T}{\partial r} \right|$$

$$\text{B) } P_{sp} = \frac{4}{3} \pi r^2 j_Q$$

$$\text{C) } \|\vec{j}_Q\| = \lambda \left| \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right|$$

$$\text{D) } P_{sp} = 2\pi r^2 j_Q$$

Question 37 :

On note $T(r)$ la température de la demi-sphère de rayon r , et R_{th3} la résistance thermique de conduction de la partie isolante de la paroi sphérique (conductivité λ_3).

$$\text{A) } R_{th3} = \frac{1}{2\pi\lambda_3} \left(\frac{1}{R_3} - \frac{1}{R'_3} \right)$$

$$\text{B) } R_{th3} = \frac{1}{2\pi\lambda_3} \left(\frac{R_3 + R'_3}{R_3 R'_3} \right)$$

$$\text{C) } R_{th3} = \frac{1}{2\pi\lambda_3} \left(\frac{1}{R_3^2} - \frac{1}{R_3'^2} \right)$$

$$\text{D) } R_{th3} = \frac{1}{2\pi\lambda_3} \ln \left(\frac{R'_3}{R_3} \right)$$

Question 38 :

La résistance thermique totale R_{sp} de la demi-sphère vérifie :

$$\text{A) } R_{sp} \approx 4.10^{-1} \text{ K.W}^{-1}$$

$$\text{B) } R_{sp} \approx 4.10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$$

$$\text{C) } R_{sp} \approx 4.10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$$

$$\text{D) } R_{sp} \approx 4.10^{-4} \text{ K.W}^{-1}$$

Question 39 :

La puissance thermique P_{sp} échangée à travers la paroi hémisphérique vérifie :

A) $P_{sp} = \left[\frac{1}{2\pi\lambda_3} \left(\frac{1}{R'_3} - \frac{1}{R_3} \right) + \frac{1}{2\pi\lambda_4} \left(\frac{1}{R_4} - \frac{1}{R'_3} \right) \right] (T_i - T_o)$

B) $P_{sp} = \left[\frac{1}{2\pi\lambda_3} \left(\frac{1}{R_3} - \frac{1}{R'_3} \right) + \frac{1}{2\pi\lambda_4} \left(\frac{1}{R'_3} - \frac{1}{R_4} \right) \right] (T_i - T_o)$

C) $P_{sp} = \left[\frac{1}{2\pi\lambda_3} \left(\frac{1}{R'_3} + \frac{1}{R_3} \right) + \frac{1}{2\pi\lambda_4} \left(\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R'_3} \right) \right] (T_i - T_o)$

D) $P_{sp} = \left[\frac{1}{2\pi\lambda_3} \left(\frac{1}{R'_3} + \frac{1}{R_3} \right) + \frac{1}{2\pi\lambda_4} \left(\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R'_3} \right) \right] (T_o - T_i)$

Question 40 :

La résistance thermique totale de l'enceinte a une valeur voisine de :

A) $9 \cdot 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$

B) $4,2 \cdot 10^{-1} \text{ K.W}^{-1}$

C) $6 \cdot 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$

D) $4 \cdot 10^{-4} \text{ K.W}^{-1}$
