

ECOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE

Session 2008

CONCOURS DE RECRUTEMENT D'ELEVES INGENIEURS
DU CONTROLE DE LA NAVIGATION AERIENNE



Epreuve commune 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'avertissement
- 14 pages de texte recto/verso



CALCULATRICE AUTORISEE

ÉPREUVE COMMUNE OBLIGATOIRE DE PHYSIQUE

A LIRE TRÈS ATTENTIVEMENT

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

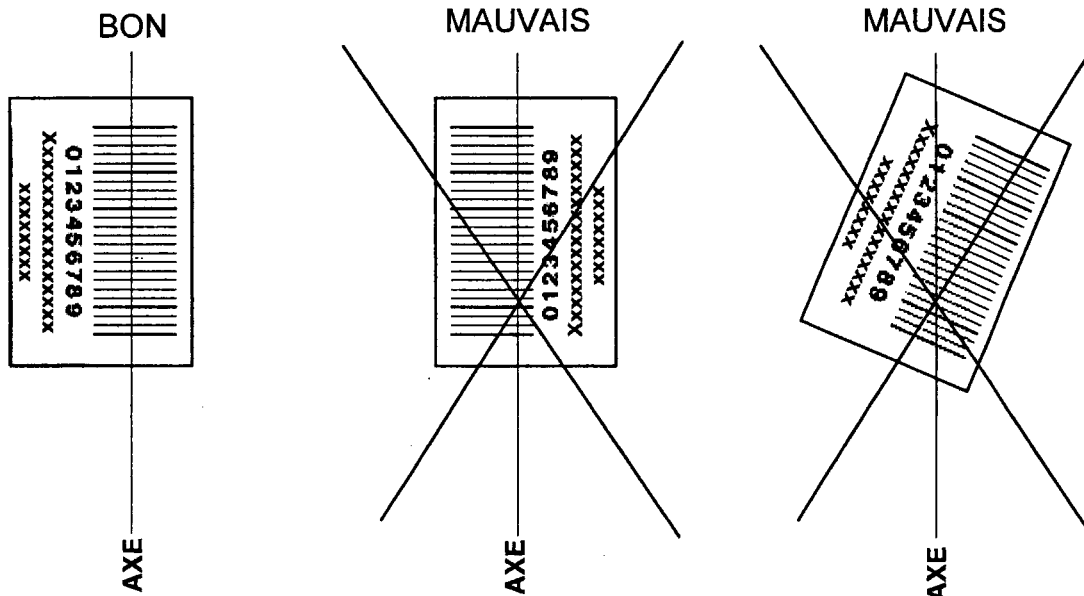
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

- 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 commune obligatoire de physique (voir modèle ci-dessous).

POSITIONNEMENT DES ÉTIQUETTES

Pour permettre la lecture optique de l'étiquette, le trait vertical matérialisant l'axe de lecture du code à 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 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 avant l'énoncé du sujet lui-même.
Chaque question comporte au plus deux réponses exactes.

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 fausse entraîne pour la question correspondante une pénalité dans la note.

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

AVERTISSEMENT

)

Questions liées :

01 - 02 - 03 - 04 - 05 - 06 - 07 - 08 - 09 - 10

11 - 12 - 13

14 - 15 - 16

17 - 18 - 19 - 20

21 - 22 - 23 - 24 - 25 - 26 - 27 - 28 - 29

30 - 31 - 32 - 33 - 34 - 35

36 - 37 - 38 - 39 - 40

Question 1 :

Un câble coaxial est constitué de deux cylindres (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) de même axe zz' :

(\mathcal{C}_1) est l'âme du câble : c'est un conducteur plein de rayon R_1 et de conductivité γ .

(\mathcal{C}_2) est la gaine du câble : c'est un conducteur creux de rayons $R_2 (> R_1)$ et $R_3 (> R_2)$, et de conductivité γ .

L'âme du câble est parcourue par un courant stationnaire d'intensité I constante suivant les z croissants. Le courant revient ensuite en sens inverse par la gaine avec la même intensité.

Un point M quelconque de l'espace est repéré par ses coordonnées cylindriques dans la base $\mathcal{B}(\bar{e}_\rho, \bar{e}_\varphi, \bar{e}_z)$ du repère orthonormé \mathcal{R} lié au laboratoire.

On note \bar{J}_1 et \bar{J}_2 les densités de courant, respectivement, dans (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) .

A) $\bar{J}_1 = \bar{J}_2$

B) $\|\bar{J}_1\| = \|\bar{J}_2\|$

C) $\bar{J}_1 = -\bar{J}_2$

D) $\|\bar{J}_1\| = \frac{R_1^2}{R_3^2 - R_2^2} \|\bar{J}_2\|$

Question 2 :

Soit $\vec{B}(M)$ et $\vec{A}(M)$, respectivement, le champ magnétique et le potentiel vecteur créés en un point M quelconque de l'espace, tels que $\vec{B}(M) = B\vec{u}$ et $\vec{A}(M) = A\vec{v}$, où \vec{u} et \vec{v} sont respectivement les vecteurs unitaires colinéaires à $\vec{B}(M)$ et $\vec{A}(M)$.

L'origine du potentiel vecteur sera prise sur l'axe zz' .

A) $\vec{B}(M) = B(\varphi)\bar{e}_\varphi$

B) $\vec{B}(M) = B(\rho)\bar{e}_\rho$

C) $\vec{A}(M) = A(\rho)\bar{e}_z$

D) $\vec{A}(M) = A(z)\bar{e}_\rho$

Question 3 :

Pour un point M tel que $\rho < R_1$:

A) $B = \frac{\mu_0 J_1 \rho}{2}$

B) $A = \frac{\mu_0 J_1 \rho^2}{4}$

C) $B = \frac{\mu_0 I \rho}{2\pi R_1^2}$

D) $A = \frac{\mu_0 I \rho^2}{4\pi R_1^2}$

Question 4 :

Pour un point M tel que $R_1 < \rho < R_2$:

$$\text{A) } B = \frac{\mu_o J_1 R_1^2}{2\rho}$$

$$\text{B) } A = -\frac{\mu_o J_1 R_1^2}{2} \ln \frac{\rho}{R_1}$$

$$\text{C) } B = \frac{\mu_o I}{2\pi\rho}$$

$$\text{D) } A = -\frac{\mu_o I}{2\pi} \ln \frac{\rho}{R_1}$$

Question 5 :

Pour un point M tel que $R_2 < \rho < R_3$:

$$\text{A) } B = \frac{\mu_o I}{2\pi\rho} \frac{R_1^2 + R_2^2 - \rho^2}{R_2^2}$$

$$\text{B) } A = -\frac{\mu_o J_2}{2} \left[R_3^2 \ln \frac{\rho}{R_2} - \rho^2 + R_2^2 \right]$$

$$\text{C) } B = \frac{\mu_o I}{2\pi\rho} \frac{R_1^2 + R_2^2 - \rho^2}{R_1^2}$$

$$\text{D) } A = -\frac{\mu_o I}{4\pi(R_3^2 - R_2^2)} \left[2R_3^2 \ln \frac{\rho}{R_2} - \rho^2 + R_2^2 \right]$$

Question 6 :

Pour un point M tel que $\rho > R_3$:

$$\text{A) } B = \frac{\mu_o I}{2\pi\rho} \frac{R_1^2 + R_2^2 - R_3^2}{R_1^2}$$

$$\text{B) } A = -\frac{\mu_o I}{2\pi} \frac{R_3^2}{R_3^2 - R_2^2} \ln \frac{R_3}{R_2}$$

$$\text{C) } B = 0$$

$$\text{D) } A = -\frac{\mu_o I}{2\pi} \left[\ln \frac{R_3}{R_1} + \frac{R_2^2}{R_3^2 - R_2^2} \ln \frac{R_3}{R_2} \right]$$

Question 7 :

On se place maintenant en régime lentement variable : l'intensité parcourant l'âme et la gaine est fonction du temps. Elle est notée $i(t)$, telle que $i(t) = I_o \cos \omega t$, où I_o et ω sont des constantes.

Il apparaît un phénomène d'induction :

- A) Uniquement dans les milieux conducteurs.
- B) Uniquement dans l'espace interconducteur.
- C) Uniquement dans l'âme et la gaine.
- D) Dans tout l'espace.

Question 8 :

Le champ électrique $\vec{E}(M)$ accompagnant $\vec{B}(M)$ peut se mettre sous la forme : $\vec{E}(M) = E\vec{w}$, où \vec{w} est le vecteur unitaire colinéaire à $\vec{E}(M)$.

A)

$$E(\rho < R_1) = -\frac{\mu_0 I_0 \omega \rho^2}{4\pi R_1^2} \sin \omega t$$

B)

$$E(R_2 < \rho < R_3) = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\frac{2R_3^2}{R_3^2 - R_2^2} \ln \frac{\rho}{R_2} + 2 \ln \frac{R_2}{R_1} + \frac{R_3^2 - \rho^2}{R_3^2 - R_2^2} \right] \frac{di}{dt}$$

C)

$$E(R_1 < \rho < R_2) = -\frac{\mu_0 I_0 \omega}{2\pi} \ln \frac{\rho}{R_1} \sin \omega t$$

D)

$$E(\rho > R_3) = 0$$

Question 9 :

On considère une longueur unité de câble coaxial. Il apparaît une puissance instantanée $p_J(t)$ dissipée par effet Joule, dont la valeur moyenne est P_J :

- A) Uniquement dans les milieux conducteurs.
- B) Uniquement dans l'espace interconducteur.
- C) Uniquement dans l'âme et la gaine.
- D) Dans tout l'espace.

Question 10 :

A) $p_J(t) = 0$

B) $P_J = 0$

C) $p_J(t) = 2\pi \int_0^{\infty} \gamma E^2 \rho d\rho$

D) $P_J = \frac{1}{2} |p_J(t)|$

Question 11 :

On s'intéresse à un modèle d'équilibre de l'air dans l'atmosphère terrestre. Dans le référentiel terrestre, on choisit un repère orthonormé dont l'origine O est située à la surface de la Terre et où le seul vecteur unitaire d'intérêt est \vec{e}_z et est dirigé vers les altitudes croissantes (les variables thermodynamiques ne varient que selon l'altitude).

On suppose que les seules forces agissant sur un élément de fluide sont les forces de pression et la force due au champ de pesanteur (caractérisé par $\vec{g} = -g\vec{e}_z$).

On suppose que l'air se comporte comme un gaz parfait de constante massique r . On note $T(z)$, $p(z)$ et $\rho(z)$ respectivement la température, la pression et la masse volumique de l'air à l'altitude z .

A) $\frac{dT(z)}{dz} = -\frac{g}{r}$

B) $\frac{1}{\rho(z)} \frac{d\rho(z)}{dz} + \frac{1}{T(z)} \frac{dT(z)}{dz} = -\frac{g}{rT(z)}$

C) $\frac{dp(z)}{dz} = g\rho(z)$

D) $\frac{dp(z)}{dz} = -g\rho(z)$

Question 12 :

On suppose pour cette question que l'atmosphère est isotherme. On note T_0 la température correspondante.

A) $p(z) = p(0) - gz\rho(z)$

B) $p(z) = p(0) + gz\rho(z)$

C) $p(z) = p(0) \exp\left(-\frac{gz}{rT_0}\right)$

D) $p(z) = p(0) \exp\left(\frac{gz}{rT_0}\right)$

Question 13 :

Un modèle plus pertinent consiste à considérer que l'atmosphère est en équilibre adiabatique à toute altitude (on a $p(z) = k[\rho(z)]^\gamma$ où k est une constante et γ est le rapport des capacités thermiques à pression et volume constant de l'air). La température ne peut plus être alors considérée comme constante.

On supposera cependant que le calcul de la question précédente donnant l'évolution de la pression en fonction de l'altitude est une bonne approximation que l'on ne remet pas en cause pour la basse atmosphère. On utilisera le fait que $\frac{rT_0}{g} \gg z$ pour linéariser les expressions.

A) $T(z) \approx T_0 \left(1 - \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{gz}{rT_0}\right)$

B) $T(z) \approx T_0 \left(1 + \frac{1 - \gamma}{\gamma} \frac{gz}{rT_0}\right)$

C) $T(z) \approx T_0 \left(1 + \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{gz}{rT_0}\right)$

D) $T(z) \approx T_0 \left(1 - \frac{1 - \gamma}{\gamma} \frac{gz}{rT_0}\right)$

Question 14 :

Une sphère de centre O et de rayon R est le siège d'une réaction exothermique. La puissance thermique volumique dégagée est uniforme dans la sphère et notée P . Le problème est à symétrie sphérique et on repère n'importe quel point de l'espace par la coordonnée r qui représente la distance au point O .

La sphère est plongée dans un milieu fluide homogène de conductivité thermique λ et pour lequel la température à l'infini vaut T_∞ . On suppose que les phénomènes de transfert thermique dans le milieu fluide sont uniquement liés à la conduction thermique. On se place pour toute l'étude en régime permanent.

On rappelle que la composante selon r (en coordonnées sphériques) du gradient d'une fonction g s'écrit simplement $\frac{\partial g}{\partial r}$.

On note $j(r)$ la densité surfacique de flux thermique à la distance $r > R$ du point O .

$$\text{A) } j(r) = \frac{4\pi R^3 P}{3r^2}$$

$$\text{B) } j(r) = \frac{R^3 P}{3r^2}$$

$$\text{C) } j(r) = \frac{PR^2}{r}$$

$$\text{D) } j(r) = \frac{PR^2}{3r}$$

Question 15 :

On note $T(r)$ la température à la distance $r > R$ de O .

$$\text{A) } T(r) = T_\infty + \frac{R^3 P}{3\lambda r}$$

$$\text{B) } T(r) = T_\infty - \frac{R^3 P}{\lambda r}$$

$$\text{C) } T(r) = T_\infty + \frac{R^3 P}{\lambda r}$$

$$\text{D) } T(r) = T_\infty + \frac{R^3 P}{2\lambda r}$$

Question 16 :

Exprimer la résistance thermique R_{th} de conduction pour une portion de fluide comprise entre deux sphères concentriques repérées par les rayons r_1 et $r_2 > r_1$.

$$\text{A) } R_{th} = \frac{1}{2\pi\lambda(r_1 + r_2)} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

$$\text{B) } R_{th} = \frac{r_2 - r_1}{\lambda(r_1^2 + r_2^2)}$$

$$\text{C) } R_{th} = \frac{r_2 - r_1}{4\pi\lambda(r_1^2 + r_2^2)}$$

$$\text{D) } R_{th} = \frac{1}{4\pi\lambda} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Question 17 :

Remarque : Les variables et fonctions thermodynamiques sont repérées à chaque état d'équilibre par l'indice correspondant. T , p et V sont utilisées pour désigner respectivement la température, la pression et le volume.

Un cylindre vertical surmonté d'un piston (de surface S) mobile sans frottement de masse M_p , enferme une quantité m de gaz (obéissant au modèle du gaz parfait), de constante massique r et dont le rapport des capacités thermiques vaut γ . Les parois du cylindre et du piston sont perméables à la chaleur.

A l'état initial A , le système est en équilibre thermodynamique au contact de l'atmosphère dont la température et la pression (supposées constante) valent respectivement T_{atm} et p_{atm} . On bloque mécaniquement le piston lorsque le système est dans l'état A , et on le met au contact d'une source de chaleur à la température $T_S > T_{atm}$. Le gaz évolue vers un état d'équilibre noté B . On note g l'accélération de la pesanteur.

L'expression de la variation d'entropie ΔS_{AB} entre l'état B et l'état A est :

A) $\Delta S_{AB} = \frac{mr}{\gamma - 1} \frac{T_B - T_A}{T_S}$

B) $\Delta S_{AB} = \frac{mr}{\gamma - 1} \ln\left(\frac{T_S}{T_{atm}}\right)$

C) $\Delta S_{AB} = \frac{mr}{\gamma - 1} \ln\left(\frac{p_B}{p_A}\right)$

D) $\Delta S_{AB} = mr \frac{T_B - T_A}{T_S}$

Question 18 :

Donner l'expression de l'entropie produite S_p au cours de la transformation AB :

A) $S_p = \frac{mr}{\gamma - 1} \frac{T_S - T_{atm}}{T_S}$

B) $S_p = 0$

C) $S_p = \Delta S_{AB}$

D) $S_p = \frac{mr}{\gamma - 1} \left[\ln\left(\frac{T_S}{T_{atm}}\right) - \frac{T_S - T_{atm}}{T_S} \right]$

Question 19 :

On souhaite que le gaz reste dans l'état d'équilibre B après avoir débloqué le piston. Pour cela, on dépose sur le piston une masse M , puis on supprime le blocage mécanique.

$$\text{A) } M = \frac{p_{atm}S}{g} + \frac{T_S}{T_{atm}} M_p$$

$$\text{B) } M = \left(\frac{p_B}{p_A} - 1 \right) M_p$$

$$\text{C) } M = \left(\frac{p_{atm}S}{g} + M_p \right) \left(\frac{T_S}{T_{atm}} - 1 \right)$$

$$\text{D) } M = \left(\frac{p_{atm}S}{g} + M_p \right) \frac{p_B}{p_A}$$

Question 20 :

Le piston est maintenant libre de se déplacer et le gaz se trouve dans l'état B (avec la surcharge M). On isole alors thermiquement l'ensemble du dispositif puis on enlève brusquement la masse M . Lorsque le gaz atteint l'état d'équilibre on note T_C sa nouvelle température.

$$\text{A) } T_C = \frac{\gamma - 1}{\gamma} T_{atm} + \frac{1}{\gamma} T_S$$

$$\text{B) } T_C = \frac{\gamma - 1}{\gamma} (T_S + T_{atm})$$

$$\text{C) } T_C = \frac{\gamma - 1}{\gamma} T_S + \frac{1}{\gamma} T_{atm}$$

$$\text{D) } T_C = T_{atm}$$

Pour les questions 21 à 29, on réalise des montages optiques à l'aide de différentes lentilles minces (L_n) , de vergence V_n , de distance focale 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 $(G_t)_n = \frac{A'_n B'_n}{A_n B_n}$.

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, et toutes les images sont observées à l'aide d'un simple écran translucide.

Question 21 :

Un premier objet réel $A_1 B_1$ est placé à la distance $p_1 = -f_1$ de la lentille convergente (L_1) , avec $|f_1| = 15$ cm.

- A) L'image est à la distance $p'_1 = f_1$.
- B) L'image n'est visible qu'à une distance de (L_1) considérée comme infinie par rapport aux dimensions du système.
- C) L'image, réelle, est renversée par rapport à l'objet.
- D) L'image, virtuelle, est renversée par rapport à l'objet.

Question 22 :

Soit la lentille convergente (L_2) ($|f_2| = 15$ cm) placée à la distance d de (L_1) , telle que $d > f_1 + f_2$. L'association $(L_1) + (L_2)$ constitue le montage ①. On note $(G_t)_{total}$ le grandissement total de ce montage.

A) $p'_2 = f_2$

B) $p_2 = -f_2$

C) $(G_t)_{total} = \frac{f_2}{f_1}$

D) $(G_t)_{total} = (G_t)_1 + (G_t)_2$

Question 23 :

A partir du montage ①, la lentille divergente (L_3) ($|f_3| = 20 \text{ cm}$) est placée de telle sorte que O_3 soit confondu avec le foyer objet de (L_2). L'ensemble ainsi constitué par les trois lentilles est le montage ②.

A) p'_3 est infini.

B) $p_3 = f_3$

C) $p'_2 = f_2$

D) $p_2 = -f_2$

Question 24 :

Soit D_1 la distance algébrique dont on déplace l'écran entre les montages ① et ②, pour visualiser l'image finale.

A) $D_1 = +20 \text{ cm}$

B) $D_1 = +11,25 \text{ cm}$

C) $(G_i)_2 = -\frac{4}{3}$

D) $(G_i)_2 = \frac{3}{4}$

Question 25 :

A) $p_2 = -35 \text{ cm}$

B) $p'_2 = +15 \text{ cm}$

C) $p_2 = -30 \text{ cm}$

D) $p'_2 = +26,25 \text{ cm}$

Question 26 :

On remplace la lentille divergente (L_3) par la lentille convergente (L_4), dont la vergence est $V_4 = +5 \delta$. L'ensemble constitué par les lentilles (L_1)+(L_2)+(L_4) est le montage ③. Soit D_2 la distance algébrique dont on déplace l'écran entre les montages ① et ③, pour visualiser l'image finale.

- A) L'ensemble (L_2)+(L_4) n'est pas un système afocal.
- B) L'objet de (L_2) est réel.
- C) L'image de (L_2) est réelle.
- D) L'image de (L_4) est virtuelle.

Question 27 :

A) $D_2 = -11,25 \text{ cm}$

B) $D_2 = +8,90 \text{ cm}$

C) $(G_i)_2 = +\frac{4}{3}$

D) $(G_i)_2 = -\frac{3}{4}$

Question 28 :

On remplace la lentille convergente (L_4) par la lentille convergente (L_5), dont la vergence est $V_5 = +10 \delta$. L'ensemble constitué par les lentilles (L_1)+(L_2)+(L_5) est le montage ④. Soit D_3 la distance algébrique dont on déplace l'écran entre les montages ① et ④, pour visualiser l'image finale.

- A) L'ensemble (L_2)+(L_5) est un système afocal.
- B) L'objet de (L_2) est réel.
- C) L'image de (L_2) est réelle.
- D) L'image de (L_5) est virtuelle.

Question 29 :

A) $D_3 = -10 \text{ cm}$

B) $D_3 = +15 \text{ cm}$

C) $(G_i)_2 = +\frac{2}{3}$

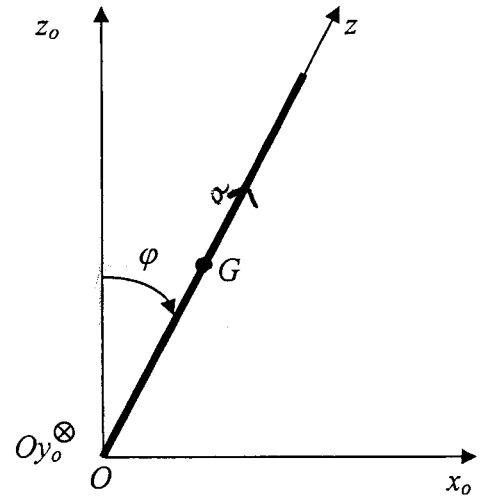
D) $(G_i)_2 = +\frac{3}{2}$

Question 30 :

Soit le repère orthonormé direct $\mathcal{R}_o(O, \vec{e}_{x_o}, \vec{e}_{y_o}, \vec{e}_{z_o})$ associé au laboratoire et considéré comme galiléen.

\vec{e}_{z_o} est la verticale ascendante.

Une plaque (P) rectangulaire $ABCD$, d'épaisseur négligeable et de côtés a et b respectivement suivant Oz et Oy , axes fixes par rapport à la plaque, peut tourner, dans l'air, autour de $\vec{e}_y = \vec{e}_{y_o}$: $\vec{AB} = \vec{DC} = b\vec{e}_{y_o}$. Le centre O du repère est le milieu de AB . La rotation de la plaque est caractérisée par l'angle φ entre Oz_o et Oz . La liaison de la barre sur l'axe Oy (réaction \vec{R}) s'effectue sans frottement.



A l'instant initial ($t = 0$), le centre de masse G de la plaque est situé sur la verticale ascendante, et la plaque est légèrement déséquilibrée, de manière à la mettre en mouvement.

La plaque homogène a une masse M , et son moment d'inertie par rapport à l'axe Gy (axe passant par G et parallèle à Oy) est $I_G = \frac{Ma^2}{12}$. Soit I_o le moment d'inertie de (P) par rapport à l'axe Oy .

A) $I_o = \frac{Ma^2}{6}$

B) $I_o = \frac{M(a^2 + b^2)}{3}$

C) $I_o = \frac{M(a^2 + b^2)}{12}$

D) $I_o = \frac{Ma^2}{3}$

Question 31 :

Soit $\ddot{\varphi}$ la dérivée seconde de φ par rapport au temps. L'équation du mouvement oscillatoire de la barre est :

A) $\ddot{\varphi} + 3\frac{g}{a} \sin \varphi = 0$

B) $\ddot{\varphi} - 3\frac{g}{a} \cos \varphi = 0$

C) $\ddot{\varphi} - \frac{3g}{2a} \sin \varphi = 0$

D) $\ddot{\varphi} + \frac{3g}{2a} \cos \varphi = 0$

Question 32 :

Soit E_p et E_c , les énergies respectivement potentielle et cinétiques de (P) . L'origine des énergies potentielles sera prise pour $\varphi = 0$.

$$\text{A) } E_p = -\frac{Mga}{2}(\cos\varphi - 1)$$

$$\text{B) } E_c = \frac{1}{2}M\left(\frac{a}{2}\right)^2\dot{\varphi}^2$$

$$\text{C) } E_p = \frac{Mga}{2}(\cos\varphi - 1)$$

$$\text{D) } E_c = \frac{1}{2}M\left(\frac{a}{\sqrt{3}}\right)^2\dot{\varphi}^2$$

Question 33 :

- A) Il y a une seule position d'équilibre.
- B) Il y a deux positions d'équilibre : une stable et une instable.
- C) Il y a trois positions d'équilibre : deux stables et une instable.
- D) Il y a trois positions d'équilibre : une stable et deux instables.

Question 34 :

Au bout d'un certain temps, le système effectue de petites oscillations. L'équation du mouvement s'écrit :

$$\text{A) } \ddot{\varphi} + \frac{3g}{a}\varphi = 0$$

$$\text{B) } \ddot{\varphi} - \frac{3g}{2a}\varphi = 3\frac{g}{a}$$

$$\text{C) } \ddot{\varphi} - \frac{3g}{2a}\varphi = 0$$

$$\text{D) } \ddot{\varphi} + \frac{3g}{2a}\varphi = 0$$

Question 35 :

Soit ω la pulsation du mouvement oscillatoire.

$$\text{A) } \omega = \sqrt{\frac{3g}{a}}$$

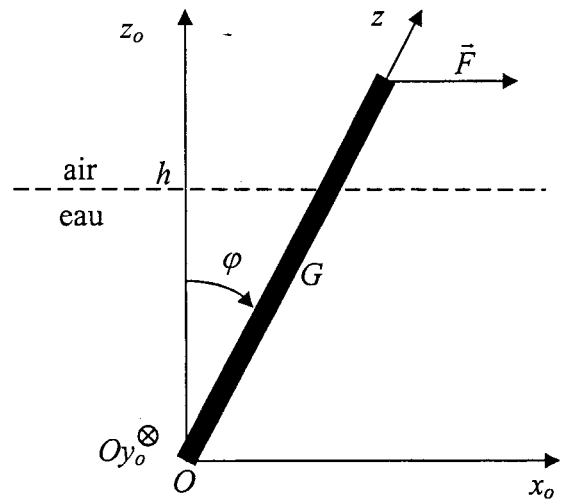
$$\text{B) } \omega = \sqrt{\frac{3g}{2a}}$$

$$\text{C) } \vec{R} = \vec{0}$$

$$\text{D) } \vec{R} = Mg\vec{e}_z$$

Question 36 :

On reprend les mêmes hypothèses et notations que pour la question 30, mais maintenant, la plaque a une épaisseur e ($e < a$ et $e < b$) suivant la direction Ox , et le plan yOz est son plan médian. A l'instant initial ($t = 0$), la plaque est immergée dans de l'eau sur une hauteur $h < a$ (voir figure en coupe ci-contre), et elle subit une traction constante $\vec{F} = F\vec{e}_x$ (avec $F > 0$) au milieu de CD .



Lors du mouvement de rotation, on suppose que la dimension a est suffisamment grande pour que la plaque ne soit jamais totalement immergée, et on suppose que la nappe d'eau est toujours complètement plane (on néglige la houle résultant du mouvement de la plaque).

La densité de la plaque par rapport à l'eau est notée d .

Soit $\vec{\pi}$ la poussée d'Archimède subit par la plaque.

A) $\vec{\pi} = -M\vec{g} = +Mg\vec{e}_{z_0}$

B) $\vec{\pi} = +Mg \frac{h}{ad \cos \varphi} \vec{e}_{z_0}$

C) $\vec{\pi} = +Mg \frac{h \cos \varphi}{a} \vec{e}_{z_0}$

D) $\vec{\pi} = +Mg \frac{hd}{a \cos \varphi} \vec{e}_{z_0}$

Question 37 :

P , centre de poussée de $\vec{\pi}$, vérifie :

A) $OP = \frac{a}{2 \cos \varphi}$

B) $OP = \frac{h}{2 \cos \varphi}$

C) Le centre de poussée P est un point de la plaque situé sur l'interface eau-air.

D) Le centre de poussée P est confondu avec le centre de masse de la plaque.

Question 38 :

L'angle $\varphi_{\text{éq}}$, permettant de repérer la position de la plaque lorsqu'elle est à l'équilibre, vérifie :

A) $F = \frac{Mg}{2} \left[\frac{h^2}{a^2 d \cos^2 \varphi_{\text{éq}}} - 1 \right] \tan \varphi_{\text{éq}}$

B) $F = \frac{Mg}{2} \left[\frac{h^2}{a^2 d \cos^2 \varphi_{\text{éq}}} + 1 \right] \tan \varphi_{\text{éq}}$

C) $F = \frac{Mg}{2} \left[\frac{h^2 d}{a^2 \cos^2 \varphi_{\text{éq}}} - 1 \right] \tan \varphi_{\text{éq}}$

D) $F = \frac{Mg}{2} \left[\frac{h^2 d}{a^2 \cos^2 \varphi_{\text{éq}}} + 1 \right] \tan \varphi_{\text{éq}}$

Question 39 :

Dans le cas particulier où la force de traction est nulle :

- A) Il y a une seule position d'équilibre.
- B) Il y a deux positions d'équilibre : une stable et une instable.
- C) Il y a trois positions d'équilibre : deux stables et une instable.
- D) Il y a quatre positions d'équilibre : trois stables et une instable.

Question 40 :

La valeur de $\varphi_{\text{éq},o}$ est alors $(\varphi_{\text{éq}})_o$, et peut être telle que :

A) $(\varphi_{\text{éq}})_o = 0$

B) $\cos(\varphi_{\text{éq}})_o = \frac{h\sqrt{d}}{a}$ et $d > \left(\frac{a}{h}\right)^2$

C) $\cos(\varphi_{\text{éq}})_o = -\frac{h}{a\sqrt{d}}$ et $d > \left(\frac{h}{a}\right)^2$

D) $(\varphi_{\text{éq}})_o = \pi$