

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



Épreuve obligatoire de
PHYSIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2



Cette épreuve comporte :

- 1 page de garde
- 2 pages d'instructions pour remplir le QCM recto/verso
- 1 page d'avertissements
- 12 pages de texte/questions recto/verso

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



ECOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE

Département Admissions et
Vie des Campus

ICNA 2014

ERRATA

POUR L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE OBLIGATOIRE

Page 10 – Question n° 31 – 11^{ème} ligne

Au lieu de : $\theta = (-\vec{e}_x, \vec{OC})$

Lire : $\theta = (-\vec{e}_x, \vec{OG})$

ÉPREUVE OBLIGATOIRE DE PHYSIQUE

A LIRE TRÈS ATTENTIVEMENT

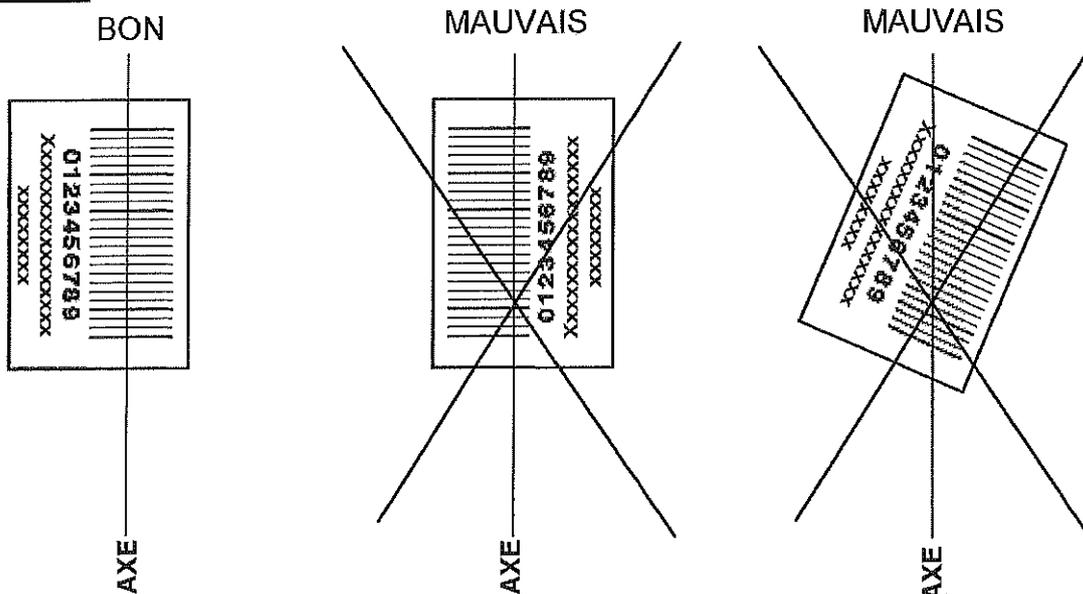
L'épreuve obligatoire de physique de ce concours est un questionnaire à choix multiple qui sera corrigé automatiquement par une machine à lecture optique.

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, positionner celle-ci en **position verticale** avec les chiffres d'identification à **gauche** (le trait vertical devant 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 fausse 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

AVERTISSEMENT

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 :

Thermodynamique : 01 à 10

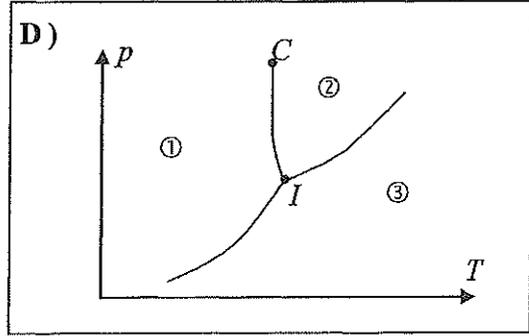
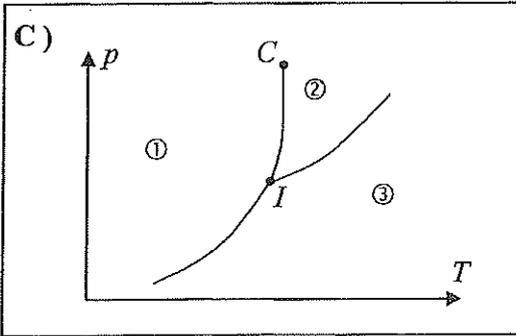
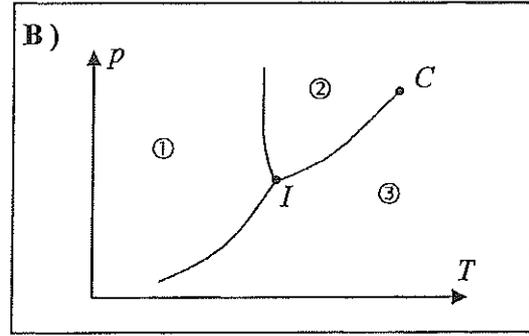
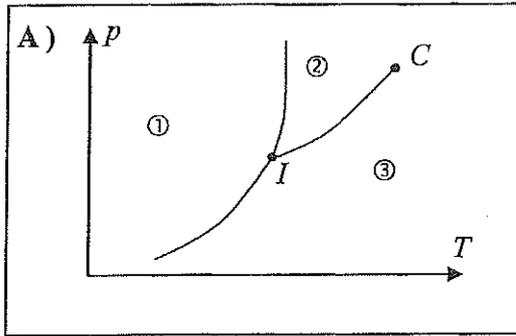
Optique géométrique : 11 à 20

Electromagnétisme : 21 à 30

Mécanique : 31 à 40

Question 1 :

On s'intéresse aux changements d'état de l'eau, considéré comme étant un corps pur. Le diagramme d'état de l'eau est représenté par l'un des schémas ci-dessous, pour lequel, C représente le point critique, et I représente le point triple. Quel est le schéma correct ?



Question 2 :

Pour le schéma choisi en question 1, les régions ①, ② et ③ correspondent respectivement aux états :

- A) liquide, solide, vapeur
- B) solide, vapeur, liquide
- C) solide, liquide, vapeur
- D) vapeur, solide, liquide

Question 3 :

La courbe délimitant les domaines ② et ③ est :

- A) la courbe de condensation.
- B) la courbe de saturation.
- C) la courbe de vaporisation.
- D) la courbe de solidification.

Question 4 :

La courbe délimitant les domaines ① et ② est :

- A) la courbe de liquéfaction.
 - B) la courbe de saturation.
 - C) la courbe de fusion.
 - D) la courbe de solidification.
-

Question 5 :

Les coordonnées du point triple sont : $p_t = 613 \text{ Pa}$ et $T_t = 273 \text{ K}$. On considère une masse m d'eau dans un état initial i caractérisé par la température $T_i = 273 \text{ K}$ et la pression p_i égale à la pression atmosphérique. On opère alors un échauffement isobare de la masse m . La manipulation cesse dès que la masse m a totalement changé d'état. On est alors dans l'état f , caractérisé par la température T_f , la pression p_f et le volume V_f .

- A) L'eau sous forme vapeur initialement s'est liquéfiée.
 - B) L'eau sous forme liquide initialement s'est vaporisée.
 - C) Dans l'état i , l'eau est à l'état de liquide saturant.
 - D) Dans l'état f , l'eau est à l'état de vapeur saturante.
-

Question 6 :

La chaleur latente massique de changement d'état est par définition :

- A) l'enthalpie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état ① à un état ② plus condensé à température constante.
 - B) l'entropie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état ① à un état ② plus condensé à température constante.
 - C) l'enthalpie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état ① à un état ② moins condensé à température constante.
 - D) l'entropie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état ① à un état ② moins condensé à température constante.
-

Question 7 :

Les états i et f vérifient :

- A) $p_i = p_f$
 - B) $p_i < p_f$
 - C) $T_i = T_f$
 - D) $T_i < T_f$
-

Question 8 :

La chaleur latente massique de vaporisation, supposée constante dans la gamme de température utilisée, est l_v . La capacité calorifique massique de l'eau liquide est c_ℓ . Le volume du liquide est toujours négligé devant le volume de la vapeur. r est la constante massique des gaz parfaits.

On s'intéresse aux transferts thermique Q et mécanique W , et aux variations d'énergie interne ΔU_{if} , d'enthalpie ΔH_{if} et d'entropie ΔS_{if} entre les états i et f . Ces différentes grandeurs vérifient les résultats suivants :

$$\text{A) } Q = mc_\ell(T_f - T_i) - p_f V_f$$

$$\text{B) } Q = mc_\ell(T_f - T_i) + p_i V_f$$

$$\text{C) } Q = mc_\ell(T_f - T_i) - p_f V_f$$

$$\text{D) } Q = mc_\ell(T_f - T_i) + p_f V_f$$

Question 9 :

$$\text{A) } W = -p_f V_f$$

$$\text{B) } \Delta S_{if} = mc_\ell \ln \frac{T_f}{T_i} + m \frac{l_v}{T_f}$$

$$\text{C) } W = -(p_f - p_i) V_f$$

$$\text{D) } \Delta S_{if} = mc_\ell \ln \frac{T_f}{T_i} - m \frac{l_v}{T_f}$$

Question 10 :

$$\text{A) } \Delta H_{if} = mc_\ell(T_f - T_i) + ml_v$$

$$\text{B) } \Delta U_{if} = mc_\ell(T_f - T_i) + ml_v - p_i V_f$$

$$\text{C) } \Delta H_{if} = ml_v$$

$$\text{D) } \Delta U_{if} = mc_\ell(T_f - T_i) - p_f V_f$$

Les montages optiques suivants sont réalisés à l'aide de différentes lentilles minces (L_n) , de vergence V_n , de distance focale image f_n , de foyers objet F_n et image F'_n , et de centre optique O_n .

La lentille (L_n) forme d'un objet noté $A_n B_n$ une image $A'_n B'_n$. Le grandissement transversal associé 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.

On considère une lunette afocale, constituée de deux lentilles minces : l'objectif (L_1) a une vergence de 1δ et l'oculaire (L_2) a une vergence de -5δ .

Question 11 :

- A) La lunette a une vergence infinie.
- B) Les foyers objet et image de la lunette sont respectivement confondus avec O_1 et O_2 .
- C) L'objectif est une lentille divergente.
- D) L'oculaire est une lentille convergente.

Question 12 :

Soit $e = \overline{O_1 O_2}$, la mesure algébrique séparant les deux lentilles.

A) $e = f_1 - f_2$

B) $e = 80 \text{ cm}$

C) $e = f_1 + f_2$

D) $e = 120 \text{ cm}$

Question 13 :

A l'aide de la lunette de la question 11, un observateur regarde Saturne et son anneau le plus brillant, depuis la surface terrestre. La planète Saturne est considérée, pour l'observateur, comme un objet A situé à l'infini, et une portion de son anneau comme un point B situé également à l'infini. L'axe de la lunette est pointé vers A , de sorte que le faisceau lumineux issu de A est parallèle à l'axe optique de la lunette. Le faisceau lumineux issu de B est incliné d'un angle α par rapport à l'axe optique.

- A) L'objet de la lunette est aussi l'objet de l'objectif.
- B) L'objet de la lunette est aussi l'objet de l'oculaire.
- C) L'objet de l'objectif est aussi l'image de l'oculaire.
- D) L'objet de l'oculaire est aussi l'image de l'objectif.

Question 14 :

Le faisceau émergent de la lunette et issu de B :

- A) Est un faisceau convergent passant par le foyer image de l'oculaire.
 - B) Est un faisceau convergent passant par le foyer image de l'objectif.
 - C) Est un faisceau divergent passant par le foyer image de l'oculaire.
 - D) Est un faisceau divergent passant par le foyer image de l'objectif.
-

Question 15 :

- A) L'image de l'objectif est réelle pour l'objectif.
 - B) L'objet de l'oculaire est réel pour l'oculaire.
 - C) L'objet de l'oculaire est virtuel pour l'oculaire.
 - D) L'objet de l'objectif est virtuel pour l'objectif.
-

Question 16 :

Le rayon de l'anneau est d'environ 10^5 km, et la distance entre Saturne et la Terre est de $1,5 \cdot 10^{12}$ m.

A) $(G_t)_1 = -6,7 \cdot 10^{-13}$

B) $(G_t)_1 = -20$

C) $(G_t)_1 = 1,5 \cdot 10^{12}$

D) $(G_t)_1 = +5$

Question 17 :

On note α' l'angle d'inclinaison, par rapport à l'axe optique, du rayon émergent coïncidant au rayon incident incliné de l'angle α . Soit G le grossissement de la lunette, défini par $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$.

A) $G = +0,2$

B) $G = -20$

C) $G = +5$

D) $G = -0,5$

Question 18 :

Le pouvoir séparateur de l'œil (angle minimum entre deux rayons pour qu'ils puissent être distingués) est de 10^{-4} rad. On déduit des valeurs des angles α et α' , que le rayon de Saturne :

- A) Ne peut pas être vu à l'œil nu.
 - B) Peut être vu à l'œil nu.
 - C) Ne peut pas être vu par un observateur terrestre grâce à cette lunette.
 - D) Peut être vu par un observateur terrestre grâce à cette lunette.
-

Question 19 :

On remplace l'œil par une caméra numérique, assimilée à une lentille mince (L_3) de vergence $+50 \delta$ placée à 20 cm après (L_2). La plaque photosensible (\mathcal{P}) de la caméra est tapissée de cellules photosensibles (les pixels) distantes de $1 \mu\text{m}$.

- A) (L_3) est placée dans le plan focal objet de (L_2).
 - B) (L_3) est placée dans le plan focal image de (L_2).
 - C) (\mathcal{P}) est placée dans le plan focal objet de (L_3).
 - D) (\mathcal{P}) est placée dans le plan focal image de (L_3).
-

Question 20 :

- A) La caméra choisie ne permet pas d'observer l'image de l'anneau de Saturne.
 - B) L'image détectée par la caméra a un diamètre correspondant à environ 4 pixels.
 - C) L'image détectée par la caméra a un diamètre correspondant à environ 14 pixels.
 - D) L'image détectée par la caméra a un diamètre correspondant à environ 40 pixels.
-

Question 21 :

Dans un repère galiléen $\mathcal{R} = (O, xyz)$, on considère un solénoïde infini d'axe Oz , de rayon R , et constitué de n spires par unité de longueur. On s'intéresse au champ magnétique $\vec{B}(M)$ créé par le système en un point M quelconque de l'espace. Le solénoïde est parcouru par un courant d'intensité constante I , dans le sens du vecteur $+e_\phi$ de la base cylindrique $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\phi, \vec{e}_z)$ associée à M .

- A) Le plan $(M, \vec{e}_\rho, \vec{e}_\phi)$ est un plan de symétrie de la distribution.
 - B) Le plan $(M, \vec{e}_\rho, \vec{e}_z)$ est un plan de symétrie de la distribution.
 - C) Le plan $(M, \vec{e}_\phi, \vec{e}_z)$ est un plan de symétrie de la distribution.
 - D) Le plan $(M, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$ est un plan de symétrie de la distribution.
-

Question 22 :

On déduit de la question précédente que :

- A) \vec{B} étant un vecteur polaire, $\vec{B}(M)$ est orienté suivant \vec{e}_ϕ .
 - B) \vec{B} étant un vecteur polaire, $\vec{B}(M)$ est orienté suivant \vec{e}_z .
 - C) \vec{B} étant un vecteur axial, $\vec{B}(M)$ est orienté suivant \vec{e}_ϕ .
 - D) \vec{B} étant un vecteur axial, $\vec{B}(M)$ est orienté suivant \vec{e}_ρ .
-

Question 23 :

Le contour d'Ampère choisi pour déterminer $\vec{B}(M)$ à l'aide du théorème d'Ampère est :

- A) Un cercle d'axe Oz , de rayon ρ .
 - B) Un cylindre d'axe Oz , de rayon ρ et de longueur h .
 - C) Un rectangle $PQRS$, de longueur $PQ = SR = h$, de côté $QR = SP = \rho$, s'appuyant sur Oz .
 - D) Un rectangle $PQRS$, de longueur $PQ = SR = h$, tel que la distance de S et R à l'axe Oz est ρ , et celle de P et Q à l'axe Oz est $\rho' > R$.
-

Question 24 :

Le champ magnétique étant nul à l'extérieur du solénoïde, l'application du théorème d'Ampère permet de déterminer la valeur algébrique B de $\vec{B}(M)$ en tout point M à l'intérieur du solénoïde.

$$\text{A) } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi\rho}$$

$$\text{B) } B = \frac{\mu_0 nI}{2\pi\rho}$$

$$\text{C) } B = \mu_0 nI$$

$$\text{D) } B = \frac{\mu_0 I}{\pi\rho^2}$$

Question 25 :

La détermination du potentiel vecteur $\vec{A}(M)$ à partir de sa définition intégrale en fonction de $\vec{B}(M)$ nécessite l'utilisation :

- A) d'un contour fermé.
- B) d'une surface fermée.
- C) d'une surface ouverte.
- D) d'un volume.

Question 26 :

Soit $\vec{A}_{\text{int}}(M)$ et $\vec{A}_{\text{ext}}(M)$, les potentiels vecteurs, respectivement, en un point M à l'intérieur et à l'extérieur du solénoïde.

$$\text{A) } \vec{A}_{\text{int}}(M) = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{\rho}{R} \vec{e}_z$$

$$\text{B) } \vec{A}_{\text{int}}(M) = \frac{\mu_0 nI \rho}{2} \vec{e}_\varphi$$

$$\text{C) } \vec{A}_{\text{ext}}(M) = \vec{0}$$

$$\text{D) } \vec{A}_{\text{ext}}(M) = \frac{\mu_0 nIR^2}{2\rho} \vec{e}_\varphi$$

Question 27 :

On considère maintenant un solénoïde infini épais, de rayon intérieur R_1 et de rayon extérieur R_2 , constitué de n spires par unité de longueur suivant l'axe Oz du solénoïde, et m couches de spires par unité de longueur entre R_1 et R_2 . Le solénoïde est parcouru par un courant d'intensité constante I , dans le sens $+\vec{e}_\varphi$. On s'intéresse aux mesures algébriques du champ magnétostatique $\vec{B}(M)$ et du potentiel vecteur associé $\vec{A}(M)$ dans les trois zones de l'espace $\rho < R_1$, $R_1 < \rho < R_2$ et $\rho > R_2$.

A) $B(\rho < R_1) = \mu_0 n I$

B) $B(\rho < R_1) = \frac{\mu_0 n m I}{2\pi\rho}$

C) $B(\rho < R_1) = \mu_0 n I (R_2 - R_1)$

D) $B(\rho < R_1) = \frac{\mu_0 n m I}{2\pi\rho} (R_2 - R_1)$

Question 28 :

A) $B(R_1 < \rho < R_2) = \frac{\mu_0 n m I}{2\pi\rho} (R_2 - \rho)$

B) $B(\rho > R_2) = 0$

C) $B(R_1 < \rho < R_2) = \mu_0 n m I (R_2 - \rho)$

D) $B(\rho > R_2) = \frac{\mu_0 n m I}{2\pi R_2} (R_2 - R_1)$

Question 29 :

A) $A(\rho < R_1) = \frac{\mu_0 n m I}{2\rho} (R_2 - R_1)^3$

B) $A(R_1 < \rho < R_2) = \frac{\mu_0 n m I}{2\rho} \left[R_2 \rho^2 - \frac{2}{3} \rho^3 + \frac{1}{3} R_1^3 \right]$

C) $A(\rho < R_1) = \frac{\mu_0 n m I}{2} (R_2 - R_1) \rho$

D) $A(R_1 < \rho < R_2) = \frac{\mu_0 n m I}{2\rho} \left[R_1 \rho^2 + \frac{2}{3} \rho^3 - \frac{1}{3} R_2^3 \right]$

Question 30 :

A) $A(\rho > R_2) = \frac{\mu_0 n I}{2m\rho} \frac{(R_2^3 - R_1^3)}{3}$

B) $A(\rho > R_2) = 0$

C) $A(\rho > R_2) = \frac{\mu_0 n m I}{2\rho} \frac{(R_2 - R_1)^3}{3}$

D) $A(\rho > R_2) = \frac{\mu_0 n m I}{(2\pi)^2 R_2 \rho} (R_2 - R_1)$

Question 31 :

Dans un repère galiléen $\mathcal{R} = (O, xyz)$, une piste AB en forme d'arc de cercle, de centre O , d'angle α , de rayon R et de masse M , attachée par deux fils OA et OB sans masse, peut osciller sans frottement autour de l'axe horizontal Oz . Une bille sphérique homogène, de centre G , de masse m et de rayon $r < R$, roule sans glisser sur la piste. Le mouvement du système (bille, piste) s'effectue dans le plan vertical xOy .

On note $\ell = OC$ la distance entre O et le centre de masse C de la piste, $I = MR^2$ le moment d'inertie de la piste par rapport à Oz , $J = \frac{2}{5}mr^2$ le moment d'inertie de la bille par rapport à l'axe Gz . Le champ de pesanteur est uniforme : $\vec{g} = -g\vec{e}_x$.

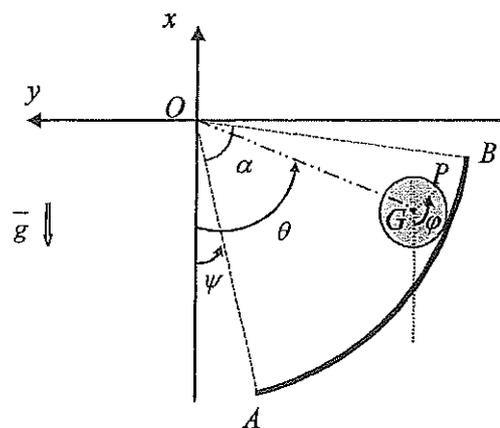
Les mouvements de rotation des solides sont repérés par les angles :

$$\psi = (-\vec{e}_x, \vec{OA})$$

$$\theta = (-\vec{e}_x, \vec{OC})$$

$$\varphi = (-\vec{e}_x, \vec{OP}), P \text{ étant un point fixe de la bille.}$$

On note $\mathcal{B} = (\vec{e}_r, \vec{e}_\theta, \vec{e}_z)$ la base cylindrique associée à G . L'origine des énergies potentielles est prise pour $\psi = -\frac{\alpha}{2}$ et $\theta = 0$. A l'instant initial, la bille est lâchée, sans vitesse, depuis la position repérée par θ_0 .



Dans un premier temps, on considère la piste immobile, dans sa position d'équilibre $\left(\psi = -\frac{\alpha}{2}\right)$.

Les vitesses angulaires des différents solides vérifient la(es) relation(s) suivante(s) :

A) $(R-r)\vec{e}_r \times \dot{\theta}\vec{e}_\theta + r\vec{e}_r \times \dot{\varphi}\vec{e}_\theta = 0$

B) $(R-r)\dot{\theta} - r\dot{\varphi} = 0$

C) $R\vec{e}_r \times \dot{\theta}\vec{e}_\theta + (R-r)\vec{e}_r \times \dot{\varphi}\vec{e}_\theta = 0$

D) $(R-r)\dot{\theta} + r\dot{\varphi} = 0$

Question 32 :

Soit \mathcal{E}_m , \mathcal{E}_c et \mathcal{E}_p , respectivement les énergies mécanique, cinétique et potentielle du système dans \mathcal{R} .

A) $\mathcal{E}_c = \frac{1}{2}m(R-r)^2 \dot{\theta}^2$

B) $\mathcal{E}_c = \frac{2}{5}mr^2 \dot{\varphi}^2$

C) $\mathcal{E}_c = \frac{2}{5}mr^2 \dot{\theta}^2$

D) $\mathcal{E}_c = \frac{7}{10}mr^2 \dot{\varphi}^2$

Question 33 :

$$\text{A) } \mathcal{E}_p = mg(R-r)\cos\theta$$

$$\text{B) } \mathcal{E}_m = \frac{7}{10}mr^2\dot{\varphi}^2 + mg(R-r)(\cos\theta - 1)$$

$$\text{C) } \mathcal{E}_p = mg(R-r)(1 - \cos\theta)$$

$$\text{D) } \mathcal{E}_m = m(R-r)\left[\frac{7}{10}(R-r)\dot{\theta}^2 + g(1 - \cos\theta)\right]$$

Question 34 :

L'équation différentielle des petits mouvements permet de montrer que le mouvement de la bille est :

$$\text{A) Oscillatoire, de période } T = \sqrt{\frac{10g}{7(R-r)}}$$

B) Amorti.

C) Uniforme.

D) Uniformément varié.

Question 35 :

La piste peut maintenant osciller autour de Oz : à l'instant initial, la piste est lâché sans vitesse depuis un angle $\psi_0 \neq -\frac{\alpha}{2}$.

$$\text{A) } \ell = 2R\alpha \sin\alpha$$

$$\text{B) } \ell = 2\frac{R}{\alpha} \sin\frac{\alpha}{2}$$

$$\text{C) } \ell = R(1 - \cos\alpha)$$

$$\text{D) } \ell = R\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$$

Question 36 :

Les vitesses angulaires des différents solides vérifient la(es) relation(s) suivante(s) :

$$\text{A) } (R-r)\vec{e}_r \times \dot{\theta}\vec{e}_\theta + r\vec{e}_r \times \dot{\varphi}\vec{e}_\theta = R\vec{e}_r \times \dot{\psi}\vec{e}_\theta$$

$$\text{B) } (R-r)\dot{\theta} - r\dot{\varphi} = -R\dot{\psi}$$

$$\text{C) } R\vec{e}_r \times \dot{\theta}\vec{e}_\theta + (R-r)\vec{e}_r \times \dot{\varphi}\vec{e}_\theta = R\vec{e}_r \times \dot{\psi}\vec{e}_\theta$$

$$\text{D) } (R-r)\dot{\theta} + r\dot{\varphi} = R\dot{\psi}$$

Question 37 :

Soit $\mathcal{E}_c(B)$ et $\mathcal{E}_c(P)$ les énergies cinétiques de la bille et de la piste.

A) $\mathcal{E}_c(P) = \frac{1}{2}MR^2\dot{\psi}^2$

B) $\mathcal{E}_c(B) = \frac{1}{2}m(R-r)^2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{5}mr^2\dot{\phi}^2$

C) $\mathcal{E}_c(P) = \frac{1}{2}M(R^2 + \ell^2)\dot{\psi}^2$

D) $\mathcal{E}_c(B) = \frac{1}{2}m(R-r)^2\dot{\theta}^2$

Question 38 :

L'énergie potentielle du système peut s'écrire :

A) $\mathcal{E}_p = mg(R-r)(\cos\theta - 1) + MgR(1 - \cos\psi)$

B) $\mathcal{E}_p = mg(R-r)(1 - \cos\theta) + MgR[1 - \cos(\psi - \alpha)]$

C) $\mathcal{E}_p = mg(R-r)(\cos\theta - 1) + MgR\left[1 - \cos\left(\psi + \frac{\alpha}{2}\right)\right]$

D) $\mathcal{E}_p = mg(R-r)(1 - \cos\theta) + MgR\left[1 - \cos\left(\psi + \frac{\alpha}{2}\right)\right]$

Question 39 :

Soit $\vec{R} = \vec{T} + \vec{N}$ la réaction exercée par la piste sur la bille, \vec{T} et \vec{N} étant ses composantes tangentielles et normales. On note f le coefficient de frottement.

A) $f = 0$

B) $\|\vec{T}\| = f\|\vec{N}\|$

C) $\|\vec{N}\| = f\|\vec{T}\|$

D) $\|\vec{T}\| < f\|\vec{N}\|$

Question 40 :

- A) La puissance de la réaction \vec{R} est nulle.
- B) Les frottements entraînent une perte d'énergie mécanique du système.
- C) Malgré la présence de frottements, l'énergie mécanique du système se conserve
- D) Les frottements vont entraîner l'arrêt du système.