

ROYAUME DU MAROC
Ministère de l'Éducation Nationale
& de la Formation Professionnelle
CRMEF-Marrakech

ÉPREUVE DE PHYSIQUE I

CONCOURS D'ENTRÉE AU CYCLE DE PRÉPARATION
À L'AGRÉGATION DE PHYSIQUE
Session 2015

DURÉE 4 HEURES

À LIRE ATTENTIVEMENT

Cette épreuve comporte 8 pages en plus de cette page de garde.

- *Les calculatrices sont autorisées. L'usage des téléphones portables est strictement interdit.*
- VOUS DEVEZ COCHEZ (METTRE UNE CROIX "X") LES CASES QUI CORRESPONDENT À VOS RÉPONSES **DANS LE DOCUMENT REPONSE.**
- Si vous jugez qu'aucune des réponses proposées n'est bonne, cochez la case "**Autre**"
- **ATTENTION**, il ne vous est délivré qu'un seul document réponse.
- **ATTENTION : TOUTE RÉPONSE FAUSSE ENTRAÎNE UNE PÉNALITÉ DANS LA NOTE.**

1. Transformations d'un gaz parfait

Une masse $m = 0,5$ kg de gaz parfait, dont le rapport des capacités thermiques à pression et volume constants est $\gamma = 1,4$, décrit un cycle ABCA. Le gaz initialement dans l'état d'équilibre thermodynamique A caractérisé par une pression $P_A = 10^5$ Pa, une température $T_A = 150,2$ K et un volume $V_A = 0,51$ L subit une évolution isentropique qui l'amène à l'état d'équilibre thermodynamique B caractérisé par la température $T_B = 300,6$ K.

1.1. Calculer la pression P_B du gaz dans ce nouvel état d'équilibre B.

☐ $P_B = 10^6$ Pa ; ☐ $P_B = 0,82 \cdot 10^6$ Pa ; ☐ $P_B = 1,14 \cdot 10^6$ Pa ; ☐ $P_B = 1,22 \cdot 10^5$ Pa ; ☐ Autre

1.2. Calculer le volume du gaz dans l'état B.

☐ $V_B = 1,0 \cdot 10^{-4}$ m³ ; ☐ $V_B = 0,8 \cdot 10^{-4}$ m⁴ ; ☒ $V_B = 1,24 \cdot 10^{-3}$ m³ ; ☐ $V_B = 9,0 \cdot 10^{-5}$ m³ ; ☐ Autre

1.3. Le gaz est mis en contact avec une source à la température T_B et subit une détente isotherme réversible qui le ramène à un état d'équilibre C où son volume devient $V_C = V_A$.
Calculer la valeur P_C de la pression dans ce nouvel état d'équilibre C.

☐ $P_C = 1,96 \cdot 10^5$ Pa ; ☐ $P_C = 2,01 \cdot 10^5$ Pa ; ☐ $P_C = 1,28 \cdot 10^5$ Pa ; ☐ $P_C = 1,93 \cdot 10^4$ Pa ; ☐ Autre

1.4. Calculer la variation d'entropie ΔS_{BC} du gaz au cours de son évolution BC.

☐ $\Delta S_{BC} = 0,553$ J.K⁻¹ ; ☐ $\Delta S_{BC} = -0,301$ J.K⁻¹ ; ☐ $\Delta S_{BC} = 0,471$ J.K⁻¹ ;
☐ $\Delta S_{BC} = 1,60$ J.K⁻¹ ; ☐ Autre

1.5. Le gaz dans l'état d'équilibre C est alors mis en contact avec une source à la température T_A tandis que son volume est maintenu constant à la valeur V_C .
Calculer la variation d'entropie ΔS_{CA} du gaz au cours de cette évolution.

☐ $\Delta S_{CA} = -12,14$ J.K⁻¹ ; ☐ $\Delta S_{CA} = 0,301$ J.K⁻¹ ; ☐ $\Delta S_{CA} = -0,471$ J.K⁻¹ ;
☐ $\Delta S_{CA} = -0,589$ J.K⁻¹ ; ☐ Autre

1.6. Calculer la quantité de chaleur Q_{CA} échangée avec la source de température T_A .

☐ $Q_{CA} = -96,3$ J ; ☐ $Q_{CA} = -127,7$ J ; ☐ $Q_{CA} = -178,7$ J ; ☐ $Q_{CA} = 178,7$ J ;
☐ Autre

1.7. En déduire la valeur S_{CA}^e de l'entropie créée au cours de l'évolution CA.

☐ $S_{CA}^e = 0,196$ J.K⁻¹ ; ☐ $S_{CA}^e = 0$ J.K⁻¹ ; ☐ $S_{CA}^e = -1,66$ J.K⁻¹ ; ☐ $S_{CA}^e = 0,261$ J.K⁻¹ ; ☐ Autre

1.8. On peut en conclure que l'évolution est :

☐ monotherme réversible ; ☐ isotherme irréversible ; ☐ monotherme irréversible ; ☐ impossible ; ☐ Autre

2. Mélange de gaz parfaits

Un récipient à parois rigides et adiabatiques est séparé en deux compartiments par une paroi adiabatique. Dans l'état d'équilibre initial, chaque compartiment contient un gaz parfait diatomique dont on notera respectivement c_p et c_v les capacités thermiques molaires à pression et à volume constants et R la constante des gaz parfaits. On désigne respectivement par n_1 , p_1 , T_1 et n_2 , p_2 , T_2 le nombre de moles, la pression et la température des gaz contenus dans les compartiments (1) et (2).

La paroi séparant les deux compartiments est supprimée.

2.1. Calculer la température finale T_f du mélange des deux gaz à l'équilibre. On supposera que le mélange des deux gaz se comporte également comme un gaz parfait.

☐ $T_f = \frac{T_1+T_2}{n_1+n_2}$; ☐ $T_f = \frac{n_1T_1+n_2T_2}{2}$; ☐ $T_f = \frac{n_1T_1+n_2T_2}{n_1+n_2}$; ☐ $T_f = \frac{T_1+T_2}{2}$; ☐ Autre

2.2. Exprimer la pression p_f du mélange.

☐ $p_f = p_1p_2 \frac{n_1T_1+n_2T_2}{n_1T_1p_1+n_2T_2p_2}$; ☐ $p_f = p_1p_2 \frac{n_1T_1+n_2T_2}{T_1p_1+T_2p_2}$; ☐ $p_f = p_1p_2 \frac{n_1T_1+n_2T_2}{T_1p_2+T_2p_1}$; ☐ $p_f = \frac{n_1p_1+n_2p_2}{n_1+n_2}$;
☐ Autre

2.3. Exprimer les pressions finales p_{f1} et p_{f2} de chacun des gaz dans le mélange en fonction de p_f , n_1 et n_2 .

☐ $p_{f1} = p_f \frac{n_2}{n_1+n_2}$ et $p_{f2} = p_f \frac{n_1}{n_1+n_2}$; ☐ $p_{f1} = p_f \frac{n_1n_2}{n_1+n_2}$ et $p_{f2} = p_f \frac{n_2n_1}{n_1+n_2}$;
☐ $p_{f1} = p_f \frac{n_1}{n_1+n_2}$ et $p_{f2} = p_f \frac{n_2}{n_1+n_2}$; ☐ $p_{f1} = p_f$ et $p_{f2} = p_f$;
☐ Autre

2.4. Calculer la variation d'entropie ΔS_1 du système constitué par l'ensemble des deux gaz parfaits en fonction de p_1 , p_2 , T_1 , T_2 et T_f lorsque $n_1 = n_2 = 1$.

☒ $\Delta S_1 = c_p \ln \left(\frac{T_f^2}{T_1T_2} \right) + R \ln \left(\frac{p_1p_2}{p_f^2} \right) + 2R \ln 2$; ☐ $\Delta S_1 = c_p \ln \left(\frac{T_1T_2}{T_f^2} \right) + R \ln \left(\frac{p_f^2}{p_1p_2} \right) - 2R \ln 2$;
☐ $\Delta S_1 = c_p \ln \left(\frac{T_1T_2}{T_f^2} \right) + R \ln \left(\frac{p_f^2}{p_1p_2} \right) + 2R \ln 2$; ☐ $\Delta S_1 = c_p \ln \left(\frac{T_f^2}{T_1T_2} \right) + R \ln \left(\frac{p_1p_2}{p_f^2} \right)$;
☐ Autre

2.5. Calculer la variation d'entropie ΔS_2 du système constitué par l'ensemble des deux gaz parfaits lorsque $T_1 = T_2 = T_0$, $p_1 = p_2 = p_0$ et $n_1 = n_2 = 1$.

☐ $\Delta S_2 = 0$; ☐ $\Delta S_2 = -2R \ln 2$; ☐ $\Delta S_2 = 2R \ln 4$; ☒ $\Delta S_2 = 2R \ln 2$; ☐ Autre

2.6. Calculer la variation d'entropie ΔS_3 du système constitué par l'ensemble des deux gaz parfaits lorsque $T_1 = T_2 = T_0$, $p_1 = p_2 = p_0$ et lorsque les molécules qui remplissent chaque compartiment sont identiques.

☐ $\Delta S_3 = 2R \ln 2$; ☐ $\Delta S_3 = 0$; ☐ $\Delta S_3 = -2R \ln 2$; ☐ $\Delta S_3 = 2R \ln 4$; ☐ Autre

3. Changement d'état d'un corps pur

Une masse unité du fluide d'une machine frigorifique décrit le cycle ABCD représenté sur le diagramme (p, V) de la figure suivante.

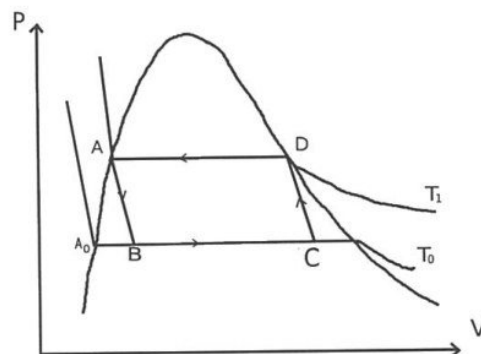


Figure 1:

Les points A et D sont définis respectivement par les intersections de l'isotherme d'ANDREWS T_1 avec les courbes d'ébullition et de rosée.

Les points B et C correspondent respectivement aux intersections de l'isotherme d'ANDREWS T_0 avec les courbes adiabatiques réversibles passant par les points A et D.

On désigne respectivement par x_B et x_C les titres massiques en vapeur du fluide en B et C et par l_0 et l_1 les chaleurs latentes massiques de vaporisation aux températures respectives T_0 et T_1 .

3.1. On considère le point A_0 sur la courbe d'ébullition où le fluide est en totalité à l'état liquide à la température T_0 . En supposant que la chaleur massique c_l du liquide saturant reste constante, calculer la variation d'entropie $S_A - S_{A_0}$ lorsqu'on amène le fluide de A_0 en A le long de la courbe d'ébullition.

☐ $S_A - S_{A_0} = c_l \frac{T_1 - T_0}{T_0}$; ☐ $S_A - S_{A_0} = c_l \ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right)$; ☐ $S_A - S_{A_0} = c_l \ln \left(\frac{T_0}{T_1} \right)$;
☐ $S_A - S_{A_0} = c_l \ln \left(\frac{T_1 - T_0}{T_0} \right)$; ☐ Autre

3.2. Calculer la variation d'entropie $S_B - S_{A_0}$ lors de l'étape de vaporisation isotherme partielle qui amène le fluide de l'état A_0 à l'état B.

☐ $S_B - S_{A_0} = x_B \frac{l_0}{T_0}$; ☐ $S_B - S_{A_0} = x_B \ln \left(\frac{l_0}{T_0} \right)$; ☐ $S_B - S_{A_0} = x_B l_0 \ln \left(\frac{l_0}{T_0} \right)$;
☐ $S_B - S_{A_0} = x_B l_0 T_0$; ☐ Autre

3.3. En déduire x_B .

☐ $x_B = c_l \frac{T_0}{l_0} \ln \left(\frac{T_1 - T_0}{T_0} \right)$; ☐ $x_B = c_l \frac{T_1}{l_0} \ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right)$; ☐ $x_B = c_l \frac{T_1 - T_0}{l_0} \ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right)$;
☐ $x_B = c_l \frac{T_0}{l_0} \ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right)$; ☐ Autre

3.4. Calculer l'expression de x_C .

☐ $x_C = c_l \frac{T_0}{l_0} \ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right) + \frac{l_1 T_0}{l_0 T_1}$; ☐ $x_C = c_l \frac{T_1 - T_0}{l_0} \ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right) + \frac{l_1 T_1}{l_0 T_0}$; ☐ $x_C = c_l \frac{T_1}{l_0} \ln \left(\frac{T_1 - T_0}{T_0} \right) + \frac{l_0 T_0}{l_1 T_1}$;
☐ $x_C = c_l \frac{T_1}{l_0} \ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right) + \frac{T_0}{T_1}$; ☐ Autre

3.5. Calculer la quantité de chaleur Q_1 échangée avec le milieu extérieur lors de la condensation isotherme totale qui amène le fluide de l'état D à l'état A.

☐ $Q_1 = l_1 \frac{T_1}{T_0}$; ☐ $Q_1 = l_1 \frac{T_1 - T_0}{T_0}$; ☐ $Q_1 = -l_1$; ☐ $Q_1 = l_0 \frac{T_1 - T_0}{T_1}$; ☐ Autre

3.6. Calculer la quantité de chaleur Q_0 échangée avec le milieu extérieur lors de la vaporisation isotherme partielle qui amène le fluide de l'état B à l'état C.

☐ $Q_0 = l_0 \frac{T_1}{T_0}$; ☐ $Q_0 = l_1 \frac{T_0}{T_1}$; ☐ $Q_0 = l_0 \frac{T_1 - T_0}{T_1}$; ☐ $Q_0 = l_1 \frac{T_1 - T_0}{T_0}$; ☐ Autre

3.7. Calculer le travail W échangé au cours d'un cycle.

☐ $W = l_1 \frac{T_1 - T_0}{T_0}$; ☐ $W = l_0 \frac{T_0}{T_1}$; ☐ $W = l_0 \frac{T_1}{T_0}$; ☐ $W = l_1 \frac{T_1 - T_0}{T_1}$; ☐ Autre

3.8. Calculer l'efficacité $\eta = \frac{Q_0}{W}$ de la machine, sachant que $T_0 = 268$ K et $T_1 = 288$ K.

☐ $\eta = 0,85$; ☒ $\eta = 13,4$; ☐ $\eta = 0,72$; ☐ $\eta = 5,3$; ☐ Autre

4. Pendule simple et pendule assymétrique

Handwritten notes and formulas:

$$Q_0 = l_1 \left(\frac{T_0}{T_1} \right)$$

$$\dot{W} = l_1 \left(\frac{T_1 - T_0}{T_1} \right)$$

$$\eta = \frac{Q_0}{\dot{W}} = \frac{l_1 \frac{T_0}{T_1}}{l_1 \left(\frac{T_1 - T_0}{T_1} \right)}$$

$$\eta = \frac{T_0}{T_1 - T_0}$$

Un pendule simple de masse m et de longueur l oscille, dans le plan vertical Oxy , autour d'une liaison pivot parfaite d'axe Oz , sous l'action du champ de pesanteur $\vec{g}$ supposé uniforme. On note θ l'angle que fait le pendule avec la verticale. Les frottements sont négligés. Le référentiel d'étude, supposé galiléen, est celui du laboratoire. On désigne par $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ la base orthonormée du repère cartésien $Oxyz$.

4.1. Exprimer le moment cinétique $\vec{L}_O$, au point O , du pendule:

☐ $\vec{L}_O = ml^2\dot{\theta}^2\vec{e}_z$; ☐ $\vec{L}_O = ml^2\dot{\theta}\vec{e}_x$; ☐ $\vec{L}_O = ml\dot{\theta}^2\vec{e}_z$; ☐ $\vec{L}_O = ml^2\dot{\theta}\vec{e}_z$; ☐ Autre

4.2. On notant ω_0 une constante, quelle est l'équation différentielle du mouvement des petites oscillations et la période propre T_0 de ces dernières?

☒ $\ddot{\theta} + \omega_0^2\theta = 0$; ☐ $\ddot{\theta} - \omega_0^2\theta = 0$; ☐ $T_0 = 2\pi(\frac{l}{g})^{\frac{1}{2}}$; ☒ $T_0 = 2\pi(\frac{g}{l})^{\frac{1}{2}}$; ☐ Autre

On rend le pendule asymétrique en fixant un clou K situé à 30cm en dessous du point O (Fig.2). Ainsi à gauche de la verticale OK , le pendule se balance selon une rotation du tronçon OA_g du fil autour de O ; à droite, c'est le tronçon KA_d , de longueur l_d , qui tourne autour de K . On note $\theta_g = (\vec{e}_x, \overrightarrow{OA_g})$ l'angle que forme le pendule avec la verticale à gauche de OK ; $\theta_d = (\vec{e}_x, \overrightarrow{KA_d})$ représente l'angle des oscillations à droite de OK .

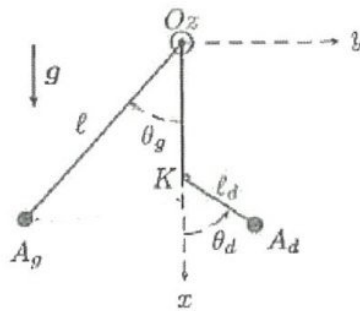


Figure 2: Pendule asymétrique

4.3. Déterminer l'énergie mécanique $E_{m,g}$ pour les oscillations à gauche, puis l'équation différentielle du mouvement correspondant.

☐ $E_{m,g} = \frac{ml^2}{2}\dot{\theta}_g^2 + mgl\cos\theta_g$; ☒ $E_{m,g} = \frac{ml^2}{2}\dot{\theta}_g^2 - mgl\cos\theta_g$; ☐ Autre

☐ $\ddot{\theta}_g + \frac{g}{l}\sin\theta_g = 0$; ☒ $\ddot{\theta}_g + \frac{g}{l}\theta_g = 0$; ☐ Autre

4.4. Déterminer l'énergie mécanique $E_{m,d}$ pour les oscillations à droite, puis l'équation différentielle du mouvement correspondant.

☒ $E_{m,d} = \frac{ml_d^2}{2}\dot{\theta}_d^2 + mgl_d\cos\theta_d - mg(l - l_d)$; ☐ $E_{m,d} = \frac{ml_d^2}{2}\dot{\theta}_d^2 - mg(l - l_d)\cos\theta_d$; ☐ Autre

☐ $\ddot{\theta}_d + \frac{g}{l}\sin\theta_d = 0$; ☒ $\ddot{\theta}_d + \frac{g}{l_d}\theta_d = 0$; ☐ Autre

4.5. Pour des mouvements de faible amplitude angulaire, estimer la période d'une oscillation complète (aller-retour) du pendule.

☐ $T = \pi[(\frac{l}{g})^{\frac{1}{2}} + (\frac{l_d}{g})^{\frac{1}{2}}]$; ☐ $T = 2\pi[(\frac{l}{g})^{\frac{1}{2}} + (\frac{l_d}{g})^{\frac{1}{2}}]$; ☐ $T = 2\pi(\frac{l+l_d}{g})^{\frac{1}{2}}$; ☒ $T = 2\pi(\frac{l-l_d}{g})^{\frac{1}{2}}$; ☐ Autre

4.6. On s'intéresse aux hauteurs maximales atteintes par le pendule et aux amplitudes angulaires, à gauche et à droite. Cocher la ou les réponses correctes parmi les affirmations proposées ci-dessous.

- ☐ Les hauteurs maximales et les amplitudes angulaires sont les mêmes.
☐ Les hauteurs maximales sont différentes et les amplitudes angulaires sont identiques.
☐ Les hauteurs maximales sont les mêmes et les amplitudes angulaires sont différentes.
☒ Les hauteurs maximales et les amplitudes angulaires sont identiques.
☐ Autre

5. Roulement d'une sphère sur un arc de cercle oscillant

Dans un référentiel galiléen $R(Oxyz)$, une piste AB sous forme d'un arc de cercle, de centre O , d'angle α , de rayon R et de masse M , attaché par deux fils OA et OB sans masses, 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 $l = OC$ la distance en 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 $\vec{g} = -g\vec{e}_x$.

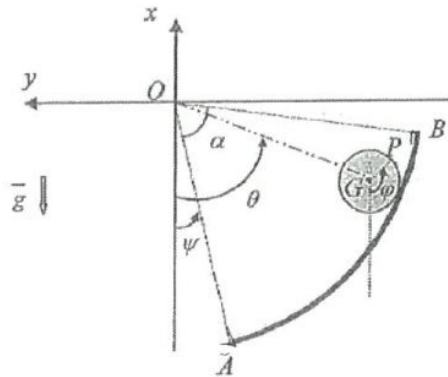


Figure 3:

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

$\psi = (-\vec{e}_x, \vec{OA})$, $\theta = (-\vec{e}_x, \vec{OC})$ et $\varphi = (-\vec{e}_x, \vec{OP})$, P étant un point fixe de la bille.

On note $B = (\vec{e}_r, \vec{e}_\theta, \vec{e}_z)$ 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 .

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

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

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

☐ $(R-r)\dot{\theta} + r\dot{\varphi} = 0$;
 ☐ Autre

Soient E_m , E_c et E_p , respectivement les énergies mécanique, cinétique et potentielle du système dans le référentiel R .

5.2. ☐ $E_c = \frac{1}{2}(R-r)^2\dot{\theta}^2$; ☐ $E_c = \frac{2}{5}mr^2\dot{\varphi}^2$; ☒ $E_c = \frac{2}{5}mr^2\dot{\theta}^2$; ☐ $E_c = \frac{7}{10}mr^2\dot{\varphi}^2$; ☐ Autre

5.3. ☒ $E_p = mg(R-r)\cos\theta$; ☐ $E_p = mg(R-r)(1-\cos\theta)$; ☐ Autre

☐ $E_m = \frac{7}{10}mr^2\dot{\varphi}^2 + mg(R-r)(\cos\theta - 1)$;
 ☐ $E_m = m(R-r)[\frac{7}{10}(R-r)\dot{\theta}^2 + g(1-\cos\theta)]$;
 ☐ Autre

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

☐ Oscillatoire, de période $T = \sqrt{\frac{10g}{7(R-r)}}$; ☒ Amorti. ; ☐ Uniforme. ; ☐ Uniformément varié. ; ☐ Autre

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

☐ $l = 2R\alpha\sin\alpha$; ☐ $l = 2\frac{R}{\alpha}\sin\alpha$; ☐ $l = R(1 - \cos\alpha)$; ☐ $l = R(1 - \cos\frac{\alpha}{2})$; ☐ Autre

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

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

5.7. Soit $E_c(B)$ et $E_c(P)$ les énergies cinétiques de la bille et de la piste.

☐ $E_c(P) = \frac{1}{2}MR^2\dot{\psi}^2$;
☐ $E_c(P) = \frac{1}{2}M(R^2 + l^2)\dot{\psi}^2$;
☐ Autre
☐ $E_c(B) = \frac{1}{2}m(R-r)^2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{5}mr^2\dot{\varphi}^2$;
☐ $E_c(B) = \frac{1}{2}m(R-r)^2\dot{\theta}^2$;
☐ Autre

5.8. L'énergie potentielle du système peut s'écrire:

☐ $E_p = mg(R-r)(\cos\theta - 1) + MgR(1 - \cos\psi)$; ☐ $E_p = mg(R-r)(1 - \cos\theta) + MgR(1 - \cos(\psi - \alpha))$
☐ $E_p = mg(R-r)(\cos\theta - 1) + MgR(1 - \cos(\psi + \frac{\alpha}{2}))$; ☐ $E_p = mg(R-r)(1 - \cos\theta) + MgR(1 - \cos(\psi + \frac{\alpha}{2}))$
☐ Autre

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

☐ $f = 0$; ☒ $\|\vec{T}\| = f\|\vec{N}\|$; ☐ $\|\vec{N}\| = f\|\vec{T}\|$; ☐ $\|\vec{T}\| < f\|\vec{N}\|$; ☐ Autre

5.10.

☐ La puissance de la réaction $\vec{R}$ est nulle.
☐ Les frottements entraînent une perte de l'énergie mécanique du système.
☐ Malgré la présence des frottements l'énergie mécanique du système se conserve.
☐ Les frottements vont entraîner l'arrêt du système.
☐ Autre.

6. Filtres électroniques

On considère les trois circuits suivants, constitués de résistances R , de condensateurs c , et d'amplificateurs opérationnels (pour les circuits ① et ②) considérés comme idéaux et fonctionnent en régime linéaire:

Les tensions de sortie et d'entrée des montages sont respectivement notées V_E et V_S .

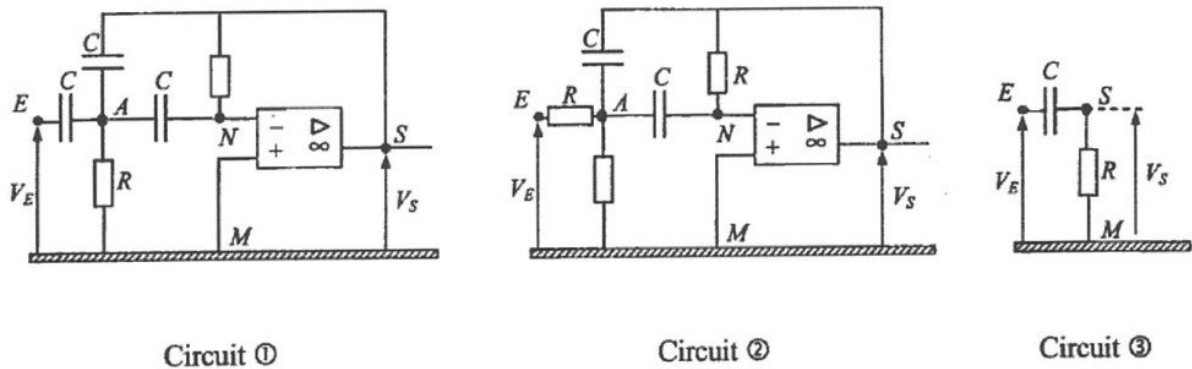


Figure 4:

6.1. On souhaite analyser chacun de ces filtres à basses et hautes fréquences,

- ☐ Pour cela, on assimile le condensateur à un coupe-circuit à hautes fréquences.
- ☐ Pour cela, on assimile le condensateur à un circuit ouvert à basses fréquences
- ☐ On en conclue que le circuit ③ est un filtre passe-bande.
- ☒ On en conclue que le circuit ③ est un filtre passe-bas.
- ☐ Autre.

6.2. L'analyse de chacun de ces filtres permet de conclure que:

- ☐ Les circuits ① et ② sont des filtyres passe-bas.
- ☐ Les circuits ① et ② sont des filtres passe-bas, et le circuit③ est un passe-haut.
- ☐ Les trois circuits sont des passe-bande.
- ☐ Les circuits ① et ③ sont des filtres passe-bas, et le circuit② est un passe-haut.
- ☐ Autre.

6.3. On note H_i , ω_{ci} et Q_i , respectivement, la fonction de transfert complexe, la pulsation de coupure et le facteur de qualité du circuit ($i = 1, 2, 3$). On introduit la pulsation réduite $x = RC\omega$ et x_{ci} .

- ☐ $H_1(x) = \frac{x^2}{1+3jx-x^2}$; ☒ $H_1(x) = \frac{x^2}{1-3jx+x^2}$; ☐ $Q_1 = 3$; ☐ $x_{c1} = 2,67$; ☐ Autre.

6.4. Les diagrammes de Bode relatifs au circuit ① présentent :

- ☒ Une asymptote à $+20dB/dec$ à basses fréquences. ; ☐ Une asymptote à $+40dB/dec$ à basses fréquences.
- ☐ Une asymptote à $(-\pi)$ à hautes fréquences. ; ☐ Une asymptote à $(-\frac{2}{\pi})$ à basses fréquences.
- ☐ Autre.

6.5.

- ☐ $H_2(x) = \frac{jx}{x^2 - 2jx + 2}$; ☐ $H_2(x) = jxH_1$; ☐ $H_2(x) = \frac{jx}{x^2 + 2jx - 2}$; ☐ $H_2 = -jxH_1(x)$
☐ Autre

6.6.

- ☐ La valeur maximale du gain dans le circuit ② est de 1.
☐ La valeur maximale du gain dans le circuit ② est de 0,5 ;
☐ Autre
☐ Quand le gain du circuit est maximum, la pulsation réduite x vaut $\sqrt{\frac{1}{\sqrt{2}}}$.
☐ Quand le gain du circuit est maximum, la pulsation réduite x vaut $\sqrt{2}$;
☐ Autre

6.7.

- ☐ Le circuit ② présente une seule pulsation réduite decoupeure de valeur 0,73.
☐ Le circuit ② présente deux pulsations réduites de coupure de valeurs 0,73 et 2,73.
☐ Autre.
☐ $Q_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}$; ☐ $Q_2 = \frac{1}{2}$; ☐ Autre.

Les diagrammes de Bode relatifs au circuit ② présentent :

6.8.

- ☐ Une asymptote à +20dB/dec à basses fréquences. ; ☐ Une asymptote à +40dB/dec à basses fréquences.
☐ Une asymptote à -20dB/dec à hautes fréquences. ; ☐ Une asymptote à -40dB/dec à basses fréquences.
☐ Autre.

6.9.

- ☐ Une asymptote à $-\pi$ à basses fréquences. ; ☐ Une asymptote à $-\frac{\pi}{2}$ à basses fréquences.
☐ Une asymptote à $+\pi$ à hautes fréquences. ; ☐ Une asymptote à $+\frac{\pi}{2}$ à basses fréquences.
☐ Autre.

6.10.

- ☐ Le circuit ② est plus sélectif que le circuit ①
☐ Le circuit ③ est plus sélectif que le circuit ②
☐ Le circuit ① est plus sélectif que les circuits ② et ③
☐ Le circuit ② est plus sélectif que les circuits ① et ③
☐ Autre.