ROYAUME DU MAROC

Ministère de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle

Concours d'Entrée en Première Année du Cycle de Préparation

Á l'Agrégation de Sciences Physiques

Option : Physique

Session : Juillet- 2014

ÉPREUVE DE PHYSIQUE I

Durée : 4 heures

Cette épreuve comporte 13 pages au format A4, en plus de cette page de garde
L'usage de la calculatrice est *autorisé*

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 1/15

L'énoncé de cette épreuve comporte 13 pages. Il est rédigé sous forme d'un questionnaire à choix multiples (QCM) et constitué de huit parties totalement indépendantes.
L'usage de la calculatrice non programmable est autorisé.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il est invité à le signaler sur sa copie et à poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

1ère partie

Étude d'un mouvement relatif

Au référentiel terrestre, on associe le repère d'espace $\mathrm{R_T(O, \vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)}$, où $\vec{u}_z$ est dirigé selon la verticale ascendante. Le champ de pesanteur uniforme vaut $\vec{g} = -g\vec{u}_z$.

Un mobile, assimilé à un point matériel M de masse m, est astreint à se déplacer sur un support solide (C), circulaire, de centre A, de rayon a. L'axe de symétrie de (C) passant par les deux points O et A, est immobile et un dispositif moteur impose à (C), par rapport au référentiel terrestre, une rotation uniforme autour de l'axe fixe $(\mathrm{O}, \vec{u}_z)$ à la vitesse angulaire ω.

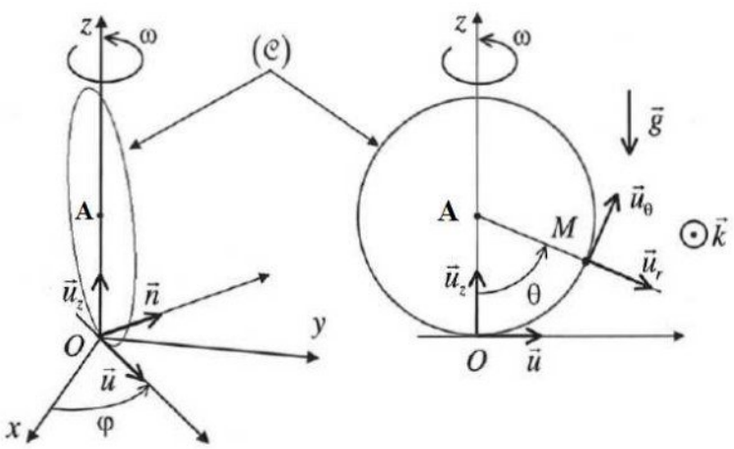


Figure 1:

La position de (C) coïncide avec le plan $(\mathrm{O}, \vec{u}, \vec{u}_z)$. Elle est repérée par l'angle $\varphi = \omega t$.

Pour positionner le point M sur (C), on utilise le repère $(\mathrm{A}, \vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{k})$, où θ est orienté par $\vec{k}$ et représente l'angle $(\widehat{\overrightarrow{AO}, \overrightarrow{AM}})$.

1.1. Le référentiel lié à (C) noté $\mathrm{R_C}$ est-il Galiléen ?

- ◯ Oui, car la rotation est uniforme.
- ◯ Non, car il est en rotation.
- ◯ Oui, car l'axe (O,A) est fixe.
- ◯ Non, car il n'est pas en translation rectiligne et uniforme.

1.2. Donner le vecteur rotation de $\mathrm{R_C}$ par rapport à $\mathrm{R_T}$

- ◯ $-\omega\vec{u}_z$
- ◯ $\ddot{\theta}\vec{k}$
- ◯ $\dot{\varphi}\vec{u}_z$
- ◯ $-\dot{\theta}\vec{k}$

1.3. La liaison entre M et (C) est bilatérale et idéale alors

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو
Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 2/15

- ○ $\overrightarrow{R} = \mathrm{R_r}\,\overrightarrow{u}_{\mathrm{r}} + \mathrm{R}_\theta\,\overrightarrow{u}_\theta$
- ○ $\overrightarrow{R} = \mathrm{R_r}\,\overrightarrow{u}_{\mathrm{r}} + \mathrm{R_k}\,\overrightarrow{k}$
- ○ $\overrightarrow{R} = \mathrm{R_r}\,\overrightarrow{u}_{\mathrm{r}}$
- ○ $\overrightarrow{R} = \mathrm{R}_\theta\,\overrightarrow{u}_\theta + \mathrm{R_k}\,\overrightarrow{k}$

1.4. Déterminer l'accélération d'entraînement

- ○ $\overrightarrow{a}_{\mathrm{ie}} = -\mathrm{a}\dot{\theta}^2 \sin\theta\ \overrightarrow{u}_{\mathrm{r}}$
- ○ $\overrightarrow{a}_{\mathrm{ie}} = -\mathrm{a}\omega^2 \cos\varphi\ \overrightarrow{k}$
- ○ $\overrightarrow{a}_{\mathrm{ie}} = \mathrm{a}\dot{\theta}^2 \sin\theta\ \overrightarrow{u}$
- ○ $\overrightarrow{a}_{\mathrm{ie}} = -\mathrm{a}\omega^2 \sin\theta\ \overrightarrow{u}$

1.5. Déterminer l'accélération de Coriolis

- ○ $\overrightarrow{a}_{\mathrm{iC}} = -2\mathrm{a}\omega\dot{\theta}\cos\theta\ \overrightarrow{k}$
- ○ $\overrightarrow{a}_{\mathrm{iC}} = \mathrm{a}\omega\dot{\theta}\sin\theta\ \overrightarrow{u}$
- ○ $\overrightarrow{a}_{\mathrm{iC}} = -2\mathrm{a}\dot{\theta}^2\cos\theta\ \overrightarrow{k}$
- ○ $\overrightarrow{a}_{\mathrm{iC}} = -2\mathrm{a}\omega^2 \sin\theta\ \overrightarrow{u}$

1.6. Déterminer l'équation du mouvement

- ○ $\ddot{\theta} = -\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{a}}\sin\theta + \omega^2\sin\theta\cos\theta$
- ○ $\ddot{\theta} = -\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{a}}\cos\theta - \omega^2\sin\theta\cos\theta$
- ○ $\ddot{\theta} = \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{a}}\sin\theta + \omega^2\sin\theta\cos\theta$
- ○ $\ddot{\theta} = -\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{a}}\sin\theta - \omega^2\sin\theta\cos\theta$

1.7. Que représente $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{a}}$?

- ○ la pulsation propre
- ○ la pulsation des petites oscillations quand le moteur ne tourne plus
- ○ la pulsation des petites oscillations
- ○ la pulsation des oscillations autour de $\theta = 0$

A l'instant $\mathrm{t} = 0$, on note $\theta(0) = \theta_0$ et $\dot{\theta}(0) = \dot{\theta}_0$.

1.8. Appliquer le théorème de l'énergie cinétique à M, dans le référentiel $\mathrm{R_C}$.

- ○ $\dot{\theta}^2 = \dot{\theta}_0^2 + \frac{2\mathrm{g}}{\mathrm{a}}(\cos\theta - \cos\theta_0) + \omega^2(\sin^2\theta - \sin^2\theta_0)$
- ○ $\dot{\theta}^2 = \dot{\theta}_0^2 - \frac{2\mathrm{g}}{\mathrm{a}}(\cos\theta - \cos\theta_0) + \omega^2(\sin^2\theta - \sin^2\theta_0)$
- ○ $\dot{\theta}^2 = \dot{\theta}_0^2 - \frac{2\mathrm{g}}{\mathrm{a}}(\sin\theta - \sin\theta_0) - \omega^2(\sin^2\theta - \sin^2\theta_0)$
- ○ $\dot{\theta}^2 = \dot{\theta}_0^2 + \frac{2\mathrm{g}}{\mathrm{a}}(\cos\theta - \cos\theta_0) - \omega^2(\sin^2\theta - \sin^2\theta_0)$

1.9. Déterminer la (ou les) position(s) d'équilibre θ_{e}.

- ○ $\theta_{\mathrm{e}} = 0, \arccos\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{a}\omega^2}$
- ○ $\theta_{\mathrm{e}} = 0, \pi, \pm\arccos\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{a}\omega^2}$
- ○ $\theta_{\mathrm{e}} = 0, \pm\arccos\frac{2\mathrm{g}}{\mathrm{a}\omega^2}$
- ○ $\theta_{\mathrm{e}} = \arccos\frac{2\mathrm{g}}{\mathrm{a}\omega^2}$

1.10. Si le paramètre $\beta = \omega_0^2/\omega^2 < 1$, alors la stabilité des positions d'équilibre sera

- ○ 0 stable, $\arccos\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{a}\omega^2}$ n'existe pas
- ○ 0 et π instables, $\pm\arccos\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{a}\omega^2}$ stables.
- ○ 0 instable, $\pm\arccos\frac{2\mathrm{g}}{\mathrm{a}\omega^2}$ stables
- ○ $\arccos\frac{2\mathrm{g}}{\mathrm{a}\omega^2}$ stable.

1.11. La période T des petites oscillations autour de la position d'équilibre stable sera

- ○ $\mathrm{T} = \frac{2\pi}{\omega_0}$
- ○ $\mathrm{T} = \frac{2\pi}{\omega_0\sqrt{1-\beta^2}}$
- ○ $\mathrm{T} = \frac{2\pi}{\omega\sqrt{1-\beta^2}}$
- ○ $\mathrm{T} = \frac{2\pi}{\omega}$

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 3/15

2ème partie
Étude du mouvement d'une moto

Ce problème étudie les performances en accélération d'une moto se déplaçant en ligne droite. On considère le référentiel terrestre $\mathrm{R_t}(\mathrm{O}, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ galiléen. On considère que la moto (figure 2) est composée de 3 systèmes notés $(\mathrm{S_1})$, $(\mathrm{S_2})$, (S).

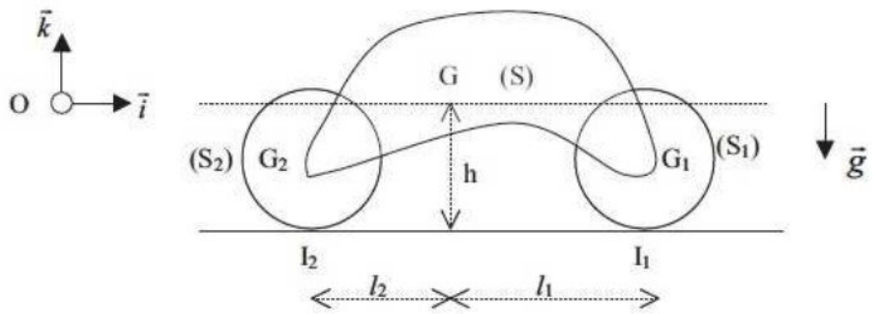


Figure 2:

On appelle $\mathrm{R^*}$ le référentiel du centre de masse de la moto. Le système $(\mathrm{S_1})$, masse $\mathrm{m_1}$, centre d'inertie $\mathrm{G_1}$, rayon a, est la roue avant de la moto. On note $\mathrm{J_1}$ son moment d'inertie par rapport à l'axe $\mathrm{G_{1y}}$. Le système $(\mathrm{S_2})$, masse $\mathrm{m_2}$, rayon a , centre d'inertie $\mathrm{G_2}$ est la roue arrière de la moto. On note $\mathrm{J_2}$ son moment d'inertie par rapport à l'axe $\mathrm{G_{2y}}$. Cette roue est motrice et donc soumise pendant la phase d'accélération à un couple de forces dont le moment résultant en $\mathrm{G_2}$ est assimilable à $\vec{\Gamma} = \Gamma \vec{j}$ avec $\Gamma > 0$.

On considère que la résultante des actions de contact du sol sur $(\mathrm{S_1})$ est représentée par :

$$\vec{F}_1 = \mathrm{T_1}\,\vec{i} + \mathrm{N_1}\,\vec{k}$$

s'exerçant en $\mathrm{I_1}$. On appelle $\mathrm{R_1^*}$ le référentiel du centre de masse de $(\mathrm{S_1})$. $(\mathrm{S_1})$ est animé dans $\mathrm{R_1^*}$ d'un mouvement de rotation autour de $\mathrm{G_{1y}}$ à la vitesse angulaire ω.

On considère que la résultante des actions de contact du sol sur $(\mathrm{S_2})$ est représentée par :

$$\vec{F}_2 = \mathrm{T_2}\,\vec{i} + \mathrm{N_2}\,\vec{k}$$

s'exerçant en $\mathrm{I_2}$. On appelle $\mathrm{R_2^*}$ le référentiel du centre de masse de $(\mathrm{S_2})$. $(\mathrm{S_2})$ est animé dans $\mathrm{R_2^*}$ d'un mouvement de rotation autour de $\mathrm{G_{2y}}$ à la vitesse angulaire ω.

Le système (S), masse M, est constitué du reste de la moto. Le centre d'inertie G de l'ensemble de la moto se trouve à une hauteur h du sol, une distance ℓ_1 de $\mathrm{G_1}$ et une distance ℓ_2 de $\mathrm{G_2}$ suivant l'axe Ox. Le coefficient de frottement de glissement, noté f, entre une roue et le sol est identique pour les deux roues. On considère que les forces de frottement de l'air sur la moto sont équivalentes à une force unique appliquée en G : $\vec{F} = -\mathrm{k}\,\vec{v}_{\mathrm{G}}$ avec $\mathrm{k} = 3,0\mathrm{N.s/m}$. On note :

$$\overrightarrow{OG} = \mathrm{x(t)}\,\vec{i}$$

Données numériques : $\ell_1 = 0,8\mathrm{m}$; $\ell_2 = 0,6\mathrm{m}$; $\mathrm{h} = 0,8\mathrm{m}$; $\mathrm{a} = 0,3\mathrm{m}$; $\mathrm{M} = 137\mathrm{kg}$ et $\mathrm{g} = 9,81\mathrm{ms^{-2}}$.

2.1. Le théorème du centre d'inertie dans $\mathrm{R_t}$ pour la moto donne :

○ $(\mathrm{M} + \mathrm{m_1} + \mathrm{m_2})\ddot{\mathrm{x}}(\mathrm{t}) = \mathrm{N_1} - \mathrm{N_2} - \mathrm{k}\dot{\mathrm{x}}(\mathrm{t})$ et $0 = \mathrm{T_1} + \mathrm{T_2} - (\mathrm{M} + \mathrm{m_1} + \mathrm{m_2})\mathrm{g}$

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو
Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 4/15

- ◯ $(\mathrm{M}+\mathrm{m}_1+\mathrm{m}_2)\ddot{\mathrm{x}}(\mathrm{t}) = \mathrm{N}_1+\mathrm{N}_2-\mathrm{k}\dot{\mathrm{x}}(\mathrm{t})$ et $0 = T_1+T_2-(M+m_1+m_2)g$
- ◯ $(\mathrm{M}+\mathrm{m}_1+\mathrm{m}_2)\ddot{\mathrm{x}}(\mathrm{t}) = \mathrm{T}_1-\mathrm{T}_2+\Gamma-\mathrm{k}\dot{\mathrm{x}}(\mathrm{t})$ et $0 = N_1+N_2+(M+m_1+m_2)g$
- ◯ $(\mathrm{M}+\mathrm{m}_1+\mathrm{m}_2)\ddot{\mathrm{x}}(\mathrm{t}) = \mathrm{T}_1+\mathrm{T}_2-\mathrm{k}\dot{\mathrm{x}}(\mathrm{t})$ et $0 = N_1+N_2-(M+m_1+m_2)g$

2.2. Écrire le théorème du moment cinétique en G pour la moto dans R^*.

- ◯ $(\mathrm{J}_1+\mathrm{J}_2)\dot{\omega} = \ell_2\mathrm{N}_2-\ell_1\mathrm{N}_1-\mathrm{h}(\mathrm{T}_1+\mathrm{T}_2)$
- ◯ $(\mathrm{J}_1+\mathrm{J}_2)\frac{\omega^2}{2} = \ell_2\mathrm{T}_2-\ell_1\mathrm{T}_1-\mathrm{h}(\mathrm{N}_1+\mathrm{N}_2)$
- ◯ $(\mathrm{J}_1+\mathrm{J}_2)\ddot{\omega} = \ell_2\mathrm{N}_2-\ell_1\mathrm{N}_1-\mathrm{hT}_1+\mathrm{hT}_2$
- ◯ $(\mathrm{J}_1+\mathrm{J}_2)\dot{\omega} = \ell_2\mathrm{T}_2-\ell_1\mathrm{T}_1-\mathrm{hN}_1+\mathrm{hN}_2$

2.3.

2.3.1. Écrire le théorème du moment cinétique en G_1 pour le système (S_1) dans R_1^*.

- ◯ $\mathrm{J}_1\ddot{\omega} = -\mathrm{aT}_1+\Gamma$
- ◯ $\mathrm{J}_1\dot{\omega} = \mathrm{aT}_1$
- ◯ $\mathrm{J}_1\dot{\omega} = -\mathrm{aT}_1$
- ◯ $\mathrm{J}_1\dot{\omega} = \mathrm{aT}_1+\Gamma$

2.3.2. Écrire, de même le théorème du moment cinétique en G_2 pour le système (S_2), dans R_2^*.

- ◯ $\mathrm{J}_2\ddot{\omega} = \mathrm{aT}_2$
- ◯ $\mathrm{J}_2\dot{\omega} = \mathrm{aT}_2+\Gamma$
- ◯ $\mathrm{J}_2\dot{\omega} = -\mathrm{aT}_2+\Gamma$
- ◯ $\mathrm{J}_2\dot{\omega} = -\mathrm{aT}_2$

2.4.

2.4.1. Écrire la relation de non glissement des roues liant la vitesse linéaire $\mathrm{v}(\mathrm{t})$ de la moto et la vitesse angulaire ω des roues.

- ◯ $\mathrm{v}(\mathrm{t}) = \mathrm{a}\omega$
- ◯ $\mathrm{v}(\mathrm{t}) = -\mathrm{a}\omega$
- ◯ $\mathrm{v}(\mathrm{t}) = \frac{\omega}{\mathrm{a}}$
- ◯ $\mathrm{v}(\mathrm{t}) = -\frac{\omega}{\mathrm{a}}$

2.4.2. Donner alors l'équation différentielle du mouvement relative à $\mathrm{x}(\mathrm{t})$.

- ◯ $(\mathrm{M}+\mathrm{m}_1+\mathrm{m}_2)\ddot{\mathrm{x}}(\mathrm{t}) = -\mathrm{k}\dot{\mathrm{x}}(\mathrm{t})$
- ◯ $(\mathrm{M}+\mathrm{m}_1+\mathrm{m}_2+\frac{\mathrm{J}_1+\mathrm{J}_2}{\mathrm{a}^2})\ddot{\mathrm{x}}(\mathrm{t}) = -\mathrm{k}\dot{\mathrm{x}}(\mathrm{t})+\mathrm{a}\Gamma$
- ◯ $(\mathrm{M}+\mathrm{m}_1+\mathrm{m}_2+\frac{\mathrm{J}_1+\mathrm{J}_2}{\mathrm{a}^2})\ddot{\mathrm{x}}(\mathrm{t}) = -\mathrm{k}\dot{\mathrm{x}}(\mathrm{t})+\frac{\Gamma}{\mathrm{a}}$
- ◯ $(\mathrm{M}+2\mathrm{m}_1+2\mathrm{m}_2)\ddot{\mathrm{x}}(\mathrm{t}) = -\mathrm{k}\dot{\mathrm{x}}(\mathrm{t})+\frac{\Gamma}{\mathrm{a}}$

On ne fait aucune supposition sur la nature du mouvement des roues dans les questions suivantes et on considère pour la suite du problème que la masse de (S_1) et celle de (S_2) sont très petites devant celle de (S), ce qui revient à poser $\mathrm{m}_1 = \mathrm{m}_2 = 0$ et $\mathrm{J}_1 = \mathrm{J}_2 = 0$

2.5.

2.5.1. Donner alors l'expression de N_1 et N_2.

- ◯ $\mathrm{N}_1 = \frac{\mathrm{Mg}}{2}$
- ◯ $\mathrm{N}_2 = \frac{\mathrm{Mg}}{2}$
- ◯ $\mathrm{N}_1 = \ell_1\frac{\mathrm{Mg}}{\mathrm{h}}$
- ◯ $\mathrm{N}_2 = \ell_2\frac{\mathrm{Mg}}{\mathrm{h}}$
- ◯ $\mathrm{N}_1 = \frac{\mathrm{Mg}\ell_2\mathrm{a}-\mathrm{h}\Gamma}{\mathrm{a}(\ell_1+\ell_2)}$
- ◯ $\mathrm{N}_2 = \frac{\mathrm{Mg}\ell_1\mathrm{a}+\mathrm{h}\Gamma}{\mathrm{a}(\ell_1+\ell_2)}$
- ◯ $\mathrm{N}_1 = \frac{\mathrm{Mg}\ell_2\mathrm{a}+\mathrm{h}\Gamma}{\mathrm{a}\ell_1}$
- ◯ $\mathrm{N}_2 = \frac{\mathrm{Mg}\ell_1\mathrm{a}-\mathrm{h}\Gamma}{\mathrm{a}\ell_2}$

2.5.2. Pour $\mathrm{f} = 0.7$ (pneus en bon état et route sèche), déterminer la valeur maximale de Γ, notée $\Gamma_{\max}$ qui assure un roulement sans glissement des roues de la moto.

- ◯ $\Gamma_{\max} = 40$ N.m
- ◯ $\Gamma_{\max} = 254$ N.m
- ◯ $\Gamma_{\max} = 269$ N.m
- ◯ $\Gamma_{\max} = 66$ N.m

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 5/15

2.5.3. Pour $\Gamma < \Gamma_{max}$

◯ La roue avant peut décoller ◯ La roue arrière peut décoller

2.6. Le fonctionnement à la limite du roulement sans glissement n'étant jamais atteint en raison d'une puissance moteur insuffisante, on considère une valeur de Γ inférieure à $\Gamma_0 = 30\mathrm{N.m}$

2.6.1. Donner l'expression de la vitesse limite , notée v_{lim} atteinte par la moto ainsi que sa valeur numérique pour $\Gamma = \Gamma_0$.

◯ $v_{lim} = \frac{\Gamma}{ak} = 120$ km/h ◯ $v_{lim} = \frac{a\Gamma}{k} = 11$ km/h

◯ $v_{lim} = \frac{ak}{\Gamma} = 0.1$ km/h ◯ $v_{lim} = \frac{k}{a\Gamma} = 1.2$ km/h

2.6.2. Intégrer l'équation du mouvement en $v(t)$ en fonction de v_{lim}, en considérant $v(0) = 0$. On posera $\alpha = \frac{\Gamma}{aMv_{lim}}$.

◯ $v(t) = v_{lim}(1 + e^{-\alpha t})$ ◯ $v(t) = v_{lim}(1 - e^{-\alpha t})$

◯ $v(t) = v_{lim}e^{-\alpha t}$ ◯ $v(t) = v_{lim}e^{\alpha t}$

3ème partie

Particule incidente sur une marche de potentiel

On considère une particule de masse m soumise à la marche de potentiel $V(x) = V_0 > 0$ si $x > 0$ et nul par ailleurs.

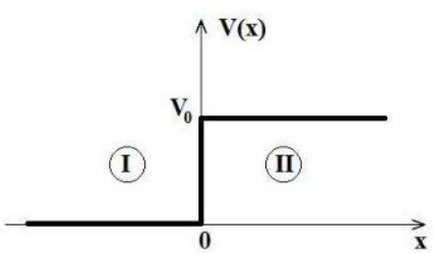


Figure 3:

On se donne un état stationnaire de cette particule d'énergie propre $E > V_0$ décrit par la fonction d'onde, $\varphi(x) = \langle x|\varphi\rangle$.

3.1. x et $P = -i\hbar\frac{\partial}{\partial x}$ étant les observables respectivement associées à la position et à l'impulsion de la particule.

3.1.1. Rappeler l'équation de Schrödinger dépendante du temps à une dimension cartésienne.

◯ $H\varphi(x) = E\varphi(x)$

◯ $i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi(x,t)}{\partial t^2} + V.\psi(x,t)$ ◯ $i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi(x,t)}{\partial x^2} + V.\psi(x,t)$

◯ $H = \frac{P^2}{2m} + V$ ◯ $i\hbar\frac{d|\psi\rangle}{dt} = H|\psi\rangle$

3.1.2. Déduire l'équation de Schrödinger indépendante du temps

◯ $H\varphi(x) = E\varphi(x)$ ◯ $-\frac{\hbar^2}{2m}\ddot{\varphi} + V_0\varphi = E\varphi(x)$

◯ $H = \frac{P^2}{2m} + V$ ◯ $-\frac{\hbar^2}{2m}\ddot{\varphi}(x) + V(x)\varphi(x) = E\varphi(x)$

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 6/15

3.2. La particule se déplaçant dans le sens de x croissant, résoudre cette équation dans chacune des régions de l'espace I et II respectivement définies par $x < 0$ et $x > 0$. On posera $\alpha = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}$ et $\beta = \sqrt{\frac{2m(E-V_0)}{\hbar^2}}$

- ○ $\varphi_I = Ae^{\alpha x} + Be^{\alpha x}$
- ○ $\varphi_I = Ae^{i\beta x} + Be^{-i\beta x}$
- ○ $\varphi_I = Ae^{\beta x} + Be^{\beta x}$
- ○ $\varphi_I = Ae^{i\alpha x} + Be^{-i\alpha x}$
- ○ $\varphi_{II} = A'e^{\alpha x} + B'e^{\alpha x}$
- ○ $\varphi_{II} = A'e^{i\beta x} + B'e^{-i\beta x}$
- ○ $\varphi_{II} = A'e^{\beta x} + B'e^{\beta x}$
- ○ $\varphi_{II} = A'e^{i\alpha x} + B'e^{-i\alpha x}$

3.3. En identifiant chacun des termes de la solution et en écrivant les conditions de raccordement au point de discontinuité du potentiel, évaluer les amplitudes des différentes ondes planes monochromatiques associées à la particule en fonction de l'amplitude de l'onde incidente.

- ○ $\varphi_I = A[e^{\alpha x} + \frac{\beta-\alpha}{\alpha+\beta}e^{\alpha x}]$
- ○ $\varphi_I = A[e^{i\beta x} + \frac{\beta}{\alpha}e^{-i\beta x}]$
- ○ $\varphi_I = A[e^{\beta x} + \frac{\beta}{\alpha}e^{-\beta x}]$
- ○ $\varphi_I = A[e^{i\alpha x} + \frac{\alpha-\beta}{\alpha+\beta}e^{-i\alpha x}]$
- ○ $\varphi_{II} = \frac{2A\alpha}{\alpha+\beta}e^{i\beta x}$
- ○ $\varphi_{II} = \frac{2A\beta}{\alpha+\beta}e^{\beta x}$
- ○ $\varphi_{II} = \frac{2A\alpha}{\alpha+\beta}e^{\beta x}$
- ○ $\varphi_{II} = Ae^{i\alpha x}$

3.4. Calculer les coefficients de réflexion R et de transmission T.

- ○ $R = 0$
- ○ $R = \frac{4\alpha\beta}{(\alpha+\beta)^2}$
- ○ $R = (\frac{\alpha-\beta}{\alpha+\beta})^2$
- ○ $R = (\frac{\beta}{\alpha})^2$
- ○ $T = 1$
- ○ $T = \frac{4\alpha\beta}{(\alpha+\beta)^2}$
- ○ $T = (\frac{\alpha-\beta}{\alpha+\beta})^2$
- ○ $T = 1 - (\frac{\beta}{\alpha})^2$

4ème partie

Étude d'un compresseur à piston

Pour remplir une bouteille indéformable, de volume $V_b = 5$ L , on utilise un compresseur constitué d'un cylindre, de deux soupapes S et S′ et d'un piston, mobile sans frottement entre les positions extrêmes AA′ et BB′.

Lors de l'aller, la soupape S est ouverte alors que S′ est fermée ; on a alors admission de l'air atmosphérique dans le cylindre.

Lors du retour, l'air dans le cylindre est comprimé ; la soupape S est fermée alors que la soupape S′ s'ouvre dès que la pression dans le cylindre devient supérieure à celle dans la bouteille P_b .

Quand le piston est en AA′, le volume limité par le piston et la section CC′ est $V_m = 0.02$ L ; quand le piston est en BB′, ce volume est égal à $V_M = 2$ L. Les transformations de l'air, considéré comme un gaz parfait, sont isothermes à la température $T_a = 293\ K$ et quasi-statiques.

On donne :

- la constante des gaz parfaits $R = 8.31\ \text{J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- la capacité calorifique molaire, à volume constant, de l'air $c_v = 20.8\ \text{J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

4.1. Le compresseur est-il un système ?

- ○ fermé
- ○ ouvert
- ○ isolé
- ○ adiabatique

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو
Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 7/15

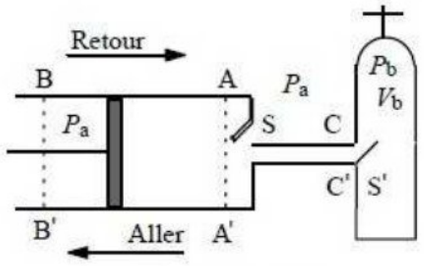


Figure 4:

L'état initial du système est le suivant :

- Pour la bouteille : pression $\mathrm{P_b} = 1$ bar.
- Pour le cylindre : pression $\mathrm{P_a} = 1$ bar, position du piston $\mathrm{AA'}$.

Le piston fait un aller et un retour.

4.2. Déterminer la pression $\mathrm{P_b}$ à l'intérieur de la bouteille à la fin de cette transformation.

- ○ $\mathrm{P_b} = \mathrm{P_a}\frac{\mathrm{V_M}}{\mathrm{V_m}}$
- ○ $\mathrm{P_b} = \mathrm{P_a}\frac{\mathrm{V_M}}{\mathrm{V_m}+\mathrm{V_b}}$
- ○ $\mathrm{P_b} = \mathrm{P_a}\frac{\mathrm{V_M}+\mathrm{V_b}}{\mathrm{V_m}+\mathrm{V_b}}$
- ○ $\mathrm{P_b} = \mathrm{P_a}\frac{\mathrm{V_b}}{\mathrm{V_m}+\mathrm{V_b}}$

4.3. En déduire, la variation $\Delta\mathrm{n}$ du nombre de moles contenues dans la bouteille.

- ○ $\Delta\mathrm{n} = \frac{\mathrm{P_aV_b}}{\mathrm{RT_a}}\frac{\mathrm{V_M}-\mathrm{V_m}}{\mathrm{V_m}+\mathrm{V_b}}$
- ○ $\Delta\mathrm{n} = \frac{\mathrm{P_aV_b}}{\mathrm{RT_a}}\frac{\mathrm{V_M}-\mathrm{V_m}}{\mathrm{V_m}}$
- ○ $\Delta\mathrm{n} = \frac{\mathrm{P_a}(\mathrm{V_M}-\mathrm{V_m})}{\mathrm{RT_a}}$
- ○ $\Delta\mathrm{n} = \frac{\mathrm{P_aV_b}}{\mathrm{RT_a}}\frac{\mathrm{V_M}}{\mathrm{V_m}}$

4.4. Calculer le travail $\mathrm{W_{op}}$ fourni par un opérateur au piston pendant ce premier aller-retour.

- ○ $\mathrm{P_a}(\mathrm{V_M}-\mathrm{V_m})$
- ○ $\mathrm{P_a}(\mathrm{V_M}+\mathrm{V_b})\ln\frac{\mathrm{V_M}+\mathrm{V_b}}{\mathrm{V_m}+\mathrm{V_b}} - \mathrm{P_a}(\mathrm{V_M}-\mathrm{V_m})$
- ○ $\mathrm{P_a}(\mathrm{V_M}+\mathrm{V_b})\ln\frac{\mathrm{V_M}}{\mathrm{V_m}}$
- ○ $2\mathrm{P_a}(\mathrm{V_M}-\mathrm{V_b})$

4.5. Le compresseur ayant fonctionné, on considère qu'à un instant t donné, la soupape S est ouverte alors que la soupape $\mathrm{S'}$ est fermée ; l'état du système est alors le suivant :

- Bouteille : pression $P_b = 20\ bar$.
- Cylindre : pression $P_a = 1\ bar$, position du piston AA'.
- Le piston fait un aller-retour ; déterminer le volume d'air $\mathrm{V'}$ dans le cylindre lorsque la soupape $\mathrm{S'}$ s'ouvre.

- ○ $\mathrm{V'} = \mathrm{V_M}\frac{\mathrm{P_b}}{\mathrm{P_a}}$
- ○ $\mathrm{V'} = \mathrm{V_M} - \mathrm{V_m}$
- ○ $\mathrm{V'} = \mathrm{V_M}\frac{\mathrm{P_a}}{\mathrm{P_b}}$
- ○ $\mathrm{V'} = \mathrm{V_m}\frac{\mathrm{P_a}}{\mathrm{P_b}}$

4.6. Puis la pression $\mathrm{P'_b}$ dans la bouteille à la fin de cette opération.

- ○ $\mathrm{P'_b} = \mathrm{P_b}\frac{\mathrm{V_b}}{\mathrm{V_m}}$
- ○ $\mathrm{P'_b} = \frac{\mathrm{P_aV_M}+\mathrm{P_bV_b}}{\mathrm{V_b}+\mathrm{V_m}}$
- ○ $\mathrm{P'_b} = \mathrm{P_a}\frac{\mathrm{V_M}}{\mathrm{V_b}+\mathrm{V_M}}$
- ○ $\mathrm{P'_b} = \mathrm{P_b}\frac{\mathrm{V_b}}{\mathrm{V_b}+\mathrm{V_m}}$

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 8/15

4.7. En déduire, la variation ΔP de la pression à l'intérieur de la bouteille.

- ◯ $\Delta P = 0.32$ bar
- ◯ $\Delta P = 0.1$ bar
- ◯ $\Delta P = 1$ bar
- ◯ $\Delta P = 15.2$ bar

4.8. Déterminer la pression maximale P_M que l'on peut obtenir par ce procédé.

- ◯ $P_M = 21$ bar
- ◯ $P_M = 100$ bar
- ◯ $P_M = 1020$ bar
- ◯ $P_M = 68.7$ bar

5ème partie

Résistance chauffante

Une boite à parois isolantes est partagée en deux compartiments par un piston adiabatique, mobile sans frottement.

A l'état initial les deux compartiments sont remplis chacun par $n = 0.2$ mole d'un gaz parfait monoatomique. On a donc dans chaque compartiment un volume V_0, à la température $T_0 = 300$ K, sous la pression $P_0 = 1$ bar.

Une résistance électrique $r = 1.87\ \Omega$ parcourue par un courant $i = 2$ A chauffe le compartiment A pendant une durée $\Delta t = 200$ s.

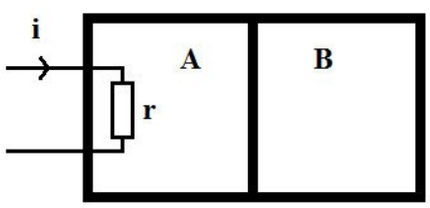


Figure 5:

5.1. Quelle quantité de chaleur Q fournie au compartiment A au bout de Δt.

- ◯ $Q = 1500$ J
- ◯ $Q = 500$ J
- ◯ $Q = 430$ J
- ◯ $Q = 214$ J

5.2. Exprimer la variation d'énergie interne totale ΔU_t de l'ensemble (A+B)

- ◯ $\Delta U_t = nc_v(T_A + T_B - 2T_0)$
- ◯ $\Delta U_t = nc_v(T_B - T_A)$
- ◯ $\Delta U_t = -nc_v(T_A + T_B - T_0)$
- ◯ $\Delta U_t = 2nc_v(T_A - T_0)$

5.3. Calculer la pression finale P

- ◯ $P = 1\ bar$
- ◯ $P = 2\ bar$
- ◯ $P = 10\ bar$
- ◯ $P = 5\ bar$

5.4. Le piston étant déplacé lentement, calculer T_B

- ◯ $T_B = 1030$ K
- ◯ $T_B = 600$ K
- ◯ $T_B = 300$ K
- ◯ $T_B = 396$ K

5.5. Puis calculer T_A

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 9/15

- ○ $T_A = 1030$ K
- ○ $T_A = 600$ K
- ○ $T_A = 804$ K
- ○ $T_A = 696$ K

5.6. Déduire V_A

- ○ $V_A = 8.1$ L
- ○ $V_A = 3.3$ L
- ○ $V_A = 1.2$ L
- ○ $V_A = 6.7$ L

5.7. Calculer la variation d'entropie ΔS_A du gaz A

- ○ $\Delta S_A = nR \ln \frac{V_A}{V_0} - n\frac{R}{\gamma-1} \ln \frac{T_A}{T_0}$
- ○ $\Delta S_A = nR \ln \frac{V_A}{V_0} + n\frac{R}{\gamma-1} \ln \frac{T_A}{T_0}$
- ○ $\Delta S_A = -nR \ln \frac{V_A}{V_0} - n\frac{R}{\gamma-1} \ln \frac{T_A}{T_0}$
- ○ $\Delta S_A = -nR \ln \frac{V_A}{V_0} + n\frac{\gamma R}{\gamma-1} \ln \frac{T_A}{T_0}$

5.8. A.N : en $J.K^{-1}$

- ○ $\Delta S_A = 1.96$
- ○ $\Delta S_A = 2.93$
- ○ $\Delta S_A = -2.93$
- ○ $\Delta S_A = 3.6$

5.9. Calculer le travail W_B qu'exerce le piston sur le gaz B.

- ○ $W_B = P(V_B - V_0)$
- ○ $W_B = nc_v(T_B - T_A)$
- ○ $W_B = nc_v \ln \frac{T_B}{T_0}$
- ○ $W_B = nc_v(T_B - T_0)$

6ème partie

Étude d'un régime transitoire

L'interrupteur K étant ouvert, les intensités i_1 et i_2 sont nulles et le condensateur est déchargé.

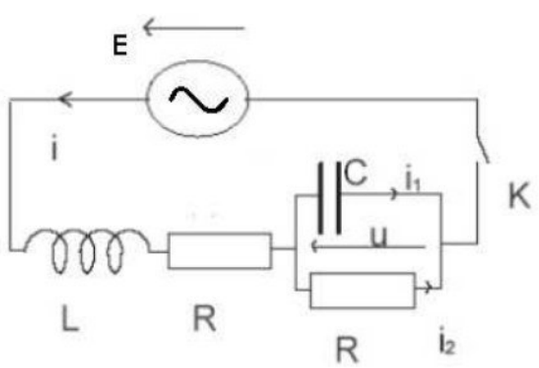


Figure 6:

On ferme l'interrupteur K. Déterminer, les valeurs de i_1, i_2, i et u :

6.1. Juste après la fermeture de K.

- ○ $i_1(0^+) = 0$
- ○ $i_2(0^+) = 0$
- ○ $i_1(0^+) = -E/R$
- ○ $i_2(0^+) = -E/R$
- ○ $i_1(0^+) = E/2R$
- ○ $i_2(0^+) = E/2R$
- ○ $i_1(0^+) = E/R$
- ○ $i_2(0^+) = E/R$

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 10/15

- ◯ $i(0^+) = 0$
- ◯ $i(0^+) = -E/R$
- ◯ $i(0^+) = E/2R$
- ◯ $i(0^+) = E/R$
- ◯ $u(0^+) = 0$
- ◯ $u(0^+) = E/2$
- ◯ $u(0^+) = E$
- ◯ $u(0^+) = -E$

6.2. Au bout d'un temps suffisamment long, le régime permanent étant établi.

- ◯ $i_1(+\infty) = 0$
- ◯ $i_1(+\infty) = -E/R$
- ◯ $i_1(+\infty) = E/2R$
- ◯ $i_1(+\infty) = E/R$
- ◯ $i_2(+\infty) = 0$
- ◯ $i_2(+\infty) = -E/R$
- ◯ $i_2(+\infty) = E/2R$
- ◯ $i_2(+\infty) = E/R$
- ◯ $i(+\infty) = 0$
- ◯ $i(+\infty) = -E/R$
- ◯ $i(+\infty) = E/2R$
- ◯ $i(+\infty) = E/R$
- ◯ $u(+\infty) = 0$
- ◯ $u(+\infty) = E/2$
- ◯ $u(+\infty) = E$
- ◯ $u(+\infty) = -E$

6.3. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u(t)$ est de la forme :

- ◯ $\ddot{u}(t) + \frac{1}{RC}\dot{u}(t) + \frac{1}{LC}u(t) = \frac{2E}{LC}$
- ◯ $\ddot{u}(t) + \frac{R}{L}\dot{u}(t) + \frac{2}{LC}u(t) = \frac{E}{LC}$
- ◯ $\ddot{u}(t) + (\frac{1}{RC} + \frac{R}{L})\dot{u}(t) + \frac{2}{LC}u(t) = \frac{E}{LC}$
- ◯ $\ddot{u}(t) + (\frac{1}{RC} + \frac{R}{L})\dot{u}(t) + \frac{1}{LC}u(t) = \frac{2E}{LC}$

6.4. On prend $C = 900$ nF, $R = 100\ \Omega$, $L = 9$ mH et $E = 5$ V, résoudre l'équation de $u(t)$ (t en ms et $u(t)$ en V)

- ◯ $u(t) = e^{-11.1t}(2.5\cos(45.8t) + 0.61\sin(45.8t))$
- ◯ $u(t) = 2.5 - e^{11.1t}(2.5\cos(45.8t) + 0.61\sin(45.8t))$
- ◯ $u(t) = 2.5 - 2.5e^{-11.1t}\cos(45.8t)$
- ◯ $u(t) = 2.5 - e^{-11.1t}(2.5\cos(45.8t) + 0.61\sin(45.8t))$

7ème partie

Étude d'un régime sinusoïdal forcé

On considère le circuit de la figure alimenté par un générateur de tension supposé parfait délivrant une tension sinusoïdale basse fréquence :

$$u(t) = U\sqrt{2}\cos(\omega t)$$

7.1. Déterminer l'expression de la valeur efficace I_1 de l'intensité $i_1(t) = I_1\sqrt{2}\cos(\omega t - \varphi_1)$, ainsi que le déphasage φ_1 de $i_1(t)$ par rapport à $u(t)$.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 11/15

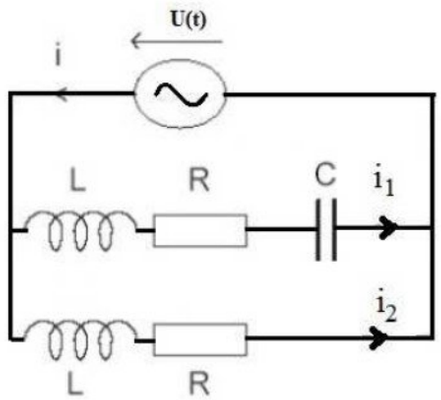


Figure 7:

- ◯ $\mathrm{I}_1 = \frac{\mathrm{U}}{\sqrt{\mathrm{R}^2+(\mathrm{L}\omega-\frac{1}{\mathrm{C}\omega})^2}}$
- ◯ $\mathrm{I}_1 = \frac{\mathrm{U}}{\sqrt{\mathrm{R}^2+(\mathrm{L}\omega)^2}}$
- ◯ $\mathrm{I}_1 = \frac{\mathrm{U}\sqrt{2}}{\mathrm{R}}$
- ◯ $\mathrm{I}_1 = \frac{\mathrm{U}}{\sqrt{\mathrm{R}^2+\frac{1}{\mathrm{C}^2\omega^2}}}$
- ◯ $\varphi_1 = \arctan \frac{\mathrm{L}\omega-\frac{1}{\mathrm{C}\omega}}{\mathrm{R}}$
- ◯ $\varphi_1 = \arctan \frac{\mathrm{L}\omega}{\mathrm{R}}$
- ◯ ◯ $\varphi_1 = 0$
- ◯ $\varphi_1 = -\arctan \frac{\frac{1}{\mathrm{C}\omega}}{\mathrm{R}}$

7.2. Déterminer de même la valeur efficace I_2 de l'intensité $\mathrm{i}_2(\mathrm{t}) = \mathrm{I}_2\sqrt{2}\cos(\omega\mathrm{t}-\varphi_2)$, ainsi que le déphasage φ_2 de $\mathrm{i}_2(\mathrm{t})$ par rapport à $\mathrm{u}(\mathrm{t})$.

- ◯ $\mathrm{I}_2 = \frac{\mathrm{U}}{\sqrt{\mathrm{R}^2+(\mathrm{L}\omega-\frac{1}{\mathrm{C}\omega})^2}}$
- ◯ $\mathrm{I}_2 = \frac{\mathrm{U}}{\sqrt{\mathrm{R}^2+(\mathrm{L}\omega)^2}}$
- ◯ $\mathrm{I}_2 = \frac{\mathrm{U}\sqrt{2}}{\mathrm{R}}$
- ◯ $\mathrm{I}_2 = \frac{\mathrm{U}}{\sqrt{\mathrm{R}^2+\frac{1}{\mathrm{C}^2\omega^2}}}$
- ◯ $\varphi_2 = \arctan \frac{\mathrm{L}\omega-\frac{1}{\mathrm{C}\omega}}{\mathrm{R}}$
- ◯ $\varphi_2 = \arctan \frac{\mathrm{L}\omega}{\mathrm{R}}$
- ◯ $\varphi_2 = 0$
- ◯ $\varphi_2 = -\arctan \frac{\frac{1}{\mathrm{C}\omega}}{\mathrm{R}}$

7.3. Quelle condition doivent satisfaire L, C et ω pour que les déphasages φ_1 et φ_2 soient opposés $\varphi_1 = -\varphi_2$?

- ◯ $(\mathrm{L}\omega - \frac{1}{\mathrm{C}\omega}) = \mathrm{L}\omega$
- ◯ $(\mathrm{L}\omega - \frac{1}{\mathrm{C}\omega}) = -\frac{1}{\mathrm{C}\omega}$
- ◯ $(\mathrm{L}\omega - \frac{1}{\mathrm{C}\omega}) = -\mathrm{L}\omega$
- ◯ $(\mathrm{L}\omega - \frac{1}{\mathrm{C}\omega}) = \frac{1}{\mathrm{C}\omega}$

7.4. Quelles conditions doivent satisfaire R, L, C et ω pour que le déphasage de $\mathrm{i}_1(\mathrm{t})$ par rapport à $\mathrm{i}_2(\mathrm{t})$ soit égal à $\frac{\pi}{2}$?

- ◯ $(\mathrm{L}\omega - \frac{1}{\mathrm{C}\omega})\frac{1}{\mathrm{C}\omega} = -\mathrm{R}^2$
- ◯ $\mathrm{L}\omega - \frac{1}{\mathrm{C}\omega} = \mathrm{R}$
- ◯ $(\mathrm{L}\omega - \frac{1}{\mathrm{C}\omega})\mathrm{L}\omega = -\mathrm{R}^2$
- ◯ $\mathrm{LC}\omega^2 = 1$

7.5. Les conditions établies en 3. et 4. sont remplies simultanément. Déterminer I_1 et I_2.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو
Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 12/15

- ◯ $I_1 = \frac{U}{2R}$
- ◯ $I_1 = \frac{U}{R}$
- ◯ $I_1 = \frac{\sqrt{2}U}{R}$
- ◯ $I_1 = \frac{U}{\sqrt{2}R}$
- ◯ $I_2 = \frac{U}{2R}$
- ◯ $I_2 = \frac{U}{R}$
- ◯ $I_2 = \frac{\sqrt{2}U}{R}$
- ◯ $I_2 = \frac{U}{\sqrt{2}R}$

7.6. Calculer I_1, L et C. Pour cela, on prendra $U = 2$ V, $R = 20\Omega$, $f = \frac{\omega}{2\pi} = 10kHz$.

- ◯ $I_1 = 0.07$ A
- ◯ $I_1 = 0.1$ A
- ◯ $I_1 = 0.2$ A
- ◯ $I_1 = 0.05$ A
- ◯ $C = 39.8$ nF
- ◯ $C = 398$ pF
- ◯ $L = 0.32$ mH
- ◯ $L = 3.2$ mH
- ◯ $L = 32$ mH
- ◯ $L = 32$ H
- ◯ $C = 398$ nF
- ◯ $C = 3.98$ nF

8ème partie

Étude d'un filtre en T ponté

Soit le circuit de la figure, constitué de deux résistances $R = 1$ kΩ et deux condensateurs $C = 100$ nF.

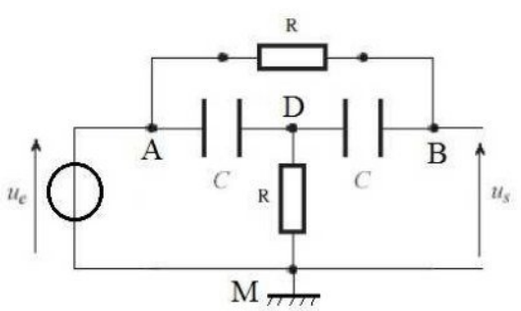


Figure 8:

La source de tension sinusoïdale délivre une tension $e(t) = E\cos(\omega t)$.

8.1. Déterminer par une analyse asymptotique la nature du filtre.

- ◯ passe-bas
- ◯ passe-haut
- ◯ passe-bande
- ◯ coupe-bande

8.2. Appliquer le théorème de Millman au point D.

- ◯ $\underline{u}_D = \frac{jRC\omega(\underline{u}_s - \underline{u}_e)}{1+jRC\omega}$
- ◯ $\underline{u}_D = \frac{jRC\omega(\underline{u}_s + \underline{u}_e)}{1+j2RC\omega}$
- ◯ $\underline{u}_D = \frac{jRC\omega\underline{u}_s + \underline{u}_e}{1+2jRC\omega}$
- ◯ $\underline{u}_D = \frac{\underline{u}_s + \underline{u}_e}{2}$

8.3. Appliquer le théorème de Millman au point B

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو
Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 13/15

○ $\underline{u}_s = \frac{jRC\omega\underline{u}_D + \underline{u}_e}{1+jRC\omega}$

○ $\underline{u}_s = \frac{jRC\omega\underline{u}_D + \underline{u}_e}{1+2jRC\omega}$

○ $\underline{u}_s = \frac{jRC\omega\underline{u}_e + \underline{u}_D}{1+jRC\omega}$

○ $\underline{u}_s = \frac{\underline{u}_D + \underline{u}_e}{2}$

8.4. En déduire la fonction de transfert harmonique du filtre $\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{u}_s}{\underline{u}_e}$. On posera $x = RC\omega$.

○ $\underline{H} = \frac{1}{1+jx}$

○ $\underline{H} = \frac{1}{1+j(x-\frac{1}{x})}$

○ $\underline{H} = \frac{1}{1+\frac{jx}{(1+jx)^2}}$

○ $\underline{H} = \frac{1}{(1+jx)^2}$

8.5. Quel est l'ordre de ce filtre ?

○ premier ordre

○ second ordre

8.6. Vu de la sortie, entre les points B et M, le circuit est équivalent à un générateur de Thevenin d'impédance équivalente Z_{th}

○ $\frac{1}{Z_{th}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2Z_C}$

○ $\frac{1}{Z_{th}} = \frac{1}{Z_C} + \frac{1}{2R}$

○ $\frac{1}{Z_{th}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{Z_C + \frac{RZ_C}{R+Z_C}}$

○ $\frac{1}{Z_{th}} = \frac{1}{Z_C} + \frac{1}{R + \frac{RZ_C}{R+Z_C}}$

Fin

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4218 - Wadifa Info - page 14/15

Wadifa Info

www.wadifa-info.com

Le sujet suivant à préparer — **النموذج التالي للتحضير**

نموذج مباراة ولوج مسلك تكوين أطر الإدارة التربوية - اختبار في علوم التربية - دورة 2025

Modèle : Concours d'accès à la filière de formation des cadres de l'administration pédagogique - épreuve de sciences de

www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1329

Chaîne WhatsApp — **قناة واتساب**

المباريات الجديدة والنتائج كل يوم

Nouveaux concours et résultats chaque jour

wadifa-info.com/wa

Chaîne YouTube — **قناة يوتيوب**

امتحانات تجريبية بالتصحيح، بالدارجة

Examens blancs corrigés, expliqués en darija

youtube.com/@wadifainfo

Envoyer à un ami — **أرسل النموذج لصديق**

شارك هذا النموذج على واتساب مع من يحضّر معك

Partagez ce sujet sur WhatsApp

wa.me