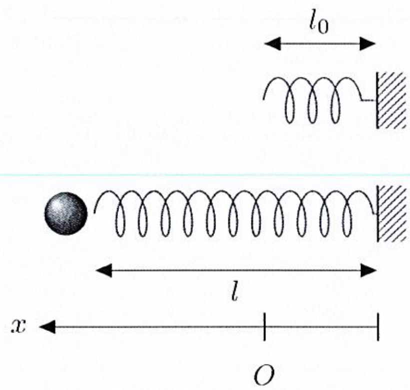
Université de Bourgogne - Département de Physique
L1 STS -Physique Générale 2 (Phys2A)
2021-2022 - 2^{nde} session

1h30 - calculatrice autorisée - aucun document

Exercice 1 – **Questions à choix multiples (barème indicatif 5 pts)**
Répondre aux questions suivantes (reprendre la phrase avec la réponse, ne pas se contenter d'écrire a,b ou c).



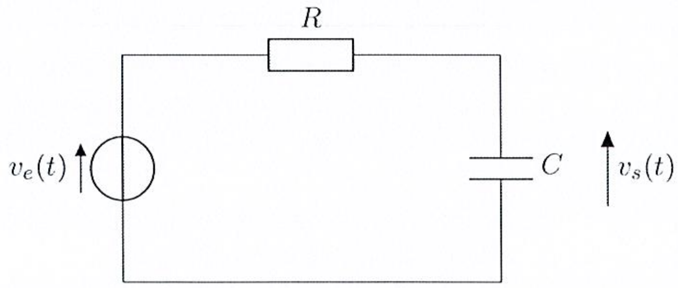
1. On considère un ressort de constante de raideur k et de longueur à vide l_0 (voir figure).
La force de rappel qui s'exerce sur la masse m vaut :
a) $\vec{T} = kx$
b) $\vec{T} = k(l - l_0)\vec{e}_x$
c) $\vec{T} = -k(l - l_0)\vec{e}_x$

2. L'énergie potentielle élastique d'un ressort (constante de raideur k, longueur à vide l_0) de longueur $l$est :
a) $k(l - l_0)$
b) $\frac{1}{2}k(l - l_0)$
c) $\frac{1}{2}k(l - l_0)^2$

3. L'unité de l'énergie potentielle est :
a) le watt
b) le joule
c) le newton

4. l'unité d'une impédance est :
a) le farad
b) le henry
c) le ohm

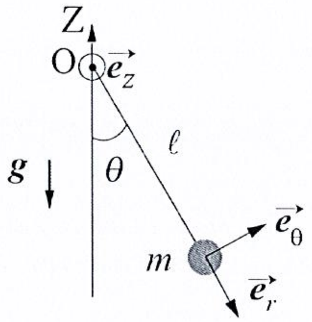
5. On considère le circuit RC alimenté par une tension sinusoïdale $v_e(t) = e\cos(\omega t)$.
La fonction de transfert du circuit vaut



a) $\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1+jRC\omega}$
b) $\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1+R/(jC\omega)}$
c) $\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1+jC\omega/R}$

Exercice 2 – **Horloge mécanique (barème indicatif 10 points)**

On considère un pendule simple, constitué d'un objet ponctuel de masse m, accroché à un point fixe O par l'intermédiaire d'un fil de longueur l. Ce pendule est lâché sans vitesse initiale à $t = 0$ avec un angle $\theta = \theta_0$ par rapport à l'axe vertical OZ. On néglige les frottements de l'air dans la première partie.



Les deux parties peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.

I. Absence de frottement

1. On utilise le repère polaire $(O, \vec{e}_r, \vec{e}_\theta)$.
   a) Donner l'expression de l'accélération de la masse m dans ce repère.
   b) A l'aide du principe fondamental de la dynamique, montrer que l'angle θ vérifie l'équation différentielle
   $$\ddot{\theta} = -\frac{g}{l}\sin\theta$$
   Par la suite, on fera l'approximation valable aux petits angles $\sin\theta \approx \theta$ d'où l'équation différentielle :
   $$\ddot{\theta} + \frac{g}{l}\theta = 0 \qquad (1)$$

2. a) Donner la forme de $\theta(t)$ solution de l'équation différentielle (1). On prendra $\theta(0) = \theta_0$ et $\dot{\theta}(0) = 0$ à l'instant initial (pendule lâché sans vitesse initiale).
   b) Donner l'expression de la pulsation angulaire ω_0, de la fréquence f_0 et de la période T_0 du mouvement.

3. On veut régler la longueur du balancier pour que sa période soit $T_0 = 2,00$ s de sorte que le balancier marque la seconde à l'aller et au retour. Calculer la longueur l du fil à utiliser.

II. Perte d'énergie due aux frottements de l'air

Dans cette partie, on considère les frottements de l'air. On ne cherchera pas à exprimer $\theta(t)$.

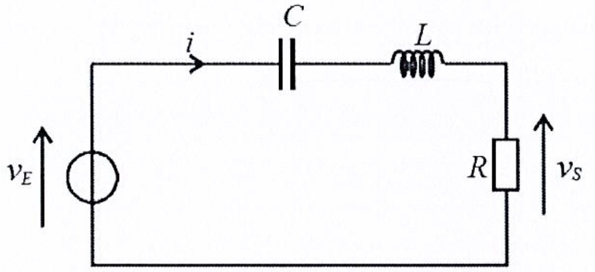
1. a) Donner l'expression de l'énergie mécanique du balancier lorsqu'il est en θ_0. On choisira la référence d'énergie potentielle nulle en $\theta = 0$.
2. On constate qu'au bout de 30 oscillations, l'amplitude des oscillations passe de $\theta_{01} = 6°$ à $\theta_{02} = 3°$. Calculer la variation de l'énergie mécanique $\Delta E_m = E_m(\theta_{02}) - E_m(\theta_{01})$ au cours de ces 30 oscillations. On prendra $l = 0{,}994$ m. Quel est le signe de cette variation ? Pourquoi ?

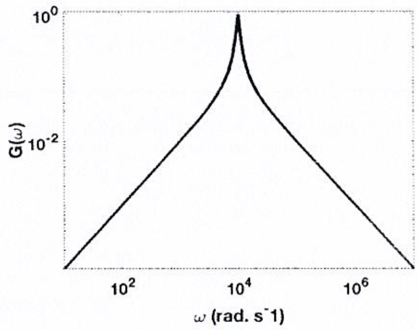
3. Pour compenser cette perte d'énergie, le balancier est mû par un contrepoids de masse $m' = 10{,}0$ kg qui peut descendre de $h = 1{,}50$ m.
   a) Calculer l'énergie potentielle du contrepoids lorsqu'il est à la hauteur $h = 1{,}50$ m.
   b) Pendant combien d'oscillations peut-il faire fonctionner l'horloge ? A combien de temps cela correspond-il ? Donner le résultat en jours.

Données : $m = 0{,}200$ kg, $g = 9{,}81\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$

Exercice 3 – **Filtre électrique : circuit CLR (barème indicatif 5 pts)**

On considère le circuit électrique suivant. Le circuit est alimenté par un GBF délivrant une tension sinusoïdale $v_e(t) = V_e \cos \omega t$.





1. Exprimer la fonction de transfert complexe du circuit

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{v}_s}{\underline{v}_e}$$

2. Exprimer le gain en tension $G(\omega)$.
3. Exprimer la pulsation de résonance ω_0. La calculer.
4. La figure ci-dessus représente le gain de ce circuit. Quelle est la nature du filtre ?

Données : $R = 10\,\Omega$, $C = 1{,}0 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{F}$; $L = 10 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{H}$