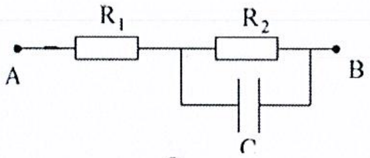
Université de Bourgogne 2023-2024
L1 Sciences & Techniques - Physique Générale 1a (Phys2A)
Examen - 1h30 - calculatrice autorisée - aucun document

Lors des applications numériques, vérifier le nombre de ***chiffres significatifs*** *et l'****unité***

Exercice 1 – **(barème approximatif 8 points)**

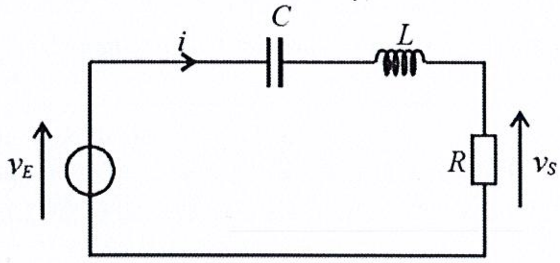
NOM : Prénom :

1. l'unité d'une impédance est :
   ☐ le farad
   ☐ le henry
   ☐ le ohm
2. l'impédance complexe associée à un condensateur de capacité C, à la pulsation ω vaut :
   ☐ C
   ☐ $jC\omega$
   ☐ $\frac{1}{jC\omega}$
3. L'impédance complexe du circuit ci-contre vaut :



☐ $\underline{Z}_{AB} = R_1 + R_2 + jC\omega$
☐ $\underline{Z}_{AB} = R_1 + \dfrac{1}{R_2 + 1/jC\omega}$
☐ $\underline{Z}_{AB} = R_1 + \dfrac{1}{1/R_2 + jC\omega}$

4. Le circuit suivant est alimenté par un GBF délivrant une tension sinusoïdale $v_e(t) = V_e \cos\omega t$.
Données : $R = 10\,\Omega$, $C = 1{,}0 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{F}$; $L = 10 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{H}$



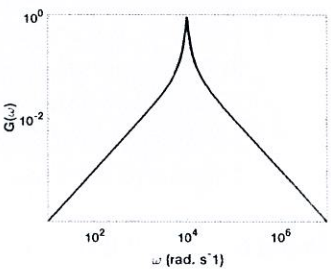
a) Exprimer la fonction de transfert du circuit $\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{v}_s}{\underline{v}_e}$ (faire la démonstration dans le cadre).

b) Exprimer le gain puis la pulsation de résonance ω_0.

c) On calcule

☐ $\omega_0 = 1{,}0 \cdot 10^4\,\mathrm{rad \cdot s^{-1}}$. ☐ $\omega_0 = 7{,}2 \cdot 10^3\,\mathrm{rad \cdot s^{-1}}$.
☐ $\omega_0 = 1 \cdot 10^4\,\mathrm{rad \cdot s^{-1}}$. ☐ $\omega_0 = 7 \cdot 10^3\,\mathrm{rad \cdot s^{-1}}$.

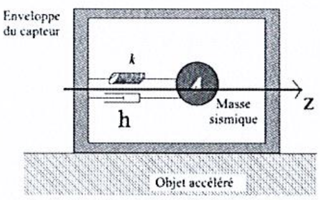
d) La figure ci-contre représente le gain de ce circuit. Quelle est la nature du filtre ?
☐ passe-bas
☐ passe-bande
☐ passe-haut



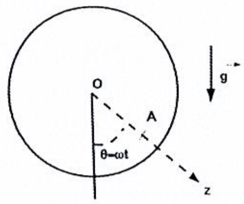
Exercice 2 – **Accéléromètre (barème indicatif 6 pts)**

On présente ici un modèle d'accéléromètre, installé sur une roue de TGV. Le modèle mécanique simplifié de l'accéléromètre est représenté sur la figure 1a). Une masse m, assimilable à un point matériel A, est reliée à l'enveloppe du capteur par des micro poutres élastiques de coefficient de raideur k et de longueur à vide l_0. Le capteur est fixé sur une roue du train, à la distance R de son centre. On se place dans le référentiel lié à la roue. On admet que cela conduit à introduire une force centrifuge $\vec{f_e} = mR\omega^2\vec{e}_z$.

a)



b)

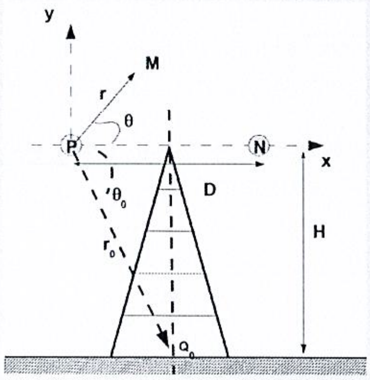


On note ω la vitesse angulaire de la roue. On peut montrer que l'équation différentielle régissant le mouvement de A s'écrit alors (admis) $\ddot{z} + 2\lambda\dot{z} + \omega_0^2 z = g\cos(\omega t)$

1. On cherche la forme de $z(t) = Z_0\cos(\omega t + \Phi)$ en régime permanent. En utilisant les représentations complexes, établir la forme de l'amplitude $Z_0(\omega)$.
2. Montrer que la résonance apparaît pour $\omega_r = \sqrt{\omega_0^2 - 2\lambda^2}$.
3. Exprimer et calculer l'amplitude à la résonance $Z_0(\omega_r)$.

Données : $\lambda = 1{,}13 \cdot 10^3\,\mathrm{s}^{-1}$; $\omega_0 = 7{,}53 \cdot 10^3\,\mathrm{rad \cdot s^{-1}}$; $g = 9{,}81\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$

Exercice 3 – Champ à proximité d'une ligne très haute tension (barème indicatif 6 points + bonus 3 points)



On étudie le champ électrique à proximité d'une ligne très haute tension (THT). Afin de simplifier les calculs, on ne considère qu'une ligne monophasée, constituée de deux câbles cylindriques parallèles N et P, supposés de longueurs infinies. Les deux câbles ont pour rayon R et sont séparés d'une distance D grande devant R. On modélise la ligne électrique d'un point de vue électrostatique par deux fils rectilignes selon (Oz),de longueur infinie, chargés avec les densités de charge linéique λ_L (câble P) et $-\lambda_L$ (câble N).

1. On détermine tout d'abord le champ électrique créé par le *seul câble* P. On repère un point M par ses coordonnées cylindriques (r, θ, z). Le centre du câble P définissant l'origine du repère.
   a) Quelle est la forme du champ électrique ?
   b) A l'aide du théorème de Gauss, déterminer complètement l'expression du champ électrique au point M.
2. En procédant de même pour le cable N, on obtient au pied du pylone (admis, voir schéma)
$$\vec{E}_{tot} = \frac{\lambda_L}{\pi\epsilon_0 r_0}\cos\theta_0\vec{e}_x$$
   Calculer la distance r_0 et $\cos\theta_0$.
   Calculer l'amplitude E_{tot} du champ électrique au pied du pylone.
   En France, le champ électrique ne doit pas excéder $E_{max} = 5\,\mathrm{kV \cdot m^{-1}}$ dans les lieux normalement accessibles. La ligne étudiée est-elle en accord avec la réglementation française ?
3. **(question bonus 3 pts)**
   a) Représenter le champ électrique créé par le câble P au pied du pylone (point Q_0).
   b) Sans faire de calcul, représenter le champ électrique créé par le câble N au pied du pylone.
   c) En déduire l'orientation du champ électrique total (créé par les câbles P et N) au pied du pylone et retrouver l'expression de $\vec{E}_{tot}$.

Données $D = 3{,}00\,\mathrm{m}$; $R = 3{,}00\,\mathrm{cm}$; $H = 15{,}0\,\mathrm{m}$; $\lambda_L = 2{,}42 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{C \cdot m^{-1}}$; $\epsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{F \cdot m^{-1}}$