Test du 6/09/25
Physique 8h00 – 9h00

Rappel des consignes :

Présentation de la copie :

- *Laisser une marge à gauche pour la notation.*
- *Encadrer ou souligner les résultats.*
- *Donner le numéro complet de la question à laquelle vous répondez.*

Rédaction :

- *Répondre précisément aux questions posées*
- *Respecter les notations de l'énoncé.*
- *Ne pas utiliser d'abréviations (sauf si elles ont été définies)*
- *Justifier tous les résultats.*
- *Rédiger de façon claire, précise et concise.*
- *Citer le nom des lois utilisées.*
- *Toujours donner un résultat littéral (avant de faire éventuellement l'application numérique), sans application numérique intermédiaire, sans mélanger littéral et numérique.*
- *Contrôler l'homogénéité du résultat.*

Applications numériques :

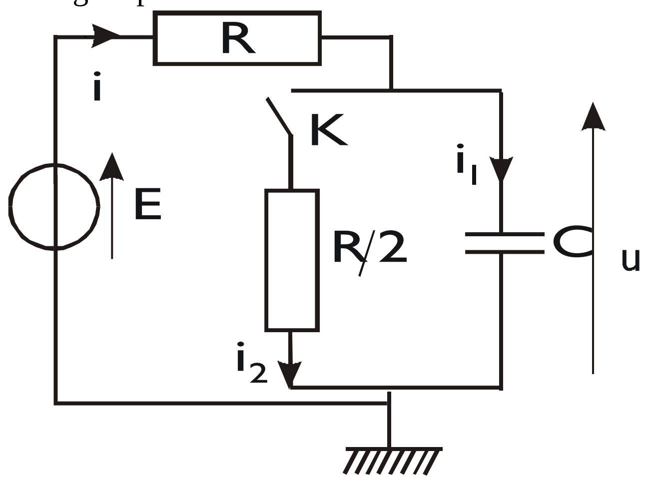
- *Donner un nombre raisonnable de chiffres significatifs.*
- *Arrondir correctement la valeur donnée par la calculatrice.*
- *Ne jamais oublier les unités.*
- *Contrôler que l'ordre de grandeur est raisonnable.*
- *Ne jamais réutiliser le résultat arrondi d'une application numérique précédente (pour éviter les erreurs d'arrondis)*

La notation prendra en compte le respect de ces consignes (aucun point pour un résultat non homogène, des points de rédaction…)

Exercice 1 : Circuit RC

I. Régime transitoire :

Nous considérons le circuit ci-dessous. Nous noterons i, l'intensité dans le résistor de résistance R, i_1 l'intensité dans le condensateur de capacité C, i_2 l'intensité dans le résistor de résistance $R/2$ et $u(t)$ la tension aux bornes du condensateur. L'interrupteur est ouvert depuis très longtemps.



A l'instant $t=0$, pris pour origine des temps, nous fermons l'interrupteur K.

I.1. Préciser i, i_1, i_2 et u à l'instant $t=0^-$, juste avant la fermeture de l'interrupteur .

I.2. Préciser i, i_1, i_2 et u à l'instant $t=0^+$.

I.3. Même question quand t tend vers l'infini.

I.4. Exprimer le courant i en fonction de R, C, u et du/dt puis établir l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$

I.5. Exprimer sa solution $u(t)$ avec les conditions initiales précisées ci-dessus.

I.6. Tracer l'allure de $u(t)$.

II. Régime sinusoïdal :

L'interrupteur est fermé et nous remplaçons le générateur de f.e.m constante par une source idéale de tension de f.e.m. $e(t)=E\sqrt{2}\cos(\omega t)$ où ω représente la pulsation du générateur et E, la tension efficace. On associe le complexe $\underline{u}=U\sqrt{2}\exp(j(\omega t+\varphi))=\underline{U}\exp(j\omega t)$ à la tension $u(t)=U\sqrt{2}\cos(\omega t+\varphi)$ où $\underline{U}=U\sqrt{2}\exp(j\varphi)$. De même, $\underline{E}=E\sqrt{2}$.

II.1. Exprimer la fonction de transfert, $\underline{H}=\dfrac{\underline{U}}{\underline{E}}$ que l'on écrira sous la forme

$\underline{H}=\dfrac{H_0}{1+j\,\omega/\omega_0}$ où on donnera les expressions de H_0 et ω_0 en fonction de R et C.

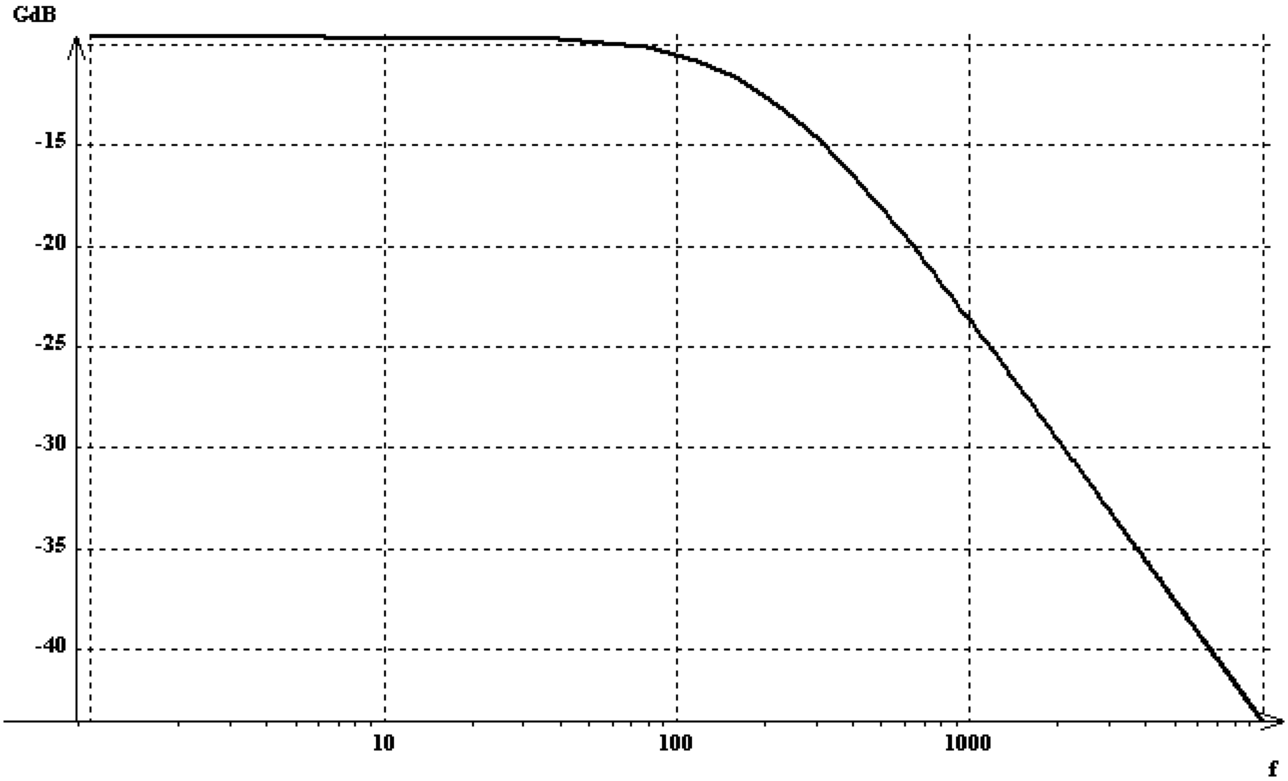
Préciser le module H et le déphasage φ.

II.2. Etablir l'expression littérale de la fréquence de coupure f_c en fonction de R et C.

II.3. On trace le diagramme de Bode en gain en fonction de la fréquence f en échelle semi-log. On obtient le graphe ci-dessous.

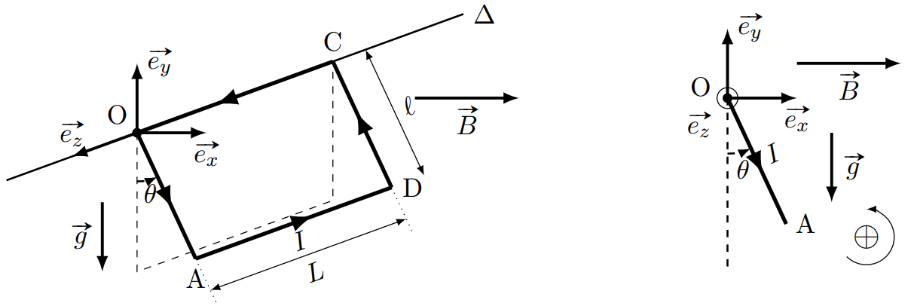
II.3.1. Déterminer graphiquement la valeur de f_c en précisant la méthode utilisée.

II.3.2. En déduire la valeur de la capacité C si $R = 1{,}0.10^3 \Omega$.



<u>Exercice 2</u> : Oscillations d'un cadre métallique

On considère un cadre métallique rectangulaire OADC, rigide et homogène (masse linéique uniforme), de longueur L et de largeur ℓ, capable de tourner autour d'un de ses longs côtés horizontaux CO. L'étude est menée dans le référentiel du laboratoire $\mathcal{R}$, supposé galiléen, auquel on associe le repère cartésien $\{0, \vec{e_x}, \vec{e_y}, \vec{e_z}\}$. Le côté CO est situé sur un axe de rotation Δ (horizontal) fixe dans $\mathcal{R}$, et orienté par le vecteur unitaire $\vec{e_z}$. On note $\vec{g} = -g\vec{e_y}$ le champ de pesanteur d'intensité $g = \|\vec{g}\|$, $\vec{e_y}$ étant un vecteur unitaire orienté dans le sens vertical ascendant. On note θ l'angle qui repère le vecteur OA par rapport à la verticale descendante (figure ci-après). On néglige tout frottement, dont ceux de la liaison pivot, supposée parfaite.



On note m la masse du cadre et J_z son moment d'inertie par rapport à l'axe Δ. Une alimentation, non représentée sur la figure, impose un courant stationnaire, d'intensité I le long du cadre, dans le sens indiqué sur la figure ($I > 0$). Enfin, le cadre est immergé dans un champ magnétique uniforme et stationnaire $\vec{B} = B\vec{e_x}$ où $B > 0$. On néglige l'auto-induction dans le cadre.

I – Sans champ magnétique

Dans cette partie on étudie le cas où B = 0 (et I = 0).

Q1. Exprimer Γ_P le moment scalaire du poids du cadre par rapport à Δ (orienté) en fonction de m, g, θ et ℓ.

Q2. Etablir l'équation différentielle du mouvement du cadre.

Q3. A un instant pris comme origine temporelle (t=0), on lance le cadre depuis la position initiale $\theta(0) = 0$ avec une vitesse angulaire initiale $\dot{\theta}(0)$. Déterminer $\dot{\theta}(0)$ afin que le cadre puisse atteindre la position $\theta = \frac{\pi}{2}\ rad$ avec une vitesse nulle.

Q4. On modifie les conditions de lancement de sorte qu'à l'état initial :

$$\theta(0) = 0 \text{ et } \dot{\theta}(0) = \left(\frac{3mgl}{J_z}\right)^{1/2}$$

Déterminer la valeur absolue de la vitesse angulaire minimale notée $\dot{\theta_m}$ atteinte par le cadre au cours de son mouvement.

II- Cadre plongé dans un champ magnétique

Dans cette partie on étudie le cas où B ≠ 0 (et I ≠ 0). On rappelle que le courant I est constant car imposé par un générateur de courant.

Q5. Exprimer Γ_L le moment scalaire des forces de Laplace qui s'exercent sur le cadre par rapport à Δ (orienté) en fonction de I, B, L, θ et ℓ.

Q6. Déterminer la ou les positions angulaires d'équilibre θ_e du cadre.

Q7. Exprimer la période T du mouvement du cadre au voisinage de sa position d'équilibre stable.