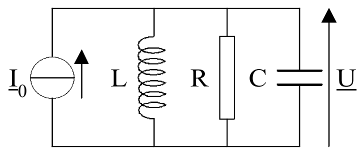
EPL - SESSION 1998
ÉNONCÉ

Questions liées.

[1,2,3,4,5,6,7] [8,9,10,11,12,13,14] [15,16,17,18,19,20,21] [22,23,24,25,26,27] [28,29,30]

1. Une source idéale de courant sinusoïdal de pulsation ω, dont la valeur efficace du courant électromoteur est I_0, alimente un circuit constitué d'une bobine de coefficient d'auto-inductance L, d'un résistor de résistance R et d'un condensateur de capacité C connectés en parallèle (*cf. figure ci-contre*). Calculer la puissance moyenne $\mathcal{P}$ fournie par la source de courant et montrer qu'elle passe par un maximum $\mathcal{P}_{max}$ pour $\omega = \omega_0$ tel que :



a) $\omega_0 = \dfrac{1}{LC}$ b) $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ c) $\omega_0 = LC$ d) $\omega_0 = \sqrt{LC}$

2. Si l'on pose $x = \dfrac{\omega}{\omega_0}$ la puissance moyenne $\mathcal{P}$ peut se mettre sous la forme $\mathcal{P} = \dfrac{\mathcal{P}_{max}}{1 + Q^2\left(x - \dfrac{1}{x}\right)^2}$ à condition que :

a) $\mathcal{P}_{max} = RI_0^2$ et $Q = \dfrac{1}{RL\omega_0}$ b) $\mathcal{P}_{max} = RI_0^2$ et $Q = \dfrac{1}{RC\omega_0}$

c) $\mathcal{P}_{max} = RI_0^2$ et $Q = RC\omega_0$ d) $\mathcal{P}_{max} = RI_0^2$ et $Q = \dfrac{L\omega_0}{R}$

3. La bande passante du circuit, $\Delta\omega = |\omega_1 - \omega_2|$, où ω_1 et ω_2 sont les pulsations pour lesquelles $\mathcal{P} = \dfrac{\mathcal{P}_{max}}{2}$ vaut :

a) $\Delta\omega = \dfrac{1}{Q}$ b) $\Delta\omega = \dfrac{Q}{\omega_0}$ c) $\Delta\omega = \omega_0 Q$ d) $\Delta\omega = \dfrac{\omega_0}{Q}$

4. La valeur maximale U_{max} de la tension U aux bornes du générateur est :

a) $U_{max} = RI_0$ b) $U_{max} = QRI_0$ c) $U_{max} = \dfrac{RI_0}{Q}$ d) $U_{max} = \dfrac{QRI_0}{\sqrt{4Q^2 - 1}}$

5. Le courant I_C qui circule dans le condensateur s'écrit :

a) $I_C = \dfrac{Q^2 I_0}{x\sqrt{1+Q^2\left(x-\dfrac{1}{x}\right)^2}}$ b) $I_C = \dfrac{QI_0}{x\sqrt{1+Q^2\left(x-\dfrac{1}{x}\right)^2}}$

c) $I_C = \dfrac{xI_0}{\sqrt{1+Q^2\left(x-\dfrac{1}{x}\right)^2}}$ d) $I_C = \dfrac{xQI_0}{\sqrt{1+Q^2\left(x-\dfrac{1}{x}\right)^2}}$

6. Le courant I_C qui circule dans le condensateur passe par une valeur maximale I_{Cmax} pour :

a) $Q > \dfrac{1}{\sqrt{2}}$ et $x = \dfrac{Q\sqrt{2}}{\sqrt{2Q^2 - 1}}$ b) $Q < \sqrt{2}$ et $x = \dfrac{Q\sqrt{2}}{\sqrt{1 - 2Q^2}}$

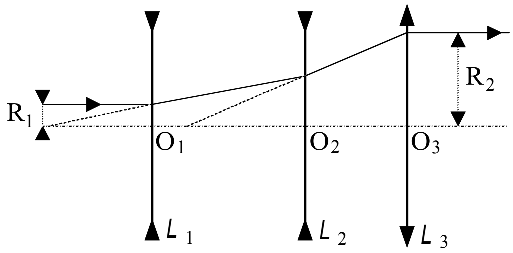
c) $Q > \sqrt{2}$ et $x = \dfrac{1}{\sqrt{2Q^2 - 1}}$ d) $Q < \dfrac{1}{\sqrt{2}}$ et $x = \dfrac{Q}{\sqrt{1 - 2Q^2}}$

7. Le courant I_{Cmax} vaut :

a) $I_{C\,max} = \dfrac{I_0 Q^2}{\sqrt{2Q^2 - 1}}$ b) $I_{C\,max} = \dfrac{2 I_0 Q}{\sqrt{2Q^2 - 1}}$

c) $I_{C\,max} = \dfrac{2 I_0 Q^2}{\sqrt{4Q^2 - 1}}$ d) $I_{C\,max} = \dfrac{I_0 Q}{4Q^2 - 1}$

8. On considère un système de trois lentilles minces $\mathcal{L}_1$, $\mathcal{L}_2$ et $\mathcal{L}_3$, de centres optiques O_1, O_2 et O_3 et de distances focales images respectives f_1, f_2 et f_3. Les lentilles $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$ sont divergentes. La lentille $\mathcal{L}_3$ est convergente.
On pose $a = \overline{O_1O_2}$ et $b = \overline{O_2O_3}$ (*cf. figure ci-contre*).



Les distances a et b sont réglées de façon à ce qu'un faisceau cylindrique de rayon R_1 dont l'axe est l'axe optique du système donne en sortie un faisceau cylindrique de même axe et de rayon $R_2 > R_1$. un tel système est :

a) Afocal b) Divergent c) Convergent d) Catadiotrique

9. Pour que le système ait la propriété demandée, il faut que :

a) l'image donnée par $\mathcal{L}_2$ du foyer objet de $\mathcal{L}_1$ soit au foyer image de $\mathcal{L}_3$
b) l'image donnée par $\mathcal{L}_3$ du foyer image de $\mathcal{L}_2$ soit au foyer image de $\mathcal{L}_1$
c) l'image donnée par $\mathcal{L}_2$ du foyer image de $\mathcal{L}_1$ soit au foyer objet de $\mathcal{L}_3$
d) l'image donnée par $\mathcal{L}_1$ du foyer objet de $\mathcal{L}_2$ soit au foyer objet de $\mathcal{L}_1$

10. Déduire, de l'application de la relation de conjugaison de Descartes, une relation entre a, b, f_1, f_2 et f_3.

a) $\dfrac{1}{b - f_3} - \dfrac{1}{f_1 - a} = \dfrac{1}{f_2}$ b) $\dfrac{1}{a - f_2} - \dfrac{1}{f_1 - b} = \dfrac{1}{f_3}$

c) $-\dfrac{1}{b - f_1} + \dfrac{1}{b - f_2} = \dfrac{1}{f_2}$ d) $-\dfrac{1}{a - b} + \dfrac{1}{f_3 - f_2} = \dfrac{1}{f_1}$

11. Exprimer, à l'aide de considérations géométriques simples sur le schéma de la figure ci-dessus, le rapport R_2/R_1.

a) $\dfrac{R_2}{R_1} = -\dfrac{f_2}{f_3}\left(\dfrac{b - f_1}{f_3 - a}\right)$ b) $\dfrac{R_2}{R_1} = -\dfrac{f_1}{f_3}\left(\dfrac{a - f_2}{f_1 - b}\right)$

c) $\dfrac{R_2}{R_1} = -\dfrac{f_2}{f_1}\left(\dfrac{f_2 - f_1}{f_3 - f_1}\right)$ d) $\dfrac{R_2}{R_1} = -\dfrac{f_3}{f_1}\left(\dfrac{f_1 - a}{f_3 - b}\right)$

12. Déduire la valeur de a.

a) $a = f_3 + f_1\left(1 + \dfrac{R_1 f_2}{R_2 f_3}\right)$ b) $a = f_1 + f_2\left(1 + \dfrac{R_2 f_1}{R_1 f_3}\right)$

c) $a = f_1 + f_3\left(1 + \dfrac{R_1 f_3}{R_2 f_1}\right)$ d) $a = f_3 + f_2\left(1 + \dfrac{R_2 f_2}{R_1 f_1}\right)$

13. Déduire la valeur de b.

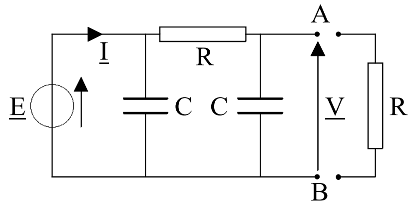
a) $b = f_3 + f_2\left(1+\dfrac{R_1 f_3}{R_2 f_1}\right)$ b) $b = f_3 + f_1\left(1+\dfrac{R_2 f_2}{R_1 f_3}\right)$

c) $b = f_2 + f_3\left(1+\dfrac{R_1 f_1}{R_2 f_1}\right)$ d) $b = f_1 + f_2\left(1+\dfrac{R_2 f_2}{R_1 f_1}\right)$

14. On donne : $|f_1| = 20$ mm , $|f_2| = 20$ mm , $|f_3| = 200$ mm , $R_2/R_1 = 20$. Calculer l'encombrement $d = \overline{O_1O_3}$ du système.

a) d = 23 cm b) d = 19 cm c) d = 15 cm d) d = 9 cm

15. Un générateur de tension sinusoïdale, de force électromotrice d'amplitude complexe efficace $\underline{E}$, de pulsation ω et de résistance interne négligeable, alimente un réseau constitué de deux condensateurs identiques de capacité C et d'un résistor de résistance R connectés suivant le schéma de la figure ci-contre.



Déterminer les caractéristiques du générateur de Thévenin - f.é.m. $\underline{E}_{th}$ et impédance interne $\underline{Z}_{th}$ - équivalent au circuit du point de vue des bornes A et B.

a) $\underline{E}_{th} = \dfrac{\underline{E}}{1+2jCR\omega}$ et $\underline{Z}_{th} = \dfrac{1}{jC\omega(1+jCR\omega)}$ b) $\underline{E}_{th} = \dfrac{\underline{E}}{1+jCR\omega}$ et $\underline{Z}_{th} = \dfrac{R}{1+jCR\omega}$

c) $\underline{E}_{th} = \dfrac{2jCR\omega\underline{E}}{1+jCR\omega}$ et $\underline{Z}_{th} = \dfrac{2R}{1+jCR\omega}$ d) $\underline{E}_{th} = \dfrac{2\underline{E}}{1+jCR\omega}$ et $\underline{Z}_{th} = \dfrac{jR^2C\omega}{1+jCR\omega}$

16. En déduire la fonction de transfert $\underline{T}(j\omega) = \dfrac{\underline{V}}{\underline{E}}$ ainsi que la pulsation de coupure ω_0 à 3 dB du filtre ainsi constitué dans le cas où aucune impédance ne charge le filtre.

a) $\underline{T}(j\omega) = \dfrac{1}{1+jCR\omega}$ et $\omega_0 = \dfrac{1}{RC}$ b) $\underline{T}(j\omega) = \dfrac{1}{1+2jCR\omega}$ et $\omega_0 = \dfrac{1}{2RC}$

c) $\underline{T}(j\omega) = \dfrac{jCR\omega}{1+2jCR\omega}$ et $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{2CR}}$ d) $\underline{T}(j\omega) = \dfrac{jCR\omega}{1+jCR\omega}$ et $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{RC}}$

17. Une résistance R est connectée entre les bornes A et B du circuit. Calculer la nouvelle fonction de transfert $\underline{T'}(j\omega)$ ainsi que la nouvelle pulsation de coupure ω'_0 à 3 dB.

a) $\underline{T'}(j\omega) = \dfrac{1}{1+2jCR\omega}$ et $\omega'_0 = \dfrac{1}{2RC}$ b) $\underline{T'}(j\omega) = \dfrac{2}{2+jCR\omega}$ et $\omega'_0 = \dfrac{1}{RC}$

c) $\underline{T'}(j\omega) = \dfrac{2jCR\omega}{1+2jCR\omega}$ et $\omega'_0 = \dfrac{2}{\sqrt{CR}}$ d) $\underline{T'}(j\omega) = \dfrac{1}{2+jCR\omega}$ et $\omega'_0 = \dfrac{2}{RC}$

18. Si on désigne par $\underline{I}$ l'amplitude complexe du courant débité par le générateur, exprimer l'impédance complexe d'entrée $\underline{Z}_e = \dfrac{\underline{E}}{\underline{I}}$ du filtre chargé en fonction de ω.

a) $\underline{Z}_e = \dfrac{R(2+jCR\omega)}{1-R^2C^2\omega^2+3jCR\omega}$ b) $\underline{Z}_e = \dfrac{R(1+2jCR\omega)}{1+R^2C^2\omega^2+jCR\omega}$

c) $\underline{Z}_e = \dfrac{R(1+jCR\omega)}{1+2R^2C^2\omega^2-3jCR\omega}$ d) $\underline{Z}_e = \dfrac{R(1+jCR\omega)}{1+3R^2C^2\omega^2-jCR\omega}$

19. Montrer que pour la valeur de ω égale à la pulsation de coupure ω'_0, ce filtre est équivalent, du point de vue de l'impédance d'entrée, à un dipôle R_1C_1 série dont on calculera la résistance R_1 et la capacité C_1.

a) $R_1 = \frac{R}{3}$ et $C_1 = \frac{7C}{2}$ b) $R_1 = R$ et $C_1 = 2C$

c) $R_1 = \frac{3R}{8}$ et $C_1 = \frac{C}{4}$ d) $R_1 = \frac{2R}{15}$ et $C_1 = \frac{5C}{4}$

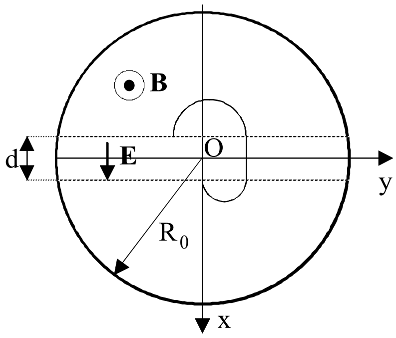
20. Le générateur est réglé sur la pulsation de coupure ω'_0. Calculer la puissance moyenne $\mathcal{P}_g$ fournie par le générateur au filtre.

a) $\mathcal{P}_g = \frac{E^2}{R}$ b) $\mathcal{P}_g = \frac{3E^2}{4R}$ c) $\mathcal{P}_g = \frac{E^2}{4R}$ d) $\mathcal{P}_g = \frac{2E^2}{R}$

21. Calculer, dans les mêmes conditions, la puissance moyenne $\mathcal{P}_u$ recueillie dans la résistance de charge R.

a) $\mathcal{P}_u = \frac{2E^2}{R}$ b) $\mathcal{P}_u = \frac{E^2}{4R}$ c) $\mathcal{P}_u = \frac{E^2}{8R}$ d) $\mathcal{P}_u = \frac{3E^2}{4R}$

22. Dans un cyclotron, des protons non relativistes de masse m et de charge électrique q sont soumis à l'action conjuguée d'un champ électrique **E** et d'un champ magnétique **B** tous deux uniformes. Le champ magnétique, constant, est dirigé suivant l'axe Oz d'un repère $\mathcal{R}$ (O,x,y,z) et règne dans tout l'espace situé à l'intérieur d'un cylindre d'axe Oz et de rayon R_0. Le champ électrique, de forme $\mathbf{E} = E_0 \cos(\omega_0 t)\,\mathbf{e}_x$, n'agit qu'à l'intérieur d'une zone de l'espace comprise entre deux plans parallèles symétriques par rapport au plan yOz et distants de d (cf. figure ci-contre). A l'instant t = 0 un proton se trouve en O avec une vitesse nulle.



Calculer l'augmentation d'énergie cinétique $\Delta\mathcal{E}_c$ de la particule à chaque passage dans la zone où règne le champ électrique. On admettra que pendant tout le temps où le proton se trouve dans cette zone :

- ♦ le champ électrique a sa valeur maximale E_0 et reste sensiblement constant ;
- ♦ l'action du champ magnétique est négligeable.

a) $\Delta\mathcal{E}_c = qE_0d$ b) $\Delta\mathcal{E}_c = qE_0d^2$ c) $\Delta\mathcal{E}_c = \frac{qE_0d}{2}$ d) $\Delta\mathcal{E}_c = 2qE_0d$

23. Déterminer le rayon de courbure R de la trajectoire de la particule dans la zone où règne le champ magnétique lorsque sa vitesse est v.

a) $R = \frac{mB}{qv}$ b) $R = \frac{mvB}{q}$ c) $R = \frac{mv}{qB}$ d) $R = \frac{mB}{qv^2}$

24. Calculer l'intervalle de temps T qui sépare deux accélérations consécutives dans la zone où règne **E**.

a) $T = 2\pi\frac{mv}{qB}$ b) $T = \pi\frac{m}{qB}$ c) $T = \pi\frac{m}{qvB}$ d) $T = \frac{qB}{2\pi mv^2}$

25. Quelle doit être la pulsation ω_0 du champ électrique pour qu'il soit toujours accélérateur ? On négligera le temps de transit dans la zone où règne **E** devant T.

a) $\omega_0 = \frac{qB}{mv}$ b) $\omega_0 = \frac{mv}{qB}$ c) $\omega_0 = \frac{qB}{mv^2}$ d) $\omega_0 = \frac{qB}{m}$

26. Calculer l'énergie cinétique $\mathcal{E}_c$ des protons à la sortie du cyclotron.

a) $\mathcal{E}_c = \frac{q^2B^2R_0^2}{2m}$ b) $\mathcal{E}_c = \frac{R_0^2}{2mq^2B^2}$ c) $\mathcal{E}_c = \frac{qBR_0^2}{2m}$ d) $\mathcal{E}_c = \frac{q^2R_0}{2mB^2}$

27. Calculer le nombre N de tours effectués par une particule avant son éjection de l'appareil.

a) $N = \dfrac{qB^2R_0^2d}{2mE_0d}$ b) $N = \dfrac{qBR_0^2d}{2mE_0q}$ c) $N = \dfrac{qB^2R_0d}{2mE_0}$ d) $N = \dfrac{qB^2R_0^2}{4mE_0d}$

28. Un réfrigérateur fonctionne de façon réversible entre deux sources S_c et S_f de températures constantes T_c = 300 K et T_f = 263 K respectivement. On désigne par W le travail reçu par la machine et par Q_c et Q_f les quantités de chaleur échangées avec les sources chaude et froide respectivement au cours d'un cycle. Calculer l'efficacité η_r du réfrigérateur.

a) $\eta_r = 0{,}53$ b) $\eta_r = 0{,}65$ c) $\eta_r = 5{,}72$ d) $\eta_r = 7{,}11$

29. En réalité, il existe des causes d'irréversibilité dans le fonctionnement de la machine. On constate que le rapport des quantités de chaleur Q_c et Q_f échangées au cours d'un cycle avec les sources chaude et froide respectivement est lié au rapport des températures des sources par la relation $\dfrac{|Q_c|}{|Q_f|} = k\dfrac{T_c}{T_f}$ où k est une constante positive.

Trouver l'efficacité η_i de la machine dans le cas où k = 1,2.

a) $\eta_i = 2{,}71$ b) $\eta_i = 0{,}75$ c) $\eta_i = 5{,}63$ d) $\eta_i = 0{,}55$

30. On désigne par S_p l'entropie produite au cours d'un cycle. Calculer le rapport $\dfrac{S_p}{W}$.

a) $\dfrac{S_p}{W} = 9.10^{-2}\,K^{-1}$ b) $\dfrac{S_p}{W} = 5.10^{-1}\,K^{-1}$ c) $\dfrac{S_p}{W} = 2.10^{-3}\,K^{-1}$ d) $\dfrac{S_p}{W} = 3.10^{-3}\,K^{-1}$