



CONCOURS ENGINIUS 2019

Épreuve de PHYSIQUE

Informations sur l'épreuve

Barème	10
Durée	45 minutes
Calculatrice autorisée	Oui

Merci de ne rien inscrire sur le sujet.

Pour chaque question du QCM, choisir la ou les bonne(s) réponse(s).

Les réponses sont à inscrire sur la grille fournie. Seule cette grille sera corrigée.

Les questions sont largement indépendantes entre elles.

Le sujet comporte 5 pages.

Question 1 - Lentille

On considère un appareil photographique composé d'une lentille de vergence 20 m^{-1} et d'un capteur. La lentille forme l'image d'un objet situé à $2,0\text{ m}$ d'elle sur le capteur. Quelle est la distance entre la lentille et le capteur ?

- A) 4,9 cm
- B) 5,1 cm
- C) 4,5 mm
- D) 4,5 cm

Question 2 - Lois de Snell-Descartes

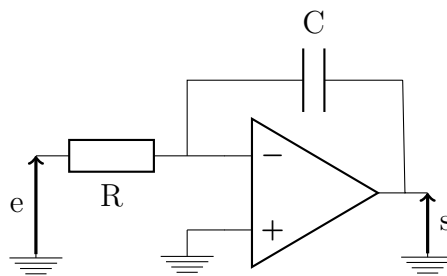
On considère un rayon incident sur un dioptré plan. On note i_1 l'angle entre le rayon incident et la normale, i_2 l'angle entre le rayon réfracté et la normale et i' l'angle entre le rayon réfléchi et la normale. On note n_1 l'indice optique du milieu où se trouve le rayon incident et n_2 celui où se trouve le rayon réfracté.

Laquelle (lesquelles) de ces affirmations est (sont) correcte(s) ?

- A) Si $n_1 < n_2$, le rayon réfléchi peut ne pas exister.
- B) Si $n_1 > n_2$, le rayon réfracté peut ne pas exister.
- C) $n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$
- D) Les rayons incident, réfléchi et réfracté appartiennent tous à un même plan.

Question 3 - Filtre électronique

Dans le circuit ci-dessous, l'amplificateur linéaire intégré (ALI) est supposé idéal. On note e l'entrée du filtre et s sa sortie.



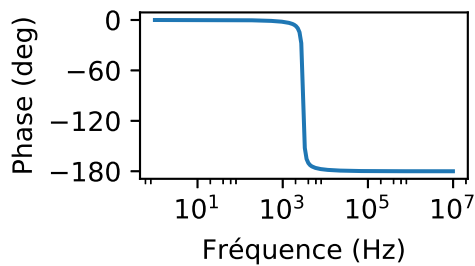
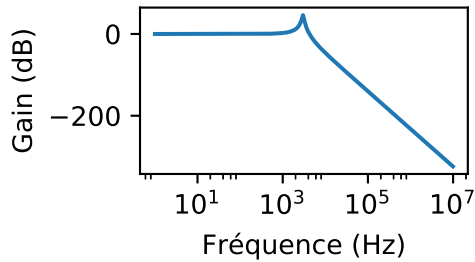
En notant ω la pulsation, le filtre électronique schématisé ci-dessus a pour fonction de transfert :

- A) $\underline{H} = \frac{jRC\omega}{1 + jRC\omega}$
- B) $\underline{H} = \frac{1}{1 + jRC\omega}$
- C) $\underline{H} = \frac{-1}{jRC\omega}$
- D) $\underline{H} = -jRC\omega$

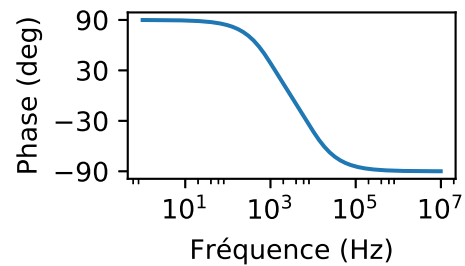
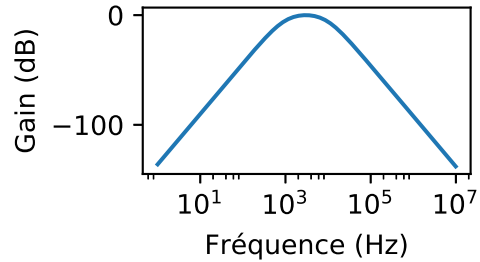
Question 4 - Fonction de transfert

La fonction de transfert $\underline{H} = \frac{H_0}{1 + jQ(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})}$, avec $H_0 = 1$, $\omega_0 = 3 \times 10^3 \text{ rad s}^{-1}$ et $Q = 10$, correspond au diagramme de Bode :

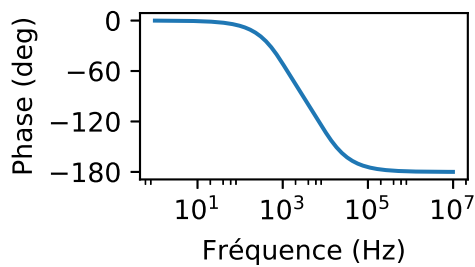
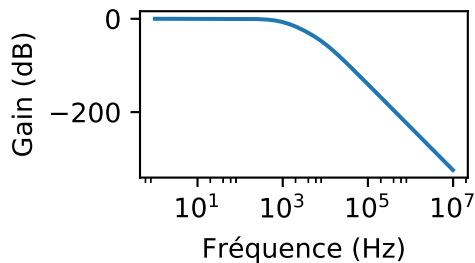
A)



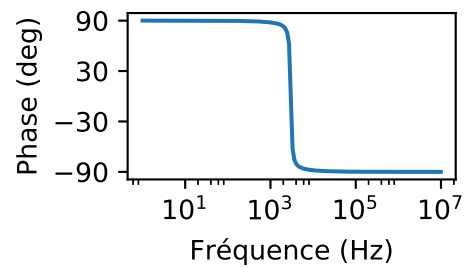
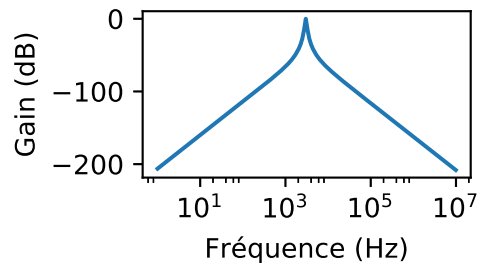
B)



C)



D)



Question 5 - Conservation de la charge

En notant ρ la densité volumique de charge et \vec{j} le vecteur densité de courant électrique, l'équation de conservation de la charge s'écrit :

A) $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\vec{j}) = 0$

B) $\vec{j} = \overrightarrow{\text{grad}}(\rho)$

C) $\frac{\partial \rho}{\partial t} - \text{div}(\vec{j}) = 0$

D) $\vec{j} = -\overrightarrow{\text{grad}}(\rho)$

Question 6 - Nombre de Reynolds

En notant U la vitesse d'un fluide, L une longueur caractéristique de l'écoulement, η la viscosité **dynamique** du fluide et ρ sa masse volumique, le nombre de Reynolds est défini comme :

- A) $R_e = \frac{UL}{\eta}$ et $R_e \gg 1$ pour un écoulement laminaire.
 B) $R_e = \frac{UL\eta}{\rho}$ et $R_e \ll 1$ pour un écoulement turbulent.
 C) $R_e = \frac{UL\rho}{\eta}$ et $R_e \gg 1$ pour un écoulement turbulent.
 D) $R_e = \frac{UL}{\rho}$ et $R_e \ll 1$ pour un écoulement turbulent.

Question 7 - Théorème de l'énergie mécanique

On considère un système masse-ressort suspendu verticalement. On note l la longueur du ressort, l_0 sa longueur à vide, k sa constante de raideur, m la valeur de la masse, z son altitude et g l'intensité de la pesanteur.

Si on applique le théorème de l'énergie mécanique, on obtient l'équation :

- A) $\frac{1}{2}m\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 + k(l - l_0) + mgz = \text{constante}$ B) $m\frac{d^2z}{dt^2} + k(l - l_0) + mgz = \text{constante}$
 C) $\frac{1}{2}m\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 + k(l - l_0) + mg = \text{constante}$ D) $\frac{1}{2}m\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}k(l - l_0)^2 + mgz = \text{constante}$

Question 8 - Thermodynamique

On considère un moteur thermique fonctionnant entre une source chaude à la température T_c à laquelle il fournit une chaleur Q_c et une source froide à la température T_f à laquelle il fournit une chaleur Q_f . On note W le travail fourni par ce moteur.

Parmi ces affirmations, laquelle (lesquelles) est (sont) correcte(s) :

- A) $Q_c + Q_f + W = 0$ B) Le rendement est défini par $\eta = \left| \frac{W}{Q_c} \right|$
 C) Le rendement est défini par $\eta = \left| \frac{W}{Q_c + Q_f} \right|$ D) Le rendement vérifie $\eta \geq 1 - \frac{T_f}{T_c}$

Question 9 - Condensateur plan

Un condensateur plan est constitué de deux armatures planes en regard, séparées par du vide. Les deux armatures ont une surface $S = 10 \text{ cm}^2$ et sont distantes de $l = 2 \text{ mm}$. On donne la permittivité diélectrique du vide $\epsilon_0 = 8,9 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$ et la perméabilité magnétique du vide $\mu_0 = 1,3 \times 10^{-6} \text{ H m}^{-1}$.

La capacité de ce condensateur est :

A) 2200 pF

B) 45 pF

C) 4,5 pF

D) 22 pF

Question 10 - Approximation des régimes quasi-stationnaires

Dans l'approximation des régimes quasi-stationnaires (ARQS) magnétique, les équations de Maxwell s'écrivent :

$$\begin{aligned} \text{A) } \operatorname{div} \vec{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \operatorname{rot} \vec{E} &= \vec{0} \\ \operatorname{div} \vec{B} &= 0 \\ \operatorname{rot} \vec{B} &= \mu_0 \vec{j} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{B) } \operatorname{div} \vec{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \operatorname{div} \vec{B} &= 0 \\ \operatorname{rot} \vec{B} &= \mu_0 \vec{j} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C) } \operatorname{div} \vec{E} &= 0 \\ \operatorname{rot} \vec{E} &= \vec{0} \\ \operatorname{div} \vec{B} &= 0 \\ \operatorname{rot} \vec{B} &= \mu_0 \vec{j} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{D) } \operatorname{div} \vec{E} &= 0 \\ \operatorname{rot} \vec{E} &= \vec{0} \\ \operatorname{div} \vec{B} &= 0 \\ \operatorname{rot} \vec{B} &= \mu_0 \vec{j} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \end{aligned}$$