

CONCOURS D'ADMISSION 2025

Annales – Master SON

- Phase 1 : Dossier
- Phase 2 : QCM d'électricité – électronique
- Phase 2 : Épreuve de Mathématiques–
Physique

CONCOURS D'ADMISSION 2025

Master Son

Dossier – Phase 1

Le dossier que vous devez rendre constitue un travail personnel et doit donc être réalisé par vous exclusivement.

Respect de l'anonymat : vous ne devez en aucun cas intégrer un élément permettant de vous identifier formellement (y compris dans les documents sonores).

Tout manquement à ces règles pourra entraîner votre exclusion.

Votre dossier sera composé de 2 éléments :

- **Un fichier audio au format WAV**

Cet élément devra respecter la nomenclature suivante : *numéro-de-candidat_creation_sonore*

Exemple : *CC2303_creation_sonore*

- **Un document texte au format PDF**, dactylographié en police Times New Roman ou Arial, taille 12, interligne 1,5. Vous devrez renseigner en bas de chaque page votre numéro de candidat.

Cet élément devra respecter la nomenclature suivante : *numéro-de-candidat_dossier*

Exemple : *CC2303_dossier*

Vous devrez envoyer votre dossier au plus tard le **vendredi 21 février 2025 à 15h00**, à l'adresse concoursson2025@ens-louis-lumiere.fr.
Passé ce délai, aucun dossier ne sera accepté.

Pour ne pas risquer un refus d'envoi dû au dépassement des tailles maximum des messages autorisés par votre messagerie, vous pouvez opter pour un logiciel type WeTransfer et nous envoyer le lien de téléchargement.

Partie 1 – Questions personnelles

1A. Exposez de façon argumentée et détaillée votre intérêt pour les techniques et cultures sonores.

Maximum 2 500 caractères espaces compris.

1B. Expliquez comment vous envisagez votre avenir professionnel et les raisons du choix de cette école.

Maximum 2 500 caractères espaces compris.

N'oubliez pas de respecter l'anonymat.

Partie 2 – Création sonore

Proposez une création sonore de 3 minutes maximum autour du thème « Couloirs ». Cette création personnelle devra avoir une dimension narrative et sera sans contrainte de forme et de contenu (fiction ou documentaire). Les sons pourront être d'archives, de synthèse ou enregistrés par vous-même.

Cette pièce sonore sera évaluée sur son originalité et sa qualité artistique, voire sa dimension expérimentale.

NB : Le fichier doit être rendu au format WAV (48 kHz / 16 bits) et ne devra pas excéder le temps maximum autorisé. Le nom de fichier doit impérativement respecter la nomenclature suivante, sans espace, ni accent : `numero-de-candidat_creation_sonore.wav` (exemple : `CC2303_creation_sonore.wav`).

En cas de non-respect du format et/ou de la durée, le travail ne sera pas pris en compte.

Partie 3 – Analyse sonore

À partir des trois extraits de films, vous proposerez une analyse comparée du rôle du son autour de la thématique « *Synchrone et asynchrone* ». Vous produirez un texte (maximum 8 000 caractères espaces compris) examinant les ressorts formels et discursifs de ces œuvres, en vous attachant principalement aux aspects sonores, mais sans oublier de les mettre en relation avec les autres dimensions cinématographiques (mise en image, montage, ou tout autre aspect qui vous semblerait pertinent).

Les trois extraits doivent être exploités et mis en relation. Aucune connaissance des œuvres dont ils proviennent n'est requise, l'analyse devant rester centrée sur ces extraits.

Extrait 1 : HITCHCOCK, Alfred, *L'Homme qui en savait trop*. 1956. Swashbuckler Films.

Extrait 2 : MARKER, Chris, *La Jetée*. 1962.

Extrait 3 : COPPOLA, Francis Ford, *Apocalypse Now*. 1979. Pathé Films.

CONCOURS D'ADMISSION 2025

Master Son

QCM d'électricité-électronique – Phase 2

Durée de l'épreuve : 1 h 15

Coefficient : 1

Les calculatrices ne sont pas autorisées.

Barème appliqué :

Réponse correcte	+5 points
Réponse incorrecte	-2 points
Abstention	0 point

Dans cette épreuve, chaque question comporte plusieurs items (propositions, affirmations).

Pour chaque proposition, vous devez inscrire "V" (pour vrai) dans la case "Vrai" lorsque l'affirmation est jugée exacte (juste, correcte, vraie) ; dans ce cas, il ne faut pas inscrire "F" (pour faux) dans la case "Faux" correspondante.

Pour chaque proposition, vous devez inscrire "F" (pour faux) dans la case "Faux" lorsque l'affirmation est jugée inexacte (erronée, incorrecte, fausse) ; dans ce cas, il ne faut pas inscrire "V" (pour vrai) dans la case "Vrai" correspondante.

A la fin de l'épreuve, il faut rendre l'intégralité de ce document ; il vous incombe de vérifier que le document est complet.

Question 1

On considère le circuit de la figure 1 dans lequel on suppose que les résistances R_1 et R_2 ont des valeurs ohmiques différentes.

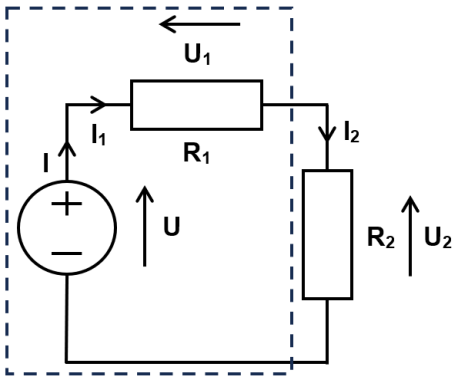


Figure 1

		Vrai	Faux
A	$I = I_1 = I_2$		
B	$U = U_1 + U_2$		
C	$U_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} . U = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2}} . U$		
D	$U_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} . U = \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_1}} . U$		
E	$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{R_1}$		
F	Pour réaliser une adaptation d'impédance en tension, c'est-à-dire pour transférer le maximum de la tension fournie par la source de tension U à la résistance de charge R_2 , il faut que la valeur ohmique de la résistance de charge R_2 soit très petite devant la valeur ohmique de la résistance de source R_1 .		

Question 2

On considère le circuit de la figure 2 dans lequel on suppose que les résistances R_1 et R_2 ont des valeurs ohmiques différentes.

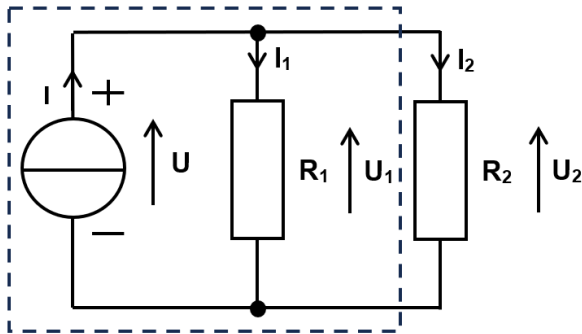


Figure 2

		Vrai	Faux
A	$I = I_1 = I_2$		
B	$U = U_1 + U_2$		
C	$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2}} \cdot I$		
D	$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I = \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \cdot I$		
E	$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_2}{R_1}$		
F	Pour réaliser une adaptation d'impédance en courant, c'est-à-dire pour transférer le maximum de l'intensité du courant fournie par la source de courant I à la résistance de charge R_2 , il faut que la valeur ohmique de la résistance de charge R_2 soit très grande devant la résistance de la résistance de source R_1 .		

Question 3

On considère le montage de la figure 3 dans lequel D_1 et D_2 représentent deux dipôles quelconques.
 V_A , V_B et V_C désignent les potentiels aux points A, B et C respectivement.

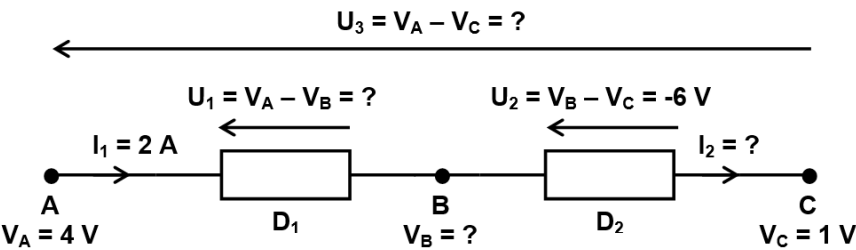


Figure 3

		Vrai	Faux
A	$I_2 = -2\text{ A}$		
B	$U_3 = 3\text{ V}$		
C	$V_B = 5\text{ V}$		
D	$U_1 = 9\text{ V}$		

Question 4

On considère le montage de la figure 4 dans lequel Z_1 et Z_2 représentent les impédances nominales des haut-parleurs HP_1 et HP_2 . On admet que les ensembles (L_1, C_1, Z_1) et (L_2, C_2, Z_2) ont la même pulsation de coupure (ω_c) et le même coefficient de surtension commun (Q) .

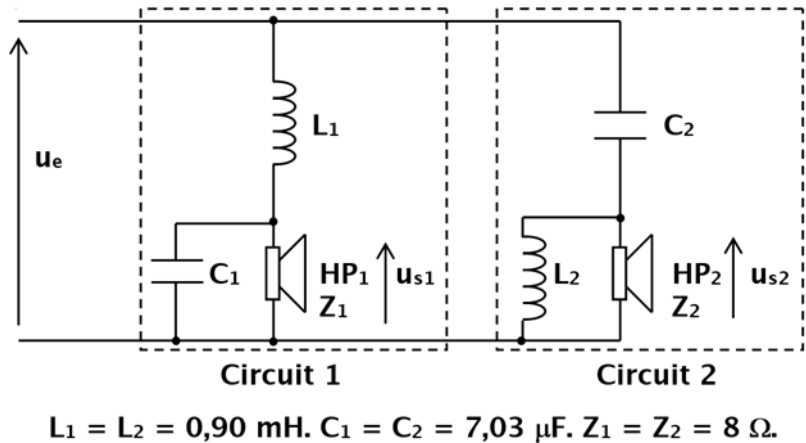


Figure 4

		Vrai	Faux
A	Pour les signaux de très basses fréquences, une bobine se comporte comme une résistance de très forte valeur ohmique.		
B	Pour les signaux de très hautes fréquences, un condensateur se comporte comme une résistance de très faible valeur ohmique.		
C	En régime sinusoïdal, la fonction de transfert du circuit 1, constitué de l'ensemble (L_1, C_1, Z_1) , peut s'écrire sous la forme : $\underline{T}_1 = \frac{U_{s1}}{U_e} = \frac{1}{1 + \frac{1}{Q} \cdot \frac{j\omega}{\omega_c} + \left(\frac{j\omega}{\omega_c}\right)^2}$		
D	En régime sinusoïdal, la fonction de transfert du circuit 1, constitué de l'ensemble (L_1, C_1, Z_1) , tend vers 0 lorsque la pulsation ω tend vers 0.		
E	Le circuit 1 est un filtre passe-haut.		
F	La courbe représentant l'évolution du gain $G_1 = 20 \cdot \log(\underline{T}_1)$ du circuit 1 en fonction de la fréquence a une pente de +12 dB/octave.		
G	HP_1 est un boomer-médium (woofer-médium).		
H	En régime sinusoïdal, la fonction de transfert du circuit 2, constitué de l'ensemble (L_2, C_2, Z_2) , peut s'écrire sous la forme :		

	$\underline{T}_2 = \frac{\underline{U}_{S2}}{\underline{U}_e} \frac{\frac{1}{Q} \cdot \frac{j\omega}{\omega_{C2}}}{1 + \frac{1}{Q} \cdot \frac{j\omega}{\omega_C} + \left(\frac{j\omega}{\omega_C}\right)^2}$		
I	En régime sinusoïdal, la fonction de transfert du circuit 2, constitué de l'ensemble (L ₂ , C ₂ , Z ₂), tend vers 1 lorsque la pulsation ω tend vers $+\infty$.		
J	Le circuit 2 est un filtre passe-bas.		
K	La courbe représentant l'évolution du gain $G_2 = 20 \cdot \log(\underline{T}_2)$ du circuit 2 en fonction de la fréquence à une pente de -12 dB/octave.		
L	HP ₂ est un médium-tweeter.		

Question 5

Le circuit de la figure 5 permet d'obtenir une tension U_U aux bornes d'une résistance R_U à partir d'une source de tension U_A au moyen d'une diode Zener D_Z dont les spécifications sont : U_Z , P_{Zmax} , I_{Zmin} ; U_Z désigne la tension aux bornes de la diode Zener lorsqu'elle fonctionne dans sa zone de claquage ; P_{Zmax} indique la puissance maximale que peut dissiper la diode Zener sans dommage ; I_{Zmin} désigne à l'intensité du courant I_Z en dessous de laquelle la diode Zener ne fonctionne plus dans sa zone de claquage ; R est la résistance série de protection de la diode Zener.

Pour que la diode Zener D_Z fonctionne dans sa zone de claquage, le courant I_Z , qui la traverse, doit satisfaire la double condition suivante : $I_{Zmin} < I_Z < I_{Zmax}$. Dans cette double inégalité, I_{Zmax} correspond à l'intensité du courant I_Z pour laquelle la puissance dissipée dans la diode Zener est égale à P_{Zmax} .

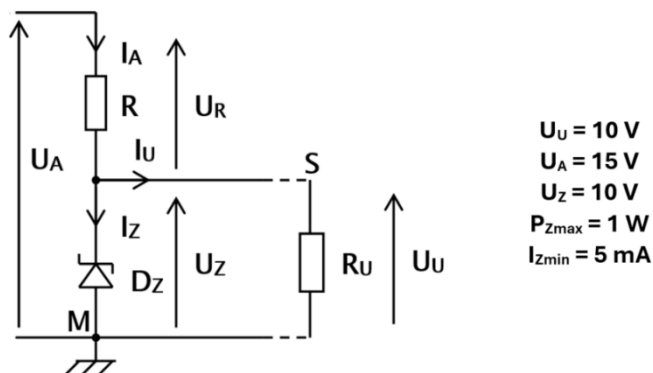


Figure 5

On suppose que la résistance R_U est **déconnectée** de la diode Zener.

		Vrai	Faux
A	$I_{Z_{\max}} = 100 \text{ mA}$.		
B	La résistance R , qui provoquerait le passage de $I_{Z_{\max}}$ dans la diode Zener, doit avoir une valeur ohmique de 50Ω .		
C	La résistance R , qui provoquerait le passage de $I_{Z_{\max}}$ dans la diode Zener, doit pouvoir dissiper une puissance maximale $P_{R_{\max}} = 500 \text{ mW}$.		

On suppose que la résistance R_U est connectée à la diode Zener.

		Vrai	Faux
D	$I_A = I_Z + I_U$		
E	Tant que la diode Zener fonctionne dans sa zone de claquage, la source de tension U_A débite un courant constant I_A de 100 mA et ce quel que soit le courant I_U débité dans la résistance R_U .		
F	La diode Zener fonctionne dans sa zone de claquage tant que la valeur ohmique de la résistance R_U reste inférieure à 100Ω .		

Question 6

On considère le circuit de la figure 6 dans lequel l'amplificateur opérationnel est supposé parfait. Les tensions de saturation de l'amplificateur opérationnel sont : $U_{\text{sat}}^+ = +U_{CC}$ et $U_{\text{sat}}^- = -U_{CC}$. Les tensions d'alimentation de l'amplificateur opérationnel, non représentées sur la figure 6 pour simplifier la lecture du schéma, sont $\pm U_{CC} = \pm 15 \text{ V}$.

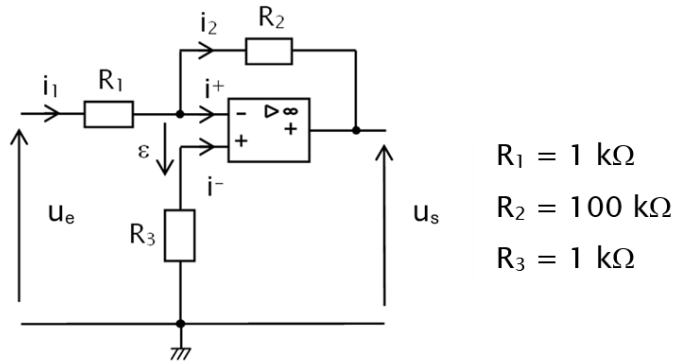


Figure 6

On applique à l'entrée du circuit de la figure 6 un signal de la forme :

$$u_e(t) = 10 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2000 \cdot \pi \cdot t) \text{ (mV)}$$

Dans la relation ci-dessus, le temps t est exprimé en seconde (s).

		Vrai	Faux
A	L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime non-linéaire.		
B	L'amplificateur opérationnel est câblé en amplificateur inverseur.		
C	Le signal u_s a une période de 100 ms.		
D	Le signal u_s varie entre - 1 V et + 1 V.		
E	Le signal u_s est un signal sinusoïdal dont la valeur efficace vaut 1 V.		
F	Les signaux u_e et u_s sont en opposition de phase.		

On applique maintenant à l'entrée du circuit de la figure 6 un signal de la forme :

$$u_e(t) = 1000.\sqrt{2}.\sin(2000.\pi.t) \text{ (mV)}$$

Dans la relation ci-dessus, le temps t est exprimé en seconde (s).

		Vrai	Faux
G	Le signal u_s a une période de 1000 ms.		
H	Le signal u_s varie entre - 141,4 V et + 141,4 V.		
I	Le signal u_s est un signal sinusoïdal dont l'amplitude varie entre - 15 V et + 15 V.		
J	Les signaux u_e et u_s sont en phase.		

Question 7

On suppose que les haut-parleurs HP₁, HP₂, HP₃ et HP₄ des figures 7.1, 7.2, 7.3 et 7.4 sont identiques et ont chacun une impédance nominale de 8 Ω.

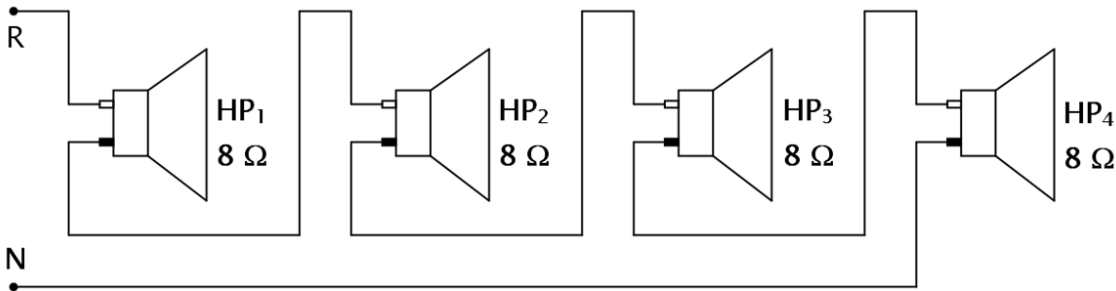


Figure 7.1

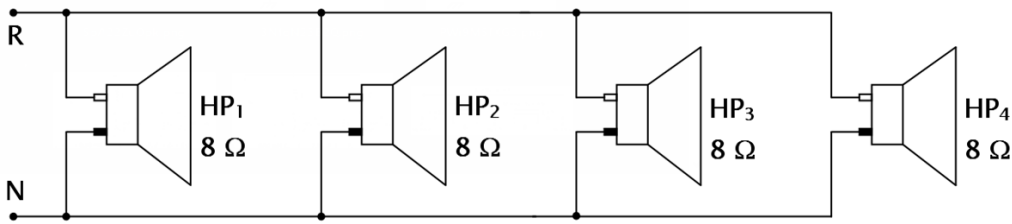


Figure 7.2

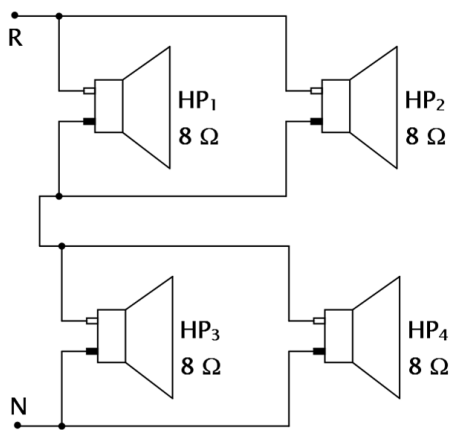


Figure 7.3

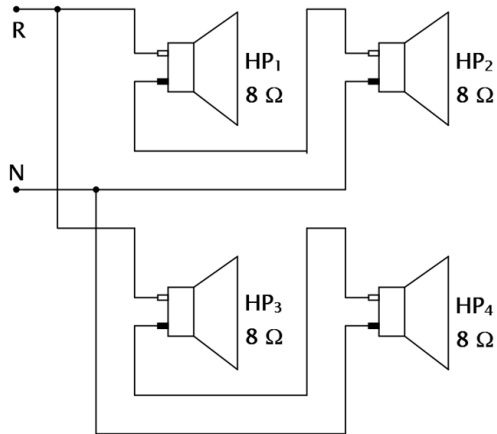


Figure 7.4

Un amplificateur de puissance 128 W/8 Ω est capable de fournir à une charge d'impédance 8 Ω, appelé charge nominale, une puissance efficace maximale de 128 W.

		Vrai	Faux
A	Un amplificateur de puissance 128 W/8 Ω peut fournir à sa charge nominale un courant dont l'intensité efficace maximale vaut 4 A.		
B	L'ensemble de la figure 7.1 peut être utilisé comme charge nominale pour un amplificateur de puissance 128 W/8 Ω.		
C	L'ensemble de la figure 7.2 peut être utilisé comme charge nominale pour un amplificateur de puissance 128 W/8 Ω.		
D	L'ensemble de la figure 7.3 peut être utilisé comme charge nominale pour un amplificateur de puissance 128 W/8 Ω.		
E	L'ensemble de la figure 7.4 peut être utilisé comme charge nominale pour un amplificateur de puissance 128 W/8 Ω.		

CONCOURS D'ADMISSION 2025

TEL +33 (0)1 84 67 00 01
www.ens-louis-lumiere.fr

Master Son

Épreuve de Mathématiques–Physique – Phase 2

Durée de l'épreuve : 1 h 15
Coefficient : 1

Les calculatrices ne sont pas autorisées.

Pour chaque réponse, vous devez indiquer le numéro de la question à laquelle il répond.
Vous attacherez la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction.

Aucun résultat sans démonstration et/ou explication ne sera accepté.

Respect de l'anonymat : aucun nom, élément ou signe distinctif ne doit apparaître sur votre copie, sous peine d'exclusion du concours

Dans le sujet, r désigne une variable spatiale tandis que t désigne une variable temporelle. Ces deux variables sont évidemment réelles. Le nombre imaginaire i est défini par $i^2 = -1$.

Soit la fonction de la variable $p \in \mathbb{C}$, $H(p) = \frac{2p^2 + 3p + 1}{p^2 + p - 12}$.

Question 1 (2 points) Déterminez la décomposition en éléments simples de $H(p)$.

Soit le signal temporel $s(t) = 2 - 3e^{-4t} + 4e^{3t}$ où $t \in \mathbb{R}^+$.

Question 2 (1 point) Déterminez les expressions de $\dot{s}(t)$ et $\ddot{s}(t)$ respectivement les dérivées d'ordre un et deux par rapport au temps de $s(t)$.

Question 3 (1 point) En utilisant les résultats de la question précédente, déduisez l'équation différentielle vérifiée par $s(t)$ ainsi que les deux conditions initiales, si on suppose que cette équation différentielle est de la forme : $\ddot{s}(t) + a\dot{s}(t) + b.s(t) = c$ où $(a, b, c) \in \mathbb{R}^3$.

On considère un repère orthonormé direct $(S, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ où le point d'origine S est supposé correspondre à une source acoustique ponctuelle émettant le signal de pression $s(t)$ dans la direction $\vec{e}_x$. On s'intéresse au point de captation $M(r, 0, 0)$ avec $r \in \mathbb{R}^{+*}$ où on reçoit le signal $s_1(r, t) = s(t - \frac{r}{c_0})$. Le signal $s(t)$ est supposé correspondre à une fonction au moins de classe $\mathcal{C}^2$ sur $\mathbb{R}^+$ et c_0 à une vitesse constante strictement positive.

Question 4 (1 point) A quoi correspondent physiquement la grandeur c_0 et la quantité $\frac{r}{c_0}$?

Question 5 (1 point) Quelle est l'équation vérifiée par les dérivées partielles d'ordre 1, $\frac{\partial s_1(r, t)}{\partial t}$ et $\frac{\partial s_1(r, t)}{\partial r}$?

Question 6 (1 point) Quelle est l'équation vérifiée par les dérivées partielles d'ordre 2, $\frac{\partial^2 s_1(r, t)}{\partial t^2}$ et $\frac{\partial^2 s_1(r, t)}{\partial r^2}$?

On considère le choc élastique entre deux particules indéformables de même masse m , animées respectivement des vitesses $\vec{v}_{1i}$ et $\vec{v}_{2i}$ avant le choc, et, $\vec{v}_{1f}$ et $\vec{v}_{2f}$ après le choc.

Question 7 (1 point) Déterminez les expressions des deux principes de conservation associés à ce choc élastique.

On rappelle que $\vec{a}^2 - \vec{b}^2 = (\vec{a} - \vec{b}).(\vec{a} + \vec{b}), \forall (\vec{a}, \vec{b})$.

Question 8 (1 point) Quelles sont les expressions de $\vec{v}_{1f}$ et $\vec{v}_{2f}$ en fonction de $\vec{v}_{1i}$ et $\vec{v}_{2i}$? Quel constat peut-on alors proposer ?

Soit $H_0(\omega)$ la fonction de transfert, c'est-à-dire le rapport entre les tensions d'entrée et de sortie d'un quadripôle, en régime sinusoïdal :

$$H_0(\omega) = \frac{\omega_0}{\omega_0 + i\omega},$$

dans laquelle on suppose que les pulsations ω et ω_0 sont telles que $\omega \in \mathbb{R}^{+*}$ et $\omega_0 \in \mathbb{R}^{+*}$.

Question 9 (0,5 point) Déterminez les expressions respectives du gain linéaire $G(\omega)$ et du gain en décibels $G_{dB}(\omega)$ associés à $H_0(\omega)$.

Question 10 (1 point) Quelles sont les équations des asymptotes en basse fréquence $G_{dB}(\omega \mapsto 0)$ et en haute fréquence $G_{dB}(\omega \mapsto +\infty)$? Quelles sont les coordonnées du point d'intersection de ces deux asymptotes ?

Question 11 (1 point) Proposez l'allure du tracé de $G_{dB}(\omega)$ en fonction de ω . Vous veillerez à indiquer sur le tracé les informations nécessaires concernant les courbes asymptotes en basse et en haute fréquences. Puis, à partir du tracé, déduisez la fonction réalisée par ce filtre.

Soient ω_1 et ω_2 deux pulsations telles que : $(\omega_1, \omega_2) \in \mathbb{R}^{+*} \times \mathbb{R}^{+*}$ avec $0 < \omega_1 < \omega_2$. On considère les fonctions de transfert $H_1(\omega)$ et $H_2(\omega)$, dans lesquelles $\omega \in \mathbb{R}^{+*}$, définies par :

$$H_1(\omega) = \frac{\omega_1}{\omega_1 + i\omega}, \quad H_2(\omega) = \frac{\omega_2}{\omega_2 + i\omega}$$

Question 12 (1 point) Calculez l'expression de la fonction de transfert $H(\omega)$ définie par :

$$H(\omega) = H_2(\omega) - H_1(\omega).$$

Par ailleurs, la fonction de transfert $H(\omega)$ peut s'écrire sous la forme :

$$H(\omega) = A \cdot H_3(\omega) \cdot H_2(\omega)$$

dans laquelle A est une constante et $H_3(\omega)$ une fonction de transfert.

Question 13 (1 point) Déterminez les expressions de A et de $H_3(\omega)$.

Question 14 (1 point) Quelles sont alors les fonctions associées à $H_3(\omega)$ et $H(\omega)$?

Pour mesurer la vitesse c_0 du son loin de toute source sonore et de tout obstacle, c'est-à-dire dans des conditions proches de celles en champ libre, on peut utiliser un système de mesure constitué de deux microphones omnidirectionnels M_1 (situé à une distance d_1 de la source sonore) et M_2 (situé à une distance d_2 de la source sonore) fixés sur une tige rigide pointant vers la source sonore. On admet que la distance $d = d_2 - d_1$ séparant les deux microphones M_1 et M_2 est connue avec une grande précision. On suppose que le son émis par la source sonore parvient au microphone M_1 à l'instant $t = t_1$ et au microphone M_2 à l'instant $t = t_2$.

Question 15 (0,5 point) Déterminez l'expression permettant de calculer la vitesse moyenne du signal émis pour passer du microphone M_1 au microphone M_2 .

Question 16 (1 point) Si on ne met en œuvre que ce dispositif, indiquez, avec les justifications nécessaires, si on peut conclure quant à la nature physique des phénomènes permettant le passage de la pression acoustique du microphone M_1 au microphone M_2 .

En acoustique, dans le cadre d'une première approche, on suppose que l'air se comporte comme un gaz parfait et on définit, en chaque point du milieu considéré, des champs de pression p , de masse volumique ρ et de température T . Et, pour un gaz parfait, ces trois grandeurs sont supposées reliées par la loi $p \cdot \rho^{-1} = r_{00} \cdot T$ où $r_{00} = R/M$ avec R la constante molaire des gaz parfaits et M la masse molaire de l'air.

Dans la suite, on ne considère que les phénomènes se produisant selon une direction choisie comme premier axe du repère de travail. On suppose que la source est située à l'origine du repère. On note r la distance séparant la source du point d'étude. En plus de dépendre de l'espace, les phénomènes étudiés dépendent également du temps t . De plus, grâce à l'hypothèse de gaz parfait, on définit la célérité du son c_0 par la relation $c_0^2 = \gamma \cdot r_{00} \cdot T$; γ correspondant à la constante des gaz parfaits.

Question 17 (0,5 point) Quelle est l'expression de c_0 en fonction de p et de ρ ?

Toujours, dans le cadre d'une première approche, loin de toute source et de tout obstacle, et donc en champ libre, on peut considérer que les phénomènes étudiés obéissent à une transformation adiabatique réversible.

Question 18 (0,5 point) Comment s'écrit la loi de transformation adiabatique réversible ?

On suppose, en plus, que toutes les grandeurs physiques sont associées à des différentielles totales exactes. Ainsi, par exemple, pour la pression p , on a une différentielle dp définie par :

$$dp = \frac{\partial p}{\partial r} \cdot dr + \frac{\partial p}{\partial t} \cdot dt.$$

Question 19 (1 point) Montrez que l'on a $\frac{\partial p}{\partial x} = c_0^2 \cdot \frac{\partial \rho}{\partial x}$ où la variable x correspond à r ou à t .

Pour compléter le problème, on doit considérer les équations de conservation de la quantité de mouvement et de la masse. En projection suivant la direction considérée, ces équations s'écrivent respectivement :

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \frac{\partial v}{\partial r} = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial r},$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho \cdot v)}{\partial r} = 0.$$

v correspond à la projection de la vitesse des particules fluides (air) sur la direction des phénomènes.

Question 20 (1 point) En utilisant les résultats de la question 19, déterminez l'expression de l'équation de conservation de la masse obtenue en exprimant les dérivées partielles $\frac{\partial \rho}{\partial x}$ en fonction des dérivées partielles $\frac{\partial p}{\partial x}$ où la variable x correspond à r ou à t .

Question 21 (1 point) Montrez que l'on a $\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial r} = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{p}{\rho} \right)$.

Ce résultat servirait à la réécriture de l'équation de conservation de la quantité de mouvement sous la forme d'une dérivée partielle par rapport à r d'une quantité (à définir), et, cette dérivée partielle serait nulle. Grâce à une intégration par rapport à la variable r , on pourrait proposer une interprétation physique pertinente de cette équation en champ libre : une équation fluide correspondant à une relation de Bernoulli instationnaire, compressible, irrotationnelle ne prenant pas en compte les phénomènes de dissipation.