

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

OPTION METIERS DU SON

PARTIE 1 - OPTIQUE

**Les exercices A, B et C sont indépendants.
Aucune figure n'est à l'échelle.**

A - LA FIBRE OPTIQUE

Une fibre optique dite « à saut d'indice » est formée de deux milieux transparents coaxiaux d'indices n_1 et n_2 . Elle est représentée, en coupe, ci-dessous :

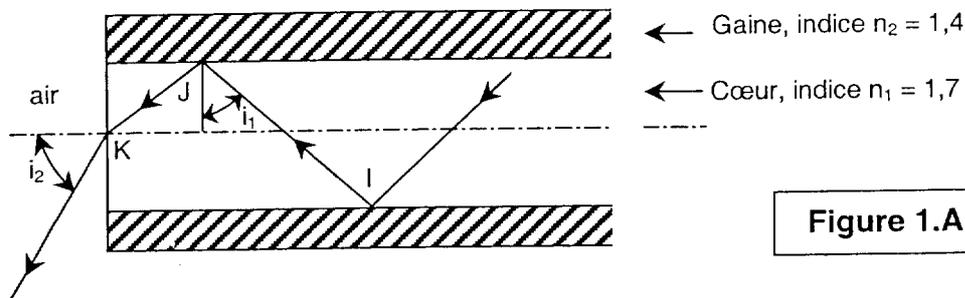


Figure 1.A

De telles fibres, réunies en faisceau, peuvent servir à éclairer de petits objets.

Un rayon arrive de la source et, par réflexions successives en I, en J, ..., ressort en K dans l'air.

1.1 - Calculer la valeur de l'angle limite $i_{1 \text{ lim}}$ pour laquelle il y a réflexion totale en J.

1.2 - Calculer, dans ce cas, la valeur de $i_{2 \text{ lim}}$.

B - ETUDE PHOTOMETRIQUE D'UN PROJECTEUR

Un projecteur est constitué d'une lampe halogène L et d'un réflecteur R. Un petit disque opaque D arrête les rayons directs envoyés par L vers l'écran E. Le faisceau divergent émis par ce projecteur forme un tronc de cône d'angle au sommet $\alpha = 40^\circ$ et le réflecteur a une section circulaire dont le diamètre AB vaut 10 cm (voir **figure 1.B**).

Le projecteur consomme une puissance électrique $P_{\text{elec}} = 300 \text{ W}$ et sa lampe L a une efficacité lumineuse $e = 30 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$.

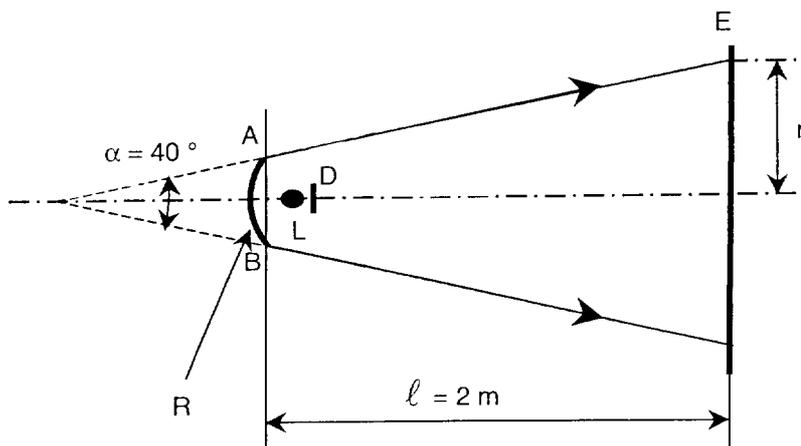


Figure 1.B

1.3 - Calculer le flux ϕ émis par le projecteur, sachant que l'énergie absorbée par le disque est négligeable.

1.4 -

1.4.1 - Montrer que la surface éclairée de l'écran a un rayon $r = \frac{AB}{2} + \ell \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$.

1.4.2 - Calculer r et en déduire la section (notée S) du faisceau sur l'écran.

1.5 - Calculer la valeur de l'éclairement moyen (noté E_{m1}) sur l'écran.

1.6 - La lampe L fournit une lumière de température de couleur $T_1 = 3200$ K. On place sur le projecteur un filtre bleu dont la notice indique les caractéristiques :

- densité optique : 0,5

- valeur **absolue** de la correction : $\Delta M = 131 \text{ MK}^{-1}$ (ou Mireds).

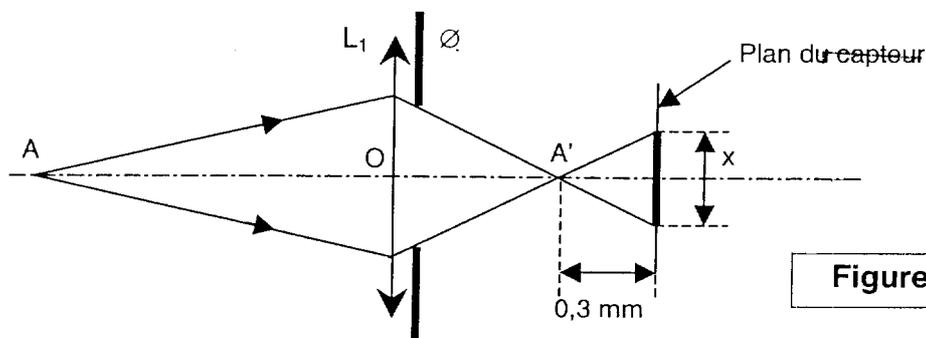
1.6.1 - Lorsque ce filtre est placé devant le projecteur, quelle est la température de couleur T_2 ?

On rappelle que $\Delta M = 10^6 \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$.

1.6.2 - Calculer la nouvelle valeur de l'éclairement (noté E_{m2}) reçu par l'écran.

C - LENTILLE CONVERGENTE

On considère une lentille convergente L_1 de distance focale image $f' = 30$ mm, munie d'un diaphragme \emptyset de diamètre $d = 15$ mm, et un objet ponctuel A situé à 90 mm en avant de O (voir figure 1.C).



1.7 - A' étant l'image de A donnée par L_1 , calculer la distance OA' .

1.8 - Par une légère imprécision dans la mise au point, le capteur ne se trouve pas exactement en A' , mais légèrement en arrière à 0,3 mm.

Calculer le diamètre x du disque lumineux formé sur le capteur.

1.9 - Pour que ce disque soit perçu par l'œil (et interprété par le cerveau) comme un point, x ne doit pas dépasser 0,02 mm. Qu'en concluez-vous quant à l'aspect de l'image formée ?

1.10 - Calculer la valeur minimale à donner au nombre d'ouverture N pour réaliser cette condition sur x .

On rappelle que $N = \frac{f'}{d}$ où d est le diamètre du diaphragme. Justifier la valeur normalisée $N = 11$ choisie par l'opérateur.

PARTIE 2 - ACOUSTIQUE : ANALYSE SPECTRALE D'UN BRUIT NORMALISE

Un générateur émet un bruit blanc de niveau d'intensité sonore L_1 mesuré au sonomètre à 1 m ; $L_1 = 100$ dB. Ce signal sonore couvre un domaine de fréquences comprises entre 22,4 Hz et 22,4 kHz.

2.1 - Généralités

2.1.1 - Donner la définition d'un bruit blanc. Représenter $L_1 = g(f)$ liant le niveau d'intensité sonore L_1 à la fréquence f .

2.1.2 - Calculer le niveau d'intensité sonore mesuré à 5 m.

2.2 - Un analyseur à Δf constant comporte des fenêtres d'analyse de largeur constante.

2.2.1 - Calculer l'intensité sonore détectée (à 1 m) par chaque canal d'un analyseur comportant 200 canaux. On rappelle que la référence $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

2.2.2 - Calculer le niveau d'intensité sonore correspondant et construire l'allure du profil spectral $L_1 = g(f)$ livré par l'analyseur.

2.3 - Analyse, à $\frac{\Delta f}{f}$ constant, d'un bruit normalisé.

Un analyseur à $\frac{\Delta f}{f}$ constant comporte des fenêtres d'analyse de largeurs variables (quart d'octave, tiers d'octave ou octave). On effectue l'analyse de ce bruit blanc à l'aide d'un analyseur par bandes de tiers d'octave.

2.3.1 - Étude du tiers d'octave centré à 25 Hz.

2.3.1.1 - Montrer que la première bande (centrée à 25 Hz) s'étend de $f_1 = 22,3$ Hz à $f_2 = 28,0$ Hz.

2.3.1.2 - Calculer l'étendue Δf du domaine de fréquences couvert par cette bande.

2.3.1.3 - Montrer que l'intensité sonore I_1 captée sur cette bande de fréquences est de $2,57 \cdot 10^{-6} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

2.3.1.4 - En déduire le niveau d'intensité L_1 affiché par l'analyseur pour ce tiers d'octave.

2.3.2 - Faire une étude similaire pour le tiers d'octave centré à 20 kHz et montrer que le niveau sonore L_2 atteint est de 93 dB.

2.3.3 - Si cet analyseur couvre la totalité de l'étendue fréquentielle du signal, montrer qu'il doit comporter 30 bandes.

2.3.4 - L'allure du profil spectral livré par cet analyseur est donnée ci-dessous :

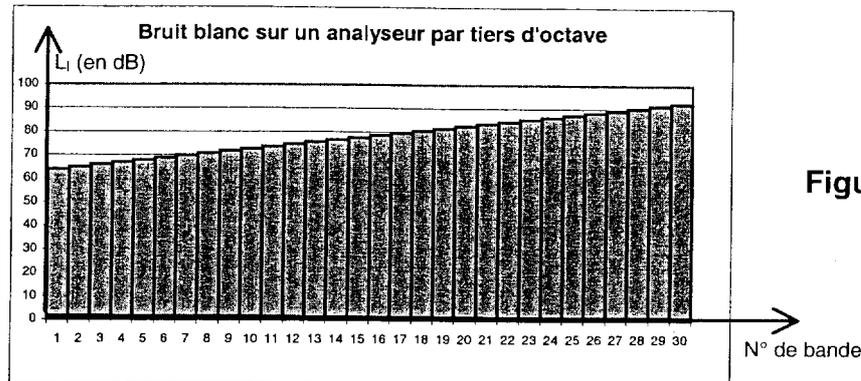


Figure 2

Calculer la pente moyenne P (en dB par $\frac{1}{3}$ d'octave) des paliers relevés sur cet analyseur.
En déduire que la pente moyenne par octave vaut environ 3 dB.

PARTIE 3 - ELECTRONIQUE : ETUDE DE LA REPARTITION DES SIGNAUX AUDIO DANS LES ENCEINTES D'ECOUTE EN POST PRODUCTION

L'étude est faite en régime sinusoïdal. Les grandeurs instantanées sont représentées sous la forme v ; la notation complexe est utilisée et les grandeurs complexes sont représentées sous forme \underline{V} .

3.1 - Le schéma général de la structure utilisée est fourni, pour information, dans le **document Elec1**.

3.1.1 - Les 2 amplificateurs opérationnels AOP 1 et AOP 2 fonctionnent **en régime linéaire d'amplification**.

Les 2 entrées différentielles des amplificateurs opérationnels AOP 1 et AOP 2 sont repérées respectivement par (E1, E2) et (E3, E4).

Recopier et compléter le tableau ci-dessous en y plaçant les signes « + » ou « - » repérant respectivement l'entrée non inverseuse et l'entrée inverseuse. Justifier vos réponses.

	E1	E2	E3	E4
indiquer le signe				

3.1.2 - Rappeler la valeur de la tension d'entrée différentielle u_d de ces AOP.

3.2 - Etude de l'étage alimentant le « WOOFER » : sous-ensemble repéré A sur le **document Elec 1**.

3.2.1 - Soit le schéma suivant représentant une partie de cet étage : voir **figure 3.A**.

NB : L'amplificateur opérationnel AOP 3 fonctionne en régime d'amplification linéaire.

Aux fréquences d'utilisation, l'impédance du condensateur C_1 peut être considérée comme nulle. C_1 n'apparaît donc pas sur le schéma **figure 3.A**.

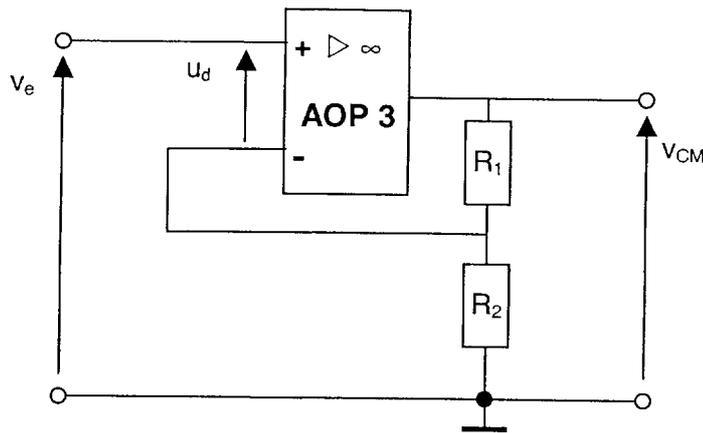


Figure 3.A

- 3.2.1.1 - Exprimer \underline{V}^+ en fonction de \underline{V}_e .
- 3.2.1.2 - Exprimer \underline{V}^- en fonction de \underline{V}_{CM} , R_1 et R_2 .
- 3.2.1.3 - En déduire \underline{V}_{CM} en fonction de \underline{V}_e , R_1 et R_2 .

3.2.2 - Soit le schéma suivant représentant l'autre partie de cet étage : **figure 3.B**.

NB : L'amplificateur opérationnel AOP 4 fonctionne en régime d'amplification. Aux fréquences d'utilisation, l'impédance du condensateur C_2 peut être considérée comme nulle. C_2 n'apparaît donc pas sur le schéma **figure 3.B**.

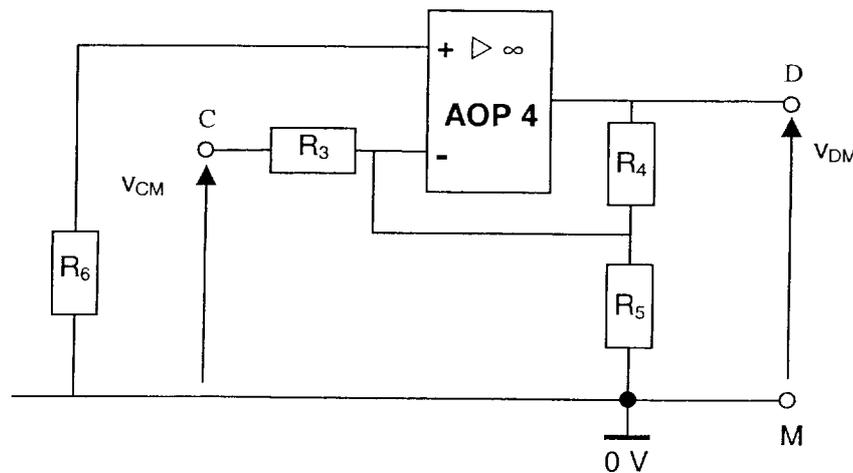


Figure 3.B

L'étude de cet étage se fait en négligeant le courant dans la résistance R_6 donc $\underline{V}^+ = 0 \text{ V}$.

- 3.2.2.1 - Exprimer \underline{V}^- en fonction de \underline{V}_{CM} , \underline{V}_{DM} , R_3 , R_4 et R_5 .
- 3.2.2.2 - En déduire l'expression de \underline{V}_{DM} en fonction de \underline{V}_{CM} , R_3 et R_4 .
- 3.2.3 - A partir des résultats précédents, montrer que l'expression de la tension aux bornes du « WOOFER », peut s'écrire : $\underline{V}_{CD} = \underline{V}_e (1 + R_4 / R_3) (1 + R_1 / R_2)$.
- 3.2.4 - Calculer l'amplification en tension $\underline{A}_V = \underline{V}_{CD} / \underline{V}_e$ en prenant :
 $R_2 = 680 \Omega$; $R_1 = R_3 = R_4 = 22 \text{ k}\Omega$.

3.2.5 - Cette configuration de l'alimentation d'un haut parleur s'appelle « bridge » : elle permet d'appliquer aux bornes du haut parleur une tension crête à crête $V_{CD-C-C} = 60\text{ V}$ au lieu de 30 V en configuration normale.

3.2.5.1 - Ce « bridge » permet donc d'obtenir une puissance P , 4 fois supérieure à celle de la configuration « normale ». Justifier.

3.2.5.2 - Montrer que la puissance électrique maximale théorique P_{\max} que devra supporter le « WOOFER », d'impédance relative 8 ohms , en configuration bridge, est : $P_{\max} = 56,25\text{ W}$.

3.3 - Etude du réglage du volume du « woofers » : Sous-ensemble repéré B sur le **document Elec 1**.

Ce sous-ensemble est représenté ci-dessous : voir **figure 3.C**

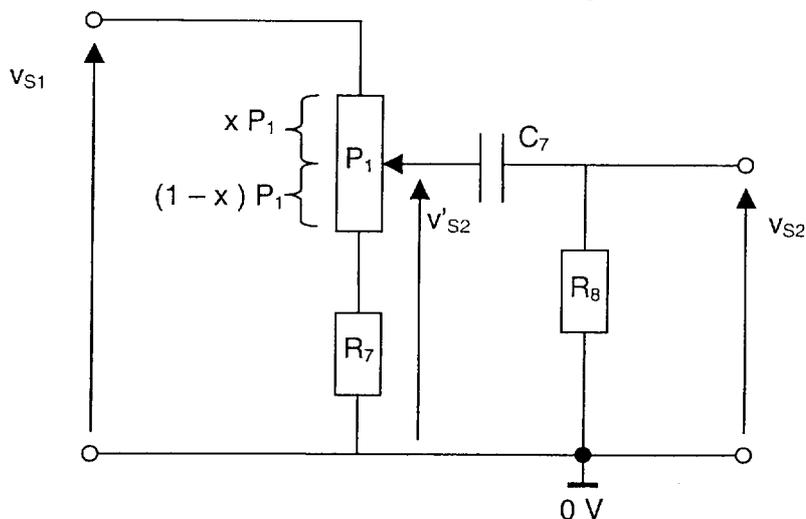


Figure 3.C

NB : Aux fréquences d'utilisation, le rôle de l'ensemble $(C7, R8)$ peut être négligé. On pourra donc écrire $\underline{V}_{S2} = \underline{V}'_{S2}$.

3.3.1 - Exprimer alors \underline{V}_{S2} en fonction de \underline{V}_{S1} , R_7 , P_1 et de la fraction de piste x variant entre 0 et 1.

Les valeurs des résistances sont les suivantes : $R_7 = 5,6\text{ k}\Omega$; $P_1 = 200\text{ k}\Omega$.

3.3.2 - Montrer que le rapport $\underline{V}_{S2} / \underline{V}_{S1}$ varie de $1,0$ à $2,7 \cdot 10^{-2}$.

Légende :
 connexion à la Masse

