



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

session 2011

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL

SCIENCES PHYSIQUES – U. 3

OPTION MÉTIER DU SON

SESSION 2011

—
Durée : 3 heures
Coefficient : 2
—

Matériel autorisé :

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

Document à rendre avec la copie :

- document-réponse.....page 9/9

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 9 pages, numérotées de 1/9 à 9/9.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION MÉTIERS DU SON		Session 2011
Sciences physiques – U. 3	MVSSP	Page : 1/9

LES 4 PARTIES SONT INDÉPENDANTES

PARTIE 1 - OPTIQUE

Étude d'un projecteur de diapositives

Le projecteur étudié, schématisé **figure 1** ci-dessous, sans échelle, est constitué d'une source lumineuse A_0B_0 , d'un miroir sphérique concave M de sommet S et d'une lentille convergente L de centre O .

La diapositive à projeter, de dimension verticale **24 mm**, se trouve dans le plan P . Elle est éclairée par l'ensemble source lumineuse A_0B_0 et miroir M .

On supposera que A_1B_1 recouvre exactement la moitié de la diapositive et A_1B_1 a donc pour dimension **12 mm**.

La lentille convergente L permet de former l'image A_2B_2 de la diapositive, donc de A_1B_1 , sur un écran E .

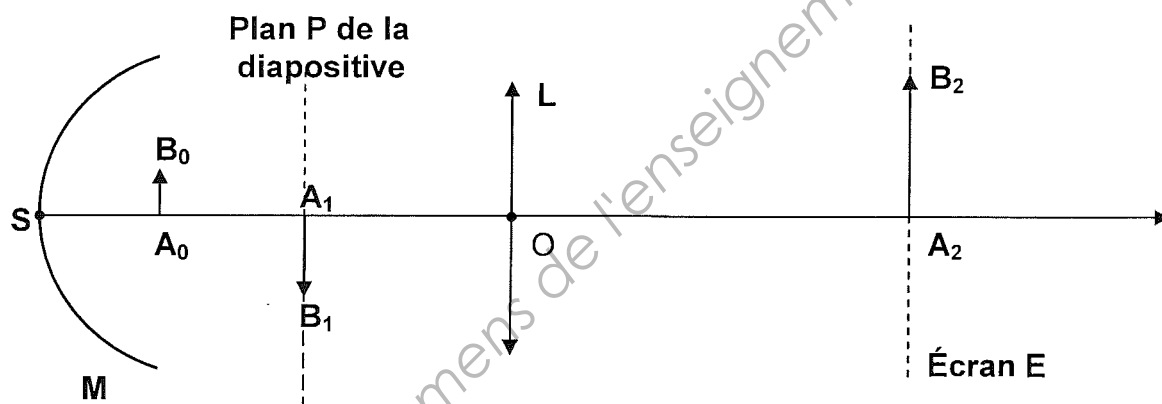


Figure 1

Sur le **document-réponse (page 9/9)**, qui n'a pas d'échelle, sont représentés A_0B_0 et A_1B_1 .

Le point C est le centre du miroir M , le point F_M est le foyer du miroir M et F' est le foyer image de la lentille L .

1.1 - Construire A_2B_2 , image de A_1B_1 par la lentille L , sur le **document-réponse**, en justifiant le trajet des rayons utilisés.

1.2 - La distance de A_1B_1 au centre optique O de la lentille L est de **92 mm** et la distance focale de la lentille L est $f' = 90 \text{ mm}$.

1.2.1 - Écrire la formule de conjugaison des lentilles minces liant les points A_1 , A_2 et O .

1.2.2 - Calculer la valeur numérique de OA_2 , distance de la lentille à l'écran.

1.2.3 - Déterminer la valeur du grandissement γ par la lentille L .

1.2.4 - En déduire la dimension de l'image A_2B_2 , puis celle de l'image de la diapositive obtenue sur l'écran E .

PARTIE 2 - PHOTOMÉTRIE

Fonction de transfert d'un objectif de caméra

La caméra considérée ne possède qu'un seul capteur **CCD**.

Son objectif est constitué d'un groupe de $n = 5$ lentilles, de coefficient de transmission total $T_n = 0,86$ et d'un diaphragme de diamètre d'ouverture d et de nombre d'ouverture N .

Il est de plus équipé d'un filtre colorimétrique de coefficient de transmission $T_f = 0,63$. L'objet filmé, de luminance $L = 110 \text{ cd.m}^{-2}$, est éloigné : le capteur **CCD** enregistrant son image se trouve donc en F' , foyer principal image de l'objectif.

Le système ainsi défini est représenté sur la **figure 2 ci-dessous** :

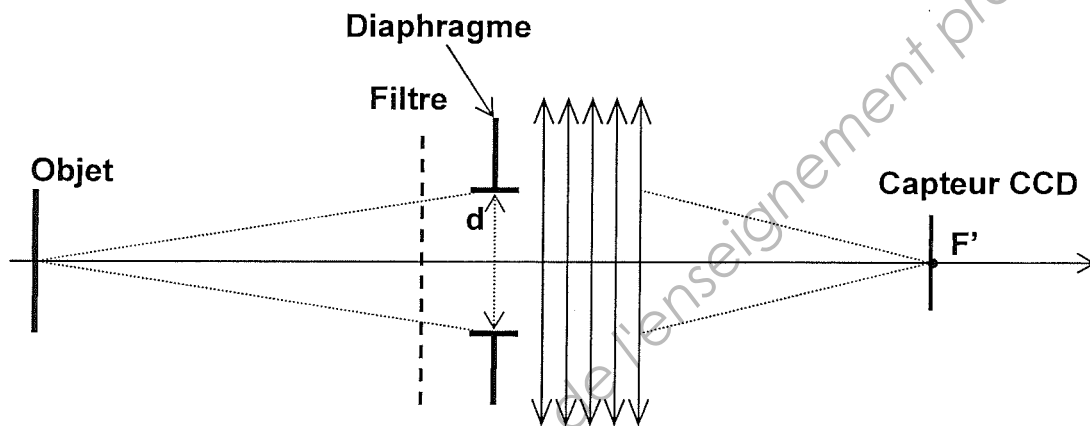


Figure 2

Dans les conditions d'utilisation de l'objectif, l'éclairement E reçu par le capteur **CCD** s'exprime par :

$$E = \frac{4 \cdot T_f \cdot T_n \cdot L}{\pi \cdot N^2}$$

On donne $E = 2,4 \text{ lx}$.

2.1 - Calculer la valeur du nombre d'ouverture N du diaphragme.

2.2 - La focale utilisée étant $f' = 60 \text{ mm}$, calculer le diamètre d'ouverture d du diaphragme.

2.3 - Les 5 lentilles constitutives de l'objectif ayant le même coefficient de transmission, noté T_L , calculer T_L .

2.4 - Pour que la prise de vue soit réussie, l'éclairement reçu par le capteur doit être $E' = 21 \text{ lx}$, en l'absence de gain électronique ajouté.

Calculer le gain à ajouter électroniquement pour pouvoir réaliser une prise de vue correcte lorsque l'éclairement reçu par le capteur est $E = 2,4 \text{ lx}$.

PARTIE 3 - ÉLECTRICITÉ

Étude du gain électronique d'une caméra

Le schéma simplifié du circuit électronique permettant d'amplifier la tension U_e délivrée par le capteur CCD de la caméra est représenté sur la **figure 3 ci-dessous**. L'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire.

L'opérateur peut modifier la valeur de l'amplification par action sur l'interrupteur **K**, supposé parfait.

On appelle V^+ le potentiel de l'entrée non inverseuse et V^- le potentiel de l'entrée inverseuse.

La tension U_e correspond à l'acquisition d'une image et peut donc être considérée comme continue.

On donne $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 8,2 \text{ k}\Omega$ et $R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega$.

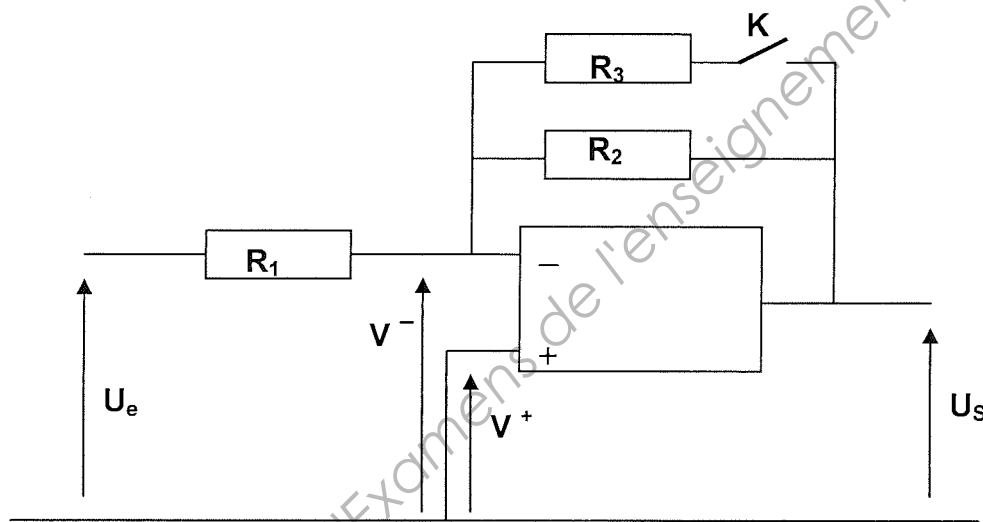


Figure 3

3.1- L'interrupteur **K** est ouvert

3.1.1 - Établir l'expression du potentiel V^- en fonction de R_1 , R_2 , U_e et U_s .

3.1.2 - Donner, en la justifiant, la relation entre V^+ et V^- .

3.1.3 - Donner, en la justifiant, la valeur du potentiel V^+ .

3.1.4 - Établir l'expression de l'amplification $A_O = U_s / U_e$ en fonction de R_1 et R_2 .

3.1.5 - Calculer les valeurs de l'amplification A_O et du gain G_{OdB} correspondant lorsque **K** est ouvert.

3.2 - L'interrupteur **K** est fermé

3.2.1 - Établir l'expression de l'amplification $A_F = U_s / U_e$ en fonction de R_1 , R_2 et R_3 .

3.2.2 - Calculer les valeurs de l'amplification A_F et du gain G_{FdB} correspondant lorsque **K** est fermé.

PARTIE 4 - ACOUSTIQUE

Les exercices A et B sont indépendants.

A - Acoustique en champ libre

On considère deux enceintes émettant, lorsqu'elles fonctionnent, de façon omnidirectionnelle dans l'espace libre, les puissances acoustiques respectives P_{a1} et P_{a2} . On mesure au sonomètre le niveau sonore créé en un point **M** situé à $r_1 = 6$ m de l'enceinte 1 et à $r_2 = 4$ m de l'enceinte 2 (figure 4 ci-dessous).

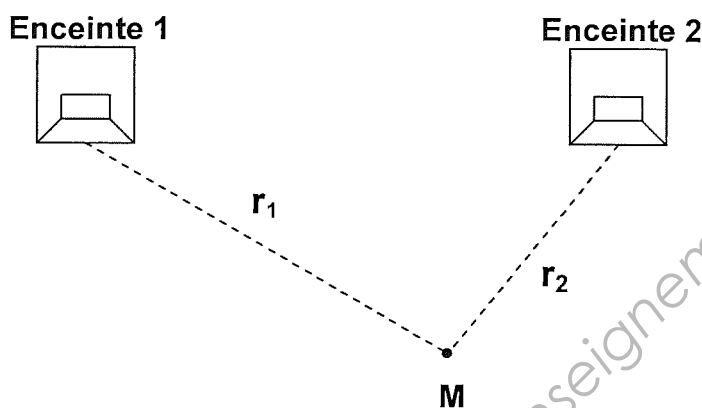


Figure 4

4.1- L'enceinte 1 fonctionne seule : le niveau sonore en **M** est $N_1 = 88$ d_{Bspl}.

4.1.1 - Calculer la valeur de l'intensité acoustique I_1 créée en **M** par l'enceinte 1.

4.1.2 - Calculer la valeur de la pression acoustique P_1 créée en **M** par l'enceinte 1.

4.1.3 - Calculer la puissance acoustique P_{a1} .

4.2- L'enceinte 2 fonctionne seule : le niveau sonore en **M** est $N_2 = 86$ d_{Bspl}.

4.2.1 - Calculer la valeur de l'intensité acoustique I_2 créée en **M** par l'enceinte 2.

4.2.2 - Calculer la valeur de la pression acoustique P_2 créée en **M** par l'enceinte 2.

4.2.3 - Calculer la puissance acoustique P_{a2} .

4.3 - Les enceintes 1 et 2 fonctionnent simultanément.

Déterminer le niveau acoustique résultant en **M**.

B - Étude d'un haut parleur

Un haut parleur est constitué d'une membrane solidaire d'une bobine.

Cet ensemble (membrane + bobine), de masse $m = 23 \text{ g}$, est relié à un support fixe, le saladier, par l'intermédiaire d'une suspension de raideur $k = 615 \text{ N.m}^{-1}$.

On peut donc modéliser le haut-parleur par le système (masse m + ressort de raideur k) représenté **figure 5 ci-dessous**.

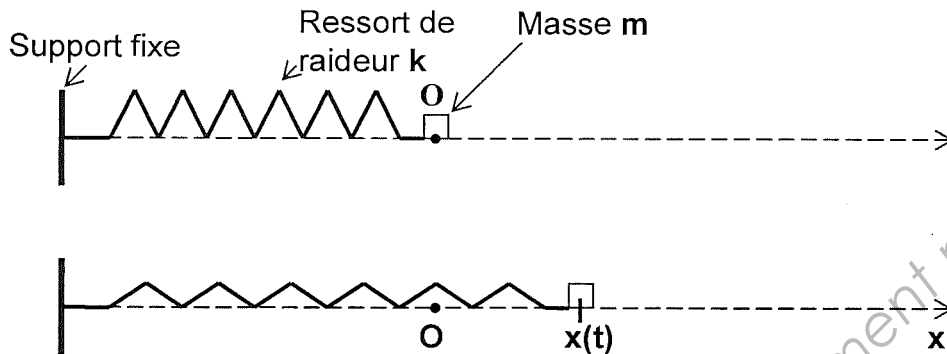


Figure 5

À l'instant $t = 0$, on écarte la masse de sa position d'équilibre, repérée par le point O, et on la lâche.

On repère la position de la masse m à l'instant t par son abscisse $x(t)$.

On montre que $x(t)$ vérifie l'équation différentielle du mouvement suivante :

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \frac{k}{m} \cdot x(t) = 0$$

où $\frac{d^2x(t)}{dt^2}$ est la dérivée seconde de $x(t)$.

La fonction sinusoïdale $\cos(\omega_0 t)$, de pulsation ω_0 , est solution de l'équation différentielle précédente : ω_0 est alors appelée pulsation propre du haut-parleur.

4.4 - Donner l'expression de $\frac{d\cos(\omega_0 t)}{dt}$ en fonction de ω_0 et $\sin(\omega_0 t)$.

4.5 - Donner l'expression de $\frac{d^2\cos(\omega_0 t)}{dt^2}$ en fonction de ω_0 et $\cos(\omega_0 t)$.

4.6 - En déduire l'expression de ω_0 en fonction de k et m (on détaillera la démonstration).

4.7 - Calculer ω_0 .

4.8 - Calculer la fréquence propre f_0 correspondante.

On monte le haut-parleur précédent dans une enceinte parallélépipédique rectangle, représentée **figure 6 ci-dessous**, de dimensions **220 mm × 320 mm × 950 mm**.

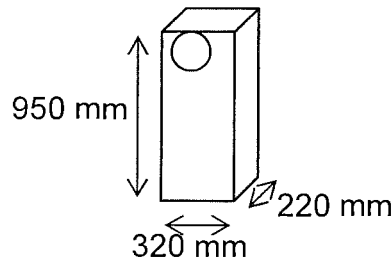


Figure 6

La raideur apparente de l'enceinte, notée K_a , s'ajoute alors à la raideur k du ressort et la pulsation propre ω'_0 du haut-parleur monté dans l'enceinte, s'exprime alors par :

$$\omega'_0 = \sqrt{\frac{k + K_a}{m}}$$

On rappelle d'autre part l'expression de K_a :

$$K_a = \frac{1,4 \cdot P_{atm} \cdot S^2}{V}$$

Avec : - $P_{atm} = 1,013 \cdot 10^5$ Pa (pression atmosphérique exprimée en pascal) ;
- S = surface de la membrane du haut-parleur, exprimée en m^2 ;
- V = volume de l'enceinte exprimée en m^3 .

4.9 - Calculer le volume V de l'enceinte.

4.10 - La membrane du haut-parleur étant modélisée par un disque de diamètre $d = 16$ cm, calculer sa surface S .

4.11 - Calculer la raideur apparente de l'enceinte K_a .

4.12 - Calculer ω'_0 .

4.13 - Calculer la fréquence propre f'_0 correspondante.

4.14 - On montre que la réponse en fréquence du haut-parleur monté dans l'enceinte diminue rapidement en deçà de sa fréquence propre.
Quelle bande de fréquence ne sera pas restituée correctement par le haut-parleur précédent ?

- 4.15** - Pour que l'enceinte acoustique précédente fonctionne de façon optimale, le constructeur préconise de la relier à l'amplificateur l'alimentant avec un câble de résistance inférieure ou égale à $0,1 \Omega$.
La résistivité du cuivre étant $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ à la température considérée, quelle est la longueur maximale L_{max} utilisable d'un câble en cuivre constitué de deux conducteurs cylindriques de diamètre $d = 2 \text{ mm}$ (voir figure 7 ci-dessous) ?

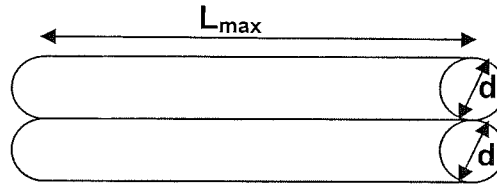


Figure 7

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Académie : _____ Session : _____

Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/Option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)Prénoms : _____ N° du candidat Né(e) le : _____
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/Option : _____

Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

DOCUMENT-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

