

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
DES MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL  
OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE**

**ÉPREUVE E3 :  
SCIENCES PHYSIQUES**

# ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

## OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE

La qualité et la clarté de la rédaction sont prises en compte dans l'attribution de la note.  
Il est impératif de respecter les notations de l'énoncé.

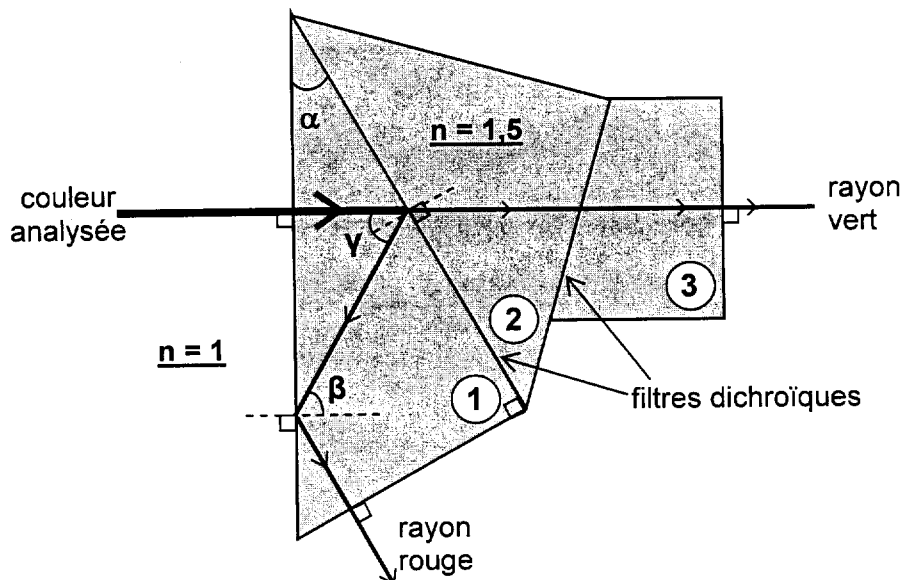
Le candidat devra en outre traiter dans l'ordre les questions au sein d'un exercice.

Le sujet est composé de 3 parties indépendantes : Optique - Acoustique - Électronique.

### PARTIE 1 - OPTIQUE

#### A - ÉTUDE DU SÉPARATEUR OPTIQUE D'UNE CAMÉRA

Le séparateur optique d'une caméra analyse une couleur. Dans la suite, on limitera l'étude à la décomposition uniquement des primaires rouge et verte. Le passage des deux rayons lumineux à travers le séparateur optique est donné à la **figure 1** suivante :



**Figure 1**

Les 3 parties constituant le séparateur sont en verre d'indice  $n = 1,5$  et sont repérées 1, 2, 3.  
Avertissement : la figure n'est pas à l'échelle.

**1.1** - Quel est rôle d'un filtre dichroïque ?

On veut montrer qu'en choisissant un angle  $\alpha = 30^\circ$  (voir **figure 1**), le trajet du rayon rouge subit une réflexion totale à la surface de séparation entre le verre et l'air.

**1.2** - Déterminer la valeur de l'angle  $\gamma$  puis la valeur de l'angle  $\beta$ .

**1.3** - Calculer l'angle limite  $i_L$  de réflexion totale à la surface de séparation entre le verre et l'air.  
Justifier la réflexion totale.

## B - ÉTUDE COLORIMÉTRIQUE D'UNE LAMPE À DÉCHARGE

Une source lumineuse  $S_1$  émet deux raies monochromatiques et fournit un flux lumineux total de 2000 lm avec une température de couleur équivalente de 3200 K.

On rappelle que la température de couleur de 3200 K pour un corps noir correspond sensiblement au point M de coordonnées ( $x_M = 0,4$  ;  $y_M = 0,4$ ) dans un diagramme de chromaticité fourni en **annexe 1 - page 7/8**.

**1.4** - Sachant que l'une des deux raies possède une longueur d'onde monochromatique  $\lambda_1 = 500$  nm de coordonnées : ( $x_1 = 0,01$  ;  $y_1 = 0,53$ ), déduire d'après le diagramme de chromaticité fourni, la longueur d'onde  $\lambda_2$  permettant d'obtenir par mélange le point M. Déterminer ses coordonnées ( $x_2$  ;  $y_2$ ).

**1.5** - On considère les luminances  $L_1$  et  $L_2$  des couleurs correspondant aux longueurs d'onde  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ . Montrer, à l'aide d'une méthode graphique, que le rapport  $L_1/L_2$  vaut environ **1,6**.

Les flux lumineux  $\Phi_1$  et  $\Phi_2$  émis étant proportionnels à  $L_1$  et  $L_2$ , on peut écrire:  $\Phi_1/\Phi_2 = L_1/L_2 = 1,6$ .

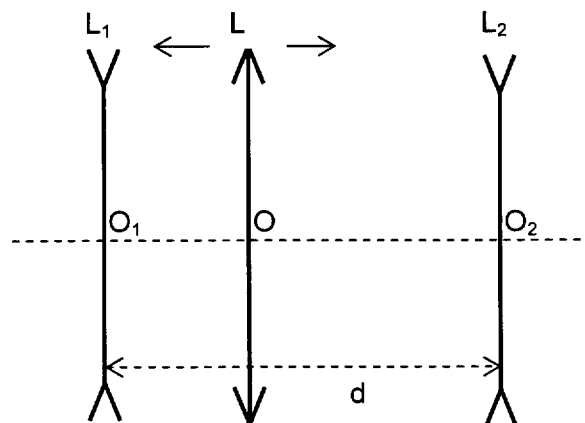
**1.6** - Sachant que le flux lumineux total  $\Phi = (\Phi_1 + \Phi_2)$  émis par les deux raies est de 2000 lm, calculer les valeurs des flux  $\Phi_1$  et  $\Phi_2$ .

**1.7** - Calculer la puissance électrique  $P_{1e}$  consommée par la source  $S_1$ , sachant que son efficacité lumineuse a pour valeur  $e_1 = 90$  lm.W<sup>-1</sup>.

## C - ÉTUDE D'UN ZOOM 4 x 35

On s'intéresse dans cette partie à un objectif à focale variable (zoom). Il est modélisé, sur la **figure 2** suivante, à l'aide de 3 lentilles L,  $L_1$ ,  $L_2$  de distances focales dont les valeurs algébriques respectives sont notées  $f$ ,  $f_1$  et  $f_2$ .

Le réglage du zoom se fait par déplacement de L entre  $L_1$  et  $L_2$ .



**Figure 2**

On donne  $f = 19,4$  mm ;  $f_1 = -25,4$  mm ;  $f_2 = -30$  mm ;  $d = O_1O_2 = 69,7$  mm.

Pour chacune des positions extrêmes, la lentille mobile L est accolée à  $L_1$  ou à  $L_2$ .

On rappelle que la vergence C équivalente à 2 lentilles L' et L'' de vergences C' et C'' distantes d'une longueur e peut s'exprimer par la relation suivante :

$$\boxed{C = C' + C'' - e \times C' \times C''} \quad (\text{formule de Gullstrand})$$

**1.8 - Cas N°1 : La lentille L est accolée à L<sub>1</sub>.**

Calculer la distance focale  $f_{a1}$  équivalente au système accolé (L, L<sub>1</sub>), donner la nature de cette lentille équivalente.

**Cas N°2 : La lentille L est accolée à L<sub>2</sub>.**

Calculer la distance focale  $f_{a2}$  équivalente au système accolé (L, L<sub>2</sub>), donner la nature de cette lentille équivalente.

**1.9 - On se place dans le cas N°1.**

Sur le document réponse de l'**annexe 2 page 8/8**, tracer les rayons lumineux permettant d'obtenir l'image A"B" de objet AB à travers le groupe de lentille.

Avertissement : le document réponse n'est pas à l'échelle.

**1.10 - Calculer les focales extrêmes  $f_{\min}$  et  $f_{\max}$  correspondant aux cas N° 1 et N° 2.****D - ÉTUDE THERMOCOLORIMÉTRIQUE D'UNE LAMPE À INCANDESCENCE**

Une source lumineuse S<sub>2</sub> à incandescence est constituée d'un filament de tungstène. En première approximation, on suppose que la résistivité  $\rho$  de ce métal dépend de la température T suivant la loi

$$\rho = a.T^2 + b.T \quad \text{avec } a = 2,5.10^{-14} \Omega.m.K^{-2} \text{ et } b = 2,3.10^{-10} \Omega.m.K^{-1}.$$

Le filament de cette source est modélisé par un cylindre de rayon  $r = 0,15$  mm et de longueur L. Les dilatations linéaires du filament dues à l'élévation de température sont négligées.

On rappelle que la résistance R d'un conducteur s'exprime par la relation  $R = \rho \cdot \frac{L}{S}$  ou L représente la longueur du conducteur et S sa section.

**1.11 - Calculer la valeur numérique de la résistivité  $\rho_A$  à la température ambiante  $T_A = 300$  K.****1.12 - Calculer la valeur numérique de L, sachant que la résistance du filament à cette température ambiante vaut  $R_A = 0,1 \Omega$ .**

Dans toute la suite du problème, on prendra la valeur  $L = 10$  cm.

On suppose que le filament se comporte comme un corps noir et que la loi de Stephan rappelée ci-dessous, peut s'appliquer.

$$\frac{P_r}{S_f} = \sigma \cdot T^4$$

$P_r$  : puissance énergétique rayonnée en W.

$S_f = 2.\pi. r. L$  : surface du filament en m<sup>2</sup>.

T : température de couleur du corps noir en K.

$\sigma$  : constante de Stephan de valeur :  $\sigma = 1.10^{-8}$  dans le système international d'unité.

**1.13 - Quelle est l'unité de  $\sigma$  ?****1.14 - Établir l'expression de la température T du filament en fonction de la puissance rayonnée  $P_r$ , de la constante de Stephan  $\sigma$ , du rayon r et de la longueur L du filament.**

Un bilan énergétique fait apparaître que la puissance électrique moyenne  $P_{2e}$  consommée par la lampe correspond sensiblement à la puissance rayonnée  $P_r$ .  
Dans la suite du problème, on prendra  $P_{2e} = 100 \text{ W}$ .

- 1.15 - Calculer la valeur de la température  $T$  du filament.
- 1.16 - Calculer la résistance  $R_f$  du filament à la température considérée.
- 1.17 - Calculer la valeur efficace  $V$  de la tension électrique aux bornes de la lampe.

On désire maintenant comparer les caractéristiques de la source lumineuse  $S_1$  étudiée au paragraphe B (étude de la lampe à décharge) avec la source à incandescence  $S_2$ . Les 2 sources fournissent le même flux lumineux  $\Phi = 2000 \text{ lm}$  pour une température de couleur  $T = 3200 \text{ K}$ .

- 1.18 - Calculer l'efficacité lumineuse  $e_2$  de la source  $S_2$ .

La loi de Wien indique que le spectre d'émission d'un corps noir de température  $T$  en fonction de la longueur d'onde présente un maximum pour une longueur d'onde  $\lambda_m$  tel que le produit  $(\lambda_m \cdot T)$  est constant. On admet que cette relation s'applique au filament étudié.

- 1.19 - Calculer la longueur d'onde maximum  $\lambda_m$  d'émission du filament pour une température de fonctionnement  $T = 3200 \text{ K}$ , sachant que, pour un corps noir de température  $T' = 5900 \text{ K}$ , on a  $\lambda'_m = 0,474 \mu\text{m}$ .
- 1.20 - Comment expliquer, à partir de ce résultat, la différence entre l'efficacité lumineuse  $e_1 = 90 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$  de la source  $S_1$  et l'efficacité lumineuse  $e_2$  de la source  $S_2$  ?

## PARTIE 2 - ACOUSTIQUE

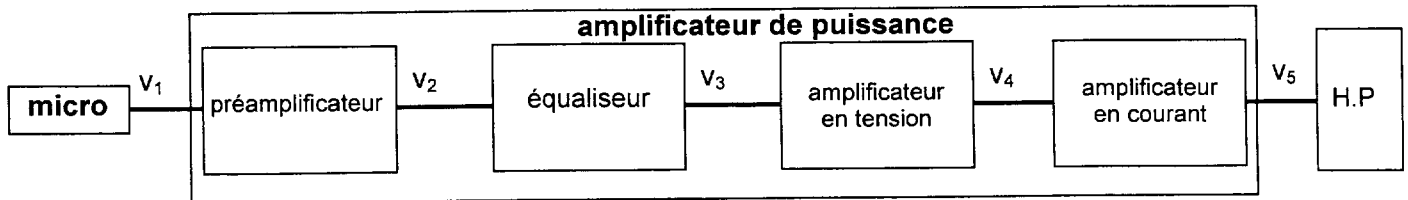
Dans cette partie, on se propose de faire l'étude simplifiée d'une captation de son.

Une source sonore, considérée comme ponctuelle, est placée à une distance  $d_1 = 30 \text{ cm}$  d'un microphone. On considère que le niveau émis par cette source est  $L_1 = 70 \text{ dB}_{\text{spl}}$  à  $1 \text{ m}$ .

- 2.1 - Calculer le niveau de pression  $L_{d1}$  capté par la membrane du microphone.
- 2.2 - En déduire la valeur de la pression acoustique  $p_1$  correspondante. On rappelle que la pression de référence est  $P_{\text{REF}} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ .
- 2.3 - Calculer la valeur de la tension de sortie  $u$  du microphone en mV, sachant que sa sensibilité est de  $10 \text{ mV}\cdot\text{Pa}^{-1}$ .
- 2.4 - En déduire le niveau de tension  $L_u$  en  $\text{dB}_V$  correspondant à cette tension  $U$ . On rappelle que la tension de référence est  $U_{\text{REF}} = 1 \text{ V}$ .

## PARTIE 3 - ÉLECTRONIQUE

On donne sur la **figure 3** le schéma fonctionnel de la chaîne de sonorisation. L'étude portera seulement sur la partie préamplificateur et de l'équaliseur.

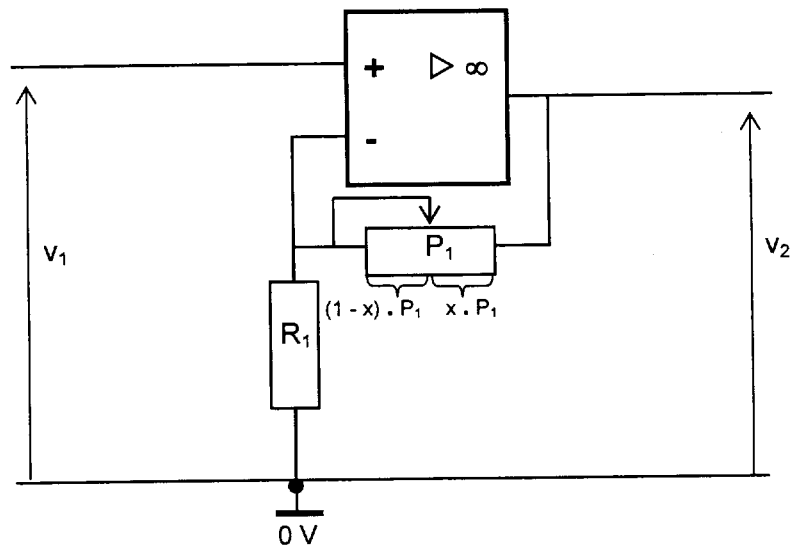


**Figure 3**

On considérera que les amplificateurs opérationnels sont idéaux et fonctionnent en régime linéaire.

### A - ÉTUDE DU PRÉAMPLIFICATEUR

Le schéma structurel de cet étage est donné sur la **figure 4**.  $P_1$  est un potentiomètre permettant le réglage de l'amplification en tension.



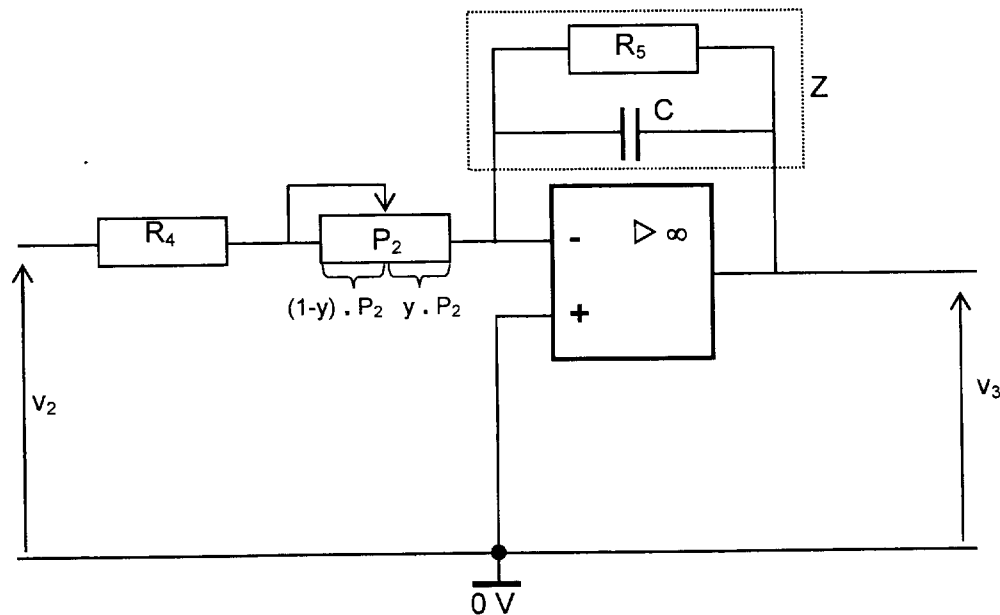
**Figure 4**

- 3.1 - On note  $x$  la variable comprise entre 0 et 1 définissant la position du curseur du potentiomètre  $P_1$ .  
Exprimer  $v_2$  en fonction de  $R_1$ ,  $P_1$ ,  $x$  et  $v_1$ .
- 3.2 - Exprimer la fonction de transfert  $T_1 = \frac{v_2}{v_1}$  en fonction de  $R_1$ ,  $P_1$ ,  $x$  puis la mettre sous la forme  $a \cdot x + b$ .
- 3.3 - Calculer les valeurs numériques de  $a$  et  $b$  sachant que les valeurs des résistances sont les suivantes :  $R_1 = 3,9 \text{ k}\Omega$  et  $P_1 = 390 \text{ k}\Omega$ .

## B - ÉTUDE DU FILTRE DE CORRECTION DES BASSES FRÉQUENCES DE L'ÉQUALISEUR

Le schéma structurel de cette correction est donné sur la **figure 5**.  $P_2$  est un potentiomètre permettant le réglage de l'amplification en tension de l'équaliseur.

On note  $y$  la variable comprise entre 0 et 1 définissant la position du curseur du potentiomètre  $P_2$ .



**Figure 5**

On se place dans l'hypothèse d'une tension  $v_2$  sinusoïdale de pulsation  $\omega$  et on lui associe la grandeur complexe  $\underline{V}_2$ .

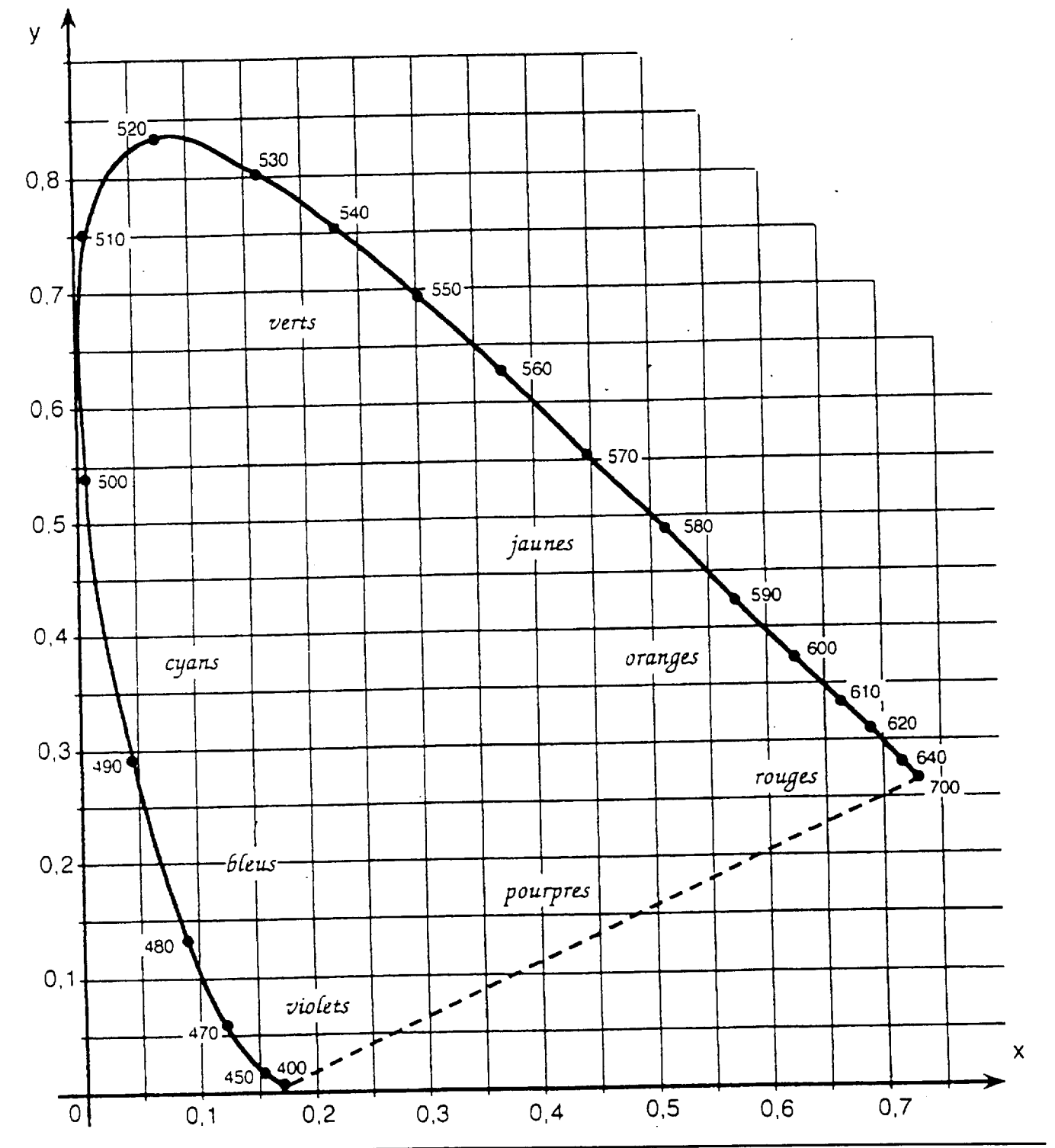
**3.4** - On note  $\underline{Z}$  l'impédance complexe équivalente à l'association en parallèle de la résistance  $R_5$  et du condensateur  $C$ . Exprimer  $\underline{Z}$  en fonction de  $R_5$ ,  $C$  et de la pulsation  $\omega$ .

**3.5** - Exprimer la fonction de transfert complexe  $\underline{T}_2 = \frac{V_3}{V_2}$  en fonction de  $y$ ,  $P_2$ ,  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $C$  et  $\omega$ .

**3.6** - Mettre la fonction  $\underline{T}_2$  sous la forme normalisée suivante :  $\underline{T}_2 = - \frac{T_0}{1 + j \frac{f}{f_1}}$  avec  $T_0 = R_5 / (R_4 + y.P_2)$ .

Exprimer la fréquence  $f_1$  en fonction des éléments du montage.

### ANNEXE 1





Académie :

Session :

Examen ou Concours

Série :

Spécialité/option\* :

Repire de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :  
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénoms :

N° du candidat

Né(e) le :

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère : MVISP  
Page : 8/8

Session : 2007

Durée : 3 H  
Coefficient : 2ANNEXE 2 - DOCUMENT-RÉPONSE