

**Exercice 1:** On s'intéresse à deux fentes dites d'Young  $F_1$  et  $F_2$ , chacune de largeur  $a = 70 \mu\text{m}$ , éclairées par une source  $S$  monochromatique rouge de longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 650 \text{ nm}$ .

Les deux fentes, séparées d'une distance  $b$ , sont placées perpendiculairement à l'axe  $Oz$ .

Le plan d'observation est un écran situé à une distance  $D$  des fentes où  $D=1,20 \text{ m}$

Un point d'observation  $M$  est repéré par son abscisse  $x$  par rapport au centre  $O$  de la figure d'interférences (voir figure en annexe fin de page).

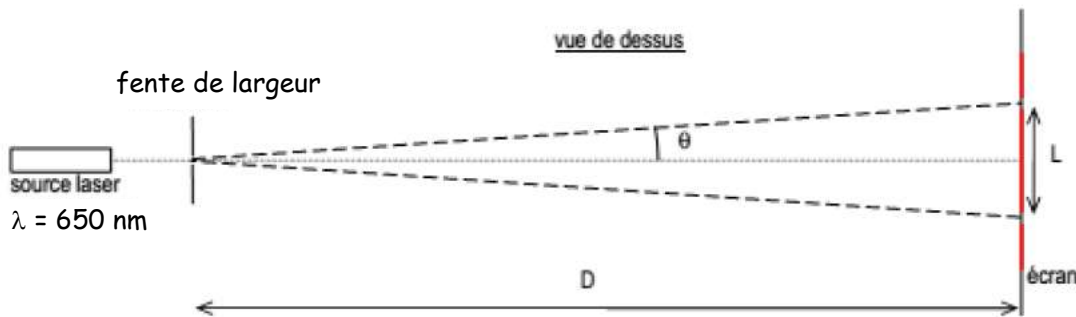
Voici une photographie des interférences visualisées sur l'écran ; on compte 7 franges brillantes à l'intérieur de la tache centrale brillante. (**Attention, la photo n'est pas à l'échelle.**)



On rappelle que l'interfrange, distance entre deux franges brillantes consécutives, est donné par  $i = \lambda \times \frac{D}{b}$

**Une des deux fentes d'Young est occultée.**

1. Quel est le nom du phénomène observé sur l'écran lorsqu'une seule fente est éclairée ?
2. A l'aide des données de l'énoncé, justifier pourquoi ce phénomène est observable dans les conditions de l'expérience.
3. En vous aidant du schéma ci-dessous et de vos connaissances, montrer que la largeur de la tache centrale lumineuse  $L$  s'exprime par  $L = \frac{2\lambda D}{a}$ . Dans cette question, on fera l'approximation des petits angles :  $\tan(\theta) \approx \theta$  avec  $\theta$  en radians. Calculer la valeur de  $L$ .



**Les deux fentes sont maintenant ouvertes et éclairées par une source monochromatique rouge.**

4. Justifier pourquoi ces ondes issues des fentes  $F_1$  et  $F_2$  peuvent générer des interférences ? Une explication précise est attendue.
5. On considère que la tache centrale dans laquelle on observe les interférences a la même largeur que la tache centrale de diffraction étudiée précédemment. A l'aide des données et de vos calculs précédents, montrer que  $b \approx 0,25 \text{ mm}$ .
6. Quelle est la nature de la frange observée au point d'abscisse  $x = 18,7 \text{ mm}$  ? On donne l'expression de la différence de marche entre deux ondes provenant de  $F_1$  et  $F_2$  pour un point  $M$  d'abscisse  $x$  :  $\delta = \frac{b \cdot x}{D}$

Annexe



TOTAL

/ 10 points

**Exercice 2 :** Donnée: vitesse de propagation du son dans l'air  $v_{\text{son}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$ .



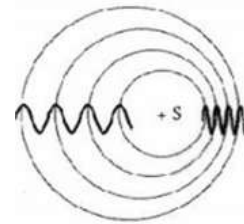
L'inspecteur Clouseau doit déterminer la vitesse d'un fuyard. Le fuyard est parti avec une ambulance, sirène hurlante. Par chance, un témoin a enregistré la fuite avec son téléphone portable.



L'ambulance munie d'une sirène se déplace vers la droite à la vitesse  $v$  inférieure à la vitesse du son  $v_{\text{son}}$ . La sirène retentit et émet un son de fréquence  $f = 680 \text{ Hz}$ .

**Le véhicule se rapproche d'un observateur immobile.**

Pendant l'intervalle de temps  $T$ , le son parcourt la distance  $\lambda$ .  
Pendant ce temps, le véhicule parcourt la distance  $d = v \times T$



La longueur d'onde  $\lambda'$  perçue par l'observateur à droite de la source  $S$  a donc l'expression suivante :  $\lambda' = \lambda - v \times T$  **relation (1)**.

- 1- En quelques phrases, expliquez simplement le phénomène Doppler. \*\*
- 2- Rappeler la relation générale liant la vitesse de propagation du son  $v_{\text{son}}$ , la longueur d'onde  $\lambda$  et la fréquence  $f$ . \*\*
- 3- En déduire que la relation (1) permet d'écrire  $f' = f \times \frac{v_{\text{son}}}{v_{\text{son}} - v}$  ( $f'$  étant la fréquence sonore perçue par l'observateur). \*\*
- 4- Le son perçu de fréquence  $f'$  est-il plus grave ou plus aigu que le son d'origine de fréquence  $f$  ? Justifier. \*\*
- 5- Lorsque le véhicule se **rapproche** de l'observateur perçoit un son de fréquence  $f' = 716 \text{ Hz}$ . Exprimez puis calculez la vitesse du véhicule  $v$  en m/s puis en km/h. \*\*

**TOTAL Exercice /11**

Exercice 3:

1. ÉTUDE THÉORIQUE D'UN DIPÔLE RC SOUMIS À UN ÉCHELON DE TENSION.

Le montage du circuit électrique schématisé ci-dessous (figure 1) comporte :

- un générateur idéal de tension de force électromotrice  $E = 12,0 \text{ V}$  ;
- un conducteur ohmique de résistance  $R$  inconnue ;
- un condensateur de capacité  $C = 120 \mu\text{F}$  ;
- un interrupteur  $K$ .

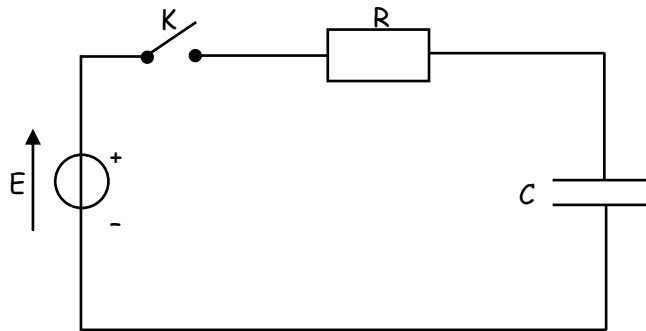


Figure 1

Le condensateur est initialement déchargé.

À la date  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$ .

Sur le schéma du circuit donné en ANNEXE (figure 1 à rendre avec la copie), une flèche représente le sens de circulation du courant d'intensité  $i$  dans le circuit. Ce sens sera considéré comme le sens positif. Par ailleurs, on note  $q$  la charge de l'armature du condensateur qui se chargera positivement.

1-1 En utilisant la convention récepteur, représenter par des flèches sur la figure 1 de l'ANNEXE les tensions  $u_C$  aux bornes du condensateur et  $u_R$  aux bornes du conducteur ohmique.

\*\*

1-2 Donner l'expression de  $u_R$  en fonction de  $i$ .

\*\*

1-3 Donner l'expression de  $i$  en fonction de la charge  $q$  du condensateur.

\*\*

1-4 Donner la relation liant  $q$  et  $u_C$ .

\*\*

1-5 En déduire l'expression de  $i$  en fonction de la capacité  $C$  et de la tension  $u_C$ .

\*\*

1-6 En appliquant la loi d'additivité des tensions, établir une relation entre  $E$ ,  $u_R$  et  $u_C$ .

\*\*

1-7 Établir l'équation différentielle notée (1) à laquelle obéit  $u_C$ .

\*\*

\*\*

1-8  $u_C = E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ , avec  $\tau = RC$ , est solution de l'équation différentielle (1).

1-8-1 Vérifier que  $u_C = E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  est solution de l'équation différentielle (1).

\*\*

1-8-2 De même, vérifier que  $u_C = E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  respecte la condition initiale.

\*\*

1-9 On s'intéresse à la constante de temps du dipôle RC :  $\tau = RC$ .

1-9-1 Par une analyse dimensionnelle, vérifier que le produit  $\tau = RC$  est bien homogène à une durée.

\*\*

1-9-2 A l'aide de la courbe  $u_C = f(t)$  donnée en ANNEXE (figure 2 à rendre avec la copie), déterminer graphiquement la valeur de  $\tau$  par la méthode de votre choix. La construction qui permet la détermination de  $\tau$  doit figurer sur la courbe  $u_C = f(t)$ .

\*\*

1-9-3 En déduire la valeur de la résistance  $R$ . Cette valeur sera donnée avec deux chiffres significatifs.

\*\*

## 2. APPLICATION.

Au dipôle RC précédemment étudié, on associe un montage électronique qui commande l'allumage d'une lampe :

- la lampe s'allume lorsque la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur est inférieure à une valeur limite  $u_{al} = 6,0 \text{ V}$  ;
- la lampe s'éteint dès que la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur est supérieure à cette valeur limite  $u_{al} = 6,0 \text{ V}$ .

Le circuit obtenu (figure 3) est le suivant :

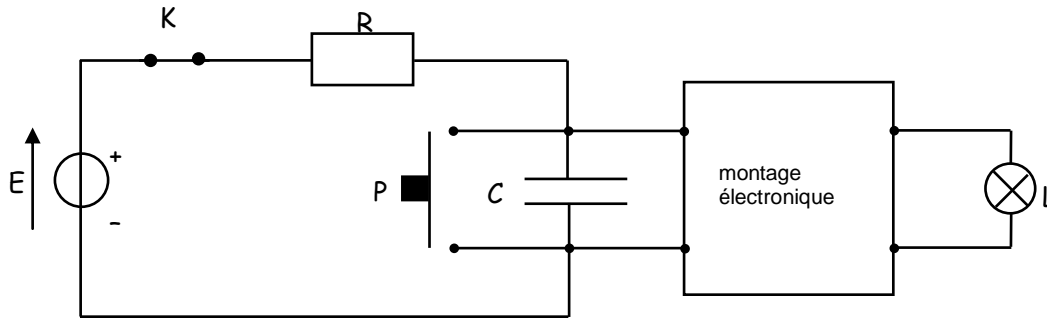


figure 3

Fonctionnement du bouton poussoir :

Lorsqu'on appuie sur le bouton poussoir, ce dernier entre en contact avec les deux bornes du condensateur et se comporte comme un fil conducteur de résistance nulle. Il provoque la décharge instantanée du condensateur. Lorsqu'on relâche le bouton poussoir, ce dernier se comporte alors comme un interrupteur ouvert.

2.1. Le condensateur est initialement chargé avec une tension égale à  $12 \text{ V}$ , la lampe est éteinte. On appuie sur le bouton poussoir P.

Que devient la tension aux bornes du condensateur  $u_C$  pendant cette phase de contact ?

La lampe s'allume-t-elle ? Justifier la réponse.

\*\*

2.2. On relâche le bouton poussoir.

2.2.1. Comment évolue qualitativement la tension aux bornes du condensateur au cours du temps ?

\*\*

2.2.2. La constante de temps du dipôle RC utilisé est  $\tau = 25 \text{ s}$ .

Comment évolue l'état de la lampe aussitôt après avoir relâché le bouton poussoir ?

\*\*

2.2.3. En vous aidant de la solution de l'équation différentielle (donnée à la question 1.8.1), donner l'expression littérale de la date  $t_{al}$ , à laquelle la tension aux bornes du condensateur atteint la valeur limite  $u_{al}$  en fonction de  $u_{al}$ ,  $E$  et  $\tau$ .

\*\*

\*\*

2.2.4. Calculer la valeur de  $t_{al}$  durée d'allumage de la lampe.

\*\*

2.2.5. Retrouver graphiquement la valeur de  $t_{al}$  à l'aide de la courbe  $u_C = f(t)$  fournie en ANNEXE (figure 2 à rendre avec la copie). Indiquer clairement cette durée sur le graphe.

\*\*

2.3. La tension aux bornes du générateur  $E$  étant constante, on voudrait augmenter la durée d'allumage.

Quels sont les deux paramètres du circuit électrique de la figure 1 sur lesquels on peut agir ? Préciser pour chacun d'entre eux comment ils doivent varier.

\*\*

Total / 21

ANNEXE (à rendre avec la copie)

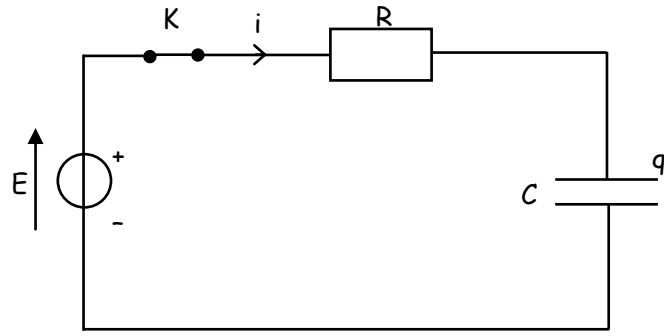


Figure 1

Courbe  $u_C = f(t)$

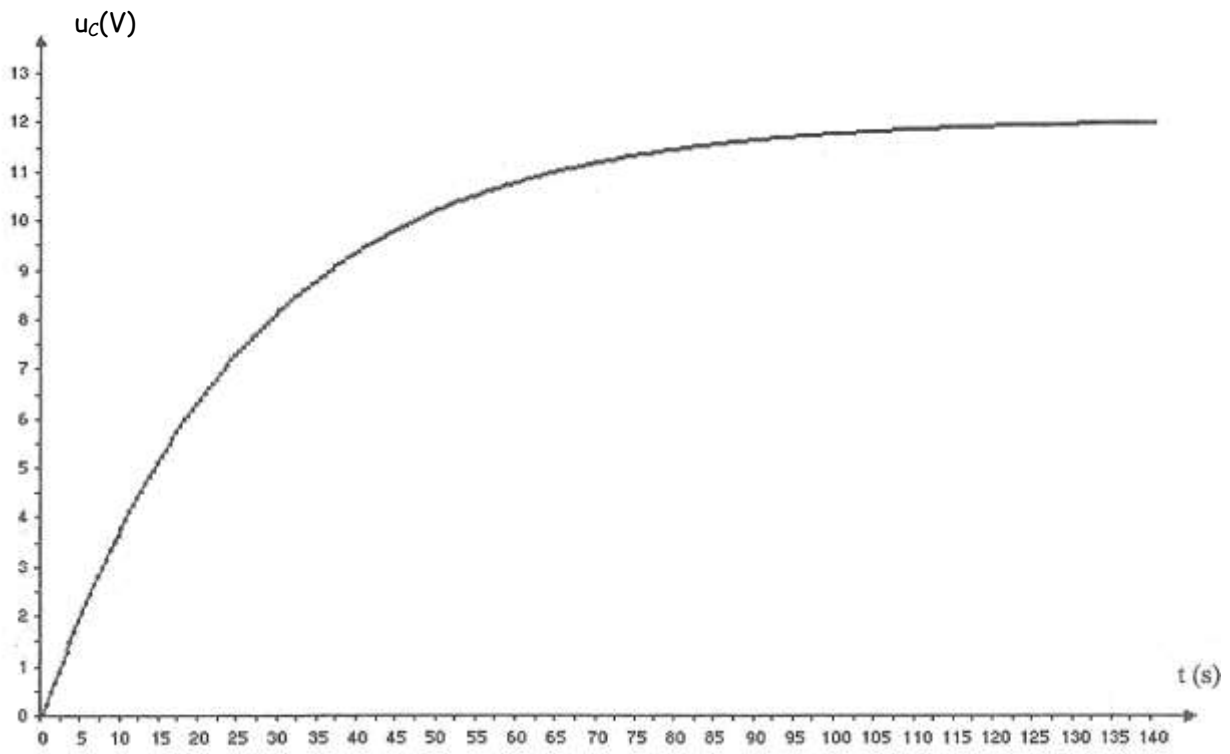


Figure 2