



## Examen de Travaux Pratiques de Physique 2 – UE 10

Durée de l'épreuve : 2h

Les calculatrices, le fascicule et les comptes rendus de Travaux Pratiques rédigés pendant les séances de l'année sont autorisés. Un barème indicatif est précisé pour chaque exercice.

### Exercice 1 : CORDE VIBRANTE (2pts)

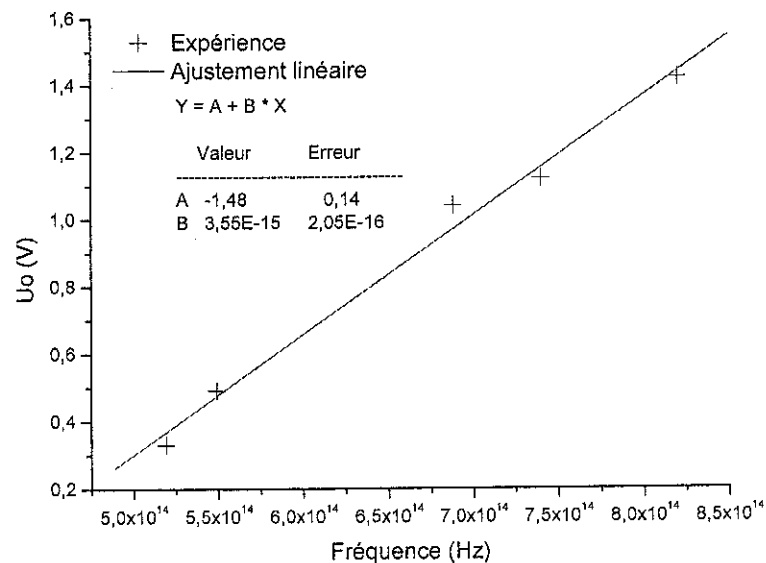
On étudie les vibrations d'une corde tendue sous une tension de  $F$  en fonction de sa longueur  $L$  dont la

fréquence propre  $f$  est donnée par :  $f = \frac{1}{2rL} \sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$  avec  $r$  le rayon et  $\rho$  la masse volumique de la corde.

- 1) Vérifier l'homogénéité de la formule.
- 2) Réaliser un calcul d'incertitude permettant de déterminer l'erreur relative sur  $f$  à partir de l'erreur relative sur  $L$ ,  $F$ ,  $r$  et  $\rho$ .

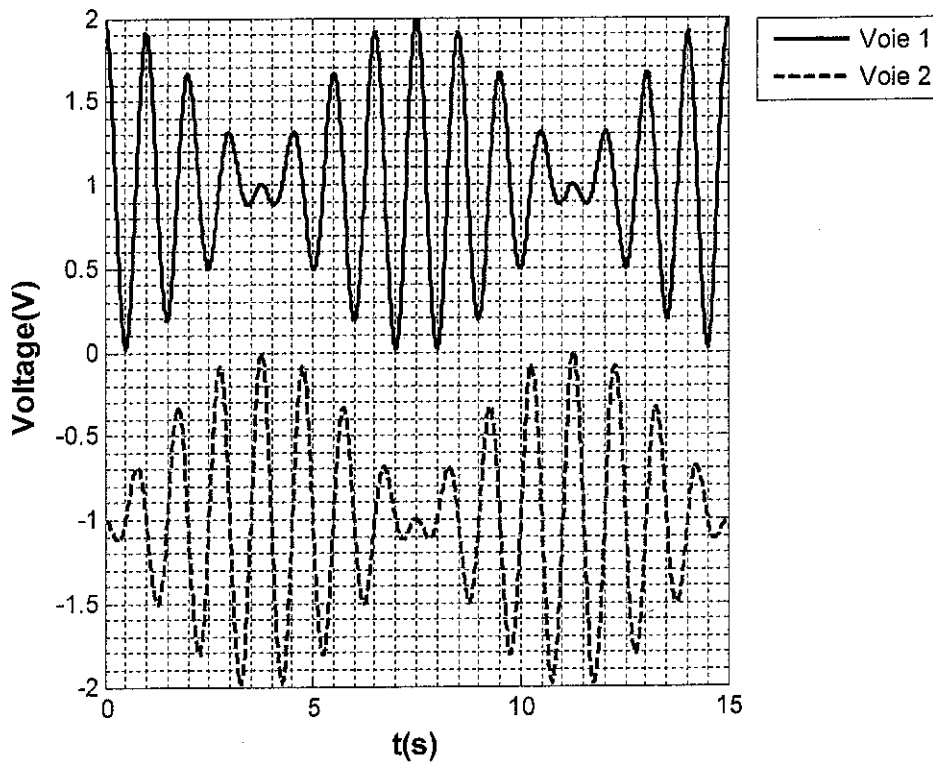
### Exercice 2 : EFFET PHOTOELECTRIQUE (3pts)

- 1) En vous appuyant sur un schéma de principe, rappelez le principe de la mesure du potentiel d'arrêt  $U_0$  d'une cellule photoélectrique.
- 2) La mesure du potentiel d'arrêt  $U_0$  permet d'établir la courbe ci-dessous ainsi que son ajustement par régression linéaire. Déduire de ces mesures les valeurs de la constante de Planck et celle du travail de sortie des électrons ainsi que leurs incertitudes respectives.



**Exercice 3 : OSCILLATEURS COUPLES (5pts)**

On dispose de deux pendules de longueur  $l$  couplés par un ressort. On enregistre sur un oscilloscope l'amplitude d'oscillation de chacun des pendules (figure ci-dessous). On note  $\varphi_1(0)$  et  $\varphi_2(0)$  les angles d'élongation initiaux de chacun des oscillateurs. La tension mesurée sur l'oscilloscope est directement proportionnelle à l'angle d'élongation des deux pendules, respectivement  $\varphi_1(t)$  et  $\varphi_2(t)$ .



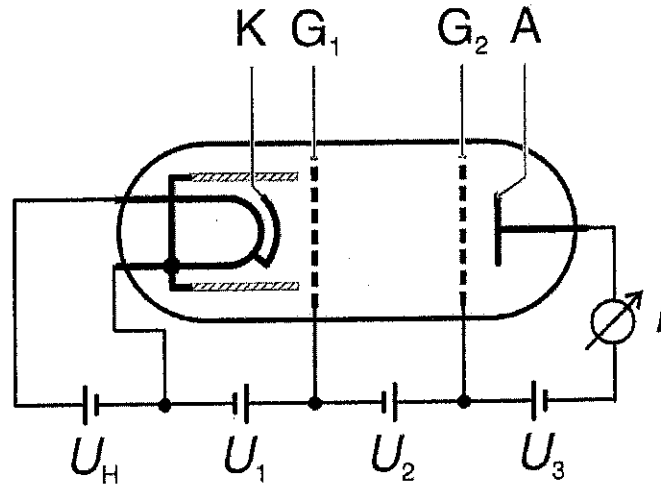
1. D'après cet enregistrement, que pouvez-vous conclure sur  $\varphi_1(0)$  et  $\varphi_2(0)$  ?
2. Rappelez sans démonstration les expressions de  $\varphi_1(t)$  et  $\varphi_2(t)$  dans ce cas particulier.
3. A partir de l'enregistrement, que vaut la période d'oscillation  $T$  des deux pendules et la période du battement entre eux,  $T_{batt}$ . Quelles sont les pulsations  $\omega$  et  $\omega_{batt}$  correspondantes ainsi que leurs incertitudes ?

*Note : on estime l'erreur de lecture sur  $T$  à  $\Delta t = 0.02s$  et sur  $T_{batt}$  à  $\Delta T_{batt} = 0.05s$*

4. Sachant que  $\omega = \frac{\omega^+ + \omega^-}{2}$  et  $\omega_{batt} = \frac{\omega^- - \omega^+}{2}$ , donnez les expressions de  $\omega^-$  et  $\omega^+$  les deux pulsations propres du système d'équations différentielles décrivant les oscillations du système couplé.
5. A partir de la valeur de  $\omega^+$  calculer la longueur  $l$  des pendules et son incertitude.
6. En déduire l'expression de la constante de couplage  $k$  en fonction de  $l$ ,  $\omega$  et  $\omega_{batt}$ . Quelle est son unité ?
7. Quelle est la valeur de  $k$  ? Donnez son incertitude.

**Exercice 4 : EXPERIENCE DE FRANCK HERTZ (3pts)**

Le schéma de principe d'un tube de Franck Hertz est rappelé ci-dessous.



- 1) Précisez le rôle de chacun des éléments.
- 2) Quelle est l'allure théorique de la courbe  $I=f(U_2)$  lorsque l'enceinte du tube est placée sous vide ? Comment cette courbe est-elle modifiée lorsque le tube est rempli d'une faible pression de Néon ? Décrire les phénomènes physiques mis en jeu dans ce cas.

**Exercice 5 : LOIS DE FRESNEL (4pts)**

Un dioptre plan sépare l'air (milieu d'incidence) et un milieu diélectrique isotrope d'indice  $n$ . Ce dioptre est éclairé par un faisceau lumineux.

1. On souhaite étudier les coefficients de réflexion et de transmission de ce dioptre. La mesure permet-elle d'accéder directement aux coefficients de réflexion en amplitude ? Pourquoi ?
2. Justifier l'emploi d'une source la plus monochromatique possible. Si on dispose uniquement d'une source blanche, quel ajout proposez-vous ?
3. Si on s'intéresse aux coefficients d'un dioptre séparant un milieu diélectrique (milieu incident) de l'air, quelle forme de dioptre est-il astucieux d'employer ? Justifier.
4. Rappeler la définition et l'expression de l'incidence de Brewster. On mesure  $i_b = 65^\circ$  avec une incertitude de  $\pm 2^\circ$ . Déterminer  $n$  et l'incertitude.

**Exercice 6 : LUMIERE ELLIPTIQUE (3pts)**

1. Rappeler la définition d'un polariseur rectiligne.

2. Proposer une procédure expérimentale pour repérer les axes neutres d'une lame biréfringente.
3. Soit une source lumineuse monochromatique de longueur d'onde connue, suivie d'un polariseur P, d'un analyseur A et d'un détecteur.

a. On dispose P et A en positions croisées. Qu'observe-t-on ?

On intercale entre P et A, une lame mince biréfringente L'inconnue orientée de sorte que l'un de ses axes neutres soit à 45 degrés de la direction imposée par le polariseur.

b. Quelle est, de façon générale, la polarisation à la sortie de la lame L ? Qu'observe-t-on après l'analyseur ?

### Exercice 7 : PROPAGATION DE LA CHALEUR (5pts)

On enregistre les variations de températures le long d'une barre cylindrique dont les parois latérales ne permettent pas d'échange de chaleur. Sept capteurs sont placés le long de la barre avec des espacements judicieusement répartis (ils sont positionnés aux abscisses  $x = 1cm$ ;  $x = 5cm$ ;  $x = 9cm$ ;  $x = 13cm$ ;  $x = 22cm$ ;  $x = 34cm$ ;  $x = 49cm$ ).

Lorsqu'un flux sinusoïdal est imposé en  $x = 0$ , la solution théorique en régime établi est :

$$T(x,t) = -\frac{\Phi_0}{\lambda S} \frac{\delta}{\sqrt{2}} e^{-x/\delta} \cos\left(\omega_0 t - \frac{x}{\delta} + \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\text{où } \delta = \sqrt{\frac{2\kappa}{\omega_0}} \text{ est l'épaisseur de peau thermique.}$$

1. Commenter tous les termes de  $T(x,t)$ .
2. Pourquoi la réponse du système est-elle sinusoïdale ?
3. Identifier les capteurs sur les courbes du graphique donné en annexe. Vous joindrez le graphique en annexe à votre copie.
4. Donner la fréquence du flux sinusoïdal.
5. Déduire des enregistrements la conductivité thermique du matériau. Vous expliquerez et justifierez clairement votre démarche et la méthode employée.
6. Donner une explication du fait que la valeur moyenne des courbes augmente lentement.
7. Quelle vérification rapide peut-on effectuer à propos du déphasage en considérant les quatre premières courbes ?

Année 2018-2019

ANNEXE 1 : COURBE PROPAGATION DE LA CHALEUR

N° Anonymat :

