

**Concours d'entrée en première année de l'Ecole Nationale
Supérieure d'Arts et Métiers – Meknès
Séries : Sciences Expérimentales – Electronique –
Electrotechnique – Fabrication Mécanique**

Matière : Physique

Durée : 3h 15mn

Remarque importante : - L'épreuve est composée de deux problèmes indépendants.
- L'organisation et la qualité de la rédaction seront prises en compte dans le barème de la notation.

Problème 1 : Mécanique

Les deux parties A et B sont indépendantes. On donne $g = 10\text{m/s}^2$.

Partie A

On va étudier dans cette partie différents mouvements d'une bille B qu'on assimile à un point matériel de masse 100g.

I- On lance **horizontalement**, à l'instant $t=0$, la bille d'un point O situé à 2m du sol, à la vitesse \vec{V}_0 de module 3m/s. On utilise le repère (OXZ) où (OX) est axe horizontal dirigé suivant \vec{V}_0 et (OZ) étant un axe vertical orienté vers le bas.

- a- Déterminer les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ du mouvement de la bille B.
- b- Ecrire l'équation de la trajectoire de B.
- c- Quelle est la durée nécessaire pour que la bille arrive au sol ?
- d- Déterminer la vitesse de la bille à l'instant où elle heurte le sol ainsi que l'angle (en degré) que fait cette vitesse avec l'horizontal.

II- D'un point situé à 20m au-dessus du sol, la bille est lancée vers le haut à la vitesse de 20m/s et sous un angle faisant avec l'horizontal un angle de 60° .

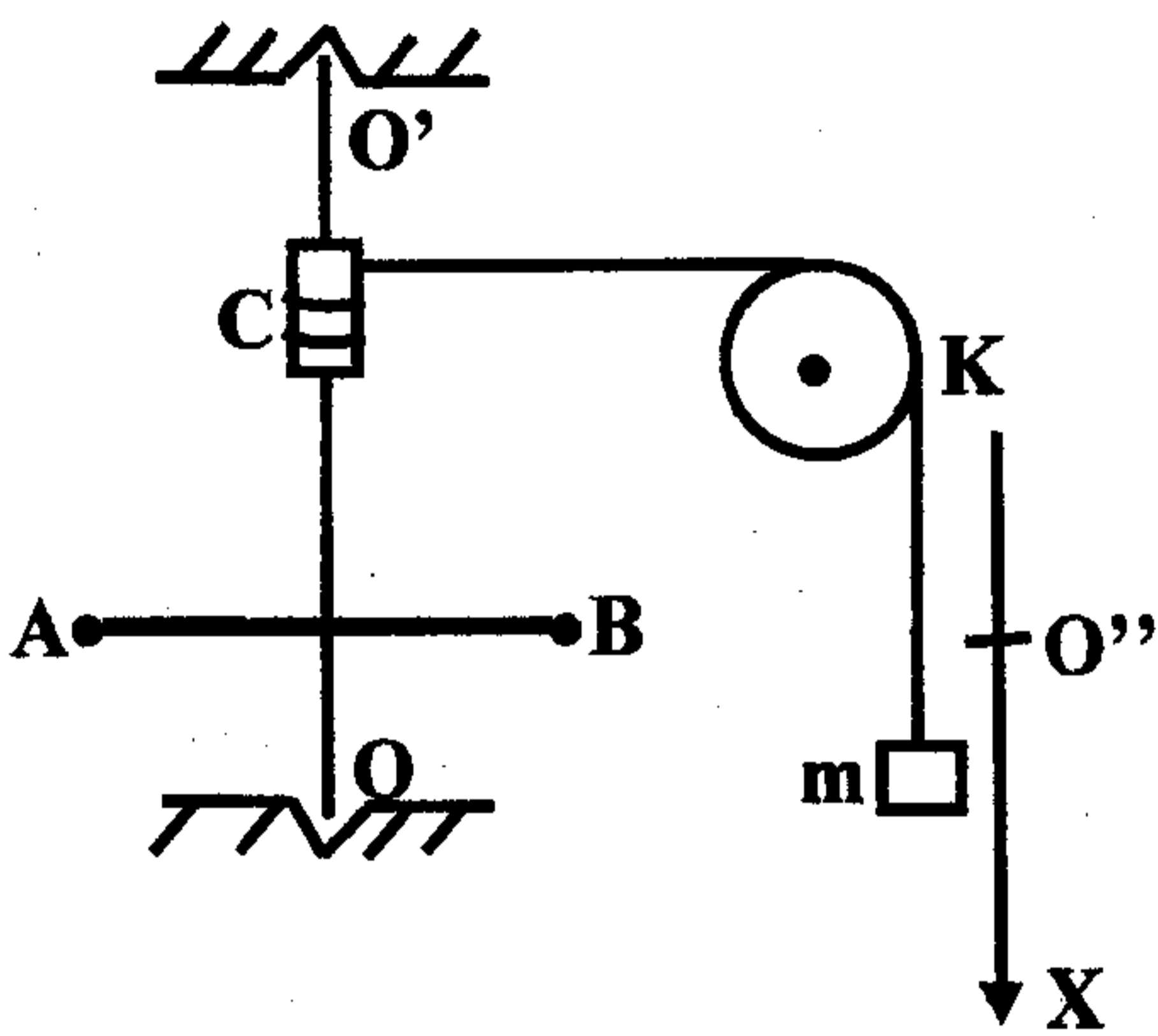
- a- Quelle est, au début du mouvement, la valeur de l'énergie mécanique de la bille ? on prend le sol comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
- b- Quelle sera son énergie cinétique quand elle sera à 15m au-dessus du sol ? Quelle est alors sa vitesse ?

III- La bille est maintenant suspendue à un fil inextensible de longueur $L=1\text{m}$ et de masse négligeable. L'autre extrémité du fil est fixée à un support fixe. On écarte ce pendule d'un angle $\alpha_m = 60^\circ$ de sa position d'équilibre et on l'abandonne sans vitesse initiale.

- Exprimer et calculer numériquement la vitesse de la bille et la tension du fil lorsque le pendule passe pour la première fois par la position d'équilibre.
- Après 25 oscillations, le pendule passe par la position d'équilibre avec une vitesse réduite en moitié et ceci à cause des frottements. Quelle est l'énergie totale perdue ?

Partie B

I- Le système étudié (voir figure ci-dessous) comprend une tige OO' de masse négligeable, mobile autour d'elle-même sans frottements; une tige AB homogène de masse $M=0,3\text{Kg}$, de longueur $L=40\text{cm}$; un cylindre (C) homogène de rayon $r=3\text{cm}$ et de masse $M'=0,2\text{Kg}$ pouvant tourner sans frottements autour de (OO') ; une masse $m=0,1\text{kg}$; un fil inextensible et de masse négligeable et enfin une poulie K de masse négligeable pouvant tourner sans frottements autour de son axe. Aux extrémités A et B sont fixées deux masses ponctuelles $\mu=25\text{g}$ chacune. On repère la position de la masse m par son abscisse x sur un axe $(O''X)$. A $t=0$, on suppose que la masse m a été abandonnée sans vitesse initiale à partir de l'origine O'' .



son abscisse x sur un axe $(O''X)$. A $t=0$, on suppose que la masse m a été abandonnée sans vitesse initiale à partir de l'origine O'' .

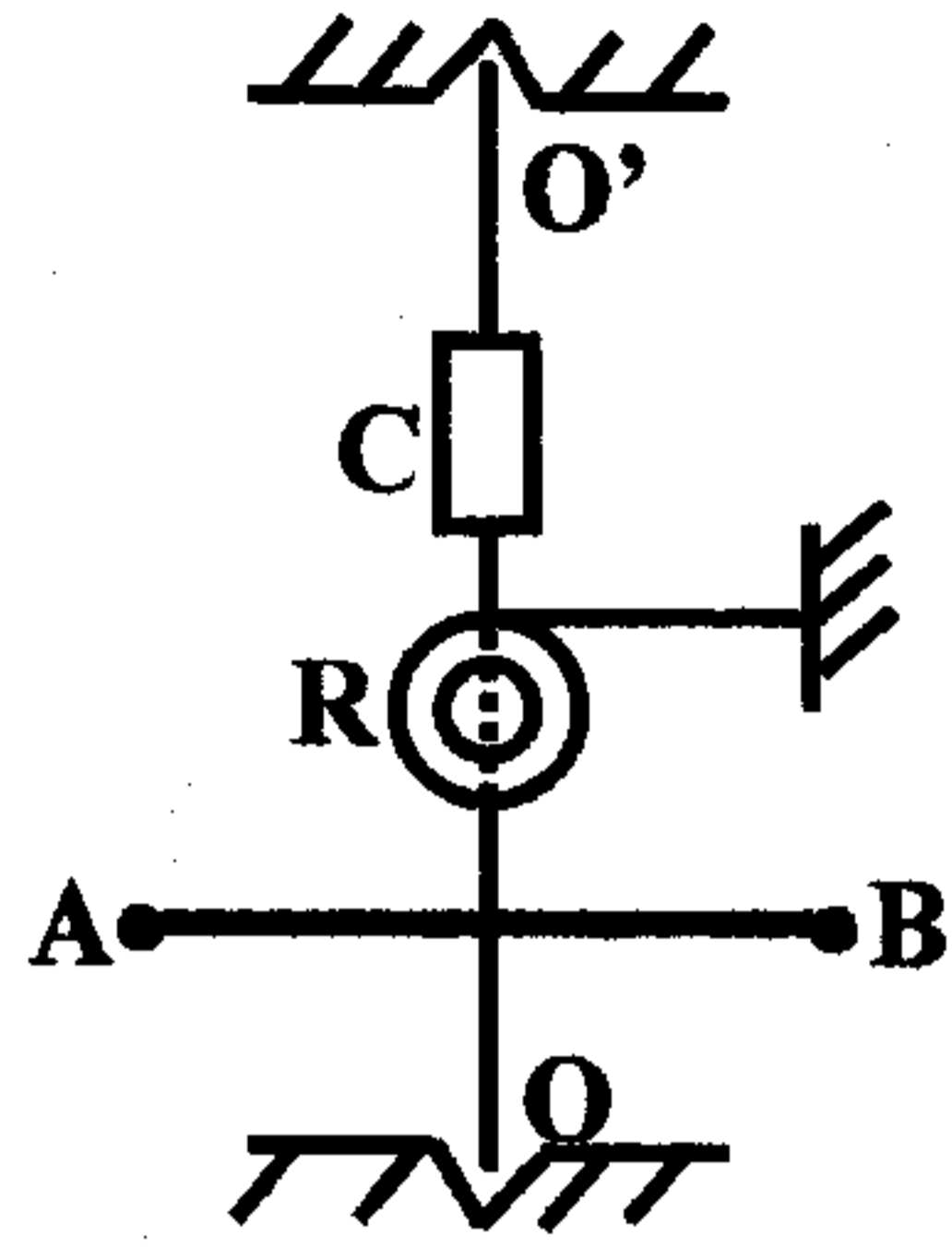
- Montrer que le moment d'inertie de la partie tournant autour de (OO') est donné par :

$$J = \frac{1}{2} M' r^2 + \frac{L^2}{2} \left(\mu + \frac{M}{6} \right) . \text{ Calculer sa valeur numérique. On rappelle que le moment d'inertie de}$$

la tige AB par rapport à (OO') est égal à $\frac{ML^2}{12}$.

- Exprimer l'énergie mécanique du système global en fonction de m , g , r , J , x et \dot{x} . On supposera que l'énergie potentielle de pesanteur associée à la masse m est nulle en O'' .
- Montrer que le mouvement est uniformément varié. Calculer numériquement l'accélération angulaire de la partie tournante.
- Calculer la tension du fil.
- Calculer la vitesse de m après un mètre de chute. Quelle est alors la vitesse du point B ?

II- On se propose de déterminer le moment d'inertie J par une méthode expérimentale. Pour cela on élimine le fil, la poulie et la masse m et on soude sur la tige (OO') un ressort spirale qui exerce un



couple de rappel égal en valeur absolue $C|\theta|$ où θ est l'angle que fait AB avec sa position d'équilibre A_0B_0 et C étant la constante de rappel du ressort. Les deux surcharges de masses $\mu=25g$ chacune étant enlevées, la période des oscillations du système est $T=2s$. Les deux surcharges de masses $\mu=25g$ chacune étant mises en place, la période des oscillations du système est $T'=2,44s$.

a- On suppose que les deux surcharges de masses $\mu=25g$ chacune sont mises en place. Ecrire l'équation différentielle du mouvement.

b- Déterminer les valeurs numériques de J et de C .

Problème 2 : Electricité

Les deux parties A et B sont indépendantes

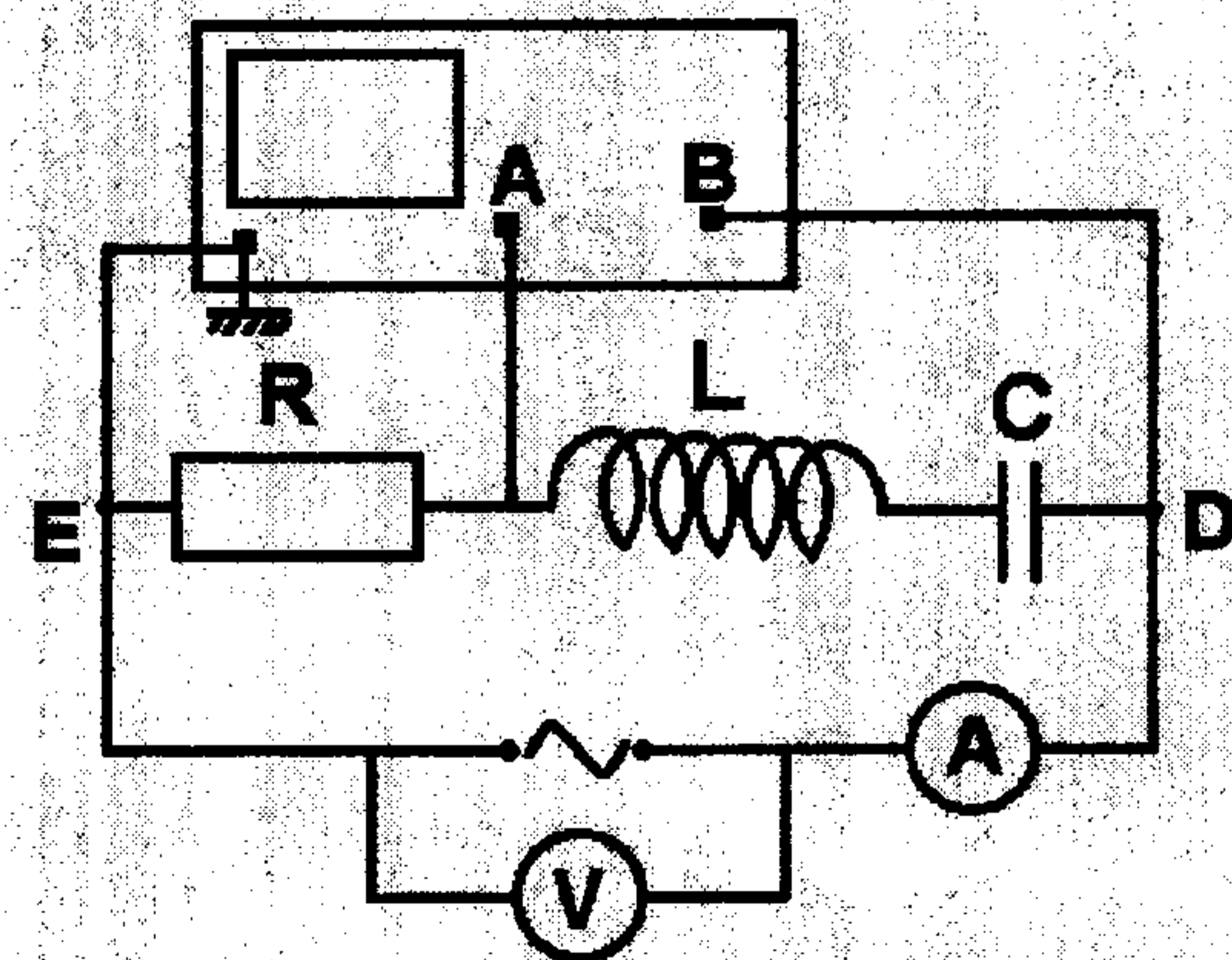
Partie A

On branche en série, aux bornes d'un générateur de courant alternatif sinusoïdal, de fréquence $f = 500 \text{ Hz}$, une résistance $R = 210 \Omega$, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et un condensateur de capacité C . On lit sur le voltmètre $U = 2,8 \text{ V}$ et sur l'ampèremètre $I = 10 \text{ mA}$. L'oscilloscope est branché comme l'indique la figure ci-dessous.

1.a) On désire qu'une période T du courant soit représentée par toute la largeur de l'écran, soit 10 cm . Que choisit-on pour sensibilité du balayage horizontal, parmi les durées par cm inscrites sur l'oscilloscope : 10 ms ; 5 ms ; 2 ms ; 1 ms ; $500 \mu\text{s}$; $200 \mu\text{s}$; $100 \mu\text{s}$; $50 \mu\text{s}$; $20 \mu\text{s}$; $5 \mu\text{s}$? (Justifier votre réponse)

b) Sur quelle voie A ou B de l'oscilloscope obtient-on :

- la courbe représentant les variations de la tension u aux bornes du générateur en fonction du temps ?



- la courbe représentant les variations de l'intensité du courant i en fonction du temps ? (Justifier votre réponse)

c) On désire que la tension maximale U_{\max} aux bornes du générateur soit représenté par 4 cm environ. Que choisit-on pour sensibilité de déviation verticale, parmi les tensions par cm inscrites sur l'oscilloscope : 20 V ; 10 V ; 5 V ; 2 V ; 1 V ; 500 mV ; 200 mV ; 100 mV ; 50 mV ? (Justifier votre réponse)

d) Si l'on utilise la même sensibilité de déviation verticale sur les deux voies, quelle est, exprimée en cm, l'ordonnée du maximum de la deuxième courbe ?

2.a) La tension instantanée u aux bornes du générateur est en retard de phase sur l'intensité instantanée i et le décalage entre les abscisses des maxima des deux courbes est 1 cm. Représenter les deux courbes observées sur l'écran en respectant les réglages de l'oscilloscope déterminés dans les questions 1.a) et 1.c).

b) Quel est, du condensateur et de la bobine, celui dont l'impédance est la plus grande ? Justifiez rapidement votre réponse.

c) Déterminer la valeur du déphasage φ de la tension sur l'intensité.

d) Calculer la puissance électrique moyenne consommée dans le dipôle DE.

Partie B

Au laboratoire on dispose du matériel suivant :

- un générateur de signaux basse fréquence (G.B.F), un ampèremètre, un voltmètre, un oscillographe bi courbe ;
- une résistance $R = 30 \Omega$ et un condensateur $C = 10 \mu\text{F}$.

On désire déterminer par deux méthodes les caractéristiques (résistance r , inductance L) d'une bobine.

1) Première méthode

On étudie la variation de l'impédance Z de la bobine en fonction de la fréquence en régime sinusoïdal.

a) Proposer un montage permettant de mesurer directement la tension efficace U aux bornes de la bobine et l'intensité efficace I qui la traverse.

b) On obtient le tableau de mesure suivant :

| f en Hz | 300 | 500 | 700 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
|-----------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| U en V | 3,99 | 3,99 | 3,99 | 3,99 | 3,99 | 3,99 | 3,99 |
| I en mA | 103,2 | 101,3 | 97,9 | 93,7 | 91,8 | 89,6 | 87,6 |

- Donner sans démonstration l'expression de l'impédance Z en fonction de la pulsation ω .

- Représenter graphiquement Z^2 en fonction de f^2 en choisissant l'échelle appropriée.

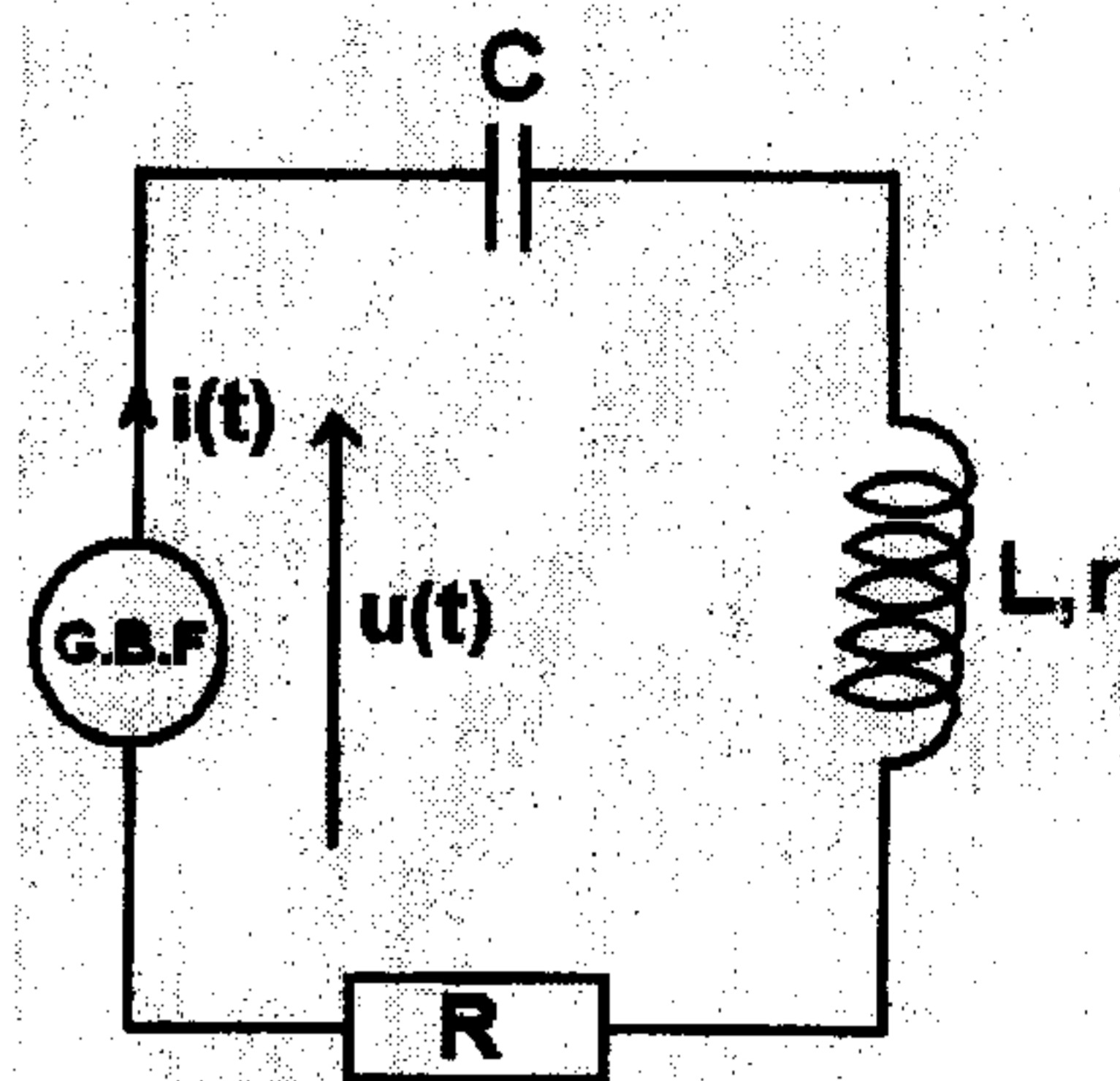
- En déduire la valeur de r et de L .

2) Deuxième méthode

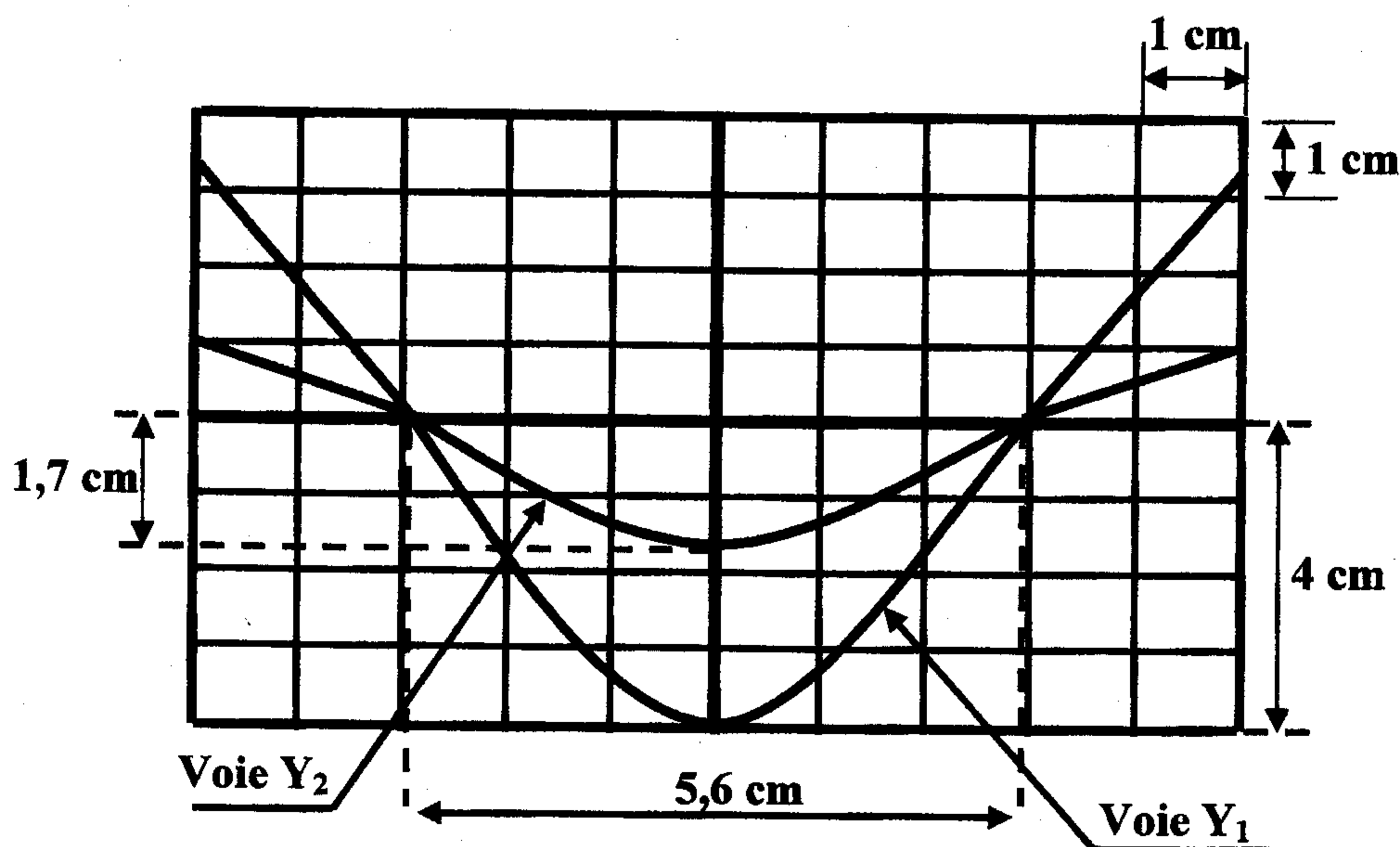
On réalise le montage ci-contre comportant une résistance $R = 30 \Omega$ et un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$.

Le générateur de signaux basse fréquence (GBF) fournit une tension sinusoïdale de fréquence variable.

a) Faire le schéma du montage permettant de visualiser, sur l'oscilloscope, en fonction du temps sur la voie Y_1 la tension $u(t)$ à la sortie du GBF et sur la voie Y_2 l'intensité $i(t)$ qui traverse le circuit.



b) Pour une certaine fréquence on obtient les courbes suivantes :



Réglages de l'oscilloscope :

- sensibilité verticale 2 V/cm sur chaque voie ;
- sensibilité horizontale : $100 \mu\text{s/cm}$.

Déduire des courbes observées :

- la valeur maximale U_{max} de $u(t)$;
- l'intensité maximale I_{max} de $i(t)$;
- la fréquence f du courant ;
- l'impédance du circuit (R, L, r, C) ;
- la résistance r de la bobine ;
- l'inductance L de celle-ci.

c) Pourquoi a-t-on choisi cette fréquence particulière ?

d) Comparer les résultats donnés par les deux méthodes.