

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie.

Chimie (7 points)

Exercice 1 (3,5 points)

Au cours d'une séance de travaux pratiques, deux groupes d'élèves (G_a) et (G_b) étudient la cinétique de la réaction supposée totale et d'équation bilan :



A l'instant $t = 0$ et à une température de 25°C , les élèves des groupes (G_a) et (G_b) réalisent respectivement les mélanges (M_a) et (M_b) suivants :

- le mélange (M_a) contient :

- un volume $V_1 = 90$ mL d'une solution aqueuse d'iodure de potassium (**KI**) de concentration $C_1 = 0,1$ mol.L⁻¹ ;
- un volume $V_2 = 10$ mL d'une solution aqueuse d'eau oxygénée (**H₂O₂**) de concentration $C_2 = 0,1$ mol.L⁻¹ ;
- un excès d'une solution de concentration 1 mol.L⁻¹ d'acide sulfurique.

- le mélange (M_b) contient :

- un volume $V_3 = 50$ mL d'une solution aqueuse d'iodure de potassium (**KI**) de concentration $C_1 = 0,1$ mol.L⁻¹ ;
- un volume $V = 40$ mL d'eau distillée ;
- un volume $V_2 = 10$ mL d'une solution aqueuse d'eau oxygénée (**H₂O₂**) de concentration $C_2 = 0,1$ mol.L⁻¹ ;
- Un excès d'une solution de concentration 1 mol.L⁻¹ d'acide sulfurique.

Immédiatement après, chacun des groupes effectue, par une méthode appropriée, le suivi de l'évolution de l'avancement x de la réaction en fonction du temps. Ils obtiennent les courbes (f_1) et (f_2) de la figure 1.

1- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique relatif à la réaction étudiée. On notera n_{01} et n_{02} les nombres de moles, respectivement, de **H₂O₂** et de **I⁻**.

2- a- Calculer n_{01} .

b- Vérifier que, dans les deux mélanges (M_a) et (M_b), l'eau oxygénée est le réactif limitant de la réaction.

3- a- Définir la vitesse instantanée de la réaction.

b- Déterminer graphiquement, à l'instant $t = 0$, la valeur de la vitesse instantanée de la réaction étudiée pour chacun des deux mélanges.

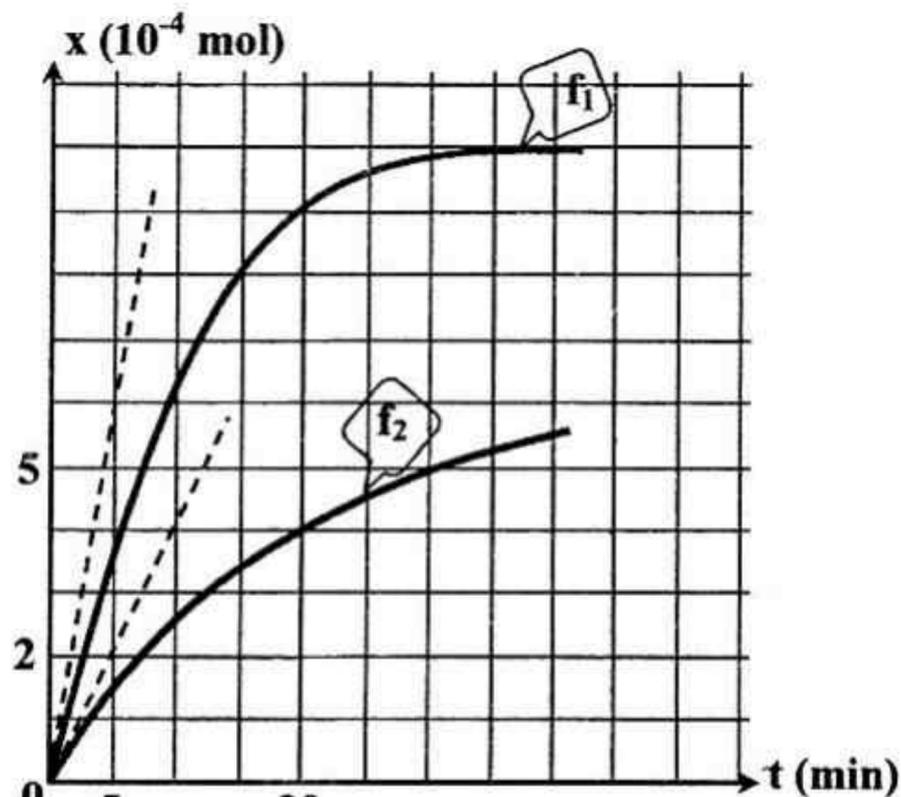


figure 1

c- Préciser le facteur cinétique qui justifie la disposition relative des deux courbes. En déduire que la courbe (f_1) correspond au groupe (G_a).

4- A l'instant $t = 40 \text{ min}$, préciser si la réaction est terminée pour chacun des groupes. Justifier la réponse.

Exercice 2 (3,5 points)

Les parties A et B sont indépendantes.

A/ Une pile bouton est constituée de deux compartiments. Dans le premier, on dispose d'une plaque de zinc (Zn) en contact direct avec un électrolyte constitué d'une solution gélifiée d'hydroxyde de potassium (KOH). Dans le deuxième compartiment, on a de l'oxyde de mercure (HgO) et du graphite en poudre imbibés d'hydroxyde de potassium. L'électrode en graphite constitue le pôle positif et celle en zinc constitue le pôle négatif. Cette pile est symbolisée par : $\text{Zn} \mid \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} \parallel \text{HgO} \mid \text{Hg}$.

1- a- La pile est dite « alcaline ». Justifier cette appellation.

b- Donner les couples redox mis en jeu dans cette pile.

2- La pile alimente un circuit extérieur fermé. Ecrire l'équation de la réaction chimique qui se produit spontanément lorsque la pile débite un courant.

B/ On considère la pile (P) prise dans les conditions standard et formée par deux compartiments 1 et 2 contenant respectivement les couples $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$ et $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$. Une mesure de la fem de cette pile, à 25°C , donne : $E = -0,63 \text{ V}$.

On donne : $E^\circ (\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}) = -0,13 \text{ V}$; $E^\circ (\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$.

On suppose que durant le fonctionnement de la pile, aucune des électrodes ne sera complètement consommée et que les volumes des deux solutions dans les deux compartiments de la pile restent constants et égaux.

1- Ecrire l'équation chimique associée à cette pile. Justifier.

2- Ecrire, en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile débite un courant.

3- a- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre relative à l'équation chimique associée à la pile (P).

b- Calculer les concentrations des ions Pb^{2+} et Zn^{2+} lorsque la pile (P) devient usée.

Physique (13 points)

Exercice 1 (6 points)

Un générateur basse fréquence (GBF) délivre à ses bornes une tension $u(t)$ alternative sinusoïdale de valeur efficace constante $U = \frac{12}{\sqrt{2}} \text{ V}$ et de fréquence N réglable. Ce

générateur alimente un circuit série comportant un résistor de résistance R , une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité C , un milliampèremètre et un interrupteur K (figure 2).

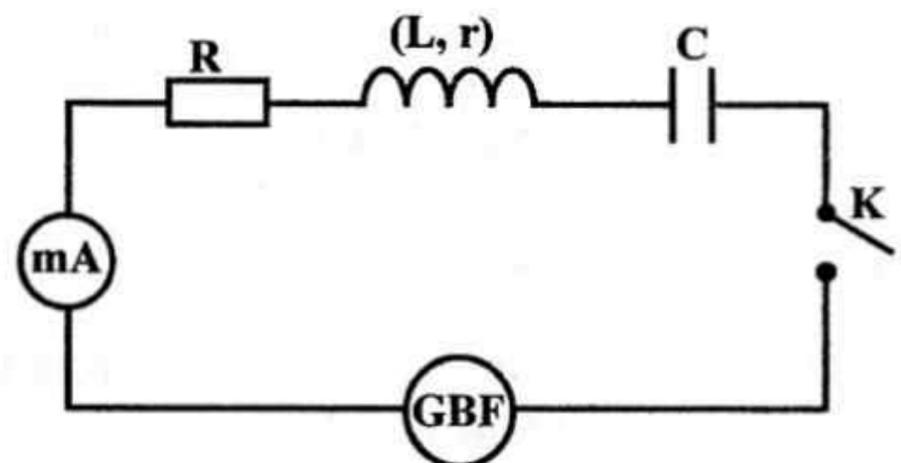


figure 2

A / Expérience 1

On ferme l'interrupteur K et on mesure l'intensité efficace I du courant électrique qui circule dans le circuit pour différentes valeurs de la fréquence N . L'évolution de I en fonction de N est représentée par la courbe de la figure 3 de la page 5/5 à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie.

1- A la résonance d'intensité, déterminer graphiquement :

- la valeur N_0 de la fréquence ;
- la valeur I_0 de l'intensité efficace du courant électrique.

2- On règle la fréquence à la valeur $N = N_0$ et on branche en parallèle aux bornes du résistor un voltmètre

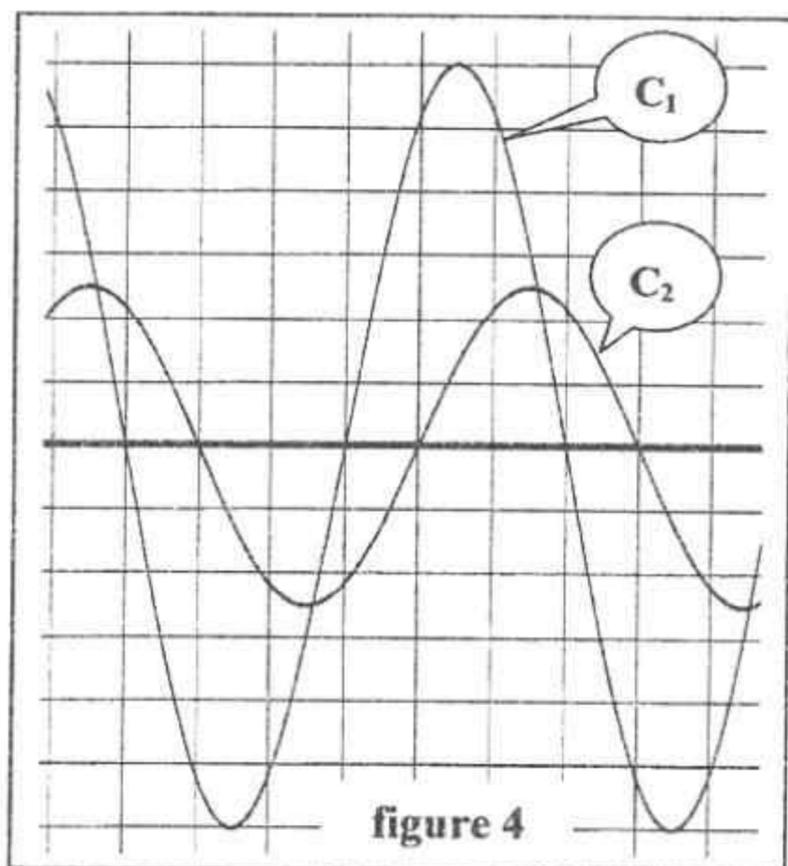
La valeur efficace de la tension donnée par le voltmètre est $U_R = \frac{10}{\sqrt{2}}$ V.

- a- Déterminer la valeur de la résistance R .
- b- Déduire la valeur de la résistance r .
- c- Donner la relation entre L , C et N_0 .

B / Expérience 2

La fréquence N est maintenant fixée à une valeur N_1 différente de N_0 . Cette fréquence N_1 est égale à l'une des deux valeurs (257,5 Hz et 285 Hz) signalées sur la **figure 3** de la page 5/5.

Un oscilloscope bicourbe convenablement branché au circuit, a permis de visualiser simultanément les tensions instantanées $u(t)$ et $u_R(t)$ (aux bornes du résistor) respectivement sur ses voies X et Y . On obtient les oscillogrammes de la **figure 4**.



3- Compléter la **figure 5**, de la page 5/5 à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie, en indiquant les connexions adéquates à l'oscilloscope qui ont permis de visualiser simultanément les tensions instantanées $u(t)$ et $u_R(t)$.

4- a- Sachant que la sensibilité verticale est la même pour les deux voies X et Y de l'oscilloscope, montrer que l'oscillogramme (C_1) correspond à $u(t)$.

b- En exploitant les oscillogrammes de la **figure 4** :

b₁- justifier que la fréquence N_1 est différente de N_0 ;

b₂- justifier que le circuit étudié est inductif. Préciser alors laquelle des deux valeurs de N (257,5 Hz et 285 Hz) signalées sur la **figure 3**, celle qui correspond à N_1 ;

b₃- déterminer le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$ (l'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit) : $\Delta\phi = \phi_u - \phi_i$.

5- a- Montrer qu'on a : $2\pi N_1 L - \frac{1}{2\pi N_1 C} = 60\sqrt{3} \Omega$.

b- Déterminer les valeurs de L et de C .

Exercice 2 (4 points)

On donne : Constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s

Célérité de la lumière dans le vide $c = 3 \cdot 10^8$ m.s⁻¹

1 eV = $1,6 \cdot 10^{-19}$ J

La **figure 6** représente des niveaux du diagramme énergétique de l'atome d'hydrogène.

Les niveaux n d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (en eV) ; avec n un entier naturel non nul.

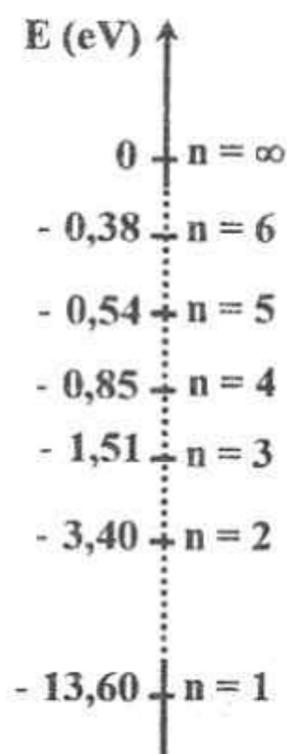


figure 6

- 1- a- Le spectre d'émission de l'hydrogène est discontinu. Justifier cette affirmation.
 b- Donner, en le justifiant, l'énergie de l'atome d'hydrogène lorsqu'il se trouve dans son état fondamental.
 c- L'atome d'hydrogène se trouve dans l'état d'énergie $E_2 = - 3,40 \text{ eV}$. Préciser, en le justifiant, si l'atome d'hydrogène se trouve dans un état excité ou ionisé.
- 2- Les transitions de l'atome d'hydrogène d'un niveau $n > 2$ vers le niveau $n = 2$, permettent d'obtenir un spectre d'émission dont les longueurs d'onde des radiations émises sont notées λ_n . Montrer que les longueurs d'onde λ_n sont telles que : $\lambda_a = 365 \text{ nm} \leq \lambda_n \leq \lambda_b \approx 657 \text{ nm}$.
- 3- On considère une ampoule contenant le gaz dihydrogène porté à une température élevée. Les atomes d'hydrogène sont dans le niveau $n = 2$. Une lumière constituée des radiations de longueurs d'onde λ_n traverse ce gaz. Déterminer les longueurs d'onde des radiations visibles absorbées.
 On donne les longueurs d'onde λ_v des radiations visibles : $400 \text{ nm} \leq \lambda_v \leq 780 \text{ nm}$.
- 4- Sur l'ampoule précédente, on envoie une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 76 \text{ nm}$. Montrer que l'atome d'hydrogène peut être ionisé.

Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

Le fonctionnement d'un réacteur nucléaire à eau pressurisée

Un réacteur à eau pressurisée n'est autre qu'un dispositif élaboré destiné à chauffer de l'eau, avec à l'intérieur de la chaudière une pression de 155 bars et une température de 310 °C. Le principe d'un tel réacteur est d'entretenir en permanence des réactions de fission de noyaux d'uranium ou de plutonium au sein d'un milieu, appelé « cœur du réacteur ». Chaque fission, induite par les neutrons présents dans le cœur, dégage une énergie de l'ordre de 200 MeV, et produit deux ou trois neutrons supplémentaires, dont l'un sert à entretenir la réaction en chaîne, les autres étant absorbés dans l'eau, les structures ou perdus hors du cœur. Un réacteur à eau pressurisée est de la famille des réacteurs, dits « à neutrons thermiques ».

On suppose que le seul matériau fissile est $^{235}_{92}\text{U}$. Les nombres indiqués sont des ordres de grandeur. 100 fissions de $^{235}_{92}\text{U}$ libèrent en moyenne 250 neutrons qui donnent lieu à ce qui suit :

- (r₁) : 100 neutrons provoquent 100 nouvelles fissions, entretenant ainsi la réaction en chaîne et consommant 100 noyaux du matériau fissile ;
- (r₂) : 70 neutrons subissent des captures fertiles par 70 noyaux $^{238}_{92}\text{U}$. Chaque capture fertile produit un noyau de plutonium fissile $^{239}_{94}\text{Pu}$ et deux particules ^A_ZX ;
- (r₃) : 75 neutrons subissent des captures stériles entre autres par des structures du cœur du réacteur ;
- (r₄) : 5 neutrons fuient hors du cœur.

(D'après Commissariat à l'énergie atomique « L'énergie nucléaire du futur : quelles recherches pour quels objectifs? »)

- 1- a- Nommer la réaction nucléaire décrite en (r₁).
 b- Préciser, en le justifiant, si tous les neutrons produits par (r₁) provoquent des réactions.
 c- La réaction de fission est une réaction en chaîne. Expliquer.
- 2- a- Ecrire l'équation de la réaction nucléaire subie par chaque noyau décrit en (r₂).
 b- Identifier la particule ^A_ZX parmi : ^1_1p , ^1_0n , $^0_{-1}\text{e}$ et ^0_1e .

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et prénom :

Date et lieu de naissance :

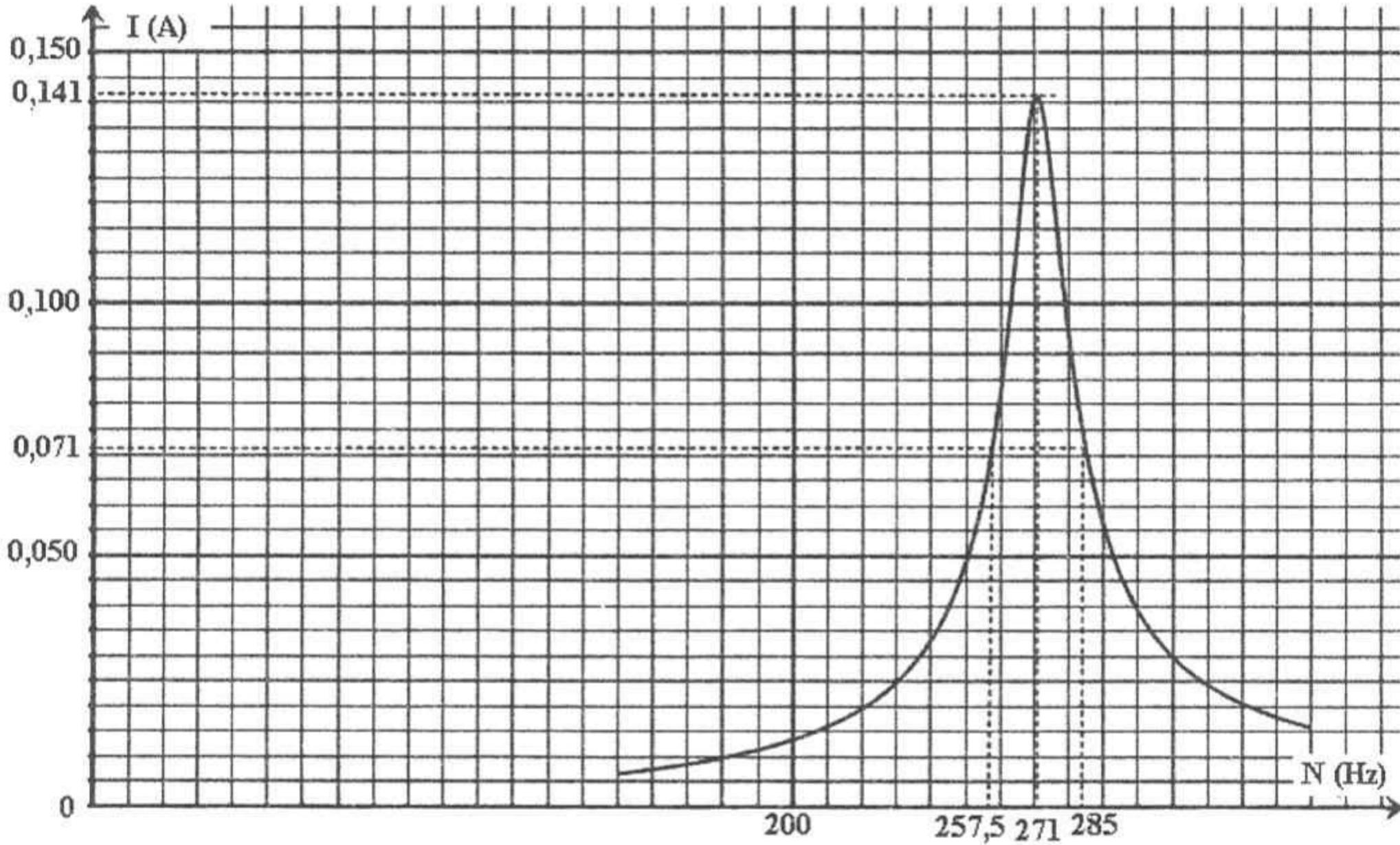
Signatures des
surveillants

.....

.....

Epreuve : Sciences Physiques (section Mathématiques).
Feuille à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie.

Physique : Exercice 1 - figure 3 -



Physique : Exercice 1 - figure 5 -

