BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2008

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **3 h 30** – COEFFICIENT : **6**

obligatoire

L'usage des calculatrices EST autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Ce sujet comporte un exercice de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE présentés sur 12 pages numérotées de 1 à 12, y compris celle-ci et les annexes.

Les feuilles d'annexes (pages 11 et 12) SONT À RENDRE AVEC LA COPIE même si elles n'ont pas été complétées.

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres :

I. Chute d'une bille dans la glycérine (5,5 points)
II. L'eau de Javel (6,5 points)
III. Production d'une onde sonore (4 points)

EXERCICE I. CHUTE D'UNE BILLE DANS LA GLYCÉRINE (5,5 points)

La glycérine connue aussi sous le nom du glycérol se présente sous la forme d'un liquide transparent, visqueux, incolore et non toxique.
On se propose dans cet exercice de déterminer dans une première partie, la valeur expérimentale de la viscosité de ce liquide. La deuxième partie, théorique, utilise une méthode numérique pour simuler le mouvement de chute d'une bille dans ce liquide.

1. Mesure de la viscosité η de la glycérine

La viscosité désigne la capacité d'un fluide à s'écouler. Elle dépend fortement de la température.

Pour mesurer la viscosité de la glycérine, on utilise un dispositif appelé viscosimètre de HOEPLER (ou viscosimètre à chute de bille).

Il se compose d'un long tube de verre vertical, rempli du liquide étudié, dans lequel on laisse tomber une bille sphérique en acier de diamètre calibré.

La durée de chute Δt' correspondant à une distance de chute h connue est mesurée à l'aide de deux capteurs reliés à un chronomètre électronique. Les deux capteurs sont repérés par les positions R_1 et R_2 comme le montre le schéma de la figure1 ci-contre.

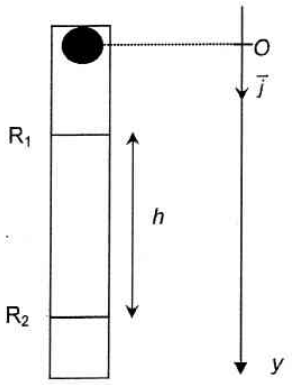


Figure 1

Données :
Rayon de la bille : r = 5,00 mm
Masse volumique de la bille : $\rho = 7{,}80.10^3$ kg.m^{-3}
Masse volumique de la glycérine : $\rho_0 = 1{,}26.10^3$ kg.m^{-3}
Intensité de la pesanteur : g = 9,81 m.s^{-2}
Volume d'une sphère : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

On étudie le mouvement de la bille dans le référentiel terrestre (considéré comme galiléen) muni d'un repère $(O, \vec{j})$. O est l'origine du repère. Son vecteur unitaire $\vec{j}$ est vertical et orienté vers le bas. La bille totalement immergée dans le liquide, est abandonnée du point O sans vitesse initiale.

1.1. Représenter sur un schéma, sans souci d'échelle, les forces appliquées à la bille en mouvement dans le liquide : son poids $\vec{P}$, la poussée d'Archimède $\vec{P_A}$ et la force de frottement fluide $\vec{f}$.

1.2. Exprimer littéralement la valeur P du poids de la bille en fonction de ρ, V et g.

1.3. Exprimer la valeur P_A de la poussée d'Archimède en fonction de ρ_0, V et g.

1.4. Lors de sa chute, la bille atteint rapidement sa vitesse limite v_{lim} avant son passage au niveau du repère R_1.

1.4.1. Quel est le mouvement de la bille entre les deux repères R_1 et R_2 ? Justifiez votre réponse.

1.4.2. Quelle est alors la relation vectorielle liant les forces appliquées à la bille ? Justifiez votre réponse.

1.5. Dans le cas du fluide étudié, la force de frottement est proportionnelle à la vitesse de chute de la bille :

$$\vec{f} = -6\pi\eta r\vec{v}$$ où η est la viscosité de la glycérine.

1.5.1. À la suite d'une analyse dimensionnelle, donner l'unité de η.

1.5.2. En projetant la relation vectorielle établie dans la question 1.4.2 suivant le repère $(O, \vec{j})$, montrer que la viscosité η du fluide étudié s'exprime par la relation :

$$\eta = \frac{2r^2 g(\rho - \rho_0)}{9 v_{lim}}$$

1.6. On mesure de la durée de chute de la bille en mouvement rectiligne uniforme entre les repères R_1 et R_2 distants d'une hauteur h = 40,0 cm. On obtient $\Delta t'$ = 1,66 s à la température θ = 20°C.

1.6.1. Calculer la vitesse limite v_{lim} de la bille.

1.6.2. En déduire la valeur expérimentale de la viscosité η de la glycérine à la température d'étude.

1.6.3. La valeur théorique de la viscosité de la glycérine à cette température est $\eta_{thé}$ = 1,49 SI.
En effectuant un calcul d'écart relatif, comparer la valeur trouvée expérimentalement de la viscosité η de la glycérine à sa valeur théorique.

2. Étude théorique du mouvement de la bille

À l'instant choisi comme origine des dates, la bille est abandonnée sans vitesse initiale au point O.

2.1. En utilisant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle liant la vitesse de la bille et sa dérivée par rapport au temps est de la forme :

$$\frac{dv}{dt} + Av = B$$ avec A = 34,4 s^{-1} et B = 8,23 $m.s^{-2}$.

Identifiez les expressions des termes A et B dans cette équation.

2.2. En déduire la valeur de la vitesse limite atteinte par la bille. Est-elle en accord avec la valeur trouvée expérimentalement dans la question 1.6.1.?

2.3. À quelle grandeur physique le rapport 1/A correspond-il ? Même question pour le paramètre B.

2.4. La courbe d'évolution de la vitesse au cours du temps est représentée sur la **FIGURE 2 DE L'ANNEXE PAGE 11**. Elle a été obtenue par résolution de l'équation différentielle précédente par la méthode numérique itérative d'Euler. Cette méthode permet de calculer, pas à pas, de façon approchée, les valeurs de la vitesse instantanée v_i et de l'accélération a_i à l'instant t_i. Pour ce calcul, on a utilisé les relations suivantes :

$$v(t_i) = v(t_{i-1}) + a(t_{i-1}).\Delta t$$ où Δt est le pas d'itération du calcul.

$$a(t_i) = B - A.v(t_i)$$

Un extrait de la feuille de calcul est donné par le tableau 1 ci-dessous :

t_i (s)	v ($m.s^{-1}$)	a ($m.s^{-2}$)
0,020	0,127	3,86
0,025	0,146	3,20
0,030		2,65
0,035	0,175	
0,040	0,186	1,82

Tableau 1

2.4.1. Quel est le pas Δt utilisé pour les calculs ?

2.4.2. En utilisant la méthode d'Euler, calculer la vitesse v_6 à la date t = 0,030 s et l'accélération a_7 à la date t = 0,035 s.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2.5. La courbe v = f(t) représentée sur la **FIGURE 2 DE L'ANNEXE PAGE 11**, permet de mettre en évidence deux régimes distincts pour le mouvement de la bille. Ces deux régimes sont séparés par le trait en pointillé vertical dessiné sur le graphe.

2.5.1. Compléter les cases de la **FIGURE 2 DE L'ANNEXE PAGE 11** en identifiant ces deux régimes.

2.5.2. Déterminer graphiquement le temps caractéristique τ en prenant soin d'expliquer votre méthode.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II. L'EAU DE JAVEL (6,5 points)

Sur l'étiquette d'un berlingot d'eau de Javel on peut lire :

- Volume du berlingot : V_b = 250 mL
- Composition : Solution aqueuse d'hypochlorite de sodium ($Na^+(aq) + ClO^-(aq)$)
- Dilution : introduire un berlingot dans un flacon de 1 litre et le compléter d'eau.
- À utiliser dans les trois mois suivant l'achat

On se propose, au cours de ce sujet, d'étudier dans trois parties indépendantes

- la préparation du dichlore nécessaire à l'obtention de l'eau de Javel
- la cinétique de la décomposition de l'eau de Javel
- la conservation de l'eau de Javel.

1. Préparation du dichlore

L'eau de Javel est préparée industriellement par réaction entre le dichlore (Cl_2) et la soude ($Na^+(aq)+HO^-(aq)$). Le dichlore est obtenu par électrolyse d'une solution aqueuse de chlorure de sodium ($Na^+(aq)+Cl^-(aq)$).

1.1. Quelle transformation subissent les ions chlorure lors de l'électrolyse ? Écrire la demi-équation associée à cette transformation.

1.2. Quel nom donne-t-on à l'électrode où a lieu cette transformation ?

1.3. Afin de préparer en 90 minutes la solution commercialisée dont l'étiquette est donnée ci-dessus, il faut obtenir $5{,}25.10^{-1}$ mol de dichlore à partir de la solution électrolysée.
Déterminer la quantité n_e d'électrons nécessaire puis l'intensité I du courant qui doit circuler dans l'électrolyseur si la transformation est considérée comme totale.
Donnée : la constante de Faraday a pour valeur : $9{,}65.10^4$ C.mol^{-1}

2. Décomposition de l'eau de Javel

2.1. Étude préliminaire

L'eau de Javel est une solution aqueuse d'hypochlorite de sodium ($Na^+(aq)+ClO^-(aq)$). L'ion hypochlorite est fortement oxydant. Il est, en particulier, susceptible d'oxyder l'eau selon l'équation chimique :

$$2\ ClO^-(aq) = O_2(g) + 2\ Cl^-(aq)$$

2.1.1. Cette réaction étant très lente, on peut la catalyser par les ions cobalt $Co^{2+}(aq)$.
Donner la définition d'un catalyseur.

2.1.2. Pour étudier la cinétique de la décomposition de l'eau de Javel, on prépare une solution diluée à partir de la solution S_0 de concentration c_0 contenue dans un berlingot récemment fabriqué.
Choisir, en justifiant, le lot de verrerie adapté à la préparation d'un volume V_1 = 100 mL de solution diluée S_1 de concentration $c_1 = c_0/4$.

Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4
Éprouvette graduée de 50 mL Éprouvette graduée de 100 mL Becher de 50 mL	Pipette jaugée de 50,0 mL Fiole jaugée de 100 mL Becher de 50 mL	Pipette jaugée de 25,0 mL Éprouvette graduée de 100 mL Becher de 50 mL	Pipette jaugée de 25,0 mL Fiole jaugée de 100 mL Becher de 50 mL

2.2. Suivi cinétique
La réaction s'effectue dans un ballon de volume V_B = 1,2 L hermétiquement fermé. On mesure, à une température constante, la variation de la pression ΔP due au dioxygène gazeux produit.
Dans le ballon de volume V_B, on introduit V_1 = 100 mL de la solution S_1, puis on déclenche le chronomètre à l'instant où l'on met le catalyseur dans la solution.
On montre que la pression mesurée P_{mes} dans le ballon à une date t quelconque a pour expression :

$$P_{mes} = P_0 + n(O_2)\frac{RT}{V_B}$$

La température est T = 290 K.
La pression initiale dans le ballon est $P_0 = 1{,}00.10^5$ Pa,
$n(O_2)$ la quantité de dioxygène produit
et R la constante des gaz parfaits : R = 8,31 $J.mol^{-1}.K^{-1}$.
Dans cette expression, on néglige le volume de la solution devant le volume gazeux.

2.2.1. Montrer que l'avancement x de la réaction, à une date quelconque, a pour expression :

$$x = 5{,}0.10^{-7}\,\Delta P$$

On pourra s'aider d'un tableau d'évolution de la réaction.
2.2.2. On relève la pression P_{mes} dans le ballon à différentes dates afin de tracer la courbe $\Delta P = f(t)$ où $\Delta P = P_{mes} - P_0$ (exprimée en Pascal).
En faisant clairement apparaître la construction nécessaire sur la courbe $\Delta P = f(t)$ représentée sur la **FIGURE 3 DE L'ANNEXE PAGE 11**, déterminer la valeur de l'avancement final x_f.
2.2.3. Donner la définition du temps de demi-réaction. Déterminer sa valeur en faisant clairement apparaître les constructions nécessaires sur la courbe $\Delta P = f(t)$ représentée sur la **FIGURE 3 DE L'ANNEXE PAGE 11**.
2.2.4. La vitesse volumique de réaction étudiée est donnée par la relation : $v_r = \frac{1}{V_1}\frac{dx}{dt}$

Préciser l'unité de v_r lorsque le volume est exprimé en litre.
2.2.5. Déduire de l'expression précédente que la vitesse volumique de réaction s'exprime par :

$$v_r = 5{,}0.10^{-6}\,\frac{d(\Delta P)}{dt}$$

2.2.6. Comment évolue, qualitativement, la vitesse volumique de réaction au cours du temps ? Justifier la réponse en utilisant la courbe représentée sur la **FIGURE 3 DE L'ANNEXE PAGE 11**.

3. Conservation de l'eau de Javel
Le degré chlorométrique français de l'eau de Javel correspond au volume de dichlore gazeux, exprimé en litre, (à une température T = 273 K et sous une pression de 10^5 Pa) nécessaire à la préparation d'un litre d'eau de Javel suivant une transformation totale modélisée par l'équation chimique suivante :

$$Cl_2(g) + 2\,HO^-(aq) = ClO^-(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(\ell)$$

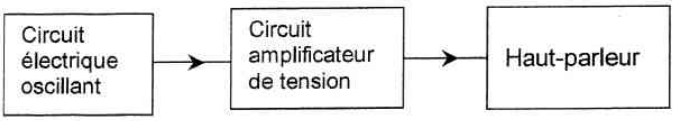
Dans les conditions de l'expérience, la quantité de matière de dichlore nécessaire à la fabrication d'un litre d'eau de Javel à 48° est donc $n(Cl_2)$ = 2,10 mol.

3.1. Déterminer la concentration molaire c_0 en ions hypochlorite de l'eau de Javel contenue dans un berlingot.
En déduire la concentration c_1 de la solution S_1.
3.2. Calculer la quantité de matière n_1 des ions hypochlorite présents dans le volume V_1 = 100 mL de solution S_1.
3.3. En utilisant la courbe représentée sur la **FIGURE 3 DE L'ANNEXE PAGE 11** et la relation donnée dans la question 2.2.1., déterminer la quantité de matière d'ions hypochlorite restant dans la solution après 10 minutes de décomposition ?
3.4. Conclure quant à l'importance d'utiliser rapidement l'eau de Javel concentrée après l'achat.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III. PRODUCTION D'UNE ONDE SONORE (4 points)

Pour produire une onde sonore périodique sinusoïdale de fréquence f, on réalise au laboratoire une chaîne constituée : d'un circuit électrique oscillant, d'un amplificateur de tension et d'un haut-parleur.



Cet exercice comporte deux parties indépendantes.
La première partie est consacrée à l'étude du circuit électrique oscillant.
La deuxième partie est consacrée à une mesure expérimentale de la vitesse du son émis par le haut-parleur.

PREMIERE PARTIE : étude du circuit électrique oscillant

La figure 4 représente le schéma du circuit constitué :
d'une bobine d'inductance L = 0,50 H et de résistance r = 12 Ω,
d'un condensateur de capacité C = 1,0 µF,
d'un dispositif schématisé par le dipôle D qui entretient les oscillations électriques.

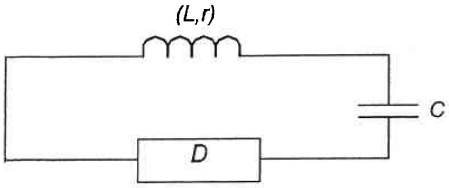


Figure 4

1. Obtention des oscillations électriques
Pour obtenir des oscillations électriques de fréquence f donnée, on réalise dans un premier temps, avec les composants précédents sans le dipôle D, le montage du circuit schématisé ci-dessous :

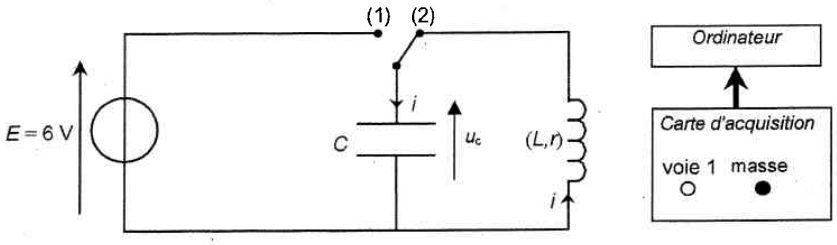


Figure 5

Quand l'interrupteur est en position 1, le condensateur se charge sous la tension E. À la date t = 0 s, on commute l'interrupteur en position 2 comme représenté sur la figure 5.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

On obtient la courbe $u_C = f(t)$ ci-dessous :

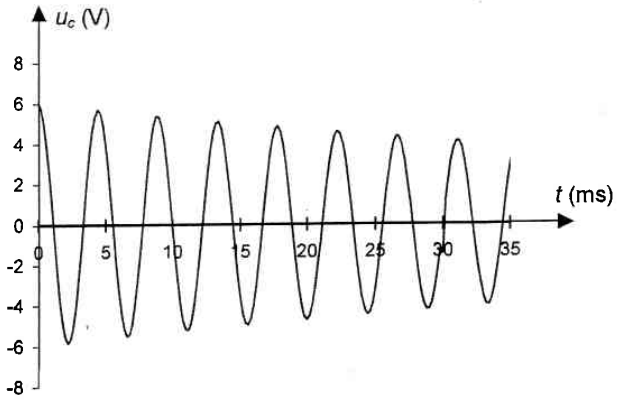


Figure 6

1.1. Pour visualiser à l'ordinateur la tension u_C aux bornes du condensateur, représenter sur la **FIGURE 5 DE L'ANNEXE PAGE 12,** les connexions de la voie 1 et de la masse de la carte d'acquisition.

1.2. Pourquoi qualifie t-on le régime de la tension u_C de pseudo-périodique ?

1.3. Déterminer graphiquement la pseudo-période T des oscillations obtenues sur la **FIGURE 6**. En déduire la valeur de la fréquence f de ces oscillations.

1.4. Dans cette expérience, on peut considérer que la pseudo-période T est égale à la période propre T_0 du dipôle LC étudié.

1.4.1. Rappeler l'expression de T_0 et calculer sa valeur.

1.4.2. Comparer T_0 à T.

2. Bilan énergétique et rôle du dipôle D

À l'aide d'un tableur, on trace l'évolution temporelle des énergies emmagasinées dans le condensateur et dans la bobine, E_C et E_L. Les courbes sont représentées sur la figure 7 ci-dessous.

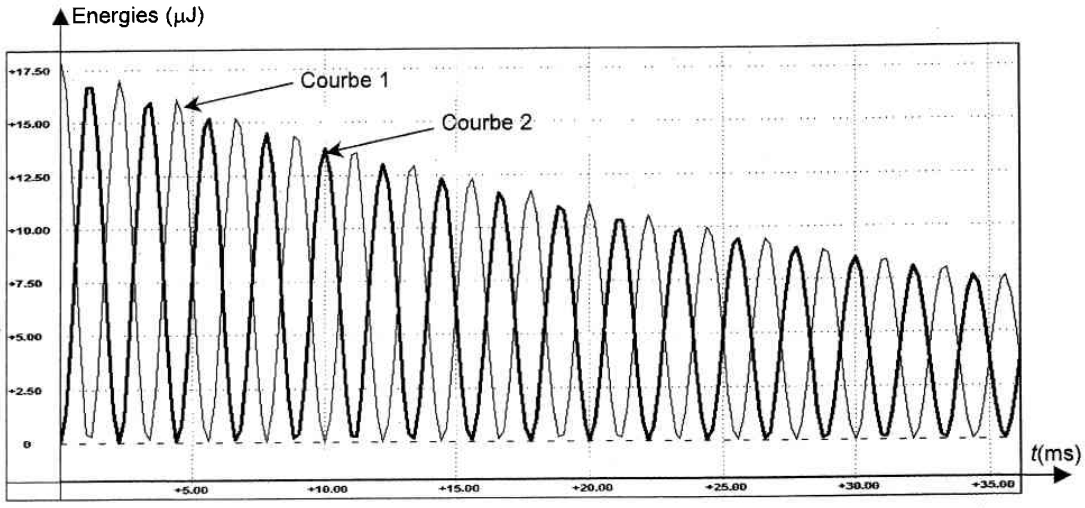


Figure 7

2.1. Donner l'expression de E_C en fonction de u_c.

2.2. Donner l'expression de E_L en fonction de l'intensité i du courant dans le circuit.

2.3. En vous aidant des conditions initiales, identifier sur la courbe de la figure 7 les courbes E_C et E_L. Justifier votre réponse.

2.4. L'énergie totale E emmagasinée dans le circuit à un instant t représente la somme des énergies E_C et E_L.
Comment évolue t-elle au cours du temps ? Quelle est la cause de cette perte d'énergie ?

2.5. On s'intéresse au circuit électrique oscillant schématisé figure 4.

2.5.1. Expliquer d'un point de vue énergétique, le rôle du dipôle D.
2.5.2. Comment évolue alors la tension u_c aux bornes du condensateur ?

DEUXIEME PARTIE : mesure de la vitesse du son émis par le haut-parleur.

Le signal électrique obtenu avec le circuit oscillant précédent est amplifié puis transformé en onde sonore par le haut-parleur.
Pour mesurer la vitesse du son émis par le haut-parleur à la température de la salle, on réalise l'expérience schématisée sur la figure 8 ci-dessous

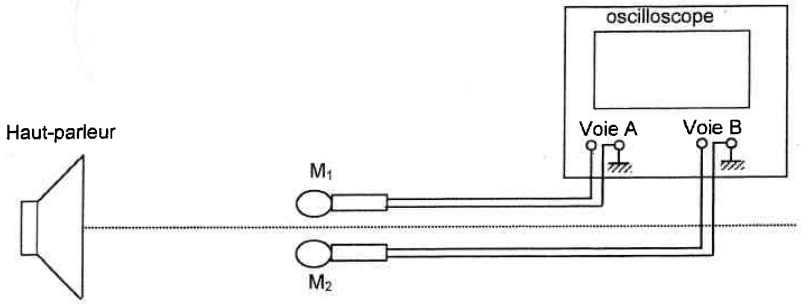


Figure 8

On place côte à côte face au haut-parleur, deux microphones M_1 et M_2 branchés sur les voies A et B d'un oscilloscope.
Les courbes observées sur l'écran de l'oscilloscope sont représentées sur la figure 9 ci-dessous.

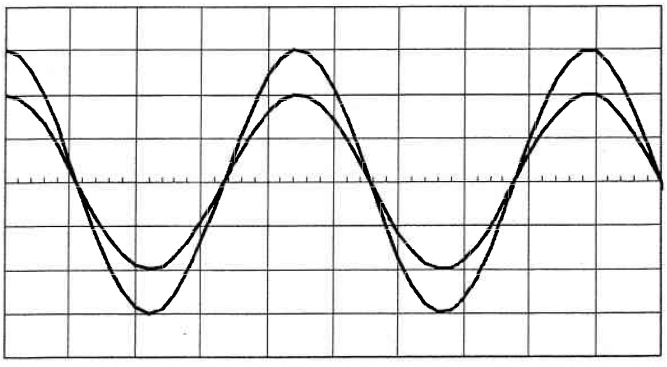


Figure 9

Les deux voies de l'oscilloscope ne sont pas réglées sur la même sensibilité verticale.

1. Quelle est la nature de l'onde sonore émise par le haut-parleur ?

2. Cette onde sonore est dite longitudinale. Expliquer cette appellation.

3. Les courbes observées sur l'écran de l'oscilloscope sont en phase. On laisse le microphone M_1 en place et on déplace lentement et parallèlement à l'axe du haut-parleur le microphone M_2 jusqu'à obtenir à nouveau les deux courbes en phase. La distance qui sépare les deux microphones dans cette nouvelle position est d = 1,50 m.
3.1. Définir la longueur d'onde d'une onde périodique.
3.2. Que représente alors la distance d dans cette expérience ?
3.3. Sachant que la fréquence de l'onde sonore émise par le haut-parleur est f = 225 Hz, calculer la vitesse de propagation du son dans l'air.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE DE L'EXERCICE I

Questions 2.5.1 et 2.5.2

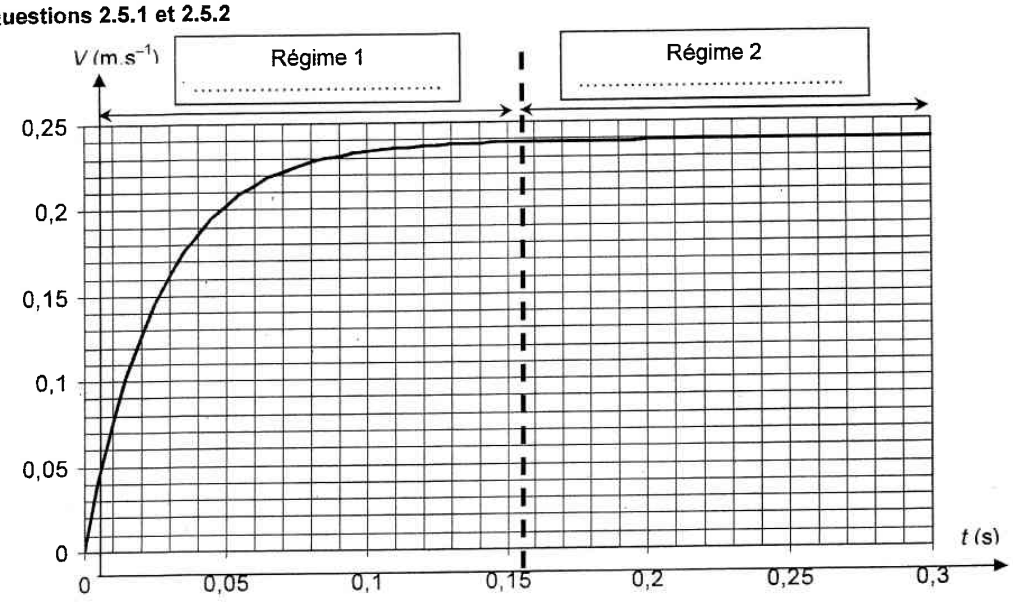


Figure 2

ANNEXE DE L'EXERCICE II

Questions 2.2.2., 2.2.6 et 3.3.

variation de la pression en fonction du temps

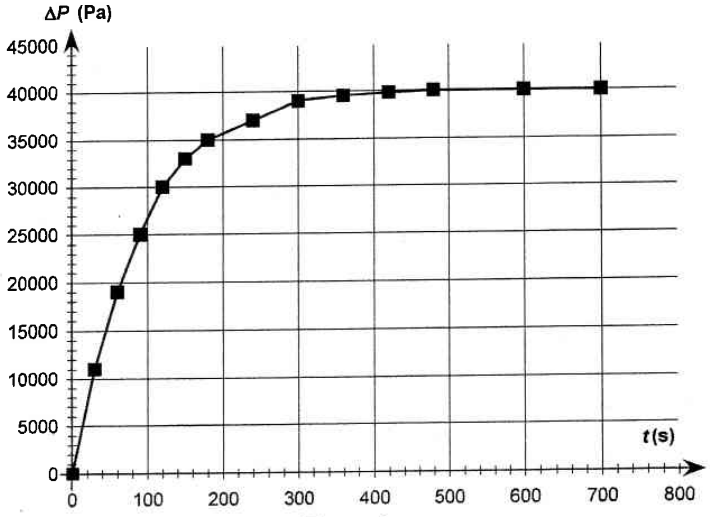


Figure 3

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE DE L'EXERCICE III

Question 1.1.

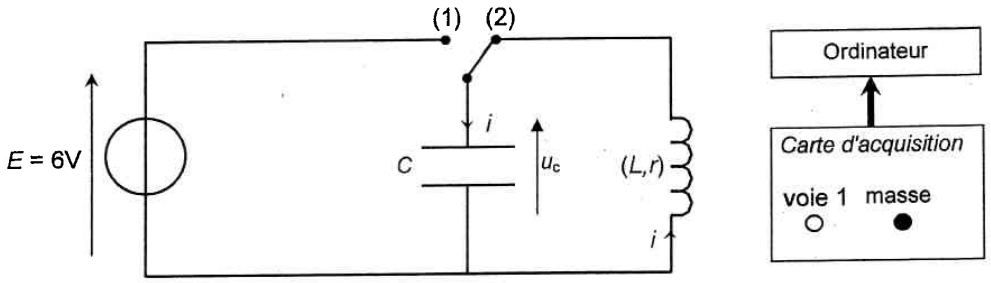


Figure 5

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer