BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2005

PHYSIQUE - CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 h 30 – Coefficient : 6

L'usage de la calculatrice électronique est autorisé

OBLIGATOIRE

Ce sujet comporte un exercice de **CHIMIE** et deux exercices de **PHYSIQUE** présentés sur 9 pages numérotées de 1 à 9, y compris celle-ci.

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

I – Propriétés de l'acide propanoïque

II – Mouvement d'un palet

III – Etude d'un circuit R,L

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE I. PROPRIETES DE L'ACIDE PROPANOÏQUE (6,5 points)

On se propose d'étudier deux propriétés chimiques de l'acide propanoïque dans deux parties indépendantes : la réaction de dissolution dans l'eau et la réaction avec l'alcool butan-1-ol.

Données :

Le tableau ci-dessous rassemble quelques propriétés physico-chimiques des réactifs et des produits.

	Formule brute	Masse volumique	Masse molaire	Température d'ébullition
Acide propanoïque	$C_3H_6O_2$	$1{,}00.10^3$ kg.m^{-3}	74,0 g.mol^{-1}	141,0 °C
Butan-1-ol	$C_4H_{10}O$	$8{,}10.10^2$ kg.m^{-3}	74,0 g.mol^{-1}	117,5 °C
Ester				146,0 °C
eau				100,0 °C

Dans ce qui suit, l'acide propanoïque est noté AH et l'ion propanoate A^-.

Le conductimètre utilisé permet de mesurer la conductivité σ de la solution étudiée, proportionnelle à sa conductance G.

On considère une solution aqueuse d'acide propanoïque.

On néglige la concentration en ions hydroxyde HO^- par rapport à celles des autres espèces ainsi que leur contribution à la conductivité de la solution.

Dans ces conditions, la conductivité σ de la solution est de la forme :

$$\sigma = \lambda_1 [H_3O^+] + \lambda_2 [A^-].$$

- λ_1 conductivité molaire ionique de l'ion H_3O^+ : $\lambda_1 = 35{,}0 \cdot 10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1}
- λ_2 conductivité molaire ionique de l'ion propanoate : $\lambda_2 = 3{,}58 \cdot 10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1}

Ces valeurs sont données à 25°C et les concentrations $[H_3O^+]$ et $[A^-]$ sont exprimées en mol.m^{-3}.

1 - Etude de la réaction entre l'acide propanoïque et l'eau.

On verse 0,10 mole d'acide propanoïque pur dans de l'eau pour obtenir 500 mL d'une solution notée S_0. Pour des mesures de conductimétrie, il est nécessaire de disposer de solutions moins concentrées. On souhaite donc obtenir V = 1,00 L de solution S de concentration $2{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol.L^{-1}.

1.1 - On donne la liste du matériel disponible : béchers et erlenmeyers de diverses capacités, pipettes jaugées de 10 mL et 20 mL avec système de pipetage, fioles jaugées de 50,0 mL, 100 mL et 1000 mL. Indiquer le protocole expérimental à suivre pour réaliser la solution S à partir de S_0.

1.2 - Ecrire la formule développée de l'acide propanoïque. On utilisera ensuite les abréviations précisées dans les données.

1.3 - Ecrire l'équation de la réaction chimique entre l'acide propanoïque et l'eau.

1.4 - Dresser un tableau d'avancement de la transformation de $2{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol d'acide propanoïque dans un volume d'eau tel qu'on obtient V = 1,00 L de solution S. On notera $x_{éq}$ l'avancement à l'équilibre.

1.5 - Etablir la relation entre la conductivité σ de la solution, les conductivités molaires ioniques λ_1 et λ_2, le volume V et l'avancement $x_{éq}$ à l'équilibre.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.6 - La mesure au conductimètre donne $\sigma = 6{,}20 \cdot 10^{-3}$ S.m^{-1}. Déterminer la valeur numérique de $x_{éq}$. En déduire les valeurs numériques des concentrations $[A^-]_{éq}$ et $[H_3O^+]_{éq}$ à l'équilibre.

1.7 - Quelle est la concentration de l'acide propanoïque $[AH]_{éq}$ à l'équilibre ?

1.8 - Rappeler l'expression de la constante d'acidité K_a du couple acide propanoïque / ion propanoate et la calculer. En déduire le pK_a de ce couple.

2. - Réaction de l'acide avec un alcool

On prélève 0,20 mole d'acide propanoïque pur et 0,20 mole de butan-1-ol pur qu'on verse dans un ballon.

2.1 - Comment s'appelle la réaction qui a lieu entre ces deux réactifs ? Ecrire l'équation de cette réaction chimique. On pourra utiliser les formules brutes (voir le tableau « *Données* » au début du sujet).

2.2 - Donner le nom des produits formés et leur formule semi développée.

2.3 - Dresser un tableau d'avancement de la transformation. En déduire l'expression du quotient de réaction Q_r en fonction de l'avancement x à la date t.

2.4 - Calculer l'avancement à l'équilibre $x_{éq}$ sachant que la constante d'équilibre K = 4,0.

2.5 - En déduire le taux d'avancement τ final de la réaction.

2.6 - On demande à un groupe d'élèves de formuler des propositions pour augmenter le taux d'avancement. On relève les propositions suivantes

1 : On chauffe le milieu réactionnel pendant 5 minutes.

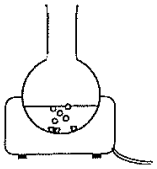
2 : On ajoute un catalyseur : l'acide sulfurique concentré par exemple.

3 : On réalise une distillation pour éliminer l'eau.

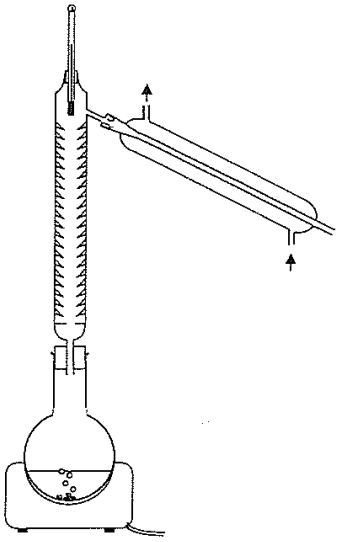
4 : On chauffe à reflux.

Parmi ces quatre propositions, choisir en justifiant celle qui vous semble correcte. Quel montage réaliserez vous alors parmi ceux qui sont proposés ci dessous ?

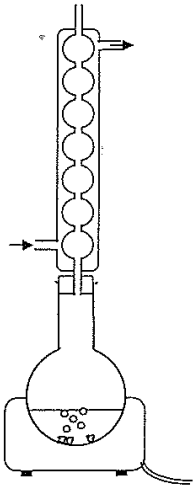
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer



Montage n° 1



Montage n° 2



Montage n° 3

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II. MOUVEMENT D'UN PALET (5,5 points)

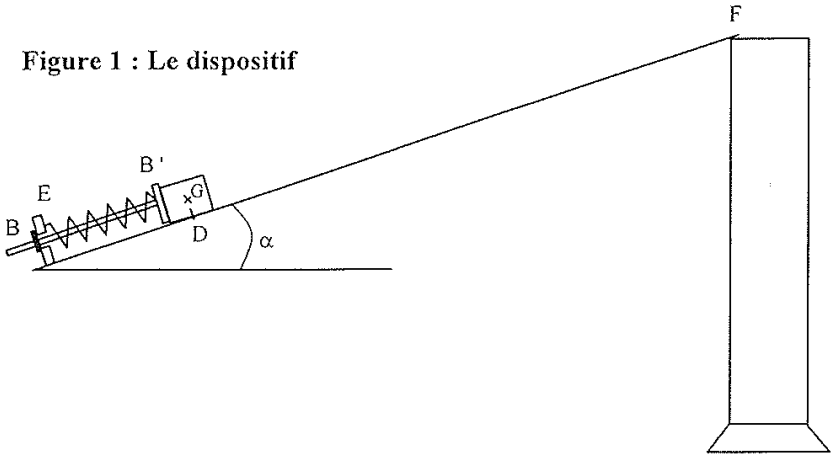
Les trois parties du problème sont indépendantes

Les figures 1, 2, et 4 ne sont pas à l'échelle. La figure 3 est à l'échelle 1.
Intensité du champ de pesanteur au niveau du sol : $g = 9{,}80\ m.s^{-2}$

Un palet en acier de masse $m = 50{,}0\ g$ peut se déplacer dans une gouttière inclinée d'un angle $\alpha = 28{,}0°$ avec l'horizontale. En D, le palet passe avec une vitesse $\overrightarrow{V_D}$ acquise à l'aide d'un propulseur à ressort. En F, la gouttière est ouverte et le palet peut en sortir librement. Il tombe ensuite dans une éprouvette contenant de la glycérine.

On peut considérer les frottements comme négligeables dans les parties 1 et 2, lorsque le palet glisse dans la gouttière.

Figure 1 : Le dispositif



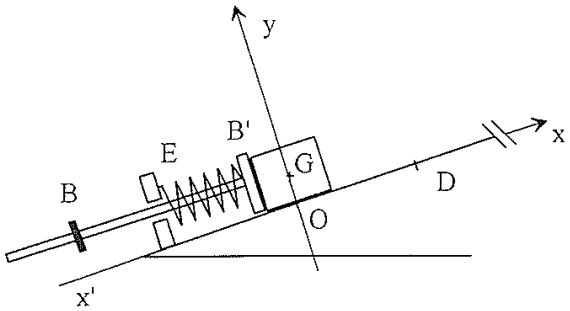
Partie 1 : Propulsion du palet.

Dans le bas de la gouttière se trouve un dispositif de propulsion constitué d'une tige munie de deux butées B et B' servant d'axe à un ressort. Le dispositif a une masse négligeable devant celle du palet. Le ressort a une longueur à vide l_0.

L'extrémité E du ressort est maintenue fixe, l'autre est libre et reste en contact avec le palet par l'intermédiaire de la butée B' tant que le ressort est comprimé.

La position du centre d'inertie G du palet est repérée sur un axe x'x de même direction que la ligne de plus grande pente de la gouttière et orienté vers le haut **(voir figure 2).**

Figure 2 : vue agrandie du lanceur



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

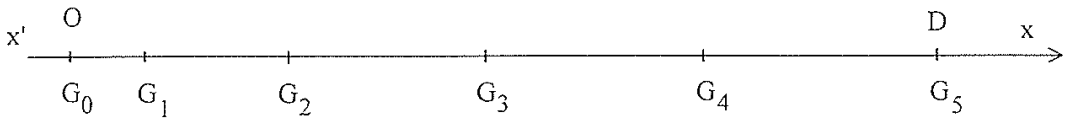
Un manipulateur tire sur la tige et comprime ainsi le ressort jusqu'à ce que le centre d'inertie du palet se trouve au point O. En lâchant la tige, il libère le dispositif qui propulse le palet.

Lorsque le centre d'inertie du palet arrive en D, la butée B bloque le mouvement du ressort qui retrouve dans cette position sa longueur à vide et libère le palet.

On filme le mouvement du palet puis on exploite la vidéo avec un logiciel adapté.

La **figure 3** suivante présente la position qu'occupe le centre d'inertie G du palet à intervalles de temps réguliers $\tau = 20{,}0$ ms (points G_0 à G_5). A $t = 0$, le centre d'inertie du palet est au point O ou G_0.

Figure 3 : position du centre d'inertie du palet (échelle 1)



1.1. - En exploitant numériquement la figure 3, déterminer les vitesses V_{G2} et V_{G4} du palet aux points G_2 et G_4.

1.2. - Exprimer le vecteur accélération $\overrightarrow{a_{G3}}$ du palet au passage du point G_3 en fonction des vitesses $\overrightarrow{V_{G4}}$ et $\overrightarrow{V_{G2}}$ et de l'intervalle de temps τ.

En déduire la valeur de cette accélération a_{G3} .

1.3. - Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent au palet et les représenter sur un schéma.

1.4. - En projetant la seconde loi de Newton appliquée au palet sur l'axe x'x, exprimer la valeur de la force de rappel F du ressort en fonction de m, g, a_G, α.

1.5. - A partir du résultat de 1.2 et des mesures, calculer la valeur de F au point G_3 .

Partie 2 : Montée du palet dans la gouttière.

Le palet n'est plus sous l'action du propulseur et il quitte le point D avec une vitesse $V_D = 2{,}00\ m.s^{-1}$ puis il glisse jusqu'au point F où il s'arrête.

Dans cette partie du mouvement, on prendra la position du centre d'inertie du palet en D comme origine des altitudes ($z_D = 0$) et comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur : $E_{PP}(D) = 0$.

2.1. - Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent au palet sur le trajet DF et les représenter sur un schéma.

2.2. - Donner l'expression au point D de l'énergie mécanique $E_M(D)$ du palet en translation dans le champ de pesanteur.

2.3. - Donner l'expression de l'énergie mécanique $E_M(F)$ du palet au point F, en fonction de m, g, α et de la distance DF.

2.4. - Montrer que sur le trajet DF, l'énergie mécanique du palet en translation dans le champ de pesanteur se conserve. En déduire la valeur de la distance DF.

Partie 3 : Chute du palet sans vitesse initiale.

En F, le palet poursuit son mouvement en réalisant une chute verticale (sans vitesse initiale) dans une éprouvette contenant de la glycérine **(voir figure 4 page suivante).** On admettra que dans ce cas, le palet est soumis à une force de frottement fluide, modélisée par un vecteur $\vec{f}$ de même direction que le vecteur vitesse $\vec{V}$ mais de sens opposé et de valeur $f = kV$, k étant une constante positive.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

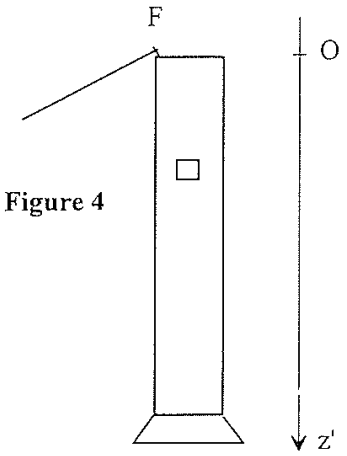
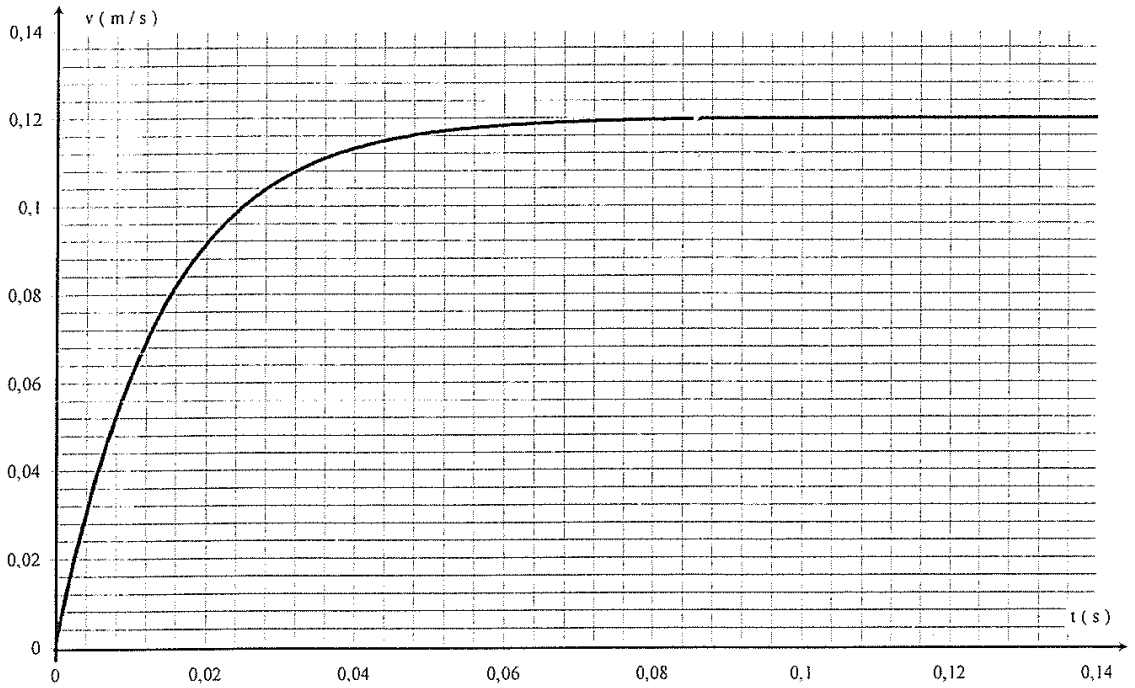


Figure 4

3.1. - Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent sur le palet pendant sa chute dans la glycérine et les représenter sur un schéma.

3.2. - En appliquant la seconde loi de Newton, montrer que le mouvement du centre d'inertie du palet obéit à une équation différentielle du type $\frac{dV}{dt} = A - BV$. Donner les expressions littérales de A et B en fonction des données du texte, de la masse volumique ρ de la glycérine et du volume V_{ol} du palet.

3.3. - En utilisant le graphe V = f(t) suivant, calculer numériquement les valeurs de A et B en justifiant votre démarche.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

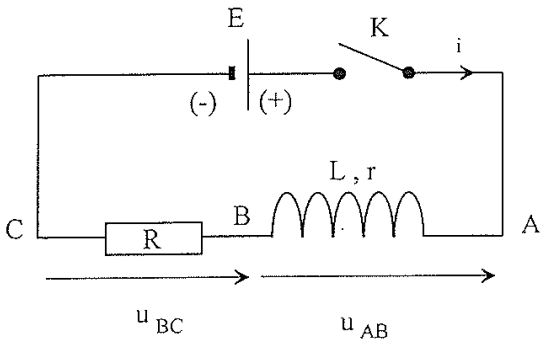
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III. ETUDE D'UN CIRCUIT R,L (4 points)

Un circuit électrique comporte, placés en série : un générateur idéal de tension continue de f.é.m. E = 6,00 V, un interrupteur K, une bobine d'inductance L et de résistance r = 10,0 Ω et un conducteur ohmique de résistance R = 200 Ω.

Un ordinateur relié au montage par une interface appropriée permet de visualiser au cours du temps les valeurs des tensions u_{AB} et u_{BC}.

Le schéma du circuit ci-dessous précise l'orientation du circuit et les tensions étudiées.



A t = 0, on ferme l'interrupteur K et on procède à l'acquisition. On obtient les deux courbes suivantes, notées **courbe 1** et **courbe 2**.

1. - Etude du montage.

1.1. - A défaut d'ordinateur et d'interface d'acquisition, quel type d'appareil peut-on utiliser pour visualiser le phénomène étudié ?

1.2. - Donner l'expression de u_{AB} en fonction de i et de $\frac{di}{dt}$.

1.3. - Donner l'expression de u_{BC} en fonction de i.

1.4. - Associer les courbes 1 et 2 aux tensions u_{AB} et u_{BC}. Justifier.

2. - Détermination de l'intensité du courant en régime permanent.

2.1. - Appliquer la loi d'additivité des tensions pour déterminer l'expression I_0 de l'intensité du courant qui traverse le circuit lorsque le régime permanent est établi. Calculer la valeur de I_0.

2.2. - Exploiter l'une des deux courbes pour retrouver cette valeur de I_0.

3. - Calcul de l'inductance L de la bobine.

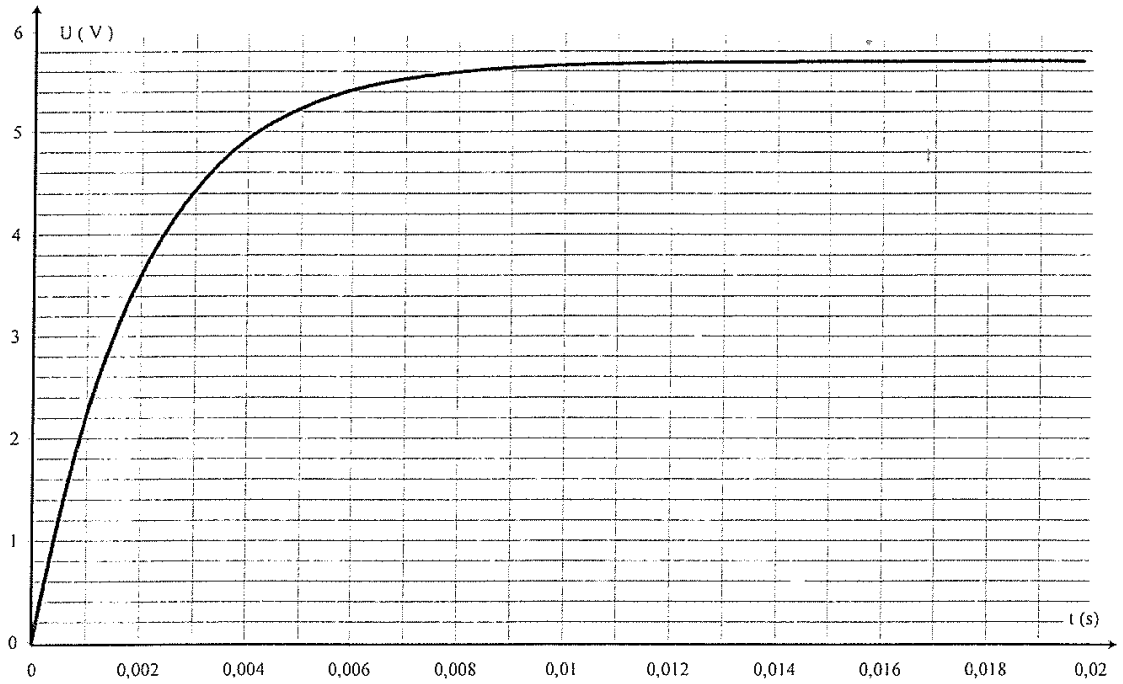
3.1. - Exploiter l'une des deux courbes pour déterminer la constante de temps τ du montage. Expliciter votre méthode.

3.2. - Rappeler l'expression de la constante de temps τ en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit. Montrer que cette expression est homogène à un temps.

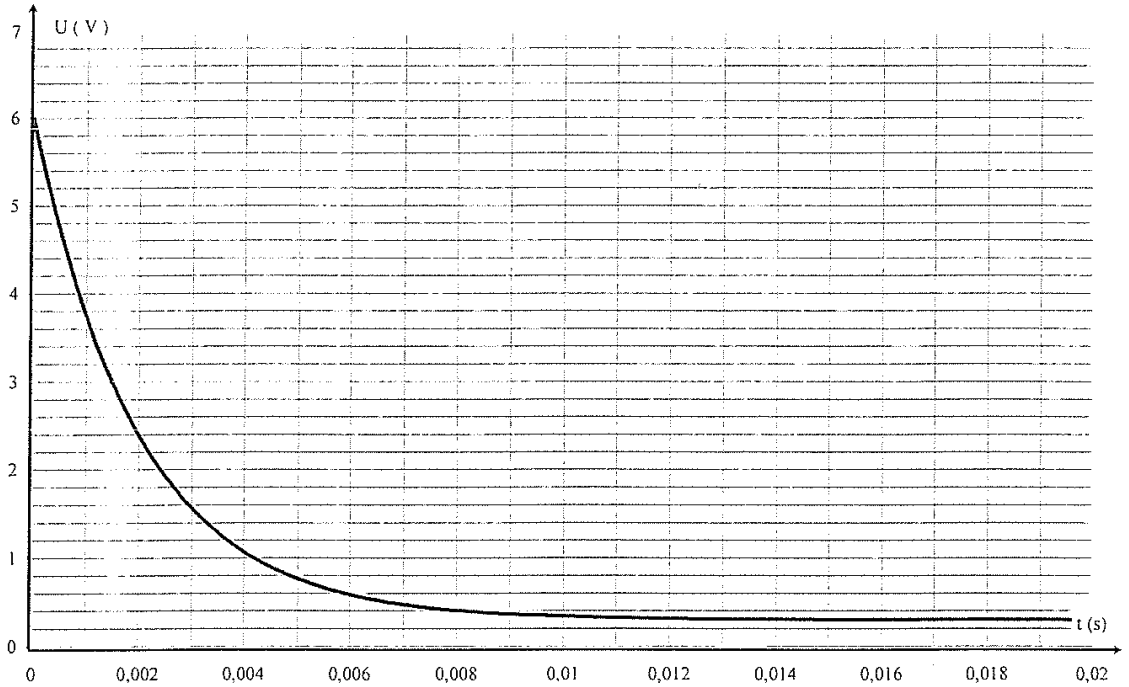
3.3. - A partir de la valeur de τ mesurée, calculer l'inductance L de la bobine.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Courbe 1



Courbe 2



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer