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.

Il sera tenu compte de la qualité de la présentation et de l'expression des résultats numériques en fonction des données figurant dans les énoncés (emploi correct des chiffres significatifs).

Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 10 pages numérotées de 1 à 10, y compris celle-ci.

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

Exercice 1 : Pile et charge d'un condensateur (8 points)
Exercice 2 : Pendule élastique (4 points)
Exercice 3 : Taux d'alcoolémie (4 points)

Les annexes 1, 2A et 2B pages 8/10, 9/10 et 10/10 sont à remettre avec la copie.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE 1 : PILE ET CHARGE D'UN CONDENSATEUR (8 points)

Une pile zinc-argent alimente un dipôle série **RC**. En parallèle avec le condensateur est branché un système d'utilisation **S (voir figure 1 annexe 1, page 8/10 à remettre avec la copie)** dont le fonctionnement simplifié est le suivant :

- Tant que la tension u_C aux bornes du condensateur est inférieure à 1,2 V, le système **S** est équivalent à un interrupteur ouvert (de résistance infinie).
- Lorsque u_C atteint la valeur u_f = 1,2 V, le système **S** est équivalent à un interrupteur fermé (de résistance nulle) provoquant la décharge instantanée du condensateur.
- Et le cycle recommence…

L'étude comporte 2 parties **indépendantes** :

- partie A : étude électrique
- partie B : étude chimique de la pile

PARTIE A ◆ ÉTUDE ÉLECTRIQUE (5 points)

Données :

- R = 1,0 MΩ , C = 10 µF.
- Dans les conditions de l'expérience, la pile est considérée comme un générateur idéal de tension, de f.e.m. **E** = 1,5 V.
- La durée de la décharge du condensateur est totalement négligeable devant celle de la charge.
- La valeur de la tension de basculement charge/décharge est 1,2 V.

Le sens algébrique du courant électrique est imposé **(voir figure 1 annexe 1 page 8/10)**. Les tensions aux bornes de la résistance et du condensateur, notées respectivement u_R et u_C, respecteront la convention récepteur.

1. Tracer sur **la figure 1 de l'annexe 1 (page 8/10)** les flèches-tension correspondant à u_R et à u_C.
2. Établir l'équation différentielle vérifiée par u_C lors de la charge du condensateur entre **t = 0 et** $t = t_f$ (date à laquelle u_c = 1,2 V).
3. Quelle serait la valeur maximale prise par la tension u_C en l'absence du système S ?
4. La solution de cette équation est : $u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.
   - 4.1. Préciser l'expression de τ et donner son nom.
   - 4.2. Montrer que l'expression de τ est homogène à un temps.
   - 4.3. Calculer la valeur de τ.
   - 4.4. Déterminer graphiquement la valeur de τ à l'aide de la **figure 2 annexe 1 (page 8/10)**. Celle-ci devra être complétée par les constructions nécessaires à cette détermination.
5. Durée de la charge.
   - 5.1. À partir de la solution de u_C donnée à la **question 4**, établir l'expression littérale de **t** en fonction de **E**, u_C et τ.

5.2. Calculer la valeur de t_f et vérifier l'accord avec la **figure 2 annexe 1 (page 8/10)**.

5.3. En déduire la fréquence du phénomène périodique.

6. Intensité dans le circuit de charge.

6.1. Établir l'expression littérale de **i**, à partir de l'expression de u_C donnée en question **4**.

6.2. Calculer les valeurs de **i** aux dates **t = 0** et **t = t_f**.

7. Aspects énergétiques.

On désigne par $E_{élec}$ l'énergie électrostatique emmagasinée dans le condensateur à une date **t** quelconque.

7.1. Rappeler l'expression de l'énergie $E_{élec}$ en fonction de **C** et de u_c. Préciser les unités des grandeurs utilisées.

7.2. Déterminer la valeur de cette énergie à la date t_f.

7.3. Sur la durée d'un cycle, l'énergie électrique totale délivrée par la pile vaut E_G = 18 µJ. Comment expliquer la différence entre les valeurs E_G et $E_{élec}$?

PARTIE B ◆ ÉTUDE CHIMIQUE DE LA PILE (3 points)

La pile zinc-argent est constituée de deux demi-piles reliées par un pont salin et mettant en jeu les couples oxydant-réducteur $Zn^{2+}_{(aq)}$ / $Zn_{(s)}$ et $Ag^{+}_{(aq)}$ /$Ag_{(s)}$
Chaque demi-pile contient 100 mL de solution, l'une de nitrate de zinc (Zn^{2+} + 2 NO_3^-), l'autre de nitrate d'argent (Ag^+ + NO_3^-). Les concentrations apportées de chacun de ces électrolytes sont identiques et valent c_0 = 0,100 mol.L^{-1}. Chacune des deux électrodes a une masse initiale de 1,0 g.

8. Équations de dissolution. Concentrations initiales.

8.1. Écrire les équations de dissolution dans l'eau des deux solides ioniques ayant permis de réaliser les deux solutions électrolytiques.

8.2. En déduire les concentrations initiales de tous les ions présents dans chacune de ces solutions aqueuses.

9. Demi-équations. Équation chimique.

9.1. Écrire la demi-équation associée à chaque couple oxydant-réducteur.

9.2. Parmi les deux réactions pouvant se produire *a priori* lors du fonctionnement de la pile, écrire celle pour laquelle le métal argent intervient en tant que réactif.
La constante d'équilibre de cette réaction est $K = 10^{-52}$.

10. Sens d'évolution. Polarités.

10.1. Calculer le quotient de réaction initial $Q_{r,i}$ de la réaction écrite à la question **9.2.** ci-dessus, et prévoir le sens d'évolution spontanée du système chimique constituant la pile.

10.2. Écrire l'équation de la réaction dans le sens où elle évolue spontanément.

10.3. Rappeler les définitions d'un oxydant et d'un réducteur, et les identifier dans la transformation spontanée observée.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

10.4. En déduire, en le justifiant, les polarités des électrodes.

10.5. Comment est assurée l'électroneutralité des solutions lors du fonctionnement de la pile ?

11. Schéma de la pile.

Faire un schéma complet et clair de cette pile en fonctionnement. Rappeler sur ce schéma les différentes espèces chimiques concernées, les polarités, le sens du courant, ainsi que le sens de déplacement de tous les porteurs de charge (hors pont salin).

EXERCICE 2 : PENDULE ÉLASTIQUE (4 points)

Un pendule élastique est constitué d'un ressort hélicoïdal à spires non jointives, de constante de raideur $K = 40$ N.m^{-1}, d'axe horizontal et de masse négligeable. L'une de ses extrémités est fixée à un support immobile. À l'autre extrémité est accroché un solide de masse $m = 100$ g pouvant osciller librement selon l'axe horizontal Ox **(voir figure 1 annexe 2A page 9/10, à remettre avec la copie)**.

En position d'équilibre le centre de gravité G de ce solide coïncide avec l'origine O de l'axe horizontal, orienté positivement vers la droite **(voir figure 1, annexe 2A page 9/10)**.
Le solide est écarté de sa position d'équilibre de sorte que l'abscisse de son centre de gravité G soit de + 5,0 cm **(voir figure 2, annexe 2A page 9/10)**. À l'instant t = 0, il est lâché sans vitesse initiale et son mouvement est enregistré **(voir figure 3, annexe 2A page 9/10)**.

Les forces de frottement ainsi que l'amortissement du mouvement sont considérés comme négligeables.
L'intensité de la pesanteur est $g = 10$ N.kg^{-1}.
On désigne par T_0 la période propre des oscillations.

Toutes les valeurs demandées dans l'exercice devront être exprimées dans les unités du Système International (S.I.) Ces unités devront être précisées.

1. Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées sur le solide immédiatement après le lâcher, et représenter les vecteurs-force sur **la figure 2, annexe 2A (page 9/10)**, à l'échelle 1 cm pour 0,5 N.

2. L'équation différentielle du mouvement de G peut s'écrire : $\ddot{X} + \frac{K}{m} X = 0$ où X est l'abscisse de G à la date t.

   2.1. Montrer que $X(t) = X_m \cos\frac{2\pi}{T_0} t$ est solution de l'équation différentielle du mouvement à condition d'exprimer T_0 en fonction de K et m.

   2.2. En utilisant les conditions initiales, donner la valeur de X_m.

3. Période.

   3.1. En utilisant les valeurs de m et de K, calculer la valeur de T_0.

3.2. Cette valeur est-elle en accord avec celle que l'on peut déduire de la courbe de **la figure 3 annexe 2A page 9/10** ?

4. Énergie mécanique. Vitesse.

4.1. Donner l'expression de l'énergie mécanique totale E_m en fonction de l'abscisse **X,** de la vitesse **v** du centre de gravité G, de la masse **m** et de la constante **K**. Nommer les deux termes qui interviennent dans cette expression.

4.2. Calculer E_m à l'instant initial **t** = 0.

4.3. En déduire la valeur de la vitesse **v** lors d'un passage de G par la position d'équilibre.

5. En travaux pratiques, un montage quelque peu différent de celui de **la figure 1 annexe 2A** est réalisé : sur une table à coussin d'air, on utilise 2 ressorts au lieu d'un seul **(voir figure 4 annexe 2B, page 10/10 à remettre avec la copie)**. L'enregistrement du mouvement est donné en **figure 5 annexe 2B page 10/10.** On montre que ce système à une masse et deux ressorts est équivalent à celui constitué de la même masse et d'un seul ressort de constante de raideur $K_{éq}$.

L'enregistrement de la **figure 5 (annexe 2B page 10/10)** a été réalisé avec les valeurs suivantes :

K_1 = 10 N.m^{-1}, K_2 = 20 N.m^{-1} et **m** = 100 g.

5.1. Quel est l'intérêt pratique d'utiliser deux ressorts au lieu d'un ?

5.2. En utilisant le graphique de la **figure 5 (annexe 2B, page 10/10)** , montrer que K_{eq} vérifie la relation $K_{eq} = K_1 + K_2$.

6. Proposer une méthode permettant de déterminer la valeur d'une masse en état d'impesanteur.

EXERCICE 3 : TAUX D'ALCOOLÉMIE (4 points)

Pour mesurer la quantité d'alcool dans le sang, on réalise un prélèvement puis, par un procédé non indiqué ici, on décolore le sang. On dose alors la quantité d'alcool présente dans le sang à partir de la réaction chimique suivante :

$$3\ CH_3CH_2OH_{(aq)} + 2\ Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 16\ H^+_{(aq)} = 3\ CH_3COOH_{(aq)} + 4\ Cr^{3+}{}_{(aq)} + 11\ H_2O_{(l)}.$$

Cette réaction est lente, son évolution est suivie par spectrophotométrie.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Données :

- Masse molaire moléculaire de l'éthanol : 46 $g.mol^{-1}$.
- Couleurs des espèces chimiques en présence :

Espèces chimiques	CH_3CH_2OH	$Cr_2O_7^{2-}$	Cr^{3+}	CH_3COOH
Couleur en solution aqueuse	incolore	jaune orangé	vert	incolore

1. Choix de la méthode de suivi.

1.1. Expliquer pourquoi cette réaction chimique peut être suivie par spectrophotométrie.

1.2. Pourquoi cette méthode peut-elle être qualifiée de « non-destructive » ?

2. Suivi temporel.

On désire suivre la présence des ions dichromate $Cr_2O_7^{2-}$.

On réalise les réglages préalables de l'appareil :

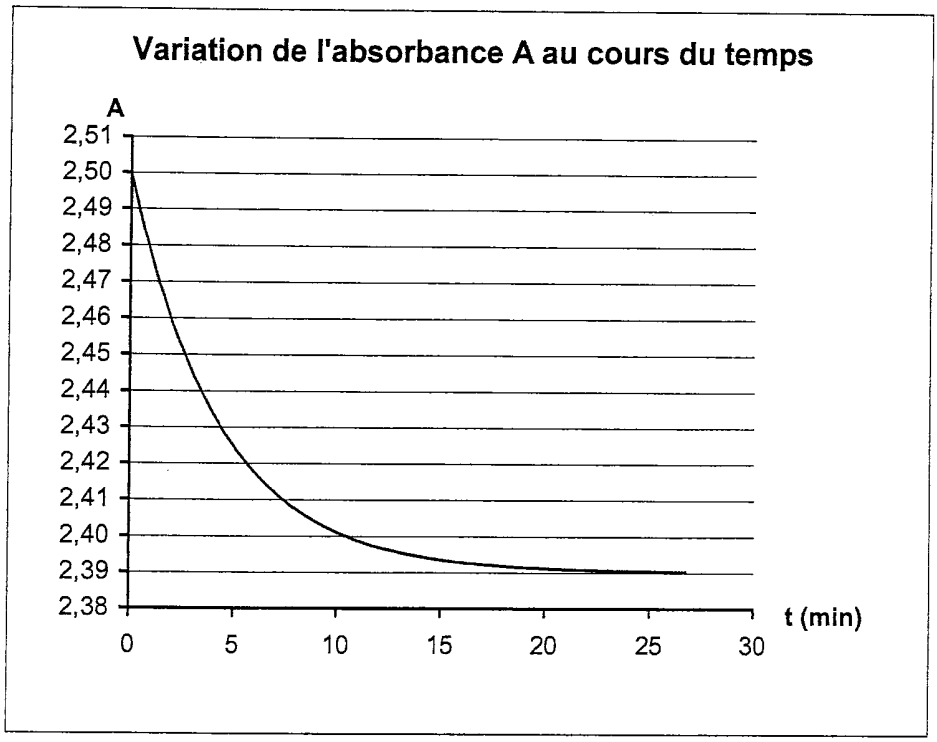
- on sélectionne la longueur d'onde λ = 420 nm ;
- on réalise « le blanc » avec une solution aqueuse contenant l'ion chrome Cr^{3+}. Les ions dichromate et chrome n'absorbent pas dans le même domaine de longueur d'onde.

À la date **t** = 0, on mélange 2,0 mL de sang prélevé au bras d'un conducteur avec 10,0 mL d'une solution aqueuse acidifiée de dichromate de potassium ($2\ K^+ + Cr_2O_7^{2-}$) de concentration molaire **c** = $[Cr_2O_7^{2-}] = 2{,}0.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$. Le volume total du mélange réactionnel est **V** = 12,0 mL. On agite et on place rapidement un prélèvement du mélange réactionnel dans une cuve du spectrophotomètre.

Le prélèvement dans la cuve évolue de la même façon que le mélange réactionnel.

Le spectrophotomètre est connecté à un ordinateur, il mesure l'absorbance **A** du mélange réactionnel au cours du temps.

On obtient l'enregistrement page suivante (**page 7/10**) :



2.1. D'une manière générale, sur quel critère sélectionne-t-on la longueur d'onde pour effectuer un suivi spectrophotométrique ?

2.2. Établir le tableau d'avancement du système en désignant par $\mathbf{n_o}$ la quantité de matière initiale d'alcool présente dans les 2,0 mL de sang, et par $\mathbf{n_1}$ la quantité de matière initiale en ions dichromate introduite dans le mélange réactionnel.
N.B. : dans les conditions de l'expérience, l'ion H^+ est en excès. On ne renseignera donc pas la colonne relative à cet ion dans le tableau d'avancement.

2.3. Quelle relation existe entre l'avancement **x** de la réaction, la concentration en ions dichromate $[Cr_2O_7^{2-}]$ dans le mélange, le volume **V** du mélange réactionnel, et la quantité n_1 ?

2.4. L'absorbance **A** est liée à la concentration $[Cr_2O_7^{2-}]$ (en $mol.L^{-1}$) par la relation :

$$\mathbf{A} = 150\ [Cr_2O_7^{2-}] \qquad (\text{pour } \lambda = 420\ nm)$$

Déduire de la relation établie en 2.3. que l'avancement **x** est lié à l'absorbance **A** par la relation :

$$x = (10 - 4.\mathbf{A}).10^{-5}\ (mol)$$

2.5. La réaction peut être considérée comme totale. À l'aide du graphique **A = f(t)**, calculer l'avancement maximal. En déduire que le réactif limitant est l'éthanol.

2.6. Le taux autorisé d'alcool est de 0,5 g dans 1 L de sang.
Le conducteur est-il en infraction ?

ANNEXE 1
(à remettre avec la copie)

Exercice 1 : Pile et charge d'un condensateur

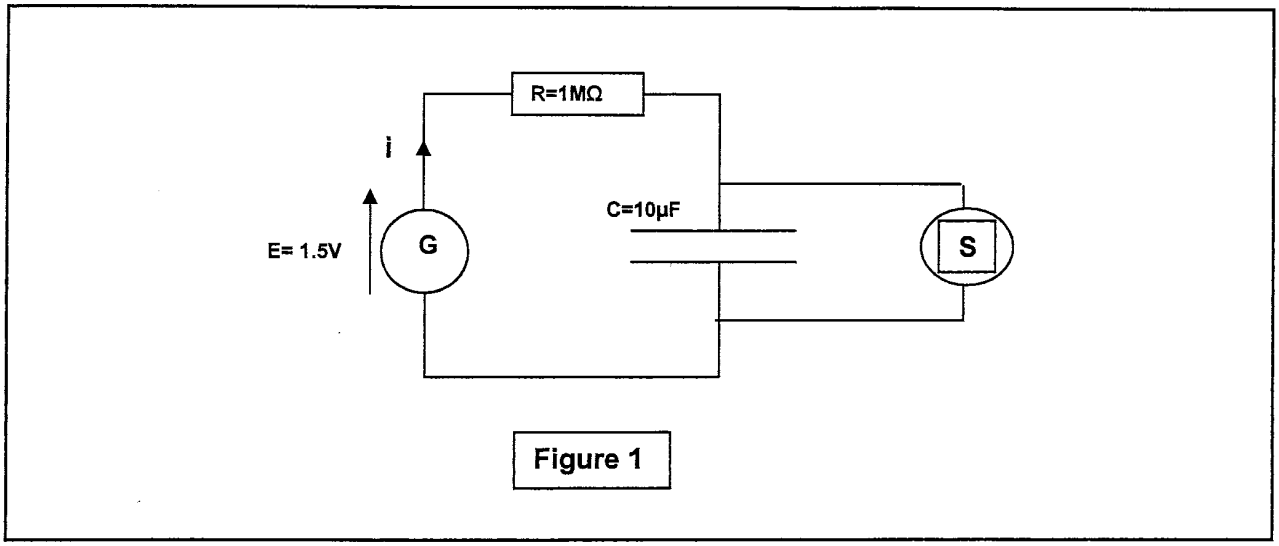


Figure 1

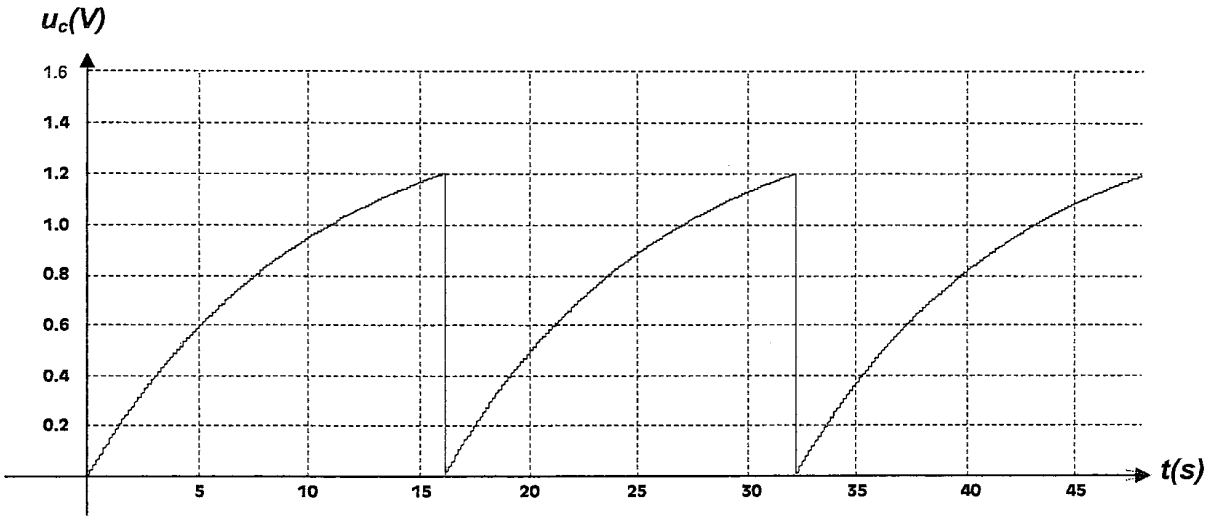


Figure 2

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

ANNEXE 1
(à remettre avec la copie)

Exercice 1 : Pile et charge d'un condensateur

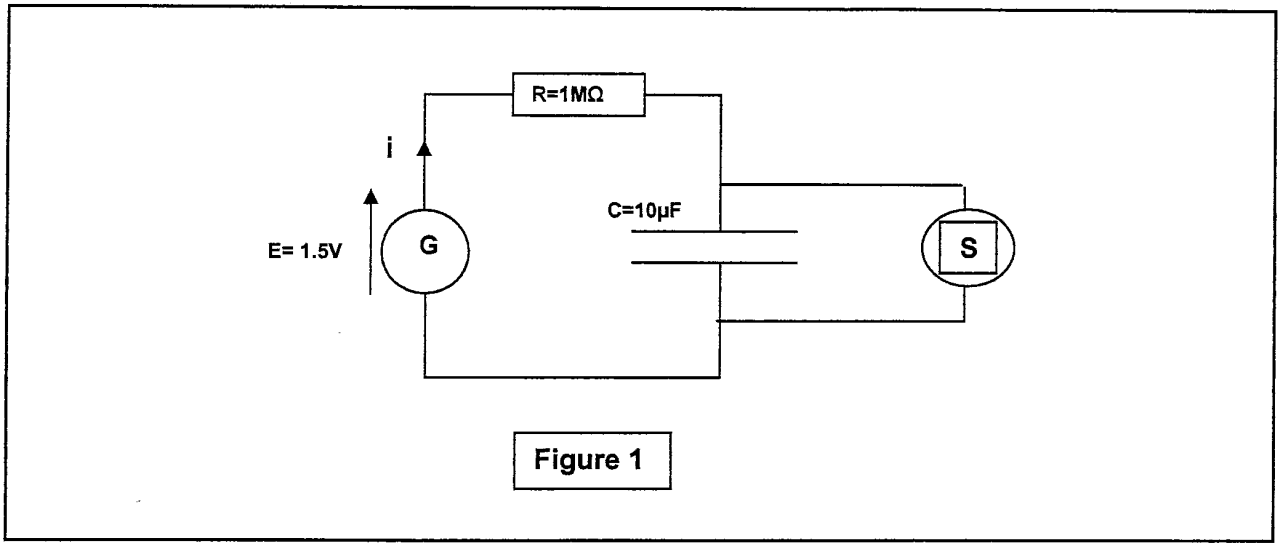


Figure 1

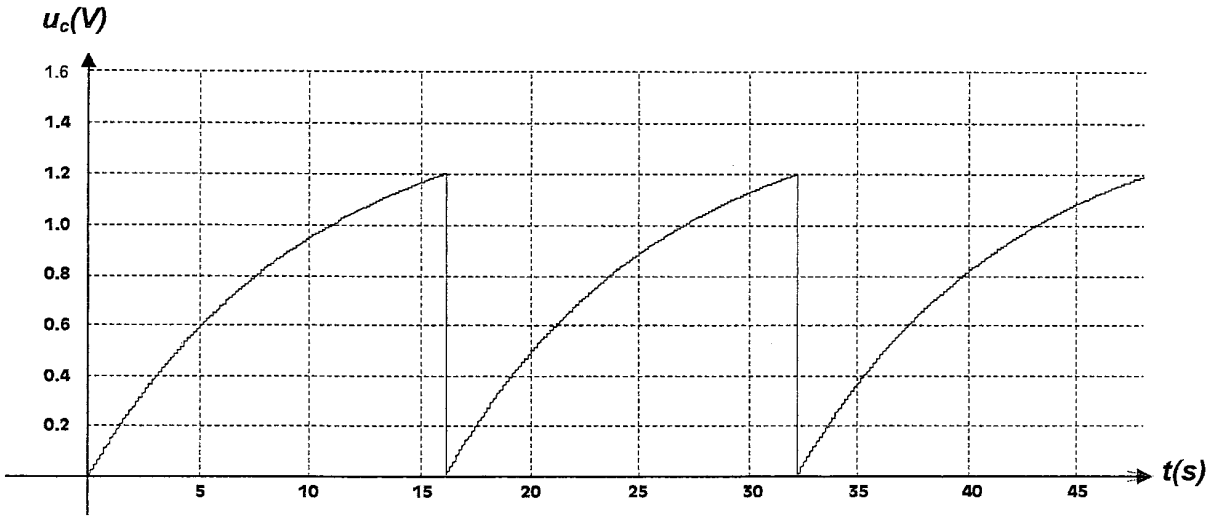


Figure 2

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

ANNEXE 2A
(à remettre avec la copie)

Exercice 2 : Pendule élastique

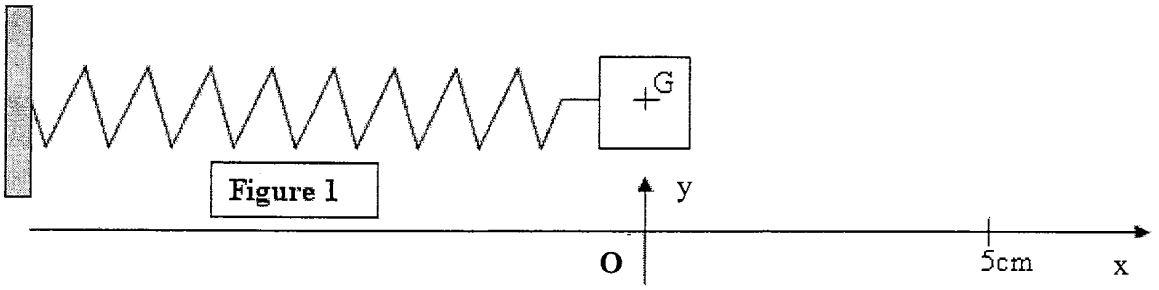


Figure 1

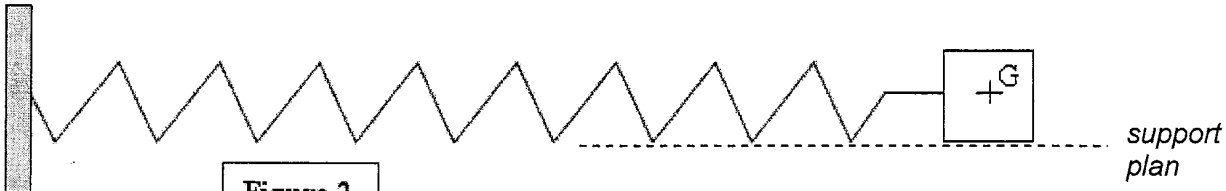


Figure 2

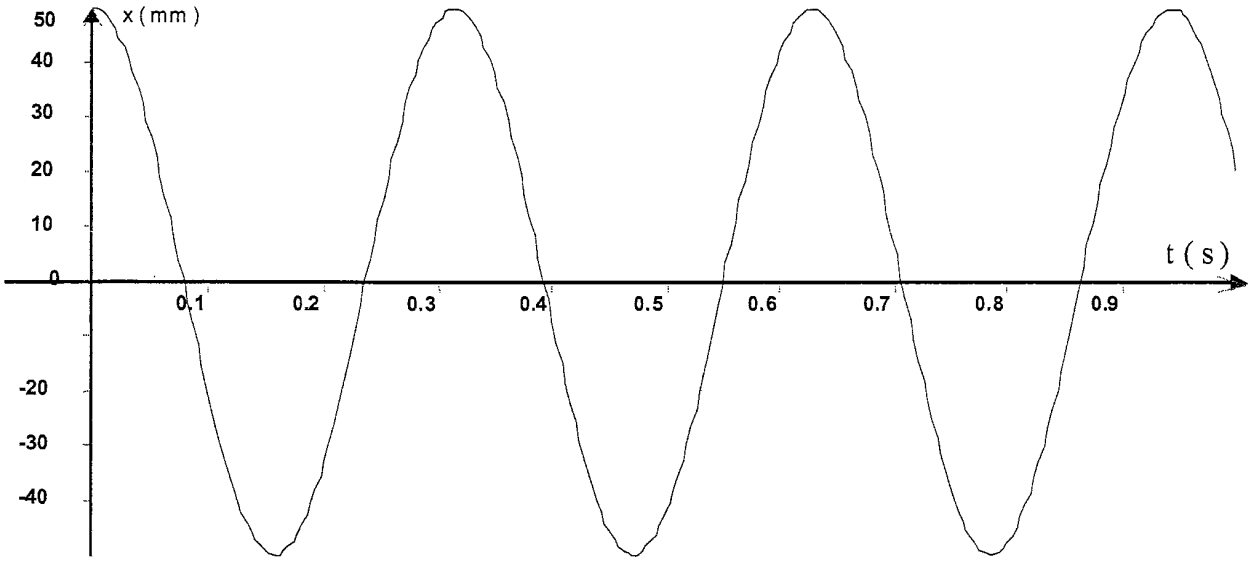


Figure 3

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

ANNEXE 2B
(à remettre avec la copie)

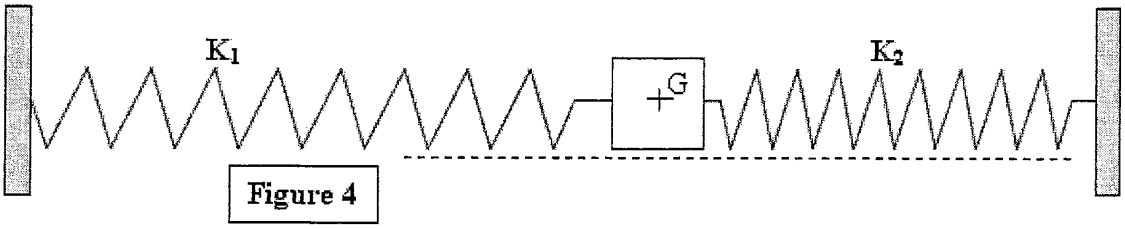


Figure 4

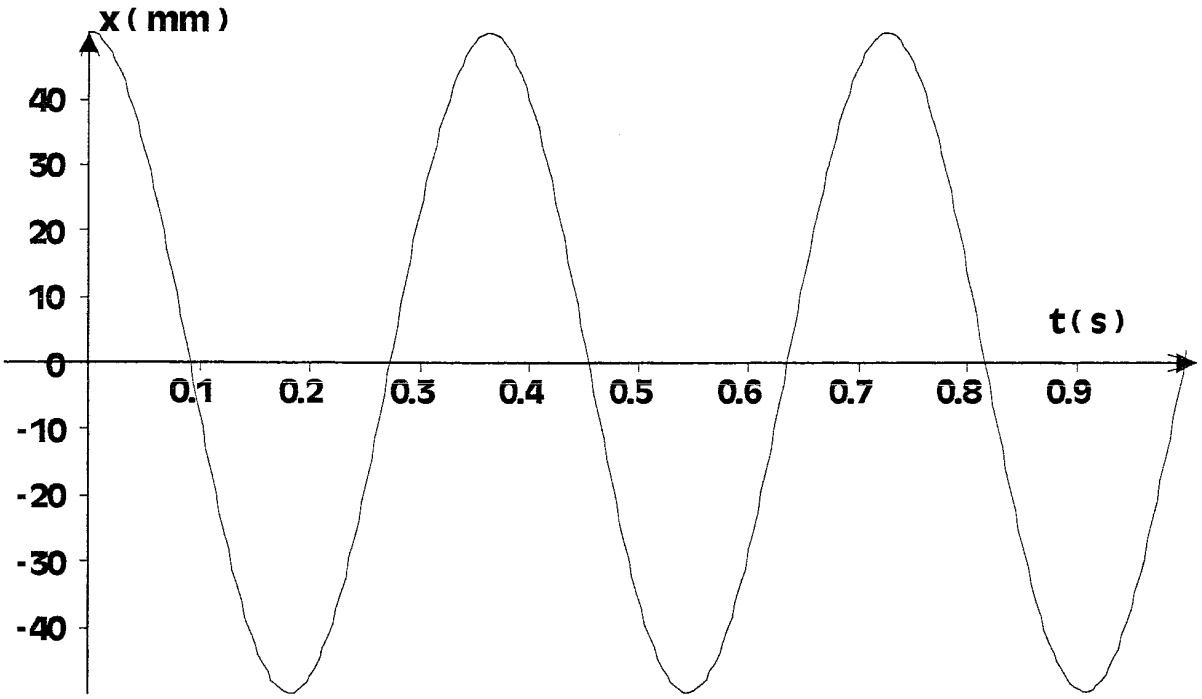


Figure 5

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer