

Examen National blanc
2ème année baccalauréat Sciences physiques

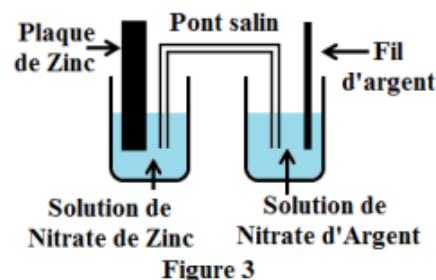
—Chimie(7 points)—

Les parties sont indépendantes

Partie 1 : Durée de fonctionnement d'une pile (3 POINTS)

Une pile est conçue pour alimenter des circuits électriques, elle met en jeu des transformations chimiques afin de récupérer de l'énergie électrique. Cette partie a pour but de déterminer la durée de fonctionnement d'une pile.

On réalise la pile zinc-argent schématisée sur la figure (3). On relie les électrodes de la pile à un conducteur ohmique en série avec un ampèremètre et on observe le passage d'un courant électrique dans le circuit extérieur de la pile.



Données :

- Couples mis en jeu: $Zn_{(aq)}^{2+}/Zn_{(s)}$; $Ag_{(aq)}^{+}/Ag_{(s)}$
- Les deux solutions ont même concentration molaire $C_0 = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$ et même volume $V_0 = 100 \text{ mL}$.
- La masse initiale de l'électrode de zinc est $m_0(Zn) = 2,0 \text{ g}$.
- $1F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$; $M(Zn) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$.
- La constante d'équilibre associée à l'équation $Zn_{(s)} + 2 Ag_{(aq)}^{+} \rightleftharpoons Zn_{(aq)}^{2+} + 2 Ag_{(s)}$ est $K = 10^{52}$

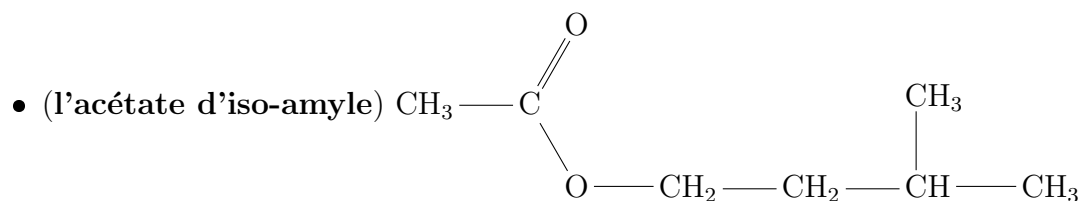
- | | |
|------|--|
| 0,75 | 1. Calculer la valeur du quotient de la réaction $Q_{r,i}$ à l'état initial du système chimique. Prévoir le sens d'évolution spontané de ce système. |
| 1 | 2. En déduire les polarités des électrodes. Justifier votre réponse. |
| 0,25 | 3. Déterminer le réactif limitant. |
| 1 | 4. La pile débite un courant continu d'intensité constante $I = 0,15 \text{ A}$ et s'épuise après une longue durée Δt . Calculer la valeur de Δt . |

Partie 2 : Synthèse d'un ester.....(4 POINTS)

Un chimiste se propose de synthétiser un ester à odeur de banane (l'acétate d'iso-amyle) utilisé pour parfumer certaines confiseries.

Pour cela, il introduit dans un ballon, en prenant les précautions nécessaires :

- un Volume $V_A = 8,6 \text{ mL}$ d'acide éthanique (de formule chimique $C_2H_4O_2$ et de densité par rapport à l'eau $d=1,05$).
- un Volume $V_B = 13,8 \text{ mL}$ de l'alcool iso-amyle de formule $C_5H_{12}O$ (soit $0,15 \text{ mol}$).



On donne : $M(H) = 1g/mol$; $M(C) = 12g/mol$; $M(O) = 16g/mol$ et $\rho_{eau} = 1g/mol$

- | | |
|------|--|
| 0,75 | 1. Montrer que le mélange initial (acide + alcool) est équimolaire. |
| 0,5 | 2. La réaction de synthèse est schématisée comme suit:
acide éthanoïque + alcool \rightleftharpoons ester + eau . |
| 0,5 | 2.a. Citer les trois principales propriétés de cette réaction. |
| 0,5 | 2.b. Dresser le tableau d'avancement décrivant l'évolution du système au cours du temps. |
| 1 | 2.c. Déterminer la quantité maximale d'acétate d'iso-amyle que peut synthétiser ce chimiste sachant que la constante d'équilibre de la réaction de synthèse de l'ester est égale à 4. |
| 0,75 | 3. Afin d'améliorer le rendement de cette réaction, le chimiste pense aux opérations suivantes:
- ajouter un catalyseur : l'acide sulfurique concentré par exemple
- réaliser une distillation fractionnée consistant à éliminer progressivement l'eau formée. |
| 0,5 | 3. Le chimiste a réalisé une autre expérience en remplaçant l'acide éthanoïque par son anhydride. Ecrire l'équation de la réaction qui se produit. |

—Physique (13 points)—

Les parties sont indépendantes

Partie 1: Application des ondes ultrasonores (2,5 POINTS)

Actuellement certaines voitures sont équipées de plusieurs capteurs tels que les capteurs ultrasons et les capteurs LASER. Ces capteurs servent à faciliter le contrôle de son environnement proche qui peut atteindre une distance de 2m.

Le tableau de bord de ces nouvelles gammes de voitures est très développé, il est constitué d'un ensemble d'indicateurs et de témoins qui renseignent le conducteur sur le fonctionnement du moteur et sur les paramètres de conduite (vitesse instantanée, température extérieure ...). Certains circuits électroniques du tableau de bord comportent des condensateurs, des bobines ... Le confort dans ces voitures est assuré par plusieurs éléments et accessoires parmi lesquels, les amortisseurs qui utilisent des ressorts.

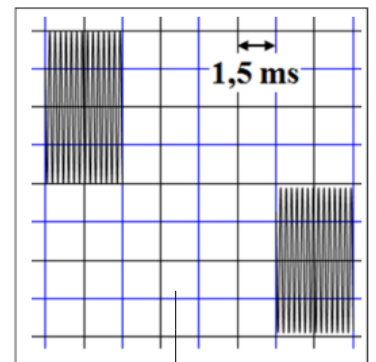
Une voiture est équipée d'un système comportant un émetteur (E) et un récepteur (R) d'ultrasons placés côte à côte à l'arrière du véhicule.

Lors d'un stationnement, l'émetteur (E) envoie des ultrasons sous forme de salves. Ces ultrasons sont captés par le récepteur (R) après réflexion sur un obstacle situé à la distance d de (E).

Données : Vitesse de propagation des ultrasons dans l'air : $v_0 = 340 m.s^{-1}$.

1 | 1. Répondre par vrai ou faux aux propositions a, b, c et d suivantes:

- | | |
|---|--|
| a | L'onde ultrasonore est une onde longitudinale |
| b | L'onde ultrasonore se propage dans le vide |
| c | La propagation des ultrasons se fait avec transport de matière |
| d | La fréquence des ultrasons varie en changeant le milieu de propagation |



2. L'oscillogramme ci-contre donne le signal émis par l'émetteur (E) et le signal réfléchi par le récepteur (R).

0,5 | 2.1. Déterminer graphiquement la durée τ entre le signal émis et le signal reçu.

0,75 | 2.2. Calculer la distance d qui sépare l'obstacle de l'émetteur (E).

0,25 | 2.3. On considère un point M du milieu de propagation qui se trouve à la distance $EM = \frac{d}{2}$ de l'émetteur (E). Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie : L'élongation $y_M(t)$ de M en fonction de l'élongation de l'émetteur (E) est:

- | | |
|---|------------------------------------|
| a | $y_M(t) = y_E(t - \tau)$ |
| b | $y_M(t) = y_E(t - \frac{\tau}{2})$ |
| c | $y_M(t) = y_E(t - \frac{\tau}{4})$ |
| d | $y_M(t) = y_E(t - 2.\tau)$ |

Partie 2 :Étude de la cible de berkélium 249 (1,5pts)

La première étape de la synthèse de l'élément 117 a consisté en la fabrication du berkélium : un mélange de curium et d'américium a été irradié durant 250 jours par un intense flux de neutrons [...]. Il a fallu ensuite 90 jours pour séparer et purifier les 22 milligrammes de berkélium produits. [...] Ce précieux élément, déposé sur un film de titane, [...] a été soumis, 150 jours durant, au flux de calcium. " Il fallait faire vite, selon Hervé Savajols, chercheur au Grand Accélérateur national d'ions lourds (GANIL), car l'isotope du berkélium utilisé ayant une période de 320 jours, à la fin de l'expérience, il ne restait que 70% du berkélium initial ".

- | | |
|------|--|
| 0,25 | 1. On donne l'équation incomplète de la désintégration du noyau de berkélium 249 :
${}_{97}^{249}\text{Bk} \rightarrow {}_{98}^{249}\text{Cf} + \dots$
En précisant les lois de conservation utilisées, identifier la particule émise. De quel type de radioactivité s'agit-il ici ? |
| 0,25 | 2. Sachant que le bombardement de la cible de berkélium a duré 150 jours, vérifier l'affirmation :
" À la fin de l'expérience, il ne restait que 70% du berkélium initial " |
| 0,5 | 3. Activité de la source de berkélium de masse égale à 22 mg :
3.1 Déterminer le nombre initial N_0 de noyaux de berkélium 249 dans l'échantillon produit sachant que la masse d'un atome de berkélium 249 est $m_{\text{atome}} = 4,136 \cdot 10^{-25} \text{ Kg}$. |
| 0,5 | 3.2 Exprimer l'activité initiale a_0 de l'échantillon de berkélium 249 en fonction de N_0 et $t_{1/2}$.
La calculer en becquerel. |

Partie 3 :Application des ondes ultrasonores (5pts)

Beaucoup d'appareils électriques contiennent des circuits qui se composent de condensateurs, de bobines, de conducteurs ohmiques ...La fonction de ces composantes varie selon leurs domaines d'utilisation et la façon dont elles sont montées dans les circuits.

Cet partie a pour objectifs :

- de vérifier les caractéristiques d'une bobine (b) et de l'utiliser dans un circuit RLC série.
- d'étudier la modulation d'amplitude.

I- Détermination des caractéristiques d'une bobine.

On réalise le montage expérimental représenté sur la figure 1 comprenant :

- Une bobine (b) d'inductance L et de résistance r.
- Un conducteur ohmique (D) de résistance R.
- Un générateur de tension (G) de force électromotrice E.
- Un ampèremètre (A) de résistance négligeable.
- Un interrupteur K.

A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K , et on visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire les variations de la tension $u_{PQ}(t)$ entre les pôles du générateur (G) et de la tension $u_R(t)$ entre les bornes du conducteur ohmique (D). On obtient les courbes 1 et 2 représentées sur la figure 2.

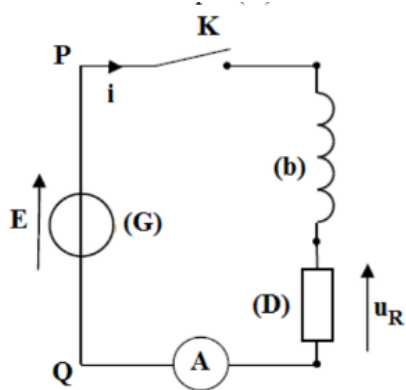


Figure 1

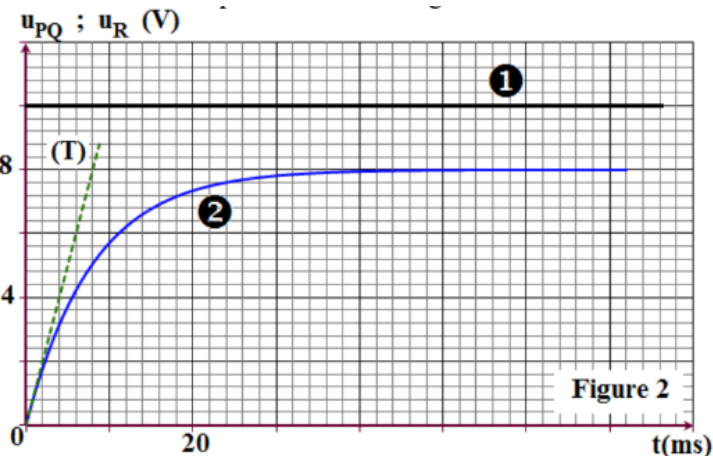


Figure 2

La droite (T) représente la tangente à la courbe 2 à l'instant $t=0$. Dans le régime permanent, l'ampèremètre (A) indique la valeur $I = 0,2A$.

- | | |
|------|--|
| 0,5 | 1. Montrer que l'équation différentielle que vérifie la tension u_R s'écrit sous la forme : |
| | $L \cdot \frac{du_R}{dt} + (R + r) \cdot u_R - E \cdot R = 0$ |
| 0,5 | 2. Sachant que la solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme : $u_R = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, trouver l'expression des constantes U_0 et τ en fonction des paramètres du circuit. |
| 0,75 | 3. Trouver l'expression de la résistance r de la bobine (b) en fonction de E , I et U_0 . Calculer la valeur de r . |
| 0,5 | 4. Déterminer graphiquement la valeur numérique de t et vérifier que la valeur de l'inductance L de la bobine est $L = 0,4H$ |

II- Etude du dipôle RLC

On réalise le montage représenté sur la figure 3 qui comprend une bobine (b), le générateur (G) de force électromotrice E , un condensateur de capacité C , un conducteur ohmique de résistance $R' = 10\Omega$ et un interrupteur K .

Après avoir chargé totalement le condensateur, on bascule l'interrupteur K à la position 2 à l'instant $t = 0$ et on visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire les variations de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps. On obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 4.

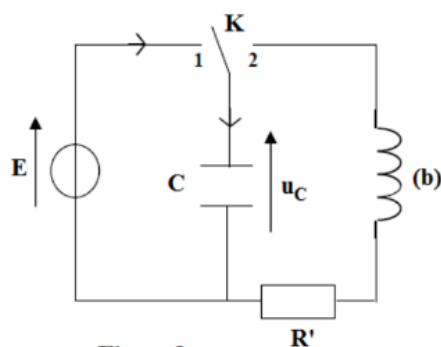


Figure 3

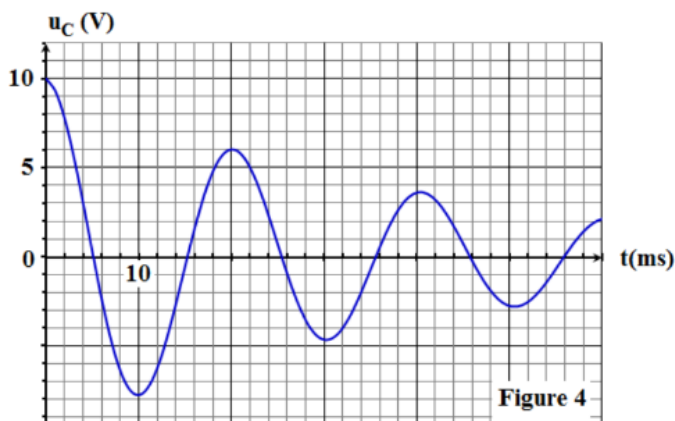


Figure 4

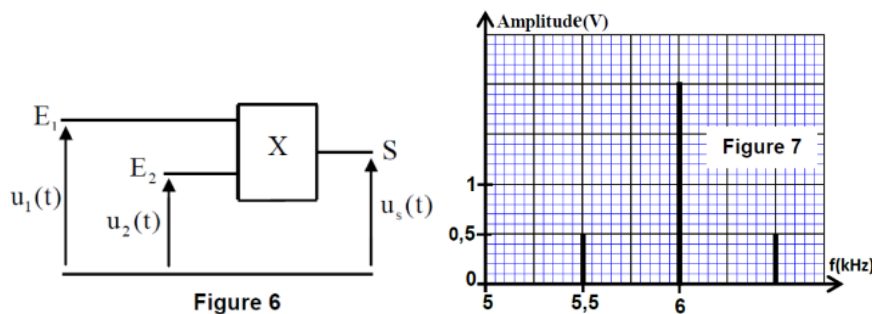
- | | |
|------|---|
| 0,25 | 1. Donner le nom du régime associé à la courbe de la figure 4. |
| 0,25 | 2. Déterminer graphiquement la pseudo-période T . |
| 0,5 | 3. On suppose que la pseudo-période est égale à la période propre T_0 de l'oscillateur électrique. Déduire la valeur de la capacité C du condensateur |

III - Etude de la modulation d'amplitude

Afin d'obtenir un signal modulé en amplitude, on utilise un circuit intégré multiplieur X (fig.6). On applique à l'entrée :

- E_1 : la tension $u_1(t) = s(t) + U_0$ avec $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_s \cdot t)$ représentant le signal informatif et U_0 une composante continue de la tension.
 - E_2 : une tension sinusoïdale représentant la porteuse $u_2 = U_m \cdot \cos(2\pi \cdot F_p \cdot t)$
 - La tension de sortie $u_s(t)$ obtenue est $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$.
 - k est une constante qui dépend du circuit intégré X .
- Rappel: $2\cos(a) \cdot \cos(b) = \cos(a+b) + \cos(a-b)$

1. Montrer que $u_s(t)$ s'écrit sous la forme :
 $u_s(t) = \frac{A.m}{2} \cdot \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t) + A \cdot \cos(2\pi \cdot f_2 \cdot t) + \frac{A.m}{2} \cdot \cos(2\pi \cdot f_3 \cdot t)$, où m est le taux de modulation et A une constante.
2. La figure 7 représente le spectre de fréquences formé de trois raies de la tension modulée $u_s(t)$. Déterminer m et la fréquence f_s . La modulation est-elle bonne ?

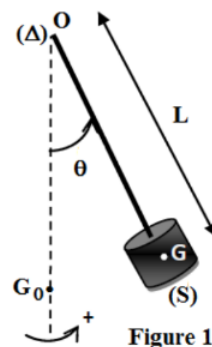


Partie 4 : Etude du mouvement d'un pendule pesant . (2,75pts)

Un pendule pesant, de centre d'inertie G et de masse m , constitué d'une tige et d'un corps solide (S). Ce pendule peut effectuer un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal (Δ) fixe passant par l'extrémité O de la tige (figure 1). On désigne par J_Δ le moment d'inertie du pendule pesant par rapport à l'axe (Δ) et par L la distance séparant G de l'axe (Δ).

Données :

- $g \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$; $m = 400 \text{ g}$; $L = 50 \text{ cm}$.
- Pour les oscillations de faible amplitude on prendra : $\sin(\theta) \approx \theta$ et $1 - \cos(\theta) \approx \frac{\theta^2}{2}$ avec θ en radian.
- $\pi^2 \approx 10$



On écarte le pendule de sa position d'équilibre stable, dans le sens positif, d'un angle θ_m très petit, puis on le lâche sans vitesse initiale à l'instant $t = 0$.

A chaque instant, la position du pendule est repérée par son abscisse angulaire θ . On néglige les frottements et on travaille dans l'approximation de faibles oscillations

Etude dynamique

- 0,5 1. Trouver en appliquant la relation fondamentale de la dynamique, l'équation différentielle du mouvement du pendule pesant.
- 0,5 2. Trouver l'expression de la période propre T_0 de ce pendule en fonction de m , g , L et J_Δ pour que la solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme $\theta(t) = \theta_m \cdot \cos(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \phi)$.
- 0,25 3. Vérifier par une analyse dimensionnelle que l'expression de T_0 a la dimension du temps.
- 0,5 4. Sachant que la valeur de la période propre est $T_0 \approx 0,7 \text{ s}$. Calculer J_Δ

Etude énergétique

On choisit le plan horizontal passant par le point G_0 , position de G à l'équilibre stable, comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur $E_{pp}(\theta = 0) = 0$.

La figure 2 représente le diagramme d'énergie du pendule étudié.

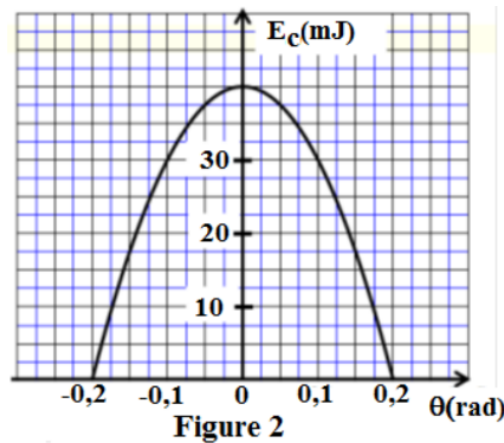


Figure 2

- | | |
|------|---|
| | 1. Déterminer la valeur de : |
| 0,25 | 1.1. L'abscisse angulaire maximale θ_m |
| 0,25 | 1.2. L'énergie mécanique E_m du pendule. |
| 0,5 | 2. Calculer les deux abscisses angulaires θ_1 et θ_2 pour lesquelles l'énergie potentielle est égale l'énergie cinétique. |

Partie 5: Test d'amortissement d'une voiture (1,25pts)

Pour les voitures, le système d'amortissement permet d'atténuer les oscillations verticales se produisant sur la route. Ce système se compose au niveau de chaque roue d'un ressort et d'un amortisseur (généralement à huile).

On modélise la voiture par un solide (S) de masse m et de centre d'inertie G qui repose sur un ressort vertical de constante de raideur K (figure 3).

Pour étudier le système oscillant (*solide(S) + ressort*), on repère les positions de G par son ordonnée y sur un axe vertical Oy orienté vers le haut. L'origine O est choisi à la position d'équilibre de G.

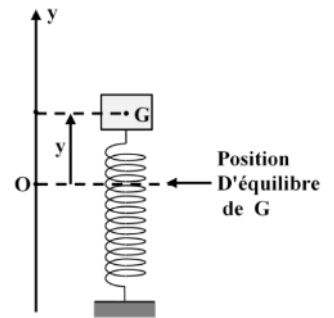


Figure 3

- | | |
|------|--|
| | 1. Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie: L'expression de la période propre T_0 des oscillations libres du système oscillant est: |
| 0,5 | a: $T_0 = 2\pi \cdot \frac{K}{m}$ b: $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{K}{m}}$ c: $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{K}}$ d: $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{K \cdot m}$ |
| | Justifier la réponse par analyse dimensionnelle. |
| | 2. Lors d'un test du système d'amortissement de deux voitures (V_1) et (V_2), On a relevé les variations $y(t)$ des positions du centre d'inertie G de chaque voiture. Ces variations sont indiquées sur la figure (4) pour les deux voitures. |
| 0,5 | 2.1 On considère que la pseudo période T est égale à la période propre T_0 de l'oscillateur. Calculer la valeur de la raideur K , sachant que $m = 1300\text{kg}$ (on prendra $\pi^2 \approx 10$). |
| 0,25 | 2.2 Indiquer, en justifiant la réponse, la voiture qui présente plus de confort. |

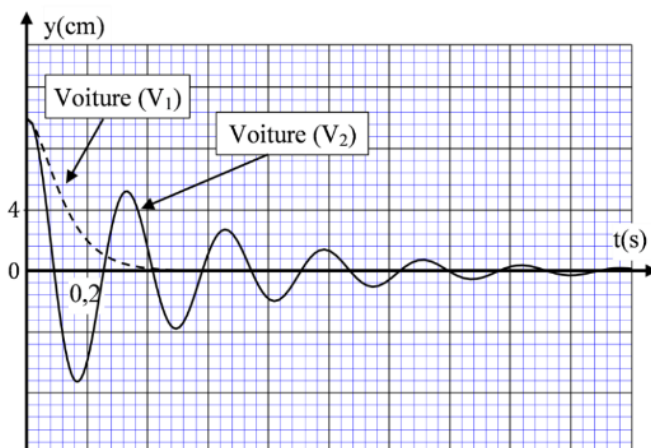


Figure 4