

3	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية: مسلك العلوم الفيزيائية	الشعبة أو المسلك

**L'usage des calculatrices programmables ou d'ordinateurs n'est pas autorisé**

## Donner les expressions littérales avant les applications numériques

**Tout résultat sans unité convenable n'est pas accepté**

**Le sujet se compose de quatre exercices :**

**Exercice 1 : (07 points)**

- Partie 1 : dosage acide - base;
  - Partie 2 : synthèse d'un ester.

## **Exercice 2 : (03 points)**

- Ondes.
  - Physique nucléaire.

### **Exercice 3 : (04.5 points)**

- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ascendant ;
  - Oscillations libres dans un circuit RLC série.

## **Exercice 4 : (05,5 points)**

- Partie 1 : Etude du mouvement d'un skieur ;
  - Partie 2 : Etude d'un système mécanique oscillant.

Barème

### Exercice 1 : (07 points)

Quelques insectes, comme les abeilles et les fourmies, communiquent entre elles à l'aide de substances chimiques organiques, appelées phéromones, pour se défendre ou se féconder...

Le but de cet exercice dans sa première partie, est d'étudier la réaction d'une solution d'acide éthanoïque avec une solution d'hydroxyde de sodium, et dans sa deuxième partie, à l'étude de la synthèse de la phéromone (P) à partir de l'acide éthanoïque.

#### Les deux parties sont indépendantes

##### Données :

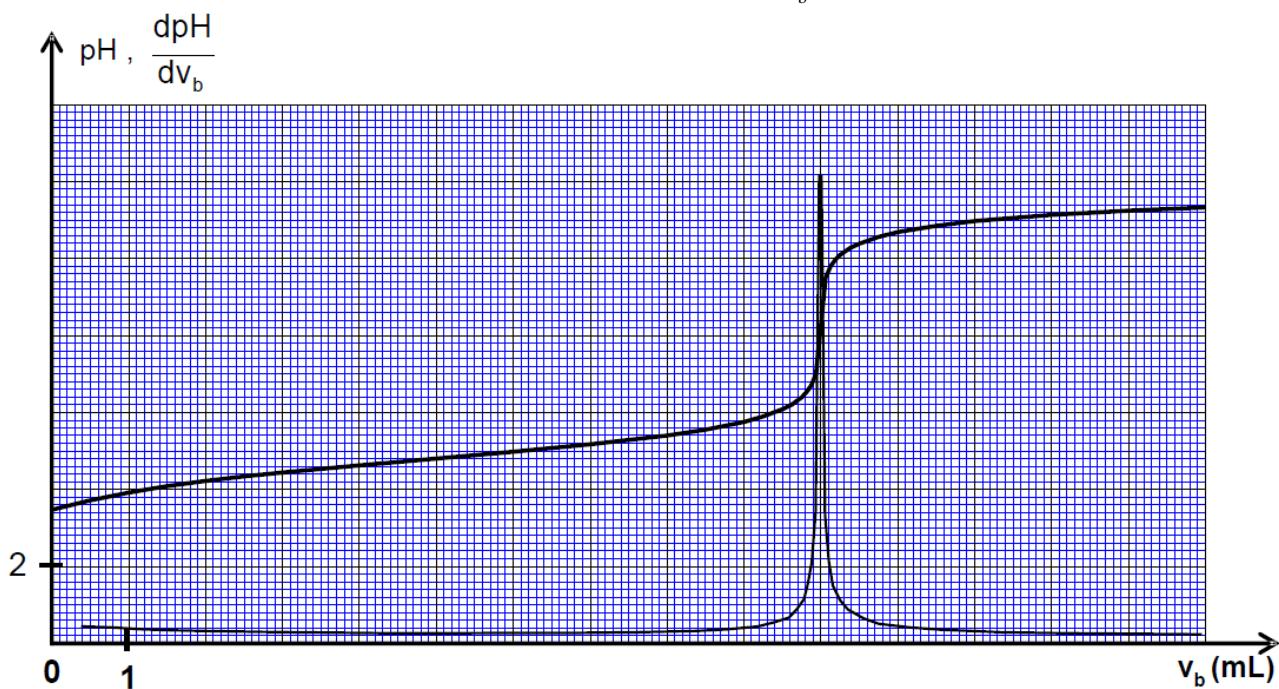
- Toutes les mesures ont été faites à 25°C ;
- $pK_A(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}) = 4,8$  ;
- La masse molaire de l'acide éthanoïque est :  $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- La masse volumique de l'acide éthanoïque pur est :  $\rho = 1,05 \text{ g.mL}^{-1}$  ;
- La masse molaire de la phéromone est :  $M(P) = 130 \text{ g.mol}^{-1}$  .

##### Première partie : Etude de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'hydroxyde de sodium

Pour déterminer la concentration molaire d'une solution d'acide éthanoïque, on le neutralise par une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}_{(\text{aq})}^+ + \text{HO}_{(\text{aq})}^-$ ) de concentration molaire  $C_b = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

On ajoute progressivement, à un volume  $v_a = 10 \text{ mL}$  d'une solution d'acide éthanoïque ( $S_a$ ), de concentration molaire  $C_a$ , un volume  $v_b$  de la solution ( $S_b$ ) d'hydroxyde de sodium, puis on mesure le pH du mélange.

La figure suivante donne les courbes  $\text{pH} = f(v_b)$  et  $\frac{d\text{pH}}{dv_b} = f(v_b)$  de ce dosage.



- 0,75 1-1- Représenter, sur la copie de rédaction, un schéma légendé du dispositif expérimental permettant de réaliser le dosage acide-base par mesure de pH.
- 1 1-2- Ecrire l'équation modélisant la réaction ayant lieu au cours du dosage, et donner ses deux caractéristiques.
- 1 1-3- Calculer la valeur de la concentration  $C_a$  de la solution d'acide éthanoïque.
- 0,5 1-4- Préciser, en justifiant, laquelle des deux espèces  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  est dominante dans le mélange réactionnel à  $\text{pH} = 7$ .
- 0,75 1-5- Trouver, à l'aide de la courbe du dosage, le volume  $v_b$  à ajouter pour que :  

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}}}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}}} = 1.$$

### Deuxième partie : Synthèse de la phéromone (P)

La synthèse de la phéromone au laboratoire, peut être réalisée par la réaction entre l'acide éthanoïque (A) et un alcool (B) de formule  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{-OH}$ .

- 0,5 2-1- Ecrire l'équation modélisant la réaction entre (A) et (B).
- 2-2- Citer deux caractéristiques de cette réaction.
- 0,5 2-3- On mélange le volume  $V_A = 28,6 \text{ mL}$  d'acide (A) pur, avec la quantité de matière  $n_B = 0,50 \text{ mol}$  de l'alcool (B). On ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique. On chauffe à reflux, le mélange réactionnel pendant presque quatre heures. A l'équilibre, et après traitement nécessaire, on obtient une quantité de la phéromone (P), de masse  $m_P = 43,40 \text{ g}$ .
- 0,5 a- Quel est l'intérêt du chauffage à reflux, et de l'addition d'acide sulfurique ?
- 1 b- Déterminer, à l'aide du tableau descriptif, la composition molaire du mélange réactionnel à l'équilibre.
- 0,5 c- Calculer le rendement  $r$  de la synthèse de la phéromone (P).

### **Exercice 2 : (03 points)**

L'exercice comprend cinq questions, à chacune on a proposé quatres réponses.

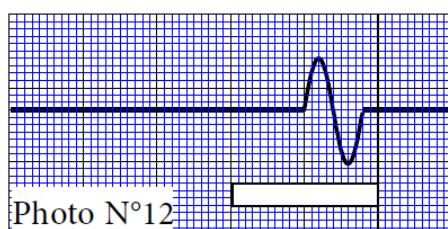
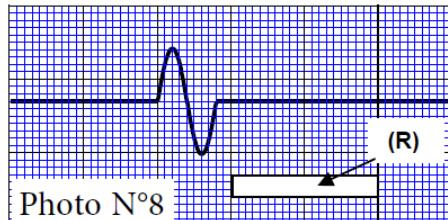
Recopier sur la copie, le numéro de la question et écrire à coté la réponse juste, parmi les quatres réponses proposées, sans aucune justification.

#### **❖ Ondes (01,5 points) :**

Pour déterminer la célérité de propagation d'une onde le long d'une corde, le professeur de physique demande à l'un des élèves de produire un ébranlement à l'une des extrémités d'une corde horizontale, et en même temps, il demande à une élève de filmer la séquence à l'aide d'une caméra numérique réglée sur la prise de 25 images par seconde.

Une règle blanche (R) de longueur 1 m, a été placée au voisinage de la corde comme échelle de mesure.

Après traitement informatique avec un logiciel convenable, le professeur choisit parmi les photos obtenues, les photos N°8 et N°12 (Figure ci-dessus), pour les étudier et les exploiter.



- 0,5 1- La durée  $\Delta t$  séparant la prise des deux photos N°8 et N°12 de l'onde est :  
  $\Delta t = 0,12 \text{ s}$         $\Delta t = 0,16 \text{ s}$         $\Delta t = 0,20 \text{ s}$         $\Delta t = 0,24 \text{ s}$
- 0,5 2- La distance d parcourue par l'onde pendant la durée  $\Delta t$  est :  
  $d = 2 \text{ cm}$         $d = 0,50 \text{ m}$         $d = 1,00 \text{ m}$         $d = 1,50 \text{ m}$
- 0,5 3- La célérité de propagation de l'onde le long de la corde est :  
  $v = 5,10 \text{ m.s}^{-1}$         $v = 6,25 \text{ m.s}^{-1}$         $v = 7,30 \text{ m.s}^{-1}$         $v = 10,50 \text{ m.s}^{-1}$
- ❖ **Physique nucléaire (01,5 points) :**  
Le noyau de Polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$ , se désintègre en un noyau de Plomb  $^{206}_{82}\text{Po}$ .
- 0,75 4- Au cours de cette désintégration, il y'a émission d'une particule sous forme :  
 Particule  $\alpha$        Neutron       Electron       Positron
- 0,75 5- On considère un échantillon radioactif de Polonium 210, de demi-vie  $t_{1/2}$ . Son activité initiale est  $a_0$ , et son activité à un instant  $t$  est  $a(t)$ :  
A l'instant  $t_1 = 3 t_{1/2}$ , le rapport  $\frac{a(t_1)}{a_0}$  est égal à :  
  $\frac{1}{3}$         $\frac{1}{6}$         $\frac{1}{8}$         $\frac{1}{9}$

### Exercice 3 : (04,5 points)

Les résistors, les condensateurs et les bobines, sont parmi les composants essentiels entrant dans la composition de plusieurs appareils électroniques qu'on utilise dans notre vie quotidienne.

Le but de cet exercice est de déterminer les deux grandeurs caractérisant une bobine, et à l'étude d'un circuit électrique oscillant librement, pour déterminer la capacité d'un condensateur.

#### 1- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ascendant :

Le circuit de la figure 1 est constitué de :

- Un générateur idéal de tension de f.e.m.  $E$  ;
- Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance interne  $r$  ;
- Un résistor de résistance  $R = 90 \Omega$  ;
- Un interrupteur  $K$ .

On ferme l'interrupteur à l'instant  $t = 0$ . Le suivi de l'évolution des tensions  $u_R$  aux bornes du résistor et la tension  $U_{PN}$  aux bornes du générateur, permet de tracer les courbes  $u_R(t)$  et  $U_{PN}(t)$  de la figure 2 ci-dessous.

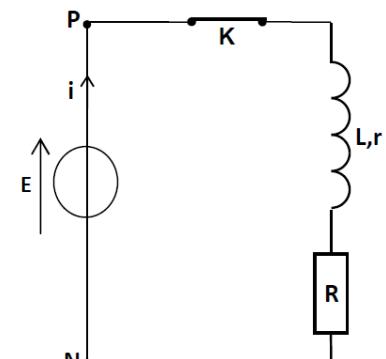


Figure 1

- 0,25 1-1- Recopier sur la copie, le schéma du circuit de la figure 1, et représenter dessus la tension  $u_R$  en convention récepteur.
- 0,25 1-2- Par exploitation du document de la figure 2, déterminer :  
a- La force électromotrice  $E$  du générateur.  
b- La valeur de la constante de temps  $\tau$ .  
c- La résistance  $r$  de la bobine.
- 0,25 1-3- Vérifier que la valeur du coefficient d'inductance de la bobine est :  $L = 0,2 \text{ H}$ .

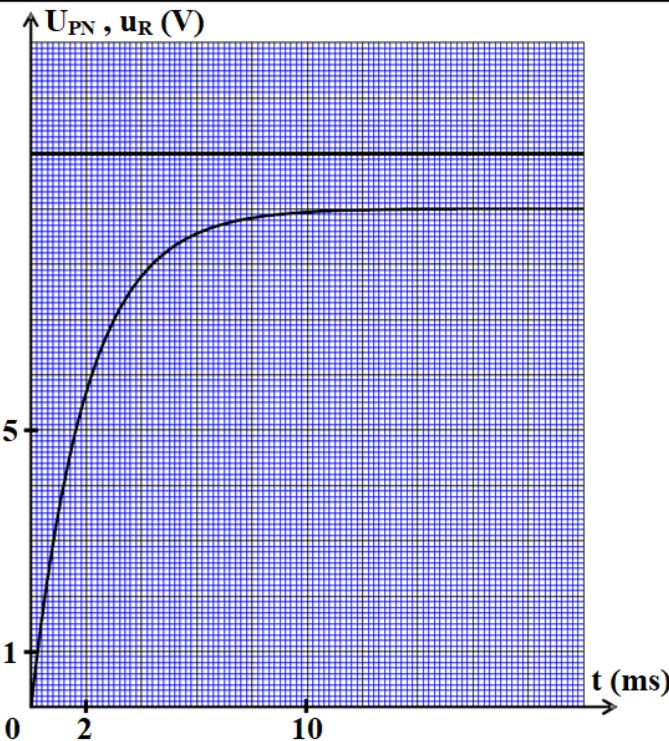


Figure 2

## 2- Oscillations libres dans un circuit RLC série :

Pour obtenir des oscillations électriques libres, on remplace, le générateur, dans le circuit précédent (Figure 1), par un condensateur de capacité C initialement chargé.

Le suivi de l'évolution de la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur en fonction du temps, à l'aide d'un matériel informatique convenable, permet d'obtenir la courbe de la figure 3.

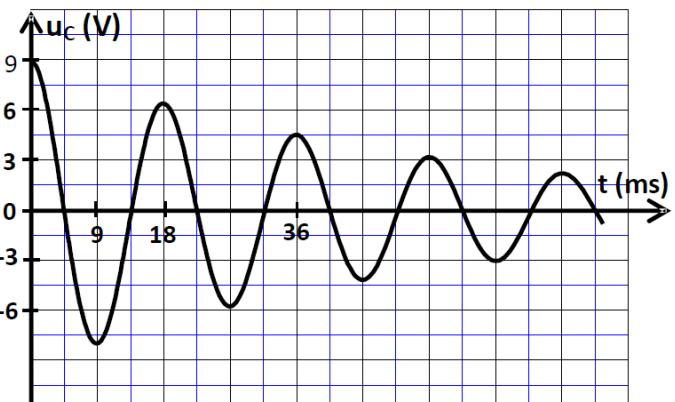


Figure 3

- 0,5 2-1- Représenter le schéma du dispositif expérimental, et montrer dessus, le branchement du système d'acquisition permettant de suivre  $u_C(t)$ .
- 0,5 2-2- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_C(t)$ .
- 0,5 2-3- Calculer la valeur de la capacité du condensateur, sachant que la valeur de la pseudo période est égale à celle de la période propre de l'oscillateur.
- 0,5 2-4- Déterminer la valeur  $\mathcal{E}_1$  de l'énergie du circuit à l'instant  $t = 36$  ms.
- 0,5 2-5- Justifier, du point de vue énergétique, le régime oscillatoire représenté sur la figure 3.

### Exercice 4 : (05,5 points)

#### Les deux parties sont indépendantes

#### Première partie (03 points) : Etude du mouvement d'un skieur

La pratique du sport du ski, dans les stations des montagnes, attire de plus en plus l'intention des jeunes marocains, parce qu'elle intègre les qualités du plaisir et l'aventure.

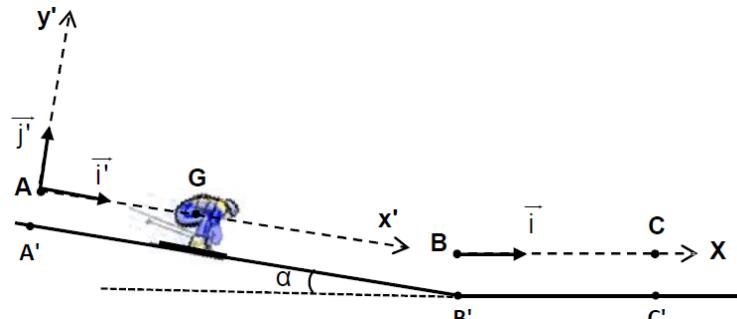
Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement du centre d'inertie d'un skieur et ses accessoires sur le circuit du ski.

La figure ci-dessous, représente un circuit de ski constitué de deux parties:

- Partie A'B' rectiligne et inclinée d'un angle  $\alpha$  par rapport au plan horizontal ;
- Partie B'C' rectiligne et horizontale.

**Données :**

- $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ;
- Longueur de la partie A'B' :  $A'B' = 80 \text{ m}$ ;
- Masse du skieur et ses accessoires :  $m = 60 \text{ kg}$ ;
- L'angle d'inclinaison :  $\alpha = 18^\circ$ .



**1- Etude du mouvement du skieur et ses accessoires sur la partie inclinée sans frottements.**

On étudie le mouvement du centre d'inertie G du système (S), formé du skieur et ses accessoires, dans le repère  $(A, \vec{i}, \vec{j})$  lié à la terre et supposé galiléen.

À un instant  $t = 0$ , choisi comme origine des temps, le système (S) part sans vitesse initiale d'une position où G coincide avec A.

Le mouvement de G se fait suivant la ligne de plus grande pente du plan incliné AB, tel que :  $AB = A'B'$ .

Par application de la deuxième loi de Newton, trouver :

0,5 1-1- La valeur de l'accélération  $a_G$  du mouvement du centre d'inertie G.

0,5 1-2- L'intensité R de la force modélisant l'action du plan incliné sur (S).

0,5 1-3- La valeur  $v_B$  de la vitesse de G au passage par la position B.

**2- Etude du mouvement du skieur et ses accessoires sur la partie horizontale avec frottements.**

Le mouvement de G se fait sur la partie BC, tel que :  $BC = B'C'$ .

On étudie le mouvement du centre d'inertie G du système (S) formé du skieur et ses accessoires dans le repère  $(B, \vec{i})$  lié à la terre et supposé galiléen. On prend  $x_G = 0$ , à un instant  $t = 0$ , considéré comme nouvelle origine des dates.

Le système subit au cours de son mouvement deux types de frottements.

- Frottements dus au contact entre la partie B'C' et le système (S), modélisés par une force constante :  $\vec{f}_1 = -6\vec{i}$  ;
- Frottements dus à l'action de l'air, modélisés par la force :  $\vec{f}_2 = -0,06.v^2\vec{i}$ , où  $v$  représente la vitesse du centre d'inertie G.

0,5 2-1- Par application de la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle vérifiée par la vitesse  $v$ , s'écrit sous la forme :

$$\frac{dv}{dt} + 10^{-3}.v^2 + 0,1 = 0.$$

1 2-2- En exploitant le tableau ci-contre, et en utilisant la méthode d'Euler, calculer les valeurs :  $a_{i+1}$  et  $v_{i+2}$ .

	$t(s)$	$v(\text{m.s}^{-1})$	$a(\text{m.s}^{-2})$
	$t_i = 0,4$	21,77	- 0,57
	$t_{i+1} = 0,8$	21,54	$a_{i+1}$
	$t_{i+2} = 1,2$	$v_{i+2}$	-0,55

### Première partie (02,5 points) : *Etude d'un système mécanique oscillant*

Le pendule de torsion permet de déterminer quelques grandeurs physiques caractéristiques de la matière, comme la constante de torsion des matériaux solides déformables, et les moments d'inertie des oscillateurs mécaniques.

On étudiera de façon simplifiée, la méthode de détermination de la constante de torsion d'un fil métallique, et quelques grandeurs dynamiques et cinématiques, en exploitant les diagrammes d'énergie du pendule de torsion.

Le pendule de torsion se compose d'un fil de torsion vertical de constante de torsion  $C$ , et d'une barre AB homogène, de moment d'inertie  $J_{\Delta} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m}^2$  par rapport à un axe vertical ( $\Delta$ ) colinéaire au fil et passant par le centre d'inertie G de la barre.

On tourne la barre, horizontalement, dans le sens positif, autour de ( $\Delta$ ), d'un angle  $\theta_m = 0,4 \text{ rad}$  par rapport à la position d'équilibre, et on la lâche sans vitesse initiale à un instant  $t = 0$ , considéré comme origine des temps.

On repère la position de la barre à chaque instant par son abscisse angulaire  $\theta$  par rapport à sa position d'équilibre (Figure 1)

On étudie le mouvement du pendule dans un repère lié à la terre et supposé galiléen.

La position d'équilibre est choisie comme état de référence de l'énergie potentielle de torsion, et le plan horizontal passant par G comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

On néglige tous les frottements.

Les courbes (a) et (b) de la figure 2, représentent les variations, en fonction du temps, des énergies : potentielle  $E_p$  et cinétique  $E_c$ , de l'oscillateur.

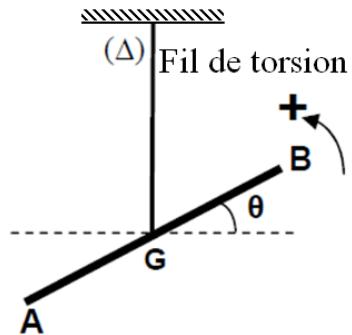


Figure 1

- 0,5 1- Affecter, à chaque courbe, l'énergie correspondante. Justifier.
- 0,5 2- Déterminer la valeur de la constante de torsion  $C$  du fil métallique.
- 0,75 3- Trouver la valeur absolue de la vitesse angulaire à l'instant de passage de l'oscillateur par une position d'abscisse angulaire  $\theta_1 = 0,2 \text{ rad}$ .
- 0,75 4- Calculer le travail du couple de torsion  $W_c$  lorsque l'oscillateur passe de la position d'équilibre repérée par l'abscisse angulaire  $\theta = 0$ , à la position repérée par l'abscisse angulaire  $\theta_1$ .

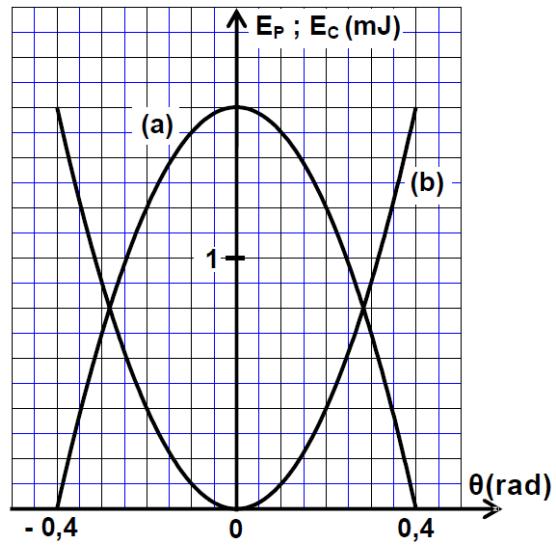


Figure 2