

الصفحة
1
7



الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
الدورة الاستدراكية 2011  
الموضوع



7	المعامل	RS28	الفيزياء والكيمياء	المادة
3	مدة الإجابة		شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية الترجمة الفرنسية	الشعبة (ة) أو المادتين

L'usage des calculatrices programmables ou d'ordinateurs n'est pas autorisé  
Donner les expressions littérales avant les applications numériques

Le sujet se compose de quatre exercices :

Un exercice de chimie et trois exercices de physique

**Chimie : (07 points)**

- Etude d'une solution d'acide méthanoïque ;
- Evolution d'un système chimique.

**Physique : (13 points)**

- Les ondes (02,5 points) :
  - Détermination de la célérité de propagation d'une onde ultrasonore dans l'air ;
  - Détermination de l'épaisseur d'une nappe souterraine de pétrole.
- Electricité (05 points) :
  - Ajustage d'une note musicale de fréquence déterminée à l'aide d'un circuit RLC série;
- Mécanique (05,5 points) :
  - Etude dynamique d'une grue ;
  - Etude d'un oscillateur mécanique.

Barème

**Chimie : (07 points)**

**Partie I : Etude d'une solution d'acide méthanoïque :**

L'acide méthanoïque est l'un des médicaments efficaces pour débarrasser les abeilles productrices de miel des parasites prédateurs.

Le but de cette partie est l'étude de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau est avec une solution d'hydroxyde de sodium.

**Données :**

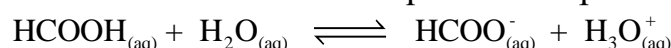
- Toutes les mesures ont été faites à 25°C ;
- Le produit ionique de l'eau :  $K_e = 10^{-14}$  ;
- Le tableau suivant présente quelques indicateurs colorés et leurs zones de virage.

L'indicateur coloré	Hélianthine	Rouge de méthyle	Phénolphtaléine
Zone de virage	3,1 – 4,4	4,2 – 6,2	8,2 - 10

**1- Réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau :**

On considère une solution ( $S_a$ ) d'acide méthanoïque de volume  $V$  et de concentration molaire  $C_a = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . La mesure du pH de cette solution donne :  $\text{pH} = 2,9$ .

On modélise la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau par l'équation suivante :



0,5

1-1- Construire le tableau d'avancement de l'évolution du système.

1

1-2- Montrer que le taux d'avancement final de cette transformation s'écrit sous

la forme :  $\tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C_a}$ . Calculer la valeur de  $\tau$ , et conclure.

0,5

1-3- Exprimer le quotient de réaction  $Q_{r,\text{eq}}$  à l'équilibre en fonction de  $C_a$  et  $\tau$ .

0,5

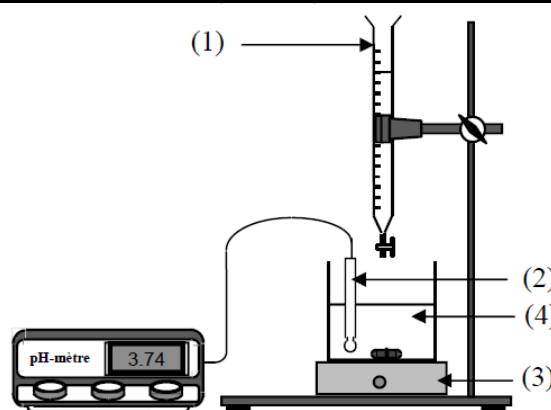
1-4- Déterminer la valeur de la constante  $\text{pK}_a$  du couple ( $\text{HCOOH}_{(\text{aq})} / \text{HCOO}^-_{(\text{aq})}$ ).

**2- Réaction de l'acide méthanoïque avec une solution d'hydroxyde de sodium:**

Le dispositif de la figure ci-contre est utilisé pour titrer un volume  $V_a = 20 \text{ mL}$  de la solution ( $S_a$ ) précédente par une solution ( $S_b$ ) d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_b = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

1

2-1- Ecrire les noms correspondants aux numéros (1), (2) et (3) des composants du dispositif, et le nom de la solution correspondante au numéro (4).



0,5

2-2- Le pH du mélange prend la valeur  $\text{pH} = 3,74$ , lorsque le volume de la solution ( $S_b$ ) versé est  $V_b = 10 \text{ mL}$ . A l'aide du tableau d'avancement, s'assurer, en calculant le taux d'avancement final, que cette réaction est totale.

0,5

2-3- Calculer le volume  $V_{\text{BE}}$  qu'on doit verser pour atteindre l'équivalence ?

0,5

2-4- Préciser en justifiant, parmi les indicateurs colorés indiqués dans le tableau précédent, celui le plus convenable à ce dosage.

## Partie II : Etude de la pile Nickel-Zinc :

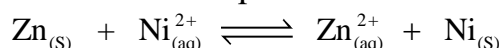
On réalise la pile constituée des couples  $(\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+} / \text{Ni}_{(\text{s})})$  et  $(\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+} / \text{Zn}_{(\text{s})})$  en immergeant :

- L'électrode de Nickel dans une solution de sulfate de Nickel  $(\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-})$  de volume  $V = 150 \text{ mL}$  et de concentration molaire initiale  $[\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}]_i = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  ;
- L'électrode de Zinc dans une solution de sulfate de Zinc  $(\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-})$  de volume  $V = 150 \text{ mL}$  et de concentration molaire initiale  $[\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}]_i = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  ;

On relie les deux compartiments par un pont ionique.

### Données :

- La constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction suivante est  $K = 10^{18}$ .



- $1 \mathcal{F} = 9,65 \cdot 10^4 \text{ mol}^{-1}$  ;

- 0,5 1- Préciser, en calculant le quotient de réaction  $Q_{r_i}$  à l'état initial, le sens spontané d'évolution du système constituant la pile.
- 0,5 2- Donner le schéma conventionnel de la pile étudiée.
- 1 3- Au cours du fonctionnement de la pile, le circuit extérieur est traversé par un courant d'intensité  $I = 0,1 \text{ A}$ .

Trouver la durée maximale  $\Delta t_{\text{max}}$  de fonctionnement de la pile en fonction de :  $[\text{Zn}_{(\text{aq})}^{2+}]_i$ ,  $V$ ,  $\mathcal{F}$  et  $I$ . Calculer  $\Delta t_{\text{max}}$ .

### Les ondes : (02,5 points)

L'échographie utilisant les ondes ultrasonores est une méthode de détermination des épaisseurs des nappes souterraines.

Cet exercice vise à déterminer, la célérité de propagation des ondes ultrasonores dans l'air, ainsi que l'épaisseur d'une nappe souterraine de pétrole.

#### 1- Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans l'air :

On place sur un banc rectiligne un émetteur E d'ondes ultrasonores, et deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  distants de  $d = 0,5 \text{ m}$  (Figure 1).

On visualise sur l'écran d'un oscilloscope, aux entrées  $Y_1$  et  $Y_2$ , les signaux reçus par les deux récepteurs, On obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 2.

A représente le début du signal reçu par  $R_1$ , et B le début de celui reçu par  $R_2$ .

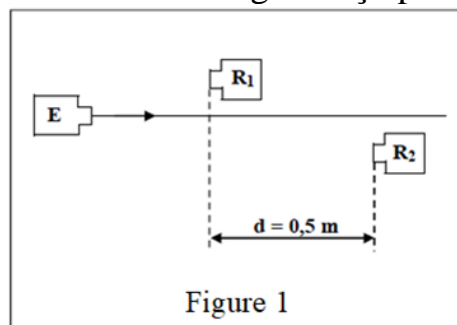


Figure 1

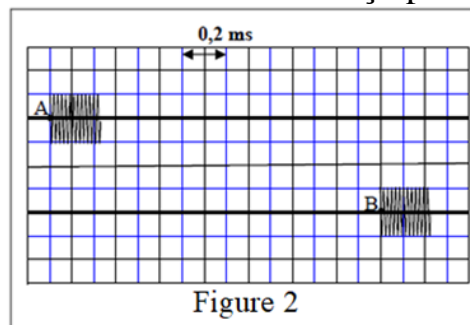


Figure 2

- 0,5 1-1- Déterminer à partir de l'oscillogramme de la figure 2, le retard horaire  $\tau$  entre les deux signaux reçus par les deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$ .
- 0,5 1-2- Calculer  $v_{\text{air}}$  la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'air.
- 0,5 1-3- Ecrire l'expression de l'élongation  $y_B(t)$  du point B à l'instant  $t$ , en fonction de l'élongation du point A.

## 1 2- Détermination de l'épaisseur d'une nappe souterraine de pétrole :

Pour déterminer l'épaisseur  $L$  d'une nappe souterraine de pétrole, un ingénieur utilise la sonde d'un appareil d'échographie.

La sonde envoie, perpendiculairement à la surface libre de la couche de pétrole, à l'instant  $t_0 = 0$ , un signal ultrasonore de très courte durée.

Une partie du signal se réfléchit sur cette surface, tandis que l'autre partie continue la propagation dans la couche de pétrole pour se réfléchir une deuxième fois sur son fond, et revenir vers la sonde, pour être transformée à nouveau en un signal de très courte durée aussi (Figure 3).

A l'instant  $t_1$ , la sonde révèle la raie  $P_1$  correspondante à l'onde réfléchie sur la surface libre de la couche de pétrole, et à l'instant  $t_2$  elle révèle la raie  $P_2$  correspondante à l'onde réfléchie sur le fond de la couche du pétrole (Figure 4).

Déterminer l'épaisseur  $L$  de la couche de pétrole, sachant que la célérité de propagation des ondes ultrasonores dans le pétrole brut est :  $v = 1,3 \text{ km.s}^{-1}$ .

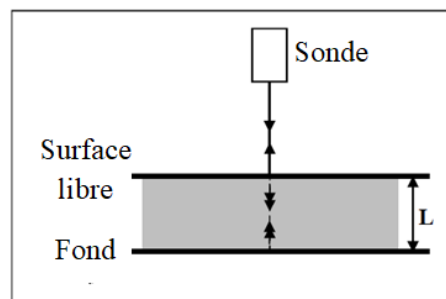


Figure 3

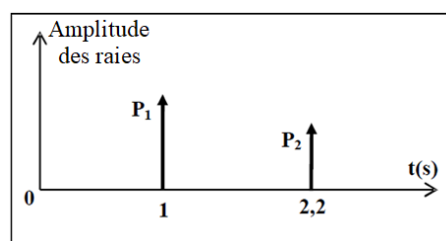


Figure 4

### Electricité (05 points)

Le piano génère un ensemble de notes musicales classées selon une échelle musicale constituée de sept notes musicales essentielles.

Le tableau suivant donne les fréquences correspondantes aux notes musicales essentielles:

Note	Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si
Fréquence	262	294	330	349	392	440	494

Le but de cet exercice est d'ajuster une note musicale de fréquence déterminée en utilisant un circuit RLC série.

Pour ajuster la note souhaitée, un groupe d'élèves a réalisé une expérience sur deux étapes.

- Première phase : Détermination de la capacité  $C$  d'un condensateur à l'aide d'un montage convenable ;
- Deuxième phase : Ajustement de la fréquence de la note à l'aide d'un circuit RLC série.

### 1- Détermination de la capacité d'un condensateur :

A l'instant  $t = 0$ , les élèves commencent la décharge d'un condensateur de capacité  $C$ , initialement chargé, à travers un conducteur ohmique de résistance  $R = 200 \Omega$ .

La courbe de la figure 1, traduit les variations de la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur.

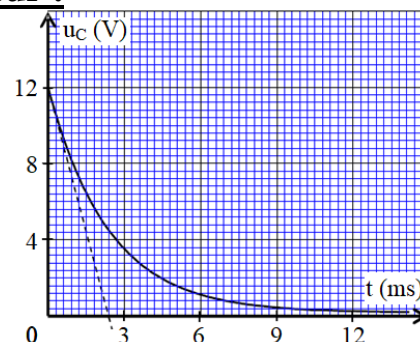


Figure 1

- 1-1- Représenter le schéma du dispositif expérimental permettant d'obtenir cette courbe.

0,5

0,5

1-2- Trouver l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_C(t)$  au bornes du condensateur au cours de la décharge.

0,5

1-1- Vérifier que la solution de l'équation différentielle précédente est :

$$u_C = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}, \text{ où } U_0 \text{ est une constante.}$$

0,5

1-3- Par analyse dimensionnelle, montrer que le produit  $RC$  est homogène à un temps.

0,5

1-4- Déterminer graphiquement la constante de temps  $\tau$ , et déduire la valeur de la capacité  $C$  du condensateur étudié.

## 2- Ajustement de la fréquence de la note musicale

Les élèves ont réalisé le montage expérimental représenté sur le Figure2, et qui est constitué de :

- Générateur de tension de f.é.m  $E = 12 \text{ V}$  et de résistance interne négligeable.
- Conducteur ohmique de résistance  $R = 200 \Omega$ .
- Bobine de coefficient d'inductance  $L$  ajustable et de résistance interne négligeable.
- Condensateur de capacité  $C' = 0,5 \mu\text{F}$ .
- Interrupteur  $K$  à double position.

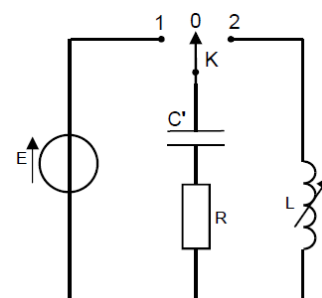


Figure 2

Après avoir chargé le condensateur, les élèves ont basculé l'interrupteur à la position (2) à un instant choisi comme origine des temps. Ils ont obtenus par l'intermédiaire d'une interface informatique la courbe représentée sur la Figure 3.

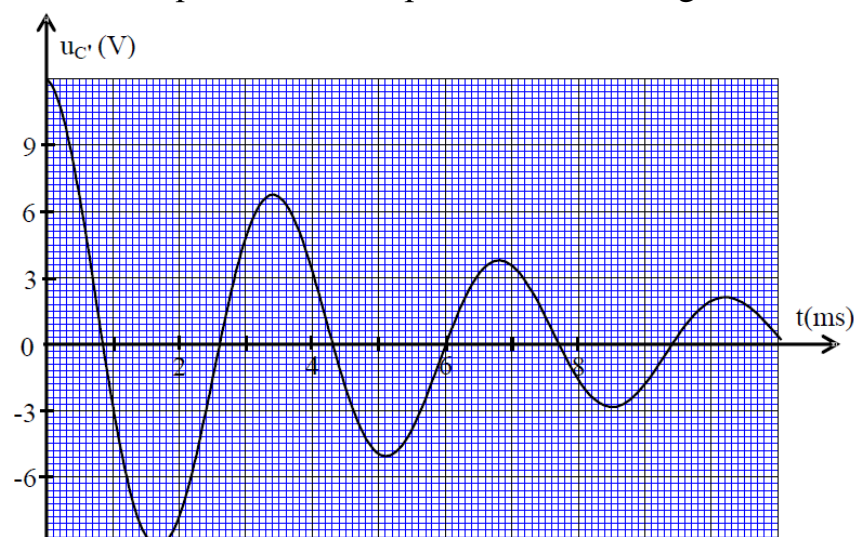


Figure 3

0,5

2-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_C$  entre les bornes du condensateur.

0,25

2-2- Déterminer graphiquement la valeur de la pseudopériode  $T$ .

0,5

2-3- On considère que la valeur de la pseudopériode  $T$  est égale à la valeur de la période propre  $T_0$  de l'oscillateur LC. En déduire la valeur de  $L$ .



0,5

2-4- Calculer la valeur de l'énergie totale emmagasinée dans le circuit à l'instant  $t = 3,4 \text{ ms}$ .

3- Les élèves ont ajouté au montage RLC' précédent, un appareil d'entretien des oscillations, et ils ont relié le circuit à un haut-parleur qui transforme l'onde électrique de fréquence  $N_0$  en une onde sonore de même fréquence.

0,25

3-1- Quel est le rôle de l'appareil d'entretien de point de vue énergétique.

0,5

3-2- En se basant sur le tableau des fréquences des notes déterminer la note musicale émise par le haut-parleur.

### Mécanique (05 points)

Les études dynamique et énergétique, des systèmes mécaniques, dans différentes situations, permettent la détermination de quelques caractéristiques du système étudié et de suivre son évolution temporelle.

Le but de cet exercice est d'étudier deux situations mécaniques indépendantes.

On néglige tous les frottements et on prendra :  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

Les poulies jouent un rôle principal dans un certain nombre d'appareils mécaniques et électromécaniques, en particulier, les grues pouvant soulever des charges trop lourdes qu'on ne peut pas soulever manuellement ou à l'aide d'appareils traditionnels.

On modélise une grue par une poulie ( $\mathcal{P}$ ) homogène de rayon  $r = 20 \text{ cm}$ , susceptible de tourner autour d'un axe horizontal ( $\Delta$ ) fixe confondu avec son axe de symétrie, et un solide ( $S_1$ ) de masse  $m_1 = 50 \text{ kg}$ , relié à la poulie ( $\mathcal{P}$ ) par un fil inextensible, de masse négligeable, passant sans glisser sur la gorge de la poulie, au cours du mouvement.

$J_\Delta$  : désigne le moment d'inertie de la poulie ( $\mathcal{P}$ ) par rapport à l'axe de rotation ( $\Delta$ ).

#### 1- Première situation :

La poulie ( $\mathcal{P}$ ) tourne sous l'action d'un moteur lui communiquant un couple moteur de moment constant  $\mathcal{M} = 104,2 \text{ N.m}$ , entraînant le solide ( $S_1$ ) vers le haut.

On repère la position du centre d'inertie  $G_1$  du solide ( $S_1$ ) à un instant  $t$  par l'ordonnée  $z$  dans le repère  $(O, \vec{k})$  supposé Galiléen (Figure 1).

$G_1$  coïncide avec l'origine  $O$  du repère à l'instant  $t_0 = 0$ .

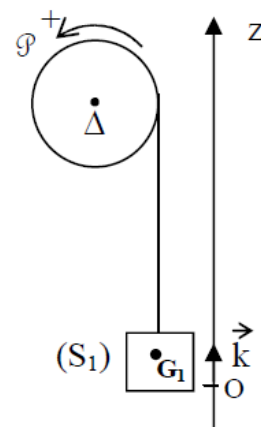


Figure 1

1,5

1-1- En appliquant la deuxième loi de Newton et la R.F.D en cas de rotation sur le système (Poulie,  $S_1$ , fil), montrer que l'accélération  $a_{G1}$  du mouvement de  $G_1$  est :

$$a_{G1} = \frac{M.r - m_1.g.r^2}{m_1.r^2 + J_\Delta}$$

0,75

1-2- L'étude Expérimentale du mouvement de  $G_1$ , a permis d'établir l'équation horaire  $z = 0,2.t^2$ , avec  $z$  en mètre et  $t$  en seconde. Déterminer le moment d'inertie  $J_\Delta$ .

## 2- Deuxième situation :

On fixe à l'extrémité libre d'un ressort de masse négligeable, à spires non jointives et de raideur  $K$ , un solide ( $S_2$ ) de masse  $m_2 = 182 \text{ g}$ . l'autre extrémité est fixée à un support fixe (Figure 2).

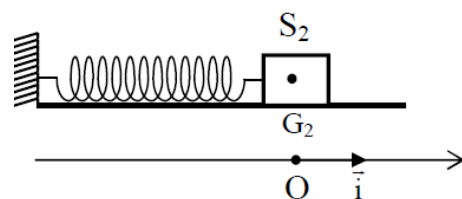


Figure 2

On écarte le solide ( $S_2$ ) de sa position d'équilibre, d'une distance  $X_m$ , et on l'abandonne sans vitesse initiale.

Pour étudier le mouvement du centre de gravité  $G_2$  du solide ( $S_2$ ), on choisit un repère galiléen  $(O, \vec{i})$ , tel que  $G_2$  coïncide à l'équilibre avec l'origine  $O$ .

On repère la position de  $G_2$  à un instant  $t$  dans le repère  $(O, \vec{i})$ , par son abscisse  $x$ .

L'équation différentielle du mouvement de  $G_2$

s'écrit sous la forme :  $\ddot{x} + \frac{K}{m_2}x = 0$ , et sa solution

est :  $x(t) = X_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ .

Une étude expérimentale a permis de tracer la courbe représentée sur la figure 3.

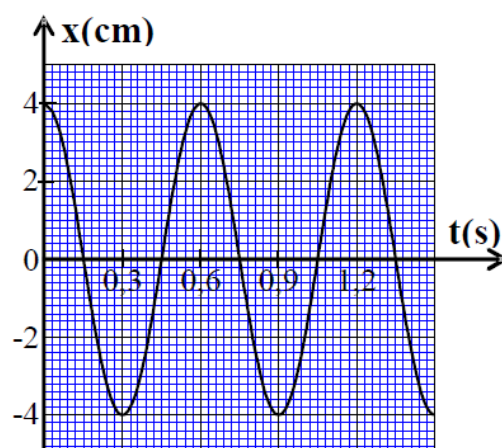


Figure 3

0,75 2-1- Déterminer graphiquement les grandeurs suivantes :

L'amplitude  $X_m$ , la période propre  $T_0$  et la phase  $\varphi$  à l'origine des dates.

0,75 2-2- En déduire la valeur de la raideur  $K$  du ressort.

2-3- On choisit comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur, le plan horizontal auquel appartient  $G_2$  à l'équilibre, et comme état de référence de l'énergie potentielle d'élasticité, lorsque le ressort est non déformé.

0,75 a- Montrer que l'expression de l'énergie cinétique  $E_C$  du solide ( $S_2$ ) s'écrit sous la forme :  $E_C = \frac{K}{2}(X_m^2 - x^2)$ .

1 b- Trouver l'expression de l'énergie mécanique  $E_m$  du système {solide ( $S_2$ ) – ressort} en fonction de  $X_m$  et  $K$ , et déduire la valeur de la vitesse  $V_{G_2}$  au passage de  $G_2$  à la position d'équilibre dans le sens positif.