

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
الدورة الاستدراكية 2014  
الموضوع (الترجمة الفرنسية)

RS 28

المملكة المغربية  
وزارة التربية الوطنية  
والتكوين المهني



المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

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

Le sujet se compose de quatre exercices :

Un exercice de chimie et trois exercices de physique

**Chimie : (07 points)**

- Reconnaitre un acide carboxylique à travers sa constante d'acidité (04,5 points);
- Etude simplifiée de la pile Nickel-Cadmium (02,5 points).

**Physique : (13 points)**

- Physique nucléaire : (02,5 points)
- Méthode de datation Potassium-Argon.
- Electricité (04,5 points) :
  - Détermination de la capacité d'un condensateur ;
  - Modulation et démodulation.
- Mécanique (06 points) :
  - Etude du mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur uniforme (03,5 points) ;
  - Etude énergétique d'un pendule simple (02,5 points).

Barème

## Chimie : (07 points)

L'exercice comprend deux parties indépendantesPremière partie (04,5 pts) : Identification d'un acide par sa constante d'acidité.

Les acides carboxyliques entrent comme éléments essentiels dans la composition de plusieurs produits utilisés dans notre quotidien, comme les médicaments, les parfums, les aliments et autres.

Le but de cette partie est l'étude de la réactivité d'un acide AH avec l'eau, et la détermination de sa formule.

Données :

- On néglige l'influence des ions  $\text{HO}^-$  sur la conductivité de la solution, et on écrit l'expression de la conductivité  $\sigma$  d'une solution aqueuse diluée d'un acide AH comme suit :  $\sigma = \lambda_{\text{A}^-} [\text{A}^-] + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} [\text{H}_3\text{O}^+]$ .

- Les conductivités molaires ioniques à  $\theta = 25^\circ\text{C}$  :

$$\lambda_{\text{A}^-} = 3,23 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} ; \quad \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

- Valeurs des  $\text{pK}_\text{A}$  de quelques couples (acide / base) :

AH/A <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / NH <sub>3</sub>	HF / F <sup>-</sup>	HClO / ClO <sup>-</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH / C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COO <sup>-</sup>
pK <sub>A</sub>	9,2	3,2	7,3	4,2

Une bouteille au laboratoire contient une solution aqueuse (S) d'un acide carboxylique AH de concentration molaire  $C = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  et de volume  $V = 1 \text{ L}$ .

Pour reconnaître cet acide, un technicien de laboratoire mesure la conductivité de la solution (S), il trouve la valeur :  $\sigma = 2,03 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$ .

On modélise la transformation ayant lieu entre l'acide AH et l'eau par l'équation chimique suivante :  $\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{A}^-_{(\text{aq})}$

- 0,5 1- Recopier sur votre copie le tableau descriptif suivant et le compléter.

Equation chimique		$\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{A}^-_{(\text{aq})}$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
Initial	$x = 0$	$n_i(\text{AH})$	En excès		
Intermédiaire	$x$				
Final	$x = x_{\text{eq}}$				

- 1 2- Trouver la valeur de l'avancement  $x_{\text{eq}}$  à l'équilibre.
- 0,75 3- Calculer la valeur du taux d'avancement final de la réaction étudiée. Conclure.
- 0,5 4- S'assurer que la valeur du pH de la solution (S) est :  $\text{pH} = 3,27$ .
- 0,5 5- Exprimer le quotient de réaction  $Q_{\text{r,eq}}$  à l'équilibre en fonction de pH et C.
- 0,75 6- En déduire la valeur de  $\text{pK}_\text{A}$  du couple (AH/A<sup>-</sup>) et identifier l'acide étudié.
- 0,5 7- Laquelle des deux espèces AH et A<sup>-</sup> domine dans la solution (S)? Justifier.

Deuxième partie (02,5 pts) : Etude de la pile Nickel – Cadmium :

Alessandro Volta déclara l'invention de la première pile en 1800, et au début du XX<sup>ème</sup> siècle, le savant Adisson inventa une pile rechargeable plusieurs fois (l'accumulateur Nickel-Cadmium), caractérisée par sa légèreté et sa longue durée de fonctionnement.

Le but de cet exercice est l'étude simplifiée de l'accumulateur (Nickel-Cadmium) au cours de son fonctionnement comme générateur.

### Données :

- La constante d'équilibre associée à la réaction spontanée se produisant au cours du fonctionnement de la pile est :  $K = 4,5.10^5$  ;
- La constante de Faraday :  $1 \mathcal{F} = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$ ,

On réalise, à 25°C, la pile Nickel-Cadmium, constituée de deux compartiments reliés par un pont salin tel que :

- Le premier compartiment est constitué par une plaque de Nickel immergée dans une solution ionique de sulfate de Nickel ( $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}$ ),
- Le deuxième compartiment est constitué par une plaque de Cadmium immergée dans une solution ionique de sulfate de Cadmium ( $\text{Cd}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{aq})}^{2-}$ ).
- Les deux solutions ioniques ont :
  - Même volume  $V = 0,2 \text{ L}$  ;
  - Même concentration molaire initiale :  $[\text{Cd}^{2+}]_0 = [\text{Ni}^{2+}]_0 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

On relie les deux pôles de la pile à travers un résistor et un ampèremètre qui indique la valeur  $I = 0,2 \text{ A}$ .

Sachant que la plaque du Nickel est la borne positive de la pile, répondre aux questions suivantes :

- 0,5 1- Représenter le schéma du dispositif expérimental de la pile réalisée.
- 0,75 2- Ecrire l'équation de la réaction se produisant au voisinage de chaque électrode, et l'équation bilan au cours du fonctionnement de la pile.
- 0,5 3- Calculer la valeur du quotient de réaction  $Q_{r,i}$  du système étudié, et s'assurer de son sens d'évolution.
- 0,75 4- Calculer la valeur de la concentration des ions  $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$ , restants dans la solution du premier compartiment, après une durée  $\Delta t = 60 \text{ min}$  de fonctionnement de la pile.

## Physique : (13 points)

### Physique nucléaire : (02,5 points)

Les géologues et les astronomes, utilisent la méthode de datation Potassium-Argon, pour déterminer l'âge de roches anciennes et des météorites...

Le but de cet exercice est l'étude du nucléide Potassium 40, et la détermination approchée de l'âge d'une roche volcanique.

### Données :

- La masse d'un noyau de Potassium :  $m(^{40}_{19}\text{K}) = 39,9740 \text{ u}$  ;
- La masse d'un noyau d'Argon :  $m(^{40}_{18}\text{Ar}) = 39,9624 \text{ u}$  ;
- La masse d'un positron :  $m(^0_1\text{e}) = 0,0005 \text{ u}$  ;
- Les masses molaires :  $M(^{40}\text{K}) = M(^{40}\text{Ar})$  ;
- La demi-vie du nucléide  $^{40}_{19}\text{K}$  est  $t_{1/2} = 1,3.10^9 \text{ ans}$  ;
- $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$ .

1- Etude de la désintégration du nucléide Potassium 40 :

Le noyau de Potassium 40 est radioactif, duquel résulte un noyau d'Argon  ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ .

0,75

1-1- Ecrire l'équation de désintégration du noyau de Potassium 40, en indiquant le type de radioactivité résultante.

0,75

1-2- Calculer, en MeV, l'énergie libérée au cours de cette transformation nucléaire.

## 2- Détermination de l'âge d'une roche en basalte :

L'analyse d'un échantillon d'une roche en basalte, a révélé qu'il contient à un instant  $t$ , une masse  $m_K = 1,57$  mg de Potassium 40 et  $m_{Ar} = 0,025$  mg d'Argon 40.

On considère que la roche de basalte est formée à l'instant  $t_0 = 0$ , et que l'Argon 40 qu'elle contient résulte seulement de la désintégration du Potassium 40.

Montrer que l'expression de l'âge de cette roche est :  $t = \frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \cdot \ln\left(1 + \frac{m_{Ar}}{m_K}\right)$ , puis

calculer sa valeur en ans.

## Electricité : (04,5 points)

Un professeur demande à ses élèves de déterminer la capacité d'un condensateur, pour l'utiliser dans le circuit de détection des crêtes, qui est l'un des constituants essentiels dans un poste radio AM. Pour cela il leur propose les activités suivantes :

- Déterminer de la capacité d'un condensateur par utilisation d'un générateur idéal de courant;
- S'assurer de cette capacité à travers l'étude de la réponse du circuit RC à un échelon de tension ascendant ;
- Utiliser le condensateur étudié et un résistor dans le circuit détecteur de crêtes.

## 1- Etude de la charge d'un condensateur :

Un groupe d'élèves ont réalisé le dispositif expérimental de la figure 1, et à l'aide d'une interface informatique, ils ont visualisé la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur au cours de sa charge par le générateur idéal de courant, délivrant un courant d'intensité constante  $I_0 = 72 \mu\text{A}$ .

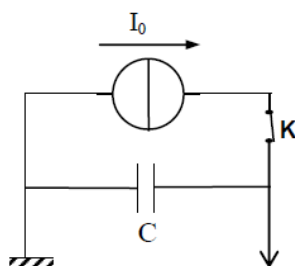


Figure 1

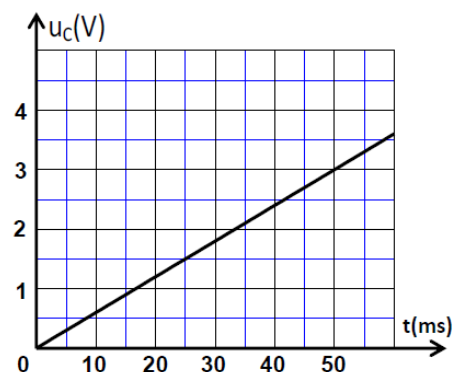


Figure 2

0,25

1-1- Recopier le schéma de la figure 1, et représenter dessus la tension  $u_C(t)$ , en convention récepteur ;

0,5

1-2- La figure 2 représente les variations de la tension  $u_C$  ainsi visualisée.

0,5

a- Exprimer la tension  $u_C(t)$  en fonction de  $I_0$ ,  $t$  et la capacité  $C$  du condensateur.

b- Vérifier que la valeur de cette capacité est  $C = 1,2 \mu\text{F}$ .

## 2- Etude de la réponse du dipôle RC à un échelon de tension assendant :

Pour s'assurer de la capacité du condensateur précédent, un groupe d'élèves a réalisé le montage représenté sur la figure 3, en utilisant :

- Le condensateur précédent ;
- Un résistor de résistance  $R = 1 \text{ k}\Omega$  ;
- Un générateur idéal de tension de f.é.m.  $E$  ;
- Un interrupteur  $K$ .

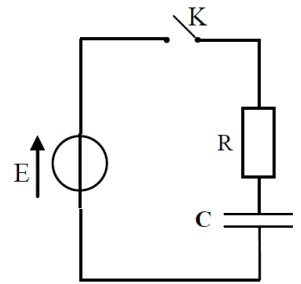


Figure 3

A l'instant  $t = 0$ , l'un des élèves a fermé l'interrupteur pour charger le condensateur initialement déchargé.

La visualisation des variations de la tension  $u_C(t)$ , a été réalisée à l'aide d'une interface informatique.

- 0,5 2-1- Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_C(t)$ , s'écrit sous la forme :  $u_C(t) + \tau \frac{du_C(t)}{dt} = 0$ , en précisant l'expression de  $\tau$  en fonction de  $R$  et  $C$ .
- 0,25 2-2- Montrer par analyse dimensionnelle que  $\tau$  est homogène à un temps.
- 0,5 2-3- Déterminer l'expression de chacune des constantes  $A$  et  $B$ , pour que la solution de l'équation différentielle s'écrive sous la forme :  $u_C = A + B e^{-\frac{t}{\tau}}$ .
- 0,5 2-4- La courbe de la figure 4, représente la tension  $u_C(t)$  ainsi visualisée. Déterminer la valeur de  $\tau$ , et s'assurer de la valeur de la capacité  $C$  du condensateur.

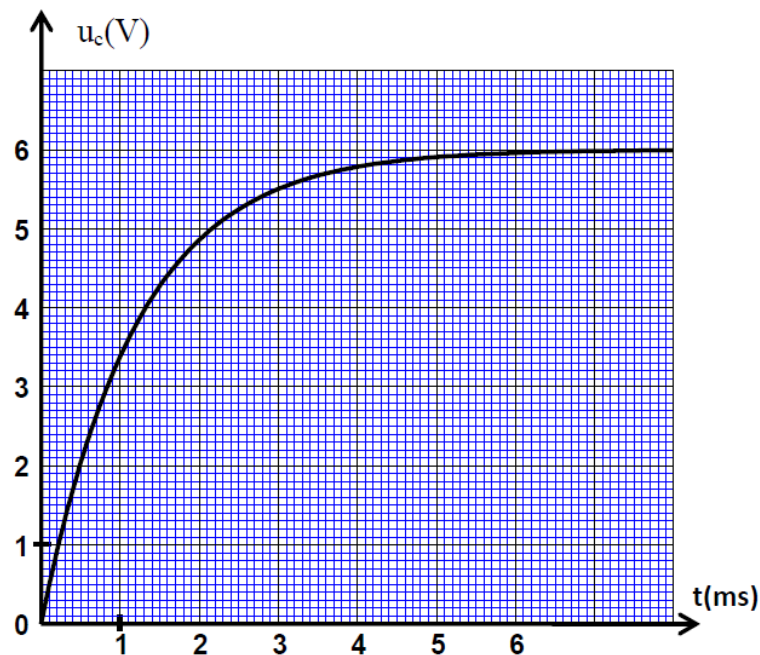


Figure 4

## 3- Utilisation du condensateur dans un circuit détecteur de crêtes :

La figure 5 représente le dispositif simple utilisé par les élèves pour recevoir une onde radio AM.

L'expression, dans le système international d'unités (SI), de la tension à la sortie du circuit de sélection, s'écrit :  $u(t) = 0,1 \cdot [0,5 \cdot \cos(10^3 \cdot \pi \cdot t) + 0,7] \cdot \cos(2 \cdot 10^4 \cdot \pi \cdot t)$

- 0,5 3-1- Déterminer la fréquence  $F_p$  de la tension porteuse et  $f_s$  du signal modulant.  
 0,5 3-2- Calculer la valeur du taux de modulation  $m$ . Que conclure ?  
 0,5 3-3- Le circuit de détection des crêtes du circuit réalisé, est constitué du condensateur et du résistor précédents :  $C = 1,2 \mu F$  et  $R = 1 k\Omega$ . Les élèves ont-ils obtenu une bonne détection de crêtes ou non ? Justifier.

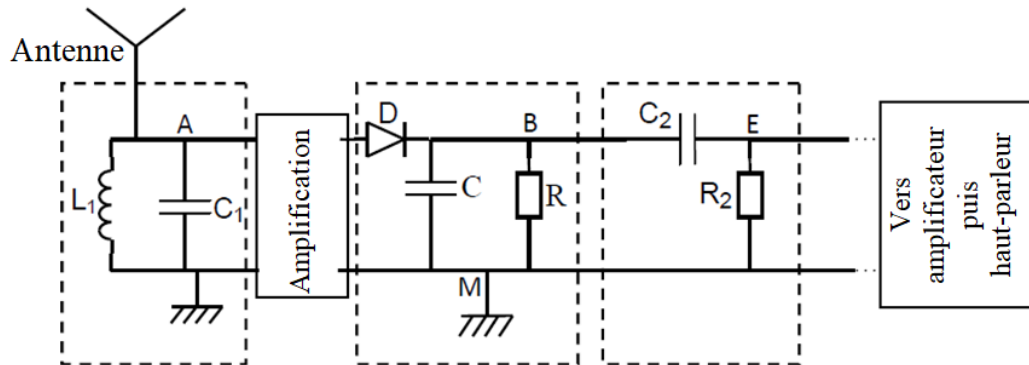


Figure 5

### Mécanique : (06 points)

#### Les deux parties sont indépendantes

#### Première partie (03,5 points) : Etude du mouvement d'une balle dans le champ de pesanteur.

Le championnat du monde est la plus célèbre compétition organisée par la FIFA. Le but de cet exercice est l'étude du mouvement d'une balle de football dans le champ de pesanteur uniforme.

Au cours d'un match de foot, l'un des joueurs effectue un coup franc, à partir d'un point O, pour marquer un but, sans que la balle ne soit interrompue, au cours de son mouvement, par un obstacle constitué de quelques joueurs adversaires. Figure 1

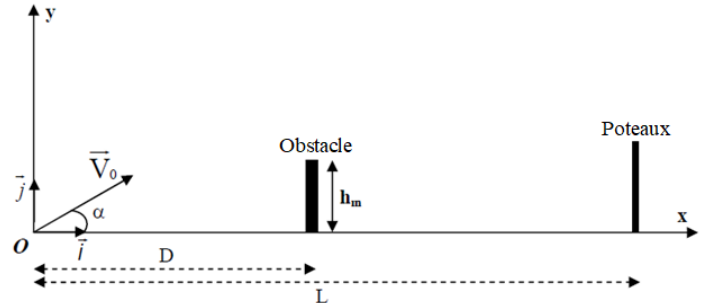


Figure 1

Le point O est situé à une distance L de la ligne de but, et à une distance D de l'obstacle, de hauteur maximale  $h_m$ .

#### Données :

- On néglige l'action de l'air, et les dimensions de la balle devant les autres distances;
- On prendra : l'intensité de pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ ;
- $L = 20 \text{ m}$  ,  $h_m = 2,2 \text{ m}$  ,  $D = 9,2 \text{ m}$ .

A l'instant  $t = 0$ , un joueur tire la balle, à partir du point O, avec une vitesse initiale  $\vec{V}_0$  inclinée d'un angle  $\alpha = 32^\circ$  par rapport à l'horizontale, et de module  $V_0 = 16 \text{ m.s}^{-1}$ . On étudie le mouvement de la balle dans un repère terrestre orthonormé  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  supposé galiléen.

- 1 1- Par application de la 2<sup>ème</sup> loi de Newton, établir les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  du mouvement de la balle.  
 0,75 2- En déduire l'équation de la trajectoire dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ .  
 0,75 3- Vérifier que la balle passe au dessus de l'obstacle.  
 1 4- Déterminer la vitesse de la balle au moment d'entrée dans le filet.



### Deuxième partie (02,5 points) : Etude énergétique du mouvement d'un pendule simple.

Pour étudier quelques lois physiques régissant le mouvement d'un pendule simple, considéré comme cas particulier du pendule pesant, une enseignante utilise avec ses élèves un pendule simple constitué de :

- Un fil inextensible de longueur  $\ell$  et de masse négligeable ;
  - Une bille supposée ponctuelle, de masse  $m = 0,1 \text{ kg}$  ;
- A l'instant  $t = 0$ , un élève écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un petit angle  $\theta_m$ , et il le libère sans vitesse initiale. A l'aide d'une caméra numérique, une élève enregistre la bille au cours de son mouvement.

Le mouvement du pendule s'effectue dans un plan vertical, autour d'un axe fixe  $(\Delta)$ , horizontal et passant par l'extrémité O du fil.

La position du pendule est repérée, à tout instant, par l'abscisse angulaire  $\theta$ . (Figure 2)

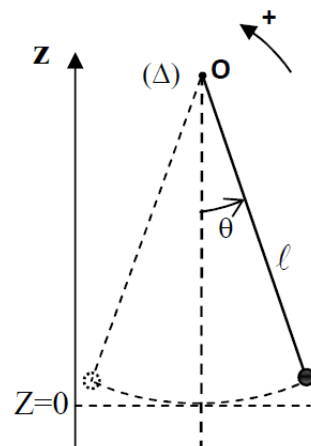


Figure 2

### Données :

- On néglige tous les frottements ;
- On prendra  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  ;
- Le plan horizontal passant par la position d'équilibre de la balle est choisi comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur  $E_{pp}$ .
- L'étude du mouvement se fait dans un repère terrestre supposé galiléen.

Après traitement informatique du film, l'enseignante obtient les deux courbes  $E_{pp}(t)$  et  $\theta(t)$  représentées sur la figure 3.

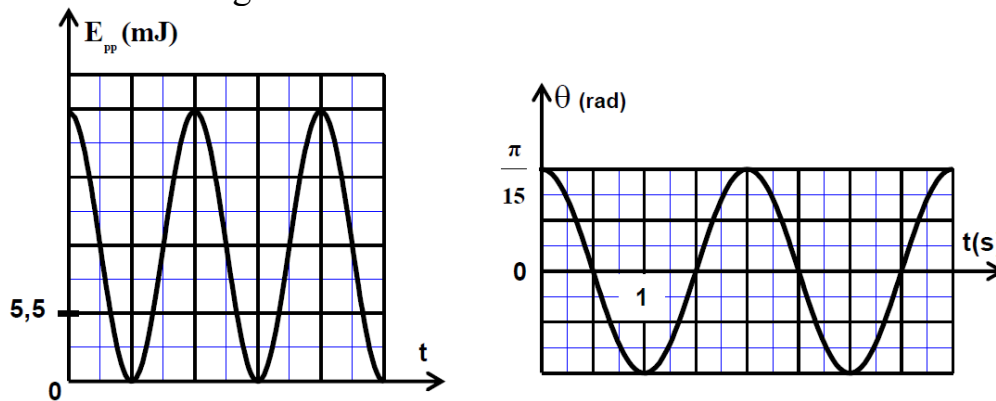


Figure 3

- 0,5 1- Déterminer graphiquement, la valeur de l'angle maximal  $\theta_m$  et celle la période  $T_0$  de l'oscillateur.
- 0,5 2- Choisir, par analyse dimensionnelle, l'expression juste, parmi les deux expressions suivantes :  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{g}{\ell}}$  et  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ .
- 0,25 3- Calculer la longueur  $\ell$  du pendule simple étudié.
- 4- En exploitant le diagramme d'énergie, déterminer :
- 0,5 4-1- L'énergie mécanique  $E_m$  du pendule simple.
- 0,75 4-2- La valeur absolue de la vitesse linéaire de la bille au passage par sa position d'équilibre.