

# Correction de l'examen national du baccalauréat international

## Science physique - session rattrapage 2019

### EXERCICE I (7 points)

#### Partie 1 : Etude de la pile nickel-calcium

##### 1. Calcul de $Q_{r,i}$ :



L'expression du quotient de réaction :

$$Q_{r,i} = \frac{[Cd^{2+}]_i}{[Ni^{2+}]_i} = \frac{C}{C} = 1$$

On a :  $Q_{r,i} < K = 4,5 \cdot 10^5$  donc l'ensemble évolue spontanément dans le sens direct (sens de formation de  $Ni$  et  $Cd^{2+}$ ).

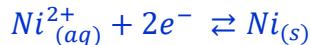
##### 2. Le schéma conventionnel de la pile :

Au niveau de la cathode se produit la réduction donc l'électrode de  $Ni$  représente le pôle positif de la pile.

Le schéma conventionnel est :  $\oplus Ni_{(s)}/Ni^{2+}_{(aq)} \cdots Cd^{2+}_{(aq)}/Cd_{(s)} \ominus$

##### 3. Equation de la réaction à chaque électrode :

Au niveau de la cathode (électrode de nickel) se produit la réduction des ions  $Ni^{2+}$  :



Au niveau de l'anode (électrode de cadmium) se produit l'oxydation de  $Ni$  :



##### 4. Calcul de la variation $\Delta m$ pendant $\Delta t$ :

Tableau d'avancement de la réaction de réduction :

Equation de la réaction		$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Ni_{(s)}$			Quantité de matière d' $e^-$
Etat du système	النقدم	Quantité de matière en (mol)			
Etat initial	0	$n_i(Ni^{2+})$	—	$n_i(Ni)$	$n(e^-) = 0$
L'état après la durée $\Delta t$	$x$	$n_i(Ni^{2+}) - x$	—	$n_i(Ni^{2+}) + x$	$n(e^-) = 2x$

D'après le tableau :

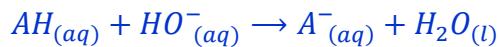
$$\begin{cases} \Delta n(Ni) = x \\ n(e^-) = 2x \end{cases} \Rightarrow \Delta n(Ni) = \frac{n(e^-)}{2} \Rightarrow \frac{\Delta m}{M(Ni)} = \frac{I \cdot \Delta t}{2F} \Rightarrow \Delta m = \frac{I \cdot \Delta t}{2F} \cdot M(Ni)$$

A.N :  $\Delta m = \frac{0,3 \times 5 \times 3600}{2 \times 9,65 \cdot 10^4} \times 58,7 \Rightarrow \Delta m = 1,64 \text{ g}$

#### Partie 2 : Etude de quelques réaction de l'acide acétylsalicylique

##### I – Dosage d'une solution d'acide acétylsalicylique

##### 1. L'équation de la réaction de dosage :



## 2.1. Détermination de la concentration $C_A$ :

D'après la relation d'équivalence :  $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE}$  d'où :  $C_A = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A}$

$$\text{A.N : } C_A = \frac{10^{-2} \times 10}{10} \Rightarrow C_A = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

## 2.2. Montrons la valeur de m :

On a :  $C_A = \frac{n}{V} = \frac{m}{M(C_9H_8O_4) \cdot V}$  alors :  $m = C_A \cdot M(C_9H_8O_4) \cdot V$

$$\text{A.N : } m = 10^{-2} \times 180 \times 278 \cdot 10^{-3} = 0,5 \text{ g}$$

## 3. Le choix de l'indicateur coloré :

L'indicateur coloré convenable est celui dont la zone de virage contient le  $pH_E$ .

D'après l'équation de la réaction de dosage à l'équivalence le mélange réactionnel contient les ions  $A^-$  et l'eau et les ions  $Na^+$ , donc le milieu est basique et son  $pH_E > 7$

L'indicateur coloré convenable est le rouge de crésol.

## II- Etude de la réaction entre les ions hydrogénocarbonate et l'acide acétylsalicylique

### 1. Les quantités de matière initiales des réactifs :

$$n_0(C_9H_8O_4) = \frac{m}{M(C_9H_8O_4)} \quad \text{A.N : } n_0(C_9H_8O_4) = \frac{0,5}{180} \approx 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2,8 \text{ mmol}$$

$$n_0(HNO_3^-) = [HNO_3^-]_0 \cdot V = C \cdot V \quad \text{A.N : } n_0(HNO_3^-) = 0,5 \times 10 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 5 \text{ mmol}$$

### 2. Dressage du tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$C_9H_8O_4_{(aq)} + HNO_3^- \rightarrow C_9H_7O_4^-_{(aq)} + CO_2_{(g)} + H_2O_{(l)}$					
Etat du système	Avancement	Quantité de matière en (mmol)					
Etat initial	0	2,8	5	--	0	0	en excès
Etat intermédiaire	x	2,8 - x	5 - x	--	x	x	en excès
Etat final	$x_{max}$	$2,8 - x_{max}$	$5 - x_{max}$	--	$x_{max}$	$x_{max}$	en excès

### 3- L'avancement maximal $x_{max}$ :

On considère  $C_9H_8O_4$  réactif limitant, on écrit :  $2,8 - x_{max} = 0$  donc :  $x_{max} = 2,8 \text{ mmol}$

On considère  $HNO_3^-$  réactif limitant, on écrit :  $5 - x_{max} = 0$  donc :  $x_{max} = 5 \text{ mmol}$

L'avancement maximal est :  $x_{max} = 2,8 \text{ mmol}$ .

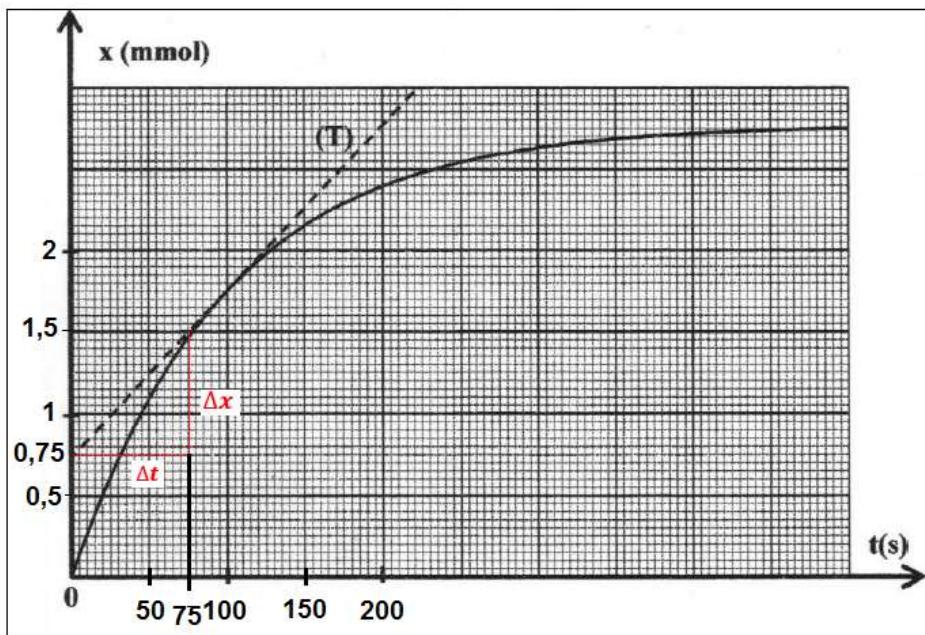
### 4. Calcul de la vitesse volumique de la réaction à t=100 s :

D'après la définition de la vitesse volumique :  $v(t) = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$

$$\text{A l'instant } t=100 \text{ s la vitesse s'écrit : } v(t) = \frac{1}{V} \cdot \left( \frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_t$$

$\left( \frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_t$  est le coefficient directeur de la tangente de la courbe  $x(t)$  à  $t=100 \text{ s}$ .

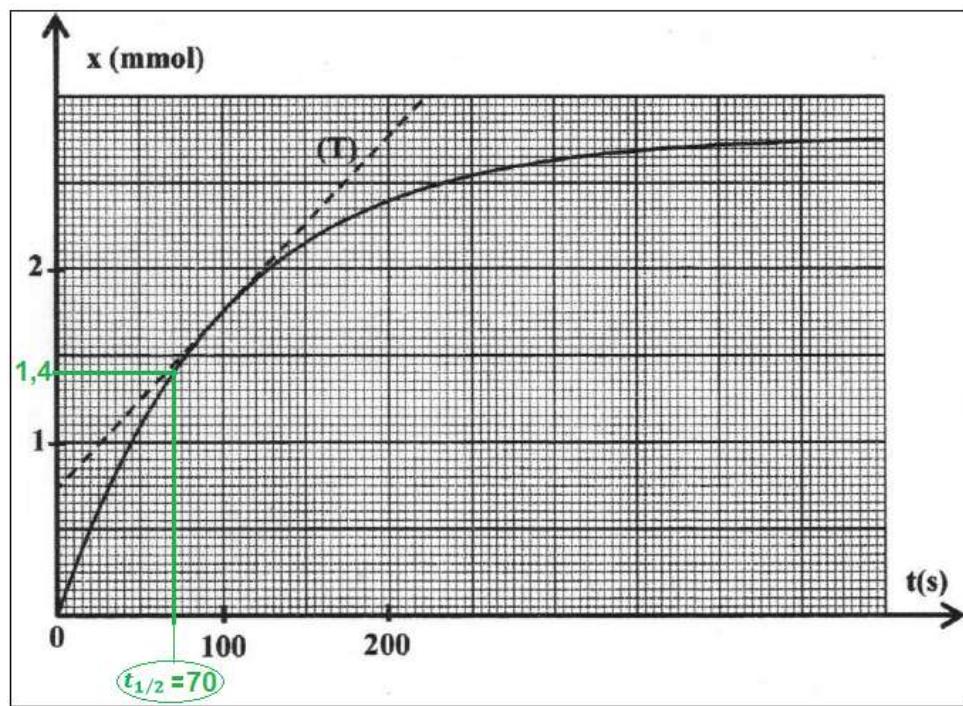
$$v(t) = \frac{1}{10 \cdot 10^{-3}} \cdot \left( \frac{1,5 - 0,75}{75 - 0} \right)_t = 1 \text{ mmol.L}^{-1}.s^{-1} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.s^{-1}$$



##### 5. La détermination graphique de $t_{1/2}$ :

Au temps de demi-réaction on a :  $x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2} = \frac{2,8}{2} = 1,4 \text{ mmol}$

Graphiquement l'abscisse de l'avancement  $1,4 \text{ mmol}$  donne la valeur  $t_{1/2} = 70 \text{ s}$ .



## EXERCICE II ((2,5 points))

### Etude de la diffraction de la lumière

#### 1. L'expression juste :

L'analyse dimensionnelle de l'expression  $\lambda = \frac{a \cdot L}{2D}$  :

$$[\lambda] = \frac{[a] \cdot [L]}{[D]} = \frac{[L] \cdot [L]}{[L]} = [L]$$

L'unité de la longueur d'onde  $\lambda$  est le mètre donc l'expression juste est :  $\lambda = \frac{a \cdot L}{2D}$ .

2.1. L'écart angulaire  $\theta$  augmente si la longueur d'onde  $\lambda$  augmente : juste.

D'après l'expression de l'écart angulaire  $\theta = \frac{\lambda}{a}$ , quand  $\lambda$  augmente  $\theta$  augmente.

2.2. La largeur  $L$  de la tâche centrale est proportionnelle à la largeur  $a$  de la fente : Faux

D'après l'expression de la largeur  $L$  on a :  $L = \frac{2\lambda D}{a}$  donc :  $L$  est inversement proportionnelle à la largeur  $a$  de la fente.

3. Détermination de  $\lambda_R$  :

$$\lambda_R = \frac{a \cdot L_R}{2D}$$

$$\text{A.N: } \lambda_R = \frac{0,3 \cdot 10^{-3} \times 8,5 \cdot 10^{-3}}{2 \times 2} = 6,375 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow \lambda_R = 637,5 \text{ nm}$$

4. Comparaison de  $L_R$  et  $L_B$  :

on a :  $\lambda = \frac{a \cdot L}{2D}$  donc :  $\lambda$  est proportionnelle à la largeur  $L$ .

$$\lambda_R > \lambda_B \Rightarrow L_R > L_B$$

### EXERCICE III (5 points)

#### Partie 1 : Etude du dipôle RL et du circuit RLC série

##### I - Etude du dipôle RL

1. La courbe qui correspond à  $u_R(t)$  :

A  $t=0$  on a :  $i(0) = 0$  et d'après la loi d'ohm  $u_R(0) = R \cdot i(0) = 0$

donc la courbe  $u_R(t)$  passe par l'origine des axes, elle correspond à la courbe 2.

2. L'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_R(t)$  :

Loi d'additivité des tensions :  $u_R + u_B = E$

Loi d'ohm :  $u_R = R \cdot i$  et  $u_B = L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i$

$$L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i + R \cdot i = E \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + (R + r) \cdot i = E$$

$$\frac{di}{dt} + \left(\frac{R+r}{L}\right) \cdot i = \frac{E}{L} \Rightarrow \frac{d(Ri)}{dt} + \left(\frac{R+r}{L}\right) \cdot R \cdot i = \frac{RE}{L}$$

$$\frac{du_R}{dt} + \frac{R+r}{L} \cdot u_R = \frac{RE}{L}$$

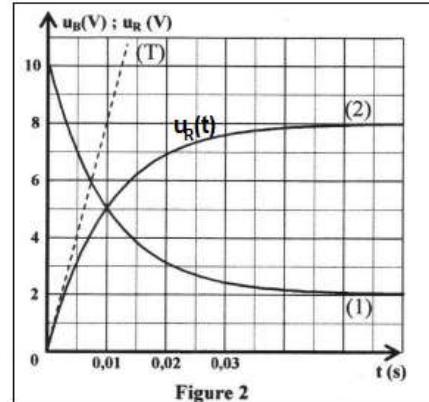


Figure 2

3. Déduction de l'expression de  $U_R$  en régime permanent :

En régime permanent on a :  $i = I = \text{cte} \Rightarrow u_R = U_R = R \cdot I = \text{Cte}$

d'où :  $\frac{du_R}{dt} = 0$

L'équation différentielle s'écrit :  $\left(\frac{R+r}{L}\right) \cdot U_R = \frac{RE}{L} \Rightarrow (R+r) \cdot U_R = R \cdot E \Rightarrow U_R = \frac{RE}{R+r}$

4. Calcul de  $r$  :

$$U_R = \frac{RE}{R+r} \Rightarrow R+r = \frac{RE}{U_R} \Rightarrow r = \frac{RE}{U_R} - R \Rightarrow r = R \left( \frac{E}{U_R} - 1 \right)$$

D'après la courbe (2) de la figure 2 dans le régime permanent on a :  $U_R = 8 \text{ V}$

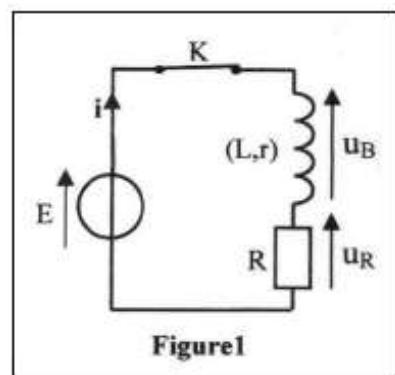


Figure 1

$$A.N : r = 40 \times \left( \frac{10}{8} - 1 \right) = 10 \Omega$$

5. La détermination graphique de  $\tau$  :

$$\tau = 0,01 s$$

6. Vérification de la valeur de  $L$  :

L'expression de la constante de temps du dipôle RL :

$$\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow L = \tau(R+r) \quad A.N : L = 0,01 \times (40 + 10) = 0,5 H$$

## II- Etude du circuit **RLC** série

1. Le régime correspond aux courbes de la figure 4 :

Est le régime pseudopériodique.

2. Détermination de la valeur de  $C$  :

$$L'expression de la période propre : T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C} \Rightarrow T_0^2 = 4\pi^2 L \cdot C \Rightarrow C = \frac{T_0^2}{4\pi^2 L}$$

On a  $T \approx T_0$  et d'après la courbe  $u_C(t)$  de la figure 4 on trouve graphiquement  $T = 10 ms$ .

$$A.N : C = \frac{(10 \cdot 10^{-3})^2}{4 \times 10 \times 0,5} = 5 \cdot 10^{-6} F \quad \text{d'où : } C = 5 \mu F$$

3. Calcul de l'énergie totale  $E_{t1}$  à  $t_1 = 9ms$  :

$$E_T = E_e + E_m = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2 + \frac{1}{2} L \cdot i^2$$

A  $t_1 = 9ms$ , en utilisant les deux courbes de la figure 4 les deux valeurs :

$$u_{C1} = 4,8 V \text{ et } i_1 = 12 mA$$

$$E_{t1} = \frac{1}{2} C \cdot u_{C1}^2 + \frac{1}{2} L \cdot i_1^2 \quad A.N : E_{t1} = \frac{1}{2} \times 5 \cdot 10^{-6} \times 4,8^2 + \frac{1}{2} \times 0,5 \times (12 \cdot 10^{-3})^2 = 9,36 \cdot 10^{-5} J$$

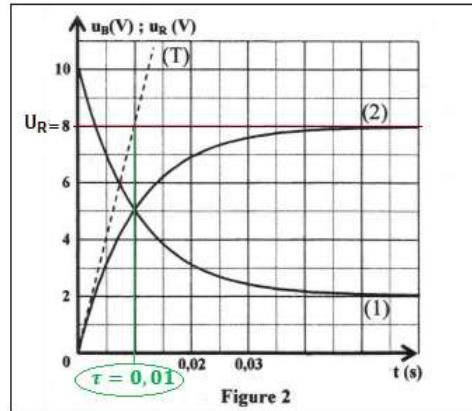


Figure 2

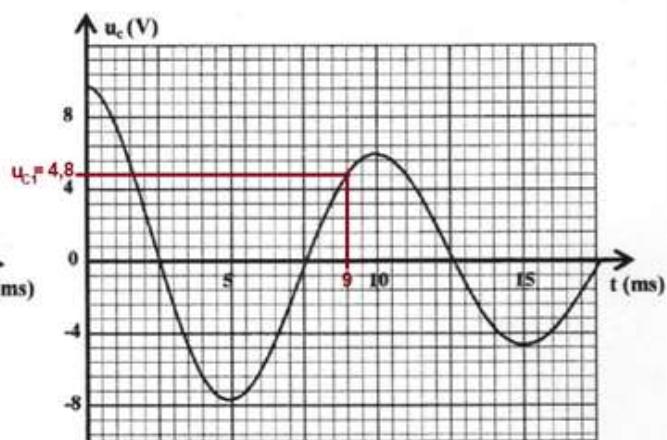
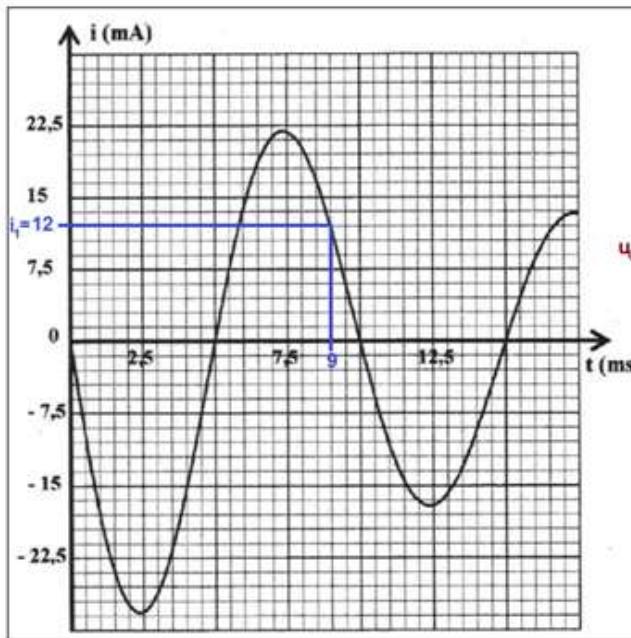


Figure 4

## Partie 2- modulation d'amplitude

1. Détermination de  $F_p$  et  $f_m$  :

L'expression de  $u_3(t)$  :  $u_3(t) = K u_1(t) \cdot u_2(t) = K [U_0 + U_1 \cos(2\pi f_1 \cdot t)] \cdot U_2 \cos(2\pi f_2 \cdot t)$

$$u_3(t) = K \cdot U_2 \cdot [U_1 \cdot \cos(2\pi f_1 \cdot t) + U_0] \cdot \cos(2\pi f_2 \cdot t)$$

$$u_3(t) = 0,1[0,6 \cdot \cos(2\pi 10^4 \cdot t) + 0,8] \cos(6\pi 10^5 \cdot t)$$

On a :

$$F_p = f_2 = 3 \cdot 10^5 Hz \text{ et } f_m = f_1 = 10^4 Hz$$

## 2. Calcul du taux de modulation $m$ :

$$m = \frac{U_1}{U_0} \quad \text{Avec : } U_1 = 0,6 \text{ V et } U_0 = 0,8 \text{ V d'où : } m = \frac{0,6}{0,8} = 0,75$$

## 3. La qualité de modulation :

Pour la modulation soit bonne il faut que les deux conditions soient vérifiées :

$$m < 1 \text{ et } F_P \geq 10 f_m$$

$$F_P = 3 \cdot 10^5 \text{ Hz et } 10 f_m = 10^5 \text{ Hz donc : } F_P > 10 f_m \text{ et puisque } m < 1$$

Donc la modulation est bonne.

## EXERCICE IV (5,5 points)

### Partie 1- Mouvement d'un solide dans le champ de pesanteur

#### 1- Définition de la chute libre :

Un corps est en chute libre s'il est soumis seulement à son poids.

#### 2. Etablissement de l'équation différentielle vérifiée par $V_z$ :

Système étudié : {la balle}

Bilan des forces :  $\vec{P}$  poids de la balle

Application de la deuxième loi de Newton :  $\vec{P} = m \cdot \vec{a}_G$

$$m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \vec{a}_G = \vec{g}$$

Projection sur l'axe Oz :  $a_z = -g$

L'équation différentielle :  $\frac{dV_z}{dt} = -g$

#### 3. Montrons l'équation horaire du mouvement de G :

On a :  $\frac{dV_z}{dt} = -g$  intégration :  $V_z = \frac{dz}{dt} = -g \cdot t + V_0$  intégration :

$$z = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + V_{0z} \cdot t + z_0$$

A  $t=0$  on a :  $V_{0z} = V_0$  vitesse initiale et  $z_0 = h$  l'équation horaire s'écrit :

$$z = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + V_0 \cdot t + h$$

#### 4. L'expression numérique de la vitesse :

L'équation de la courbe de la figure 2 s'écrit :

$$V_z = a_z \cdot t + V_0$$

$$a_z = \frac{\Delta V_z}{\Delta t} = \frac{10 - 0}{0 - 1} = -10 \text{ m.s}^{-2}$$

A  $t=0$  on a :  $V_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$

$$V_z = -10t + 10$$

#### 5. Montrons que $D = 5,75 \text{ m}$ :

D'après la courbe de la figure 2 quand  $V_B = 3 \text{ m.s}^{-1}$  on a :

$$t_B = 0,7 \text{ s.}$$

On remplace dans l'équation horaire :  $z_B = -\frac{1}{2} g \cdot t_B^2 + V_0 \cdot t_B + h$

$$\text{A.N : } z_B = D = -\frac{1}{2} \times 10 \times 0,7^2 + 10 \times 0,7 + 1,2 = 5,75 \text{ m}$$

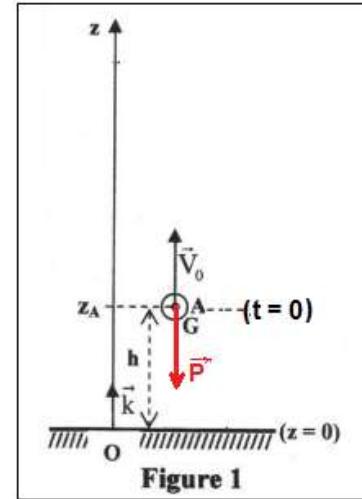


Figure 1

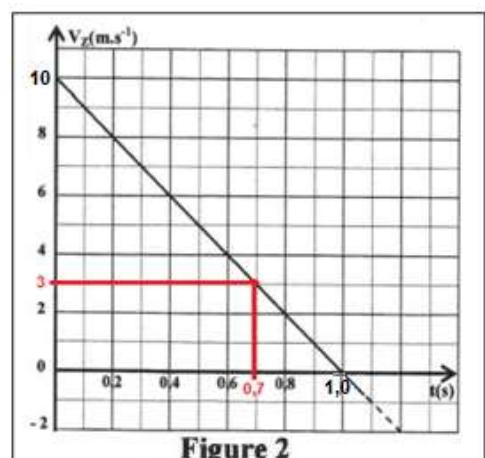


Figure 2

## 6. Le centre d'inertie G atteint-il le point B ?

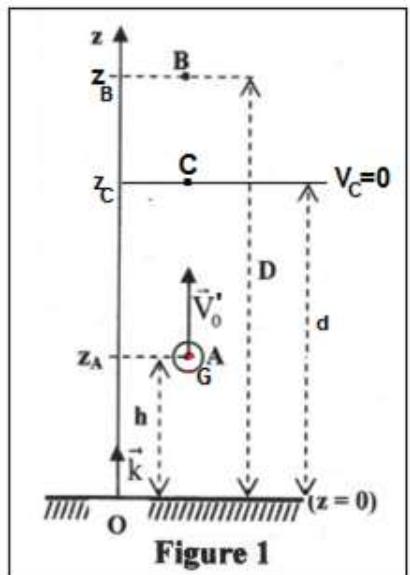
Cherchons  $t_1$  l'instant où la vitesse de la balle s'annule

$$0 = -10 \cdot t_1 + V'_0 \quad \text{d'où :} \quad t_1 = \frac{V'_0}{10} = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ s}$$

On remplace dans l'équation horaire :  $z_1 = -\frac{1}{2}g \cdot t_1^2 + V'_0 \cdot t_1 + h$

$$\text{A.N : } z_1 = d = -\frac{1}{2} \times 10 \times 0,8^2 + 10 \times 0,8 + 1,2 = 4,4 \text{ m}$$

On constate que  $d < D$  la balle n'atteint pas le point B.



**Figure 1**

## Partie 2- Etude énergétique d'un pendule de torsion

### 1. Détermination de $E_{pt \max}$ :

A  $t=0$  on a  $E_{pt}$  maximale sa valeur est  $E_{pt \max} = 0,05 \text{ J}$

Déduction de C :

$$E_{pt \max} = \frac{1}{2} C \cdot \theta_{max}^2 \quad \text{d'où :} \quad C = \frac{2E_{pt \max}}{\theta_{max}^2} \quad \text{A.N : } C = \frac{2 \times 0,05}{0,5^2} = 0,4 \text{ N.m.rad}^{-1}$$

### 2. Montrons que $E_m$ se conserve :

A  $t=0$  la vitesse du disque est nulle donc :  $E_{C0} = 0$  et  $E_{pto} = E_{pt \max}$

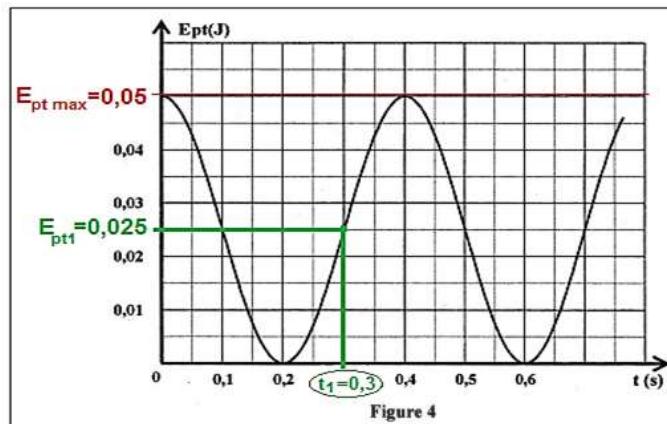
$$E_{pto} + E_{C0} = E_{pt \max} = 0,05 \text{ J}$$

Puisque  $E_m = 0,05 \text{ J}$  alors :  $E_m = E_{pt} + E_C$

Donc l'énergie mécanique se conserve.

### 3. Valeur de $E_{C1}$ à $t_1 = 0,3 \text{ s}$ :

D'après le graphe de la figure 4 à  $t_1 = 0,3 \text{ s}$  on trouve  $E_{pt1} = 0,025 \text{ J}$



$$E_m = E_{pt1} + E_{C1} \quad \text{d'où :} \quad E_{C1} = E_m - E_{pt1}$$

A.N :

$$E_{C1} = 0,05 - 0,025 = 0,025 \text{ J}$$