ELARAKI International School of Morocco- ENNAKHIL	Examen Expérimental 2023-2024	
Matière : Physique – Chimie Niveau : 2 AS Phy	Baccalauréat Sciences Physiques	Durée : 3h

La calculatrice non programmable est autorisée.
On donne les expressions littérales avant de donner les applications numériques.
Les applications numériques sans unités ne sont pas acceptables.
La bonne présentation de la copie est tenue en compte
Le sujet comporte cinq exercices.

1er exercice : Chimie (7 pts) :

Partie I : Étude d'une pile
Partie II : Dosage d'une solution aqueuse de méthylamine

2éme exercice (2,5 pts) : Propagation des ondes

3éme exercice (1,75 pts) : Transformations nucléaires

4éme exercice (3,5 pts) :

Partie I: Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension croissant

Partie II: Etude des oscillations dans un circuit RLC série

5éme exercice (5,25 pts) :

Partie I : Mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur uniforme.

Partie II : Mouvement d'un système mécanique en translation et en rotation autour d'un axe fixe.

Barème

1er exercice : CHIMIE (7 pts) :

Cet exercice propose d'étudier une réaction d'oxydo-réduction spontanée dans une première partie et une réaction acido-basique dans une deuxième partie.

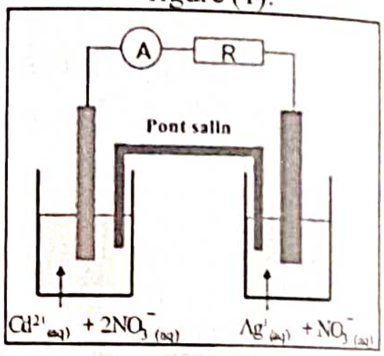
Les parties I et II sont indépendantes

Partie I : Étude d'une pile

Les piles constituent des systèmes chimiques dont le fonctionnement est basé sur des réactions d'oxydo-réductions. L'étude de ces systèmes permet de prévoir le sens de leur évolution et connaitre le fonctionnement de ces piles.

On étudie la pile Cadmium – Argent qui fait intervenir les deux couples ox/red : ($Ag^{+}_{(aq)} / Ag_{(s)}$) et ($Cd^{2+}_{(aq)} / Cd_{(s)}$) schématisée dans la figure (1).

figure (1).



Données :

- Masse de la partie immergée de chaque électrode est : m = 11,24 g ;
- Volume de chaque solution : V =250 mL ;
- Concentrations initiales des solutions :
  $C_1 = [Ag^{+}_{(aq)}]_i = 0,4 \text{ mol.L}^{-1}$; $C_2 = [Cd^{2+}_{(aq)}]_i = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$;
- Masses molaires : $M(Cd)=112,4 \text{g.mol}^{-1}$, $M(Ag) = 108 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Le faraday : $1F = 9,65.10^{4}\ \text{C.mol}^{-1}$
- La constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction :

$$2Ag^{+}_{(aq)} + Cd_{(s)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} 2Ag_{(s)} + Cd^{2+}_{(aq)}$$ est : $K = 5.10^{40}$ à 25 °C

On laisse fonctionner la pile pendant une durée Δt suffisamment longue pour que la pile ne débite plus de courant électrique.

0,25 1- Calculer le quotient de la réaction initial puis en déduire le sens d'évolution de cette transformation chimique.

0,5 2- Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie. Le schéma conventionnel de cette pile est :

A	$\ominus\ Ag_{(s)} / Ag^{+}_{(aq)}\ //\ Cd^{2+}_{(aq)} / Cd_{(s)}\ \oplus$	B	$\oplus\ Cd_{(s)} / Cd^{2+}_{(aq)}\ //\ Ag^{+}_{(aq)} / Ag_{(s)}\ \ominus$
C	$\ominus\ Cd_{(s)} / Cd^{2+}_{(aq)}\ //\ Ag^{+}_{(aq)} / Ag_{(s)}\ \oplus$	D	$\oplus\ Ag^{+}_{(aq)} / Ag_{(s)}\ //\ Cd_{(s)} / Cd^{2+}_{(aq)}\ \ominus$

0,75 3- Montrer que la quantité de matière d'argent déposé est $n(Ag)_{déposée} = 0,1$ mol.

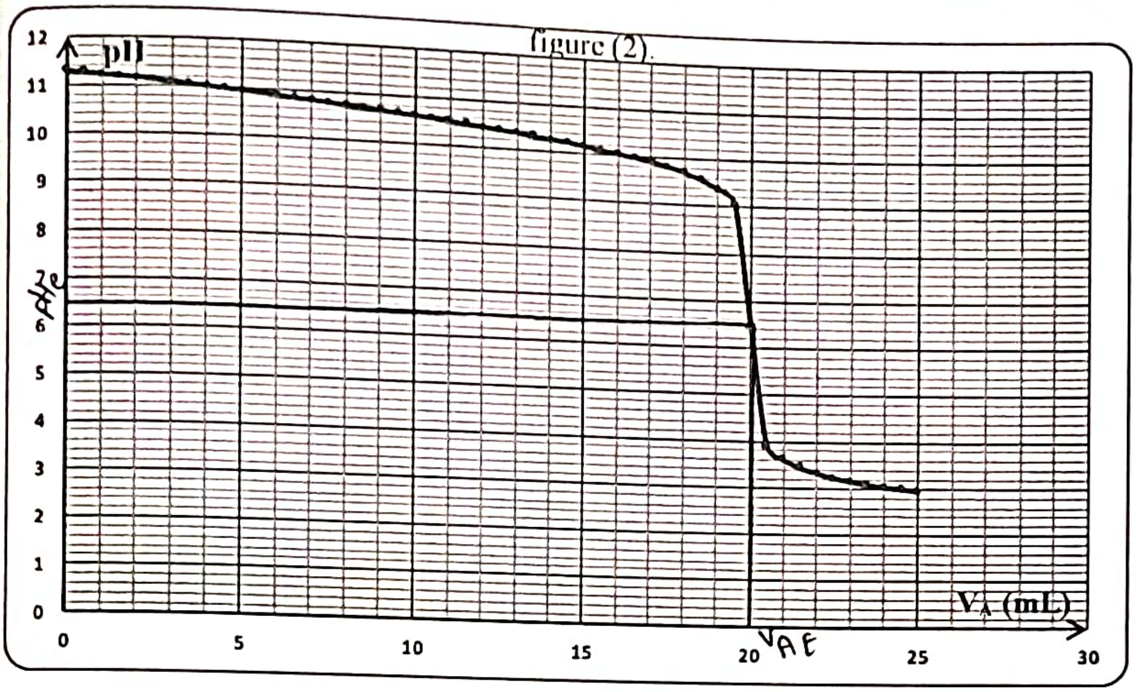
0,5 4- Déterminer la valeur de la durée Δt du fonctionnement de la pile sachant qu'elle délivre un courant d'intensité constante $I = 100\ mA$.

Partie II : Dosage d'une solution aqueuse de méthylamine

La méthylamine est utilisée comme solvant et comme matière première dans la synthèse de colorants et d'insecticides.

On réalise le dosage pH-métrique d'un volume V_B =20 mL d'une solution aqueuse S_B de méthylamine $CH_3-NH_{2(aq)}$ de concentration C_B par une solution aqueuse S_A d'acide chlorhydrique ($H_3O^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$) de concentration $C_A = 10^{-2}$ mol.L^{-1}.

La courbe de la figure (2) représente les variations du pH du milieu réactionnel en fonction du volume versé V_A de la solution S_A.



0,25 **1-** Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

0,75 **2-** Déterminer graphiquement les coordonnées (V_{AE} ,pH_E) du point d'équivalence puis interpréter la nature du mélange à l'équivalence .

0,25 **3-** Déterminer la concentration C_B .

0,5 **4-** Choisir, parmi les indicateurs colorés suivants, l'indicateur adéquat pour réaliser ce dosage.

Indicateur coloré	Hélianthine	Bleu de bromothymol	Rouge de crésol	Phénolphtaléine
Zone de virage	3,0 - 4,6	6,0 - 7,6	7,2 - 8,8	8,2 – 10

5- En s'appuyant sur un tableau d'avancement :

0,75 **5-1-** déterminer le quotient $\frac{[CH_3-NH_{2(aq)}]}{[CH_3-NH_{3(aq)}^+]}$ pour le volume V_A =10 mL de la solution S_A versée.

0,5 **5-2-**En déduire la constante pK_A du couple ($CH_3 - NH_3^+{}_{(aq)}$ / $CH_3 - NH_{2(aq)}$).

0,75 **5-3-** S'assurer, en calculant le taux d'avancement final, que cette réaction est totale pour V_A =10 mL.

6- Pour la solution (S) précédemment dosée :

0,25 **6-1-** Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction de la méthylamine avec l'eau.

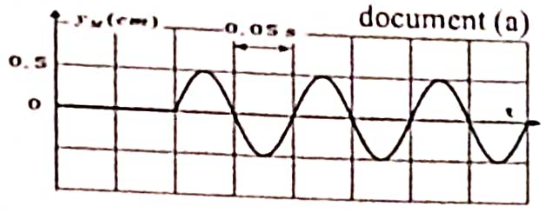
1 **6-2-**Montrer que la valeur du taux d'avancement final de cette réaction est $\tau = 20\%$. $Ke = 10^{-14}$

2ème exercice : PROPAGATION DES ONDES (2,5 points)

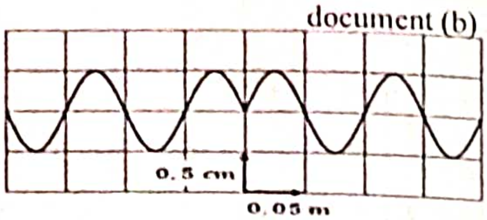
La propagation des ondes est un phénomène naturel qui peut se produire dans certains milieux. L'étude d'une telle propagation peut engendrer des informations sur la nature des ondes, leurs caractéristiques, et sur le milieu de propagation, dans différentes conditions.

I) propagation d'une onde à la surface de l'eau

Un vibreur produit une onde progressive sinusoïdale de fréquence N_1 . Une étude expérimentale a permis d'obtenir le document (a) représentant l'élongation d'un point M de la surface de l'eau en fonction du temps et le document (b) représentant l'aspect de la surface de l'eau à un instant donné.



document (a)



document (b)

,25 1- Déterminer la fréquence N_1 de l'onde.

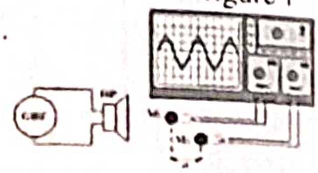
,5 2- Calculer la célérité v_1 de propagation de l'onde à la surface de l'eau.

,25 3- Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie. L'élongation du point M en fonction de l'élongation de la source S s'écrit :

A : $y_M(t) = y_S(t + 0{,}1)$	**B :** $y_M(t) = y_S(t + 0{,}05)$	**C :** $y_M(t) = y_S(t - 0{,}1)$	**D :** $y_M(t) = y_S(t - 0{,}05)$

II) propagation du son dans l'air.

figure 1



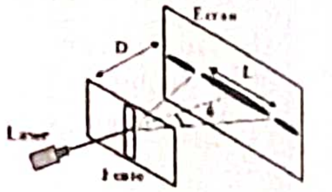
Un haut-parleur figure (1), émet des ondes sonores de fréquence $N_2 = 10\ kHz$.

,25 1- Les ondes sonores produites peuvent-elles se propager dans le vide ?

,5 2- Les ondes sont captées par deux microphones M_1 et M_2 qui occupent la même position. Les courbes visualisées sur l'écran de l'oscilloscope apparaissent en phase. Lorsqu'on déplace M_2 par rapport à M_1 d'une distance $d = 10{,}2\ cm$, les deux courbes observées à l'oscilloscope apparaissent à nouveau en phase pour la troisième fois. Déduire la célérité de propagation du son dans l'air.

III) Propagation d'une onde lumineuse

figure 2



Un laser produisant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ éclaire une fente de largeur a .
On observe une figure constituée de taches lumineuses sur un écran E placé à la distance D de la fente dont la largeur de la tache centrale est L (figure 2).

Données : $a = 100\ \mu m$; $\tan\theta \approx \theta(rad)$

,25 1- Nommer le phénomène mis en évidence. En déduire l'aspect de la lumière ?

,5 2- On remplace, dans le dispositif précédent, la fente de largeur a par un fil fin de diamètre a_f sans changer les valeurs des autres paramètres du dispositif.
On obtient une nouvelle figure comportant une tache centrale de largeur $L_f = 2/3.L$.
Déterminer la valeur du diamètre a_f du fil.

3ème exercice : TRANSFORMTIONS NUCLEAIRES (1,75 points)

Des sources scellées de césium 137 sont utilisées dans l'industrie, principalement dans les laboratoires de physique nucléaire. **Données :**

Nucléons et noyau	55 protons	82 neutrons	Noyau césium 137 $^{137}_{55}Cs$
Énergie de masse en (MeV)	51605,47	77044,48	127522,35

Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

,5 1- La valeur de l'énergie de liaison ξ_L du noyau $^{137}_{55}Cs$ en MeV, vaut :

A	$\xi_l \approx 1{,}05.10^3$	B	$\xi_l \approx 1{,}13.10^3$	C	$\xi_l \approx 1{,}65.10^3$

2- En 2001, un laboratoire a reçu un échantillon contenant du césium $^{137}_{55}Cs$ d'activité initiale a_0.
On désigne par a l'activité radioactive de l'échantillon à l'instant t.
L'expression de l'équation de variation de Ln(a) en fonction du temps t est :

$$Ln(a) = 20,2 - 2,3.10^{-2}.t \quad \textit{avec } t \textit{ en unité (an)}$$

0,5 a) la valeur de la demi-vie $t_{1/2}$ du noyau césium 137 en unité (an) est :

A	$t_{1/2} \approx 20,2$	B	$t_{1/2} \approx 30,1$	C	$t_{1/2} \approx 40,2$

0,25 b) la valeur de a_0 en unité (10^x Bq) est :

A	$a_0 \approx 5,93$	B	$a_0 \approx 3,59$	C	$a_0 \approx 9,53$

0,5 **3-** Cet échantillon de césium n'est plus utilisable lorsque son activité a est inférieure à 20% de sa valeur initiale. L 'échantillon ne sera plus utilisable à partir de l'année :

A	2031	B	2051	C	2071

$4^{ème}$ exercice : ELECTRICITE (3,5 points)

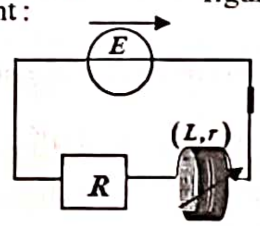
<u>Les parties I et II sont indépendantes</u>

On se propose dans cet exercice d'étudier:
- La réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension;
- Les oscillations libres dans un circuit RLC série;

Partie I: Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension

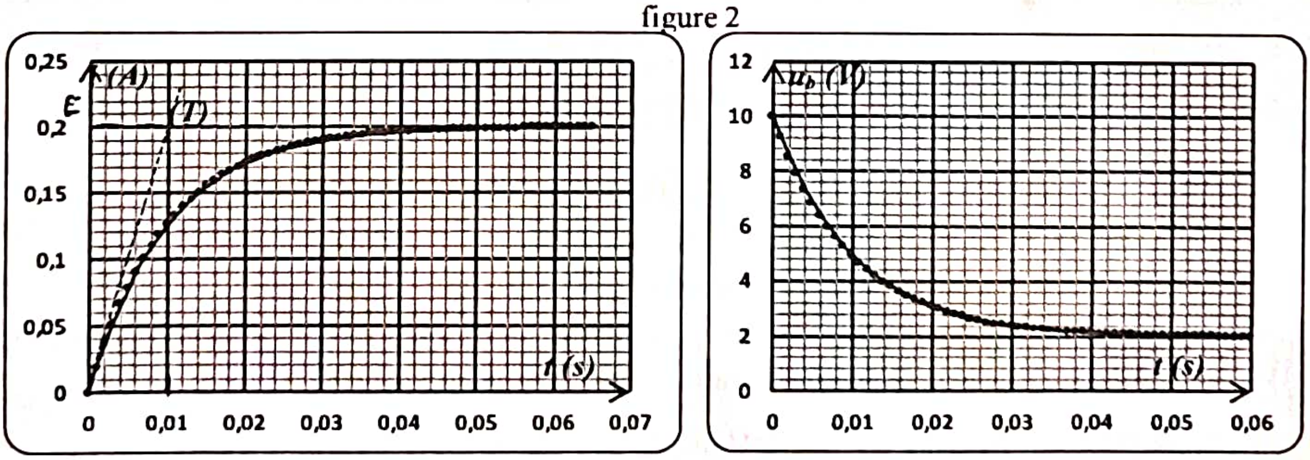
On réalise le montage du circuit électrique représenté dans la figure 1 comportant :
- Un générateur de tension de force électromotrice E ;
- Un conducteur ohmique de résistance R ;
- Une bobine (b) d'inductance L et de résistance r ; - Un interrupteur K.

figure(1)



On ferme l'interrupteur K à un instant pris comme origine des dates (t=0).
Un système informatique adéquat a permis de tracer les courbes de la figure 2 représentant l'évolution temporelle de l'intensité du courant i(t) circulant dans le circuit et de la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine . La droite (T) représente la tangente à la courbe représentant i(t) à t=0.

figure 2



0,25 **1-** Etablir l'équation différentielle vérifiée par i(t).

0,5 **2-** Déterminer graphiquement la valeur de E et l'intensité maximale du courant électrique I_m .

0,5 **3-**Déterminer graphiquement la tension limite aux bornes de la bobine U_{bL}. En déduire la valeur de r .

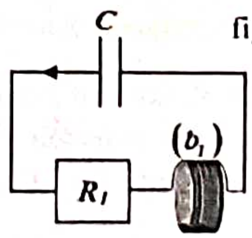
0,5 **4-** Déterminer la valeur de R.

0,25 **5-** Montrer que L =0,5 H.

Partie II: Etude des oscillations dans un circuit RLC série

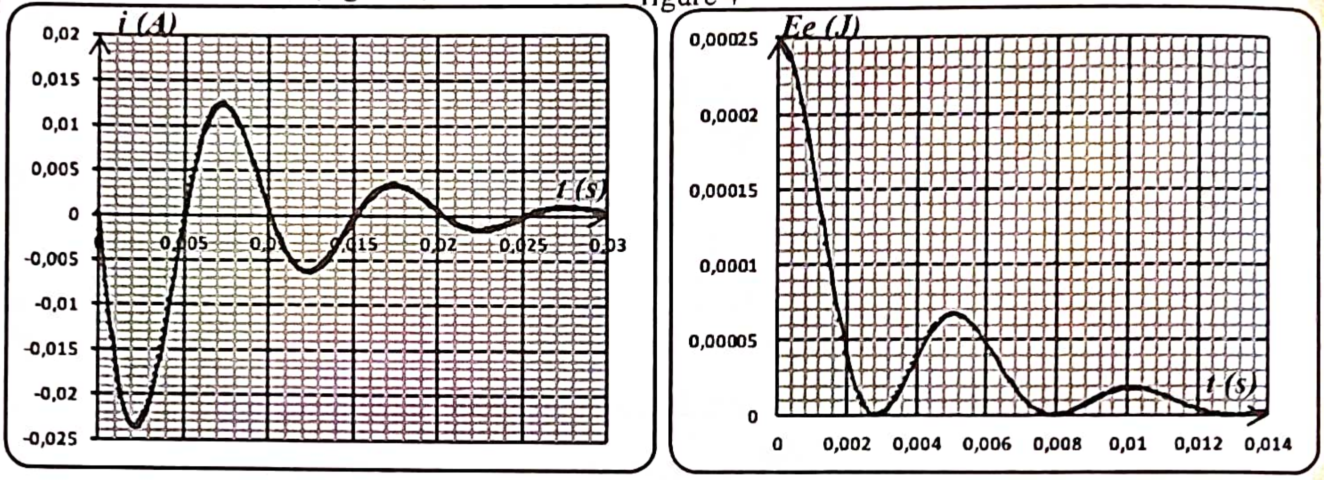
On monte en série, à la date t=0 (figure 3) :
- Un condensateur de capacité C initialement chargé ;
- Une bobine (b_1) d'inductance L_1 = 0,5 H et de résistance négligeable ;
- Un conducteur ohmique de résistance R_1 = 130 Ω.

figure (3)



Un système informatique adéquat a permis d'obtenir les courbes représentant l'évolution au cours du temps de l'intensité du courant i(t) circulant dans le circuit et de Ec (t) l'énergie emmagasinée dans le condensateur (figure 4).

figure 4



0,5 1- En considérant la pseudo-période égale à la période propre de l'oscillateur, trouver la valeur de la capacité C du condensateur. On prend $\pi^2 = 10$.

0,5 2-Trouver $|\Delta E_t|$ l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit entre les instants t=0 et t=6ms.

0,5 3- Pour obtenir des oscillations électriques entretenues, un générateur G délivrant une tension proportionnelle à l'intensité du courant $u_G(t) = k.i(t)$ est inséré en série dans le circuit précédent. En ajustant le paramètre k sur la valeur de R_1, les oscillations deviennent sinusoïdales. Donner l'expression numérique de l'équation temporelle de la charge q(t).

$5^{ème}$ *exercice : MECANIQUE (5,25 points)*

On désire déterminer la valeur de l'intensité du champ de pesanteur g de deux façons.
Les deux parties sont indépendantes

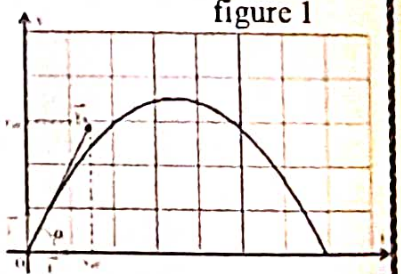
Partie I : Mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur uniforme :

A un instant de date t=0, on lance d'un point 0, un projectile de masse m, avec une vitesse initiale dont le vecteur $\vec{V}_0$ fait un angle α avec l'axe horizontal (0x).

On néglige l'action de l'air et on étudie le mouvement du centre d'inertie G du projectile dans le repère d'espace $(0; \vec{i}; \vec{j})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen (figure 1).

La position de G est repérée, à un instant t, par ses coordonnées (x,y).

figure 1

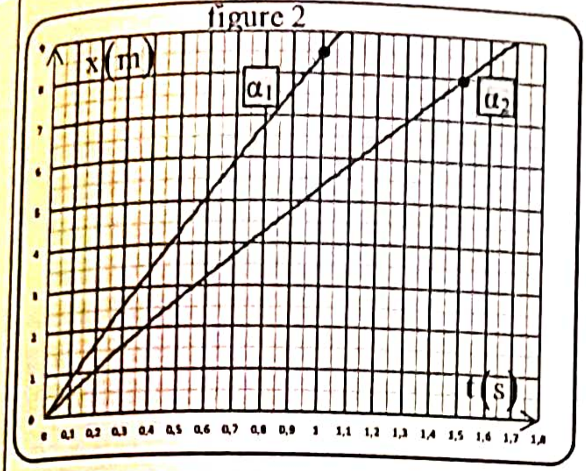


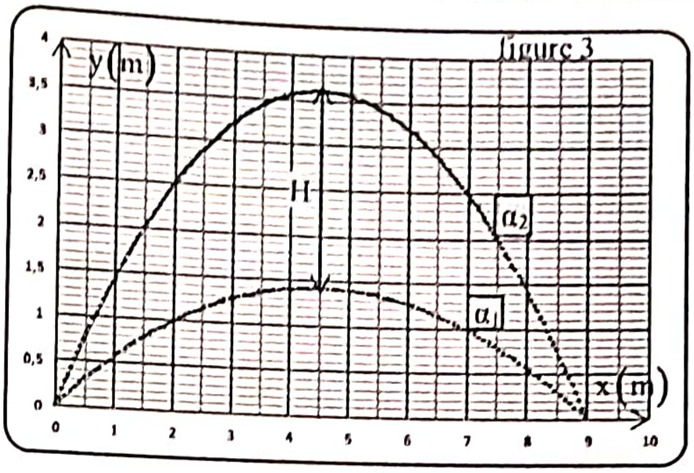
0,5 1-En appliquant la deuxième loi de Newton, trouver les expressions littérales des deux équations horaires x(t) et y(t) du mouvement de G.

0,25 2- En déduire l'expression littérale de l'équation de la trajectoire y(x) de G.

0,75 3-Montrer que l'expression de la portée est : $x_p = \dfrac{V_0^2}{g}(\sin 2\alpha)$.

4-En utilisant un matériel informatique adéquat, on obtient la figure 2 représentant les abscisses x(t) de G les trajectoires du mouvement de G et la figure 3 qui représente les trajectoires de G pour une même valeur de la vitesse initiale V_0=10 m/s mais à différents angles de lancer α_1 et α_2.





4-1- En exploitant la figure 2 :

0,5 a) montrer que $\alpha_1 \approx 32^0$ et $\alpha_2 \approx 58^0$.

0,5 b) la valeur du retard temporel Δt relative aux angles α que met G pour atteindre la portée ayant $x_p = 9$ m.

4-2- En exploitant la figure 3 :

0,25 a) la valeur de la hauteur H entre les deux sommets atteints par G.

1 b) établir l'expression : $H = \frac{V_0^2}{2.g}\left(\sin^2\alpha_2 - \sin^2\alpha_1\right)$. **En déduire la valeur de g .**

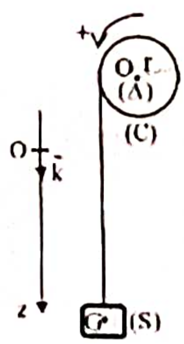
<u>Partie II : Mouvement d'un système mécanique en translation et en rotation autour d'un axe fixe</u>

On relie un corps (S) de masse m à l'extrémité d'un fil inextensible de masse négligeable. L'autre extrémité du fil est enroulée sans glisser sur un tambour homogène (C) de rayon r susceptible de tourner sans frottements autour d'un axe fixe (Δ) passant par son centre.

Le moment d'inertie de (C) par rapport à (Δ) est J_Δ.

- Le mouvement de (S) entraine la rotation de (C). Le fil ne glisse pas sur la poulie au cours du mouvement. On repère la position d'un point de (C), à chaque instant t, par son abscisse angulaire θ et le centre d'inertie G de (S) par sa côte z dans le repère terrestre $(O;\vec{k})$ supposé galiléen
- On abandonne le système sans vitesse initiale et on choisit la côte z = 0 à l'instant t =0.

- Pour le mouvement de (S), les frottements dus à l'air ne sont pas négligeables ; ils sont modélisés par la force de frottement $\vec{f} = -k.\vec{v}$ où k est une constante positive et v la vitesse de G à un instant t.



1 **1-** En appliquant la deuxième loi de Newton sur (S) et la relation fondamentale de la dynamique sur (C) , montrer que l'équation différentielle du mouvement de (S) vérifiée par la vitesse v s'écrit : $\frac{dv_z}{dt} + \frac{v_z}{\tau} = A$ avec $\vec{v} = v_z.\vec{k}$; τ le temps caractéristique du mouvement et **A** une constante exprimée en fonction des grandeurs nécessaires.

0,5 **2-** Après un régime transitoire, on obtient une vitesse limite V_L constante, exprimer V_L en fonction de m, k et g intensité de pesanteur. **En déduire la valeur de g.**

<u>On donne :</u> m=0,5 kg ; k = 0,613 kg.s^{-1} ; V_L = 8 m.s^{-1} .