ELARAKI INTERNATIONAL
SCHOOL OF MOROCCO

Evaluation pour la préparation à l'examen national Mai 2022

Niveau : 2AS EX *Matière : PHYSIQUE et CHIMIE* *Durée : 3h*
Option : SCIENCES PHYSIQUES

L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé.
On donnera les expressions littérales avant de passer aux applications numériques.

Le sujet comporte cinq exercices.

1er exercice (7 points) :

Partie I : Réactions acido-basiques
Partie II : Hydrolyse basique d'un ester

2éme exercice (3 points) :

- Propagation d'ondes mécaniques et d'ondes lumineuses
- Transformations nucléaires

3éme exercice (4,5 points) :

Partie I : **Circuit RL :** ***Variation de l'inductance d'une bobine à l'approche d'un métal***

Partie II : **Circuit RLC :** ***Détecteur de métal équivalent à un oscillateur constitué d'un condensateur et d'une bobine***

4éme exercice (5,5 points) :

Mouvement du centre d'inertie G d'un corps solide sur différentes trajectoires :

- Etude du mouvement de G sur une trajectoire rectiligne.
- Etude du mouvement de G sur une trajectoire de forme d'arc circulaire .
- Etude du mouvement de G dans un champ de pesanteur uniforme.

Barème

1^{er}exercice : Chimie (7 pts)

L'exercice comporte deux parties indépendantes.

Partie I : Réactions acido-basiques

Les acides carboxyliques sont des composés organiques, qui entrent dans la composition de beaucoup de substances utilisées dans notre vie quotidienne tels, les médicaments, les aromes, les aliments…

On se propose, dans cette partie, de déterminer la formule chimique d'un acide carboxylique de formule générale **$C_n H_{2n+1}COOH$** (avec $n \in \mathbb{N}$) et d'étudier certaines de ses réactions avec d'autres composés.

Données : $M(C)=12g.mol^{-1}$; $M(H)=1g.mol^{-1}$; $M(O)=16g.mol^{-1}$.

On prépare une solution aqueuse (S) , de volume V=500mL, d'un acide carboxylique en dissolvant une quantité de cet acide pur de masse m=2,3g dans de l'eau distillée .

On prend un volume $V_A=10mL$ de la solution (S) que l'on dose avec une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B=0,10mol.L^{-1}$.

Le volume de la solution (S_B) versé à l'équivalence est V_{BE} = 10 mL.

0,25 **1-** Ecrire, en utilisant la formule générale de l'acide, l'équation modélisant la réaction du dosage .

1 **2-** Déterminer la concentration C_A de l'acide dans la solution (S) , et en déduire que la formule chimique de cet acide est HCOOH.

3- Réaction entre les ions éthanoate et l'acide méthanoïque :

On prépare, à un instant de date t = 0, le mélange suivant constitué de :

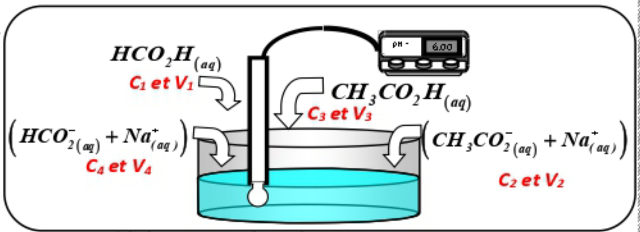
- Solution d'acide méthanoïque $HCO_2H_{(aq)}$ de concentration C_1 et de volume V_1 ;
- Solution d'éthanoate de sodium $\left(Na^+_{(aq)} + CH_3CO^-_{2(aq)}\right)$ de concentration C_2 et de volume V_2 ;
- Solution d'acide éthanoïque $CH_3CO_2H_{(aq)}$ de concentration C_3 et de volume V_3 ;
- Solution de méthanoate de sodium $\left(Na^+_{(aq)} + HCO^-_{2(aq)}\right)$ de concentration C_4 et de volume V_4 .

On donne : $C_1= C_2= C_3= C_4= 0,1\ mol.L^{-1}$ et $V_1= V_2= V_3= V_4=100\ mL$

$$pK_{A1} = pK_{A(HCO_2H/HCO_2^-)} = 3,8 \quad \text{et} \quad pK_{A2} = pK_{A(CH_3CO_2H/CH_3CO_2^-)} = 4,8$$

0,25 **3-1-** Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide HCOOH et la base CH_3COO^-.

0, 75 **3-2-** Exprimer l'expression de la constante d'équilibre K associée à cette réaction en fonction des constantes d'acidités K_{A1} et K_{A2} respectivement des couples (CH_3COOH / CH_3COO^-) et (HCOOH / $HCOO^-$).
Calculer sa valeur .



0, 5 **3-3-** Calculer, à l'instant t = 0, le quotient de réaction $Q_{r,i}$ associé à cette réaction.
En déduire le sens d'évolution spontanée de cette réaction.

1 **3-4-** Sachant que la valeur du pH du mélange est : pH=4,32 , déterminer $x_{éq}$ l'avancement de la réaction à l'équilibre.

Partie II: Hydrolyse basique d'un ester

L'éthanoate de propyle est un ester, que l'on note E , caractérisé par son odeur de poire.
Il est utilisé dans l'industrie de la parfumerie, des arômes, des peintures, des lubrifiants ...

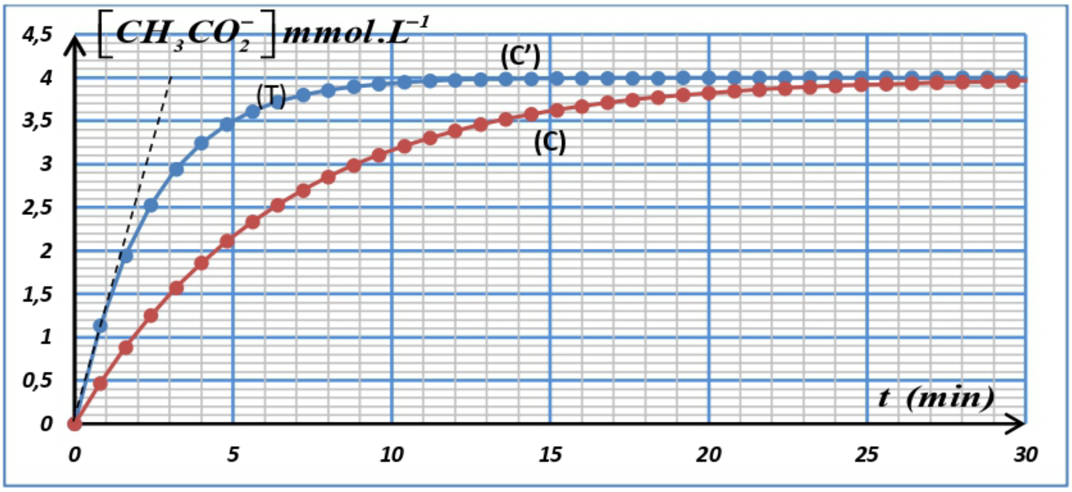
0,25 **1-** Ecrire la formule semi développée de l'ester E.

2- On réalise, à l'instant de date t=0, deux mélanges équimolaires de l'ester E et d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. Chaque mélange est constitué d'un volume V_E d'une solution de l'ester E de concentration molaire $C = 10^{-2}$ mol.L^{-1} et d'un volume $V_B = V_E$ d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de même concentration.

Dans des conditions expérimentales déterminées chaque mélange réactionnel est le siège d'une réaction modélisée par l'équation : $E_{(l)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow CH_3CO^-_{2(aq)} + C_2H_5 - CH_2OH_{(l)}$

Pour l'un des mélanges l'expérience est réalisée à la température θ_1 , pour l' autre, elle est réalisée à la température θ_2 avec $\theta_2 > \theta_1$.

Les courbes (C) et (C') de la figure ci-dessous, représentent l'évolution de la concentration $[CH_3COO^-]$ au cours du temps à la température θ_1 et à la température θ_2 .



0,75 **2-1-** Déterminer $t_{1/2}$, le temps de demi réaction correspondant à la courbe (C).

0,5 **2-2-** Déduire, la courbe correspondant à la température θ_2.

0,75 **2-3-** Déterminer en unité (mmol .L^{-1}. min^{-1}) , la vitesse volumique de la réaction à l'instant t=0 correspondant à la courbe (C') . (T) étant la tangente à cette courbe à l'instant t=0 .

1 **2-4-** Déterminer le rendement de cette réaction.

2ème exercice (3 pts)

Recopier le numéro de la question et écrire à côté la réponse juste parmi les réponses proposées, sans aucune justification, ni explication.

Propagation d'une onde mécanique

0,75 **1-** Une explosion s'est produite à une hauteur h_a de la surface de la mer, un bateau sous-marin se trouve en dessous du point d'explosion à une profondeur h_e =375m de la surface de la mer.

Le bateau sous-marin reçoit le signal sonore dû à cette explosion après une durée Δt = 3,25 s.

Données : la célérité du son dans l'air est v_a = 340m.s^{-1} et sa célérité dans l'eau est v_e = 1500 m.s^{-1}

La valeur de la hauteur h_a vaut :

A	h_a =750 m	B	h_a =1020 m	C	h_a =375 m	D	h_a =1000 m

Diffraction de la lumière

On éclaire une fente de largeur a par une lumière monochromatique de fréquence υ émise par un laser.

La figure de diffraction est observée sur un écran placé à une distance D de la fente. La largeur de la tache centrale est notée L .

Avec un laser émettant une lumière verte de fréquence υ_V= 5, 36.10^{14} Hz , on obtient une tache centrale de largeur L_V = 8,6 mm .

Avec un laser émettant une lumière rouge de fréquence υ_R = 4, 74.10^{14} Hz , on obtient une tache centrale de largeur L_R .

0,5 **2-** La valeur de la largeur de la tache centrale obtenue avec la lumière rouge est :

A	L_R=9,7 mm	B	L_R=7,7 mm	C	L_R=8,2 mm	D	L_R=6,8 mm

0,25 **3-** L'écart angulaire pour la lumière rouge et l'écart angulaire pour la lumière verte sont liés par la relation:

A	$\theta_R=1,13.\theta_V$	B	$\theta_R=11,3.\theta_V$	C	$\theta_R=0,88.\theta_V$	D	$\theta_R=2,26.\theta_V$

Transformations nucléaires

Le plutonium $^{238}_{94}Pu$ est radioactif α . Un échantillon de plutonium contient à $t_0 = 0$, No noyaux de plutonium $^{238}_{94}Pu$. On note N_d le nombre de noyaux de $^{238}_{94}Pu$ désintégrés à l'instant t .

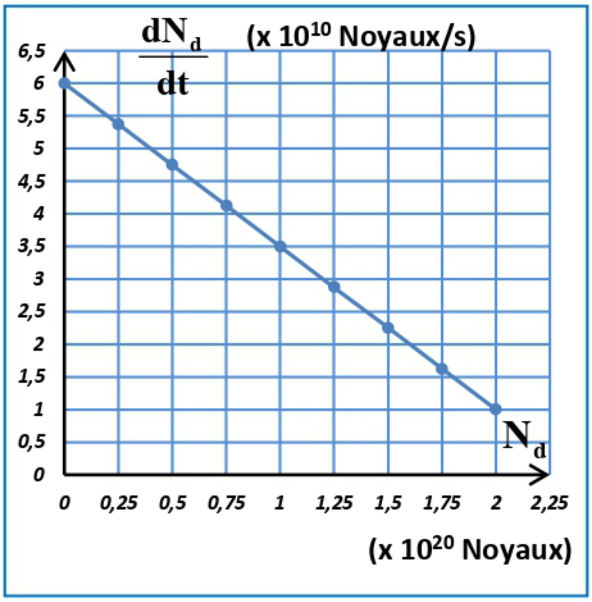
La courbe ci- jointe représente les variations de $\frac{dN_d}{dt}$ en fonction de N_d .

0,25 **1-** Le noyau obtenu par désintégration du plutonium $^{238}_{94}Pu$ est :

A	$^{234}_{92}U$	B	$^{235}_{92}U$	C	$^{238}_{95}Am$	D	$^{238}_{93}Np$

0,5 **2-** La valeur de la constante radioactive du plutonium $^{238}_{94}Pu$ est :

A	$\lambda=4.10^{-10}\ s^{-1}$	B	$\lambda=2,5.10^{-10}\ s^{-1}$
C	$\lambda=3,2.10^{-10}\ s^{-1}$	D	$\lambda=2,5.10^{-11}\ s^{-1}$



0,5 **3-** La valeur du nombre de noyaux de plutonium présents dans l'échantillon à $t_0 = 0$ est :

A	$N_0=6,2.10^{18}$	B	$N_0=2,4.10^{18}$
C	$N_0=2,4.10^{20}$	D	$N_0=6,2.10^{20}$

0,25 **4-** La durée nécessaire pour la désintégration de la moitié des noyaux de plutonium $^{238}_{94}Pu$ de l'échantillon est :

A	$1,2.10^{10}$ s	B	$5,2.10^{10}$ s
C	$4,2.10^{10}$ s	D	$2,8.10^{9}$ s

$3^{éme}$ exercice (4,5 pts)

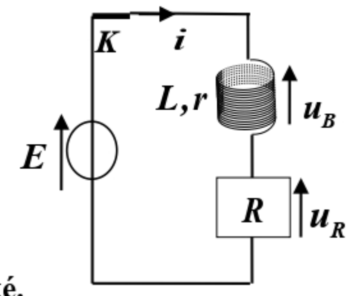
Partie I : Variation de l'inductance d'une bobine à l'approche d'un métal

Un détecteur de métaux est un appareil capable de détecter la présence ou non de métal à distance. Cette détection s'appuie sur la variation de l'inductance d'une bobine à l'approche d'un métal. En effet, l'inductance augmente si on approche de la bobine un objet en fer alors qu'elle diminue si l'objet est en or.

On réalise le montage schématisé sur la figure 1, constitué de:

- un générateur idéal de tension de force électromotrice E ;
- un conducteur ohmique de résistance R =30 Ω;
- une bobine d'inductance L et de résistance r et un interrupteur K.

Figure 1

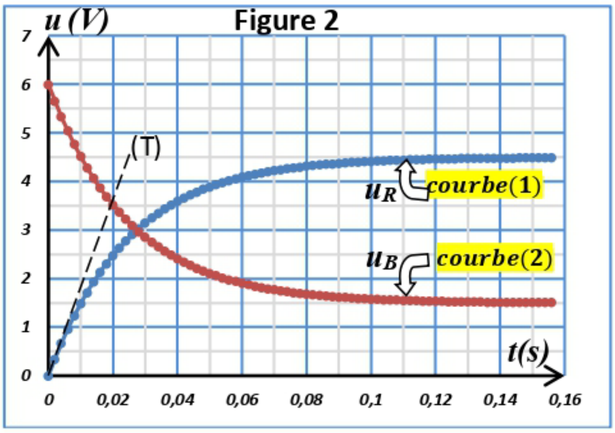


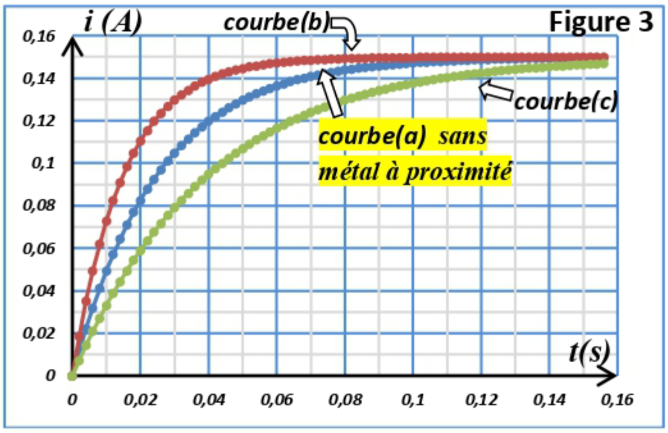
L'expérience est faite dans un premier temps sans métal à proximité.

On ferme l'interrupteur K à un instant choisi comme origine des dates (t=0).

A l'aide d'un système d'acquisition informatisé adéquat, on obtient les deux courbes de la figure 2 représentant l'évolution de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique ainsi que celle de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine. (T) représente la tangente à la courbe (2) à l'instant t = 0 .

0,5 **1**- Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_R (t) s'écrit : $\frac{du_R}{dt}+\left(\frac{R+r}{L}\right)u_R=\frac{R.E}{L}$





0,5 **2**-Exprimer, en régime permanent, la tension U_B aux bornes de la bobine, en fonction de : r , R et E .

0,5 **3**- En exploitant la figure 2 , Vérifier que E= 6 V , puis déterminer la valeur de r.

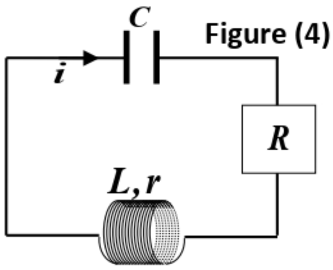
0,5 **4**- Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ puis en déduire la valeur de L.

0,25 **5- L'expérience est refaite deux fois avec deux métaux différents (or et fer) à proximité de la bobine** ;on obtient des courbes représentants l'évolution des intensités du courant qui traversent le circuit en fonction du temps, figure 3. En utilisant l'expression de la constante de temps τ ; associer chacune des courbes (b) et (c) au métal correspondant. Justifier.

PartieII : Détecteur de métal équivalent à un oscillateur constitué d'un condensateur et d'une bobine

Du fait de la variation de l'inductance de la bobine, l'oscillateur voit sa fréquence modifiée. La comparaison de la fréquence de cet oscillateur à une fréquence fixe permet d'indiquer la présence de métal et sa nature.

On monte en série un condensateur de capacité C = 10 μF initialement chargé, à un instant choisi comme origine des dates (t=0), avec le conducteur ohmique de résistance R=30 Ω et la bobine d'inductance L et de résistance r (figure 4).



0,5 **1**- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) du condensateur.

2- Pour entretenir les oscillations, on monte en série dans le circuit de la figure 4, un générateur (G) qui délivre une tension proportionnelle à l'intensité du courant électrique: $u_G(t) = k.i(t)$.

0,5 **2-1**- On obtient des oscillations électriques sinusoïdales lorsque la constante k prend la valeur k=40 dans le système d'unités internationales. En déduire de nouveau la valeur de la résistance r. Justifier.

2-2- A l'aide d'un appareil approprié, on visualise l'évolution de l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur en fonction de l'intensité du courant électrique sur la figure (5).

0,25 a) Retrouver de nouveau la valeur de l'inductance L.

0,5 b) Déterminer, lorsque l'intensité du courant i = 14 mA , la valeur absolue de la tension aux bornes du condensateur.

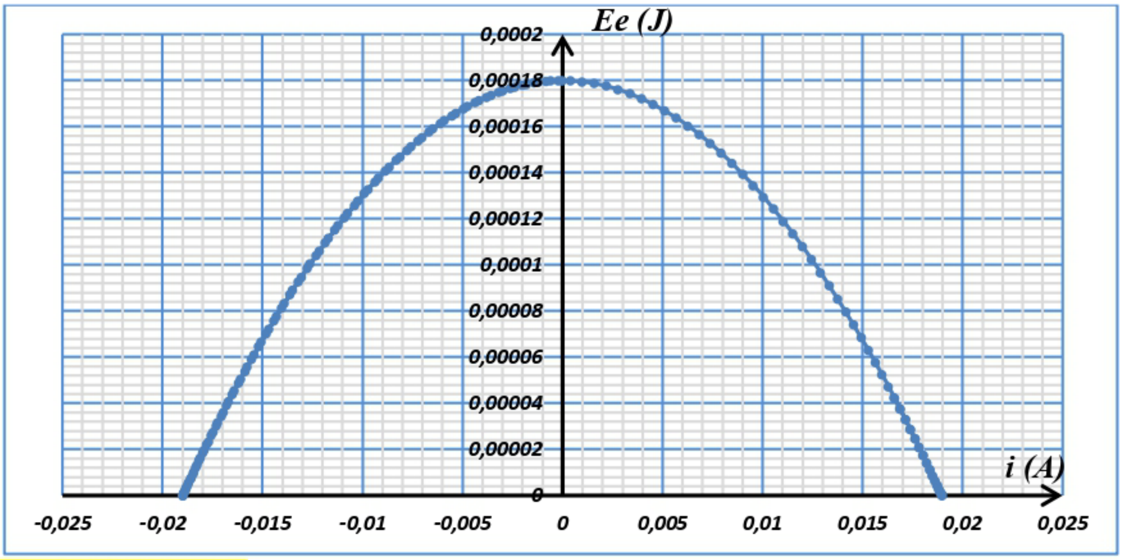


Figure (5)

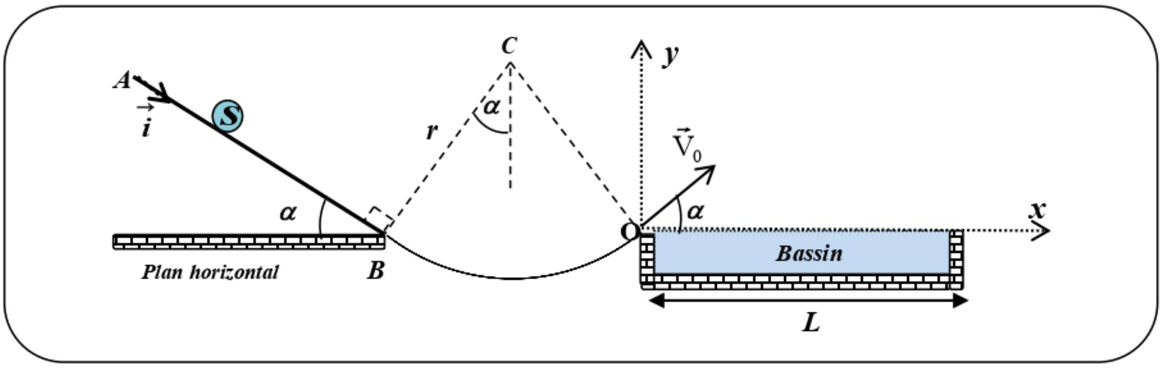
0,5 3- Recherche de métaux :

Sachant que l'inductance L de l'oscillateur augmente si on approche de la bobine un objet en fer alors qu'elle diminue si l'objet est en or. Des élèves sortent du laboratoire et partent sur un terrain proche du lycée pour tester leur détecteur associé à un fréquencemètre de fréquence propre 20 kHz en absence de métal à proximité. Soudain, au cours de leur recherche, ils détectent un signal de fréquence égale à 15 kHz. Ont-ils trouvé de l'or ? Justifier.

4ème exercice (5, 5 pts)

On se propose d'étudier, le mouvement du centre d'inertie G d'un corps (S) de masse m sur un parcours constitué de:

- une partie rectiligne AB inclinée d'un angle α par rapport au plan horizontal ;
- une partie BO de forme d'arc circulaire de centre C et de rayon r
- une zone de chute où se trouve un bassin rempli d'eau de largeur L.



Données : $m = 0,1\ kg$; $\alpha = 45,57°$; $L = 11\ m$; ***Intensité de pesanteur :*** $g = 10\ m.s^{-2}$.

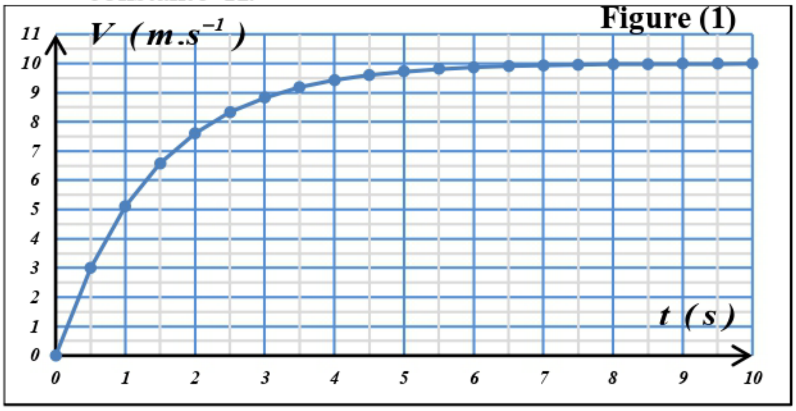
1) Mouvement du centre d'inertie G du corps durant le parcours rectiligne AB

Le corps (S) est libéré à l'instant $t_0 = 0$ sans vitesse initiale, d'une position où son centre d'inertie G coïncide avec le point A origine du repère $(A, \vec{i})$ lié à la terre considéré comme galiléen. Au cours de son mouvement rectiligne, le système est soumis à des frottements causés uniquement par l'influence de l'air, modélisés par la force de vecteur $\vec{f} = -(K.V).\vec{i}$; avec V vitesse de G et K constante positive.

1 1-1- En appliquant la deuxième loi de Newton , montrer que la vitesse V (t) vérifie l'équation différentielle suivante : $\frac{dV}{dt} + D.V = E$ en déterminant les expressions des constantes D et E en fonction de (m, g, K et α).

0,75 **1-2-** La figure (1) représente la courbe de l'évolution de la vitesse V (t) au cours du temps.

a) Déterminer graphiquement la valeur de la vitesse limite V_L puis en déduire la valeur de la constante K.



$t(s)$	$V(m.s^{-1})$	$a(m.s^{-2})$
$t_0=0$	0	7,141
$t_1=0,04$	0,2856	a_1
$t_2=0,08$	V_2	6,693

1 b) l'équation différentielle du mouvement de G s'écrit sous la forme numérique :

$$\frac{dV}{dt} = 7,141 - 0,714.V$$

. Compléter le tableau ci-joint en utilisant la méthode d'Euler, pour déterminer les valeurs approchées de la vitesse V_1 et l'accélération a_2 du centre d'inertie G.

0, 5 ***2) Etude du mouvement de G sur la phase BO de forme d'arc circulaire sans frottements.***

En appliquant la 2e loi de Newton dans la base de Frenet $(B, \vec{u}, \vec{n})$, établir l'expression de l'intensité de la force $\vec{R}$ relative à l'action de la piste BO sur (S) au point B, en fonction de : m , g , r , α et V_B vitesse de G au point B.

3) Mouvement du centre d'inertie G durant la phase du saut sans frottements.

Le système quitte la piste inclinée au point O à un instant t=0 considéré comme nouvelle origine des temps ; avec une vitesse de vecteur $\vec{V}_0$ formant un angle α avec le plan horizontal

On étudie le mouvement de G dans le champ de pesanteur uniforme, lié au repère terrestre (Ox, Oy) considéré comme galiléen.

0,7 5 3-1- En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'expression de $V_x(t)$ en fonction de (V_0 , α) et l'expression de $V_y(t)$ en fonction de :(V_0 , α , g et t).

$V_x(t)$ et $V_y(t)$ étant les composantes du vecteur vitesse $\vec{V}_{(t)}$ à chaque instant t.

0, 75 3-2- En exploitant la courbe de la figure 2 qui représente les variations du module de la vitesse V de G en fonction du temps. Déterminer la valeur de V_0 et retrouver la valeur de α .

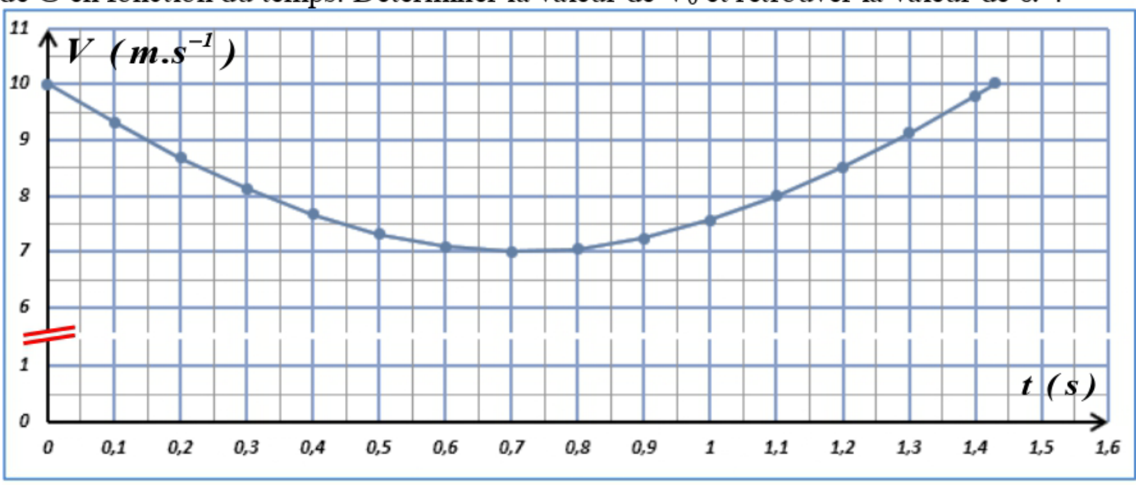


Figure (2)

0, 75 3-3- Le centre d'inertie G du corps (S) rencontre l'axe (Ox) à l'instant t=1,43 s , a-t-il dépassé le lac d'eau comme obstacle ? Justifier votre réponse.