



Etablissement ELARAKI
Pour l'Education & l'Enseignement



**Evaluation pour la préparation à l'examen national
Juin 2020**

Niveau : 2AS EX

Matière : PHYSIQUE et CHIMIE
Option : SCIENCE PHYSIQUE

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.
Le sujet comporte quatre exercices.***

1^{er} exercice (7 pts) :

1^{ère} partie : Suivi d'une transformation chimique par mesure de conductivité

2^{ème} partie : Étude d'un système chimique - Dosage d'un engrais

2^{ème} exercice (2,75 pts) :

La propulsion nucléaire navale

3^{ème} exercice (5,75 pts) :

- Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension croissant**
- Décharge d'un condensateur dans un dipôle R₀L.**
- Emission et réception d'un signal modulé.**

4^{ème} exercice (4,5 pts) :

Etude du mouvement d'un corps sur un plan incliné ;

Etude du mouvement du corps en chute libre verticale ;

Etude du mouvement du corps en chute verticale dans un liquide visqueux.



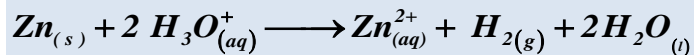
1^{er} exercice : Chimie (7 points)

Barème

L'exercice comporte deux parties indépendantes.

Première partie : Suivi d'une transformation chimique par mesure de conductivité

Le but de cet exercice est le suivi de l'action de l'acide chlorhydrique sur le zinc par mesure de conductivité. La réaction chimique totale étudiée peut être modélisée par l'équation :



Pour étudier la cinétique de cette réaction, on introduit dans un bécher une masse $m = 0,6 \text{ g}$ de zinc et on ajoute à l'instant $t_0 = 0$ un volume de solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$) dont la concentration des ions oxoniums $C_0 = 0,4 \text{ mol.L}^{-1}$ et de volume $V = 75 \text{ mL}$.

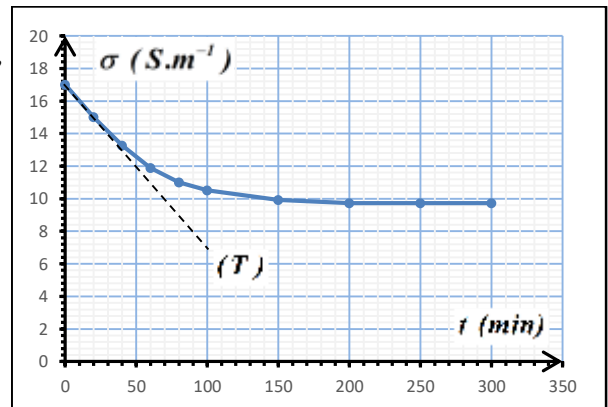
Données : - masse molaire du Zinc : $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g/mol}$

- Conductivités molaires ioniques : $\lambda_1 = \lambda_{\text{Zn}^{2+}}$; $\lambda_2 = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$ $\lambda_3 = \lambda_{\text{Cl}^-}$.

- 0,5 1) Dresser le tableau d'avancement de la réaction. En déduire la valeur x_{max} de l'avancement maximum.
- 0,5 2) Exprimer la conductivité du mélange réactionnel au cours du temps en fonction de C_0 , V , λ_1 , λ_2 , λ_3 et x l'avancement de la réaction.
- 3) On suit l'évolution de la réaction en mesurant la conductivité σ du mélange réactionnel à des instants différents. Le graphe ci-dessous représente $\sigma(t)$ ainsi que la tangente (T) au graphe à l'origine des temps.

A chaque instant t , l'expression numérique reliant l'avancement $x(t)$ à la conductivité $\sigma(t)$ est :

$$\sigma(t) = -792,5 \cdot x(t) + 17$$



- 0,75 3-1- Calculer $\sigma_{1/2}$, la conductivité du mélange réactionnel au temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
En déduire graphiquement la valeur $t_{1/2}$

0,5 3-2- Déterminer, la vitesse volumique v_0 de la réaction à la date $t=0$.

- 0,25 3-3- Comment évolue la vitesse volumique de la réaction si on procède à une augmentation de température du mélange réactionnel.

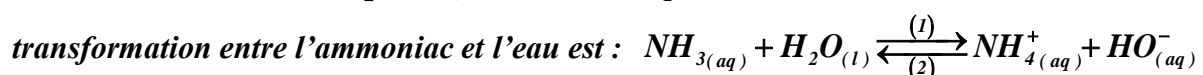
Deuxième partie : Étude d'un système chimique -Dosage d'un engrais

L'ammoniac de formule NH_3 est un gaz qui, dissous dans l'eau donne une solution aqueuse ayant des propriétés basiques. L'acide conjugué NH_4^+ de l'ammoniac peut être obtenu par dissolution dans l'eau de certains produits comme les engrais.

I. Étude d'un système chimique à l'état d'équilibre :

On dispose d'une solution aqueuse d'ammoniac NH_3 de concentration molaire

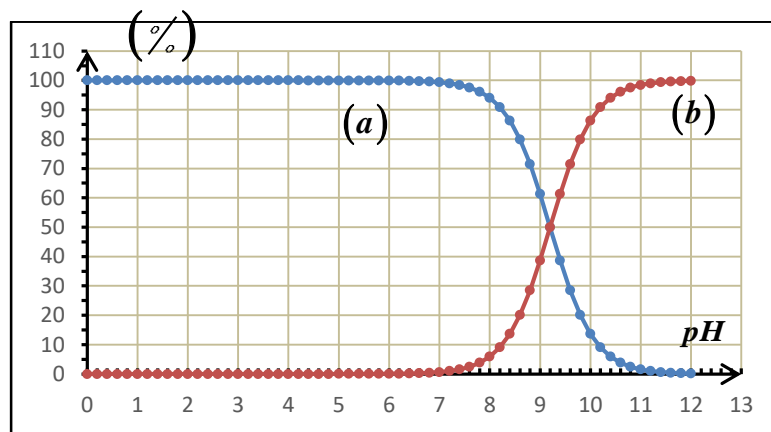
$C_0 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ et de $\text{pH} = 9,8$ à 25°C . L'équation de la réaction modélisant la





On donne le produit ionique de l'eau à 25°C : $K_e = 10^{-14}$.

- 0,75 1 - En se basant sur un tableau d'avancement de la réaction entre l'ammoniac et l'eau.
Calculer le quotient de la réaction $Q_{r, \text{eq}}$ du système chimique à l'équilibre.
En déduire la valeur de la constante d'équilibre K associée à cette transformation chimique
- 2-Le graphe ci-dessous représente le diagramme de distribution des espèces du couple $(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3)$
- 0,5 2-1- Associer à chacune des deux courbes (a) et (b) l'espèce chimique concernée.
- 0,5 2-2- Déterminer graphiquement la valeur de $\text{p}K_{A(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3)}$ en justifiant votre réponse.
- 0,5 2-3- Déterminer graphiquement la valeur τ du taux d'avancement final de la réaction.
- 0,5 2-4- Déterminer l'espèce chimique prédominante dans cette solution aqueuse étudiée.



II) Dosage d'un engrais :

Le nitrate d'ammonium NH_4NO_3 , est un composé ionique présent dans divers engrais.

Un sac d'engrais porte l'indication suivante "Pourcentage en masse 75 % de nitrate d'ammonium".

Pour vérifier le pourcentage massique en nitrate d'ammonium indiqué par le producteur, on prépare une solution aqueuse (S_A) par dissolution de la masse $m=15\text{g}$ d'engrais dans le volume $V_0 = 1\text{ L}$ d'eau distillée.

On dose les ions ammonium NH_4^+ présents dans un volume $V_A = 10,0\text{ mL}$ de la solution (S_A) par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium $(\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)})$ de concentration molaire

$C_B = 10^{-1}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Le volume de la solution (S_B) versé à l'équivalence est $V_{BE} = 14\text{ mL}$.

Donnée : $M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- 0,5 1-Écrire l'équation de la réaction du dosage entre les ions ammonium et les ions hydroxyde.
- 0,5 2- Déterminer la valeur de la concentration molaire C_A des ions ammonium, dans la solution (S_A).
- 0,75 3- Le pourcentage massique en nitrate d'ammonium contenu dans cet engrais s'exprime par la

$$\text{Relation : } \frac{m(\text{NH}_4\text{NO}_3)}{m} \cdot 100 \text{ avec } m \text{ la masse de l'engrais étudié.}$$

Calculer le pourcentage massique en masse de nitrate d'ammonium contenu dans cet engrais.
Comparer avec à la valeur annoncée par le fabricant.



2^{ème} exercice (2,75 points)

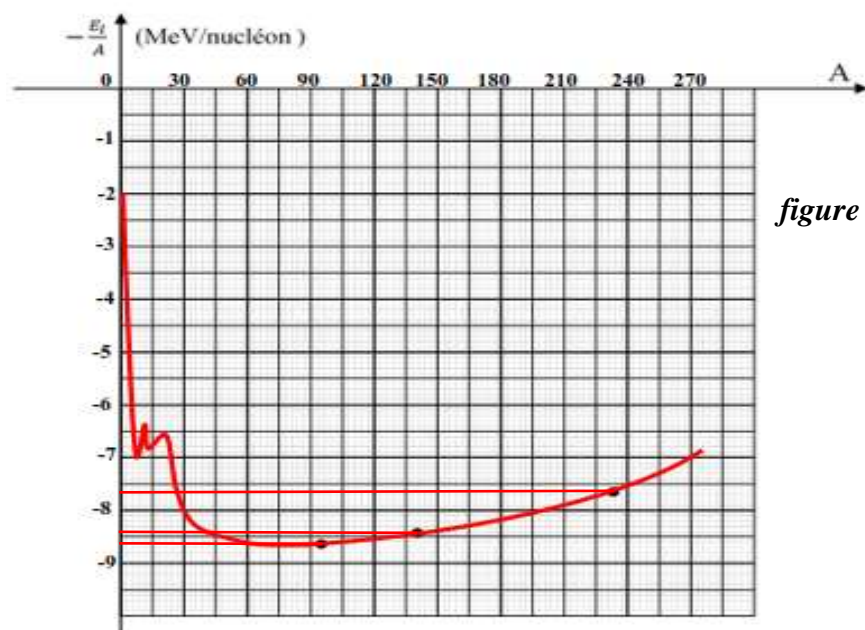
La propulsion nucléaire navale ou propulsion nucléaire maritime est un type de propulsion des navires, sous-marins et navires de surface, lesquels sont dans ce cas équipés d'un ou plusieurs réacteurs nucléaires produisant de la chaleur transformée en vapeur pour activer une turbine ou un ensemble électrique.

Un sous-marin utilise comme combustible l'uranium naturel qui contient un mélange enrichi en isotope $^{235}_{92}\text{U}$ (cet isotope est fissile) et de l'Uranium 238 (isotope radioactif).

Données : Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;

Masse molaire de $^{235}_{92}\text{U}$ $M(\text{U}) = 235 \text{ g/mol}$. $1 \text{ an} = 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$

- 0,25 1- Donner la composition du noyau d'Uranium 235 $^{235}_{92}\text{U}$.
- 0,5 2- Les noyaux d'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ peuvent subir différentes fissions en captant un neutron thermique. On modélise une de ces transformations par l'équation nucléaire suivante :
- $$^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{139}_{54}\text{Xe} + {}^{95}_x\text{Sr} + y {}^1_0\text{n}$$
- Déterminer les valeurs de x et y en précisant la loi appliquée.
- 1 3- La figure 1 représente la courbe d'Aston.
déterminer les énergies de liaison par nucléon suivantes ξ ($^{95}_{38}\text{Sr}$), ξ ($^{139}_{54}\text{Xe}$) et ξ ($^{235}_{92}\text{U}$) puis en déduire les valeurs des énergies de liaisons E_l correspondantes.
- 0,25 4- Comparer la stabilité des trois noyaux précédents en justifiant la réponse.
- 0,25 5- Exprimer l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium en fonction des énergies de liaisons E_l correspondantes aux noyaux $^{95}_{38}\text{Sr}$, $^{139}_{54}\text{Xe}$ et $^{235}_{92}\text{U}$ puis calculer sa valeur en MeV.
- 0,5 6- Un gramme d'uranium 235 présente une activité de $a = 79,96 \cdot 10^3 \text{ Bq}$.
Montrer que la demi-vie de l'uranium 235 est presque égale à 705 millions d'années.





3^{ème} exercice (5,75 points)

Le condensateur, la bobine et le conducteur ohmique sont des dipôles utilisés dans les circuits de divers appareils électriques tels les amplificateurs, les postes radio...

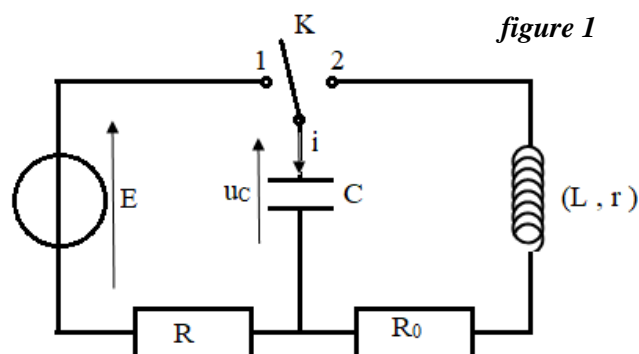
L'objectif de cet exercice est d'étudier :

- La réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension.
- La décharge d'un condensateur dans un dipôle R_0L .
- L'émission et la réception d'un signal modulé.

Etude du dipôle RC :

On réalise le montage de la figure (1) constitué de :

- générateur de tension continue de force électromotrice $E = 6V$
- deux conducteurs ohmiques de résistances R et $R_0 = 70\Omega$
- condensateur de capacité C initialement déchargé.
- interrupteur K à double position.
- bobine d'inductance $L = 1H$ et de résistance r .



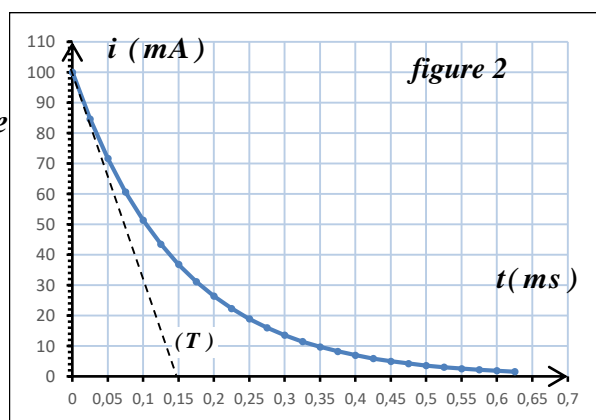
1) Charge du condensateur :

On bascule l'interrupteur K vers la position (1) à un instant choisi comme origine des temps.

0,25 1-1-Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$.

0,75 1-2-Sachant que la solution de l'équation différentielle s'écrit : $u_C(t) = A(1 - e^{-t/\tau})$, déterminer les expressions des constantes A et τ en fonction des paramètres du circuit.

1-3- A l'aide d'un système d'acquisition informatisé, on visualise l'intensité du courant électrique $i(t)$ en fonction du temps (figure 2).



0,5 a) Déterminer la valeur de R .

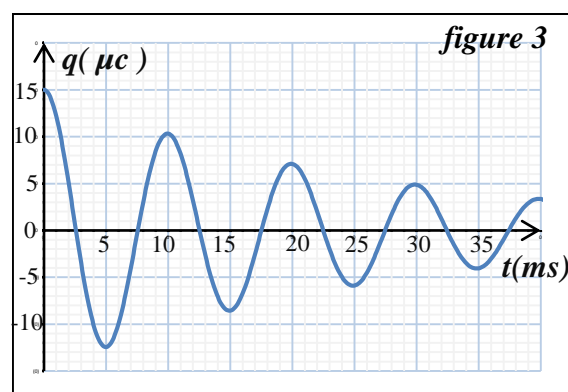
0,5 b) Déduire la capacité du condensateur. (T) est la tangente au graphe à l'origine des temps.

2) Décharge du condensateur dans le dipôle R_0L

Lorsque le régime permanent est atteint, on bascule l'interrupteur K vers la position (2) à un instant pris comme nouvelle origine des temps. La figure (3) représente la variation de la charge $q(t)$ du condensateur en fonction du temps.

0,5 2-1- Retrouver la valeur de la capacité du condensateur en considérant que la pseudo période T est égale à la période propre T_0 du dipôle LC

0,5 2-2- Calculer la variation d'énergie emmagasinée dans le circuit entre les instants $t_0 = 0$ et $t_1 = 30$ ms





3) Entretien des oscillations du circuit R_0LC :

On monte en série le dipôle R_0LC avec un générateur G qui produit une tension proportionnelle à l'intensité du courant tel que $u_G(t) = K \cdot i(t)$, avec K constante de proportionnalité positive.

0,5 3-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ du condensateur.

0,25 3-2- Les oscillations électriques deviennent sinusoïdales si $K = 75 \Omega$, déterminer la valeur de r .

4) Emission et réception d'un signal modulé

Pour transmettre un signal sinusoïdal $s(t)$ on utilise un multiplieur (figure 4).

On applique à l'entrée E_1 un signal de tension

$u(t) = s(t) + U_0$. U_0 étant la tension de décalage et on applique à l'entrée E_2 une tension $p(t)$ d'une onde porteuse.

On obtient à la sortie S du multiplieur la tension modulée en amplitude $u_S(t)$

suivante :

$$u_S(t) = 0,1[0,5 \cos(10^3 \pi \cdot t) + 0,7] \cos(2 \cdot 10^4 \pi \cdot t)$$

0,5 4-1- Déterminer les fréquences F_p de la tension porteuse et f_s du signal modulant.

0,5 4-2- Déterminer la valeur m du taux de modulation. Conclure.

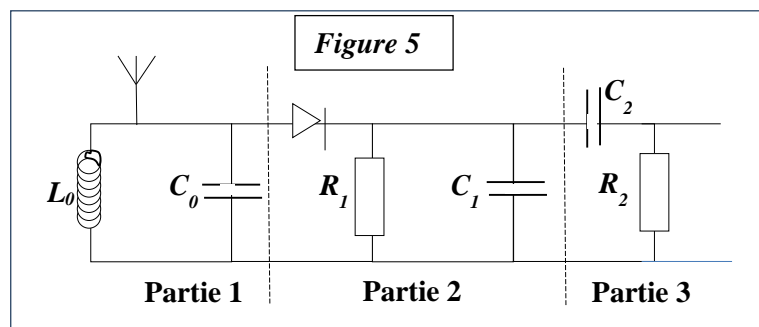
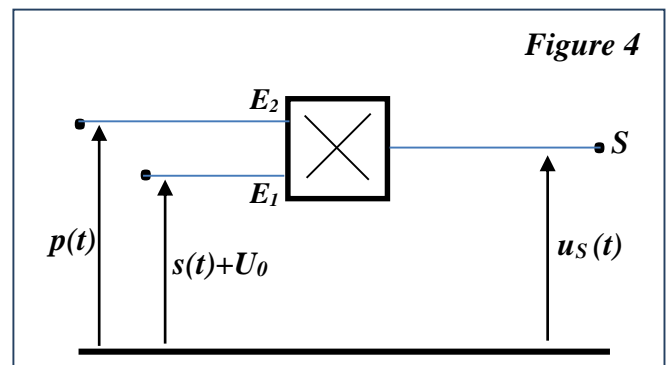
4-3- La démodulation d'amplitude est réalisée à l'aide du montage de la figure (5).

0,5 a) Quel est le rôle de chacune des parties 1 et 3 ?

0,5 b) Le conducteur ohmique de la partie 2, a pour résistance $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$.

Déterminer alors, dans la liste ci-dessous, la valeur de la capacité C_1 permettant d'obtenir une bonne démodulation.

Liste des valeurs des capacités disponibles : 220 pF - 2,2 nF - 2,2 μ F - 20 nF.



4^{ème} exercice (4, 5 points)

Un jeu de boulet consiste dans une première partie, à placer un boulet (S) sur un plan incliné et le propulser de telle façon qu'il atteigne une cible A avec vitesse nulle. Dans une deuxième partie, le boulet sera propulsé de la cible A verticalement et librement dans le champ de pesanteur uniforme et verra sa chute verticale dans un liquide visqueux dans sa dernière phase de mouvement.

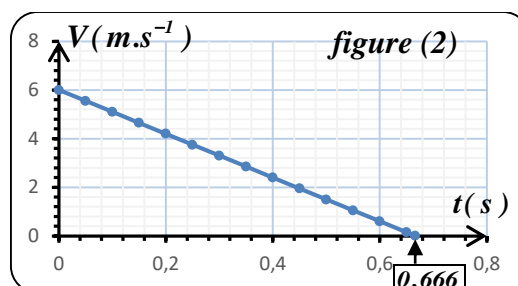
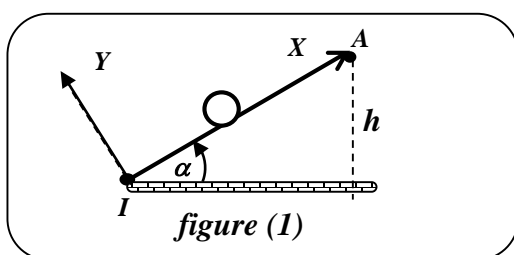
Les deux parties sont indépendantes



Première partie : Etude du mouvement du boulet sur un plan incliné IA avec frottements

Le boulet (S) de masse m est propulsé à l'instant $t_0 = 0$ sur la trajectoire IA avec une vitesse initiale \vec{V}_1 formant un angle α avec le plan horizontal, d'une position où son centre d'inertie G coïncide avec le point I, choisi comme origine du repère $(IX; IY)$ lié à un référentiel terrestre considéré comme galiléen, figure (1).

Données : - Intensité de pesanteur $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $m = 10 \text{ g}$; $\alpha = 30^\circ$



Le contact entre le boulet (S) et le plan incliné se fait avec frottements. Les forces de frottements sont équivalentes à une seule force constante \vec{f} de sens opposé à celui du mouvement.

La figure (2) représente la variation de la vitesse $V_G(t)$ de G en fonction du temps t .

0,5 1- En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse x de G s'écrit sous forme : $\frac{d^2 x}{dt^2} = -g \cdot \sin \alpha - \frac{f}{m}$, puis en déduire la nature du mouvement de G.

0,5 2- Déterminer l'expression numérique de la solution de l'équation différentielle précédente.

0,5 3- Déterminer la hauteur h atteinte par (S) au point A par rapport au plan horizontal.

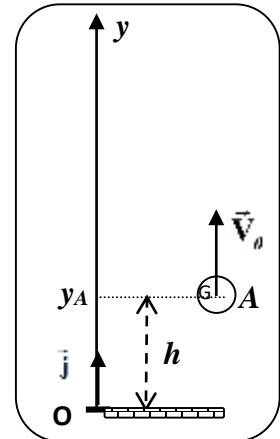
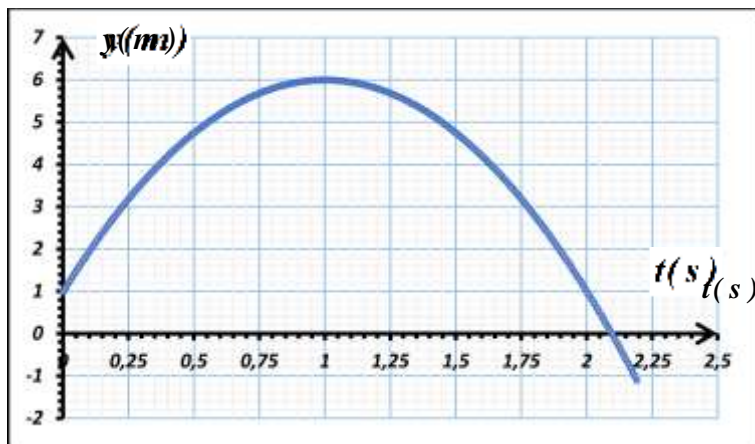
0,5 4- Déterminer l'intensité de la force \vec{R} associée à l'action du plan IA sur (S).

Deuxième partie : Chute verticale du boulet dans l'air et dans un liquide visqueux.

A) Chute verticale libre du boulet dans l'air

A l'aide d'un dispositif approprié, on lance le boulet (S) de masse m à partir du point A, verticalement vers le haut avec une vitesse initiale $V_0 = 10 \text{ m/s}$, à un instant choisi comme origine des dates ($t=0$). Le point A est situé à une hauteur h de l'origine O du référentiel terrestre $(O; \vec{j})$, considéré galiléen (figure2). L'axe Oy est orienté vers le haut.

La courbe de la figure 3 représente les variations de l'ordonnée y du centre d'inertie G en fonction du temps.



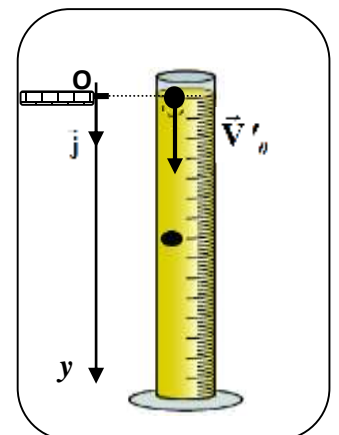
0,25 1-1- En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'équation différentielle vérifiée par l'ordonnée y du centre d'inertie G .

0,5 1-2- Donner l'expression numérique de l'équation horaire du mouvement de G .

0,5 1-3- Le centre d'inertie G passe, au cours de la descente, par l'origine O avec une vitesse V'_{0y} . Calculer V'_{0y} .

B) Chute verticale du boulet dans un liquide visqueux

A instant choisi comme nouvelle origine des temps $t=0$, le boulet de masse m et de volume v , arrive avec une vitesse V'_0 au point O origine du référentiel terrestre $(O; \vec{j})$ confondu avec son centre d'inertie G ; qui se trouve à la surface libre du liquide visqueux de masse volumique ρ ; dans un tube transparent vertical (figure 4). L'axe Oy est orienté vers le bas.



Le boulet est soumis pendant sa chute, en plus de son poids aux forces :

- Poussée d'Archimède : F

- Force de frottement visqueux : $\vec{f} = -k.V.\vec{j}$ avec k constante positive.

0,5 1) Par application de la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle

vérifiée par la vitesse de G s'écrit sous la forme : $\frac{dV}{dt} = A - B.V$

en exprimant B en fonction de $(k$ et $m)$, et A en fonction de $(g, m, \rho$ et $v)$.

0,25 2) L'expression numérique de l'équation différentielle précédente s'écrit sous la forme :

$$\frac{dV}{dt} = 8 - 10.V \quad \text{Déterminer la valeur de la vitesse limite } V_L.$$

0,5 3) Par application de la méthode d'Euler, et les données du tableau ci-dessous, déterminer les valeurs de a_{1y} et V_2 .

t (s)	V ($m.s^{-1}$)	a_y ($m.s^{-2}$)
0	11	-102
0,01	9,98	a_{1y}
0,02	V_2	-82,62