COMPOSITION N°1 DE SCIENCES PHYSIQUES – 4 HEURES

Exercice n°1:

Dans un récipient, on introduit :

- Un volume V_1=15 mL d'une solution (S_1) de peroxdisulfate de potassium de concentration molaire C_1=0,2 mol.L^{-1}.
- Un volume V_0=2 mL d'une solution (S_0) de thiosulfate de sodium, de concentration molaire C_0= 1,5 mol.L^{-1}
- un volume V_3=3 mL d'empois d'amidon.

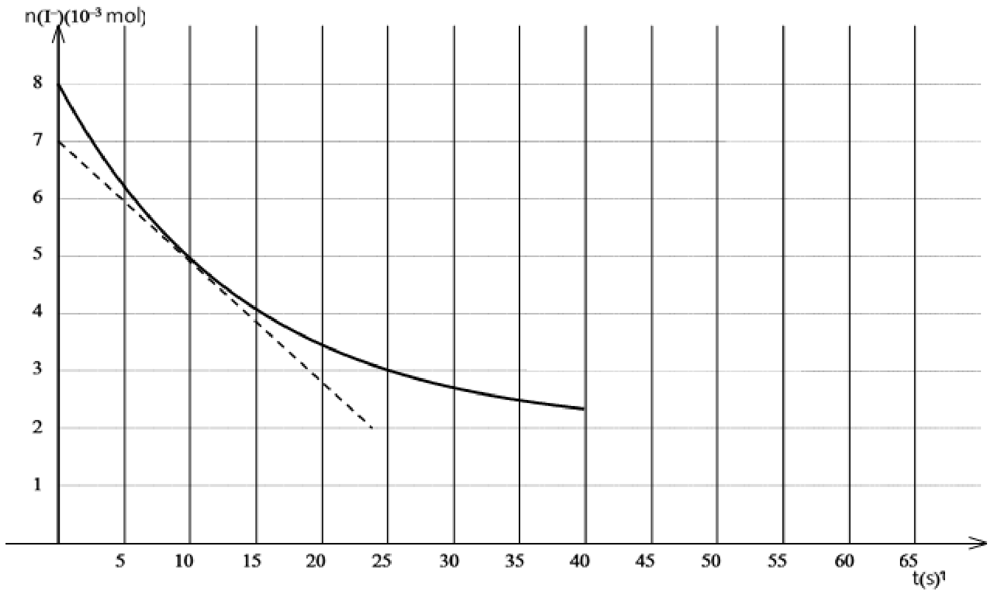
Puis on ajoute Un volume V_2= 40 mL d'une solution (S_2) d'iodure de potassium de concentration molaire C_2=0,2 mol.L^{-1} et on déclenche immédiatement un chronomètre (c'est l'instant t=0 min), on remarque qu'à l'instant de date t_1 =10 s une couleur bleue nuit apparait.

1-
 a- A quoi est due la couleur prise par le mélange ?
 b- Pourquoi l'apparition de la couleur bleue nuit n'était pas instantanée ?
 c- Ecrire l'équation de la réaction rédox des ions iodures et des ions peroxodisulfate en précisant l'oxydation et la réduction.
 d- Dresser son tableau d'avancement.

2-
 a- Ecrire l'équation de la réaction des ions thiosulfates avec le diiode.
 b- Déterminer la concentration molaire des ions iodures à l'instant t_1.

3- Lorsque la couleur bleue nuit a apparu on a ajouté immédiatement un autre volume V_0=2 mL de la solution (S_0), sans arrêter le chronomètre, on remarque qu'à nouveau la couleur bleue nuit réapparaît à l'instant t_2=65s.
 a- Le volume de thiosulfate de sodium versé dans le mélange est $2V_0$ et pourtant l'instant $t_2 > 2t_1$. Expliquer.
 b- La réaction d'oxydation des ions iodures par les ions peroxodisulfate a-t-elle atteint son état final à la l'instant t_2 ? justifier la réponse.

4- On suit l'évolution de la réaction des ions iodures par les ions peroxodisulfate, en ajoutant à chaque fois et dès que la couleur bleue nuit apparaisse un volume V_0 de thiosulfate de sodium, on note l'instant d'apparition de la couleur bleue nuit et on calcule la quantité de matière des ions iodures restants lors de la réaction entre I^- et $S_2O_8^{2-}$, ce qui nous a permis de tracer la courbe d'évolution de la quantité de matière des ions iodures au cours du temps (voir figure).
 a- Définir puis calculer la vitesse moyenne de la réaction entre les instants t_1 et t_2.
 b- Définir puis trouver la vitesse instantanée de la réaction à l'instant t_1. Déduire la vitesse volumique de la réaction à cet instant.
 c- Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.



On donne: $S_2O_8^{2-} + 2\,e^- = 2\,SO_4^{2-}$ E = 2,00 V; $S_4O_6^{2-} + 2\,e^- = 2\,S_2O_3^{2-}$ E = 0,09 V; $I_2 + 2\,e^- = 2\,I^-$ E = 0,536 V

Exercice n°2:

Sur l'étiquette d'un flacon contenant une solution S_0 d'une monoamine primaire d'un laboratoire, les indications relatives à la densité d et à la formule chimique sont illisibles. Seul le pourcentage en masse d'amine pure de la solution S_0 est lisible, soit P = 63%. Cette indication signifie qu'il y a 63 g d'amine pure dans100 g de la solution S_0.
Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, entreprend de déterminer les informations illisibles sur l'étiquette de ce flacon. Ils font les trois expériences décrites ci-après :

Expérience 1 : avec une balance de précision, ils mesurent la masse m_0 d'un volume $V_0 = 10\ cm^3$ de la solution S_0 et trouvent $m_0 = 7,5$ g.

Expérience 2 : Ils diluent un volume $V_p = 10\ cm^3$ de la solution S_0 dans une fiole jaugée de 1 L et obtiennent ainsi une solution S_1.

Expérience 3 : Ils dosent un volume $V_1 = 10\ cm^3$ de la solution S_1 par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique $C_a = 0,040\ mol.L^{-1}$ en présence d'un indicateur coloré. Pour atteindre l'équivalence, ils ont versé un volume $V_a = 20\ cm^3$ d'acide.

2.1 A partir des résultats de l'expérience 1, calculer la masse volumique ρ_0 de la solution S_0 ; le résultat sera exprimé en g. cm^{-3} puis en g. L^{-1}. En déduire la valeur de la densité d. **(0,5 pt)**

2.2 On s'intéresse à l'expérience 3.

2.2.1 Faire un schéma légendé du dispositif de dosage. **(0,25 pt)**

2.2.2 En notant l'amine par la formule R – NH_2, écrire l'équation-bilan de la réaction chimique support du dosage. **(0,25 pt)**

2.2.4 Calculer la concentration C_1 de la solution S_1, puis, en déduire la concentration C_0 de la solution S_0. **(0,5 pt)**

2.2.5 Expliquer pourquoi les élèves ont eu besoin de réaliser l'expérience 2 au lieu de doser directement la solution S_0. **(0,25 pt)**

2.3

2.3.1 Montrer que la concentration C_0 de la solution S_0 est donnée par : $C_0 = \dfrac{63\ \rho_0}{100\ M}$, relation où M est la masse molaire de l'amine. **(0,5 pt)**

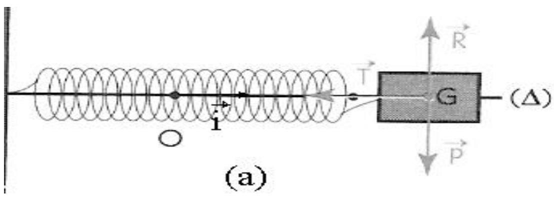
2.3.2 En déduire la masse molaire de l'amine en $g.mol^{-1}$. **(0,25 pt)**

2.3.3 Déterminer la formule brute, la formule semi-développée et le nom de la monoamine primaire sachant que sa molécule est telle que l'atome de carbone lié à l'atome d'azote est également lié à deux autres atomes de carbone. **(0,75 pt)**

Exercice n°3:

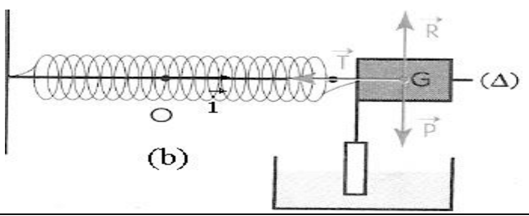
Un solide S de centre d'inertie G, de masse m = 0,1 kg, fixé à un ressort de raideur k = 10 $N.m^{-1}$ coulisse sur une tige horizontale. On désigne par x (t) la position de G dans le repère $(O, \vec{i})$ à l'instant t, O étant la position de G à l'équilibre.
On écarte S de sa position d'équilibre et on le lâche en lui donnant une vitesse initiale. L'unité de longueur est le mètre et l'unité de temps est la seconde ; on donne x(0) = 0,05m et $\dot{x}(0) = -0,5 ms^{-1}$.

1) On néglige les frottements. On dit que S est un oscillateur mécanique libre non amorti.



a) Démontrer que l'équation horaire du mouvement de G est de la forme : $x(t) = X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi)$.
b) Calculer X_{max}, ω_0, φ et la période T_0 du mouvement.
c) Calculer la position et la vitesse de S à l'instant t = 5 s.
d) racer la courbe représentative (C) de l'élongation du mouvement de G.

2) Le mouvement de S est amorti par des frottements dont la force est proportionnelle à la vitesse du mobile, le coefficient de proportionnalité f de cette force étant tel que $f^2 < 4mk$. On dit que S est un oscillateur mécanique libre amorti.



a) Justifier que l'équation différentielle du mouvement de l'oscillateur mécanique est alors :
$$\ddot{x} + \frac{f}{m}\dot{x} + \frac{k}{m}x = 0.$$
b) Démontrer que l'équation horaire du mouvement de G est de la forme : $x(t) = \lambda e^{\alpha t}\cos(\omega t + \varphi)$

c) Calculer λ, α, ω, φ et la pseudo période T du mouvement, sachant que f = 0,2 N/ms^{-1}.

d) Tracer la courbe représentative (Γ) de l'élongation du mouvement de G.

Exercice n°4:

Une bulle d'air produite par un plongeur au fond d'un lac d'eau calme remonte verticalement à la surface. Cette petite bulle s'est formée sans vitesse initiale à l'origine du temps. Elle possède un volume noté V et un rayon noté *R* tous deux supposés constants durant la remontée. La bulle d'air est soumise, entre autre, à une force de frottement fluide $\vec{f}$ d'intensité *f* = k × *v* avec *v* la vitesse de la bulle. La masse volumique de l'air sera notée ρ' et celle de l'eau ρ.

1. Préciser la direction, le sens et l'expression de toutes les forces s'exerçant sur la bulle durant sa remontée en fonction de g, V, *v*, k, ρ' et ρ.
2. Etablir l'équation différentielle régissant la vitesse de la bulle d'air et montrer qu'elle peut se mettre sous la forme : $\frac{dv}{dt} + \frac{1}{\tau}\cdot v = B$. Exprimer τ et *B* en fonction de g, V, k, ρ' et ρ.
3. Rechercher à l'aide de cette équation différentielle l'expression de la vitesse limite v_L de la bulle en fonction de τ et *B*. Détailler les explications et les calculs.
4. Déterminer l'expression donnant le rayon *R* de la bulle d'air en fonction de η, v_L, g, ρ' et ρ et calculer ce rayon sachant que la vitesse limite atteinte par la bulle lors de sa remontée est de 15,0 m·min^{-1}.
5. La solution de cette équation différentielle peut se mettre sous la forme : $v(t) = \alpha \cdot e^{-\frac{1}{\tau}\cdot t} + \beta$

Montrer que cette solution peut s'écrire : $v(t) = v_L\left(1 - e^{-\frac{1}{\tau}\cdot t}\right)$. *On précise que* $e^0 = 1$ *et que* $\lim_{x\to\infty}(e^{-x}) = 0$

6. A l'aide de cette expression de la vitesse en fonction du temps, retrouver, en détaillant le calcul, la valeur initiale de la vitesse de la bulle d'air.
7. Montrer que l'expression de *v*(*t*) conduit à la vitesse limite v_L après une durée importante.
8. A l'aide des observations précédentes tracer l'allure de la courbe représentative de *v* = f(t).
9. Montrer que pour une durée t = 5 ×τ on peut considérer que la bulle a atteint sa vitesse limite v_L.

<u>Données</u> :k = 6π × η × R; viscosité de l'eau η = 1,0 × 10^{-3} S.I.; g = 9,8 N·kg^{-1} ; Volume d'une sphère : V =4/3 π R^3
Masse volumique de l'air : ρ' = 1,3 kg·m^{-3}; Masse volumique de l'eau : ρ = 1000 kg·m^{-3}

Exercice n°5:

- Les deux parties A et B sont indépendantes.
- Dans tout le problème, on néglige tous les frottements et on prendra g = 10m.s^{-2}

PARTIE A: Une bille (B_1) de masse m_1 = 200g assimilable à un point matériel peut glisser sur une piste ABC situé dans un plan vertical.

- Piste AB : ligne de la plus grande pente d'un plan de longueur 2,5m incliné d'un angle α = 30° avec l'horizontal.
- Piste BC : ligne dans le plan horizontal (H) qui se trouve à une hauteur h = 1,20m du sol.

Le plan horizontal (H) est parfaitement raccordé en B au plan incliné (F*igure 3).*

1- [B_1] part du point A sans vitesse initiale, déterminer la vitesse V_c de la bille au point C.

2- Au point C, se trouve une autre bille (B_2) de masse m_2= 300g, initialement au repos. (B_2) est suspendue à une extrémité d'un fil vertical de longueur l. L'autre extrémité du fil est fixée au point O toujours sur la verticale contenant le point C. Le système *{(B_2)* + fil} constitue donc un pendule simple. La vitesse de la bille (B_2) juste après le choc est V_0 =4ms^{-1}. Le choc est parfaitement élastique. Calculer la vitesse de (B_1) juste après le choc.

3- Lorsque (B_2) arrive en D avec une vitesse V_D =3,5m.s^{-1} et telle que $(\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OD})$=θ=45°, le fil reste tendu et se casse.

a) Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire y= f(x) de (B_2) dans le repère $(\overrightarrow{Dx}, \overrightarrow{Dy})$.

b) Déterminer la distance EE' où E' est le point d'impact de (B_2) au sol.

On donne Cos 45° ≈ 0,7

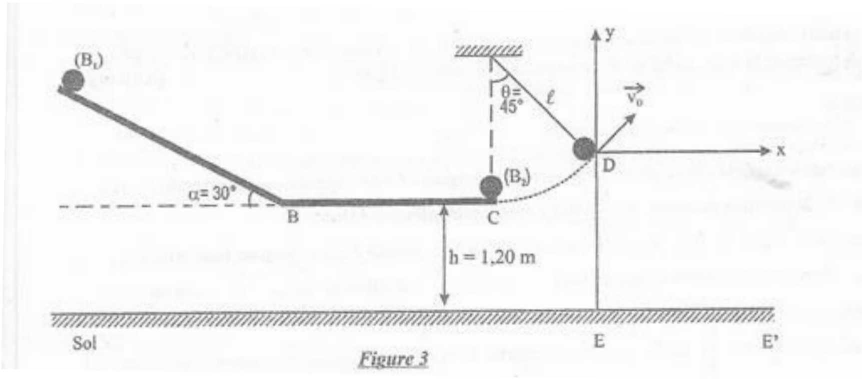


Figure 3

PARTIE B

On considère un système (S) constitué:

- d'un disque plein homogène (D) de masse M, de rayon r = 45,5 cm et de centre I
- d'une tige homogène (T), de masse négligeable, de longueur l = 4r, fixée sur un diamètre du disque.
- d'un solide ponctuel de masse m= $\frac{M}{2}$, fixé à l'extrémité inférieur A de la tige.

Le système (S) ={Disque (D) + Tige (T) + solide ponctuel} est mobile dans un plan vertical et oscille autour d'un axe (Δ) horizontal passant par 0 tel que OI = $\frac{r}{2}$. Le milieu de la tige et le centre du disque se coïncident en I (Figure 4).

1- Prouver que OG = b = $\frac{7}{6}$ r où G est le centre d'inertie du système (S), et que le moment d'inertie du système (S) par rapport à l'axe (Δ) est $J_\Delta = \frac{31}{4}mr^2$

2- A partir de sa position d'équilibre, on écarte le système (S) d'un angle faible θ_m puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

En utilisant le théorème de l'accélération angulaire, déterminer l'équation différentielle du mouvement et la longueur du pendule simple synchrone au pendule pesant.

NB: L'équation différentielle sera exprimée en fonction de $\ddot{\theta}, \theta$, g et r.

3- Le système (S) est maintenant soutenu de part et d'autre par deux fils de torsion de mêmes caractéristiques. On note C la constante de torsion de chaque fil.

Les fils sont horizontaux et perpendiculaires au plan du disque (figure 5).

On écarte de nouveau le système d'un angle de faible amplitude à partir de sa position d'équilibre puis on l'abandonne sans vitesse initiale. Etablir l'équation différentielle du mouvement du pendule qui est à la fois pesant et torsion, en utilisant la conservation de l'énergie mécanique du système {(S) + fils de torsion + terre}, en fonction de $\ddot{\theta}$,θ , m , g , b , C et J_Δ.

La position d'équilibre est le niveau de référence à énergie potentielle nulle; c'est aussi l'origine des altitudes.

On donne: si θ faible alors sin θ ≈ tan θ ≈ θ et 1 - cos θ ≈ $\frac{\theta^2}{2}$. (θ en rad).

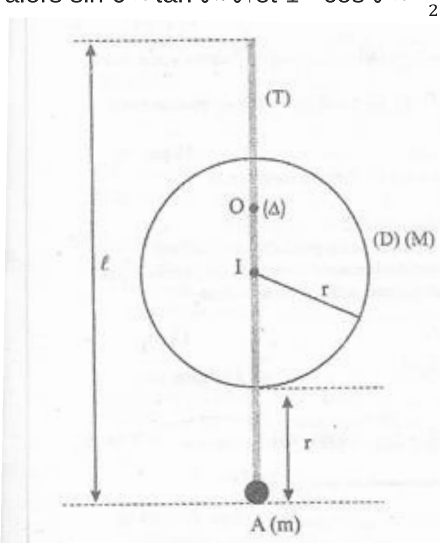


Figure 4

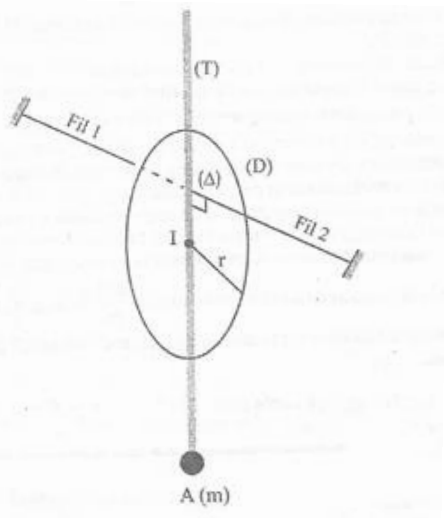


Figure 5