LYCEE TAMBA COMMUNE Année scolaire 2012-2013

Classes: T[le] S₂A, T[le] S₂B Prof : M.DIAGNE-M.FAYE

COMPOSITION DE SCIENCES PHYSIQUES N°I DU PREMIER SEMESTRE (Durée :4H)

Exercice1 (4pts)

Une planète "de type terrestre habitable", capable d'abriter une vie extra-terrestre, a été détectée pour la première fois hors de notre système solaire par une équipe d'astronomes européens, dont plusieurs Genevois.

Cette exo-planète, nommée Gliese c, qui orbite autour de l'étoile Gliese 581 à 20,5 années-lumière est la première et la plus légère des quelque 200 connues à ce jour à "posséder à la fois une surface solide ou liquide et une température proche de celle de la Terre", selon ses découvreurs.

Dans tout l'exercice, l'étoile Gliese 581 est notée E et son exo-planète Gliese c est notée C.

Données complémentaires :

- *Caractéristiques de la planète C :*

Valeur du champ de gravitation à la surface : $g_0 = 22\ N.kg^{-1}$ *; Masse estimée :* $M_C = 3,0.\ 10^{25}$ kg*; Rayon estimé :* $R_C = 9,6\ .10^6$ m.

- *Unité astronomique :* 1 U.A. = $1,50.10^{11}$ m.
- *Constante de Planck :* h = $6,626.10^{-34}$ J.s.
- *Célérité de la lumière :* c = $3,00.10^8$ m. s^{-1}.
- 1eV =$1,6.10^{-19}$J.

La résolution de cet exercice se fait sans utiliser la valeur numérique de la constante de gravitation universelle G.

Première partie : cette étude se fera dans un référentiel, considéré comme galiléen, lié au centre de la planète C.

1. Étude de la gravitation à la surface de la planète C.

 1.1. Représenter sur un schéma la force de gravitation $\vec{F}$ exercée par la planète C de masse M_C et de rayon R_C sur un objet A de masse m situé à l'altitude h.

 1.2. Donner l'expression de la valeur de cette force en fonction de M_C, m, R_C, h et de la constante de gravitation universelle G.

 1.3. La valeur g du champ de gravitation est définie par la relation : $g = \frac{F}{m}$.

 En déduire l'expression de la valeur g_0 du champ de gravitation à la surface de la planète C en fonction de M_C, R_C et de la constante de gravitation universelle G.

2. Vitesse d'un satellite de la planète C

 2.1. Déterminer l'expression de la valeur V_1 de la vitesse de l'objet A de masse m satellisé sur une orbite circulaire à l'attitude h.

2.2. Montrer que si h est négligeable devant R_C, $V_1 = \sqrt{\dfrac{GM_C}{R_C}}$.

3. *On appelle vitesse de libération la valeur minimale de la vitesse que doit posséder un objet A situé à la surface d'une planète pour quitter le champ de gravitation de celle-ci. Pour la planète C, cette vitesse V_2 a pour expression* $V_2 = \sqrt{\dfrac{2GM_C}{R_C}}$.

Pour une autre planète de masse M donnée, la vitesse de libération V_2 augmente-t-elle ou diminue-t-elle avec le rayon de la planète ? Justifier la réponse.

4. *Cette vitesse de libération V_2 est en relation directe avec l'existence d'une atmosphère à la surface d'une planète : à une température donnée, si la vitesse de libération est trop faible, les molécules de gaz s'échappent facilement et l'existence d'une atmosphère à la surface de la planète est impossible.*

4.1. Montrer que la vitesse V_2 peut aussi s'écrire $V_2 = \sqrt{2g_0R_C}$.

4.2. Calculer la vitesse de libération pour la planète C, et la comparer à la vitesse de libération pour la Terre qui est de 11,2 $km.s^{-1}$.

4.3. Si l'on suppose que la planète C et la Terre sont soumises à des conditions de température très voisines, l'existence d'une atmosphère sur la planète C est-elle possible ?

Deuxième partie : cette étude se fera dans un référentiel, considéré comme galiléen, lié au centre de l'étoile E.

L'étoile E possède trois planètes actuellement identifiées : Gliese b notée B, Gliese c notée C et Gliese d notée D.

On considère que ces trois planètes se déplacent sur des orbites pratiquement circulaires.

Le tableau ci-dessous regroupe quelques caractéristiques de ces planètes.

	B	C	D
Période (jours)	T_b = 5,366	T_c =12,93	T_d = 84,4
Rayon trajectoire (U.A.)	r_b = ?	$r_c = 7{,}27.10^{-2}$	$r_d = 2{,}54.10^{-1}$

1 *La vitesse V d'une planète en mouvement circulaire uniforme autour de son étoile est donnée par la relation* $V = \sqrt{\dfrac{GM}{r}}$ *, r désignant le rayon de la trajectoire.*

Donner la signification de la lettre M intervenant dans cette relation.

2. Rayon de la trajectoire de la planète B

2.1. Énoncer la troisième loi de Kepler, relative à la période de révolution de la planète autour de son étoile.

2.2. Calculer la valeur de la constante de proportionnalité intervenant dans cette loi en utilisant les données du tableau précédent. <u>*On utilisera le jour pour unité de temps et l'unité astronomique pour unité de distance.*</u>

2.3. Calculer, en unité astronomique, le rayon de la trajectoire de la planète B.

EXERCICE2: **(4pts)** CHUTE D'UNE BILLE DANS LA GLYCÉRINE

La glycérine connue aussi sous le nom du glycérol se présente sous la forme d'un liquide transparent, visqueux, incolore et non toxique.

On se propose dans cet exercice de déterminer dans une première partie, la valeur expérimentale de la viscosité de ce liquide. La deuxième partie, théorique, utilise une méthode numérique pour simuler le mouvement de chute d'une bille dans ce liquide.

1. Mesure de la viscosité η de la glycérine

La viscosité désigne la capacité d'un fluide à s'écouler. Elle dépend fortement de la température.

Pour mesurer la viscosité de la glycérine, on utilise un dispositif appelé viscosimètre de HOEPLER (ou viscosimètre à chute de bille).

Il se compose d'un long tube de verre vertical, rempli du liquide étudié, dans lequel on laisse tomber une bille sphérique en acier de diamètre calibré.

La durée de chute $\Delta t'$ correspondant à une distance de chute h connue est mesurée à l'aide de deux capteurs reliés à un chronomètre électronique. Les deux capteurs sont repérés par les positions R_1 et R_2 comme le montre le schéma de la figure 1 ci-contre.

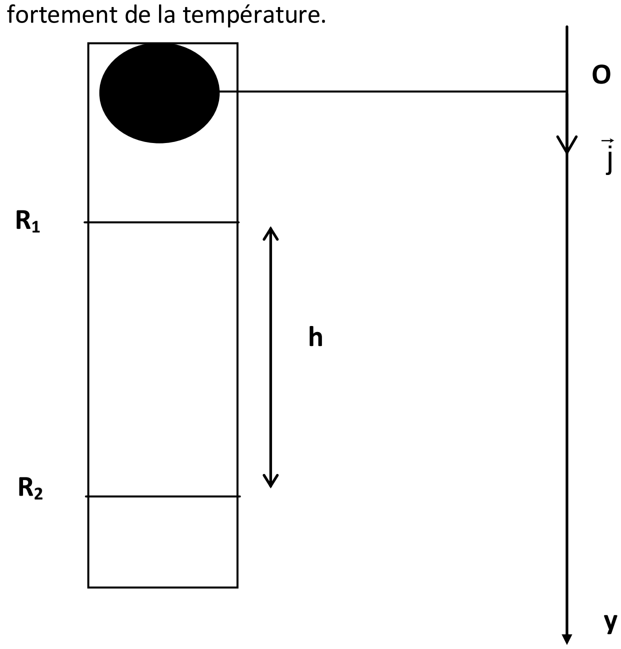


Figure 1

<u>**Données :**</u>

Rayon de la bille : r = 5,00 mm

Masse volumique de la bille : $\rho = 7{,}80.10^3$ kg.m^{-3}

Masse volumique de la glycérine : $\rho_0 = 1.26.10^3$ kg.m^{-3}

Intensité de la pesanteur : g = 9,81 m.s^{-2} ; Volume d'une sphère : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

On étudie le mouvement de la bille dans le référentiel terrestre (considéré comme galiléen) muni d'un repère (O, $\vec{j}$). O est l'origine du repère. Son vecteur unitaire $\vec{j}$ est vertical et orienté vers le bas. La bille totalement immergée dans le liquide, est abandonnée du point O sans vitesse initiale.

1.1. Représenter sur un schéma, sans souci d'échelle, les forces appliquées à la bille en mouvement dans le liquide : son poids $\vec{P}$, la poussée d'Archimède $\vec{P}_A$ et la force de frottement fluide $\vec{f}$.

1.2. Exprimer littéralement la valeur P du poids de la bille en fonction de ρ, V et g.

1.3. Exprimer la valeur P_A de la poussée d'Archimède en fonction de ρ_o, V et g.

1.4. Lors de sa chute, la bille atteint rapidement sa vitesse limite v_{lim} avant son passage au niveau du repère R_1.

1.4.1. Quel est le mouvement de la bille entre les deux repères R_1 et R_2? Justifiez votre réponse.

1.4.2. Quelle est alors la relation vectorielle liant les forces appliquées à la bille ? Justifiez votre réponse.

1.5. Dans le cas du fluide étudié, la force de frottement est proportionnelle à la vitesse de chute de la bille :

$$\vec{f} = -6\pi\eta r\vec{V} \quad \text{où } \eta \text{ est la viscosité de la glycérine.}$$

1.5.1. Donner l'unité de η.

1.5.2. En projetant la relation vectorielle établie dans la question 1.4.2 suivant le repère (O, $\vec{j}$), montrer que la viscosité η du fluide étudié s'exprime par la relation :

$$\eta = \frac{2r^2g(\rho - \rho_0)}{9v_{lim}}$$

1.6. On mesure la durée de chute de la bille en mouvement rectiligne uniforme entre les repères R_1 et R_2 distants d'une hauteur h = 40,0 cm. On obtient $\Delta t'$ = 1,66 s à la température θ = 20°C.

1.6.1. Calculer la vitesse limite v_{lim} de la bille.

1.6.2. En déduire la valeur expérimentale de la viscosité η de la glycérine à la température d'étude.

1.6.3. La valeur théorique de la viscosité de la glycérine à cette température est $\eta_{thé}$= 1,49 SI.

En effectuant un calcul d'écart relatif: $100 \times \frac{|\eta_{thé} - \eta|}{\eta_{thé}} =$, comparer la valeur trouvée expérimentalement de la viscosité η de la glycérine à sa valeur théorique.

2. Étude théorique du mouvement de la bille

À l'instant choisi comme origine des dates, la bille est abandonnée sans vitesse initiale au point O.

2.1. En utilisant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle liant la vitesse de la bille et sa dérivée par rapport au temps est de la forme : $\frac{dv}{dt}$ + Av = B avec A = 34,4 s^{-1} et B = 8,23 $m.s^{-2}$.

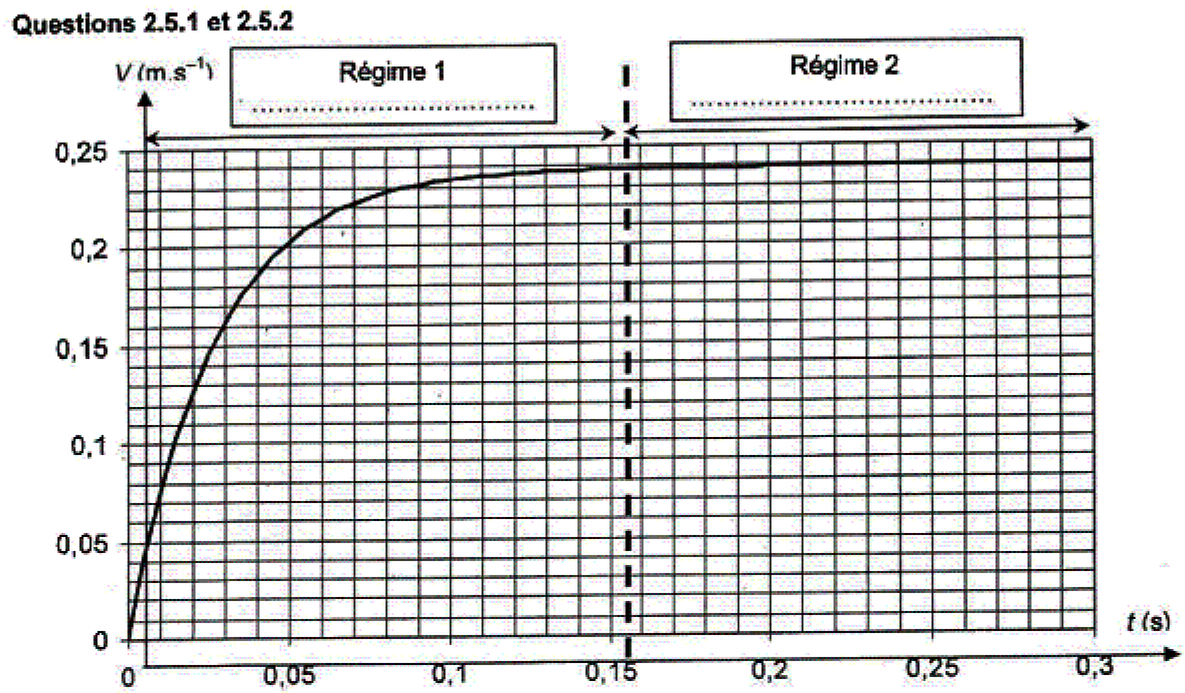
Identifiez les expressions des termes A et B dans cette équation.

2.2. En déduire la valeur de la vitesse limite atteinte par la bille. Est-elle en accord avec la valeur trouvée expérimentalement dans la question 1.6.1.?

2.3. La courbe v = f(t) représentée sur la FIGURE 1 DE L'ANNEXE, permet de mettre en évidence deux régimes distincts pour le mouvement de la bille. Ces deux régimes sont séparés par le trait en pointillé vertical dessiné sur le graphe.

2.3.1. Compléter les cases de la FIGURE 1 DE L'ANNEXE en identifiant ces deux régimes.

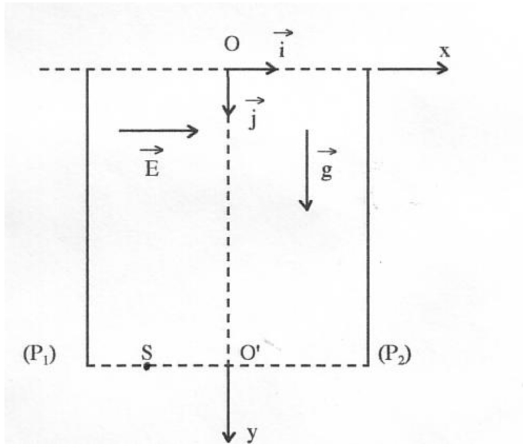
2.3.2. Déterminer graphiquement le temps caractéristique τ en prenant soin d'expliquer votre méthode.



<u>figure 1 :</u>

<u>**Exercice3:** (4pts)</u>

Une petite sphère électrisée de masse m = 2 g, considérée comme ponctuelle pénètre avec une vitesse nulle au point O, milieu de l'entrée des armatures (P_1) et (P_2) d'un condensateur. La petite sphère porte une charge de valeur absolue |q| = 400 nC. Les armatures ont une longueur L = 20 cm et sont distantes de d = 10 cm. La tension entre les armatures du condensateur est U = 1000 V. Il règne concomitamment à l'intérieur des armatures le champ de pesanteur $\vec{g}$ et un champ électrique $\vec{E}$ dont le sens est précisé sur la figure ci-contre.



1) Quel doit être le signe de la charge portée par la sphère pour que celle-ci sorte des armatures au point S ?

2) Montrer que le mouvement de la sphère entre les armatures est uniformément accéléré. Calculer la valeur de son accélération.

3) Établir en fonction de |q|, m, d, U, g et x l'équation de la trajectoire de la sphère entre les armatures dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$. Donner son expression numérique. Quelle est sa nature ?

4) Déterminer dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$, les coordonnées du point S de sortie de la sphère des armatures.

Exercice4 :

L'étiquette d'une boîte de médicament utilisé pour traiter l'anémie par carence de fer, indique qu'un comprimé contient 160 mg d'élément fer sous forme d'ions fer (II). Pour vérifier cette indication, on dissout un comprimé de ce médicament dans de l'eau et on y ajoute, en excès, une solution de permanganate de potassium et un peu d'acide sulfurique concentré. On obtient ainsi une solution S de volume V = 200 mL. Avec cette solution on remplit une série de tubes qu'on scelle et qu'on maintient à une température constante égale à 37°C.

Dans chaque tube il se produit une réaction d'équation-bilan :

$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + H_3O^+ \rightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 12H_2O$

A des dates données, on dose les ions manganèse formés dans ces tubes. On obtient alors le tableau suivant :

t(min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$[Mn^{2+}](10^{-3}mol.L^{-1})$	0,00	0,99	1,53	1,98	2,25	2,46	2,61	2,67	2,76	2,82	2,82	2,82

1.1 Préciser le rôle de l'acide sulfurique concentré ajouté au contenu de chaque tube. **(0,25 pt)**

1.2 Tracer la courbe représentant les variations de la concentration des ions manganèse au cours du temps **(courbe à rendre avec la copie)**. Echelle : 1 cm $\rightarrow$ 2 min et 1 cm $\rightarrow$ $0,3.10^{-3}$ mol L^{-1}. **(0,75 pt)**

1.3 Déterminer, graphiquement, les valeurs de la vitesse instantanée de formation des ions manganèse aux dates t_1 = 9 min et t_2 = 19 min.

(0,75 pt)

1.4 Etablir la relation entre les vitesses instantanées de formation des ions manganèse et de disparition des ions fer (II). En déduire les vitesses de disparition des ions fer (II) aux dates t_1 = 9 min et t_2 = 19 min. **(01,25 pt)**

1.5 Calculer la concentration initiale des ions fer (II) dans la solution S. En déduire la masse de fer dans un comprimé du médicament considéré. **(0,75 pt)** A votre avis l'indication de l'étiquette de la boîte du médicament est-elle correcte ? **(0,25 pt)**

On donne : masse molaire atomique : M(Fe) = 56 $g.mol^{-1}$

Exercice 5 : (4pts)

L'acide lactique est un acide carboxylique α-hydroxylé. De ses multiples propriétés on peut citer celle d'augmenter l'élasticité de la peau, de lisser les rides peu profondes, les imperfections de surface et de pigmentation.

Sa formule semi développée est donnée ci contre : $CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-COOH$

2.1 Entourer et nommer le (s) groupe (s) fonctionnel (s) présent (s) dans la molécule de l'acide lactique. **(0,5 pt)**

2.2 On fait réagir l'acide lactique avec un alcool A, de formule brute $C_4H_{10}O$, en présence d'acide sulfurique. Il se forme uniquement un ester B et de l'eau. La molécule de l'alcool A a une chaîne carbonée ramifiée ; elle peut également subir une oxydation ménagée. Donner les formules semi-développées de l'alcool A et de l'ester B. **(01pt)**

2.3 Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide lactique et l'alcool A. **(0,5 pt)**

2.4 L'ester B peut réagir avec l'hydroxyde de sodium pour donner du lactate de sodium et l'alcool A. Ecrire l'équation bilan de cette réaction. **(0,75 pt)**

2.5. La déshydratation intermoléculaire de l'acide lactique conduit au lactide, molécule précurseur du

polymère polylactique ou PLA, qui est un matériau biodégradable.

Ecrire les équations des réactions de déshydratation de l'acide lactique dans les cas suivants : **(01,25 pt)**

1ercas : le produit de la déshydratation est un anhydride d'acide ;

LYCEE TAMBA COMMUNE Année scolaire 2012-2013

Classes: T^{le} S_2A, T^{le} S_2B Prof : M.DIAGNE-M.FAYE

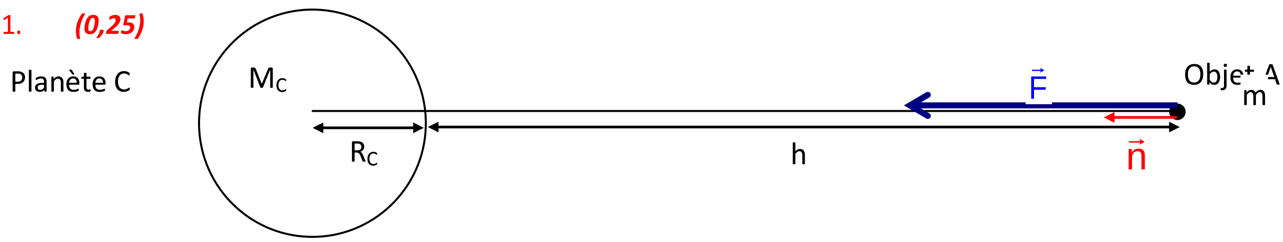
CORRECTION DE LA COMPOSITION DE SCIENCES PHYSIQUES N°I DU PREMIER SEMESTRE (Durée :4H)

Exercice1 (4pts)

Première partie : cette étude se fera dans un référentiel, considéré comme galiléen, lié au centre de la planète C.

1. Étude de la gravitation à la surface de la planète C.

2.1. ***(0,25)***



2.2. ***(0,25)*** $\boxed{F = G\dfrac{m.M_C}{(R_C+h)^2}}$

2.3. ***(0,25)*** $g = \dfrac{F}{m} = G\dfrac{M_C}{(R_C+h)^2}$ à la surface de la planète h = 0 m donc : $\boxed{g_0 = \dfrac{G.M_C}{R_C^2}}$

3. Vitesse d'un satellite de la planète C

2.3. ***(0,75)*** D'après la deuxième loi de Kepler (loi des aires), le rayon vecteur $\overrightarrow{CA}$ (reliant les centres de A et C) balaye des surfaces égales pendant des intervalles de temps égaux. L'orbite de A étant **circulaire**, on en déduit que le mouvement est **uniforme**.

Dans le référentiel galiléen lié au centre de la planète C, la deuxième loi de Newton appliquée à l'objet A donne : $\vec{F} = m.\vec{a}$

En considérant le vecteur unitaire $\vec{n}$ dirigé vers le centre de la planète :

$$\vec{F} = G.\frac{m.M_C}{(R_C+h)^2}.\vec{n} \quad \text{et} \quad \vec{a} = \frac{V_1^2}{(R_C+h)}.\vec{n}$$ en reportant :

$G.\dfrac{m.M_C}{(R_C+h)^2}.\vec{n} = \dfrac{m.V_1^2}{(R_C+h)}.\vec{n}$ en projection sur l'axe porté par le vecteur unitaire $\vec{n}$ et

en simplifiant par m et par $\dfrac{1}{(R_C+h)}$, il vient : $V_1^2 = \dfrac{G.M_C}{(R_C+h)}$ soit finalement :

$$\boxed{V_1 = \sqrt{\frac{G.M_C}{(R_C + h)}}}$$

2.4. ***(0,25)*** Si h est négligeable devant R_C alors $(R_C + h) \approx R_C$ et $\boxed{V_1 = \sqrt{\frac{GM_C}{R_C}}}$

3. ***(0,25)*** Pour la planète de masse M et de rayon R , la vitesse de libération V_2 a pour expression $V_2 = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ et varie donc comme $\frac{1}{\sqrt{R}}$.

Avec G et M = Ctes , si R augmente alors V_2 diminue.

4.4. ***(0,25)*** On a établi en 1.3. : $g_0 = \frac{G.M_C}{R_C^2}$ donc $G.M_C = g_0.R_C^2$

En reportant dans $V_2 = \sqrt{\frac{2G.M_C}{R_C}}$ il vient : $V_2 = \sqrt{\frac{2g_0R_C^2}{R_C}}$ Soit finalement : $\boxed{V_2 = \sqrt{2g_0R_C}}$

4.5. ***(0,25)*** $V_2 = \sqrt{2 \times 22 \times 9,6.10^6} = 2,1.10^4\ m.s^{-1} = 21.10^3\ m.s^{-1} = \mathbf{21\ km.s^{-1}}$ vitesse de libération supérieure à celle sur Terre car $V_2 > 11,2\ km.s^{-1}$.

4.3. ***(0,25)*** Une atmosphère est composée d'un mélange de gaz, donc de molécules soumises à l'agitation thermique. Cette agitation thermique augmente avec la température. En imaginant qu'on puisse augmenter la température à la surface de la planète, ces molécules viendraient à avoir une vitesse supérieure à la vitesse de libération, et donc à s'échapper définitivement de la planète ; la planète perdrait son atmosphère.

Si la planète C a une température voisine de celle de la Terre, alors, puisque la vitesse de libération y est supérieure, elle conserve son atmosphère.

Deuxième partie : étude dans un référentiel, considéré comme galiléen, lié au centre de l'étoile E.

1 ***(0,25)*** Dans l'expression $V = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$, la lettre M représente la masse de l'étoile autour de laquelle tourne la planète.

2. Rayon de la trajectoire de la planète B

2.1. ***(0,25)*** Troisième loi de Kepler : le carré de la période de révolution T de la planète autour de son étoile est proportionnelle au cube du rayon r de sa trajectoire :

$\boxed{T^2 = k \times r^3}$ où k est la constante de proportionnalité.

Remarque : cette expression n'est valable que dans le cas d'un mouvement circulaire. Si la trajectoire est une ellipse, on a $T^2 = k \times a^3$ où a est le demi-grand axe.

2.2. ***(0,25)*** Pour tout corps en orbite autour de l'étoile E, la constante de proportionnalité k a la même valeur.

Utilisons les données relatives à la planète C pour la déterminer : $k = \dfrac{T_c^2}{r_c^3}$ avec T_C en jour et r_C en U.A,

il vient : $\mathbf{k} = \dfrac{12{,}93^2}{(7{,}27.10^{-2})^3} = \mathbf{4{,}35.10^5}$ $d^2.(U.A)^{-3}$. *Avec la planète D, on obtient la même valeur.*

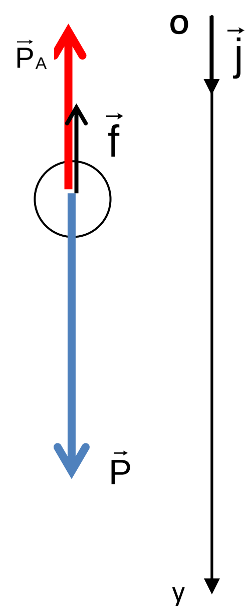
2.3. ***(0,5)*** On a : $k = \dfrac{T_b^2}{r_b^3} = \dfrac{T_c^2}{r_c^3}$ donc il vient $r_b^3 = \dfrac{T_b^2.r_c^3}{T_c^2}$ soit $r_b = \left(\dfrac{T_b^2.r_c^3}{T_c^2}\right)^{1/3} = \boxed{\left(\dfrac{T_b}{T_c}\right)^{2/3}.r_c}$

$$\mathbf{r_b} = \left(\frac{5{,}366}{12{,}93}\right)^{2/3} \times 7{,}27.10^{-2} = \mathbf{4{,}04 \times 10^{-2}\ U.A.}$$

Remarque : comme la planète B a la période de révolution la plus petite, il est normal que le rayon de sa trajectoire soit également le plus petit.

EXERCICE2: **(5pts)** CHUTE D'UNE BILLE DANS LA GLYCÉRINE

1. Mesure de la viscosité η de la glycérine



1.1. **Voir schéma.** ***(0,25x3)***

1.2. ***(0,25)*** **Poids de la bille : $P = m_{bille}.g$. or $\rho = \dfrac{m_{bille}}{V}$ donc $\boxed{P = \rho.V.g}$**

1.3. ***(0,25)*** **Poussée d'Archimède : $P_A = m_{gly}.g$. où m_{gly} est la masse de glycérol déplacé par la bille, donc $\boxed{P_A = \rho_0.V.g.}$**

1.4.1. ***(0,25)*** **La vitesse limite est atteinte avant le passage au niveau de R_1. Entre les deux repères R_1 et R_2 , le** vecteur vitesse $\vec{V}$ **de la bille est** constant **(norme $v = v_{lim}$, direction selon l'axe Oy et sens celui de $\vec{j}$). La bille a un** mouvement rectiligne et uniforme**.**

1.4.2. ***(0,25)*** **La** première loi de Newton **(principe d'inertie) indique que les forces se compensent. Alors** $\Sigma\vec{F}_{ext} = \vec{0}$ $\boxed{\vec{P} + \vec{P}_A + \vec{f} = \vec{0}.}$

1.5.1. ***(0,25)*** **On a :** $\boldsymbol{f = 6\pi.\eta.r.v}$

Analyse dimensionnelle : $[\eta]$ =

$$\frac{[f]}{[r].[v]} = \frac{[m].[a]}{[r].[v]} = \frac{M.L.T^{-2}}{L.L.T^{-1}} = M.L^{-1}.T^{-1}$$

Donc η **s'exprime en** $kg.m^{-1}.s^{-1}$**.**

1.5.2. ***(0,25)*** $\vec{P} + \vec{P}_A + \vec{f} = \vec{0} \Leftrightarrow \rho.V.g\,\vec{j} - \rho_0.V.g\,\vec{j} - 6\pi.\eta.r.v_{lim}\,\vec{j} = \vec{0}$

en projection sur l'axe (y'y) on a :

$$\Leftrightarrow \rho.V.g - \rho_0.V.g - 6\pi.\eta.r.v_{lim} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad V.g.(\rho - \rho_0) = 6\pi.\eta.r.v_{lim} \quad \Leftrightarrow \eta = \frac{V.g}{6\pi.r.v_{lim}}.(\rho - \rho_0)$$

Or : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ **donc en reportant :** $\eta = \frac{4}{3}\pi r^3.\frac{g}{6\pi.r.v_{lim}}.(\rho - \rho_0)$ **finalement :** $\boxed{\eta = \frac{2r^2.g.(\rho - \rho_0)}{9v_{lim}}}$

1.6.1. ***(0,25)*** $v_{lim} = \frac{h}{\Delta t'}$ $\quad v_{lim} = \frac{40,0 \times 10^{-2}}{1,66}$ = 0,241 m.s^{-1}.

1.6.2. ***(0,25)*** $\eta = \frac{2r^2.g.(\rho - \rho_0)}{9v_{lim}}$

$$\eta = \frac{2 \times (5,00 \times 10^{-3})^2 \times 9,81 \times (7,80 \times 10^{3} - 1,26 \times 10^{3})}{9 \times 0,241} = 1,48 \text{ kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

1.6.3. ***(0,25)*** $\eta_{thé}$**= 1,49 SI.**

écart relatif : $100 \times \frac{|\eta_{thé} - \eta|}{\eta_{thé}} = 100 \times \frac{|1,49 - 1,48|}{1,49} =$ **0,7 %.**

2. Étude théorique du mouvement de la bille

2.1. **On applique la deuxième loi de Newton à la bille, de masse m, dans le référentiel du laboratoire, supposé galiléen :** $\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m.\vec{a} \Leftrightarrow \quad \vec{P} + \vec{P}_A + \vec{f} = m.\vec{a}$

$$\Leftrightarrow \quad \rho.V.g.\,\vec{j} - \rho_0.V.g.\,\vec{j} - 6\pi.\eta.r.v\,\vec{j} = \rho.V.\frac{d\vec{v}}{dt}$$

en projection sur (y'y) : $\rho.V.g - \rho_0.V.g - 6\pi.\eta.r.v = \rho V.\frac{dv}{dt}$

en divisant par (ρ.V), il vient : $\frac{dv}{dt} = g - \frac{\rho_0}{\rho}.g - \frac{6\pi.\eta.r}{\rho.V}.v = g.\left(1-\frac{\rho_0}{\rho}\right) - \frac{6\pi\eta r}{\rho V}.v$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{6\pi\eta r}{\rho V}.v = g.\left(1-\frac{\rho_0}{\rho}\right)$$

en identifiant avec l'équation: $\frac{dv}{dt} + A.v = B$ on a : $\boxed{A = \frac{6\pi.\eta.r}{\rho.V}}$ *(0,25)* et *(0,25* $\boxed{B = g.\left(1-\frac{\rho_0}{\rho}\right)}$

Remarque : on peut vérifier les valeurs de A et B proposées dans le sujet :

$$A = \frac{6\pi\times 1,49\times 5,00\times 10^{-3}}{7,80\times 10^{3}\times \frac{4}{3}.\pi.\left(5,00\times 10^{-3}\right)^{3}} = 34,4\ s^{-1} \qquad B = 9,81\times\left(1-\frac{1,26\times 10^{3}}{7,80\times 10^{3}}\right) = 8,23\ m.s^{-2}$$

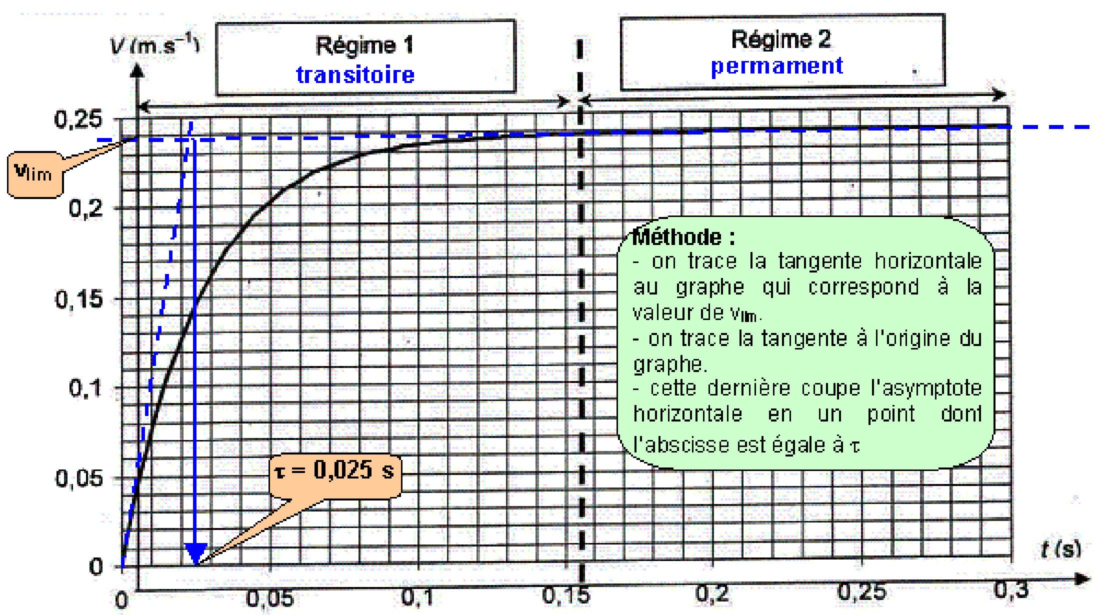
2.2. *(0,25)* **Vitesse limite atteinte par la bille : $v = v_{lim}$ = cte alors $\frac{dv}{dt} = 0$ donc $A.v_{lim} = B$ soit** $v_{lim} = \frac{B}{A}$

$v_{lim} = \frac{8,23}{34,4} = 0,239\ m.s^{-1}$ **or** **en 1.6.1. on a mesuré** $v_{lim,exp} = 0,241\ m.s^{-1}$

La valeur v_{lim} est en accord la valeur expérimentale $v_{lim,exp}$: écart relatif de 0,8 %.

2.3.

2.3.1. ***(0,25x2)***



2.3.2 Détermination graphique de la constant de temps τ= 0,025s*(0,25)* ***et explication (0,25)***

EXERCICE3: **(3pts)**

1) ***(0,5)*** La sphère est chargée négativement car elle est attirée par la plaque positive
2) ***(0,5)*** Le mouvement entre les plaques est accéléré car la vitesse croit au cours de son mouvement. La valeur de l'accélération est déterminée en appliquant la 2ème loi de Newton $\vec{F}$+ $\vec{P}$= m$\vec{a}$

   $\Leftrightarrow$ q$\vec{E}$ +m$\vec{g}$= m$\vec{a}$ $\Leftrightarrow$ $\vec{a} = q\frac{\vec{E}}{m} + \vec{g}$

   Projection sur les axes xx' et yy' $\begin{cases} a_x = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md} = \frac{-400x10^{-9}x1000}{2.10^{-3}x0,1} = -2 \\ a_y = g = 9,8 \end{cases}$

   $a = \sqrt{(-2)^2 + 9,8^2}$=10$m.s^{-2}$***(0,5)***
3) L'équation de la trajectoire

   $\begin{cases} x = \frac{qU}{2md}t^2 \\ y = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases} \Leftrightarrow t^2 = \frac{2md}{qU}x \Leftrightarrow y = \frac{mdg}{qU}x$

   Son expression numérique : $y = \frac{2.10^{-3}x0,1x9,8}{-400x10^{-9}x1000}x \Leftrightarrow$ **y=- 4,9 x** ***(1pt)***
4) ***(0,25x2)*** Les coordonnées du point S de sortie

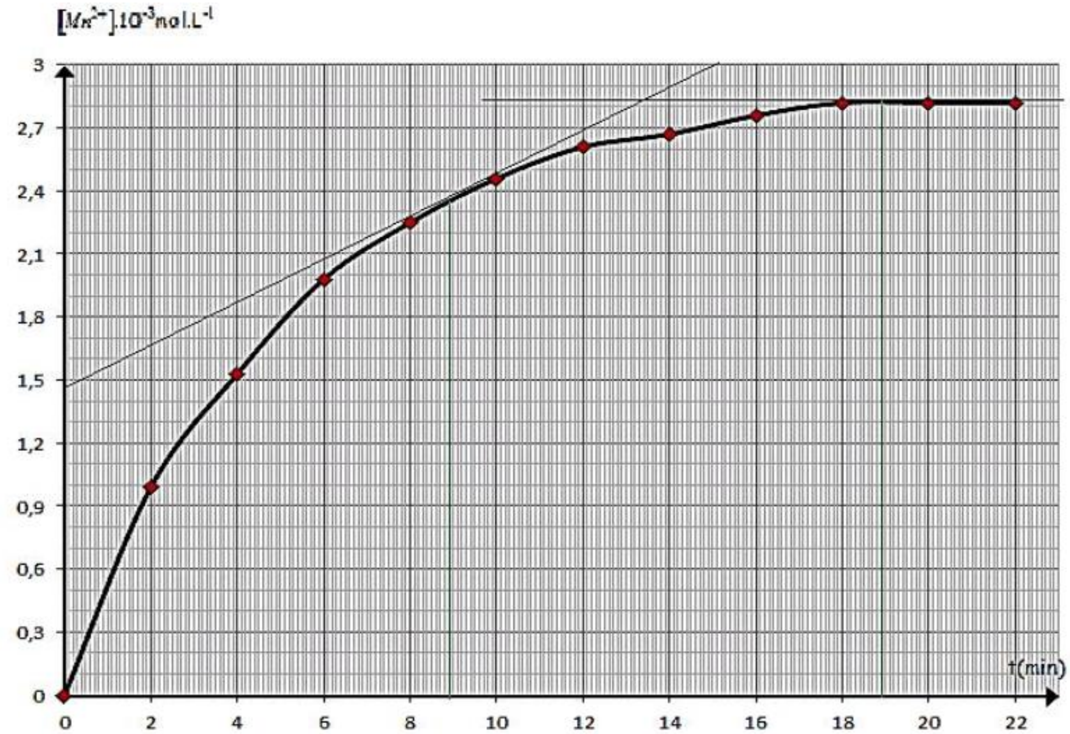
   A la sortie y_S= L , donc x_S= - $\frac{1}{4,9}$ y_S = - $\frac{1}{4,9}$ $L = -\frac{1}{4,9}x\ 0,20 = -0,04$

   D'où S $\begin{cases} x_S = -0,04 \\ y_S = 0,2 \end{cases}$

EXERCICE4: **(4pts)**

1.1 Rôle de l'acide sulfurique : c'est un réactif.

1.2 Tracer de la courbe $[Mn^{2+}]$ = f(t).



Courbe représentant les variations de la concentration en ion manganèse en fonction du temps

1.3 Détermination graphique de vitesse instantanée de formation des ions manganèse :
La vitesse instantanée de formation des ions manganèse à une date donnée correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe $[Mn^{2+}]$ = f(t) à cette date.
Graphiquement on trouve : v(t_1 =9 min) ≈ 1,05.10^{-4} mol.L^{-1}.min^{-1} ; v(t_2 =19 min) = 0.

1.4 Relation entre les vitesses instantanées des ions manganèse et fer (II) :

D'après l'équation de réaction on a : $\frac{n(Fe^{2+})réagi}{5} = \frac{n(Mn^{2+})formé}{1} \Rightarrow - \frac{\Delta n(Fe^{2+})}{5} = \frac{\Delta n(Mn^{2+})}{1}$

$\Rightarrow - \frac{dn(Fe^{2+})}{5} = \frac{dn(Mn^{2+})}{1} \Rightarrow - \frac{dn(Fe^{2+})}{5.dt} = \frac{dn(Mn^{2+})}{dt}$; or $- \frac{dn(Fe^{2+})}{dt}$ = v(Fe^{2+}) et $\frac{dn(Mn^{2+})}{dt}$ = v(Mn^{2+})

$\Rightarrow \frac{v(Fe^{2+})}{5} = \frac{v(Mn^{2+})}{1}$.

Déduction de v(Fe^{2+}) :

v(Fe^{2+}) = 5xv(Mn^{2+}) ; A.N : v(Fe^{2+} à t_1) ≈ $5,25.10^{-4}$ $mol.L^{-1}.min^{-1}$ et v(Fe^{2+} à t_2) = 0.

1.5 Concentration initiale en ions fer II

A partir de la date t= 18 min la concentration des ions manganèse formés $[Mn^{2+}]$ ne varie plus quelque soit le volume de la solution de permanganate ajouté ; tous les ions fer (II) ont réagi.

On a : $[Fe^{2+}]_{initiale}$ = 5x$[Mn^{2+}]_{finale}$ A.N : $[Fe^{2+}]_{initiale}$= 5x$2,82.10^{-3}$= $1,41.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$.

Déduction de la masse de fer : m= CxVxM= $1,41.10^{-2}$x200.10^{-3}x56 = 0,158 g = 158 mg.

L'indication de l'étiquette est correcte car la valeur obtenue par le dosage est sensiblement égale à celle indiquée sur la boîte aux erreurs d'expérience près.

<u>EXERCICE5:</u> **(4pts)**

2-1) Entourons et nommons les groupes fonctionnels présents dans la molécule de l'acide lactique :

(0,25x2) CH_3-CH - COOH
| OH

- **COOH** Groupe carboxyl
- **OH** Groupe hydroxyde *(0,25x2)*

2-2) Les formules semi-développées de l'alcool A et de l'ester B

A: CH_3-CH(CH_3)CH_2-OH **B:** CH_3 – CH(OH)- COO-CH_2-CH(CH_3)$_2$ *(0,5 x 2)*

2.3) Equation bilan de la réaction entre l'acide lactique et l'alcool A

CH_3 – CH(OH)- COOH + CH_3-CH(CH_3)CH_2-OH $\rightleftarrows$ CH_3 – CH(OH)- COO-CH_2-CH(CH_3)$_2$ + H_2O *(0,5)*

2.4) L'équation bilan de cette réaction *(0,5)*

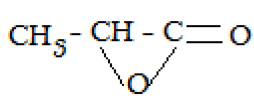
CH_3 – CH(OH)- COO-CH_2-CH(CH_3)$_2$ +(Na^+,OH^-) → CH_3 – CH(OH)- COO^-,Na^+ + CH_3-CH(CH_3)CH_2-OH

2.5) Les équations des réactions de déshydratation de l'acide lactique dans les cas suivants : **(01 pt)**

<u>1er cas :</u> le produit de la déshydratation est un anhydride d'acide ;

2 CH_3 – CH(OH)- COOH → CH_3 – CH(OH)- COOOC – CH(OH)- CH_3. + H_2O *(0,5)*

<u>2ème cas :</u> le produit de la déshydratation est un ester

CH_3 – CH(OH)- COOH →  + H_2O *(0,5)*