CORRECTION DE LA COMPOSITION 1 DE SCIENCES PHYSIQUES TS$_2$

Exercice 1 :

1.1. Rôle de l'acide sulfurique : c'est un catalyseur. **(0,25 pt)**

1.2. Tracer de la courbe $[Mn^{2+}] = f(t)$. **(0,75 pt)**

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 : **$v\ (t_1 = 9\ min) \approx 1{,}05.10^{-4}\ mol.L^{-1}.min^{-1}$ et $v\ (t_2 = 19\ min) = 0\ mol.L^{-1}.min^{-1}$**. **(0,5 pt + 0,5 pt)**

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

D'après l'équation de réaction on a : $\frac{nFe^{+}_{réagi}}{5} = \frac{nMn^{2+}_{formé}}{1} \Rightarrow -\frac{\Delta n(Fe^{2+})}{5} = \frac{\Delta n(Mn^{2+})}{1} \Rightarrow -\frac{dn(Fe^{2+})}{5dt} = \frac{dn(Mn^{2+})}{dt} \Rightarrow$ $\frac{v_i^d(Fe^{2+})}{5} = \frac{v_i^f(Mn^{2+})}{1}$ **(0,5 pt)**

Déduction de $v(Fe^{2+})$: **$v(Fe^{2+}) = 5v(Mn^{2+})$; A.N : $v(Fe^{2+}$ à $t_1) \approx 5{,}25.10^{-4}\ mol.L^{-1}.min^{-1}$ et $v(Fe^{2+}$ à $t_2) = 0$** **(0,25 pt + 0,25 pt)**

1.5. Concentration initiale en ions fer (ll) :

A partir de la date t = 18 min la concentration des ions manganèse formés $[Mn^{2+}]$ ne varie plus quel que soit le volume de la solution de permanganate ajouté; tous les ions fer (II) ont réagi. On a : $[Fe^{2+}]_{initiale} = 5[Mn^{2+}]_{finale}$ donc **$[Fe^{2+}]_{initiale} = 5x2{,}82.10^{-3} = 1{,}41.10^{-2}\ mol.L^{-1}$**. **(0,25 pt)**

Déduction de la masse de fer : **$m(Fe) = C.V.M= 1{,}41.10^{-2}x200.10^{-3}x56 = 0{,}158\ g = 158\ mg$**. **(0,5 pt)**

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. **(0,25 pt)**

Exercice 2 :

2.1.

2.1.1. Equation-bilan de combustion de A : $\mathbf{C_xH_yO_z + \left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right) O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O}$ **(0,25 pt)**

Formule brute de A : $n(A) = \frac{n(CO_2)}{x} \Rightarrow x = \frac{n(CO_2)}{n(A)} = \frac{m(CO_2)}{n(A).M(CO2)} = \frac{176}{1x44} = \mathbf{4}$; $n(A) = \frac{n(H_2O)}{\frac{y}{2}} \Rightarrow y = \frac{2n(H_2O)}{n(A)} = \frac{2m(H_2O)}{n(A).M(H_2O)} = \frac{2x90}{18} = \mathbf{10}$ et $x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2} = \frac{n(O_2)}{n(A)} = 6 \Rightarrow z = \mathbf{1}$. Donc F.B : **$C_4H_{10}O$**. **(0,5 pt)**

2.1.2. Formules semi-développées possibles de A: **$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–OH$; $CH_3–CH(OH)–CH_2–CH_3$, $CH_3–CH(CH_3)–CH_2–OH$ et $(CH_3)_3C–OH$**. **(0,25 pt + 0,25 pt +0,25 pt + 0,25 pt)**

2.2.

2.2.1. Fonction chimique de A' : A' ne réagit pas avec le nitrate d'argent donc A' est une cétone. **(0,25 pt)**

2.2.2. Formules semi-développées respectives de A et A' : **$CH_3–CH(OH)–CH_2–CH_3$ et $CH_3–CO–CH_2–CH_3$**. **(0,25 pt + 0,25 pt)**

2.3. Les formules semi-développées de B, C, D et E :

- B est un acide carboxylique contenant deux carbones dans sa chaine carbonée : **$CH_3–CO_2H$**. **(0,25 pt)**
- C est un chlorure d'acyle : **$CH_3–COCl$** : chlorure d'éthanoyle. **(0,25 pt)**
- D est un anh
- ydride acide : **$CH_3–COOOC–CH_3$** : anhydride éthanoique. **(0,25 pt)**
- E est un ester : **$CH_3–COOCH(CH_3)–CH_2–CH_3$** : éthanoate de méthylpropyle. **(0,25 pt)**

2.4. C'est une réaction de saponification. **(0,25 pt)**

2.5. Equation : **$CH_3–CO_2–CH(CH_3)–CH_2–CH_3$ + (Na^+ + OH^-) → ($CH_3CO_2^-$ + Na^+) + $CH_3–CH(OH)–CH_2–CH_3$** **(0,25 pt)**

<u>Exercice 3</u> :

3.1. Un référentiel géocentrique a pour origine le centre de la Terre et comprend trois axes orientés vers 3 étoiles lointaines. Par analogie un référentiel Uranocentrique a pour origine le centre d'Uranus et comprend trois axes orientés vers 3 étoiles lointaines. **(0,25 pt + 0,25 pt)**

3.2. Montrons que le mouvement du satellite est uniforme

- Référentiel uranocentrique supposé galiléen
- Système : satellite
- Force appliquée : $\overrightarrow{F_{U/S}} = -\frac{GmM}{r^2}\vec{u}$
- D'après la deuxième loi de Newton : $\overrightarrow{F_{U/S}} = m.\vec{a} \Rightarrow -\frac{GmM}{r^2}\vec{u} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = -\frac{GM}{r^2}\vec{u}$

Dans la base de Frenet : $\vec{u} = -\vec{n} \Rightarrow \vec{a} = \frac{GM}{r^2}\vec{n} \Rightarrow a_t = 0 \Rightarrow \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow V = constante$. Donc le mouvement du satellite est circulaire uniforme. **(0,75 pt)**

3.3. T est la durée d'un tour, d'où $T = \frac{2\pi r}{V} \Rightarrow \mathbf{V = \frac{2\pi r}{T}}$ **(0,25 pt)**

3.4. On trouve pour le satellite Umbriel : **$V = 4{,}7.10^3$ m/s**. **(0,25 pt)**

3.5. Méthode graphique :

3.5.1. Expression de v : $a = a_n \Rightarrow \frac{V^2}{r} = \frac{GM}{r^2} \Rightarrow \mathbf{V = \sqrt{\frac{GM}{r}}}$ **(0,25 pt)**

3.5.2. De l'expression précédente on tire : $V^2 = \frac{GM}{r}$ d'où V^2 est une fonction linéaire de $\frac{1}{r}$, ce qui est en adéquation avec le courbe $V^2 = f(\frac{1}{r})$ donnée en annexe qui est une droite passant par l'origine et dont l'équation s'écrit : $V^2 = k.\frac{1}{r}$. La constante k est le coefficient directeur de la droite. $k = \frac{\Delta(V^2)}{\Delta(\frac{1}{r})} = 6{,}1.10^{15}$ SI. Par identification on a : $GM = k \Rightarrow M = \frac{k}{G} = \frac{6{,}1.10^{15}}{6{,}67.10^{-11}} = \mathbf{9.10^{25}\ kg}$. **(0,5 pt)**

3.6. Utilisation de la 3ème loi de Kepler :

3.6.1. On a $T = \frac{2\pi r}{V} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{V^2}$ or $V^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{\frac{GM}{r}} = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \Rightarrow \mathbf{\frac{T^2}{r^3} = \frac{GM}{4\pi^2} = cte}$ d'où la 3ème loi de Kepler. **(0,5 pt)**

3.6.2. On calcule $\frac{T^2}{r^3}$ pour les différents satellites. On obtient :

Satellite	Rayon orbital r (10^6 m)	Période de révolution T (jour)	$\frac{T^2}{r^3}$ (s^2/m^3)
Miranda	129,8	1,4	**$6{,}7.10^{-15}$**
Ariel	191,2	2,52	**$6{,}8.10^{-15}$**
Umbriel	266	4,14	**$6{,}8.10^{-15}$**
Titania	435,8	8,71	**$6{,}8.10^{-15}$**
Oberon	582,6	13,5	**$6{,}9.10^{-15}$**

Le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante de valeur moyenne $6{,}8.10^{-15}$ s^2/m^3 **(0,5 pt)**

3.6.3. On a $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ d'où l'on déduit **M = 8,8.10^25 kg** ; ce résultat est concordant à celui de la question….. **(0,5 pt)**

Exercice 4 :

4.1. Intensité du Poids : P = 130 × 10 = **$1{,}3\times10^3$ N.** **(0,25 pt)**

Intensité de la poussée d'Archimède : $\mathbf{P_A} = \rho_{air}Vg = 1{,}3\times5{,}0\times10^{-3}\text{x}10 = \mathbf{6{,}5\times10^{-1}}$ **N.** **(0,25 pt)**

Calculons: $\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{P_A}} = \frac{1{,}3.10^3}{6{,}5.10^{-1}} = 2000$

La valeur du poids est environ 2000 fois plus grande que la valeur de la poussée d'Archimède. On peut donc négliger par la suite la poussée d'Archimède devant le poids. **(0,25 pt)**

4.2. Les coordonnées a_x et a_z du vecteur-accélération :

- Système : Le projectile
- Référentiel : terrestre supposé galiléen
- Dans le cadre de la **chute libre**, le projectile n'est soumis qu'à la force poids.
- La 2nde loi de Newton donne: $\vec{P} = \mathrm{m}.\vec{\mathrm{a}} \Leftrightarrow \mathrm{m}.\vec{\mathrm{a}} = \mathrm{m}.\vec{\mathrm{g}}$ soit $\vec{\mathrm{a}} = \vec{\mathrm{g}}$
- En projection selon les axes Ox et Oz du repère choisi et compte tenu du sens du vecteur $\vec{g}$ indiqué sur la figure 1 ci-dessus, il vient: $\vec{\mathbf{a}}\begin{cases} \mathbf{a_x = 0} \\ \mathbf{a_z = -g} \end{cases}$ **(0,25 pt)**

4.3. Les coordonnées v_x et v_x du vecteur-vitesse :

À chaque instant, $\vec{\mathrm{a}} = \frac{\mathrm{d}\vec{\mathrm{v}}}{\mathrm{dt}}$ donc, en primitivant on a : $\vec{\mathrm{v}}\begin{cases} \mathrm{v_x = C_1} \\ \mathrm{v_z = -gt + C_2} \end{cases}$

Compte tenu du vecteur-vitesse initiale, on a : $\overrightarrow{\mathrm{v_0}}\begin{cases} \mathrm{v_{0x} = v_0 cos\alpha = C_1} \\ \mathrm{v_{oy} = v_0 sin\alpha = C_2} \end{cases}$

Finalement : $\vec{\mathbf{v}}\begin{cases} \mathbf{v_x = v_0 cos\alpha} \\ \mathbf{v_z = -gt + v_0 sin\alpha} \end{cases}$ **(0,5 pt)**

4.4. Comme à chaque instant la composante du vecteur-vitesse sur l'axe horizontal est constante ($v_x = v_0$ .cosα = constante), **le mouvement du projectile en projection sur l'axe horizontal est uniforme. (,**

4.5. Coordonnées x et z du vecteur-position : **(0,25 pt)**

A chaque instant, $\vec{\mathrm{v}} = \frac{\mathrm{d}\overrightarrow{\mathrm{OG}}}{\mathrm{dt}}$, par intégration on a : $\overrightarrow{\mathrm{OG}}\begin{cases} \mathrm{x = (v_0 cos\alpha)t + C_3} \\ \mathrm{z = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 sin\alpha)t + C_4} \end{cases}$

Compte-tenu du vecteur-position initial : $\overrightarrow{\mathrm{OG_0}}\begin{cases} \mathrm{x_0 = 0 = C_3} \\ \mathrm{z_0 = H = C_4} \end{cases}$

Finalement : $\overrightarrow{\mathbf{OG}}\begin{cases} \mathbf{x = (v_0 cos\alpha)t} \\ \mathbf{z = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 sin\alpha)t + H} \end{cases}$ **(0,5 pt)**

4.6. Equation de la trajectoire : $\mathrm{x = (v_0 cos\alpha)t} \Rightarrow \mathrm{t} = \frac{\mathrm{x}}{\mathrm{v_0 cos\alpha}} \Rightarrow \mathrm{z} = -\frac{1}{2}\mathrm{g}\left(\frac{\mathrm{x}}{\mathrm{v_0 cos\alpha}}\right)^2 + \mathrm{v_0 sin\alpha}.\left(\frac{\mathrm{x}}{\mathrm{v_0 cos\alpha}}\right) + \mathrm{H}$

Finalement : $\mathbf{z = -\frac{g}{2v_0^2(\cos\alpha)^2}x^2 + (\tan\alpha).x + H}$ **(0,25 pt)**

La trajectoire est parabolique. **(0,25 pt)**

Allure de la trajectoire : **(0,25 pt)**

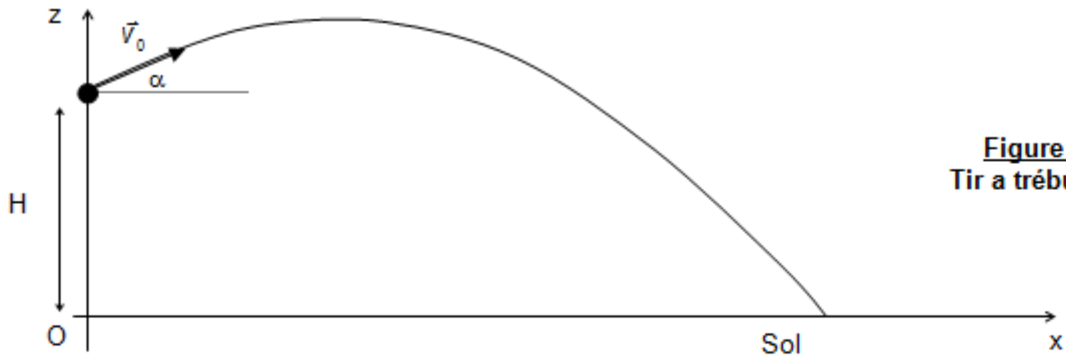

Figure 1.
Tir a trébuchet

4.7. Les paramètre de lancement qui jouent un rôle dans le mouvement du projectile sont : **l'angle α et la vitesse initiale v_0.** **(0,25 pt)**

4.8. Montrons que : $x = v_0\sqrt{\frac{2H}{g}}$

Le projectile est lancé avec une vitesse initiale horizontale donc α = 0 ; on a alors cosα = 1 et tanα = 0. L'équation de la trajectoire devient : $z = -\frac{1}{2}g\frac{x^2}{v_0^2} + H$

L'abscisse de son point de chute est telle que z = 0 soit :

$-\frac{1}{2}g\frac{x^2}{v_0^2} + H = 0 \Rightarrow -\frac{1}{2}g\frac{x^2}{v_0^2} = -H \Rightarrow gx^2 = 2v_0^2H \Rightarrow x^2 = \frac{2v_0^2H}{g} \Rightarrow \mathbf{x = v_0\sqrt{\frac{2H}{g}}}$ **(0,5 pt)**

4.9. **La valeur de v_0 :**

$x = v_0\sqrt{\frac{2H}{g}} \Rightarrow v_0 = x\sqrt{\frac{g}{2H}} = 100\sqrt{\frac{10}{2x10}} = \mathbf{71\ m/s.}$ **(0,25 pt)**

Exercice 5 :

5.1. Rappel de l'expression de l'énergie potentielle élastique: $\mathbf{E_P = \frac{1}{2}kx^2}$. **(0,25 pt)**

5.2. Rappel de l'expression de l'énergie mécanique : $\mathbf{E_m = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2}$ **(0,25 pt)**

L'énergie mécanique est constante. Justification : Le déplacement se fait sans frottement. La somme des travaux des forces non conservatives est nulle ; le système est conservatif : Em = Cte. **(0,5 pt)**

5.3. Equation différentielle à partir de l'énergie : On sait que $\frac{dE_m}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}k.2\dot{x}x + \frac{1}{2}m.2\dot{x}\ddot{x} = 0 \Rightarrow k\dot{x}x + m\dot{x}\ddot{x} \Rightarrow \dot{x}(m\ddot{x} + kx) = 0$ or $\dot{x} \neq 0 \Rightarrow m\ddot{x} + kx = 0 \Rightarrow \mathbf{\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0.}$ **(0,5 pt)**

5.4. Equation différentielle à partir de l'étude dynamique :

- Système : solide
- Référentiel terrestre supposé galiléen
- Forces appliquées : $\vec{P}$, $\vec{R}$ et $\vec{T}$
- T.C.I : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m.\vec{a}$
- Suivant l'axe (ox) : 0 + 0 – T = ma ⇒ ma + T = 0 ⇒ $m\ddot{x} + kx = 0 \Rightarrow \mathbf{\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0}$. **(0,5 pt)**

5.5.

5.5.1. Idenfication des courbes : Courbe C_2 correspond à Ep et courbe C_1 à E_C car à t = 0 x= Xm ⇒ Ep est maximale et V = 0 ⇒ E_C = 0. **(0,25 pt + 0,25 pt)**

5.5.2. L'équation donne à t = 0 x = Xm = 5.10^{-2} m ⇒ $E_p = \frac{1}{2}kX_m^2 \Rightarrow k = \frac{2E_p}{X_m^2}$

Sur la figure C_2 on lit Ep = 5 J à t = 0 d'où $k = \frac{2x5}{(0,05)^2} = \mathbf{4000\ N/m}$ **(0,75 pt)**

5.5.3. Retrouvons la valeur de K à partir de la courbe de la figure 3 : La courbe a= f(x) est une fonction linéaire : a = C.x avec C le coefficient directeur de la droite $C = \frac{-1,6 - 1,6}{(4+4).10^{-2}} = -40 \Rightarrow a = -40x$

Or d'après l'équation différentielle : $a = -\frac{k}{m}x \Rightarrow -\frac{k}{m} = -40 \Rightarrow k = 40m = 40x100 = \mathbf{4000\ N/m}$ **(0,75 pt)**