

CORRECTION DE LA COMPOSITION 1 DE SCIENCES PHYSIQUES TS₂

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 : $v(t_1 = 9 \text{ min}) \approx 1,05 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ et $v(t_2 = 19 \text{ min}) = 0 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$. (0,5 pt + 0,5 pt)

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

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

Déduction de $v(Fe^{2+})$: $v(Fe^{2+}) = 5v(Mn^{2+})$; A.N : $v(Fe^{2+} \text{ à } t_1) \approx 5,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ et $v(Fe^{2+} \text{ à } t_2) = 0$ (0,25 pt + 0,25 pt)

1.5. Concentration initiale en ions fer (II) :

A partir de la date $t = 18 \text{ min}$ 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 : $[Fe^{2+}]_{\text{initiale}} = 5[Mn^{2+}]_{\text{finale}}$ donc $[Fe^{2+}]_{\text{initiale}} = 5 \times 2,82 \cdot 10^{-3} = 1,41 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. (0,25 pt)

Déduction de la masse de fer : $m(Fe) = C.V.M = 1,41 \cdot 10^{-2} \times 200 \cdot 10^{-3} \times 56 = 0,158 \text{ g} = 158 \text{ mg}$. (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. Équation-bilan de combustion de A : $C_xH_yO_z + \left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right) O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$ (0,25 pt)

$$\text{Formule brute de A : } n(A) = \frac{n(CO_2)}{x} \Rightarrow x = \frac{n(CO_2)}{n(A)} = \frac{m(CO_2)}{n(A).M(CO_2)} = \frac{1,76}{1 \times 44} = 4 ; n(A) = \frac{n(H_2O)}{\frac{y}{2}} \Rightarrow y = \frac{2n(H_2O)}{n(A)} = \frac{2m(H_2O)}{n(A).M(H_2O)} = \frac{2 \times 90}{18} = 10 \text{ et } x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2} = \frac{n(O_2)}{n(A)} = 6 \Rightarrow z = 1. \text{ Donc F.B : } C_4H_{10}O. \text{ (0,5 pt)}$$

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 chaîne 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 anhydride acide : $CH_3-COOOC-CH_3$: anhydride éthanoïque. (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 : $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 + (\text{Na}^+ + \text{OH}^-) \rightarrow (\text{CH}_3\text{CO}_2^- + \text{Na}^+) + \text{CH}_3\text{CH(OH)}\text{CH}_2\text{CH}_3$ (0,25 pt)

Exercice 3 :

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

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

3.4. On trouve pour le satellite Umbriel : $V = 4,7 \cdot 10^3 \text{ m/s}$. (0,25 pt)

3.5. Méthode graphique :

3.5.1. Expression de v : $a = a_n \Rightarrow \frac{v^2}{r} = \frac{GM}{r^2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ (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 la courbe $V^2 = f(\frac{1}{r})$ donnée en annexe qui est une droite passant par l'origine et dont l'équation s'écrit : $V^2 = k \cdot \frac{1}{r}$. La constante k est le coefficient directeur de la droite. $k = \frac{\Delta(V^2)}{\Delta(\frac{1}{r})} = 6,1 \cdot 10^{15} \text{ SI}$. Par identification on a : $GM = k \Rightarrow M = \frac{k}{G} = \frac{6,1 \cdot 10^{15}}{6,67 \cdot 10^{-11}} = 9 \cdot 10^{25} \text{ kg}$. (0,5 pt)

3.6. Utilisation de la 3^{ème} 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 $V^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{\frac{GM}{r}} = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \Rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{GM}{4\pi^2} = \text{cte}$ d'où la 3^{ème} 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)	$\frac{T^2}{r^3} (\text{s}^2/\text{m}^3)$
Miranda	129,8	1,4	$6,7 \cdot 10^{-15}$
Ariel	191,2	2,52	$6,8 \cdot 10^{-15}$
Umbriel	266	4,14	$6,8 \cdot 10^{-15}$
Titania	435,8	8,71	$6,8 \cdot 10^{-15}$
Oberon	582,6	13,5	$6,9 \cdot 10^{-15}$

Le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante de valeur moyenne $6,8 \cdot 10^{-15} \text{ s}^2/\text{m}^3$ (0,5 pt)

3.6.3. On a $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ d'où l'on déduit $M = 8,8 \cdot 10^{25} \text{ kg}$; ce résultat est concordant à celui de la question..... (0,5 pt)

Exercice 4 :

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

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

$$\text{Calculons: } \frac{P}{P_A} = \frac{1,3 \cdot 10^3}{6,5 \cdot 10^{-1}} = 2000$$

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 2^{nde} loi de Newton donne: $\vec{P} = m \cdot \vec{a} \Leftrightarrow m \cdot \vec{a} = m \cdot \vec{g}$ soit $\vec{a} = \vec{g}$
- 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: $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$ (0,25 pt)

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

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

$$\text{Compte tenu du vecteur-vitesse initiale, on a : } \vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \alpha = C_1 \\ v_{0y} = v_0 \sin \alpha = C_2 \end{cases}$$

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

4.4. Comme à chaque instant la composante du vecteur-vitesse sur l'axe horizontal est constante ($v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$ = 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)

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

$$\text{Compte-tenu du vecteur-position initial : } \vec{OG}_0 \begin{cases} x_0 = 0 = C_3 \\ z_0 = H = C_4 \end{cases}$$

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

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

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

La trajectoire est parabolique. (0,25 pt)

Allure de la trajectoire : (0,25 pt)

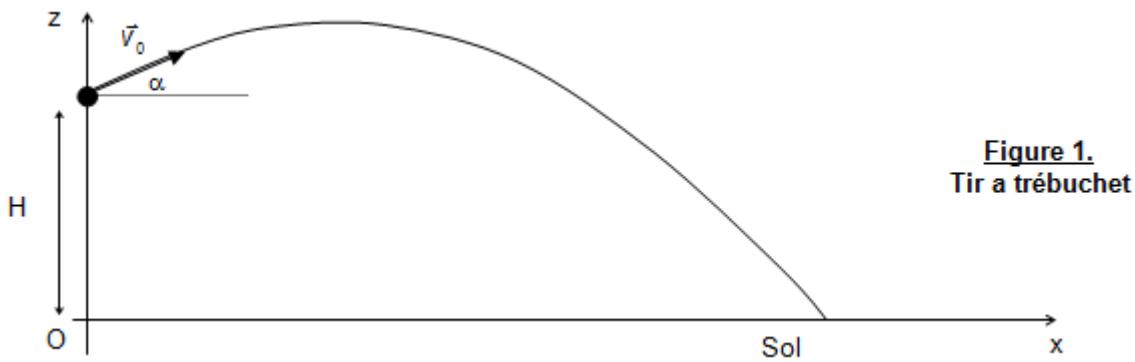


Figure 1.
Tir à trébuchet

4.7. Les paramètres 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 $\alpha = 0$; on a alors $\cos\alpha = 1$ et $\tan\alpha = 0$.

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 :

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

4.9. La valeur de v_0 :

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

Exercice 5 :

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

5.2. Rappel de l'expression de l'énergie mécanique : $E_m = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2$ (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 : $E_m = \text{Cte.}$ (0,5 pt)

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

5.4. Équation 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 : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m \cdot \vec{a}$
- Suivant l'axe (ox) : $0 + 0 - T = ma \Rightarrow ma + T = 0 \Rightarrow m\ddot{x} + kx = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$. (0,5 pt)

5.5.

5.5.1. Identification des courbes : Courbe C_2 correspond à E_p et courbe C_1 à E_c car à $t = 0$ $x = X_m \Rightarrow E_p$ est maximale et $V = 0 \Rightarrow E_c = 0$. (0,25 pt + 0,25 pt)

5.5.2. L'équation donne à $t = 0$ $x = X_m = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow E_p = \frac{1}{2}kX_m^2 \Rightarrow k = \frac{2E_p}{X_m^2}$

Sur la figure C₂ on lit Ep = 5 J à t = 0 d'où k = $\frac{2 \times 5}{(0,05)^2} = 4000 \text{ N/m}$ (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 :

$$a = C.x \text{ avec } C \text{ le coefficient directeur de la droite } C = \frac{-1,6 - 1,6}{(4+4).10^{-2}} = -40 \Rightarrow a = -40x$$

Or d'après l'équation différentielle : $a = -\frac{k}{m}x \Rightarrow -\frac{k}{m} = -40 \Rightarrow k = 40m = 40 \times 100 = 4000 \text{ N/m}$ (0,75 pt)

ndongochem.science.blog