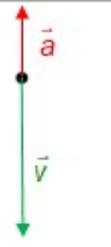
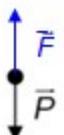


BB CORRECTION

Exercice I				5
1- Études cinématique et dynamique lors de la descente autopropulsée (phases 1 à 3)				
Mouvement étudié	Étude cinématique (représenter \vec{v} et \vec{a})	Étude dynamique (représenter \vec{F})	Justifier l'étude dynamique à partir d'une loi	
La descente ralentie entre (1) et (2).			<p>2^e loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}$ $\vec{F} + \vec{P} = m \cdot \vec{a}$ $F > P$ ainsi \vec{a} est orientée vers le haut.</p>	0,5
Le surplace (2).	 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">$\vec{v} = \vec{0}$ et $\vec{a} = \vec{0}$</div>		<p>1^{ère} loi de Newton, principe d'inertie. Comme $\vec{v} = Cte$ alors $\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$.</p>	0,5
La descente à vitesse constante entre (2) et (3).	 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">$\vec{a} = \vec{0}$</div>		<p>1^{ère} loi de Newton, principe d'inertie. Comme $\vec{v} = Cte$ alors $\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$.</p>	0,5
Éjection du Sky Crane une fois le rover déposé (phase 3 à 4)				
2.				
Le sky Crane n'est soumis qu'à la force poids \vec{P} , il est en mouvement de chute libre.				0,5
3. Système : sky-Crane ; référentiel lié à Mars supposé Galiléen, repère cartésien (O,x,y)				
D'après la 2eme Loi de Newton				
$\vec{P} = m \cdot \vec{a}$.				0,5
$m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}$				
$\vec{a} = \vec{g}$				
En projection selon les axes Ox et Oz du repère choisi et compte tenu du sens du vecteur \vec{g}				
schéma il vient : $\vec{a} \begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_z = g_z = -g \end{cases}$				0,25
$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ donc $a_x = \frac{dv_x(t)}{dt}$ et $a_z = \frac{dv_z(t)}{dt}$				
Ainsi en primitivant on obtient $\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = Cte_1 \\ v_z(t) = -g \cdot t + Cte_2 \end{cases}$				0,25
On détermine les constantes avec les conditions initiales.				
Coordonnées du vecteur vitesse initiale \vec{v}_0 : $\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_{0z} = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases}$				

<p>Compte tenu du vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0 = \vec{v}(t = 0)$ on a :</p> $v_0 \cdot \cos \alpha = \text{Cte}_1$ $v_0 \cdot \sin \alpha = 0 + \text{Cte}_2$ <p>Finalement : $\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_z(t) = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases}$</p> <p>À chaque instant $\vec{v} = \frac{d\overline{OM}}{dt}$ donc $v_x = \frac{dx(t)}{dt}$ et $v_z = \frac{dz(t)}{dt}$</p> <p>En primitivant on obtient $\overline{OM} \begin{cases} x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t + \text{Cte}_3 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t + \text{Cte}_4 \end{cases}$</p> <p>Conditions initiales, à $t = 0$ s, le SkyCrane est au point de coordonnées $(x(0) = 0; z(0) = H)$ donc :</p> $0 + \text{Cte}_3 = 0$ $0 + 0 + \text{Cte}_4 = H$ <p>Finalement, on obtient les équations horaires $\overline{OM} \begin{cases} x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ z(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t + H \end{cases}$</p>		0,25
<p>4.</p> $t = \frac{x(t)}{v_0 \cdot \cos \alpha}$ $z(x) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} \right)^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} + H$ $z(x) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} + \tan \alpha \cdot x + H$ <p>Il s'agit d'une trajectoire de type parabolique.</p>		0,25
<p>5.</p> <p>Déterminons l'abscisse x du point d'ordonnée $z = 0$.</p> $0 = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} + \tan \alpha \cdot x + H$ $\frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} - \tan \alpha \cdot x - H = 0$ $\frac{1}{2} \times 3,7 \times \frac{x^2}{25,0^2 \cdot \cos^2 45,0} - \tan 45,0 \times x - 60,0 = 0$ $5,92 \times 10^{-3} \cdot x^2 - x - 60,0 = 0$ <p>On ne retient que la solution positive, on trouve $x = 2,2 \times 10^2 \text{ m} > 200 \text{ m}$. Le Sky Crane atteint bien la distance de sécurité.</p>		0,25
<p>Exercice II</p>		5
<p>A- Radar profileur de nuage</p> <p>1. $\lambda = \frac{c}{f}$</p> $\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{94,05 \times 10^9} = 3,19 \times 10^{-3} \text{ m} = 3,19 \text{ mm}$ <p>Pour être exploitable le signal doit posséder une longueur d'onde 10 fois supérieure à celle du diamètre des gouttes, donc en considérant les plus grosses gouttes, supérieure à $10 \times 100 \mu\text{m} = 10 \times 100 \times 10^{-6} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m} = 1 \text{ mm}$. On a bien λ supérieure à 1 mm, le signal est exploitable.</p>		0,25

<p>2. Durée d'un aller-retour du signal : Distance nuage-satellite : Altitude du satellite $h = 390$ km, altitude du nuage $h_n = 2$ km Donc $d = 390 - 2 = 388$ km. Le signal se déplace à la célérité de la lumière. Attention le signal fait un aller-retour donc $D = 2d$.</p> $c = \frac{D}{\Delta t} \text{ ainsi } \Delta t = \frac{D}{c}$ $\Delta t = \frac{2 \times 388 \times 10^3}{3,00 \times 10^8} = 2,59 \times 10^{-3} \text{ s.}$ <p>Distance parcourue par le satellite pendant cette durée :</p> $d_s = v \cdot \Delta t$ $d_s = 7,5 \times 10^3 \times 2,59 \times 10^{-3} = 19 \text{ m}$ <p>Or la longueur du nuage est d'environ 1km. la distance parcourue par le satellite est largement inférieure à la longueur du nuage.</p>		0,25
<p>3- différence de marche : aller retour dans le nuage don $\delta = 2e$ Donc différence de chemin optique : $\Delta L = n\delta = n2e$</p>		0,5
<p>4- interférences constructives : $\Delta L = k\lambda_0$ Interférences destructives : et $\Delta L = (k + 1/2)\lambda_0$</p>		0,5
<p>5- on détermine le rapport $\Delta L / \lambda_0$ $\Delta L / \lambda_0 = 2ne / \lambda_0$ AN : $\Delta L / \lambda_0 = 2 \times 1,01 \times 500 / 400 = 2,5$ demi entier donc interférences destructives</p>		0,5
<p>B. Une expérience contestée 3. On peut déterminer I qui correspond à 160 dB.</p> $L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \text{ donc } I = I_0 \cdot 10^{L/10}$ $I = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{160/10} = 1,0 \times 10^4 \text{ W.m}^{-2}$ <p>Et en déduire P car L est donné pour une distance de 1,0 m.</p> $I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi d^2}$ <p>Donc $P = I \cdot 4\pi d^2$ $P = 1,0 \times 10^4 \times 4 \times \pi \times 1,0^2 = 4\pi \times 10^4 \text{ W} = 1,3 \cdot 10^5 \text{ W}$</p>		0,5
<p>4. La puissance de la source sonore est la même quelle que soit la distance entre la source et l'auditeur. Pour ne pas subir de gêne, il faut que le niveau sonore soit inférieur à disons $L_{OK} = 50$ dB.</p> $I_{OK} = I_0 \cdot 10^{L_{OK}/10} \text{ et } I_{OK} = \frac{P}{4\pi d_{OK}^2} \text{ où } d_{OK} \text{ est la distance pour laquelle il n'y a pas de gêne.}$ $I_0 \cdot 10^{L_{OK}/10} = \frac{P}{4\pi d_{OK}^2}$ $d_{OK}^2 = \frac{P}{4\pi \cdot I_0 \cdot 10^{L_{OK}/10}}$ $d_{OK} = \sqrt{\frac{P}{4\pi \cdot I_0 \cdot 10^{L_{OK}/10}}}$ $d_{OK} = \sqrt{\frac{4\pi \times 10^4}{4\pi \times 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{50/10}}}$ $d_{OK} = \sqrt{\frac{10^4}{1,0 \times 10^{-12} \times 10^5}} = \sqrt{1,0 \times 10^{11}} = 3,2 \times 10^5 \text{ m} = 3,2 \times 10^2 \text{ km}$ <p>Le journaliste anglais indiquait que les ondes sonores sont à peine audibles. Cela est totalement faux. Elles peuvent être entendues à plus de 300 km.</p>		0,5

Exercice III		10
1. Première hypothèse : l'acide oxalique est un diacide fort		
1.1. Au sens de Brönsted, un acide est une espèce chimique capable de libérer un ion hydrogène H ⁺ . L'acide oxalique est peut libérer deux ions hydrogène H ⁺ : il s'agit donc d'un diacide au sens de Brönsted.		0,25
1.2. Schémas de Lewis de l'acide oxalique et de sa base conjuguée : <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O}^- \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}-\text{O} \quad \text{O}-\text{H} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O}^- \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}-\text{O} \quad \text{O}^- \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array}$ </div> </div> <p>L'électronégativité de l'atome d'oxygène O (3,44) est nettement supérieure à celle de l'atome d'hydrogène H (2,20) : la liaison O – H est polarisée. Dans la liaison O–H, l'atome d'oxygène porte une charge partielle négative et l'atome d'hydrogène porte une charge partielle positive.</p> <p>Lors de la rupture de la liaison O–H, le doublet liant reste sur l'atome d'oxygène qui porte alors une charge entière négative et un ion hydrogène H⁺ est libéré justifiant ainsi le caractère acide.</p>		0,25 0,25 0,25
1.3. Les deux couples de l'acide oxalique sont : H ₂ C ₂ O ₄ / HC ₂ O ₄ ⁻ et HC ₂ O ₄ ⁻ / C ₂ O ₄ ²⁻ . L'espèce HC ₂ O ₄ ⁻ est la base du premier couple et l'acide du second : il s'agit d'une espèce amphotère.		0,75
1.4. Si on modélise l'acide oxalique AH ₂ (aq) par un diacide fort alors : $\text{AH}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{A}^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$		0,25
1.5. L'eau est en excès car il s'agit du solvant. En supposant la transformation totale, l'acide oxalique est le réactif limitant ; il est totalement consommé soit : $C_0 \cdot V_{\text{sol}} - x_{\text{max}} = 0 \Leftrightarrow x_{\text{max}} = C_0 \cdot V_{\text{sol}}$ <p>La quantité maximale d'ions H₃O⁺ formée est : $n_{\text{max}}(\text{H}_3\text{O}^+) = 2x_{\text{max}} = 2C_0 \cdot V_{\text{sol}}$.</p> <p>La concentration maximale en ions H₃O⁺ est alors : $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{max}} = \frac{n_{\text{max}}(\text{H}_3\text{O}^+)}{V_{\text{sol}}} = 2C_0$</p> <p>$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{max}} = 2 \times 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.</p>		0,25 0,25 0,25 0,25
1.6. On a : $\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}\right)$ soit $\text{pH} = -\log\left(\frac{1,00 \times 10^{-1}}{1}\right) = 1,00$. <p>Le pH de la solution d'acide oxalique est $\text{pH}_{\text{exp}} = 1,47$. La solution est moins acide que prévue, elle contient moins d'ions oxonium que prévu. L'acide oxalique n'est donc pas un diacide fort.</p>		0,25 0,25
2. Deuxième hypothèse : l'acide oxalique se comporte comme un monoacide faible en solution.		0,25
2.1. $\text{AH}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{A}^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$		
2.2. On a $\text{pH} = \text{p}K_{\text{A}2} + \log\left(\frac{[\text{A}^{2-}]_{\text{éq}}}{[\text{AH}^-]_{\text{éq}}}\right)$. <p>Lorsque les courbes AH⁻ et A²⁻ se croisent $[\text{AH}^-]_{\text{éq}} = [\text{A}^{2-}]_{\text{éq}}$. L'abscisse du point d'intersection donne la valeur de pK_{A2}. Graphiquement : pK_{A2} = 4,3.</p>		0,5

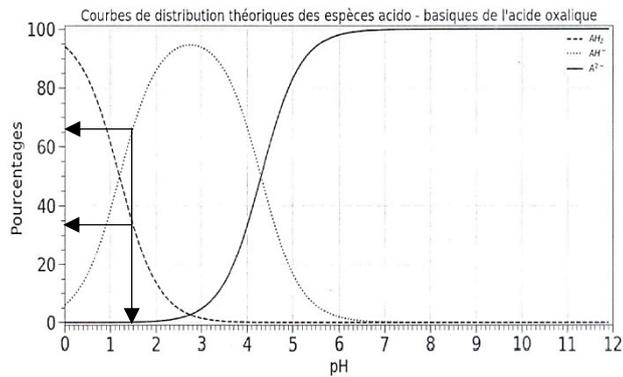
2.3. Pour $pH_{exp} = 1,47 \approx 1,5$ on lit :

$$\%(\text{AH}_2) \approx 33 \%$$

$$\%(\text{AH}^-) \approx 66 \%$$

$$\%(\text{A}^{2-}) \approx 0 \%$$

Comme $\%(\text{A}^{2-}) \approx 0 \%$, l'acide oxalique se comporte comme un monoacide.



0,25

0,25

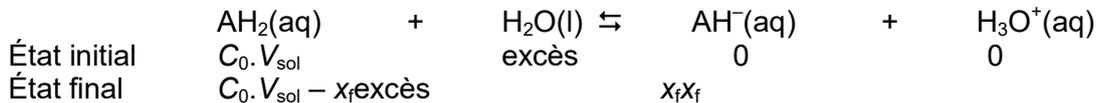
2.4. $\text{AH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{AH}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$

$$K_{a1} = Q_{r, \text{éq}} = \frac{\left(\frac{[\text{AH}^-]_{\text{éq}}}{c^0} \right)^1 \times \left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{c^0} \right)^1}{\left(\frac{[\text{AH}_2]_{\text{éq}}}{c^0} \right)^1} = \frac{[\text{AH}^-]_{\text{éq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{AH}_2]_{\text{éq}} \times c^0}$$

0,25

2.5. On pose $h = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$.

Le tableau d'avancement de la réaction est :



0,25

On a : $n_f(\text{AH}^-) = n_f(\text{H}_3\text{O}^+) = x_f$ donc $\frac{x_f}{V_{\text{sol}}} = [\text{AH}^-]_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = h$;

0,25

Et $[\text{AH}_2]_{\text{éq}} = \frac{C_0 \cdot V_{\text{sol}} - x_f}{V_{\text{sol}}} = C_0 - \frac{x_f}{V_{\text{sol}}} = C_0 - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = C_0 - h$.

En reportant dans l'expression de K_{a1} :

$$K_{a1} = Q_{r, \text{éq}} = \frac{h^2}{(C_0 - h) \times 1} \text{ soit } h^2 = K_{a1} \cdot C_0 - K_{a1} \cdot h \text{ finalement : } h^2 + K_{a1} \cdot h - K_{a1} \cdot C_0 = 0.$$

0,5

2.6. On a : $K_{a1} = 10^{-pK_{a1}}$ donc la ligne de code 4 est : $K_{a1} = 10^{**}(-pK_{a1})$.

0,25

Remarque : ** en langage python signifie exposant.

2.7. Le pH donné par le code python est $pH = 1,48$. On retrouve la valeur expérimentale $pH_{exp} = 1,47$.

0,25

L'acide oxalique se comporte bien comme un acide faible.

3. Formulation de l'acide oxalique

3.1. Concentration en masse : $C_m = \frac{m}{V}$ soit $C_m = \frac{0,27}{100,0 \times 10^{-3}} = 2,7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

0,25

$$\text{Incertitude-type } u(C_m) = C_m \times \sqrt{\left(\frac{u(m)}{m} \right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V} \right)^2}$$

0,25

$$\text{soit } u(C_m) = 2,7 \times \sqrt{\left(\frac{0,01}{0,27} \right)^2 + \left(\frac{0,1}{100,0} \right)^2} = 0,1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

0,25

$$\text{Finalement : } C_m = (2,7 \pm 0,1) \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

3.2. La transformation doit être totale et rapide.

0,25

3.3. À l'équivalence, on réalise un mélange stœchiométrique des réactifs titrant et titré. Le réactif titrant est ici HO^- et le réactif titré est $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ donc à l'équivalence :

0,25

$$\frac{n_0(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)}{1} = \frac{n_E(\text{HO}^-)}{2}$$

0,25

3.4. L'indicateur coloré qui convient pour le titrage est celui dont la zone de virage contient le pH à l'équivalence.

Pour repérer le point équivalent E du titrage, on trace une droite verticale qui passe par le maximum de la courbe dérivée. Cette droite coupe la courbe au point équivalent E .

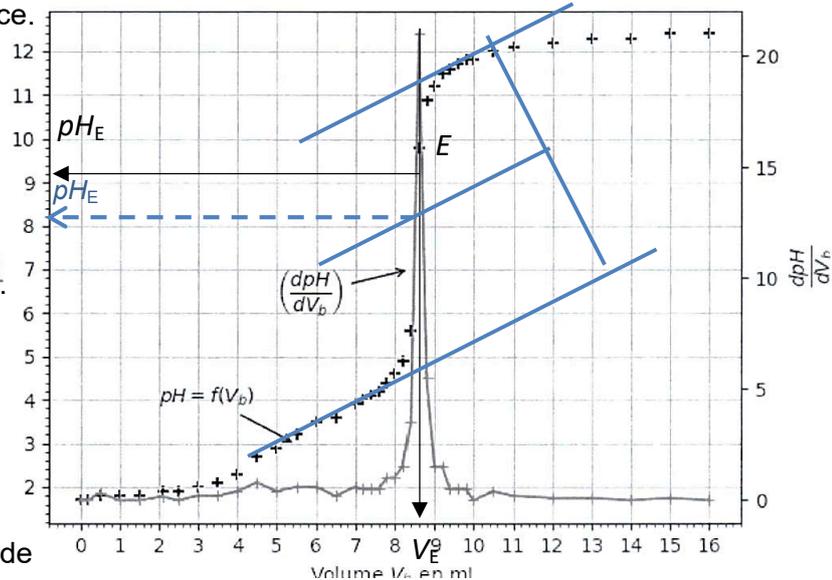
Graphiquement, on lit : $pH_E = 9,2$.

Seule la zone de virage de la phénolphtaléine [8,2 – 10] convient. Le changement de couleur observé à l'équivalence est le passage de l'incolore au rose à la goutte près.

On peut aussi utiliser la méthode des tangentes, graphiquement on lit $pH = 8,2$.

Alors le rouge de crésol serait plus adapté.

Remarque : ce choix permet d'éviter l'usage de phénolphtaléine classée CMR



0,25

0,25

0,25

0,25

3.5. À l'équivalence du titrage : $\frac{n_0(C_2H_2O_4)}{1} = \frac{n_E(HO^-)}{2}$ soit $\frac{C_0 \cdot V}{1} = \frac{[HO^-] \cdot V_E}{2}$

$$C_0 = \frac{[HO^-] \cdot V_E}{2 \cdot V} \text{ avec } V_E = 8,6 \text{ mL}$$

$$C_0 = \frac{0,10 \times 8,6}{2 \times 20,0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2,2 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (valeur exacte stockée en mémoire)}$$

La concentration en masse est alors : $C_{m0} = C_0 \cdot M$

Pour l'acide oxalique pur : $C_{m0} = 2,15 \times 10^{-2} \times 90,0 = 1,94 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \approx 1,9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$;

Pour l'acide oxalique dihydraté : $C_{m0} = 2,15 \times 10^{-2} \times 126 = 2,71 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \approx 2,7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

On retrouve la concentration en masse de la question 3.1. Le solide initial est donc dihydraté.

0,25

0,25

0,5