1. DÉCOLLAGE D'UN DRONE

1. Le système d'étude est le drone et le référentiel est le sol.

2. a. Le drone s'élève verticalement vers le haut, donc le vecteur déplacement du drone est vertical, dirigé vers le haut.

b. Le graphique (**doc. 1**) de l'évolution de l'altitude z en fonction du temps t est une courbe dont la pente est de plus en plus importante. Ce qui signifie que le vecteur vitesse a une valeur qui augmente dans le temps (le vecteur vitesse est dirigé verticalement vers le haut comme le vecteur déplacement du drone.

c. Le drone a un mouvement rectiligne accéléré.

3. a. En absence de vent, deux actions mécaniques agissent sur le drone :

- l'action de la Terre, modélisée par le poids $\vec{P}$;
- l'action de poussée qui agit sur le drone, modélisée par la force $\vec{F}$.

b. *Schéma :*

c. Le décollage est possible seulement si la valeur du poids est inférieure à la valeur de la force de poussée : $P < F$.

4. a. Le décollage n'est plus possible si la valeur de la force poids est supérieure à la valeur de la force de poussée : $P > F$.

La masse du drone est m = 110 g = 0,110 kg et la masse de la webcam est m_C.

$(m + m_C) \cdot g > F$

$m \cdot g + m_C \cdot g > F$

$m_C \cdot g > F - m \cdot g$

$m_C > \dfrac{F}{g} - m$

$m_C > \dfrac{F}{9{,}8} - 0{,}110$

Si la masse m_C est supérieure à $\dfrac{F}{9{,}8} - 0{,}110$ kg, alors le décollage n'est plus possible.

b. La webcam étant fixé sur le drone, le drone est fixe (n'est pas en mouvement) par rapport à la webcam.

2. ATTERRISSAGE DE CURIOSITY SUR MARS

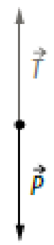
1. a. La valeur du vecteur vitesse de Curiosity est de 75 cm · s^{-1}.

b. Les caractéristiques du vecteur vitesse de Curiosity : il est dirigé verticalement, vers le bas et sa valeur reste constante. Donc le vecteur vitesse est constant.

c. Le mouvement de Curiosity est rectiligne uniforme.

d. Le mouvement étant rectiligne uniforme, d'après le principe d'inertie, on peut dire que les forces (tension des filins et poids de Curiosity) qui modélisent les actions mécaniques agissant sur Curiosity se compensent (donc $\vec{T} = \vec{P}$).

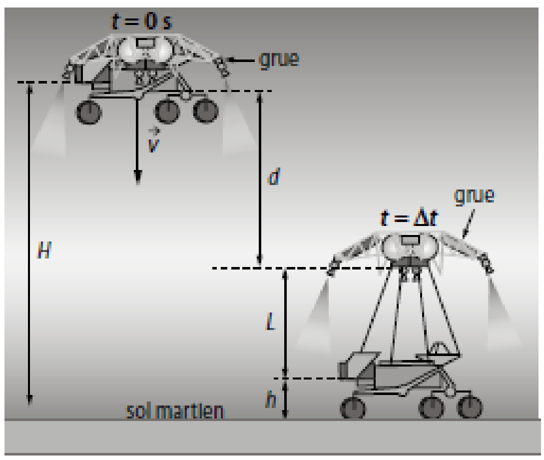
Schéma :



e. On a : $T = P$ donc $T = m \cdot g = 900 \times 3{,}7$
soit T = 3 300 N.

2. On cherche à estimer la durée Δt de la phase de descente du robot Curiosity entre le moment où la grue commence à le descendre et son atterrissage sur le sol martien.

Schématisons la situation et résumons les données :



Données :

• Altitude H au début de la descente : $H = 20$ m

• Vitesse v de la grue G par rapport au sol martien S : $v_{G/S} = 0{,}75$ m · s^{-1}

• Longueur des filins déployés et tendus : $L = 7{,}50$ m

• Hauteur h du robot : $h = 2{,}2$ m

Le robot Curiosity doit parcourir une distance d pendant une durée Δt :

$v = \frac{d}{\Delta t}$ donc $\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{H - L - h}{v}$ soit :

$$\Delta t = \frac{20 - 7{,}5 - 2{,}2}{0{,}75}$$

$\Delta t = 14$ s

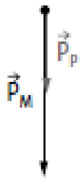
3. EXPÉRIENCE DE PHYSIQUE SUR LA LUNE

1. a. Les frottements étant négligeables sur la Lune, la plume comme le marteau à l'instant où ils sont lâchés ne sont soumis qu'à l'action de la Lune, qui est modélisée par le poids pour le marteau, et par le poids pour la plume.

b. L'expression des valeurs des forces qui modélisent ces actions mécaniques en fonction de l'intensité de pesanteur lunaire g_L est :

$$\boldsymbol{P_M = m_M \cdot g_L} \quad \text{et} \quad \boldsymbol{P_P = m_P \cdot g_L}$$

Schéma :



2. a. Le graphique **B** correspond à la trajectoire du point M.

b. Le graphique **A** correspond à l'évolution de l'altitude du point M en fonction du temps.

3. a. • À $t = 0$ s, $y = 1{,}5$ m.

À $t = 0{,}25$ s, $y = 1{,}45$ m.

La valeur du vecteur vitesse v_1 entre les instants $t = 0$ s et $t = 0{,}25$ s est :

$$v_1 = \frac{1{,}5 - 1{,}45}{0{,}25 - 0} = 0{,}2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

• À $t = 0{,}5$ s, $y = 1{,}3$ m.

À $t = 0{,}75$ s, $y = 1{,}05$ m.

La valeur du vecteur vitesse v_2 entre les instants $t = 0{,}5$ s et $t = 0{,}75$ s est :

$$v_2 = \frac{1{,}3 - 1{,}05}{0{,}75 - 0{,}5} = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

b. La valeur du vecteur vitesse du point M augmente lors de la chute.

c. Cette variation du vecteur vitesse est cohérente avec la contraposée : la somme des forces n'étant pas nulle, la vitesse varie au cours du temps.

4. Le point M a un mouvement rectiligne accéléré.

5. a. D'après le graphique **A**, 4 carreaux correspondent à 0,5 s, donc 11 carreaux ($y = 0$) correspondent à :

$\frac{11 \times 0{,}5}{4} = 1{,}37$; la durée de chute du point M est $\Delta t = 1{,}37$ s.

b. La vitesse v moyenne de chute est :

$$v = \frac{h}{\Delta t} = \frac{1{,}50}{1{,}37} = 1{,}1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

4. LA MISSION PHILAE

1. L'expression de la force gravitationnelle $F_{C/P}$ exercée par la comète C sur Philae P est :

$$F_{C/P} = G \cdot \frac{m_C \cdot m_P}{R_C^2}$$

avec m_C la masse de la comète, R_C le rayon de la comète et m_P la masse de Philae.

2. $P_P = F_{C/P}$ alors :

$$m_P \cdot g_C = G \cdot \frac{m_C \cdot m_P}{R_C^2}$$

$$g_C = G \cdot \frac{m_C}{R_C^2}$$

$$g_C = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{10 \times 10^9 \times 10^3}{(2{,}5 \times 10^3)^2}$$

$g_C = 1{,}1 \times 10^{-4}$ N · kg^{-1} ou m · s^{-2}

La valeur de l'intensité de la pesanteur g_C sur la comète est $1{,}1 \times 10^{-4}$ N · kg^{-1}.

3. La phrase du **document 2** « Philae pèse 100 kg sur Terre et 1 g sur la comète. » confond le poids P (exprimé en Newton) et la masse m (exprimée en kg).

Philae a toujours une masse de 100 kg sur la comète. Par contre, c'est son poids qui est 10^5 fois plus faible sur la comète que sur la Terre car l'intensité de la pesanteur y est 10^5 fois plus faible que sur la Terre :

$$\frac{g_C}{g_T} = \frac{1{,}10 \times 10^{-4}}{10} = 1{,}1 \times 10^{-5}$$

4. a. $v = \frac{d}{\Delta t}$ donc $\Delta t = \frac{d}{v}$

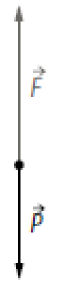
$$v = \frac{20}{3{,}5} = 5{,}7 \text{ h}$$

La valeur de la durée de la phase d'atterrissage de Philae est 5,7 h.

b. La vitesse de Philae étant constante, le mouvement est rectiligne uniforme, les forces qui modélisent les actions mécaniques agissant sur Philae se compensent :

– l'action de la comète, modélisée par le poids $\vec{P}$;

– l'action de poussée (de réacteur) qui agit sur Philae, modélisée par la force $\vec{F}$.



5. AU-DESSUS DU CANAL DE CORINTHE

1. Le système est R. Maddison et sa moto.
Le référentiel d'étude est le sol.

2. a. Si on néglige les frottements de l'air, la seule action mécanique qui agit sur R. Maddison et sa moto est l'action de la Terre, modélisée par le poids.
b. *Schéma :*

3. a. *Schéma :*

b. La valeur du vecteur vitesse est constante (l'intervalle entre les images de la moto est constant), mais sa direction est modifiée, donc le vecteur vitesse varie au cours du temps.
c. Cette variation du vecteur vitesse est cohérente avec la contraposée : la somme des forces n'étant pas nulle, la vitesse varie au cours du temps.

4. On peut dire que le mouvement du système est uniforme selon l'axe Ox car la vitesse v_x est quasiment constante, ce qui est cohérent avec le fait que le poids est dirigé selon l'axe Oy.

5. La meilleure estimation de la valeur de vitesse v_x est la moyenne des valeurs de vitesse v_x :

$$v_x = \frac{28{,}3 + 29{,}1 + 28{,}7 + 29{,}0 + 27{,}7 + 29{,}0}{6}$$

Ainsi : $\mathbf{v_x = 28{,}6\ m \cdot s^{-1}}$.
On détermine l'incertitude-type u_v à partir de l'écart-type s_v.
L'incertitude-type u_v est donnée par l'expression $u_v = \frac{s_v}{\sqrt{N}}$ où N est le nombre de mesures effectuées, ici $N = 6$.
À l'aide de la calculatrice, on trouve : $s_v = 0{,}543$.

$$u_v = \frac{0{,}543}{\sqrt{6}} = 0{,}170\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

$u_v \approx 0{,}2\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$

6. On peut schématiser la situation en sortie de tremplin ainsi :

On écrit alors :

$\cos \alpha = \frac{v_{0x}}{v_0}$ donc $v_0 = \frac{v_{0x}}{\cos \alpha}$.

Comme v_x = cte, on a : $v_{0x} = v_x$.

$v_0 = \frac{28{,}6}{\cos 33}$ soit $\mathbf{v_0 = 34{,}1\ m \cdot s^{-1}}$.

D'après l'énoncé, $v_0 = 125\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$,

soit après conversion $v_0 = \frac{125}{3{,}6} = 34{,}7\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

Les résultats sont cohérents.