

Atterrissage forcé

1. On utilise la modélisation donnée au graphique pour trouver $v_y(t_1)$ et $v_y(t_2)$

$$v_y(t) = 2,80t - 13,6$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow v_y(t_1) &= 2,80 \times 0,50 - 13,6 & v_x(t_1) &= 0 \text{ m.s}^{-1} \\ &= 1,4 - 13,6 \\ &= -12,2 \text{ m.s}^{-1} \rightsquigarrow 2,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{et } v_y(t_2) &= 2,80 \times 2,5 - 13,6 \\ &= 7,0 - 13,6 \\ &= -6,6 \text{ m.s}^{-1} \end{aligned}$$

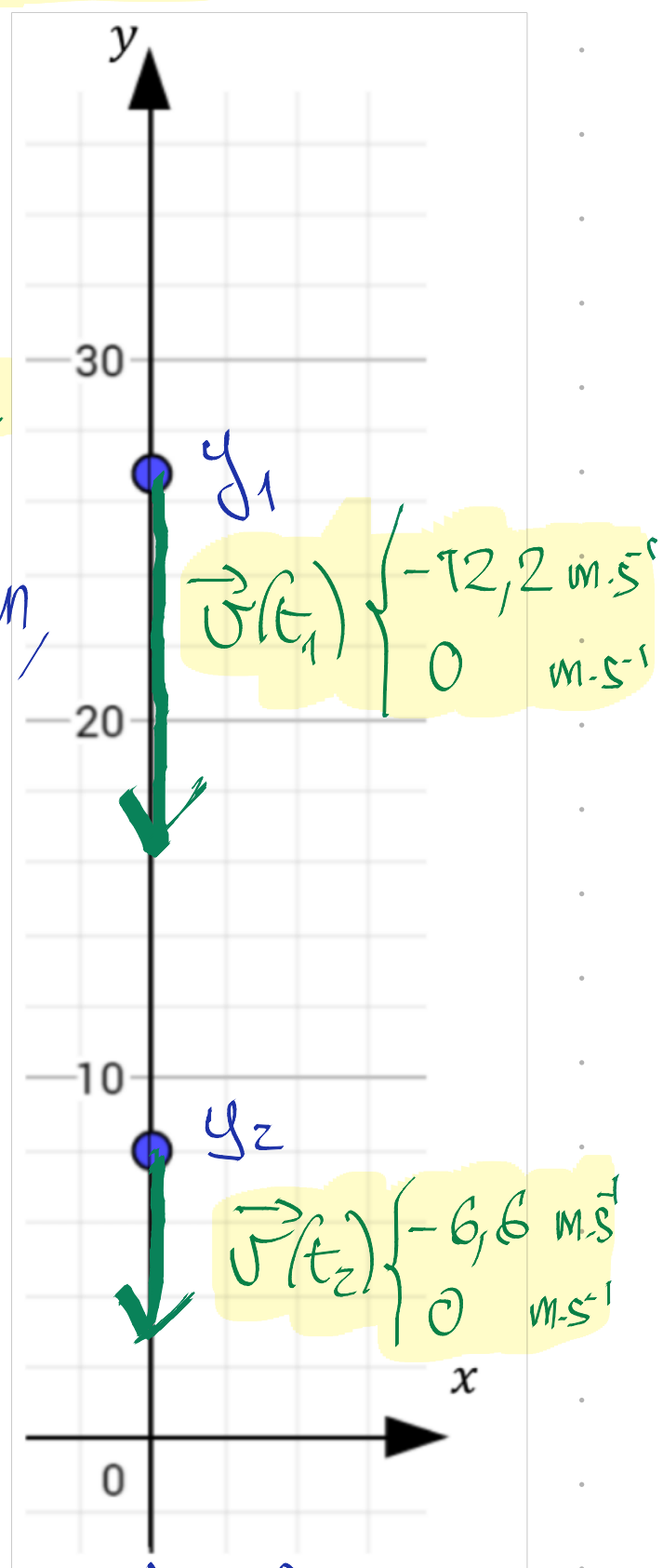
$$v_x(t_2) = 0 \text{ m.s}^{-1} \rightsquigarrow 1,1 \text{ cm}$$

2. Pour obtenir l'accélération, on dérive $v_y(t)$:

$$a_y(t) = \frac{dv_y}{dt} = 2,80 \text{ m.s}^{-2} > 0$$

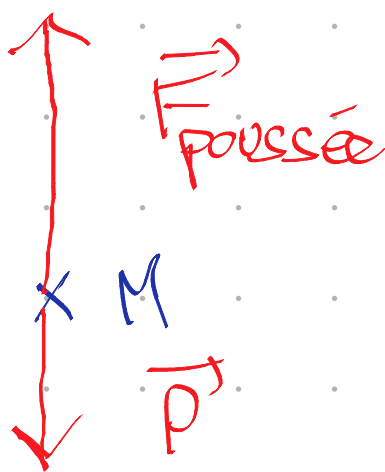
L'accélération est constante et sa projection sur l'axe Oy est positive, ce qui signifie que l'accélération est vers le haut!

Comme la vitesse est négative, le mouvement est uniformément accéléré vers le haut et donc uniformément ralenti.



De plus, le mouvement est rectiligne (vertical).

3. Modélisons le 1^{er} étage de la fusée par un point matériel M:



$$\|\vec{F}_{\text{poussée}}\| > \|\vec{P}\|$$

La force de poussée des moteurs l'emporte sur le poids puisque la force résultante vaut le produit de la masse par l'accélération d'après la 2^e loi de Newton et doit donc être dirigée vers le haut (puisque $a_y > 0$).

4. Pour obtenir $y(t)$, on primitive $v_y(t)$:

$$y(t) = \frac{1}{2} 2,80 t^2 - 13,6 t + C$$

On détermine C grâce au graphique 2 de $y(t)$
On lit $y(0) = 33 \text{ m}$

$$\Rightarrow C = 33 \text{ m}$$

$$y(t) = \underbrace{1,40 t^2}_{\text{m.s}^{-2}} - \underbrace{13,6 t}_{\text{m.s}^{-1}} + \underbrace{33}_{\text{m}}$$

5. Le système touche le sol à l'instant t_s tel que

$$y(t_s) = 0$$

$$\Leftrightarrow -1,40 t_s^2 - 13,6 t_s + 33 = 0$$

Il faut résoudre le trinôme du second degré

$$\Delta = 13,6^2 - 4 \times 1,40 \times 33 \\ \approx 0,16 > 0$$

$$t_{s_1} = \frac{13,6 - \sqrt{0,16}}{2 \times 1,40}$$

$$\approx 4,7 \text{ s}$$

$$t_{s_2} = \frac{13,6 + \sqrt{0,16}}{2 \times 1,40}$$

$$\approx 5,0 \text{ s}$$

Calculons les vitesses selon O_y en ces 2 instants:

$$v_y(t_{s_1}) = -0,44 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v_y(t_{s_2}) = +0,40 \text{ m.s}^{-1}$$

Et $v(t_s) = |v_y(t_s)|$
puisque le mouvement
est purement
vertical.

on écarte cette
solution car elle
correspond à une
phase en train de repartir
vers le haut

6. $v(t_s) < 3 \text{ m.s}^{-1} \Rightarrow$ l'atterrissage
s'effectue bien en douceur.