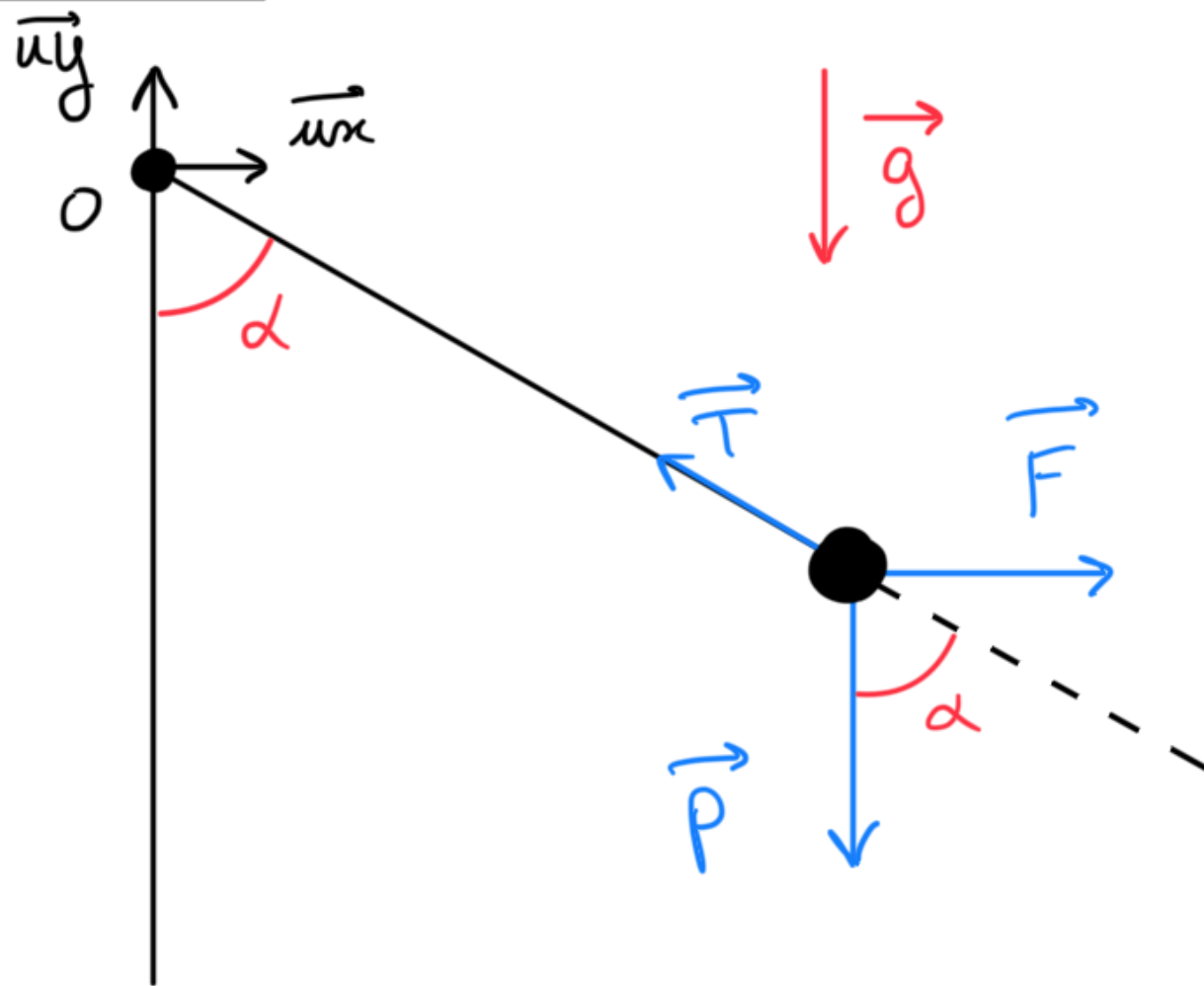


Correction TD principe d'inertie

Exercice 1: Force magnétique



* Force magnétique:
horizontale vers la droite

Or: D'après le pcp d'inertie:

$$\vec{T} = \vec{0}$$

Système: Bille d'acier
de masse $m = 200\text{ g}$

Référentiel: Terrestre
supposé Galiléen

Bdf:

* Poids: vertical, vers
le bas de norme

$$P = mg$$

* Tension de corde: le
long de la corde dans
le sens objet $\rightarrow$ attache

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow P + T + \dots$$

On projette les forces sur le repère $(0, x, y)$:

$$\vec{P} = \begin{cases} 0 \\ -mg \end{cases} ; \quad \vec{F} = \begin{cases} F \\ 0 \end{cases} ; \quad \vec{T} = \begin{cases} -T \sin(\alpha) \\ T \cos(\alpha) \end{cases}$$

d'où

$$\begin{cases} F - T \sin(\alpha) = 0 \text{ (1)} \\ -mg + T \cos(\alpha) = 0 \end{cases} \rightarrow T = \frac{mg}{\cos(\alpha)}$$

Donc (1) devient :

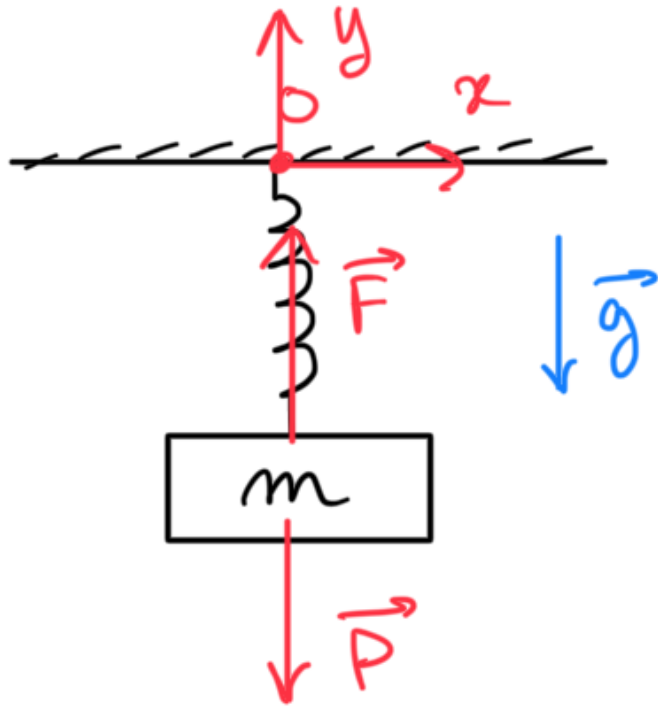
$$F - \frac{mg \sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} = 0$$

d'où

$$F = mg \tan(\alpha) = 0,2 \times 9,8 \times \tan(50)$$

$$= 2,54 \text{ N}$$

Exercice 2:



1) Système: masse m au bout du ressort.

Référentiel: Terrestre supposé Galiléen

2) Bdf:

* Poids: vertical vers le bas de norme:

$$P = mg.$$

* Rappel du ressort: verticale vers le haut de norme:

$$F = -k\Delta$$

$$3) \quad \sum \vec{F} = \vec{0} \quad (\Leftrightarrow) \quad \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

On projette les forces sur le repère $(0, x, y)$

$$\vec{P} = \begin{pmatrix} 0 \\ -mg \end{pmatrix} \quad \vec{F} = \begin{pmatrix} 0 \\ k\Delta \end{pmatrix}$$

$$F = \begin{cases} -mg & / \\ +k\Delta L \end{cases}$$

d'où

$$-mg + k\Delta L = 0$$

4) $k\Delta L = mg$ donc

$$\Delta L = \frac{mg}{k}$$

Or: $\Delta L = L - L_0$ d'où

$$L = \frac{mg}{k} + L_0$$

$$5) \begin{cases} L_1 = \frac{m_1 g}{k} + L_0 = \frac{0,2 \times 9,81}{50} + 0,10 = 0,14 \text{ m} \\ L_2 = \frac{m_2 g}{k} + L_0 = \frac{0,5 \times 9,81}{50} + 0,10 = 0,31 \text{ m} \end{cases}$$

Exercice 1: Poids ou force gravitationnelle?

$$Q1) \quad E = G \frac{m_T}{R_T^2} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,97 \times 10^{24}}{(6,4 \times 10^6)^2} \approx 9,72 \quad \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

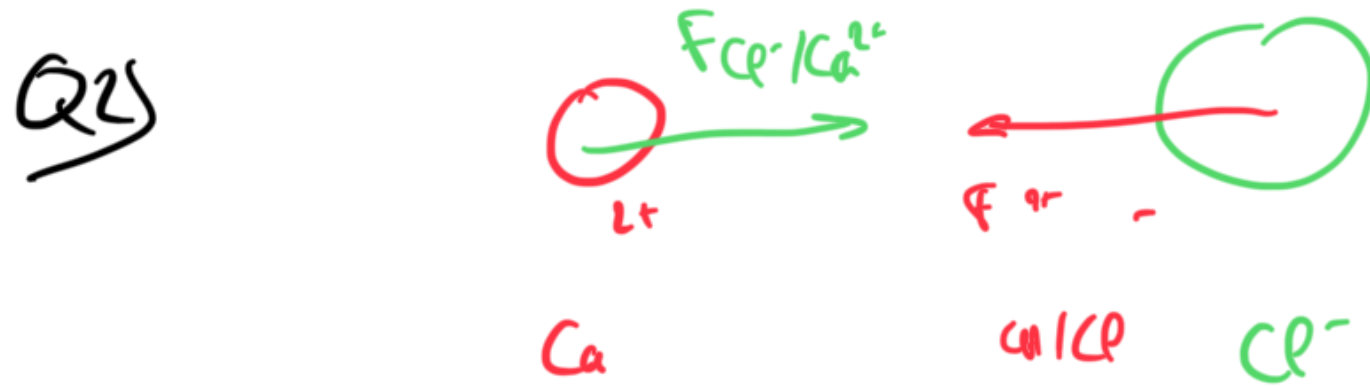
$$Q2) \quad P = 9,72 \times 2 = 19,4 \text{ N} \quad \left. \vphantom{P = 9,72 \times 2 = 19,4 \text{ N}} \right\} \frac{\Delta P}{P} = 0,2 \Rightarrow \frac{0,2}{19,6} \approx 1\% \text{ erreur relative}$$

$$Q3) \quad P = 19,6 \text{ N}$$

Exercice 2: Forces Intramoléculaires

$$3,0 \times 10^{-9} \text{ N}$$

Q1) $F = k \times \frac{|q(\text{Cl}^-) \times q(\text{Ca}^{2+})|}{d^2} = k \times \frac{1}{d^2} \approx 3,6 \times 10^{-10} \text{ N}$

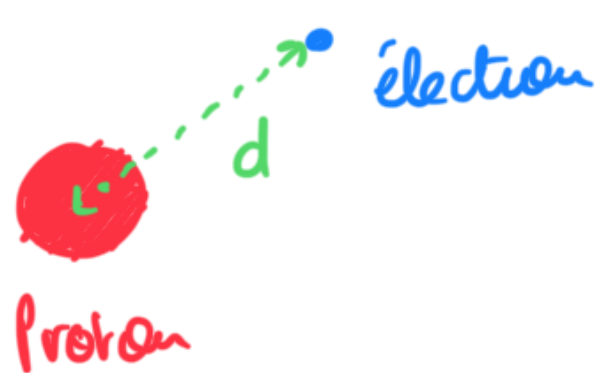


?

Exercice 3: Gravitation et Electrostatique, qui gagne.

Q1)

Q2) $F_g = G \frac{m_p m_e}{r^2} \approx 3,6 \times 10^{-47} \text{ N}$



$$Q3) F_E = k \frac{19e9e1}{d^2} \approx 8,2 \times 10^{-8} \text{ N}$$

$$Q4) \frac{F_E}{F_G} \approx \frac{8,2 \times 10^{-8}}{3,6 \times 10^{-47}} \approx 2,3 \times 10^{39}$$

Q5) $F \gg F$ au niveau atomique $\Rightarrow$ négligeable

c G

Exercice 4: Un vol d'oiseau

Q1) Qui car il est en MRU

$$0,11 \times 0,4 = 3,92 \text{ N}$$

Q2) $P = F_P$
 $(\vec{P} = -\vec{F}_P)$

Q3) $P = mg = 3,92 \text{ N}$

Q4) $F_P = 3,92 \text{ N}$

Q5)



Schema de la situation

Exercice 5. Temps de chute

Q1) Chute libre = que le poids

Donc $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{P} = m\vec{a}$$

$$\cancel{m}\vec{g} = \cancel{m}\vec{a} \rightarrow$$

$$\boxed{g = a_z}$$

Q2) $a_z = \frac{dv_z}{dt} \rightarrow a_z dt = dv_z$

$$\rightarrow \int_0^t a_z dt = \int_{v_0}^{v_z} dv_z$$

d'où $a_z \times t = v_z - v_0 \rightarrow \boxed{gt = v_z} \textcircled{1}$

$$v_z = \frac{dz}{dt} \rightarrow v_z dt = dz$$

$$gt \, dt = dz$$
$$\boxed{\frac{1}{2} g t^2 = z(t)} \quad (2)$$

Q3) $h = 12 \text{ m}$

$$(2) \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \approx 1,56 \text{ s.}$$

$$(1) \rightarrow v = gt = 9,81 \times 1,56 = 15,3 \text{ m/s.}$$

Exercice 6: Vol du drone Ingenuity sur Mars

Q1) La chute libre = que le poids qui est pris en compte

Q2) Si $\vec{g}$ est plus grand, il y a $\oplus$ d'accélération et donc des pbs. Donc sur Terre c'est plus problématique.

Q3) Dans $(0, \vec{r}, \vec{\delta})$

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a} \rightarrow \vec{P} = m\vec{a} \rightarrow \begin{cases} 0 = a_x \\ -g = a_y \end{cases}$$

~~$m\vec{g} = m\vec{a}$~~

Q4) $a = \frac{dv}{dt} \rightarrow v = \int a dt$

$$\begin{cases} v_x = \int 0 dt = \text{constante} = v_0 \\ v_y = \int -g dt = -gt + C_2 = -gt \end{cases}$$

... donc on a la vitesse

Le mouvement horizontal est uniforme et le mouvement
horizontale de contact: $v_0 = 6 \text{ m/s}$.

Q5) Impact $\Rightarrow y(t) = 0 \rightarrow -\frac{1}{2} g_{\text{max}} t^2 + h = 0$

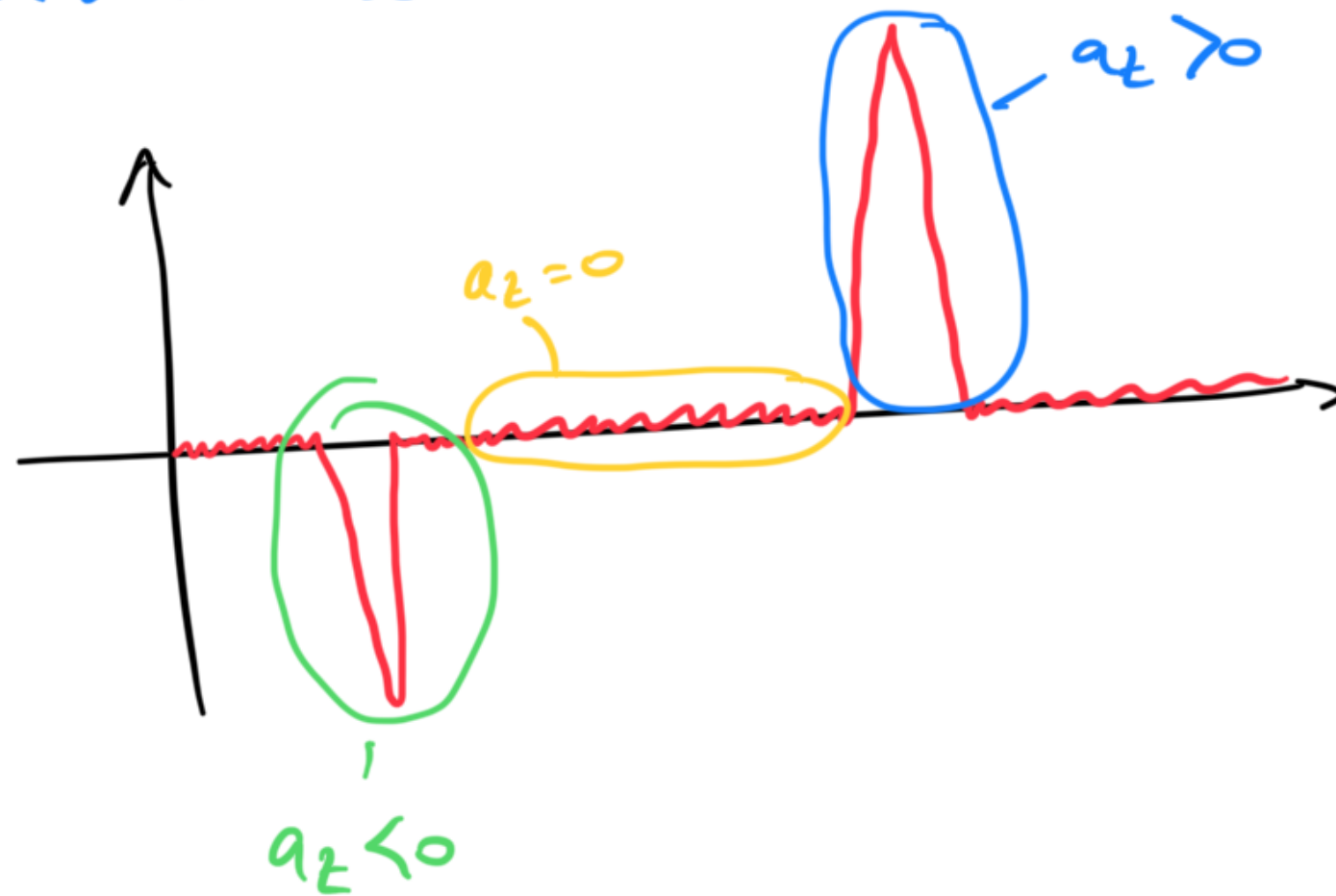
d'où $\frac{1}{2} g_{\text{max}} t^2 = h$

$\hookrightarrow t_I = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1}{3,7}} = \underline{0,73 \text{ s}}$

Q6) $x_{\text{Impact}} = v_0 \times t_I = 6 \times 0,73 = \underline{4,41 \text{ m}}$

Exercice 1: Traction d'un ascenseur

Q1) 3 parties:

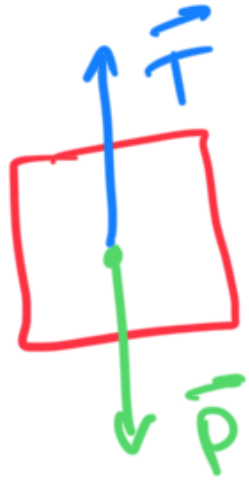


Si $a_z < 0 \rightarrow$ on se sent $\oplus$ léger
 $a_z = 0 \rightarrow$ NRU
 $a_z > 0 \rightarrow$ on se sent $\oplus$ lourd

} On descend!

Q2) Dans les 4 cas on a deux forces: $\vec{P}$ verticale vers le bas et $\vec{T}$ verticale vers le haut.

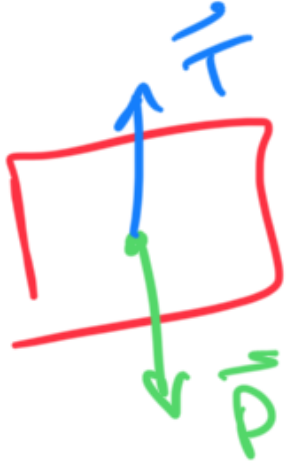
①



$$P = T$$

ascenseur immobile

③



$$P = T$$

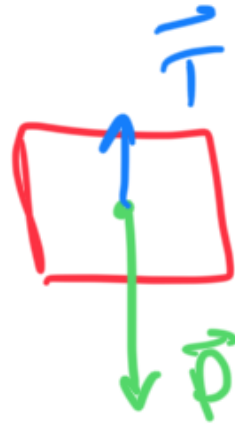
vitesse de croisière

Q3)



$$\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$$

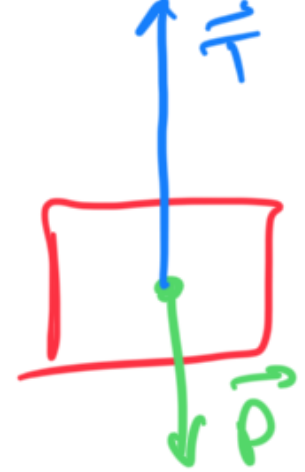
②



$$P > T$$

au démarrage

④



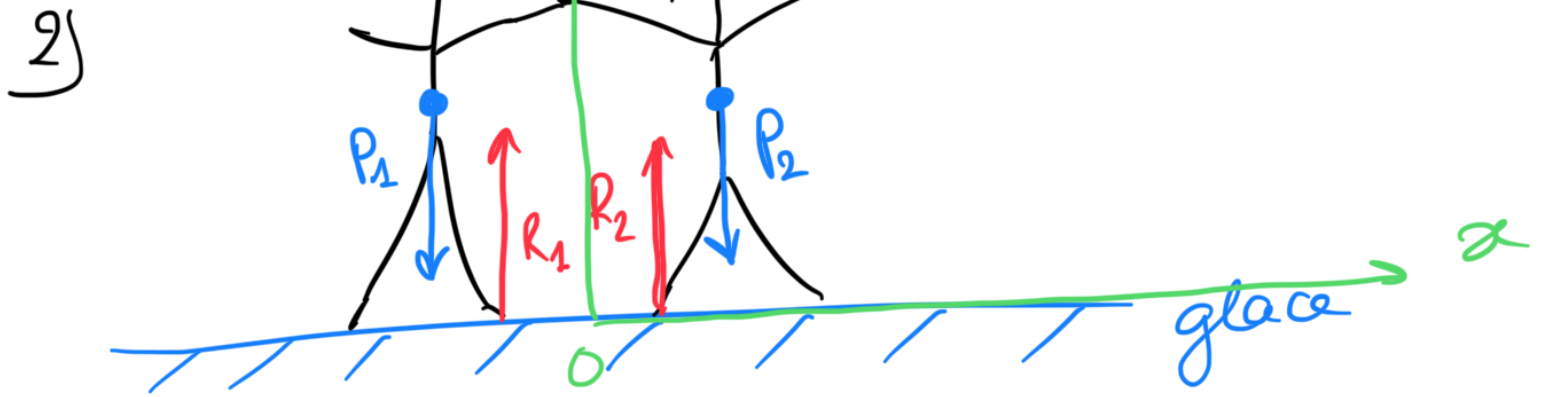
$$T > P$$

à l'arrivée (freine)

⤴ $T_{\max}$ dans la dernière situation

Exercice: Couple de patineurs.

1) Poids et réactions du support.



3) Système: { patineur + patineuse }

Référentiel: Sol supposé Galiléen

Bilan des forces:

$$\vec{P}_1 = M_1 \vec{g} = -M_1 g \vec{u}_y$$

$$\vec{P}_2 = M_2 \vec{g} = -M_2 g \vec{u}_y$$

$$\vec{R}_1 = R_1 \vec{u}_y$$

$$\vec{R}_2 = R_2 \vec{u}_y$$

$$M_{\text{système}} \times \vec{a}_G = \sum \vec{F}_{\text{ext}} \quad \text{PFD}$$

$$\hookrightarrow (M_1 + M_2) \times \vec{a}_G = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{R}_1 + \vec{R}_2$$

On projette sur l'axe x:

$$(M_1 + M_2) \times a_{xG} = 0$$

aucune force horizontale

$$4) (M_1 + M_2) \cdot \frac{d^2 x_G}{dt^2} = 0 \quad \left. \begin{array}{l} \text{On} \\ \text{intègre} \end{array} \right\}$$

$$\text{d'où } \frac{dx_G}{dt} + \text{constante} = 0$$

$$v_G(t) + v_0 = 0$$

immobile au départ donc $v_0 = 0$

on intègre

$$x_G(t) = \text{constante}$$

Donc la position du centre d'inertie est constante au cours du temps
(On adopte le même raisonnement suivant y, avec $\vec{p}_1, \vec{p}_2, \vec{R}_1$ et $\vec{R}_2$ qui se compensent.)

5) D'après les données:

$$M_1 x_1 + M_2 x_2 = (M_1 + M_2) x_G = 0$$

$$M_1 x_1 + M_2 x_2 = 0$$

↳ équation de positions

(dérivée)

$$m_1 \frac{dx_1}{dt} + m_2 \frac{dx_2}{dt} = 0$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0 \quad (1)$$

↳ équation de vitesses

Or: Au bout de 5s les patineurs sont séparés de 12 m.

$$(2) \quad v_{\text{séparation}} = v_2 - v_1 = \frac{d}{t} = \frac{12}{5}$$

$$v_{\text{sep}} = 2,4 \text{ m/s}$$

d'où

$$\begin{cases} m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0 & (1) \\ v_2 - v_1 = v_{\text{sep}} & (2) \end{cases}$$

$$(2) \Rightarrow v_2 = v_{\text{sep}} + v_1 \quad (3)$$

On implique (3) dans (1)

$$\textcircled{1} \Rightarrow m_1 v_1 + m_2 (v_{\text{sep}} + v_1) = 0$$

donc $m_1 \underline{v_1} + m_2 v_{\text{sep}} + m_2 \underline{v_1} = 0$

factorise

$$v_1 (m_1 + m_2) = -m_2 v_{\text{sep}}$$

D'où

$$v_1 = \frac{-m_2 \times v_{\text{sep}}}{m_1 + m_2}$$

AN:

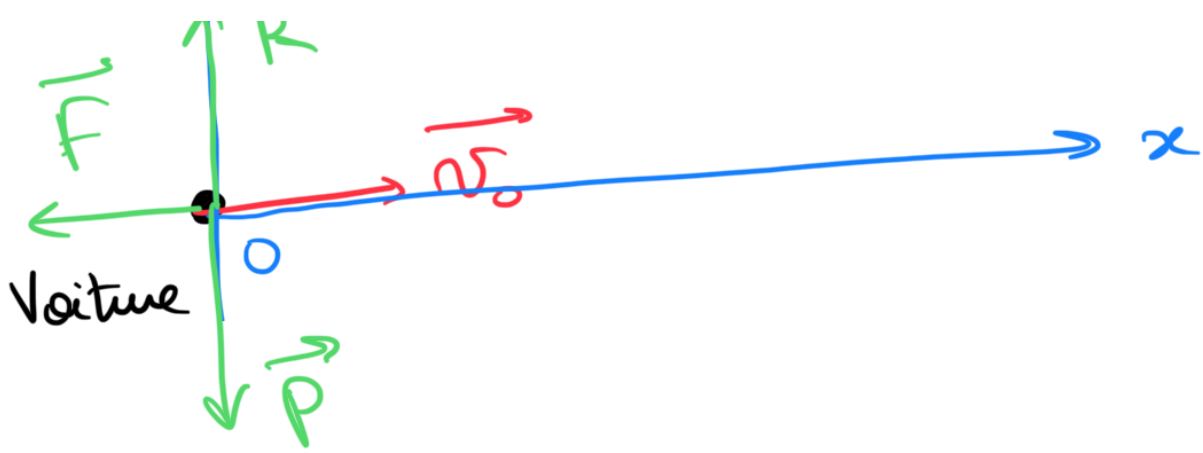
$$v_1 = -\frac{50}{115} \times 2,14 = -1,04 \text{ m/s.}$$

Le patineur s'éloigne à la vitesse de $-1,04 \text{ m/s}$ vers la gauche.

Exercice : Arrêt d'un véhicule

1)





$$2) v_0 = 105 \text{ km/h} = 29,2 \text{ m/s.}$$

$$a = \frac{v_f - v_0}{t_f - t_0} = \frac{0 - 29,2}{6,3} = -4,6 \text{ m/s}^2$$

La décélération constante vaut $4,6 \text{ m/s}^2$ en norme.

3) Système: {voiture}

Référentiel: sol supposé Galiléen

Bilan des forces:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Force de décélération: } \vec{F} = -F \vec{u}_x \\ \text{Poids: } \vec{P} = -mg \vec{u}_y \\ \text{Réaction du sol: } \vec{R} = R \vec{u}_y \end{array} \right.$$

PFD:

$$m \vec{a} = \sum \vec{F}_{\text{ext}}$$

$$\int m a_x = -F$$

$$\begin{cases} m a_y = -mg + R = 0 \end{cases}$$

$$F = -m a_x = -1242x - 4,6$$

$$F \approx 5700 \text{ N.}$$

4) $m a_x = -F$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -F \Rightarrow m \frac{d^2 x}{dt^2} + F = 0$$

Intègre

$$\boxed{m \frac{dx}{dt} + Ft + K = 0} \quad (1)$$

Or: à $t=0$;

$$(1) \Rightarrow m v_0 + K = 0$$

$$\text{d'où } K = -m v_0$$

d'où

$$\boxed{m v(t) + Ft - m v_0 = 0} \quad (2)$$

intégrer

$$m x(t) + \frac{1}{2} F t^2 - m v_0 t = 0$$

Or: à $t=0$; $x(t=0) = 0$

donc $W' = 0$

$$m x(t) + \frac{1}{2} F t^2 - m v_0 t = 0$$

(simplifier)

$$x(t) = \frac{-F}{2m} t^2 + v_0 t$$

La voiture s'arrête au bout de 6,30.

$$x(6,63) = \frac{-5700}{2 \times 1242} \times 6,63^2 + 29,3 \times 6,63$$

≈ 93 m.

La distance de freinage est de 93 mètres

Exercice : Équation horaire

Exercice: Equations

$$1) [F] \equiv N$$
$$[t] \equiv s$$

(C'est de
l'analyse
dimensionnelle)

$$[F] = [\lambda] \cdot [t]$$

$$\Rightarrow [\lambda] \equiv \frac{[F]}{[t]} \equiv N \cdot s^{-1}$$

2) Système: {Point matériel}

Référentiel: Sol Galiléen

Bdf: $\vec{F} = \lambda t \vec{u}_x$

PFD:

$$m \vec{a} = \vec{F}$$

(seulement suivant
l'axe x)

$$m a_x = \lambda t$$

$$a_x = \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{\lambda t}{m}$$

Intègre

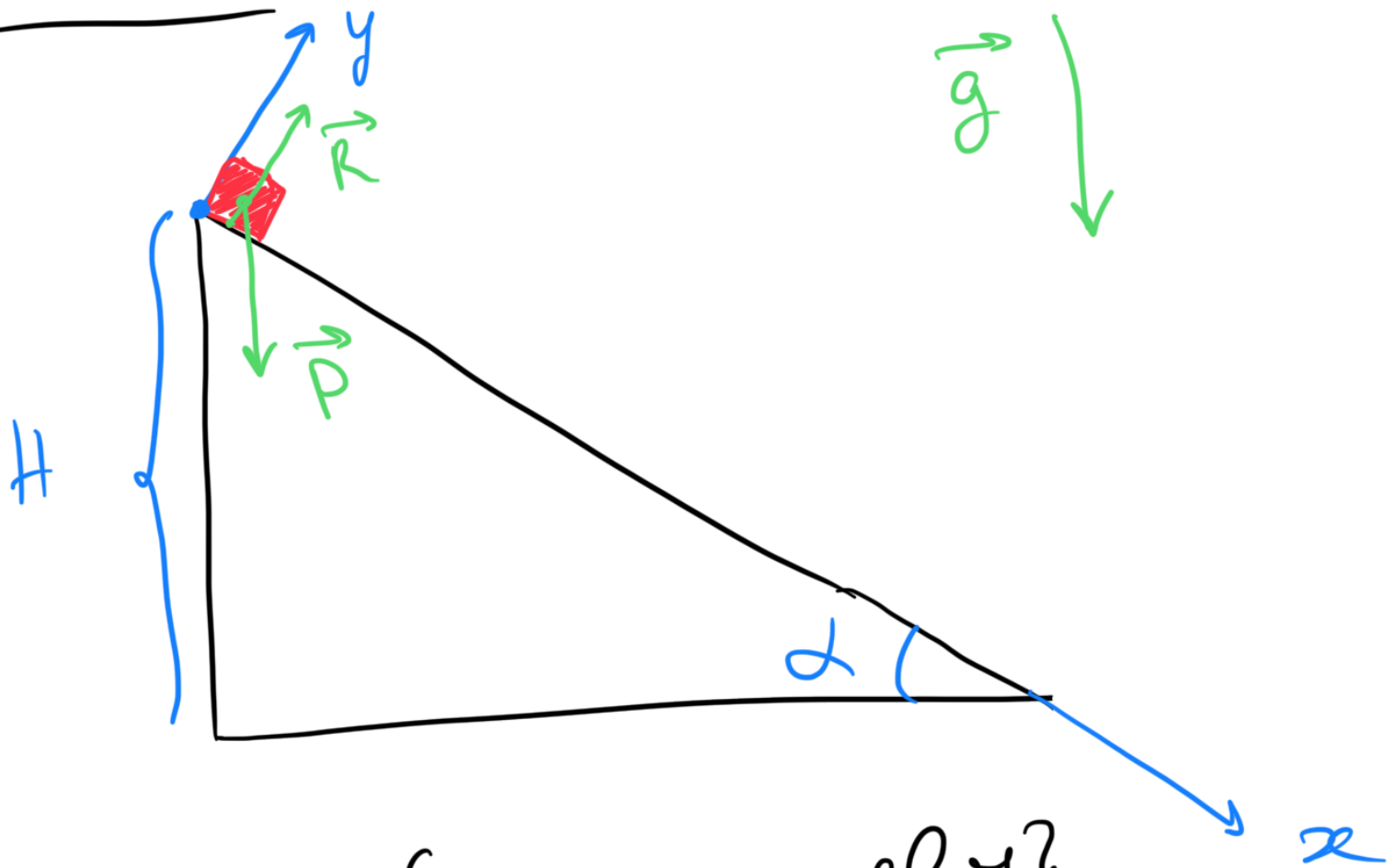
$$\underline{dx} = \frac{\lambda t^2}{2} + v_0$$

dt $2m$

Intégrer

$$x(t) = \frac{\lambda t^3}{6m} + v_0 t + x_0$$

Exercice: Glissement sur plan incliné



1) Système: {Objet ponctuel M }

Référentiel: sol galiléen

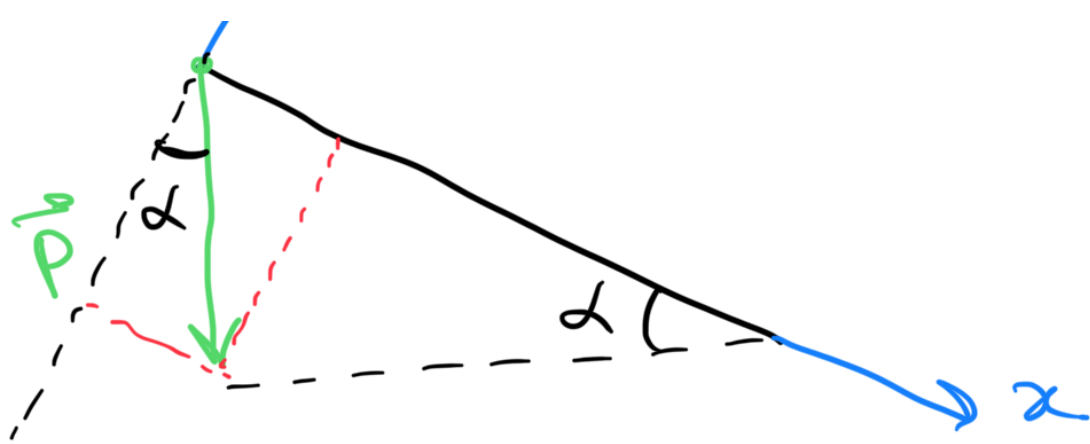
Donc: $\vec{P} = m\vec{g}$ (vertical vers le bas)

$$\vec{R} = R \vec{u}_y$$

Projetons le poids: (Partie de $\vec{P}$)

y

$$\vec{P} = mg (\sin \alpha \vec{u}_x + \cos \alpha \vec{u}_y)$$



PFD:

$$m\vec{a} = \sum \vec{F}_{ext}$$

mv suivant x

$$\cancel{m}a_x = \cancel{m}g \sin(\alpha)$$

On intègre

$$v_x = g \sin(\alpha) t + \cancel{v_{0x}}^0$$

On intègre

$$x(t) = \frac{g \sin(\alpha) t^2}{2} + \cancel{x_0}^0$$

4) On a:

$$\sin(\alpha) = \frac{\text{opp}}{\text{hyp}} = \frac{H}{2H}$$

$$x(t=t_f) = \frac{H}{\sin(\alpha)} = \frac{g \sin(\alpha) t_f^2}{2}$$

$$\text{d'où } t_f^2 = \frac{2H}{g \sin^2(\alpha)}$$

$$t_f = \frac{1}{\sin(\alpha)} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Or: $v_x(t) = g \sin(\alpha) t$ (Q avant)

$$v(t=t_f) = g \cancel{\sin(\alpha)} \times \frac{1}{\cancel{\sin(\alpha)}} \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$v(t=t_f) = \sqrt{2gH}$$

AN: $v(t=4) = 3,13 \text{ m/s}$

Remarque: v_f ne dépend pas de
l'angle d'inclinaison
(si on néglige les frottements)