

# Solutionnaire du chapitre 7

1. a) Le poids de Karl est

$$\begin{aligned}P &= mg \\ &= 70\text{kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \\ &= 686\text{N}\end{aligned}$$

Vers le bas.

b) Avec une accélération de  $6 \text{ m/s}^2$  vers le haut, les composantes du poids apparent sont

$$\begin{aligned}P_{app\ x} &= -ma_x \\ &\rightarrow P_{app\ x} = 0 \\ P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\ &\rightarrow P_{app\ y} = -70\text{kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - 70\text{kg} \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ &\rightarrow P_{app\ y} = -1106\text{N}\end{aligned}$$

Le poids apparent est donc de  $1106 \text{ N}$  vers le bas.

c) Le nombre de  $g$  est

$$n_g = \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} = \frac{1106\text{N}}{686\text{N}} = 1,612$$

2. a) Le poids de Karl est

$$\begin{aligned}P &= mg \\ &= 70\text{kg} \cdot 1,6 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \\ &= 112\text{N}\end{aligned}$$

Vers le bas.

b) Avec une accélération de  $6 \text{ m/s}^2$  vers le haut, les composantes du poids apparent sont

$$\begin{aligned} P_{app\ x} &= -ma_x \\ &\rightarrow P_{app\ x} = 0 \\ P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\ &\rightarrow P_{app\ y} = -70\text{kg} \cdot 1,6 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - 70\text{kg} \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ &\rightarrow P_{app\ y} = -532\text{N} \end{aligned}$$

Le poids apparent est donc de 532 N vers le bas.

c) Le nombre de  $g$  est

$$n_g = \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} = \frac{532\text{N}}{686\text{N}} = 0,7755$$

**3.** Pour trouver le poids apparent, il nous faudra l'accélération. Puisque la voiture passe de 0 à 100 km/h en 1,8 seconde, l'accélération est

$$\begin{aligned} v_x &= v_{0,x} + a_x t \\ 27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}} &= 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} + a \cdot (1,8\text{s}) \\ a_x &= 15,432 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

Les composantes du poids apparent sont donc

$$\begin{aligned} P_{app\ x} &= -ma_x \\ &\rightarrow P_{app\ x} = -ma_x \\ P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\ &\rightarrow P_{app\ y} = -mg - 0 \end{aligned}$$

La grandeur du poids apparent est donc

$$\begin{aligned} P_{app} &= \sqrt{P_{appx}^2 + P_{app y}^2} \\ P_{app} &= \sqrt{(-ma_x)^2 + (-mg)^2} \\ P_{app} &= \sqrt{(ma_x)^2 + (mg)^2} \end{aligned}$$

Le nombre de g est donc

$$\begin{aligned}
 n_g &= \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\
 &= \frac{\sqrt{(ma_x)^2 + (mg)^2}}{mg} \\
 &= \frac{\sqrt{m^2 a_x^2 + m^2 g^2}}{mg} \\
 &= \frac{\sqrt{m^2 (a_x^2 + g^2)}}{mg} \\
 &= \frac{\sqrt{m^2} \sqrt{(a_x^2 + g^2)}}{mg} \\
 &= \frac{\cancel{m} \sqrt{a_x^2 + g^2}}{\cancel{m} g} \\
 &= \frac{\sqrt{(15,432 \frac{m}{s^2})^2 + (9,8 \frac{N}{kg})^2}}{9,8 \frac{N}{kg}} \\
 &= 1,865
 \end{aligned}$$

4. a) Les composantes de l'accélération sont

$$\begin{aligned}
 a_x &= 6 \frac{m}{s^2} \cdot \cos 60^\circ = 3 \frac{m}{s^2} \\
 a_y &= 6 \frac{m}{s^2} \cdot \sin 60^\circ = 5,196 \frac{m}{s^2}
 \end{aligned}$$

Les composantes du poids apparent sont donc

$$\begin{aligned}
 P_{app\ x} &= -ma_x \\
 &\rightarrow P_{app\ x} = -70kg \cdot 3 \frac{m}{s^2} \\
 &\rightarrow P_{app\ x} = -210N \\
 P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\
 &\rightarrow P_{app\ y} = -70kg \cdot 9,8 \frac{N}{kg} - 70kg \cdot 5,196 \frac{m}{s^2} \\
 &\rightarrow P_{app\ y} = -1049,73N
 \end{aligned}$$

La grandeur du poids apparent est donc

$$\begin{aligned} P_{app} &= \sqrt{P_{appx}^2 + P_{appy}^2} \\ &= \sqrt{(-210N)^2 + (-1049,73N)^2} \\ &= 1070,53N \end{aligned}$$

La direction du poids apparent est

$$\begin{aligned} \theta &= \arctan \frac{P_{appy}}{P_{appx}} \\ &= \arctan \frac{-1049,73N}{-210N} \\ &= -101,3^\circ \end{aligned}$$

(on enlève  $180^\circ$  à la réponse donnée par la calculatrice puisque  $P_{appx}$  est négatif.)

b) Le nombre de  $g$  est donc

$$\begin{aligned} n_g &= \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\ &= \frac{1070,53N}{686N} \\ &= 1,56 \end{aligned}$$

**5.** a) Au point A, l'accélération est de  $v^2/r$  vers le haut. Les composantes du poids apparent sont donc

$$\begin{aligned} P_{appx} &= -ma_x \\ &\rightarrow P_{appx} = 0 \\ P_{appy} &= -mg - ma_y \\ &\rightarrow P_{appy} = -mg - m \frac{v^2}{r} \\ &\rightarrow P_{appy} = -120kg \cdot 9,8 \frac{N}{kg} - 120kg \cdot \frac{(25 \frac{m}{s})^2}{10m} \\ &\rightarrow P_{appy} = -8676N \end{aligned}$$

Le nombre de  $g$  est donc

$$\begin{aligned}
 n_g &= \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\
 &= \frac{8676N}{1176N} \\
 &= 7,378
 \end{aligned}$$

b) Au point B, l'accélération est de  $v^2/r$  vers le bas. Les composantes du poids apparent sont donc

$$\begin{aligned}
 P_{app\ x} &= -ma_x \\
 &\rightarrow P_{app\ x} = 0 \\
 P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\
 &\rightarrow P_{app\ y} = -mg - m \cdot \left( -\frac{v^2}{r} \right) \\
 &\rightarrow P_{app\ y} = -120kg \cdot 9,8 \frac{N}{kg} + 120kg \cdot \frac{(10 \frac{m}{s})^2}{15m} \\
 &\rightarrow P_{app\ y} = -376N
 \end{aligned}$$

Le nombre de  $g$  est donc

$$\begin{aligned}
 n_g &= \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\
 &= \frac{376N}{1176N} \\
 &= 0,32
 \end{aligned}$$

6. Avec une accélération de  $4\pi^2 r/T^2$  vers le centre de la Terre, les composantes du poids apparent sont donc

$$\begin{aligned}
 P_{app\ x} &= -ma_x \\
 &\rightarrow P_{app\ x} = 0 \\
 P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\
 &\rightarrow P_{app\ y} = -mg - m \left( -\frac{4\pi^2 r}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$



Si on veut que le poids apparent soit nul, on doit avoir

$$0 = -mg - m\left(-\frac{4\pi^2 r}{T^2}\right)$$

$$\frac{4\pi^2 r}{T^2} = g$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r}{g}}$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 (6,378 \times 10^6 \text{ m})}{9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}}$$

$$T = 5069 \text{ s} = 84,48 \text{ min}$$

7. a) Avec une accélération de  $v^2/r$  vers le bas, les composantes du poids apparent sont donc

$$P_{app\ x} = -ma_x$$

$$\rightarrow P_{app\ x} = 0$$

$$P_{app\ y} = -mg - ma_y$$

$$\rightarrow P_{app\ y} = -mg - m\left(-\frac{v^2}{r}\right)$$

Il ne reste que la composante en y, qui vaut

$$P_{app\ y} = -mg + m\frac{v^2}{r}$$

$$= -60\text{kg} \times 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} + 60\text{kg} \times \frac{(250 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{5000\text{m}}$$

$$= 162\text{N}$$

Le poids apparent est donc de 162 N vers le haut. Juliette pourrait donc marcher au plafond de l'avion.

- b) Le nombre de g est

$$\begin{aligned}
 n_g &= \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\
 &= \frac{162N}{588N} \\
 &= 0,2755
 \end{aligned}$$

- 8.** a) Avec une accélération de  $v^2/r$  vers le bas, les composantes du poids apparent sont donc

$$\begin{aligned}
 P_{app\ x} &= -ma_x \\
 &\rightarrow P_{app\ x} = 0 \\
 P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\
 &\rightarrow P_{app\ y} = -mg - m\left(-\frac{v^2}{r}\right)
 \end{aligned}$$

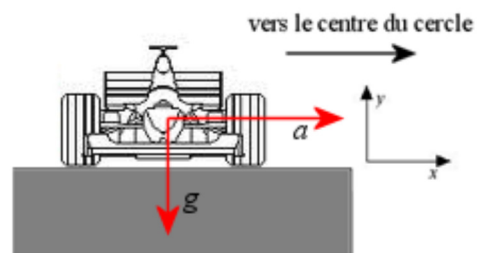
Comme la grandeur du poids de Victor est  $50\text{ kg} \times 9,8\text{ N/kg} = 490\text{ N}$ , la grandeur du poids apparent de Victor doit être de  $980\text{ N}$ .

Avec un poids apparent vers le haut, on a

$$\begin{aligned}
 P_{app\ y} &= -mg + m\frac{v^2}{r} \\
 980N &= -50kg \times 9,8\frac{N}{kg} + 50kg \times \frac{v^2}{10m} \\
 v &= 17,146\frac{m}{s}
 \end{aligned}$$

- 9.** Avec une accélération de  $v^2/r$  vers la droite, les composantes du poids apparent sont donc

$$\begin{aligned}
 P_{app\ x} &= -ma_x \\
 &\rightarrow P_{app\ x} = -m\frac{v^2}{r} \\
 P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\
 &\rightarrow P_{app\ y} = -mg
 \end{aligned}$$



[www.draftsperson.net/index.php?title=Formula\\_1\\_-\\_Free\\_AutoCAD\\_Blocks](http://www.draftsperson.net/index.php?title=Formula_1_-_Free_AutoCAD_Blocks)

La grandeur du poids apparent est donc

$$\begin{aligned}
 P_{app} &= \sqrt{P_{app\ x}^2 + P_{app\ y}^2} \\
 &= \sqrt{\left(-m \frac{v^2}{r}\right)^2 + (-mg)^2} \\
 &= \sqrt{\left(m \frac{v^2}{r}\right)^2 + (mg)^2}
 \end{aligned}$$

Le nombre de g est

$$\begin{aligned}
 n_g &= \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\
 &= \frac{\sqrt{\left(m \frac{v^2}{r}\right)^2 + (mg)^2}}{mg} \\
 &= \frac{\cancel{m} \sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + (g)^2}}{\cancel{m}g} \\
 &= \frac{\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + (g)^2}}{g}
 \end{aligned}$$

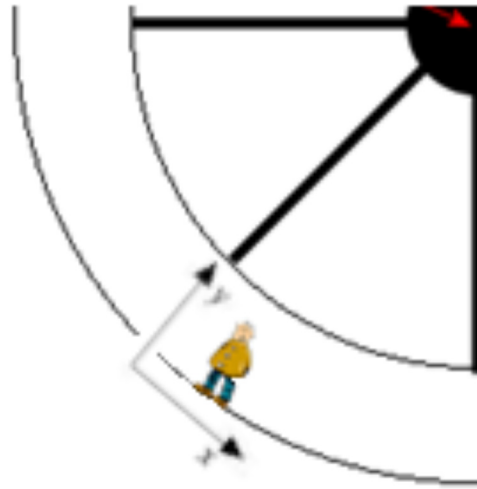
Puisque le pilote subit 4 g, on a

$$\begin{aligned}
 4 &= \frac{\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + (g)^2}}{g} \\
 4g &= \sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + (g)^2} \\
 4 \times 9,8 \frac{N}{kg} &= \sqrt{\left(\frac{(50 \frac{m}{s})^2}{r}\right)^2 + \left(9,8 \frac{N}{kg}\right)^2} \\
 r &= 65,867m
 \end{aligned}$$



- 10.** Quand il n'y a pas de gravitation, on peut orienter les axes comme on veut. Avec les axes montrés sur la figure, les composantes du poids apparent sont

$$\begin{aligned}
 P_{app\ x} &= -ma_x \\
 &\rightarrow P_{app\ x} = 0 \\
 P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\
 &\rightarrow P_{app\ y} = -0 - m \frac{4\pi^2 r}{T^2}
 \end{aligned}$$



Le nombre de  $g$  est donc

$$\begin{aligned}
 n_g &= \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\
 &= \frac{m \frac{4\pi^2 r}{T^2}}{mg} \\
 &= \frac{4\pi^2 r}{T^2 g}
 \end{aligned}$$

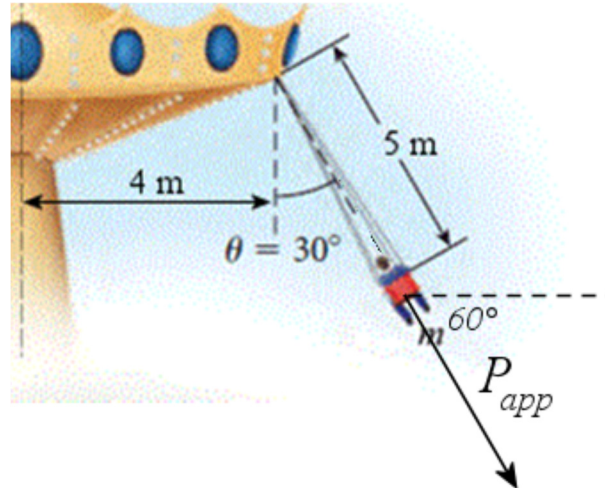
Comme on veut que la personne subisse 1  $g$ , on a

$$\begin{aligned}
 1 &= \frac{4\pi^2 r}{T^2 g} \\
 1 &= \frac{4\pi^2 \cdot 12m}{T^2 \cdot 9,8 \frac{N}{kg}} \\
 T &= 6,953s
 \end{aligned}$$

- 11.** Les seules forces sur la personne sont la gravitation et la tension de la corde. On a donc que

$$\begin{aligned}
 \vec{P}_{app} &= -(\sum \vec{F} - m\vec{g}) \\
 \vec{P}_{app} &= -((\vec{T} + m\vec{g}) - m\vec{g}) \\
 \vec{P}_{app} &= -\vec{T}
 \end{aligned}$$

Le poids apparent est donc dans la direction opposée à la tension de la corde.



La direction du poids apparent est donc de  $-60^\circ$ .

Pour trouver la direction du poids apparent, on doit connaître les composantes. Ces composantes sont

$$P_{app\ x} = -ma_x$$

$$\rightarrow P_{app\ x} = -m \left( -\frac{4\pi^2 r}{T^2} \right)$$

$$P_{app\ y} = -mg - ma_y$$

$$\rightarrow P_{app\ y} = -mg$$

La direction est donc

$$\tan \theta = \frac{P_{app\ y}}{P_{app\ x}}$$

$$= \frac{-mg}{m \frac{4\pi^2 r}{T^2}}$$

$$= \frac{-T^2 g}{4\pi^2 r}$$

Avant de pouvoir trouver la solution de cette équation, on doit connaître le rayon de la trajectoire, c'est-à-dire la distance entre la personne et l'axe de rotation du manège. Cette distance est

$$r = 4m + 5m \cdot \sin 30^\circ$$

$$= 6,5m$$

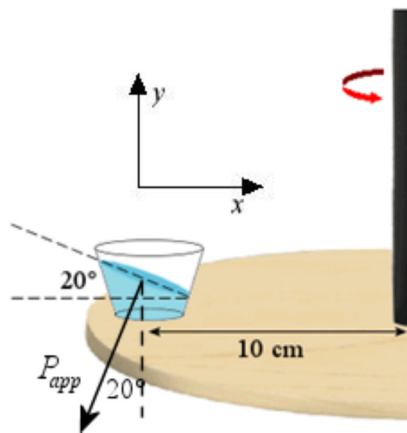
La solution de notre équation est donc

$$\tan \theta = \frac{-T^2 g}{4\pi^2 r}$$

$$\tan(-60^\circ) = \frac{-T^2 \cdot 9,8 \frac{N}{kg}}{4\pi^2 \cdot 6,5m}$$

$$T = 6,734s$$

- 12.** Puisque la surface de l'eau est perpendiculaire à la direction du poids apparent, le poids apparent est dans la direction  $-110^\circ$  comme montrés sur cette figure.



Pour trouver la direction du poids apparent, on doit connaître les composantes. Ces composantes sont

$$P_{app\ x} = -ma_x$$

$$\rightarrow P_{app\ x} = -m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$P_{app\ y} = -mg - ma_y$$

$$\rightarrow P_{app\ y} = -mg$$

La direction est donc

$$\tan \theta = \frac{P_{app\ y}}{P_{app\ x}}$$

$$\tan \theta = \frac{-mg}{-m \frac{4\pi^2 r}{T^2}}$$

$$\tan \theta = \frac{T^2 g}{4\pi^2 r}$$

Ce qui donne

$$\tan(-110^\circ) = \frac{T^2 \cdot 9,8 \frac{N}{kg}}{4\pi^2 \cdot 0,1m}$$

$$T = 1,052s$$

Si le verre est maintenant placé à une distance de 6 cm de l'axe, la direction du poids apparent devient

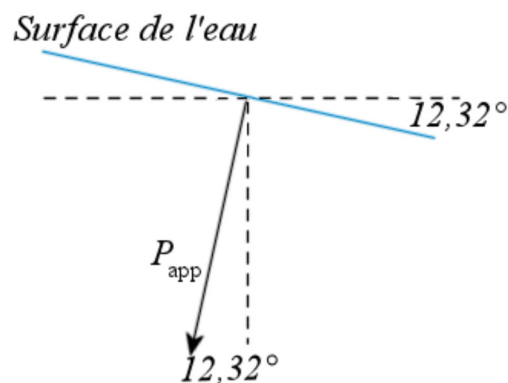
$$\tan \theta = \frac{T^2 g}{4\pi^2 r}$$

$$\tan \theta = \frac{(1,052s)^2 \cdot 9,8 \frac{N}{kg}}{4\pi^2 \cdot 0,06m}$$

$$\tan \theta = 4,579$$

$$\theta = 77,68^\circ \text{ ou } -102,32^\circ$$

La première réponse (un poids apparent pointant presque vers le haut) n'a pas de sens. La deuxième est notre bonne réponse. Comme le poids apparent est incliné de  $12,32^\circ$  par rapport à la verticale, cela veut dire que la surface de l'eau est inclinée de  $12,32^\circ$  par rapport à l'horizontale.



- 13.** a) Comme cette force est dans la direction opposée au poids apparent, on doit trouver la direction du poids apparent. On trouve cette direction à partir des composantes du poids apparent

$$\begin{aligned}
 P_{app\ x} &= -ma_x \\
 &\rightarrow P_{app\ x} = -ma_x \\
 P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\
 &\rightarrow P_{app\ y} = -mg
 \end{aligned}$$

La direction du poids apparent est

$$\begin{aligned}
 \theta &= \arctan \frac{P_{app\ y}}{P_{app\ x}} \\
 &= \arctan \frac{-mg}{-ma_x} \\
 &= \arctan \frac{-g}{-a_x} \\
 &= \arctan \frac{-9,8 \frac{N}{kg}}{-2 \frac{m}{s^2}} \\
 &= -101,53^\circ
 \end{aligned}$$

La poussée d'Archimède étant dans la direction opposée, à  $78,47^\circ$ .

Il nous faut aussi le nombre de  $g$  pour calculer la grandeur de la poussée d'Archimède. La grandeur du poids apparent est

$$\begin{aligned}
 P_{app} &= \sqrt{P_{app\ x}^2 + P_{app\ y}^2} \\
 P_{app} &= \sqrt{(-ma)^2 + (-mg)^2} \\
 P_{app} &= \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2}
 \end{aligned}$$

Le nombre de  $g$  est donc

$$\begin{aligned}
 n_g &= \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\
 &= \frac{\sqrt{(ma)^2 + (mg)^2}}{mg} \\
 &= \frac{\cancel{m}\sqrt{(a)^2 + (g)^2}}{\cancel{m}g} \\
 &= \frac{\sqrt{\left(2\frac{m}{s^2}\right)^2 + \left(9,8\frac{N}{kg}\right)^2}}{9,8\frac{N}{kg}} \\
 &= 1,0206
 \end{aligned}$$

La grandeur de la poussée d'Archimède est donc de

$$\begin{aligned}
 F_A &= \rho n_g \cdot 9,8\frac{N}{kg} \cdot V_f \\
 &= 1000\frac{kg}{m^3} \cdot 1,0206 \cdot 9,8\frac{N}{kg} \cdot 0,0004m^3 \\
 &= 4,0008N
 \end{aligned}$$

b) Pour trouver la tension, on va faire la somme des forces sur le bloc. Les forces sur le bloc de cèdre sont :

- 1) Une force de gravitation de 3,43 N vers le bas.
- 2) Une tension  $T$ .
- 3) La poussée d'Archimède de 4,0008 N à  $78,47^\circ$ .

Les équations des forces sont

$$\begin{aligned}
 \sum F_x &= ma_x \\
 &\rightarrow T_x + 4,0008N \cos(78,47^\circ) = 0,35kg \cdot 2\frac{m}{s^2} \\
 \sum F_y &= ma_y \\
 &\rightarrow -3,43N + T_y + 4,0008N \sin(78,47^\circ) = 0
 \end{aligned}$$

L'équation des forces en  $x$  nous donne

$$\begin{aligned}
 T_x + 4,0008N \cos(78,47^\circ) &= 0,35kg \cdot 2\frac{m}{s^2} \\
 T_x + 0,79997N &= 0,7N \\
 T_x &= -0,09997N
 \end{aligned}$$

L'équation des forces en y nous donne

$$-3,43N + T_y + 4,0008N \sin(78,47^\circ) = 0$$

$$-3,43N + T_y + 3,92N = 0$$

$$T_y = -0,49N$$

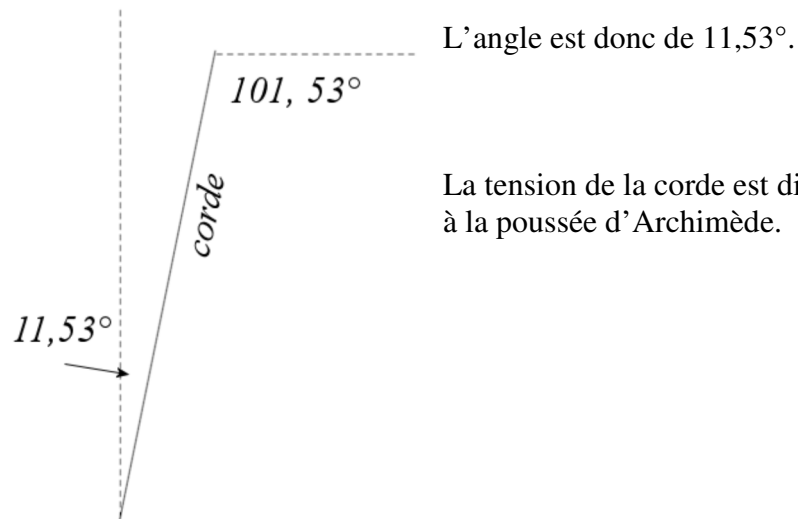
La tension est donc

$$\begin{aligned} T &= \sqrt{T_x^2 + T_y^2} \\ &= \sqrt{(-0,09997N)^2 + (-0,49N)^2} \\ &= 0,50009N \end{aligned}$$

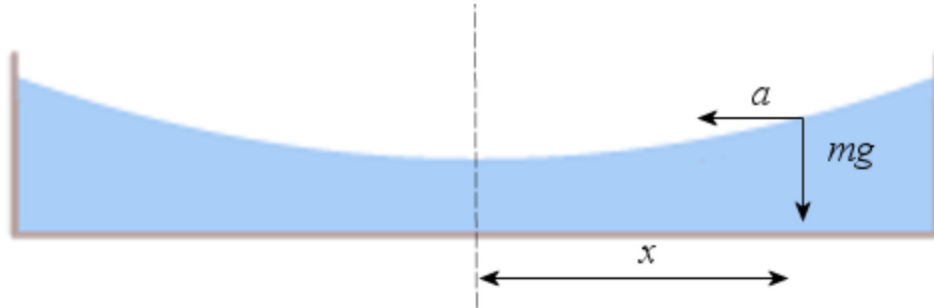
c) La direction de la tension est

$$\begin{aligned} \theta &= \arctan \frac{T_y}{T_x} \\ &= \arctan \frac{-0,49N}{-0,09997N} \\ &= -101,53^\circ \end{aligned}$$

On a donc



- 14.** Trouvons la direction du poids apparent sur la surface à une distance  $x$  de l'axe de rotation. À cette distance, le poids d'une molécule d'eau est vers le bas et son accélération est vers l'axe de rotation.



Les composantes du poids apparent sont donc

$$P_{app\ x} = -ma_x$$

$$\rightarrow P_{app\ x} = -m \left( -\frac{4\pi^2 x}{T^2} \right)$$

$$P_{app\ y} = -mg - ma_y$$

$$\rightarrow P_{app\ y} = -mg$$

La direction de poids apparent est donc

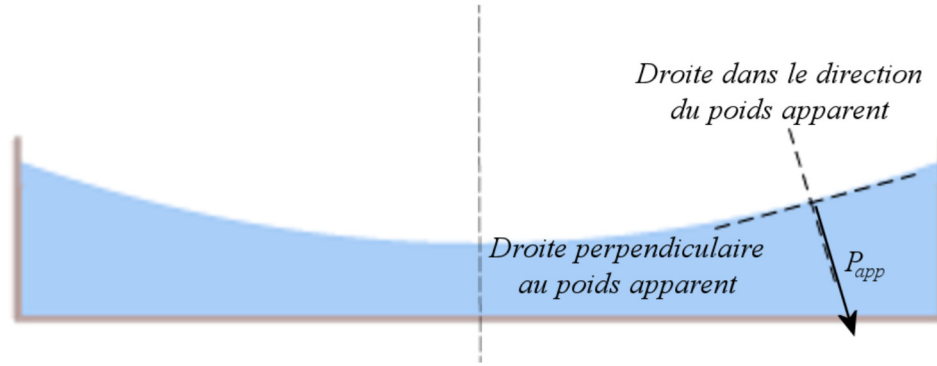
$$\tan \theta = \frac{P_{app\ y}}{P_{app\ x}}$$

$$= \frac{-mg}{m \left( \frac{4\pi^2 x}{T^2} \right)}$$

$$= \frac{-gT^2}{4\pi^2 x}$$

Or, cette tangente est la pente d'une droite allant dans la direction du poids apparent.





Comme la surface est perpendiculaire à cette droite, la pente d'une droite parallèle à la surface est

$$pente = \frac{4\pi^2 x}{gT^2}$$

(Puisque le lien entre les pentes de deux droites perpendiculaires est  $m_1 m_2 = -1$ .)

On a alors la pente de la surface à la distance  $x$ . Comme la pente est la dérivée, on a

$$\frac{dy}{dx} = \frac{4\pi^2 x}{gT^2}$$

On peut alors intégrer

$$y = \frac{2\pi^2 x^2}{gT^2} + cst$$

Si la hauteur du liquide à  $x = 0$  est  $y_0$ , alors la constante est  $y_0$ . On a donc

$$y = \frac{2\pi^2 x^2}{gT^2} + y_0$$

C'est l'équation de la surface. C'est une parabole.