

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 m/s^2 vers le haut, les composantes du poids apparent sont

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

Le poids apparent est donc de 1106 N vers le bas.

c) Le nombre de g est

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

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 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

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

- 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

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

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

$$P_{app} = \sqrt{P_{appx}^2 + P_{appy}^2}$$

$$P_{app} = \sqrt{(-ma_x)^2 + (-mg)^2}$$

$$P_{app} = \sqrt{(ma_x)^2 + (mg)^2}$$

Le nombre de g est donc

$$n_g = \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}}$$

$$= \frac{\sqrt{(ma_x)^2 + (mg)^2}}{mg}$$

$$= \frac{\sqrt{m^2 a_x^2 + m^2 g^2}}{mg}$$

$$= \frac{\sqrt{m^2 (a_x^2 + g^2)}}{mg}$$

$$= \frac{\sqrt{m^2} \sqrt{(a_x^2 + g^2)}}{mg}$$

$$= \frac{\cancel{m} \sqrt{a_x^2 + g^2}}{\cancel{m} g}$$

$$= \frac{\sqrt{(15,432 \frac{m}{s^2})^2 + (9,8 \frac{N}{kg})^2}}{9,8 \frac{N}{kg}}$$

$$= 1,865$$

4. a) Les composantes de l'accélération sont

$$a_x = 6 \frac{m}{s^2} \cdot \cos 60^\circ = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$a_y = 6 \frac{m}{s^2} \cdot \sin 60^\circ = 5,196 \frac{m}{s^2}$$

Les composantes du poids apparent sont donc

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

$$\rightarrow P_{app\ x} = -70\text{kg} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\rightarrow P_{app\ x} = -210\text{N}$$

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

$$\rightarrow P_{app\ y} = -70\text{kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - 70\text{kg} \cdot 5,196 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\rightarrow P_{app\ y} = -1049,73\text{N}$$

La grandeur du poids apparent est donc

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

La direction du poids apparent est

$$\begin{aligned} \theta &= \arctan \frac{P_{app\ y}}{P_{app\ x}} \\ &= \arctan \frac{-1049,73\text{N}}{-210\text{N}} \\ &= -101,3^\circ \end{aligned}$$

(On enlève 180° à la réponse donnée par la calculatrice puisque $P_{app\ x}$ est négatif.)

b) Le nombre de g est donc

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

5. a)

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

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

Le nombre de g est donc

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

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

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

Le nombre de g est donc

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned}
 P_{app\ y} &= -mg + m \frac{v^2}{r} \\
 &= -60\text{kg} \cdot 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} + 60\text{kg} \cdot \frac{(250 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{5000\text{m}} \\
 &= 162\text{N}
 \end{aligned}$$

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

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

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

Avec un poids apparent vers le haut, on a

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

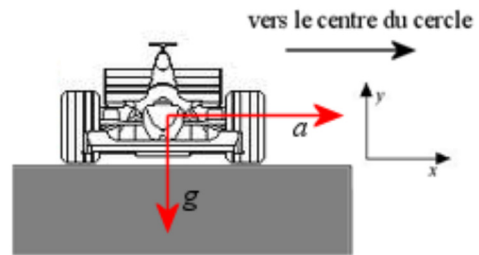
9. Avec une accélération de v^2/r vers la droite, les composantes du poids apparent sont donc

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

$$\rightarrow P_{app\ x} = -m \frac{v^2}{r}$$

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

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



www.draftsperson.net/index.php?title=Formula_1_-_Free_AutoCAD_Blocks

La grandeur du poids apparent est donc

$$P_{app} = \sqrt{P_{app\ x}^2 + P_{app\ y}^2}$$

$$= \sqrt{\left(-m \frac{v^2}{r}\right)^2 + (-mg)^2}$$

$$= \sqrt{\left(m \frac{v^2}{r}\right)^2 + (mg)^2}$$

Le nombre de g est

$$n_g = \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}}$$

$$= \frac{\sqrt{\left(m \frac{v^2}{r}\right)^2 + (mg)^2}}{mg}$$

$$= \frac{\cancel{m} \sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + (g)^2}}{\cancel{m}g}$$

$$= \frac{\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + (g)^2}}{g}$$

Puisque le pilote subit 4 g , on a

$$4 = \frac{\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + (g)^2}}{g}$$

$$4g = \sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + (g)^2}$$

$$4 \cdot 9,8 \frac{N}{kg} = \sqrt{\left(\frac{(50 \frac{m}{s})^2}{r}\right)^2 + (9,8 \frac{N}{kg})^2}$$

$$r = 65,867m$$

- 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

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

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

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

$$\rightarrow P_{app\ y} = -0 - m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

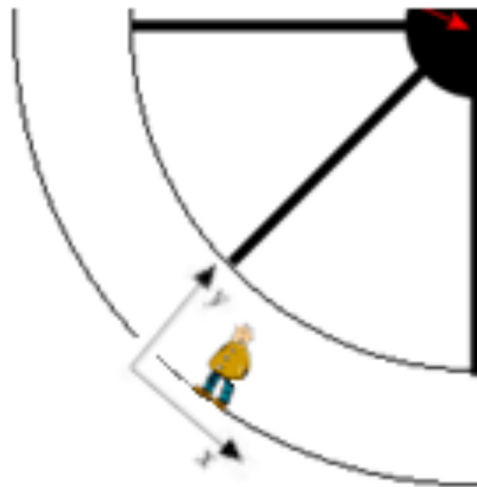
Le nombre de g est donc

$$n_g = \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}}$$

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

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

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



$$1 = \frac{4\pi^2 r}{T^2 g}$$

$$1 = \frac{4\pi^2 \cdot 12m}{T^2 \cdot 9,8 \frac{N}{kg}}$$

$$T = 6,953s$$

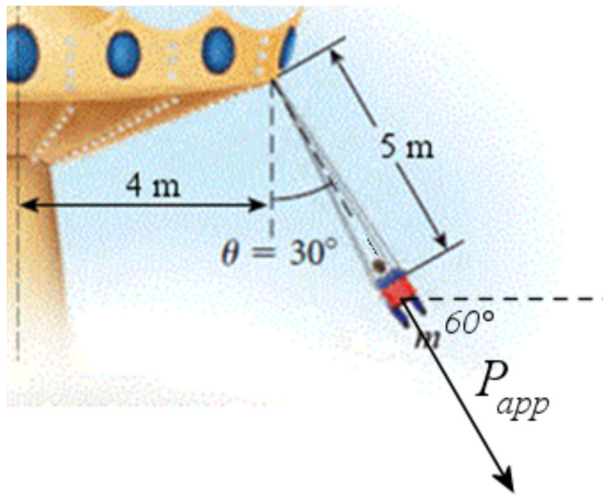
11. Les seules forces sur la personne sont la gravitation et la tension de la corde. On a donc que

$$\vec{P}_{app} = -(\sum \vec{F} - m\vec{g})$$

$$\vec{P}_{app} = -((\vec{T} + m\vec{g}) - m\vec{g})$$

$$\vec{P}_{app} = -\vec{T}$$

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



La direction du poids apparent est donc de -60° .

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

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{P_{app\ y}}{P_{app\ x}} \\ &= \frac{-mg}{m \frac{4\pi^2 r}{T^2}} \\ &= \frac{-T^2 g}{4\pi^2 r}\end{aligned}$$

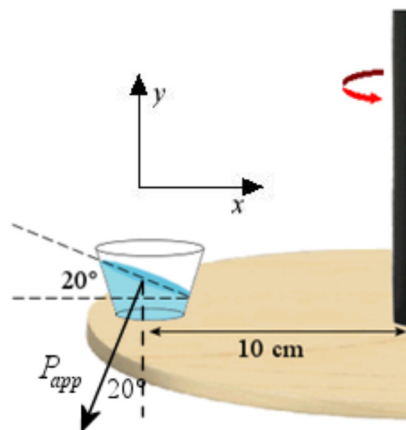
Avant de pouvoir trouver la solution de cette équation, on doit connaître le rayon de la trajectoire, c'est-à-dire la distance entre la personne et l'axe de rotation du manège. Cette distance est

$$\begin{aligned}r &= 4m + 5m \cdot \sin 30^\circ \\ &= 6,5m\end{aligned}$$

La solution de notre équation est donc

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{-T^2 g}{4\pi^2 r} \\ \tan(-60^\circ) &= \frac{-T^2 \cdot 9,8 \frac{N}{kg}}{4\pi^2 \cdot 6,5m} \\ T &= 6,734s\end{aligned}$$

- 12.** Puisque la surface de l'eau est perpendiculaire à la direction du poids apparent, le poids apparent est dans la direction -110° 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

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

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

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

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

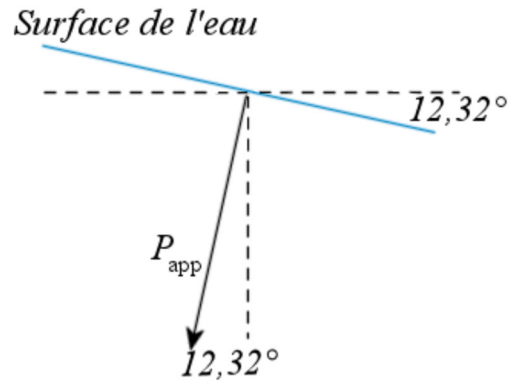
$$\tan \theta = \frac{T^2 g}{4\pi^2 r}$$

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

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

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

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) On trouve la vitesse initiale en y avec

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

Comme l'avion revient à la même hauteur, on a $y = y_0$. On a alors

$$y_0 = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$0 = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$0 = v_{0y} - \frac{1}{2}gt$$

$$\frac{1}{2}gt = v_{0y}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 25s = v_{0y}$$

$$122,5 \frac{m}{s} = v_{0y}$$

Comme la vitesse en y est $v_{0y} = v_0 \sin \theta$, et que $v_0 = 200$ m/s, on a

$$122,5 \frac{m}{s} = v_0 \sin \theta$$

$$122,5 \frac{m}{s} = 200 \frac{m}{s} \cdot \sin \theta$$

$$0,6125 = \sin \theta$$

$$\theta = 37,77^\circ$$

b) Au point le plus haut, la vitesse en y est nulle. On a donc

$$2a_y (y - y_0) = v_y^2 - v_{0y}^2$$

$$2 \cdot (-9,8 \frac{m}{s^2}) \cdot \Delta y = 0 - (122,5 \frac{m}{s})^2$$

$$\Delta y = 765,6m$$

14. 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.

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

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

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

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

La direction du poids apparent est

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

$$= \arctan \frac{-mg}{-ma_x}$$

$$= \arctan \frac{-g}{-a_x}$$

$$= \arctan \frac{-9,8 \frac{N}{kg}}{-2 \frac{m}{s^2}}$$

$$= -101,53^\circ$$

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

$$P_{app} = \sqrt{P_{app\ x}^2 + P_{app\ y}^2}$$

$$P_{app} = \sqrt{(-ma)^2 + (-mg)^2}$$

$$P_{app} = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2}$$

Le nombre de g est donc

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

La grandeur de la poussée d'Archimède est donc de

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

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

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

L'équation des forces en x nous donne

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

L'équation des forces en y nous donne

$$\begin{aligned} -3,43N + T_y + 4,0008N \cdot \sin(78,47^\circ) &= 0 \\ -3,43N + T_y + 3,92N &= 0 \\ T_y &= -0,49N \end{aligned}$$

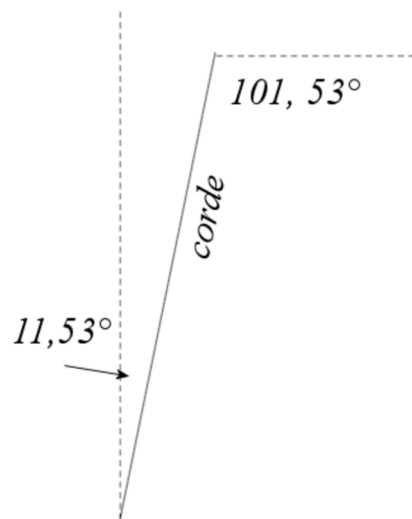
La tension est donc

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

c) La direction de la tension est

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

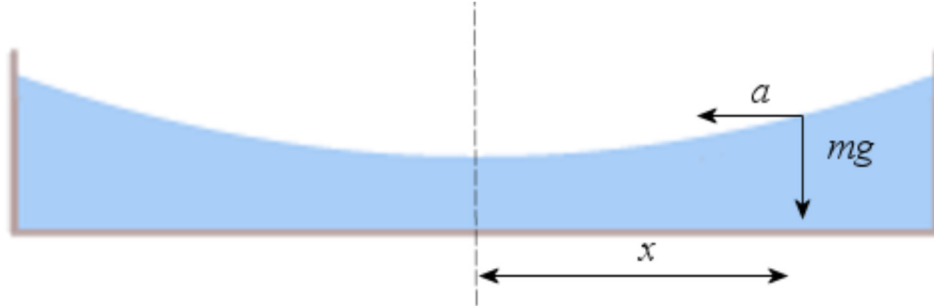
On a donc



L'angle est donc de $11,53^\circ$.

La tension de la corde est directement opposée à la poussée d'Archimède.

- 15.** 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

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

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

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

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

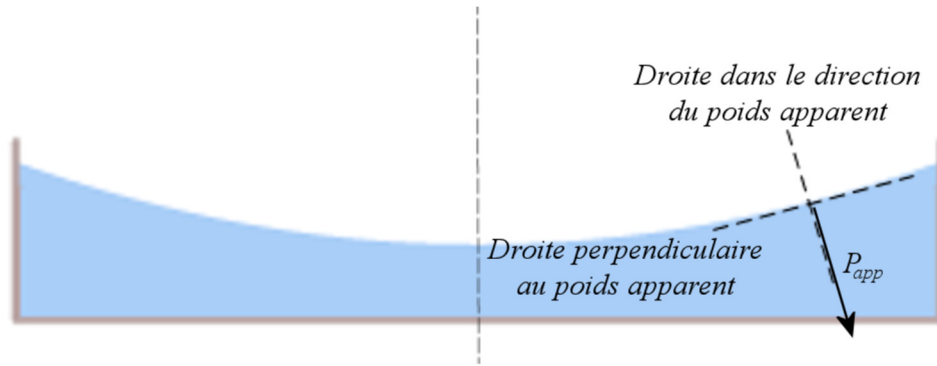
La direction de poids apparent est donc

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

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

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

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

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

(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.