Solutionnaire du chapitre 4

1. Dans tous les cas, la force est

$$\begin{aligned} P &= m\cdot 9,8\tfrac{N}{kg} \\ &= 100kg\cdot 9,8\tfrac{N}{kg} \\ &= 980N \end{aligned}$$

2. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 2 forces sur William.

1) Une force de gravitation de 705,6 N vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut faite par le plancher de l'ascenseur.

Somme des forces

La somme des forces en y est (avec un axe vers le haut)

$$\sum F_y = -705,6N + F_N$$

2e loi de Newton

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -705,6N + F_N = 72kg\cdot a_y$$

Solution des équations

a) Si la vitesse est constante, l'accélération est nulle et on a

$$\begin{aligned} -705,6N + F_N &= 0 \\ F_N &= 705,6N \end{aligned}$$

b) Si la vitesse augmente, l'accélération est dans le même sens que la vitesse, donc vers le haut. On a alors

$$\begin{aligned} -705,6N + F_N &= 72kg\cdot a_y \\ -705,6N + F_N &= 72kg\cdot 2\tfrac{m}{s^2} \\ F_N &= 849,6N \end{aligned}$$

c) Si la vitesse diminue, l'accélération est dans le sens contraire de la vitesse, donc vers le bas. On a alors

$$-705,6N + F_N = 72kg \cdot a_y$$
$$-705,6N + F_N = 72kg \cdot \left(-3\tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$F_N = 489,6N$$

3. Examinons une boite à la fois en commençant par la boite du haut.

Boite du haut

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur la boite du haut.

1) Une force de gravitation de 49 N vers le bas.
2) La normale (F_{N1}) vers le haut faite par la boite de 10 kg.

Somme des forces

La somme des forces en y est (avec un axe vers le haut)

$$\sum F_y = -49N + F_{N1}$$

2e loi de Newton

Si l'ascenseur ralentit, c'est que l'accélération est dans le sens opposé à la vitesse, donc vers le bas. On a donc

$$\sum F_y = m_1 a_y$$
$$-49N + F_{N1} = 5kg \cdot \left(-1\tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$-49N + F_{N1} = -5N$$

Solution des équations

La normale est donc

$$-49N + F_{N1} = -5N$$
$$F_{N1} = 44N$$

Examinons maintenant les forces sur la boite du bas.

Boite du bas

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur la boite du bas.

1) Une force de gravitation de 98 N vers le bas.
2) La normale (F_{N1}) vers le bas faite par la boite de 5 kg, qui est de même grandeur que la normale faite par la boite de 10 kg sur la boite de 5 kg.
3) La normale (F_{N2}) vers le haut faite par le plancher.

Somme des forces

La somme des forces en y est (avec un axe vers le haut)

$$\sum F_y = -49N - F_{N1} + F_{N2}$$

2^e loi de Newton

Si l'ascenseur ralentit, c'est que l'accélération est dans le sens opposé à la vitesse, donc vers le bas. On a donc

$$\begin{aligned} \sum F_y &= m_2 a_y \\ -49N - F_{N1} + F_{N2} &= 10kg \cdot \left(-1\tfrac{m}{s^2}\right) \\ -49N - F_{N1} + F_{N2} &= -10N \end{aligned}$$

Solution des équations

Puisque F_{N1} = 44 N, on a

$$\begin{aligned} -98N - 44N + F_{N2} &= -10N \\ F_{N2} &= 132N \end{aligned}$$

4. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 2 forces sur la pièce de 300 kg.

1) Une force de gravitation de 2940 N vers le bas.
2) La tension de la corde (T) vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en y est (avec un axe vers le haut)

$$\sum F_y = T - 2940N$$

2e loi de Newton

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad T - 2940N = 300kg \cdot a_y$$

Solution des équations

a) S'il n'y a pas d'accélération, on a

$$\begin{aligned} T - 2940N &= 300kg \cdot a_y \\ T - 2940N &= 0 \\ T &= 2940N \end{aligned}$$

b) Si l'accélération est de 3 m/s² vers le haut, on a

$$\begin{aligned} T - 2940N &= 300kg \cdot a_y \\ T - 2940N &= 300kg \cdot 3\tfrac{m}{s^2} \\ T &= 3840N \end{aligned}$$

c) Si l'accélération est de 2 m/s² vers le bas, on a

$$\begin{aligned} T - 2940N &= 300kg \cdot a_y \\ T - 2940N &= 300kg \cdot \left(-2\tfrac{m}{s^2}\right) \\ T &= 2340N \end{aligned}$$

5. Examinons une boite à la fois en commençant par la boite du bas.

Boite du bas

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur le bloc de 10 kg.

1) Une force de gravitation de 98 N vers le bas.
2) La tension (T_2) vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en *y* est (axe *y* vers le haut)

$$\sum F_y = -98N + T_2$$

2^e^ loi de Newton

Puisque l'axe des *y* est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des *y*.

$$a_x = 0 \qquad\qquad a_y = a$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -98N + T_2 = 10kg \cdot a$$

Boite du haut

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur le bloc de 6 kg.

1) Une force de gravitation de 58,8 N vers le bas.
2) La tension (T_1) vers le haut.
3) La tension (T_2) vers le bas.

Somme des forces

La somme des forces en *y* est (axe *y* vers le haut)

$$\sum F_y = -58,8N + T_1 - T_2$$

2^e^ loi de Newton

Puisque l'axe des *y* est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des *y*.

$$a_x = 0 \qquad\qquad a_y = a$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -58,8N + T_1 - T_2 = 6kg \cdot a$$

Solution des équations

a) Si l'accélération est de 2,4 m/s² vers le bas, nos deux équations deviennent

$$-98N + T_2 = 10kg \cdot \left(-2,4\tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$-58,8N + T_1 - T_2 = 6kg \cdot \left(-2,4\tfrac{m}{s^2}\right)$$

La première équation nous donne alors T_2 = 74 N. En remplaçant dans la deuxième équation, on arrive à T_1 = 118,4 N.

b) On va trouver l'accélération maximale en mettant chacune des cordes à sa tension maximale. Ce sera la plus basse des deux accélérations maximales qui sera notre limite.

Si T_1 a sa valeur maximale de la tension de 200 N, on obtient

$$-98N + T_2 = 10kg \cdot a_{\max}$$
$$-58,8N + 200N - T_2 = 6kg \cdot a_{\max}$$

En additionnant ces équations, on arrive a

$$\left(-98N + T_2\right) + \left(-58,8N + 200N - T_2\right) = 10kg \cdot a_{\max} + 6kg \cdot a_{\max}$$
$$43,2N = 16kg \cdot a_{\max}$$
$$a_{\max} = 2,7\tfrac{m}{s^2}$$

Si T_2 a sa valeur maximale de la tension de 200 N, on obtient

$$-98N + 200N = 10kg \cdot a_{\max}$$
$$-58,8N + T_1 - 200N = 6kg \cdot a_{\max}$$

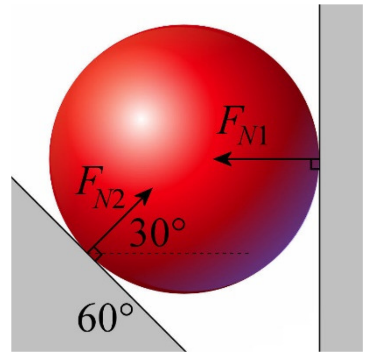
Avec la première équation, on trouve

$$-98N + 200N = 10kg \cdot a_{\max}$$
$$a_{\max} = 10,2\tfrac{m}{s^2}$$

C'est donc la corde 1 qui limite notre accélération à 2,7 m/s².

6. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur la balle.



1) La force de gravitation de 3,92 N vers le bas.
2) Une normale (F_{N1}) vers la gauche, faite par la surface verticale.
3) Une normale (F_{N2}) à 30° faite par la surface inclinée.

Somme des forces

On a donc (avec un axe des x vers la droite et un axe des y vers le haut)

Forces	x	y
Poids	0	-3,92 N
Normale 1	$-F_{N1}$	0
Normale 2	F_{N2} cos 30°	F_{N2} sin 30°

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = -F_{N1} + F_{N2}\cos 30°$$
$$\sum F_y = -3,92N + F_{N2}\sin 30°$$

2e loi de Newton

Puisque l'accélération est nulle, on a

$$\sum F_x = ma_x \qquad \rightarrow \qquad -F_{N1} + F_{N2}\cos 30° = 0$$
$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -3,92N + F_{N2}\sin 30° = 0$$

Solution des équations

L'équation des forces en y nous donne

$$-3,92N + F_{N2}\sin 30° = 0$$
$$F_{N2} = 7,84N$$

On utilise ensuite cette réponse dans l'équation des forces en x pour obtenir

$$-F_{N1} + 7,84N \cdot \cos 30° = 0$$
$$F_{N1} = 6,79N$$

7. Comme la normale agit sur le bloc de 12 kg, examinons les forces sur le bloc de 12 kg.

Bloc de 12 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur le bloc de 12 kg.

1) Une force de gravitation de 117,6 N vers le bas.
2) La tension de la corde (T) vers le haut.
3) Une normale (F_N) vers le haut faite par le sol.

Somme des forces

La somme des forces en y est (avec un axe vers le haut)

$$\sum F_y = T - 117,6N + F_N$$

2e loi de Newton

Comme l'accélération est nulle, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad T - 117,6N + F_N = 0$$

On voit que pour résoudre, il nous faut la tension. On peut la trouver en examinant ce qui se passe à l'autre bout de la corde, donc en examinant les forces sur le bloc de 4 kg.

Bloc de 4 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur le bloc de 4 kg.

1) Une force de gravitation de 39,2 N vers le bas.
2) La tension de la corde (T) vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en y est (avec un axe vers le haut)

$$\sum F_y = T - 39,2N$$

2e loi de Newton

Puisque l'accélération est nulle, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \to \qquad T - 39,2N = 0$$

Solution des équations

On peut alors trouver la tension avec l'équation des forces sur le bloc de 4 kg.

$$T - 39,2N = 0$$
$$T = 39,2N$$

On peut ensuite utiliser ce résultat pour trouver la normale sur le bloc de 12 kg.

$$T - 117,6N + F_N = 0$$
$$39,2N - 117,6N + F_N = 0$$
$$F_N = 78,4N$$

8. Pour trouver la normale sur les blocs de 12 kg et 20 kg, on doit faire la somme des forces sur chacun de ces blocs.

Bloc de 12 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur le bloc de 12 kg.

1) Une force de gravitation de 117,6 N vers le bas.
2) La tension de la corde (T) vers le haut.
3) Une normale (F_{N1}) vers le haut faite par le bloc de 20 kg.

Somme des forces

La somme des forces en y est (avec un axe des y vers le haut)

$$\sum F_y = T - 117,6N + F_{N1}$$

2e loi de Newton

Comme l'accélération est nulle, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \to \qquad T - 117,6N + F_{N1} = 0$$

Bloc de 20 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur le bloc de 20 kg.

1) Une force de gravitation de 196 N vers le bas.
2) Une normale (F_{N1}) vers le bas faite par le bloc de 12 kg, qui a la même grandeur que celle faite par le bloc de 20 kg sur le bloc de 12 kg.
3) Une normale (F_{N2}) vers le haut faite par le sol.

Somme des forces

La somme des forces en y est (avec un axe des y vers le haut)

$$\sum F_y = F_{N2} - 196N - F_{N1}$$

2e loi de Newton

Comme l'accélération est nulle, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad F_{N2} - 196N - F_{N1} = 0$$

Équations obtenues

Nos équations sont

$$T - 117{,}6N + F_{N1} = 0$$
$$F_{N2} - 196N - F_{N1} = 0$$

On voit que pour résoudre, il nous faut la tension. On peut la trouver en examinant ce qui se passe à l'autre bout de la corde, donc en examinant les forces sur le bloc de 4 kg.

Bloc de 4 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur le bloc de 4 kg.

1) Une force de gravitation de 39,2 N vers le bas.
2) La tension de la corde (T) vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en *y* est (avec un axe vers le haut)

$$\sum F_y = T - 39,2N$$

2e loi de Newton

Puisque l'accélération est nulle, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad T - 39,2N = 0$$

Solution des équations

On peut alors trouver la tension avec l'équation des forces sur le bloc de 4 kg.

$$T - 39,2N = 0$$
$$T = 39,2N$$

Avec la tension, on peut trouver la normale entre les blocs de 12 kg et 20 kg.

$$T - 117,6N + F_{N1} = 0$$
$$39,2N - 117,6N + F_{N1} = 0$$
$$F_{N1} = 78,4N$$

Avec cette normale, on peut finalement trouver la normale faite par le sol.

$$F_{N2} - 196N - F_{N1} = 0$$
$$F_{N2} - 196N - 78,4N = 0$$
$$F_{N2} = 274,4N$$

9. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 4 forces sur la boule de neige.

1) Une force de gravitation de 392 N vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut faite par le sol.
3) La force de 100 N faite par Gontran.
4) La force de 75 N faite par Philémon.

Somme des forces

On a donc (avec un axe des *x* vers la droite et un axe des *y* vers le haut)

Forces	x	y
Poids	0	-392 N
Normale	0	F_N
Gontran	100 N cos (-25°)	100 N sin (-25°)
Philémon	75 N cos 30°	75 N sin 30°

Les sommes des forces sont

$$\sum F_x = 100N \cdot \cos(-25°) + 75N \cdot \cos 30°$$
$$\sum F_y = -392N + F_N + 100N \cdot \sin(-25°) + 75N \cdot \sin 30°$$

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x \quad \rightarrow \quad 100N \cdot \cos(-25°) + 75N \cdot \cos 30° = 40kg \cdot a$$
$$\sum F_y = ma_y \quad \rightarrow \quad -392N + F_N + 100N \cdot \sin(-25°) + 75N \cdot \sin 30° = 0$$

Solution des équations

L'équation des forces en x nous permet de trouver l'accélération.

$$100N \cdot \cos(-25°) + 75N \cdot \cos 30° = 40kg \cdot a$$
$$a = 3,89 \tfrac{m}{s^2}$$

L'équation des forces en y nous permet de trouver la normale.

$$-392N + F_N + 100N \cdot \sin(-25°) + 75N \cdot \sin 30° = 0$$
$$F_N = 396,76N$$

10. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur Irina.

1) Une force de gravitation de 588 N vers le bas.

2) La normale (F_N) faite par la falaise.
3) La tension de la corde (T).

Somme des forces

On a donc (avec un axe des *x* vers la droite et un axe des *y* vers le haut)

Forces	***x***	***y***
Poids	0	-588 N
Normale	$F_N \cos 15°$	$F_N \sin 15°$
Tension	$T \cos 121°$	$T \sin 121°$

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = F_N \cos 15° + T \cos 121°$$
$$\sum F_y = -588N + F_N \sin 15° + T \sin 121°$$

2^e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, on obtient

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\rightarrow F_N \cos 15° + T \cos 121° = 0$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\rightarrow -588N + F_N \sin 15° + T \sin 121° = 0$$

Solution des équations

Nous avons deux équations et deux inconnues. Pour résoudre, on va isoler la normale dans l'équation des forces en *x*.

$$F_N = \frac{-T \cos 121°}{\cos 15°}$$

Puis on remplace cette valeur dans l'équation des forces en *y*. On a alors

$$-588N + F_N \sin 15° + T \sin 121° = 0$$
$$-588N + \frac{-T\cos 121°}{\cos 15°} \cdot \sin 15° + T \sin 121° = 0$$
$$-588N + T \cdot \left(\frac{-\cos 121°}{\cos 15°} \cdot \sin 15° + \sin 121° \right) = 0$$
$$-588N + T \cdot (0{,}9952) = 0$$
$$T = 590{,}85N$$

À partir de cette tension, on peut trouver la normale

$$\begin{aligned} F_N &= \frac{-T\cos 121°}{\cos 15°} \\ &= \frac{-590{,}85N \cdot \cos 121°}{\cos 15°} \\ &= 315{,}05N \end{aligned}$$

11. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur Indiana.

1) Une force de gravitation de 637 N vers le bas.
2) La tension de la corde (*T*) à 5°.
3) La tension de la corde (*T*) à 175°.

Somme des forces

On a donc (avec un axe des *x* vers la droite et un axe des *y* vers le haut)

Forces	*x*	*y*
Poids	0	-637 N
Tension 5°	*T* cos 5°	*T* sin 5°
Tension 175°	*T* cos 175°	*T* sin 175°

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = T\cos 5° + T\cos 175°$$
$$\sum F_y = -637N + T\sin 5° + T\sin 175°$$

2^e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, on obtient

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\rightarrow T\cos 5° + T\cos 175° = 0$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\rightarrow -637N + T\sin 5° + T\sin 175° = 0$$

Solution des équations

La première équation ne donne aucun renseignement. Elle est toujours nulle, peu importe la valeur de *T*, car cos (5°) = -cos (175°). On peut cependant trouver la tension avec l'équation des forces en *y*.

$$-637N + T\sin 5° + T\sin 175° = 0$$
$$-637N + T\left(\sin 5° + \sin 175°\right) = 0$$
$$T = 3654N$$

12. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur la boite.

1) Une force de gravitation de 392 N vers le bas.
2) La tension (T_1) de la corde de droite.
3) La tension (T_2) de la corde de gauche.

Somme des forces

On a donc (avec un axe des *x* vers la droite et un axe des *y* vers le haut)

Forces	*x*	*y*
Poids	0	-392 N
Tension 1	T_1 cos 20°	T_1 sin 20°
Tension 2	T_2 cos 120°	T_2 sin 120°

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = T_1\cos 20° + T_2\cos 120°$$
$$\sum F_y = -392N + T_1\sin 20° + T_2\sin 120°$$

2^e^ loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, on obtient

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\rightarrow T_1 \cos 20° + T_2 \cos 120° = 0$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\rightarrow -392N + T_1 \sin 20° + T_2 \sin 120° = 0$$

Solution des équations

Nous avons deux équations et deux inconnues. Pour résoudre ce système, on va isoler la T_2 dans l'équation des forces en *x*.

$$T_2 = -\frac{T_1 \cos 20°}{\cos 120°}$$

Puis remplacer cette valeur dans l'équation des forces en *y*. On a alors

$$\begin{aligned}
-392N + T_1 \sin 20° + T_2 \sin 120° &= 0 \\
-392N + T_1 \sin 20° + -\frac{T_1 \cos 20°}{\cos 120°} \cdot \sin 120° &= 0 \\
-392N + T_1 \cdot \left(\sin 20° - \frac{\cos 20°}{\cos 120°} \cdot \sin 120° \right) &= 0 \\
-392N + T_1 \cdot (1{,}9696) &= 0 \\
T_1 &= 199{,}02N
\end{aligned}$$

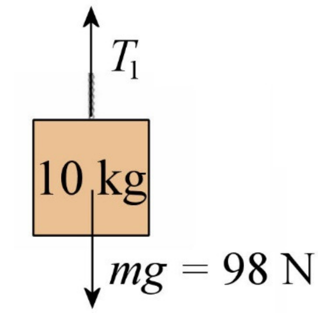
À partir de cette tension, on peut trouver l'autre tension.

$$\begin{aligned}
T_2 &= -\frac{T_1 \cos 20°}{\cos 120°} \\
&= -\frac{199{,}02N \cdot \cos 20°}{\cos 120°} \\
&= 374{,}04N
\end{aligned}$$

13. Commençons par trouver la tension de la corde qui soutient la boite avec la somme des forces sur la boite.

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur la boite de 10 kg.



1) Une force de gravitation de 98 N vers le bas.
2) La tension (T_1) de la corde vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en y est (avec un axe vers le haut)

$$\sum F_y = T_1 - 98N$$

2e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad T_1 - 98N = 0$$

Solution des équations

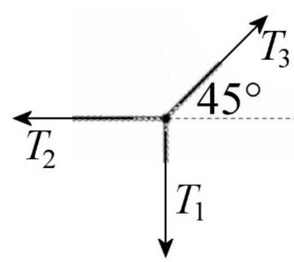
On peut alors obtenir une première tension.

$$T_1 - 98N = 0$$
$$T_1 = 98N$$

Examinons maintenant les forces sur le nœud qui relie les trois cordes.

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur le nœud.



1) La tension (T_1) de 98 N vers le bas.
2) La tension (T_2) de la corde de gauche, vers les x négatifs.
3) La tension (T_3) de la corde de gauche à 45°.

Somme des forces

On a (avec un axe des x vers la droite et un axe des y vers le haut)

Forces	x	y
Tension 1	0	-98 N
Tension 2	-T_2	0
Tension 3	T_3 cos 45°	T_3 sin 45°

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = -T_2 + T_3 \cos 45°$$
$$\sum F_y = -98N + T_3 \sin 45°$$

2^e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, on a

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\rightarrow -T_2 + T_3 \cos 45° = 0$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\rightarrow -98N + T_3 \sin 45° = 0$$

Solution des équations

Avec l'équation des forces en *y*, on trouve

$$-98N + T_3 \sin 45° = 0$$
$$T_3 = 138,59N$$

On utilise ensuite cette valeur dans l'équation des forces en *x* pour trouver T_2.

$$-T_2 + T_3 \cos 45° = 0$$
$$-T_2 + 138,59N \cdot \cos 45° = 0$$
$$T_2 = 98N$$

14. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur le bloc de 10 kg.

1) Une force de gravitation de 98 N vers le bas.
2) La tension (*T*) de la corde.
3) La force de poussée (*F*).

Somme des forces

On a donc (avec un axe des *x* vers la droite et un axe des *y* vers le haut)

Forces	*x*	*y*
Poids	0	-98 N
Tension	*T* cos 60°	*T* sin 60°
Poussée	-*F*	0

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = T\cos 60° - F$$
$$\sum F_y = -98N + T\sin 60°$$

2e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, on a

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\rightarrow T\cos 60° - F = 0$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\rightarrow -98N + T\sin 60° = 0$$

Solution des équations

Avec l'équation des forces en *y*, on trouve

$$-98N + T\sin 60° = 0$$
$$T = 113,16N$$

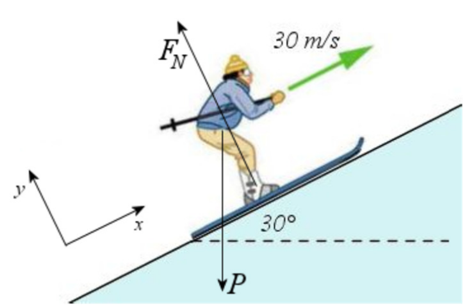
On utilise ensuite cette valeur dans l'équation des forces en *x* pour trouver *F*.

$$T\cos 60° - F = 0$$
$$113,16N \cdot \cos 60° - F = 0$$
$$F = 56,58N$$

15. *Les forces agissant sur l'objet*

Sur la pente, il y a 2 forces sur Yannick.

1) Une force de gravitation (mg) vers le bas.
2) Une normale (F_N) perpendiculaire à la pente.



Somme des forces

Avec les axes montrés sur la figure, on a

Forces	x	y
Poids	*mg* cos (-120°)	*mg* sin (-120°)
Normale	0	F_N

Les sommes des forces sont donc :

$$\sum F_x = mg\cos(-120°)$$
$$\sum F_y = mg\sin(-120°) + F_N$$

2^e^ loi de Newton

Puisque l'axe des *x* est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des *x*.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\to mg\cos(-120°) = ma$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\to mg\sin(-120°) + F_N = 0$$

Solution des équations

Avec l'équation des forces en *x*, on trouve l'accélération.

$$mg\cos(-120°) = ma$$
$$g\cos(-120°) = a$$
$$a = -4{,}9\tfrac{m}{s^2}$$

À partir de là, on peut trouver la distance parcourue avec

$$2a_x(x - x_0) = v^2 - v_0^2$$
$$2\cdot\left(-4{,}9\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot(x - 0m) = \left(0\tfrac{m}{s}\right)^2 - \left(30\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$x = 91{,}84m$$

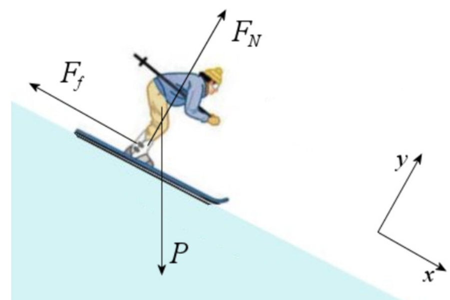
On peut ensuite trouver le temps d'arrêt avec

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$
$$0\tfrac{m}{s} = 30\tfrac{m}{s} + \left(-4,9\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot t$$
$$t = 6,122s$$

16. *Les forces agissant sur l'objet*

Sur la pente, il y a 3 forces sur Wolfgang.

1) Une force de gravitation (mg) vers le bas.
2) Une normale (F_N) perpendiculaire à la pente.
3) Une friction (F_f) s'opposant au mouvement.



Somme des forces

On a donc, avec les axes montrés sur la figure,

Forces	*x*	*y*
Poids	mg cos (-60°)	mg sin (-60°)
Normale	0	F_N
Friction	$-F_f$	0

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = mg\cos\left(-60°\right) - F_f$$
$$\sum F_y = mg\sin\left(-60°\right) + F_N$$

2^e^ loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\rightarrow mg\cos(-60°) - F_f = 70kg \cdot a$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\rightarrow mg\sin(-60°) + F_N = 0$$

Solution des équations

Pour trouver la force de friction, il nous faudra l'accélération, qu'on peut trouver avec

$$2a(x - x_0) = v^2 - v_0^2$$
$$2 \cdot a \cdot (50m - 0m) = (20\tfrac{m}{s})^2 - (10\tfrac{m}{s})^2$$
$$a = 3\tfrac{m}{s^2}$$

On peut alors trouver la force de friction avec l'équation des forces en *x*.

$$mg\cos(-60°) - F_f = 70kg \cdot a$$
$$70kg \cdot 9{,}8\tfrac{m}{s^2} \cdot \cos(-60°) - F_f = 70kg \cdot 3\tfrac{m}{s^2}$$
$$F_f = 133N$$

17. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur le bloc de 30 kg.

1) Une force de gravitation de 294 N vers le bas.
2) La tension (*T*) de la corde vers la droite.
3) La normale (F_N).

Somme des forces

On a donc (avec un axe des *x* vers la droite et un axe des *y* vers le haut)

Forces	*x*	*y*
Poids	0	-294 N
Tension	*T*	0
Normale	$F_N \cos 115°$	$F_N \sin 115°$

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = T + F_N \cos 115°$$
$$\sum F_y = -294N + F_N \sin 115°$$

2^e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, on a

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\rightarrow T + F_N \cos 115° = 0$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\rightarrow -294N + F_N \sin 115° = 0$$

Solution des équations

Avec l'équation des forces en *y*, on trouve

$$-294N + F_N \sin 115° = 0$$
$$F_N = 324,39N$$

On utilise ensuite cette valeur dans l'équation des forces en *x* pour trouver *T*.

$$T + F_N \cos 115° = 0$$
$$T + 324,39N \cdot \cos 115° = 0$$
$$T = 137,09N$$

18. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur le bloc de 80 kg.

1) Une force de gravitation de 784 N vers le bas.
2) La normale (F_N).
3) La force (F) de 800 N vers la droite.

Somme des forces

On a donc (avec des axes inclinés pour que *x* soit vers le haut de la pente)

Forces	***x***	***y***
Poids	784 N · cos (-130°)	784 N · sin (-130°)
Normale	0	F_N
Force *F*	800 N · cos (-40°)	800 N · sin (-40°)

Les sommes des forces sont

$$\sum F_x = 784N \cdot \cos(-130°) + 800N \cdot \cos(-40°)$$
$$\sum F_y = 784N \cdot \sin(-130°) + F_N + 800N \cdot \sin(-40°)$$

2e loi de Newton

Puisque l'axe des *x* est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des *x*.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\rightarrow 784N \cdot \cos(-130°) + 800N \cdot \cos(-40°) = 80kg \cdot a$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\rightarrow 784N \cdot \sin(-130°) + F_N + 800N \cdot \sin(-40°) = 0$$

Solution des équations

Avec l'équation des forces en *x*, nous permet de trouver l'accélération.

$$784N \cdot \cos(-130°) + 800N \cdot \cos(-40°) = 80kg \cdot a$$
$$-503,95N + 612,84N = 80kg \cdot a$$
$$a = 1,361\tfrac{m}{s^2}$$

L'équation des forces en *y* nous permet de trouver F_N.

$$784N \cdot \sin(-130°) + F_N + 800N \cdot \sin(-40°) = 0$$
$$F_N = 1114,81N$$

19. a)

Trouvons l'accélération en considérant les deux boites comme un seul objet de 5 kg.

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 4 forces sur le bloc de 5 kg.

1) Une force de gravitation de 49 N vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut.
3) La force (F) de 50 N vers la droite.
4) La force de friction de 18 N vers la gauche.

Somme des forces

La somme des forces en x est (avec un axe des x vers la droite et un axe des y vers le haut)

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 50N - 18N \\ &= 32N\end{aligned}$$

(La somme des forces en y est inutile ici.)

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x \qquad \rightarrow \qquad 32N = 5kg \cdot a$$

Solution des équations

L'accélération est donc

$$\begin{aligned}32N &= 5kg \cdot a \\ a &= 6,4 \tfrac{m}{s^2}\end{aligned}$$

b) Pour trouver la normale entre la boite, on doit examiner les forces sur une des deux boites. On va prendre la boite de 2 kg.

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 4 forces sur le bloc de 2 kg.

1) Une force de gravitation de 19,6 N vers le bas.
2) La normale (F_{N1}) vers le haut.

3) La force normale (F_{N2}) faite par la boite de 3 kg vers la droite.
4) La force de friction de 8 N vers la gauche.

Somme des forces

La somme de la force en x est (avec un axe des x vers la droite et un axe des y vers le haut)

$$\sum F_x = F_{N2} - 8N$$

2e loi de Newton

Puisque l'accélération en x est de 6,4 m/s², on a

$$\begin{aligned} \sum F_x &= ma_x \\ F_{N2} - 8N &= 2kg \cdot 6,4\tfrac{m}{s^2} \\ F_{N2} - 8N &= 12,8N \end{aligned}$$

Solution des équations

Cette équation nous permet alors de trouver la normale F_{N2}

$$\begin{aligned} F_{N2} - 8N &= 12,8N \\ F_{N2} &= 20,8N \end{aligned}$$

20. Il y a deux objets ici.

Bloc de 12 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur le bloc de 12 kg.

1) Une force de gravitation de 117,6 N vers le bas.
2) La tension (T) vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers le bas)

$$\sum F_x = 117,6N - T$$

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_1 a_x \qquad \rightarrow \qquad 117,6N - T = 12kg \cdot a$$

Bloc de 10 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur le bloc de 10 kg.

1) Une force de gravitation de 98 N vers le bas.
2) La tension (T) vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers le haut)

$$\sum F_x = -98N + T$$

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_1 a_x \qquad \rightarrow \qquad -98N + T = 10kg \cdot a$$

Solution des équations

Nos deux équations sont donc

$$117,6N - T = 12kg \cdot a$$
$$-98N + T = 10kg \cdot a$$

On peut résoudre en additionnant ces deux équations.

$$\left(117,6N - T\right) + \left(-98N + T\right) = 12kg \cdot a + 10kg \cdot a$$
$$117,6N - 98N = 22kg \cdot a$$
$$a_x = 0,891\tfrac{m}{s^2}$$

La tension est donc

$$117,6N - T = 12kg \cdot a_x$$
$$117,6N - T = 12kg \cdot 0,891\tfrac{m}{s^2}$$
$$T = 106,91N$$

21. Il y a deux objets ici.

Bloc de 24 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 4 forces sur le bloc de 24 kg.

1) Une force de gravitation de 235,2 N vers le bas.
2) La normale (F_{N1}) vers le haut.
3) La tension (T) vers la droite.
4) La force (F) de 300 N.

Somme des forces

On a donc (avec un axe des x vers la droite)

Forces	x	y
Poids	0	-235,2 N
Normale 1	0	F_{N1}
Tension	T	0
Force *F*	300 N cos (160°)	300 N sin (160°)

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = T + 300N \cdot \cos 160°$$
$$\sum F_y = -235,2N + F_{N1} + 300N \cdot \sin 160°$$

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\begin{aligned}
\sum F_x &= m_1 a_x \\
&\to T + 300N \cdot \cos 160° = 24kg \cdot a \\
\sum F_y &= m_1 a_y \\
&\to -235,2N + F_{N1} + 300N \cdot \sin 160° = 0
\end{aligned}$$

Bloc de 18 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur le bloc de 18 kg.

1) Une force de gravitation de 176,4 N vers le bas.
2) La normale (F_{N2}) perpendiculaire à la pente.
3) La tension (T) vers le haut de la pente.

Somme des forces

On a donc (avec un axe des x vers le bas de la pente)

Forces	***x***	***y***
Poids	176,4 N · cos (-30°)	176,4 N · sin (-30°)
Normale 2	0	F_{N2}
Tension	$-T$	0

Les sommes des forces sont donc

$$\begin{aligned}
\sum F_x &= 176,4N \cdot \cos\left(-30°\right) - T \\
\sum F_y &= 176,4N \cdot \sin\left(-30°\right) + F_{N2}
\end{aligned}$$

2^e^ loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\begin{aligned}
&\sum F_x = m_2 a_x \\
&\qquad \to 176,4N \cdot \cos(-30°) - T = 18kg \cdot a \\
&\sum F_y = m_2 a_y \\
&\qquad \to 176,4N \cdot \sin(-30°) + F_{N2} = 0
\end{aligned}$$

Solution des équations

a et b) On a donc les deux équations des forces en *x*

$$T + 300N \cdot \cos 160° = 24kg \cdot a$$
$$176,4N \cdot \cos(-30°) - T = 18kg \cdot a$$

On peut trouver la solution à ce système d'équations en additionnant ces équations.

$$\begin{aligned}
(T + 300N \cdot \cos 160°) + (176,4N \cdot \cos(-30°) - T) &= 24kg \cdot a + 18kg \cdot a \\
300N \cdot \cos 160° + 176,4N \cdot \cos(-30°) &= (24kg + 18kg) \cdot a \\
-281,91N + 152,77N &= 42kg \cdot a \\
a &= -3,075 \tfrac{m}{s^2}
\end{aligned}$$

La tension est alors

$$\begin{aligned}
T + 300N \cdot \cos 160° &= 24kg \cdot a \\
T + 300N \cdot \cos 160° &= 24kg \cdot \left(-3,075 \tfrac{m}{s^2}\right) \\
T &= 208,11N
\end{aligned}$$

c) On trouve la normale sur le bloc de 24 kg avec l'équation des forces en *y* sur ce bloc.

$$-235,2N + F_{N1} + 300N \cdot \sin 160° = 0$$
$$F_{N1} = 132,59N$$

On trouve la normale sur le bloc de 18 kg avec l'équation des forces en *y* sur ce bloc.

$$176,4N\sin(-30°)+F_{N2}=0$$
$$F_{N2}=88,2N$$

22. Il y a deux objets ici.

Bloc de 2 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur le bloc de 2 kg.

1) Une force de gravitation de 19,6 N vers le bas.
2) La tension (T) vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers le haut)

$$\sum F_x=-19,6N+T$$

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x=a \qquad\qquad a_y=0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x=m_1a_x \qquad \rightarrow \qquad -19,6N+T=2kg\cdot a$$

Bloc de masse *m*

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur le bloc de masse m.

1) Une force de gravitation (mg) vers le bas.
2) La normale (F_N) perpendiculaire à la pente.
3) La tension (T) vers le haut de la pente.

Somme des forces

On a donc (avec un axe des x vers le bas de la pente)

Forces	x	y
Poids	mg cos (-70°)	mg sin (-70°)
Normale	0	F_N
Tension	-T	0

La somme des forces en x est donc

$$\sum F_x = mg\cos\left(-70°\right) - T$$

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_2 a_x \qquad \to \qquad mg\cos\left(-70°\right) - T = ma$$

Solution des équations

Nos deux équations sont donc

$$-19,6N + T = 2kg \cdot a$$
$$mg\cos\left(-70°\right) - T = ma$$

a) Puisque l'accélération est de -2 m/s², les équations deviennent

$$-19,6N + T = -4N$$
$$mg\cos\left(-70°\right) - T = m \cdot \left(-2\tfrac{m}{s^2}\right)$$

La première équation nous permet de trouver que T = 15,6 N. En remplaçant dans la deuxième équation, on a

$$mg\cos(-70°) - 15,6N = m \cdot \left(-2\tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$mg\cos(-70°) + m \cdot \left(2\tfrac{m}{s^2}\right) = 15,6N$$
$$m\left(g\cos(-70°) + 2\tfrac{m}{s^2}\right) = 15,6N$$
$$m \cdot \left(5,352\tfrac{m}{s^2}\right) = 15,6N$$
$$m = 2,915kg$$

b) Si la tension est de 25 N, on a

$$-19,6N + 25N = 2kg \cdot a$$
$$mg\cos(-70°) - 25N = ma$$

La première équation permet de trouver que a = 2,7 m/s². On trouve alors m avec la deuxième équation.

$$mg\cos(-70°) - 25N = m \cdot \left(2,7\tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$mg\cos(-70°) - m \cdot \left(2,7\tfrac{m}{s^2}\right) = 25N$$
$$m\left(g\cos(-70°) - 2,7\tfrac{m}{s^2}\right) = 25N$$
$$m \cdot \left(0,6518\tfrac{m}{s^2}\right) = 25N$$
$$m = 38,36kg$$

23. Il y a trois objets ici.

Bloc de 20 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur le bloc de 20 kg.

1) Une force de gravitation de 196 N vers le bas.
2) La tension (T_1) vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers le haut)

$$\sum F_x = -196N + T_1$$

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_1 a_x \qquad \to \qquad -196N + T_1 = 20kg \cdot a$$

Bloc de 80 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 4 forces sur le bloc de 80 kg.

1) Une force de gravitation de 784 N vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut.
3) La tension (T_1) vers la droite.
4) La tension (T_2) vers la gauche.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers la gauche)

$$\sum F_x = -T_1 + T_2$$

(L'équation des forces en y ne sera pas utile ici.)

2e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_2 a_x \qquad \to \qquad -T_1 + T_2 = 80kg \cdot a$$

Bloc de 30 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur le bloc de 30 kg.

1) Une force de gravitation de 294 N vers le bas.
2) La tension (T_2) vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers le bas)

$$\sum F_x = 294N - T_2$$

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_3 a_x \qquad \rightarrow \qquad 294N - T_2 = 30kg \cdot a$$

Solution des équations

Nos trois équations sont donc

$$\begin{gathered} -196N + T_1 = 20kg \cdot a \\ -T_1 + T_2 = 80kg \cdot a \\ 294N - T_2 = 30kg \cdot a \end{gathered}$$

a) On peut résoudre en additionnant ces trois équations. On a alors

$$\begin{gathered} \left(-196N + T_1\right) + \left(-T_1 + T_2\right) + \left(294N - T_2\right) = 20kg \cdot a_x + 80kg \cdot a_x + 30kg \cdot a \\ -196N + 294N = \left(20kg + 80kg + 30kg\right) \cdot a \\ 98N = 130kg \cdot a \\ a = 0,7538 \tfrac{m}{s^2} \end{gathered}$$

b) Avec cette accélération, on peut alors trouver les tensions. Pour T_1, on a

$$\begin{gathered} -196N + T_1 = 20kg \cdot a \\ -196N + T_1 = 20kg \cdot 0,7538 \tfrac{m}{s^2} \\ T_1 = 211,1N \end{gathered}$$

Pour T_2, on a

$$294N - T_2 = 30kg \cdot a$$
$$294N - T_2 = 30kg \cdot 0,7538 \tfrac{m}{s^2}$$
$$T_2 = 271,4N$$

24. Il y a deux objets ici.

Bloc de 20 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur le bloc de 20 kg.

1) Une force de gravitation de 196 N vers le bas.
2) La normale (F_{N1}) perpendiculaire à la pente.
3) La tension (T) vers le haut de la pente.

Somme des forces

On a donc (avec un axe des x vers le bas de la pente)

Forces	x	y
Poids	196 N · cos (-60°)	196 N · sin (-60°)
Normale	0	F_{N1}
Tension	$-T$	0

La somme des forces en x est donc

$$\sum F_x = 196N \cdot \cos(-60°) - T$$

(L'équation en y sera inutile ici.)

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_1 a_x \qquad \rightarrow \qquad 196N \cdot \cos(-60°) - T = 20kg \cdot a$$

Bloc de 12 kg

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur le bloc de 12 kg.

1) Une force de gravitation de 117,6 N vers le bas.
2) La normale (F_{N2}) perpendiculaire à la pente.
3) La tension (T) vers le haut de la pente.

Somme des forces

On a donc (avec un axe des x vers le haut de la pente)

Forces	*x*	*y*
Poids	117,6 N · cos (-150°)	117,6 N · sin (-150°)
Normale	0	F_{N2}
Tension	T	0

La somme des forces en x est donc

$$\sum F_x = 117,6N \cdot \cos(-150°) + T$$

(L'équation en y sera inutile ici.)

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_2 a_x \qquad \rightarrow \qquad 117,6N \cdot \cos(-150°) + T = 12kg \cdot a$$

Solution des équations

Nos deux équations sont donc

$$196N \cdot \cos(-60°) - T = 20kg \cdot a$$
$$117,6N \cdot \cos(-150°) + T = 12kg \cdot a$$

On peut résoudre en additionnant les équations.

$$\left(196N \cdot \cos(-60°) - T\right) + \left(117,6N \cdot \cos(-150°) + T\right) = 20kg \cdot a + 12kg \cdot a$$
$$196N \cdot \cos(-60°) + 117,6N \cdot \cos(-150°) - T = (20kg + 12kg)\,a$$
$$98N + -101,84N = 32kg \cdot a$$
$$a = -0,12 \tfrac{m}{s^2}$$

La tension est donc

$$196N \cdot \cos(-60°) - T = 20kg \cdot a$$
$$196N \cdot \cos(-60°) - T = 20kg \cdot \left(-0,12 \tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$T = 100,4N$$

25. a) On trouve l'accélération en considérant tout le train comme un objet de 820 kg.

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur le train.

1) Une force de gravitation de 8036 N vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut.
3) La force F de 800 N faite par le tracteur.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers la droite)

$$\sum F_x = 800N$$

2^e^ loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_1 a_x \qquad \rightarrow \qquad 800N = 820kg \cdot a$$

Solution des équations

L'accélération est donc

$$800N = 820kg \cdot a$$
$$a = 0,9756 \tfrac{m}{s^2}$$

b) On trouve T_1 en trouvant les forces sur le dernier charriot.

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur le charriot.

1) Une force de gravitation de 2352 N vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut.
3) La force (T_1) vers la droite.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers la droite)

$$\sum F_x = T_1$$

2^e loi de Newton

Puisque l'accélération en x est de 0,9756 m/s², on a

$$\sum F_x = m_1 a_x \qquad \rightarrow \qquad T_1 = 240kg \cdot 0,9756 \tfrac{m}{s^2}$$

Solution des équations

La tension est donc

$$T_1 = 240kg \cdot 0,9756 \tfrac{m}{s^2}$$
$$T_1 = 234,1N$$

On trouve T_2 en considérant les deux derniers charriots comme un seul objet de 400 kg.

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur les charriots.

1) Une force de gravitation de 3920 N vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut.
3) La force (T_2) vers la droite.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers la droite)

$$\sum F_x = T_2$$

2^e^ loi de Newton

Puisque l'accélération en x est de 0,9756 m/s², on a

$$\sum F_x = m_1 a_x \qquad \rightarrow \qquad T_2 = 400kg \cdot 0,9756 \tfrac{m}{s^2}$$

Solution des équations

La tension est donc

$$T_2 = 400kg \cdot 0,9756 \tfrac{m}{s^2}$$
$$T_2 = 390,2N$$

On trouve T_3 en considérant les trois derniers charriots comme un seul objet de 620 kg.

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur les charriots.

1) Une force de gravitation de 6076 N vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut.
3) La force (T_3) vers la droite.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers la droite)

$$\sum F_x = T_3$$

2^e^ loi de Newton

Puisque l'accélération en x est de 0,9756 m/s², on a

$$\sum F_x = m_1 a_x \qquad \rightarrow \qquad T_3 = 620kg \cdot 0,9756 \tfrac{m}{s^2}$$

Solution des équations

La tension est

$$T_3 = 620kg \cdot 0,9756 \tfrac{m}{s^2}$$
$$T_3 = 604,9N$$

26. Il y a deux objets ici

Bloc A

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 4 forces sur le bloc A.

1) Une force de gravitation de $m_a g$ vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut.
3) La tension (T) vers la droite.
4) La force (F) vers la gauche.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers la gauche)

$$\sum F_x = -T + F$$

(L'équation en y sera inutile ici.)

2e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

On a donc

$$\sum F_x = m_A a_x \qquad \rightarrow \qquad -T + F = m_A a$$

Bloc B

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur le bloc B.

1) Une force de gravitation de $m_b g$ vers le bas.
2) La tension (T) vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en x est donc (avec un axe des x vers le haut)

$$\sum F_x = -m_B g + T$$

2e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

On a donc

$$\sum F_x = m_B a_x \qquad \rightarrow \qquad -m_B g + T = m_B a$$

Solution des équations

Nos deux équations sont donc

$$\begin{gathered} -T + F = m_A a \\ -m_B g + T = m_B a \end{gathered}$$

En additionnant ces équations, on a

$$\begin{gathered} (-T + F) + (-m_B g + T) = m_A a + m_B a \\ F - m_B g = (m_A + m_B) a \end{gathered}$$

On sait ensuite que l'accélération est de -1 m/s² quand la force est de 100 N et que l'accélération est de 2 m/s² quand on tire avec une force de 200 N. On a donc les deux équations suivantes.

$$100N - m_B g = (m_A + m_B)\cdot\left(-1\tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$200N - m_B g = (m_A + m_B)\cdot\left(2\tfrac{m}{s^2}\right)$$

On peut aller isoler m_A dans la première équation.

$$100N - m_B g = (m_A + m_B)\cdot\left(-1\tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$100N - m_B \cdot 9,8\tfrac{m}{s^2} = -m_A \cdot 1\tfrac{m}{s^2} + -m_B \cdot 1\tfrac{m}{s^2}$$
$$100N - m_B \cdot 8,8\tfrac{m}{s^2} = -m_A \cdot 1\tfrac{m}{s^2}$$
$$m_A = 8,8\cdot m_B - 100kg$$

On remplace ensuite dans la deuxième équation.

$$200N - m_B g = (m_A + m_B)\cdot\left(2\tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$200N - m_B g = (8,8\cdot m_B - 100kg + m_B)\cdot\left(2\tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$200N - m_B g = (9,8\cdot m_B - 100kg)\cdot\left(2\tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$200N - m_B \cdot 9,8\tfrac{m}{s^2} = m_B \cdot 19,6\tfrac{m}{s^2} - 200N$$
$$400N = m_B \cdot 29,4\tfrac{m}{s^2}$$
$$m_B = 13,61kg$$

Ainsi, m_A est

$$m_A = 8,8\cdot m_B - 100kg$$
$$m_A = 19,73kg$$

27. Comme la corde est fixée à la poulie, examinons les forces sur la poulie du bas.

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 4 forces sur la poulie.

1) Une tension vers le bas égale au poids de la masse de 100 kg, donc une force de 980 N vers le bas.
2) 3 fois la tension T de la corde passant dans les poulies, vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en y est donc (en utilisant un axe vers le haut)

$$\sum F_y = -980N + 3T$$

2^e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -980N + 3T = 0$$

Solution des équations

La tension est donc

$$\begin{aligned} -980N + 3T &= 0 \\ T &= 326,7N \end{aligned}$$

28. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur l'objet formé de la poulie et du bloc de 5 kg.

1) Une force de gravitation de 49 N vers le bas.
2) 2 fois la tension T de la corde qui passe dans la poulie, vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en y est (en utilisant un axe vers le haut)

$$\sum F_y = -49N + 2T$$

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des y est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des y.

$$a_x = 0 \qquad\qquad a_y = a$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -49N + 2T = 5kg \cdot a$$

Solution des équations

a) Si l'accélération est nulle, on a

$$-49N + 2T = 0$$
$$T = 24,5N$$

b) Si on tire avec 20 N, l'accélération est

$$-49N + 2T = 5kg \cdot a$$
$$-49N + 2 \cdot 20N = 5kg \cdot a$$
$$a = -1,8 \tfrac{m}{s^2}$$

29. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur la poulie du bas.

1) Une tension vers le bas égale au poids de la masse de 25 kg, donc une force de 245 N vers le bas.
2) 2 fois la tension *T* de la corde vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en *y* est donc (en utilisant un axe vers le haut)

$$\sum F_y = -245N + 2T$$

2e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -245N + 2T = 0$$

Solution des équations

La tension de la corde doit donc être de

$$-245N + 2T = 0$$
$$T = 122,5N$$

La somme des forces sur la chaudière donne alors

$$\sum F_y = ma_y$$
$$T - mg = 0$$
$$122,5N - mg = 0$$
$$m = 12,5kg$$

30. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur Roméo.

1) Une force de gravitation de 392 N vers le bas.
2) 2 fois la tension T = 250 N de la corde vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en y est donc (en utilisant un axe vers le haut)

$$\sum F_y = -392N + 2T$$

2e loi de Newton

Puisque l'axe des y est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des y.

$$a_x = 0 \qquad\qquad a_y = a$$

La deuxième loi de Newton donne alors

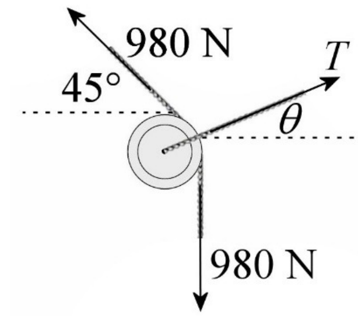
$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -392N + 2T = 40kg \cdot a$$

Solution des équations

L'accélération est donc

$$-392N + 2T = 40kg \cdot a$$
$$-392N + 2 \cdot 250N = 40kg \cdot a$$
$$a = 2,7 \tfrac{m}{s^2}$$

31. *Les forces agissant sur l'objet*



Il y a 3 forces sur la poulie.

1) La tension de la corde qui soutient la masse de 100 kg, qui est égale à 980 N.
2) La tension de la corde de gauche, qui vaut aussi 980 N puisque c'est la même corde.
3) La tension de la corde de droite (*T*).

Somme des forces

Les sommes des forces sont donc (avec un axe des *x* vers la droite et un axe des *y* vers le haut)

$$\sum F_x = 980N \cdot \cos 135° + T_x$$
$$\sum F_y = -980N + 980N \cdot \sin 135° + T_y$$

2^e loi de Newton

Puisqu'il n'y a pas d'accélération, on a

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\to 980N \cdot \cos 135° + T_x = 0$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\to -980N + 980N \cdot \sin 135° + T_y = 0$$

Solution des équations

On trouve alors que

$$\begin{aligned} T_x &= -980N \cdot \cos 135° \\ &= 692,96N \end{aligned}$$

et

$$\begin{aligned} T_y &= 980N - 980N \cdot \sin(135°) \\ &= 287,03N \end{aligned}$$

La tension est donc

$$\begin{aligned} T &= \sqrt{T_x^2 + T_y^2} \\ &= \sqrt{(692,96N)^2 + (287,03N)^2} \\ &= 750N \end{aligned}$$

On trouve l'angle avec

$$\begin{aligned} \theta &= \arctan \frac{T_y}{T_x} \\ &= \arctan \frac{287,03N}{692,96N} \\ &= 22,5° \end{aligned}$$

32. Poulie C

<u>Les forces agissant sur l'objet</u>

Il y a 3 forces sur la poulie C.

1) 2 fois la tension *F* vers le bas.
2) La tension *T* vers le haut.

(*F* est la tension de la corde passant par les poulies C et A, alors que *T* est la tension de la corde passant par la poulie B.)

<u>Somme des forces</u>

La somme des forces en *y* est donc (en utilisant un axe vers le haut)

$$\sum F_y = -2F + T$$

<u>2e loi de Newton</u>

Comme il n'y a pas d'accélération, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -2F + T = 0$$

Poulie A

<u>Les forces agissant sur l'objet</u>

Il y a 4 forces sur la poulie A.

1) Une tension vers le bas égale au poids de la masse de 10 kg, donc une force de 98 N vers le bas.
2) 2 fois la tension *F* vers le haut.
3) La tension *T* vers le haut.

(*F* est la tension de la corde passant par les poulies C et A, alors que *T* est la tension de la corde passant par la poulie B.)

Somme des forces

La somme des forces en *y* est donc (en utilisant un axe vers le haut)

$$\sum F_y = -98N + 2F + T$$

2^e^ loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -98N + 2F + T = 0$$

Solution des équations

On a donc les équations suivantes.

$$-2F + T = 0$$
$$-98N + 2F + T = 0$$

La première équation nous donne

$$T = 2F$$

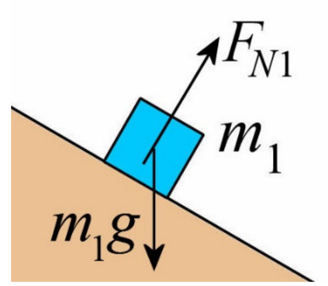
En utilisant cette valeur dans la 2^e équation, on arrive à

$$-98N + 2F + 2F = 0$$
$$-98N + 4F = 0$$
$$F = 24,5N$$

33. Ici, on a deux objets

Petit bloc

Les forces agissant sur l'objet



Il y a 2 forces sur le petit bloc.

1) Une force de gravitation (m_1g) vers le bas.
2) La normale (F_{N1}).

Somme des forces

On a donc (avec un axe des x vers la droite et un axe des y vers le haut)

Forces	x	y
Poids	0	$-m_1g$
Normale	$F_{N1}\cos(90°-\theta)$	$F_{N1}\sin(90°-\theta)$

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = F_{N1}\cos(90°-\theta)$$
$$\sum F_y = -m_1g + F_{N1}\sin(90°-\theta)$$

2e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\rightarrow F_{N1}\cos(90°-\theta) = m_1a$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\rightarrow -m_1g + F_{N1}\sin(90°-\theta) = 0$$

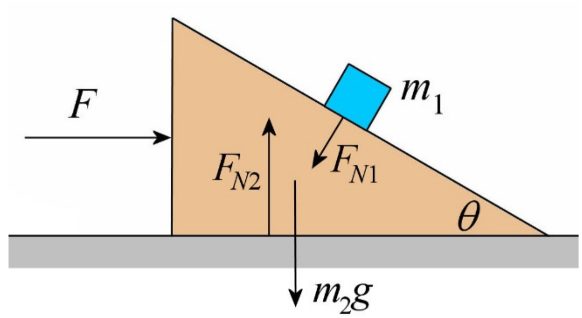
Il n'y a pas d'accélération en y puisque le bloc ne glisse pas. Il y a une accélération en x puisque le triangle et le petit bloc accélèrent quand on applique la force F sur le triangle.

Triangle

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 4 forces sur le triangle.

1) Une force de gravitation (m_2g) vers le bas.
2) La normale (F_{N1}) faite par le petit bloc.
3) La normale (F_{N2}) faite par le sol, vers le haut
4) La force F appliquée vers la droite.



Somme des forces

On a donc (avec un axe des x vers la droite et un axe des y vers le haut)

Forces	x	y
Poids	0	$-m_2g$
Normale 1	F_{N1} cos -(90°+θ)	F_{N1} sin -(90°+θ)
Normale 2	0	F_{N2}
Force F	F	0

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = F_{N1}\cos-(90°+\theta)+F$$
$$\sum F_y = -m_2g + F_{N1}\sin-(90°+\theta)+F_{N2}$$

2^e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x$$
$$\rightarrow F_{N1}\cos-(90°+\theta)+F = m_2a$$
$$\sum F_y = ma_y$$
$$\rightarrow -m_2g + F_{N1}\sin-(90°+\theta)+F_{N2} = 0$$

Solution des équations

En utilisant les identités trigonométriques, les équations du petit bloc deviennent

$$F_{N1}\sin\theta = m_1 a$$
$$-m_1 g + F_{N1}\cos\theta = 0$$

En utilisant les identités trigonométriques, l'équation des forces en x du triangle devient (l'équation en y est inutile)

$$-F_{N1}\sin\theta + F = m_2 a$$

On trouve F_{N1} avec $-m_1 g + F_{N1}\cos\theta = 0$. On obtient alors

$$F_{N1} = \frac{m_1 g}{\cos\theta}$$

En remplaçant dans les deux autres équations, on obtient

$$F_{N1}\sin\theta = m_1 a$$
$$\frac{m_1 g}{\cos\theta}\sin\theta = m_1 a$$
$$m_1 g\tan\theta = m_1 a$$
$$g\tan\theta = a$$

et

$$-F_{N1}\sin\theta + F = m_2 a$$
$$-\frac{m_1 g}{\cos\theta}\sin\theta + F = m_2 a$$
$$-m_1 g\tan\theta + F = m_2 a$$

Nos deux équations sont maintenant

$$g\tan\theta = a$$
$$-m_1 g\tan\theta + F = m_2 a$$

En prenant le a de la première équation dans la deuxième, on a

$$-m_1 g\tan\theta + F = m_2 g\tan\theta$$
$$F = m_2 g\tan\theta + m_1 g\tan\theta$$
$$F = (m_1 + m_2)\, g\tan\theta$$

34. On va traiter la corde comme deux objets : la partie qui pend et la partie sur la table. Ces deux parties sont reliées par une petite corde sans masse de longueur nulle.

Partie qui pend

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur la partie qui pend.

1) Une force de gravitation (m_1g) vers le bas.
2) La tension de la corde qui relie les deux morceaux (T) dirigée vers le haut

Somme des forces

La somme des forces en x est (avec un axe vers le bas)

$$\sum F_x = m_1 g - T$$

2e loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x \qquad \rightarrow \qquad m_1 g - T = m_1 a$$

Partie sur la table

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur la partie de la corde sur la table.

1) Une force de gravitation (m_2g) vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut
3) La tension de la petite corde (T) vers la droite.

Somme des forces

La somme des forces en x est (avec un axe vers la droite)

$$\sum F_x = T$$

2^e^ loi de Newton

Puisque l'axe des x est dans la direction de la vitesse ou dans la direction opposée à la vitesse, toute l'accélération est dans la direction des x.

$$a_x = a \qquad\qquad a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x \qquad \rightarrow \qquad T = m_2 a$$

Solution des équations

En additionnant les deux équations, on a

$$m_1 g - T + T = m_1 a + m_2 a$$
$$m_1 g = (m_1 + m_2) a$$
$$m_1 g = Ma$$

où M est la masse totale de la corde.

Le problème, c'est que m_1 (la masse de la partie qui pend) change constamment à mesure que la corde glisse. Supposons que la longueur de la corde qui pend est x. Alors, la masse de la corde qui pend est égale à la masse totale multipliée par la proportion de la corde qui pend.

$$m_1 = M \frac{x}{L}$$

où L est la longueur totale de la corde. Ainsi, l'accélération est

$$m_1 g = Ma$$
$$x \frac{M}{L} g = Ma$$
$$a = x \frac{g}{L}$$

On doit maintenant trouver la vitesse sachant qu'au départ $x = 20$ cm et qu'à la fin $x = 60$ cm. On trouve la vitesse avec

$$a = \frac{dv}{dt}$$

On a alors

$$\frac{dv}{dt} = x\frac{g}{L}$$

Cette équation se résout ainsi

$$\begin{aligned}\frac{dv}{dt} &= x\frac{g}{L}\\ \frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt} &= x\frac{g}{L}\\ \frac{dv}{dx}v &= x\frac{g}{L}\\ vdv &= x\frac{g}{L}dx\end{aligned}$$

On peut alors intégrer de chaque côté pour obtenir

$$\begin{aligned}\int vdv &= \int x\frac{g}{L}dx\\ \frac{v^2}{2} &= x^2\frac{g}{2L} + Cst\end{aligned}$$

Comme $v = 0$ à $x = 0,2$ m, on peut trouver la valeur de la constante.

$$\begin{aligned}0 &= (0,2m)^2\frac{g}{2L} + Cst\\ Cst &= -(0,2m)^2\frac{g}{2L}\end{aligned}$$

L'équation de la vitesse est donc

$$\begin{aligned}\frac{v^2}{2} &= x^2\frac{g}{2L} - (0,2m)^2\frac{g}{2L}\\ v &= \sqrt{\frac{g}{L}\left(x^2 - (0,2m)^2\right)}\end{aligned}$$

Ainsi, quand $x = 0,6$ m, la vitesse est

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{9{,}8\,\frac{N}{m}}{0{,}6m}\cdot\left(\left(0{,}6m\right)^2-\left(0{,}2m\right)^2\right)} \\ &= 2{,}286\,\tfrac{m}{s} \end{aligned}$$