

# Solutionnaire du chapitre 4

1. Dans tous les cas, la force est

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

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)

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Boîte du haut

##### Les forces agissant sur l'objet

Il y a 2 forces sur la boîte du haut.

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

##### Somme des forces

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

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

##### 2<sup>e</sup> 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

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

##### Solution des équations

La normale est donc

$$\begin{aligned} -49N + F_{N1} &= -5N \\ F_{N1} &= 44N \end{aligned}$$

Examinons maintenant les forces sur la boîte 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<sup>e</sup> 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

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

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)

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

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

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

Solution des équations

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

$$T - 2940N = 300kg \cdot a_y$$

$$T - 2940N = 0$$

$$T = 2940N$$

b) Si l'accélération est de 3 m/s<sup>2</sup> vers le haut, on a

$$T - 2940N = 300kg \cdot a_y$$

$$T - 2940N = 300kg \cdot 3 \frac{m}{s^2}$$

$$T = 3840N$$

c) Si l'accélération est de 2 m/s<sup>2</sup> vers le bas, on a

$$T - 2940N = 300kg \cdot a_y$$

$$T - 2940N = 300kg \cdot \left(-2 \frac{m}{s^2}\right)$$

$$T = 2340N$$

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

**Boîte 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<sup>e</sup> 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.

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

La deuxième loi de Newton donne alors

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

### **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<sup>e</sup> 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.

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

La deuxième loi de Newton donne alors

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

#### Solution des équations

- a) Si l'accélération est de  $2,4 \text{ m/s}^2$  vers le bas, nos deux équations deviennent

$$\begin{aligned} -98\text{N} + T_2 &= 10\text{kg} \cdot \left(-2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \\ -58,8\text{N} + T_1 - T_2 &= 6\text{kg} \cdot \left(-2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \end{aligned}$$

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

- 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  $200 \text{ N}$ , on obtient

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

En additionnant ces équations, on arrive à

$$\begin{aligned} (-98\text{N} + T_2) + (-58,8\text{N} + 200\text{N} - T_2) &= 10\text{kg} \cdot a_{\text{max}} + 6\text{kg} \cdot a_{\text{max}} \\ 43,2\text{N} &= 16\text{kg} \cdot a_{\text{max}} \\ a_{\text{max}} &= 2,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

Si  $T_2$  a sa valeur maximale de la tension de  $200 \text{ N}$ , on obtient

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

Avec la première équation, on trouve

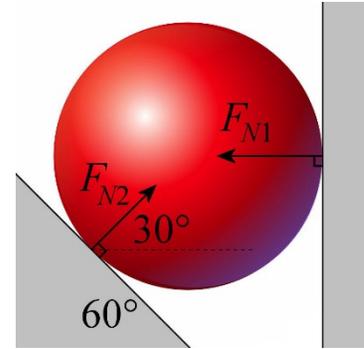
$$\begin{aligned} -98\text{N} + 200\text{N} &= 10\text{kg} \cdot a_{\text{max}} \\ a_{\text{max}} &= 10,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

C'est donc la corde 1 qui limite notre accélération à  $2,7 \text{ m/s}^2$ .

## **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  $30^\circ$  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	$F_{N2} \cos 30^\circ$	$F_{N2} \sin 30^\circ$

Les sommes des forces sont donc

$$\begin{aligned}\sum F_x &= -F_{N1} + F_{N2} \cos 30^\circ \\ \sum F_y &= -3,92N + F_{N2} \sin 30^\circ\end{aligned}$$

### 2<sup>e</sup> loi de Newton

Puisque l'accélération est nulle, on a

$$\begin{aligned}\sum F_x = ma_x &\rightarrow -F_{N1} + F_{N2} \cos 30^\circ = 0 \\ \sum F_y = ma_y &\rightarrow -3,92N + F_{N2} \sin 30^\circ = 0\end{aligned}$$

### Solution des équations

L'équation des forces en  $y$  nous donne

$$\begin{aligned}-3,92N + F_{N2} \sin 30^\circ &= 0 \\ F_{N2} &= 7,84N\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}-F_{N1} + 7,84N \cdot \cos 30^\circ &= 0 \\ F_{N1} &= 6,79N\end{aligned}$$

**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)

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

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

Comme l'accélération est nulle, on a

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

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)

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

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

Puisque l'accélération est nulle, on a

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

### Solution des équations

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

$$\begin{aligned} T - 39,2N &= 0 \\ T &= 39,2N \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} T - 117,6N + F_N &= 0 \\ 39,2N - 117,6N + F_N &= 0 \\ F_N &= 78,4N \end{aligned}$$

- 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)

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

#### 2<sup>e</sup> loi de Newton

Comme l'accélération est nulle, on a

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

**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)

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

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

Comme l'accélération est nulle, on a

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

**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)

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

### 2<sup>e</sup> loi de Newton

Puisque l'accélération est nulle, on a

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

### **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	$100 \text{ N} \cos(-25^\circ)$	$100 \text{ N} \sin(-25^\circ)$
Philémon	$75 \text{ N} \cos 30^\circ$	$75 \text{ N} \sin 30^\circ$

Les sommes des forces sont

$$\sum F_x = 100 \text{ N} \cdot \cos(-25^\circ) + 75 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ$$

$$\sum F_y = -392 \text{ N} + F_N + 100 \text{ N} \cdot \sin(-25^\circ) + 75 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ$$

### 2<sup>e</sup> loi de Newton

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

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x \rightarrow 100 \text{ N} \cdot \cos(-25^\circ) + 75 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ = 40 \text{ kg} \cdot a$$

$$\sum F_y = ma_y \rightarrow -392 \text{ N} + F_N + 100 \text{ N} \cdot \sin(-25^\circ) + 75 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ = 0$$

### Solution des équations

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

$$100 \text{ N} \cdot \cos(-25^\circ) + 75 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ = 40 \text{ kg} \cdot a$$

$$a = 3,89 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

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

$$-392 \text{ N} + F_N + 100 \text{ N} \cdot \sin(-25^\circ) + 75 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ = 0$$

$$F_N = 396,76 \text{ N}$$

## **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	$F_N \cos 15^\circ$	$F_N \sin 15^\circ$
Tension	$T \cos 121^\circ$	$T \sin 121^\circ$

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = F_N \cos 15^\circ + T \cos 121^\circ$$

$$\sum F_y = -588N + F_N \sin 15^\circ + T \sin 121^\circ$$

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

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

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\rightarrow F_N \cos 15^\circ + T \cos 121^\circ = 0$$

$$\sum F_y = ma_y$$

$$\rightarrow -588N + F_N \sin 15^\circ + T \sin 121^\circ = 0$$

Solution des équations

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

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

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

$$\begin{aligned}
 -588N + F_N \sin 15^\circ + T \sin 121^\circ &= 0 \\
 -588N + \frac{-T \cos 121^\circ}{\cos 15^\circ} \cdot \sin 15^\circ + T \sin 121^\circ &= 0 \\
 -588N + T \cdot \left( \frac{-\cos 121^\circ}{\cos 15^\circ} \cdot \sin 15^\circ + \sin 121^\circ \right) &= 0 \\
 -588N + T \cdot (0,9952) &= 0 \\
 T &= 590,85N
 \end{aligned}$$

À partir de cette tension, on peut trouver la normale

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

## 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  $5^\circ$ .
- 3) La tension de la corde ( $T$ ) à  $175^\circ$ .

### Somme des forces

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

Forces	$x$	$y$
<b>Poids</b>	0	-637 N
<b>Tension <math>5^\circ</math></b>	$T \cos 5^\circ$	$T \sin 5^\circ$
<b>Tension <math>175^\circ</math></b>	$T \cos 175^\circ$	$T \sin 175^\circ$

Les sommes des forces sont donc

$$\begin{aligned}
 \sum F_x &= T \cos 5^\circ + T \cos 175^\circ \\
 \sum F_y &= -637N + T \sin 5^\circ + T \sin 175^\circ
 \end{aligned}$$

### 2<sup>e</sup> loi de Newton

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

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ &\rightarrow T \cos 5^\circ + T \cos 175^\circ = 0 \\ \sum F_y &= ma_y \\ &\rightarrow -637N + T \sin 5^\circ + T \sin 175^\circ = 0\end{aligned}$$

Solution des équations

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

$$\begin{aligned}-637N + T \sin 5^\circ + T \sin 175^\circ &= 0 \\ -637N + T(\sin 5^\circ + \sin 175^\circ) &= 0 \\ T &= 3654N\end{aligned}$$

**12.** Les forces agissant sur l'objet

Il y a 3 forces sur la boîte.

- 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	$T_1 \cos 20^\circ$	$T_1 \sin 20^\circ$
Tension 2	$T_2 \cos 120^\circ$	$T_2 \sin 120^\circ$

Les sommes des forces sont donc

$$\begin{aligned}\sum F_x &= T_1 \cos 20^\circ + T_2 \cos 120^\circ \\ \sum F_y &= -392N + T_1 \sin 20^\circ + T_2 \sin 120^\circ\end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ &\rightarrow T_1 \cos 20^\circ + T_2 \cos 120^\circ = 0 \\ \sum F_y &= ma_y \\ &\rightarrow -392N + T_1 \sin 20^\circ + T_2 \sin 120^\circ = 0\end{aligned}$$

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  $x$ .

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

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

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

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

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

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

Les forces agissant sur l'objet

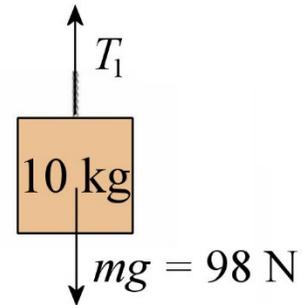
Il y a 2 forces sur la boîte de 10 kg.

- 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)

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



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

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

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

Solution des équations

On peut alors obtenir une première tension.

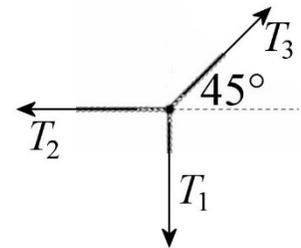
$$\begin{aligned} T_1 - 98N &= 0 \\ T_1 &= 98N \end{aligned}$$

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  $45^\circ$ .



Somme des forces

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

Forces	$x$	$y$
<b>Tension 1</b>	0	-98 N
<b>Tension 2</b>	$-T_2$	0
<b>Tension 3</b>	$T_3 \cos 45^\circ$	$T_3 \sin 45^\circ$

Les sommes des forces sont donc

$$\begin{aligned}\sum F_x &= -T_2 + T_3 \cos 45^\circ \\ \sum F_y &= -98N + T_3 \sin 45^\circ\end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ &\rightarrow -T_2 + T_3 \cos 45^\circ = 0 \\ \sum F_y &= ma_y \\ &\rightarrow -98N + T_3 \sin 45^\circ = 0\end{aligned}$$

Solution des équations

Avec l'équation des forces en y, on trouve

$$\begin{aligned}-98N + T_3 \sin 45^\circ &= 0 \\ T_3 &= 138,59N\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}-T_2 + T_3 \cos 45^\circ &= 0 \\ -T_2 + 138,59N \cdot \cos 45^\circ &= 0 \\ T_2 &= 98N\end{aligned}$$

**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	$T \cos 60^\circ$	$T \sin 60^\circ$
Poussée	$-F$	0

Les sommes des forces sont donc

$$\begin{aligned}\sum F_x &= T \cos 60^\circ - F \\ \sum F_y &= -98N + T \sin 60^\circ\end{aligned}$$

### 2<sup>e</sup> loi de Newton

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

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ &\rightarrow T \cos 60^\circ - F = 0 \\ \sum F_y &= ma_y \\ &\rightarrow -98N + T \sin 60^\circ = 0\end{aligned}$$

### Solution des équations

Avec l'équation des forces en y, on trouve

$$\begin{aligned}-98N + T \sin 60^\circ &= 0 \\ T &= 113,16N\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}T \cos 60^\circ - F &= 0 \\ 113,16N \cdot \cos 60^\circ - F &= 0 \\ F &= 56,58N\end{aligned}$$

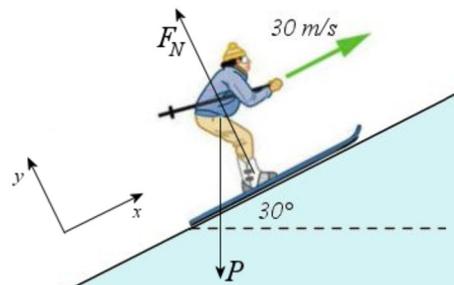
## **15.** Les forces agissant sur l'objet

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	$mg \cos(-120^\circ)$	$mg \sin(-120^\circ)$
Normale	0	$F_N$

Les sommes des forces sont donc :

$$\begin{aligned}\sum F_x &= mg \cos(-120^\circ) \\ \sum F_y &= mg \sin(-120^\circ) + F_N\end{aligned}$$

### 2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ &\rightarrow mg \cos(-120^\circ) = ma \\ \sum F_y &= ma_y \\ &\rightarrow mg \sin(-120^\circ) + F_N = 0\end{aligned}$$

### Solution des équations

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

$$\begin{aligned}mg \cos(-120^\circ) &= ma \\ g \cos(-120^\circ) &= a \\ a &= -4,9 \frac{m}{s^2}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}2a_x(x - x_0) &= v^2 - v_0^2 \\ 2 \cdot (-4,9 \frac{m}{s^2}) \cdot (x - 0m) &= (0 \frac{m}{s})^2 - (30 \frac{m}{s})^2 \\ x &= 91,84m\end{aligned}$$

On peut ensuite trouver le temps d'arrêt avec

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

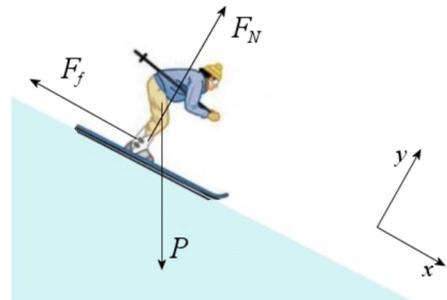
$$0 \frac{m}{s} = 30 \frac{m}{s} + \left(-4,9 \frac{m}{s^2}\right) \cdot t$$

$$t = 6,122s$$

## 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	$mg \cos(-60^\circ)$	$mg \sin(-60^\circ)$
Normale	0	$F_N$
Friction	$-F_f$	0

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = mg \cos(-60^\circ) - F_f$$

$$\sum F_y = mg \sin(-60^\circ) + F_N$$

### 2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ &\rightarrow mg \cos(-60^\circ) - F_f = 70\text{kg} \cdot a \\ \sum F_y &= ma_y \\ &\rightarrow mg \sin(-60^\circ) + F_N = 0\end{aligned}$$

Solution des équations

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

$$\begin{aligned}2a(x - x_0) &= v^2 - v_0^2 \\ 2 \cdot a \cdot (50\text{m} - 0\text{m}) &= (20 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - (10 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 \\ a &= 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}mg \cos(-60^\circ) - F_f &= 70\text{kg} \cdot a \\ 70\text{kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \cos(-60^\circ) - F_f &= 70\text{kg} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ F_f &= 133\text{N}\end{aligned}$$

**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	$F_N \cos 115^\circ$	$F_N \sin 115^\circ$

Les sommes des forces sont donc

$$\begin{aligned}\sum F_x &= T + F_N \cos 115^\circ \\ \sum F_y &= -294N + F_N \sin 115^\circ\end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ &\rightarrow T + F_N \cos 115^\circ = 0 \\ \sum F_y &= ma_y \\ &\rightarrow -294N + F_N \sin 115^\circ = 0\end{aligned}$$

Solution des équations

Avec l'équation des forces en y, on trouve

$$\begin{aligned}-294N + F_N \sin 115^\circ &= 0 \\ F_N &= 324,39N\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}T + F_N \cos 115^\circ &= 0 \\ T + 324,39N \cdot \cos 115^\circ &= 0 \\ T &= 137,09N\end{aligned}$$

**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	$784 \text{ N} \cdot \cos(-130^\circ)$	$784 \text{ N} \cdot \sin(-130^\circ)$
Normale	0	$F_N$
Force $F$	$800 \text{ N} \cdot \cos(-40^\circ)$	$800 \text{ N} \cdot \sin(-40^\circ)$

Les sommes des forces sont

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 784N \cdot \cos(-130^\circ) + 800N \cdot \cos(-40^\circ) \\ \sum F_y &= 784N \cdot \sin(-130^\circ) + F_N + 800N \cdot \sin(-40^\circ)\end{aligned}$$

2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ &\rightarrow 784N \cdot \cos(-130^\circ) + 800N \cdot \cos(-40^\circ) = 80kg \cdot a \\ \sum F_y &= ma_y \\ &\rightarrow 784N \cdot \sin(-130^\circ) + F_N + 800N \cdot \sin(-40^\circ) = 0\end{aligned}$$

Solution des équations

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

$$\begin{aligned}784N \cdot \cos(-130^\circ) + 800N \cdot \cos(-40^\circ) &= 80kg \cdot a \\ -503,95N + 612,84N &= 80kg \cdot a \\ a &= 1,361 \frac{m}{s^2}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}784N \cdot \sin(-130^\circ) + F_N + 800N \cdot \sin(-40^\circ) &= 0 \\ F_N &= 1114,81N\end{aligned}$$

**19. a)**

Trouvons l'accélération en considérant les deux boîtes 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<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

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

Solution des équations

L'accélération est donc

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

- b) Pour trouver la normale entre la boîte, on doit examiner les forces sur une des deux boîtes. On va prendre la boîte 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 boîte 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)

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

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

Puisque l'accélération en  $x$  est de  $6,4 \text{ m/s}^2$ , on a

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

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<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

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

**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<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

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

**Solution des équations**

Nos deux équations sont donc

$$\begin{aligned} 117,6N - T &= 12kg \cdot a \\ -98N + T &= 10kg \cdot a \end{aligned}$$

On peut résoudre en additionnant ces deux équations.

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

$$117,6N - 98N = 22kg \cdot a$$

$$a_x = 0,891 \frac{m}{s^2}$$

La tension est donc

$$117,6N - T = 12kg \cdot a_x$$

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

$$T = 106,91N$$

**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 $F$	$300 \text{ N} \cos(160^\circ)$	$300 \text{ N} \sin(160^\circ)$

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = T + 300N \cdot \cos 160^\circ$$

$$\sum F_y = -235,2N + F_{N1} + 300N \cdot \sin 160^\circ$$

2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

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

### 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	$x$	$y$
<b>Poids</b>	$176,4 \text{ N} \cdot \cos(-30^\circ)$	$176,4 \text{ N} \cdot \sin(-30^\circ)$
<b>Normale 2</b>	0	$F_{N2}$
<b>Tension</b>	$-T$	0

Les sommes des forces sont donc

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

#### 2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

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

### Solution des équations

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

$$\begin{aligned} T + 300N \cdot \cos 160^\circ &= 24kg \cdot a \\ 176,4N \cdot \cos(-30^\circ) - T &= 18kg \cdot a \end{aligned}$$

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

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

La tension est alors

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

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

$$\begin{aligned} -235,2N + F_{N1} + 300N \cdot \sin 160^\circ &= 0 \\ F_{N1} &= 132,59N \end{aligned}$$

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

$$176,4N \sin(-30^\circ) + F_{N2} = 0$$

$$F_{N2} = 88,2N$$

**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<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_1 a_x \quad \rightarrow \quad -19,6N + T = 2kg \cdot a$$

**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	$mg \cos(-70^\circ)$	$mg \sin(-70^\circ)$
Normale	0	$F_N$
Tension	$-T$	0

La somme des forces en  $x$  est donc

$$\sum F_x = mg \cos(-70^\circ) - T$$

### 2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_2 a_x \quad \rightarrow \quad mg \cos(-70^\circ) - T = ma$$

### **Solution des équations**

Nos deux équations sont donc

$$\begin{aligned} -19,6N + T &= 2kg \cdot a \\ mg \cos(-70^\circ) - T &= ma \end{aligned}$$

a) Puisque l'accélération est de  $-2 \text{ m/s}^2$ , les équations deviennent

$$\begin{aligned} -19,6N + T &= -4N \\ mg \cos(-70^\circ) - T &= m \cdot \left(-2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \end{aligned}$$

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

$$mg \cos(-70^\circ) - 15,6N = m \cdot \left(-2 \frac{m}{s^2}\right)$$

$$mg \cos(-70^\circ) + m \cdot \left(2 \frac{m}{s^2}\right) = 15,6N$$

$$m \left(g \cos(-70^\circ) + 2 \frac{m}{s^2}\right) = 15,6N$$

$$m \cdot \left(5,352 \frac{m}{s^2}\right) = 15,6N$$

$$m = 2,915kg$$

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

$$-19,6N + 25N = 2kg \cdot a$$

$$mg \cos(-70^\circ) - 25N = ma$$

La première équation permet de trouver que  $a = 2,7 \text{ m/s}^2$ . On trouve alors  $m$  avec la deuxième équation.

$$mg \cos(-70^\circ) - 25N = m \cdot \left(2,7 \frac{m}{s^2}\right)$$

$$mg \cos(-70^\circ) - m \cdot \left(2,7 \frac{m}{s^2}\right) = 25N$$

$$m \left(g \cos(-70^\circ) - 2,7 \frac{m}{s^2}\right) = 25N$$

$$m \cdot \left(0,6518 \frac{m}{s^2}\right) = 25N$$

$$m = 38,36kg$$

**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<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_1 a_x \quad \rightarrow \quad -196\text{N} + T_1 = 20\text{kg} \cdot a$$

### **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.)

#### 2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_2 a_x \quad \rightarrow \quad -T_1 + T_2 = 80\text{kg} \cdot a$$

### **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<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

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

### **Solution des équations**

Nos trois équations sont donc

$$-196N + T_1 = 20kg \cdot a$$

$$-T_1 + T_2 = 80kg \cdot a$$

$$294N - T_2 = 30kg \cdot a$$

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

$$(-196N + T_1) + (-T_1 + T_2) + (294N - T_2) = 20kg \cdot a_x + 80kg \cdot a_x + 30kg \cdot a$$

$$-196N + 294N = (20kg + 80kg + 30kg) \cdot a$$

$$98N = 130kg \cdot a$$

$$a = 0,7538 \frac{m}{s^2}$$

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

$$-196N + T_1 = 20kg \cdot a$$

$$-196N + T_1 = 20kg \cdot 0,7538 \frac{m}{s^2}$$

$$T_1 = 211,1N$$

Pour  $T_2$ , on a

$$\begin{aligned} 294N - T_2 &= 30kg \cdot a \\ 294N - T_2 &= 30kg \cdot 0,7538 \frac{m}{s^2} \\ T_2 &= 271,4N \end{aligned}$$

**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	$196 N \cdot \cos(-60^\circ)$	$196 N \cdot \sin(-60^\circ)$
Normale	0	$F_{N1}$
Tension	$-T$	0

La somme des forces en  $x$  est donc

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

(L'équation en  $y$  sera inutile ici.)

2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_1 a_x \quad \rightarrow \quad 196\text{N} \cdot \cos(-60^\circ) - T = 20\text{kg} \cdot a$$

### 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	$117,6\text{ N} \cdot \cos(-150^\circ)$	$117,6\text{ N} \cdot \sin(-150^\circ)$
Normale	0	$F_{N2}$
Tension	$T$	0

La somme des forces en  $x$  est donc

$$\sum F_x = 117,6\text{N} \cdot \cos(-150^\circ) + T$$

(L'équation en  $y$  sera inutile ici.)

#### 2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = m_2 a_x \quad \rightarrow \quad 117,6\text{N} \cdot \cos(-150^\circ) + T = 12\text{kg} \cdot a$$

### Solution des équations

Nos deux équations sont donc

$$196N \cdot \cos(-60^\circ) - T = 20kg \cdot a$$

$$117,6N \cdot \cos(-150^\circ) + T = 12kg \cdot a$$

On peut résoudre en additionnant les équations.

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

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

$$98N + -101,84N = 32kg \cdot a$$

$$a = -0,12 \frac{m}{s^2}$$

La tension est donc

$$196N \cdot \cos(-60^\circ) - T = 20kg \cdot a$$

$$196N \cdot \cos(-60^\circ) - T = 20kg \cdot (-0,12 \frac{m}{s^2})$$

$$T = 100,4N$$

**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<sup>e</sup> 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  $x$ .

$$a_x = a$$

$$a_y = 0$$

La deuxième loi de Newton donne alors

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

Solution des équations

L'accélération est donc

$$800N = 820kg \cdot a$$

$$a = 0,9756 \frac{m}{s^2}$$

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<sup>e</sup> loi de Newton

Puisque l'accélération en  $x$  est de  $0,9756 \text{ m/s}^2$ , on a

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

Solution des équations

La tension est donc

$$T_1 = 240kg \cdot 0,9756 \frac{m}{s^2}$$

$$T_1 = 234,1N$$

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<sup>e</sup> loi de Newton

Puisque l'accélération en  $x$  est de  $0,9756 \text{ m/s}^2$ , on a

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

Solution des équations

La tension est donc

$$T_2 = 400 \text{ kg} \cdot 0,9756 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$T_2 = 390,2 \text{ N}$$

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<sup>e</sup> loi de Newton

Puisque l'accélération en  $x$  est de  $0,9756 \text{ m/s}^2$ , on a

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

Solution des équations

La tension est

$$T_3 = 620 \text{ kg} \cdot 0,9756 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$T_3 = 604,9 \text{ N}$$

**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.)

2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

On a donc

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

### 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)

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

#### 2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

On a donc

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

### Solution des équations

Nos deux équations sont donc

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

En additionnant ces équations, on a

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

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

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

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

On peut aller isoler  $m_A$  dans la première équation.

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

$$100N - m_B \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} = -m_A \cdot 1 \frac{m}{s^2} + -m_B \cdot 1 \frac{m}{s^2}$$

$$100N - m_B \cdot 8,8 \frac{m}{s^2} = -m_A \cdot 1 \frac{m}{s^2}$$

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

On remplace ensuite dans la deuxième équation.

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

$$200N - m_B g = (8,8 \cdot m_B - 100kg + m_B) \cdot \left(2 \frac{m}{s^2}\right)$$

$$200N - m_B g = (9,8 \cdot m_B - 100kg) \cdot \left(2 \frac{m}{s^2}\right)$$

$$200N - m_B \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} = m_B \cdot 19,6 \frac{m}{s^2} - 200N$$

$$400N = m_B \cdot 29,4 \frac{m}{s^2}$$

$$m_B = 13,61kg$$

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<sup>e</sup> loi de Newton

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

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

Solution des équations

La tension est donc

$$-980N + 3T = 0$$

$$T = 326,7N$$

**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<sup>e</sup> 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  $y$ .

$$a_x = 0$$

$$a_y = a$$

La deuxième loi de Newton donne alors

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

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

$$-49N + 2T = 5kg \cdot a$$

$$-49N + 2 \cdot 20N = 5kg \cdot a$$

$$a = -1,8 \frac{m}{s^2}$$

## 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)

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

### 2<sup>e</sup> loi de Newton

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

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

### 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

$$\begin{aligned}\sum F_y &= ma_y \\ T - mg &= 0 \\ 122,5N - mg &= 0 \\ m &= 12,5kg\end{aligned}$$

### 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)

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

#### 2<sup>e</sup> 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.

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

La deuxième loi de Newton donne alors

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

#### Solution des équations

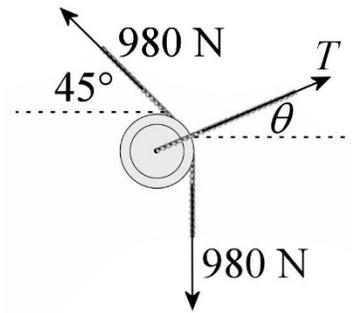
L'accélération est donc

$$\begin{aligned}-392N + 2T &= 40kg \cdot a \\ -392N + 2 \cdot 250N &= 40kg \cdot a \\ a &= 2,7 \frac{m}{s^2}\end{aligned}$$

### 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)

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 980N \cdot \cos 135^\circ + T_x \\ \sum F_y &= -980N + 980N \cdot \sin 135^\circ + T_y\end{aligned}$$

### 2<sup>e</sup> loi de Newton

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

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ &\rightarrow 980N \cdot \cos 135^\circ + T_x = 0 \\ \sum F_y &= ma_y \\ &\rightarrow -980N + 980N \cdot \sin 135^\circ + T_y = 0\end{aligned}$$

### Solution des équations

On trouve alors que

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

et

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

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

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

### 32. Poulie C

Les forces agissant sur l'objet

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.)

Somme des forces

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

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

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

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

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

### Poulie A

Les forces agissant sur l'objet

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<sup>e</sup> loi de Newton

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

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

### **Solution des équations**

On a donc les équations suivantes.

$$\begin{aligned} -2F + T &= 0 \\ -98N + 2F + T &= 0 \end{aligned}$$

La première équation nous donne

$$T = 2F$$

En utilisant cette valeur dans la 2<sup>e</sup> équation, on arrive à

$$\begin{aligned} -98N + 2F + 2F &= 0 \\ -98N + 4F &= 0 \\ F &= 24,5N \end{aligned}$$

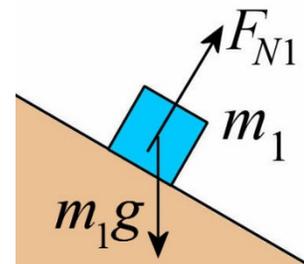
## **33.** Ici, on a deux objets

### **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	$F_{N1} \cos(90^\circ - \theta)$	$F_{N1} \sin(90^\circ - \theta)$

Les sommes des forces sont donc

$$\begin{aligned}\sum F_x &= F_{N1} \cos(90^\circ - \theta) \\ \sum F_y &= -m_1g + F_{N1} \sin(90^\circ - \theta)\end{aligned}$$

### 2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ &\rightarrow F_{N1} \cos(90^\circ - \theta) = m_1a \\ \sum F_y &= ma_y \\ &\rightarrow -m_1g + F_{N1} \sin(90^\circ - \theta) = 0\end{aligned}$$

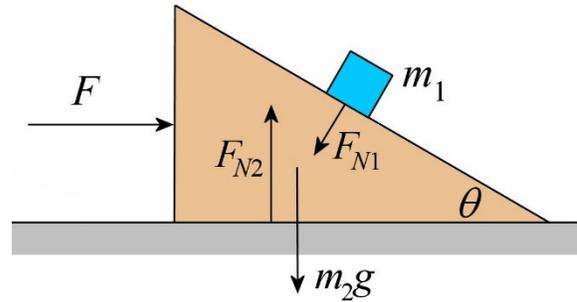
Il n'y a pas d'accélération en  $y$  puisque le bloc ne glisse pas. Il y a une accélération en  $x$  puisque le triangle et le petit bloc accélèrent quand on applique la force  $F$  sur le triangle.

### **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	$F_{N1} \cos -(90^\circ + \theta)$	$F_{N1} \sin -(90^\circ + \theta)$
Normale 2	0	$F_{N2}$
Force $F$	$F$	0

Les sommes des forces sont donc

$$\sum F_x = F_{N1} \cos -(90^\circ + \theta) + F$$

$$\sum F_y = -m_2g + F_{N1} \sin -(90^\circ + \theta) + F_{N2}$$

### 2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\rightarrow F_{N1} \cos -(90^\circ + \theta) + F = m_2a$$

$$\sum F_y = ma_y$$

$$\rightarrow -m_2g + F_{N1} \sin -(90^\circ + \theta) + F_{N2} = 0$$

### 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)

$$\sum F_x = m_1g - T$$

#### 2<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

$$\sum F_x = ma_x \quad \rightarrow \quad m_1g - T = m_1a$$

### 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<sup>e</sup> 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  $x$ .

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

La deuxième loi de Newton donne alors

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

Solution des équations

En additionnant les deux équations, on a

$$\begin{aligned} m_1 g - T + T &= m_1 a + m_2 a \\ m_1 g &= (m_1 + m_2) a \\ m_1 g &= Ma \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} m_1 g &= Ma \\ x \frac{M}{L} g &= Ma \\ a &= x \frac{g}{L} \end{aligned}$$

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

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

On peut alors intégrer de chaque côté pour obtenir

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

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

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

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

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