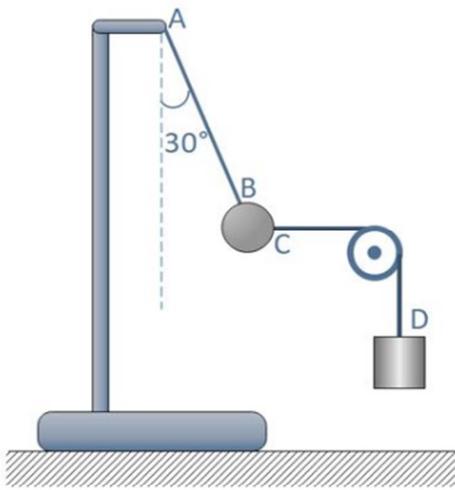
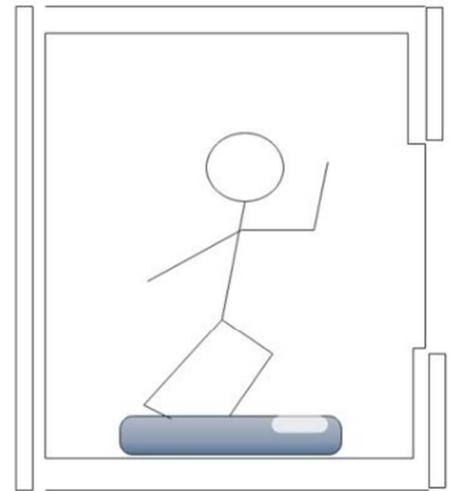
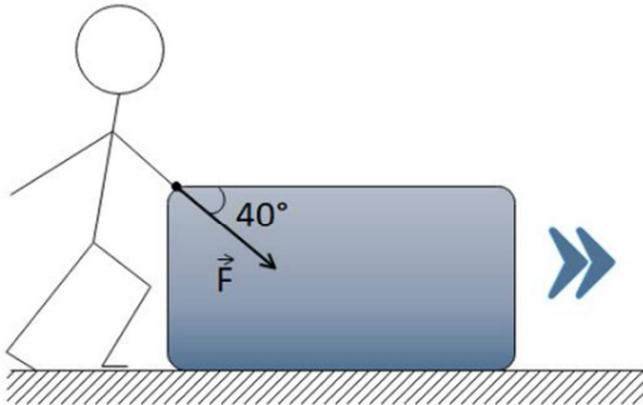


# Solutions



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



J. COLAUX

Ce cahier est conçu de la façon suivante, il reprend **6 exercices** typiquement rencontrés quand il s'agit d'exercer l'application du principe fondamental de la dynamique, le fameux  $F = m \cdot a$  !

Chaque exercice est résolu dans le détail, puis, en fonction du type d'exercice, on propose 1, 2 ou 3 autres exercices similaires pour s'entraîner. La résolution détaillée de chaque exercice est disponible à la fin du cahier qui contient 26 pages. Bon travail !

Procédure à suivre (dans la grande majorité des cas)

1. Identifier les forces en présence (<https://osez-reussir-en-physique.com/identifier-les-forces-en-presence-easy-game/>)
2. Placer le référentiel X dans le sens du mouvement (ou du mouvement supposé) et le référentiel Y perpendiculaire à X (cela nous permettra d'utiliser la trigonométrie)
3. Décomposer les forces qui « tombent » entre les directions X et Y
4. Exprimer le principe fondamental de la dynamique (P.F.D)
  - a. Si rien ne bouge :  $\sum F_x = 0$  et  $\sum F_y = 0$
  - b. S'il s'agit d'un MRU le long de X :  $\sum F_x = 0$  et  $\sum F_y = 0$
  - c. S'il s'agit d'un MRUV (MRUA ou MRUD) le long de X :  $\sum F_x = m \cdot a_x$  et  $\sum F_y = 0$
5. Utiliser ses connaissances en mathématique pour résoudre le problème

Vous pouvez également aller faire un tour sur l'article suivant : <https://osez-reussir-en-physique.com/comment-reussir-tous-ses-exercices-de-dynamique-fma/>

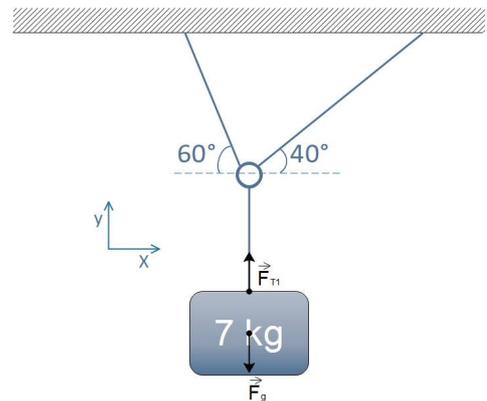
1. Un bloc de 7kg est suspendu par deux cordes faisant respectivement des angles de 60° et 40° avec l'horizontale. L'anneau qui réalise le point de jonction entre les 3 cordes a une masse négligeable.

- a) Trouvez le module de la tension régnant dans la corde verticale en réalisant l'étude des forces agissant sur le bloc suspendu.

Dans cet exercice, 3 cordes différentes interviennent. Une corde tendue de masse négligeable, exerce la même force de tension à ses deux extrémités. Comme il y a 3 cordes différentes, on identifiera 3 forces différentes :  $\vec{F}_{T1}$ ,  $\vec{F}_{T2}$  et  $\vec{F}_{T3}$

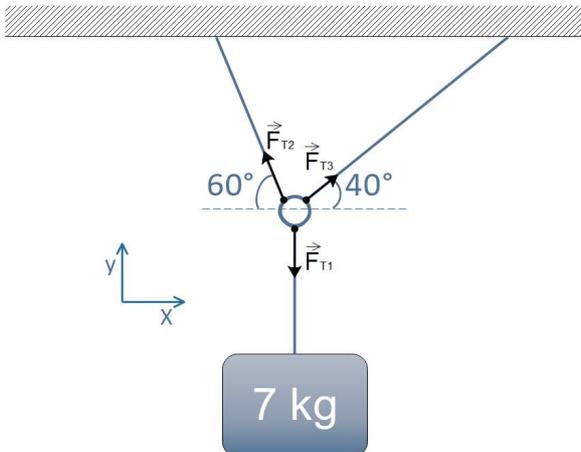
Analyse des forces agissant **sur le bloc de 7 kg**.

- On identifie la force gravifique  $\vec{F}_g$
- On répond à la question « qui touche le bloc » ? Uniquement la corde verticale tendue, on identifie donc une force de tension verticale vers le haut :  $\vec{F}_{T1}$



Le bloc est immobile :  $\sum F_y = 0 \Leftrightarrow +F_{T1} - F_g = 0 \Rightarrow F_{T1} = 70 \text{ N}$

- b) Trouvez le module de la tension dans les deux cordes supérieures en réalisant l'étude de l'anneau de jonction des 3 cordes.



L'anneau de jonction a une masse négligeable, sa force gravifique est négligée. Ce point de jonction est touché par 3 cordes différentes et est donc soumis à l'action de 3 forces de tension :  $\vec{F}_{T1}$ ,  $\vec{F}_{T2}$  et  $\vec{F}_{T3}$

L'anneau est immobile, on peut donc écrire  $\sum \vec{F} = \vec{0}$

Etant donné que les forces agissent dans des directions différentes, il faut les décomposer le long des directions X et Y et nous pouvons écrire  $\sum F_x = 0$  et  $\sum F_y = 0$

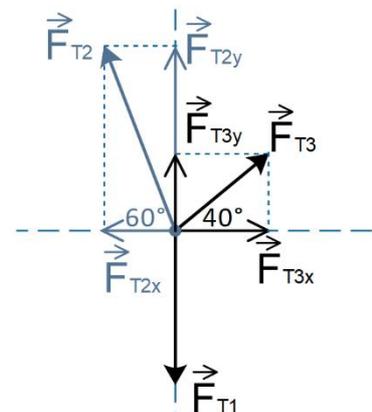
$$\sum F_x = 0 \Leftrightarrow -F_{T2x} + F_{T3x} = 0$$

$$\Rightarrow F_{T3x} = F_{T2x} \Leftrightarrow F_{T3} \cdot \cos(40^\circ) = F_{T2} \cdot \cos(60^\circ) \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 \Leftrightarrow F_{T2y} + F_{T3y} - F_{T1} = 0$$

$$\Rightarrow F_{T2y} + F_{T3y} = 70$$

$$\Leftrightarrow F_{T2} \cdot \sin(60^\circ) + F_{T3} \cdot \sin(40^\circ) = 70 \quad (2)$$



$$(1) \Rightarrow F_{T3} = F_{T2} \cdot \frac{\cos(60^\circ)}{\cos(40^\circ)}$$

$$(2) \Rightarrow F_{T2} \cdot \sin(60^\circ) + \left( F_{T2} \cdot \frac{\cos(60^\circ)}{\cos(40^\circ)} \right) \cdot \sin(40^\circ) = 70$$

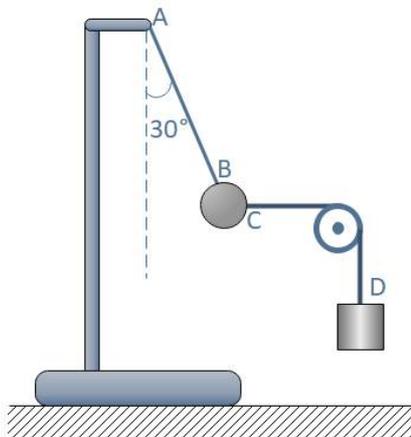
$$\Leftrightarrow F_{T2} \cdot \left( \sin(60^\circ) + \frac{\cos(60^\circ)}{\cos(40^\circ)} \sin(40^\circ) \right) = 70$$

$$\Leftrightarrow F_{T2} = 54,5 \text{ N}$$

$$(1) \Rightarrow F_{T3} = 54,5 \cdot \frac{\cos(60^\circ)}{\cos(40^\circ)} = 35,5 \text{ N}$$

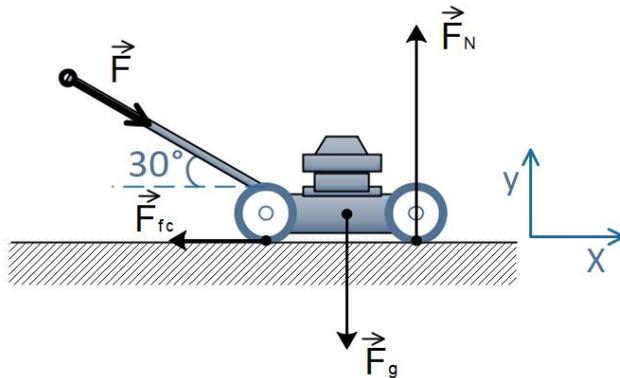
**Entraîne-toi avec l'exercice n°2 ! (La solution est donnée à la fin de ce cahier)**

2. Une balle en plomb pesant 200 N est suspendue à un fil AB. Elle est tirée horizontalement par un fil CD tendu par un poids via une poulie fixe. Lorsque le système est en équilibre, AB fait un angle de 30° avec la verticale. Déterminer par le calcul la force de tension des fils AB et CD, et en déduire le poids de la charge accrochée en D.



3. Un homme pousse une tondeuse à gazon de 20 kg avec une force de 80N dirigée parallèlement à la poignée qui est inclinée de 30° par rapport à l'horizontale.

(a) Si la tondeuse se déplace à vitesse constante, quel est le module de la force de frottement cinétique exercée par le sol sur la tondeuse ?



Analyse des forces qui agissent sur la tondeuse :

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_g$
2. Qui touche la tondeuse ?
  - Le sol qui réagit de deux façons : avec une réaction normale consécutive à l'appui et une force de frottement cinétique.
  - L'homme qui exerce une force de 80N dirigée à 30° sous l'horizontale.

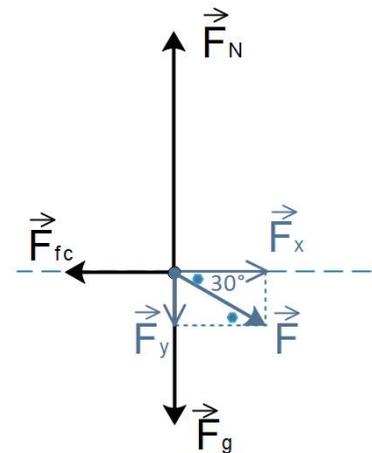
Les forces agissant dans des directions différentes, il faut les décomposer selon deux directions ; la direction X étant le long du mouvement.

Le mouvement horizontal est un MRU, il n'y a donc pas d'accélération le long de la direction X :

$$\sum F_x = 0$$

$$\Leftrightarrow -F_{fc} + F_x = 0$$

$$\Leftrightarrow F_{fc} = F \cdot \cos(30^\circ) = 80 \cdot \cos(30^\circ) = 69 \text{ N}$$



(b) Quelle force parallèle à la poignée produirait une accélération de 1m/s<sup>2</sup>, la force de frottement étant la même.

Le mouvement horizontal devient un mouvement accéléré le long de la direction X :

$$\sum F_x = m \cdot a_x$$

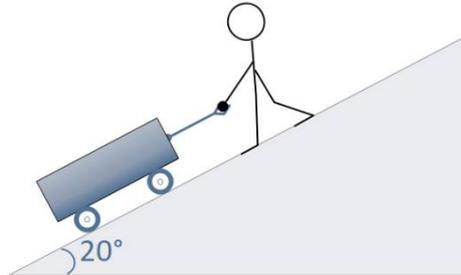
$$\Leftrightarrow F_x - F_{fc} = m \cdot a_x$$

$$\Leftrightarrow F_x = 69 + 20 \cdot 1 = 89 \text{ N}$$

$$F_x = F \cdot \cos(30^\circ) \Rightarrow F = \frac{F_x}{\cos(30^\circ)} = 103 \text{ N}$$

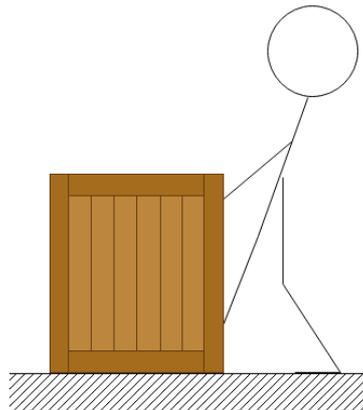
**Entraîne-toi avec les exercices n°4, 5 et 6 ! (Les solutions sont données à la fin de ce cahier)**

4. Un petit chariot de 50kg est tiré par une personne à l'aide d'un câble qui est parallèle au sol. La vitesse du traineau est constante. Le sol est incliné d'un angle de  $20^\circ$  par rapport à l'horizontale. Dans cet exercice, on néglige les forces de frottement.



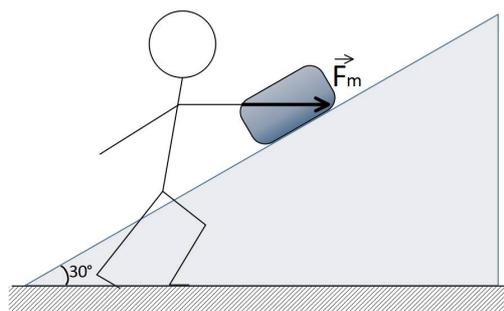
- a- Faire le bilan des forces exercées sur le chariot. Les représenter sur le schéma.  
b- Trouver la valeur de la force de traction  $F_T$ .

5. Une caisse de masse  $m = 20 \text{ kg}$  est tirée sur un sol horizontal et rugueux. Le câble de traction fait un angle de  $40^\circ$  avec l'horizontale et la force de traction a pour valeur  $F_T = 10 \text{ N}$ . Les forces de frottement ont une valeur de  $5 \text{ N}$ .

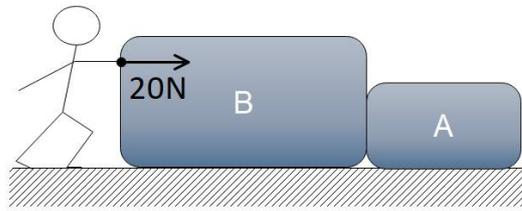


- a) Représenter les forces s'exerçant sur la caisse sur un schéma. Les nommer.  
b) Le bloc avance-t-il à vitesse constante ? Justifier.

6. Un bloc de  $1 \text{ kg}$  placé sur un plan incliné à  $30^\circ$ , sans frottement. Un homme exerce sur ce bloc une force horizontale  $\vec{F}_m$  de  $5 \text{ N}$ . Donnez le module et la direction de l'accélération du bloc.



7. Les deux blocs de la figure suivante ont des masses  $m_A=2\text{kg}$  et  $m_B=3\text{kg}$ . Ils sont en contact et glissent sur une surface horizontale sans frottement. Un homme pousse avec une force de 20N sur le bloc B comme le montre la figure.



C'est le premier exercice pour lequel le système étudié est composé de deux masses distinctes.

**(a) Déterminez le module de l'accélération de l'ensemble des deux blocs**

Pour déterminer la force résultante agissant sur le système, il faut d'abord déterminer les forces qui agissent sur chacune des deux masses selon notre procédure habituelle :

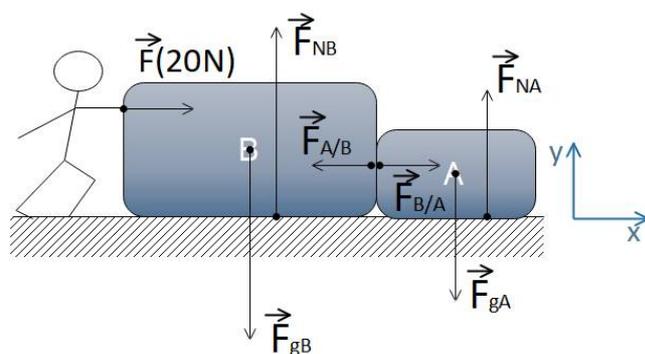
**Analyse des forces agissant sur le bloc B de 3 kg.**

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_{gB}$  de 30 N
2. On répond à la question « qui touche le bloc B » ?
  - L'homme qui exerce une force horizontale  $F$  de 20N.
  - Le bloc A qui réagit à l'appui : le bloc B pousse sur le bloc A vers la droite et donc, via les actions réciproques, le bloc A pousse sur le bloc B vers la gauche.
  - Le sol qui réagit à l'appui du bloc en exerçant une réaction normale  $\vec{F}_{NB}$ . Il n'y a pas de force de frottement.

**Analyse des forces agissant sur le bloc A de 2 kg.**

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_{gA}$  de 20 N
2. On répond à la question « qui touche le bloc A » ?
  - Le bloc B pousse sur le bloc A vers la droite.
  - Le sol qui réagit à l'appui du bloc en exerçant une réaction normale  $\vec{F}_{NA}$ . Il n'y a pas de force de frottement.

On pose un axe X dans la direction du mouvement et on applique le principe fondamental de la dynamique. Si on étudie les forces horizontales qui agissent sur le système des deux blocs, on peut écrire :



$$\Sigma F_x = (m_A + m_B) \cdot a_x$$

$$F - F_{A/B} + F_{B/A} = (m_A + m_B) \cdot a_x$$

Or,  $F_{A/B} = F_{B/A}$  (Actions réciproques)

$$\Rightarrow 20 = (2 + 3) \cdot a_x$$

$$\Leftrightarrow a_x = \frac{20}{5} = 4 \text{ m/s}^2$$

**(b) Déterminez le module de la force exercée par A sur B**

On parle donc d'une force exercée sur le bloc B. On fait donc l'analyse des forces sur ce bloc uniquement et on peut écrire :

$$\sum F_x = m_B \cdot a_x$$

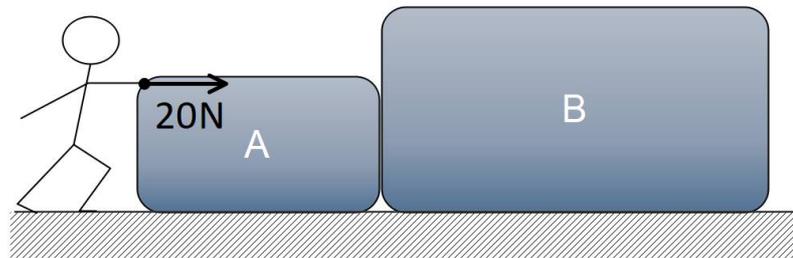
$$F - F_{A/B} = 3 \cdot a_x$$

On connaît la valeur de l'accélération du bloc ainsi que celle de la force F exercée par l'homme. On trouve donc facilement la valeur de  $\vec{F}_{A/B}$  :

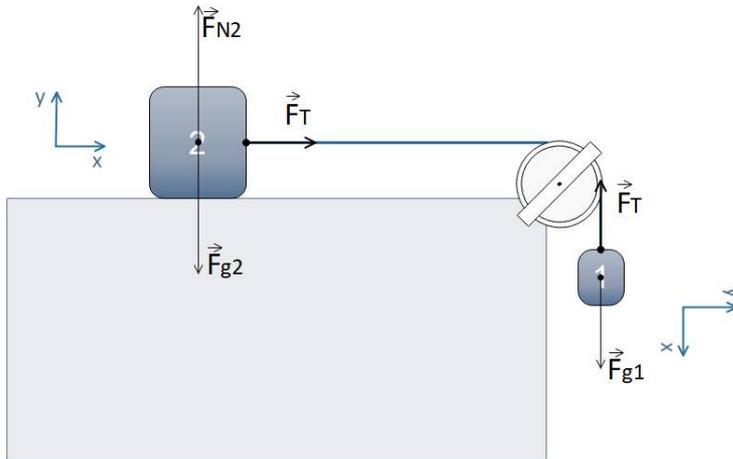
$$F_{A/B} = 20 - 3 \cdot 4 = 8 \text{ N}$$

**Entraîne-toi avec l'exercice n°8 ! (La solution est donnée à la fin de ce cahier)**

8. On reprend les deux blocs de la question précédente, mais on les intervertit. L'homme pousse désormais sur le bloc A avec la même force de 20N. On demande de déterminer la valeur de la force exercée par le bloc A sur le bloc B.



9. Deux blocs sont reliés par une corde sans masse. La surface horizontale est sans frottement. Si  $m_1=2\text{kg}$ , pour quelle valeur de  $m_2$  les blocs accélèrent-ils avec une accélération de  $4\text{m/s}^2$  ? Quelle est la valeur de la tension dans la corde ?



On retrouve, dans cet exercice, un système de deux corps, mais ils sont cette fois reliés par une corde tendue au lieu d'être en contact direct l'un avec l'autre, comme dans les exercices 7 et 8.

Rappelons qu'une corde tendue exerce la même force de tension à ses deux extrémités.

Analyse des forces agissant sur le bloc 1 de 2 kg.

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_{g1}$  de 20 N
2. On répond à la question « qui touche le bloc » ? La corde tendue qui exerce une force de tension  $\vec{F}_T$ .

Analyse des forces agissant sur le bloc 2 de masse inconnue.

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_{g2}$  de valeur inconnue
2. On répond à la question « qui touche le bloc » ? La corde tendue qui exerce une force de tension  $\vec{F}_T$ . Le sol qui réagit à l'appui du bloc en exerçant une réaction normale  $\vec{F}_{N2}$ . Il n'y a pas de force de frottement.

On place l'axe X dans la direction du mouvement. La poulie a comme seul effet de modifier l'orientation des forces. Si la corde reste tendue, il est évident que l'accélération des deux blocs est la même. On prendra donc un axe X parallèle au plan horizontal pour  $m_2$  et vertical orienté vers le bas pour  $m_1$ .

On peut appliquer le principe fondamental de la dynamique au système  $\sum F_x = (m_1 + m_2) \cdot a_x$  ou aux deux masses, individuellement :  $\sum F_x = m_1 \cdot a_x$  et  $\sum F_x = m_2 \cdot a_x$  avec, bien entendu, la même valeur de  $a_x = 4\text{m/s}^2$ .

**Méthode 1 : étude des forces agissant sur le système dans la direction du mouvement :**

$$\begin{aligned} \sum F_x &= (m_1 + m_2) \cdot a_x \\ +F_T - F_T + F_{g1} &= (m_1 + m_2) \cdot a_x \\ \Leftrightarrow 20 &= (2 + m_2) \cdot 4 \\ \Leftrightarrow 20 &= (2 + m_2) \cdot 4 \\ \Leftrightarrow \frac{20}{4} &= 2 + m_2 \Rightarrow m_2 = 5 - 2 = \mathbf{3\text{kg}} \end{aligned}$$

**Méthode 2 : étude des forces agissant sur chacune des deux masses dans la direction du mouvement :**

Etude des forces sur  $m_1$  :

$$\sum F_x = m_1 \cdot a_x$$

$$F_{g1} - F_T = m_1 \cdot a_x$$

$$20 - F_T = 2 \cdot 4 \Rightarrow F_T = 20 - 8 = 12N$$

Etude des forces sur  $m_2$  :

$$\sum F_x = m_2 \cdot a_x$$

$$F_T = m_2 \cdot a_x \Leftrightarrow 12 = m_2 \cdot 4 \Rightarrow m_2 = \frac{12}{4} = 3 \text{ kg}$$

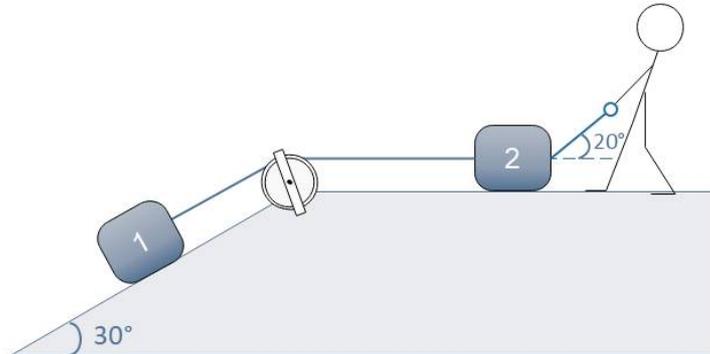
Rmq : La force de tension étant une force interne au système, il faut nécessairement passer par l'étude des forces sur les masses de façon individuelle pour trouver sa valeur.

**Entraîne-toi avec l'exercice n°10 ! (La solution est donnée à la fin de ce cahier)**

10. Deux blocs sont reliés par une corde sans masse. La surface horizontale est sans frottement. Si  $m_1=2\text{kg}$ , pour quelle valeur de  $m_2$  la tension dans la corde est-elle de 8N ?



11. Deux blocs de masses  $m_1=3\text{kg}$  et  $m_2=5\text{kg}$  sont reliés par une corde de masse négligeable et glissent sur une surface sans frottement. Un homme exerce une force de traction  $F_0=10\text{N}$  qui agit sur  $m_2$  dans une direction faisant un angle de  $20^\circ$  avec l'horizontale. Trouvez :
- Le module et la direction de l'accélération du système
  - Le module de la tension dans la corde.



Cet exercice est un peu une compilation de tous les précédents : on est en présence d'un système à deux corps pour lesquels les forces agissent dans des directions différentes, il faudra donc décomposer certaines d'entre elles.

Analyse des forces agissant sur le bloc 1 :

- On identifie la force gravifique  $\vec{F}_{g1}$  de 30 N
- On répond à la question « qui touche le bloc 1 » ? La corde tendue qui exerce une force de tension  $\vec{F}_T$ . Le sol qui réagit à l'appui du bloc en exerçant une réaction normale  $\vec{F}_{N1}$ . Il n'y a pas de force de frottement.

Analyse des forces agissant sur le bloc 2 :

- On identifie la force gravifique  $\vec{F}_{g2}$  de 50 N
- On répond à la question « qui touche le bloc 2 » ? La corde tendue qui exerce une force de tension  $\vec{F}_T$  vers la gauche. Le sol qui réagit à l'appui du bloc en exerçant une réaction normale  $\vec{F}_{N2}$ . Il n'y a pas de force de frottement. Un câble de traction qui exerce une force  $\vec{F}_0$  de 10N.

On place l'axe X dans la direction supposée du mouvement (on ne nous la donne pas, mais on peut supposer que le mouvement se fait dans le sens de la traction). La poulie a comme seul effet de modifier l'orientation des forces. Si la corde reste tendue, il est évident que l'accélération des deux blocs est la même. On prendra donc un axe X parallèle au plan horizontal et orienté vers la droite pour  $m_2$  et oblique orienté vers le haut du plan incliné, pour  $m_1$ . Etant donné que  $\vec{F}_{g1}$  est compris entre les directions X et Y, il faut le décomposer :

$$F_{g1x} = F_{g1} \cdot \sin(30^\circ) = 30 \cdot \sin(30^\circ) = 15 \text{ N}$$

$$F_{g1y} = F_{g1} \cdot \cos(30^\circ) = 30 \cdot \cos(30^\circ) = 26 \text{ N}$$

Même histoire pour  $\vec{F}_0$  :

$$F_{0x} = F_0 \cdot \cos(20^\circ) = 10 \cdot \cos(20^\circ) = 9,4 \text{ N}$$

$$F_{0y} = F_0 \cdot \sin(20^\circ) = 10 \cdot \sin(20^\circ) = 3,4 \text{ N}$$

Etude des forces qui agissent sur le système :

$$\begin{aligned}\sum F_x &= (m_1 + m_2) \cdot a_x \\ -F_{g1x} + F_T - F_T + F_{0x} &= (m_1 + m_2) \cdot a_x \\ \Leftrightarrow -15 + 9,4 &= (3 + 5) \cdot a_x \\ \Rightarrow a_x &= \frac{-5,6}{8} = -0,7 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

Puisqu'il faut ensuite trouver une force interne, il faut faire l'étude des forces sur l'une ou l'autre masse :

Etude des forces sur  $m_1$  :

$$\begin{aligned}\sum F_x &= m_1 \cdot a_x \\ -F_{g1x} + F_T &= m_1 \cdot a_x \\ -15 + F_T &= 3 \cdot (-0,7) \Rightarrow F_T = -2,1 + 15 = 12,9 \text{ N}\end{aligned}$$

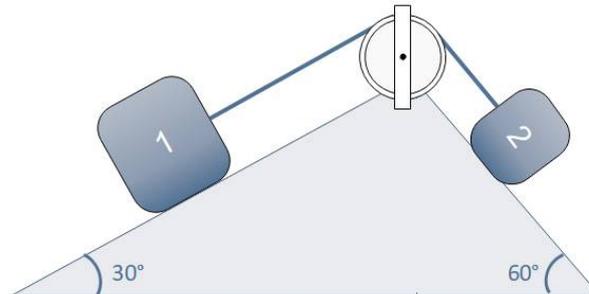
**OU**

Etude des forces sur  $m_2$  :

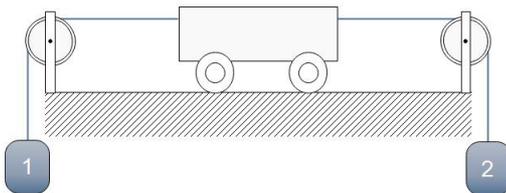
$$\begin{aligned}\sum F_x &= m_2 \cdot a_x \\ -F_T + F_{0x} &= m_2 \cdot a_x \\ -F_T + 9,4 &= 5 \cdot (-0,7) \Rightarrow F_T = 9,4 + 3,5 = 12,9 \text{ N}\end{aligned}$$

Entraîne-toi avec les exercices n°12 et 13 ! (Les solutions sont données à la fin de ce cahier)

12. Deux blocs de masses  $m_1=5\text{kg}$  et  $m_2=6\text{kg}$  sont situés de part et d'autre d'un coin représenté sur la figure ci-dessous. Ils sont abandonnés à eux-mêmes. Déterminez le module de leur accélération et celui de la tension dans la corde, on néglige le frottement.



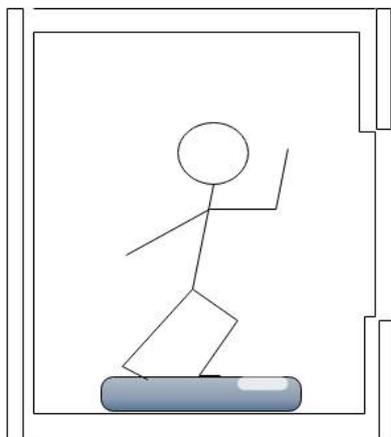
13. Un chariot de  $15\text{kg}$  peut glisser sans frottement sur une plate-forme horizontale. Il est relié à deux masses  $m_1 = 6\text{kg}$  et  $m_2 = 4\text{kg}$ , par l'intermédiaire de deux poulies  $P_1$  et  $P_2$ . On suppose que les fils de liaison sont inextensibles et qu'ils ont, de même que les poulies, des masses négligeables. Les poulies tournent sans frottement.



- Déterminer l'accélération du système en norme et sens.
- Calculer les tensions  $\vec{F}_{T1}$  et  $\vec{F}_{T2}$  dans les deux fils.

C'est le premier système qui contient 3 corps, à toi de transposer les connaissances acquises !

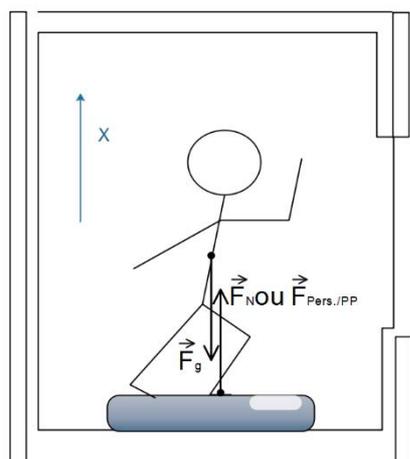
14. Une personne de 75kg se tient debout sur une balance dans un ascenseur. Que peut-on dire du mouvement de l'ascenseur si la balance indique 735 N ?



C'est le premier exercice qui fait intervenir la notion de poids apparent. Il n'est pas plus compliqué que les exercices précédents, si on identifie bien les forces en jeu et qu'on comprend bien la notion de forces réciproques (anciennement nommés « Action-Réaction »).

La balance indique 735N, il s'agit d'une lecture du poids apparent, c'ad de la façon réelle dont la personne prend appui sur le pèse-personne (PP). C'est bien cette force (notons-la  $\vec{F}_{Pers./PP}$ ) qui est responsable de la lecture. Plus on appuie sur le pèse-personne et plus la lecture est grande. Par ailleurs, il faut bien comprendre que cette force agit **sur le pèse-personne** et PAS sur l'homme, elle ne le concerne donc pas. MAIS : si la personne prend appui sur le pèse-personne, alors, le pèse-personne réagit sur la personne (actions réciproques), il s'agit alors de  $\vec{F}_{PP/Pers.}$ . On appelle communément cette force, la réaction normale  $\vec{F}_N$ . Remarquons encore que, étant donné qu'il s'agit d'actions réciproques, les valeurs des couples de forces sont identiques, et on a :  $F_{PP/Pers.} = F_{Pers./PP}$

**On peut donc dire que la réaction normale a la même valeur que la lecture sur le pèse-personne.**



Au final, si on identifie les forces qui agissent sur l'homme :

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_g$  de 750 N (invariable, c'est la force appliquée par le centre de la Terre)
2. On répond à la question « qui touche l'homme » ? Uniquement le pèse-personne, on identifie donc la réaction normale  $\vec{F}_N = \vec{F}_{PP/Pers.}$ .

On place un référentiel X vertical vers le haut et on fait l'étude des forces :

$$\sum F_x = m \cdot a_x$$

$$+F_N - F_g = m \cdot a_x$$

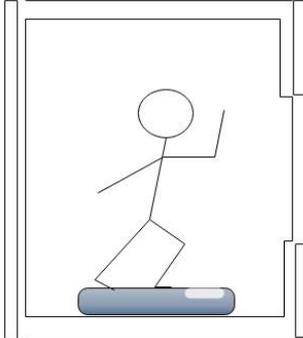
$$735 - 750 = 75 \cdot a_x$$

$$a_x = \frac{-15}{75} = -0,2 \text{ m/s}^2$$

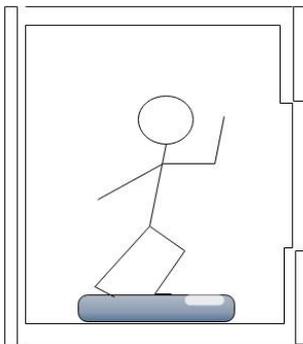
**L'accélération est donc dirigée vers le bas. Deux cas de figure sont possibles : soit l'ascenseur est en mouvement accéléré vers le bas (MRUA avec vitesse et accélération négatives) ; soit l'ascenseur est en mouvement décéléré vers le haut (MRUD avec vitesse positive et accélération négative).**

**Entraîne-toi avec les exercices n°15 et 16 ! (Les solutions sont données à la fin de ce cahier)**

15. Une personne de 75kg se tient debout sur une balance dans un ascenseur. Que peut-on dire du mouvement de l'ascenseur si la balance indique 800 N ?

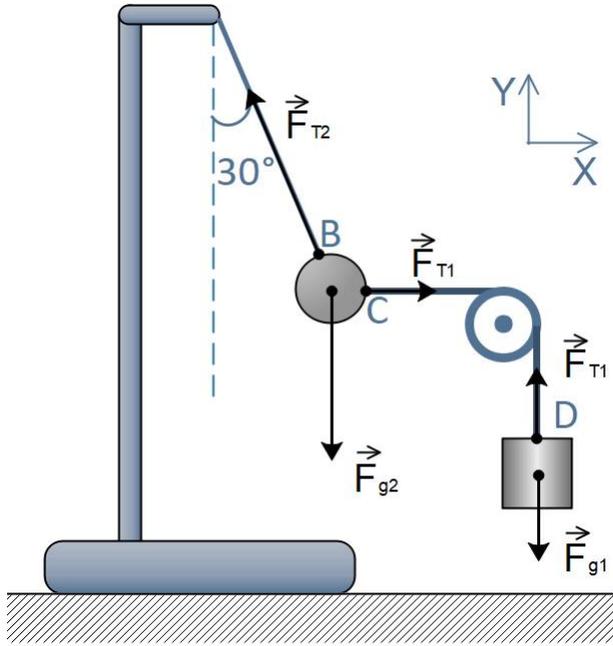


16. Une personne de 75kg se tient debout sur une balance dans un ascenseur. Que peut-on dire du mouvement de l'ascenseur si la balance indique 0 N ?



## SOLUTION Exercice n°2

Une balle en plomb pesant 200 N est suspendue à un fil AB. Elle est tirée horizontalement par un fil CD tendu par un poids via une poulie fixe. Lorsque le système est en équilibre, AB fait un angle de 30° avec la verticale. Déterminer par le calcul la force de tension régnant dans les fils AB et CD, et en déduire le poids de la charge accrochée en D.



Analyse des forces agissant **sur le poids cylindrique** : on identifie la force gravifique qui agit vers le bas  $\vec{F}_{g1}$  et la force de tension exercée par le fil CD  $\vec{F}_{T1}$  qui tire vers le haut. Le poids étant en équilibre, on peut écrire :

$$\sum F_y = 0 \Leftrightarrow F_{T1} - F_{g1} = 0$$

$$\Rightarrow F_{T1} = F_{g1} \quad (1)$$

Analyse des forces agissant **sur la sphère** : on identifie la force gravifique qui agit vers le bas ( $F_{g2}=200\text{N}$ ). Qui touche la sphère ? Deux cordes tendues, on identifie donc deux forces de tension :  $\vec{F}_{T2}$  exercée par le fil AB et  $\vec{F}_{T1}$  exercée par le fil CD. La sphère étant en équilibre, on peut écrire que  $\sum \vec{F} = \vec{0}$

Etant donné que les forces agissent dans des directions différentes, il faut les décomposer le long des directions X et Y et nous pouvons écrire  $\sum F_x = 0$  et  $\sum F_y = 0$

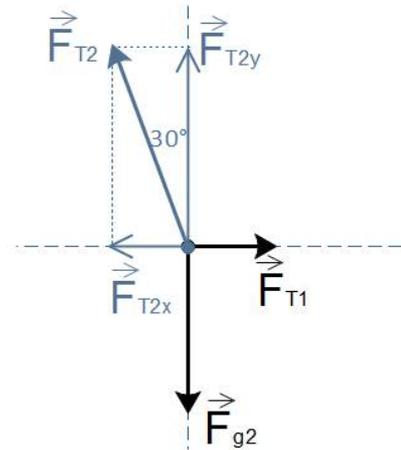
$$\sum F_x = 0 \Leftrightarrow -F_{T2x} + F_{T1} = 0$$

$$\Rightarrow F_{T1} = F_{T2x} \Leftrightarrow F_{T1} = F_{T2} \cdot \sin(30^\circ) \quad (2)$$

$$\sum F_y = 0 \Leftrightarrow F_{T2y} - F_{g2} = 0$$

$$\Rightarrow F_{T2} \cdot \cos(30^\circ) = 200$$

$$\Rightarrow F_{T2} = \frac{200}{\cos(30^\circ)} = 231 \text{ N}$$



$$(2) \Rightarrow F_{T1} = 231 \cdot \sin(30^\circ) = 115 \text{ N}$$

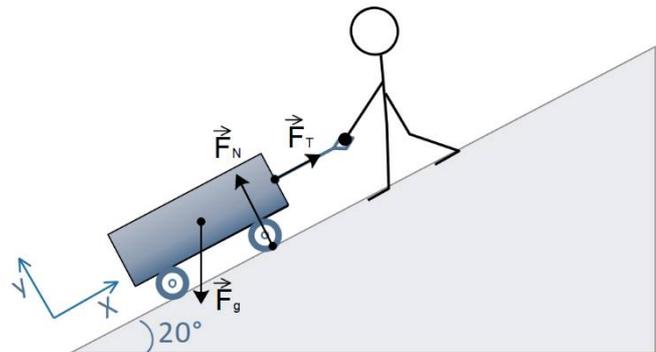
La relation (1) implique que le poids suspendu est de 115 N.

## SOLUTION Exercice n°4

Un petit chariot de 50kg est tiré par une personne à l'aide d'un câble qui est parallèle au sol. La vitesse du traineau est constante. Le sol est incliné d'un angle de  $20^\circ$  par rapport à l'horizontale. Dans cet exercice, on néglige les forces de frottement.

a- Faire le bilan des forces exercées sur le traineau. Les représenter sur le schéma.

- i. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_g$
- ii. Qui touche le traineau ?
  - Le sol qui réagit d'une seule façon puisqu'on néglige le frottement : il y a donc une réaction normale consécutive à l'appui du chariot sur le sol :  $\vec{F}_N$ .
  - Le câble tendu touche également le chariot et il exerce sur lui une force de traction :  $\vec{F}_T$



b- Trouver la valeur de la force de traction  $F$ .

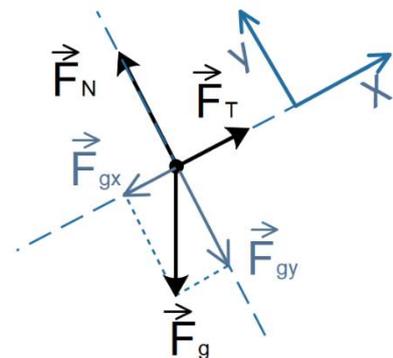
Les forces agissant dans des directions différentes, il faut les décomposer selon deux directions ; la direction X étant le long du mouvement.

Le mouvement est un MRU, il n'y a donc pas d'accélération le long de la direction X :

$$\sum F_x = 0$$

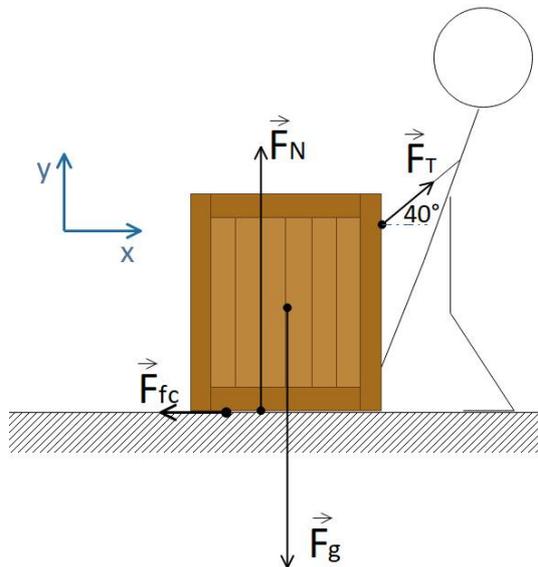
$$\Leftrightarrow -F_{gx} + F_T = 0$$

$$\Leftrightarrow F_T = F_g \cdot \sin(20^\circ) = 500 \cdot \sin(20^\circ) = 171 \text{ N}$$



## SOLUTION Exercice n°5

Une caisse de masse  $m = 20 \text{ kg}$ , est tractée sur un sol horizontal et rugueux. Le câble de traction fait un angle de  $40^\circ$  avec l'horizontale et la force de traction a pour valeur  $F_T = 10 \text{ N}$ . Les forces de frottement ont une valeur de  $5 \text{ N}$ .



a) Représenter les forces s'exerçant sur la caisse sur un schéma. Les nommer.

Analyse des forces agissant sur la caisse de  $20 \text{ kg}$ .

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_g$  de  $200 \text{ N}$
2. On répond à la question « qui touche la caisse » ?
  - L'homme qui exerce une force de traction de  $10 \text{ N}$ , inclinée de  $40^\circ$ .
  - Le sol qui réagit à l'appui de la caisse en exerçant une réaction normale  $\vec{F}_N$  et qui exerce une force de frottement cinétique de  $0,8 \text{ N}$ , de sens opposé au mouvement.

b) Le bloc avance-t-il à vitesse constante ? Justifier.

Il faut calculer la force résultante et voir si elle est nulle ou pas.

$$\sum F_x = ?$$

$$\sum F_x = -F_{fc} + F_{Tx}$$

$$\sum F_x = -F_f + F_T \cdot \cos(40^\circ)$$

$$\sum F_x = -0,8 + 10 \cdot \cos(40^\circ)$$

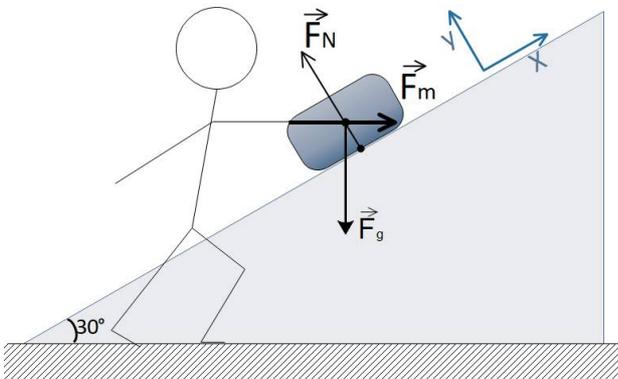
$$\sum F_x = 7 \text{ N}$$

Le mouvement ne se fait pas à vitesse constante, il est accéléré. L'accélération de la caisse peut être trouvée grâce au P.F.D. :

$$\sum F_x = 7 \text{ N} = m \cdot a_x$$

## SOLUTION Exercice n°6

Un bloc de 1kg placé sur un plan incliné à  $30^\circ$ , sans frottement. Un homme exerce sur ce bloc une force horizontale  $\vec{F}_m$  de 5N. Donnez le module et la direction de l'accélération du bloc.



Analyse des forces agissant sur le bloc de 1 kg.

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_g$  de 10 N
2. On répond à la question « qui touche le bloc » ?
  - Une personne qui exerce une force horizontale  $\vec{F}_m$  de 5N
  - Le sol qui réagit à l'appui du bloc en exerçant une réaction normale  $\vec{F}_N$ . Il n'y a pas de frottement entre le sol et le bloc

Le bloc est immobile, on peut donc écrire  $\sum \vec{F} = \vec{0}$

Etant donné que les forces agissent dans des directions différentes, il faut les décomposer le long des directions X et Y. Nous choisissons le référentiel le plus facile, celui dont la direction X est le long du mouvement, c'est-à-dire du plan incliné. On sait que le mouvement se fait le long du plan incliné de façon accélérée :

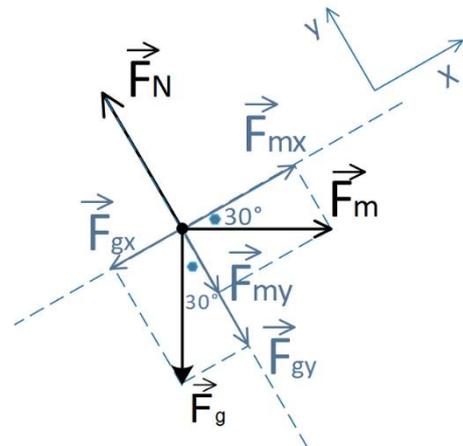
$$\sum F_x = m \cdot a_x$$

$$-F_{gx} + F_{mx} = 1 \cdot a_x$$

$$\Leftrightarrow -10 \cdot \sin(30^\circ) + 5 \cdot \cos(30^\circ) = 1 \cdot a_x$$

$$\Leftrightarrow -5,0 + 4,3 = 1 \cdot a_x$$

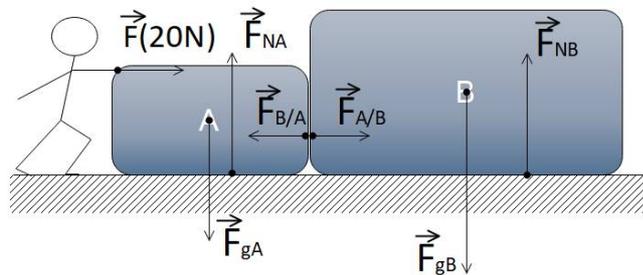
$$\Rightarrow a_x = -0,67 \text{ m/s}^2$$



L'accélération est donc dirigée vers le bas du plan. La force motrice exercée par l'homme est insuffisante pour compenser l'effet du poids du bloc.

### SOLUTION Exercice n°8

On reprend les deux blocs de la question précédente, mais on les intervertit. L'homme pousse désormais sur le bloc A avec la même force de 20N. On demande de déterminer la valeur de la force exercée par le bloc A sur le bloc B.



L'exercice se résout exactement comme le précédent. Il est évident que l'accélération du système reste la même puisqu'il y a la même force résultante de 20N qui s'exerce sur le même système de 5 kg. MAIS, c'est maintenant le bloc A qui est soumis à l'action de deux forces horizontales alors que le bloc B ne subit l'action que d'une seule force. On peut faire l'étude des forces qui agissent sur le bloc B :

$$\sum F_x = m_B \cdot a_x$$

$$F_{A/B} = 3 \cdot a_x$$

On connaît la valeur de l'accélération du bloc, on trouve donc facilement la valeur de  $\vec{F}_{A/B}$  :

$$F_{A/B} = 3 \cdot 4 = 12 \text{ N}$$

### SOLUTION Exercice n°10

L'étude des forces se fait strictement de la même manière que pour l'exercice n°9. Etant donné qu'on nous demande une force interne au système, il faut choisir la seconde méthode.

Etude des forces sur  $m_1$  :

$$\sum F_x = m_1 \cdot a_x$$

$$F_{g1} - F_T = m_1 \cdot a_x$$

$$20 - 8 = 2 \cdot a_x \Rightarrow a_x = \frac{12}{2} = 6 \text{ m/s}^2$$

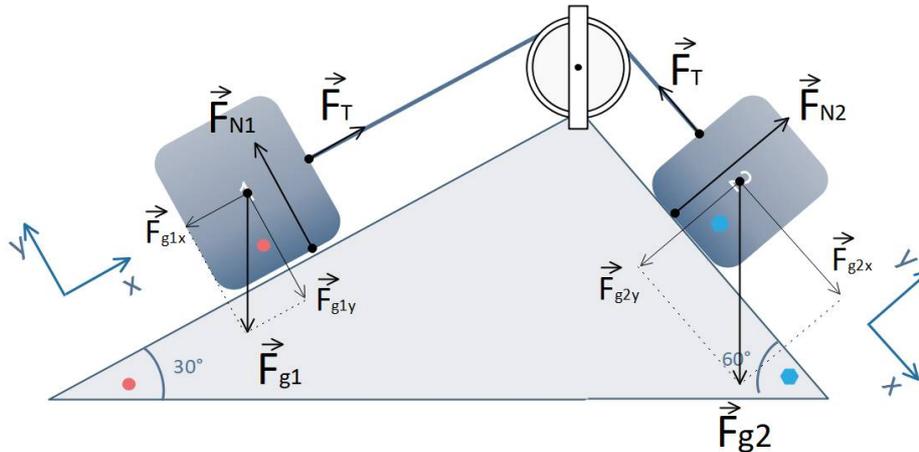
Etude des forces sur  $m_2$  :

$$\sum F_x = m_2 \cdot a_x$$

$$F_T = m_2 \cdot a_x \Rightarrow m_2 = \frac{F_T}{a_x} = \frac{8}{6} = 1,3 \text{ kg}$$

## SOLUTION Exercice n°12

Deux blocs de masses  $m_1=5\text{kg}$  et  $m_2=6\text{kg}$  sont situés de part et d'autre d'un coin représenté sur la figure ci-dessous. Ils sont abandonnés à eux-mêmes. Déterminez le module de leur accélération et celui de la tension dans la corde, on néglige le frottement.



Analyse des forces agissant sur le bloc 1 :

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_{g1}$  de 50 N
2. On répond à la question « qui touche le bloc » ? La corde tendue qui exerce une force de tension  $\vec{F}_T$ . Le sol qui réagit à l'appui du bloc en exerçant une réaction normale  $\vec{F}_{N1}$ . Il n'y a pas de force de frottement.

Analyse des forces agissant sur le bloc 2 de masse inconnue.

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_{g2}$  de 60 N
2. On répond à la question « qui touche le bloc » ? La corde tendue qui exerce une force de tension  $\vec{F}_T$ . Le sol qui réagit à l'appui du bloc en exerçant une réaction normale  $\vec{F}_{N2}$ .

On place l'axe X dans la direction supposée du mouvement, vers la droite. La poulie a comme seul effet de modifier l'orientation des forces. Si la corde reste tendue, il est évident que l'accélération des deux blocs est la même. Etant donné que les forces  $\vec{F}_{g1}$  et  $\vec{F}_{g2}$  sont comprises entre les directions X et Y, il faut le décomposer :

$$F_{g1x} = F_{g1} \cdot \sin(30^\circ) = 50 \cdot \sin(30^\circ) = 25 \text{ N}$$

$$F_{g1y} = F_{g1} \cdot \cos(30^\circ) = 50 \cdot \cos(30^\circ) = 43 \text{ N}$$

$$F_{g2x} = F_{g2} \cdot \sin(60^\circ) = 60 \cdot \sin(60^\circ) = 52 \text{ N}$$

$$F_{g2y} = F_{g2} \cdot \cos(60^\circ) = 60 \cdot \cos(60^\circ) = 30 \text{ N}$$

Etude des forces qui agissent sur le système dans la direction du mouvement :

$$\begin{aligned}\sum F_x &= (m_1 + m_2) \cdot a_x \\ -F_{g1x} + F_T - F_T + F_{g2x} &= (m_1 + m_2) \cdot a_x \\ \Leftrightarrow -25 + 52 &= (5 + 6) \cdot a_x \\ \Rightarrow a_x &= \frac{27}{11} = 2,5 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

Puisqu'il faut ensuite trouver une force interne, il faut faire l'étude des forces sur l'une ou l'autre masse :

Etude des forces sur  $m_1$  :

$$\begin{aligned}\sum F_x &= m_1 \cdot a_x \\ F_T - F_{g1x} &= m_1 \cdot a_x \\ F_T &= 25 + 5 \cdot 2,5 = 37 \text{ N}\end{aligned}$$

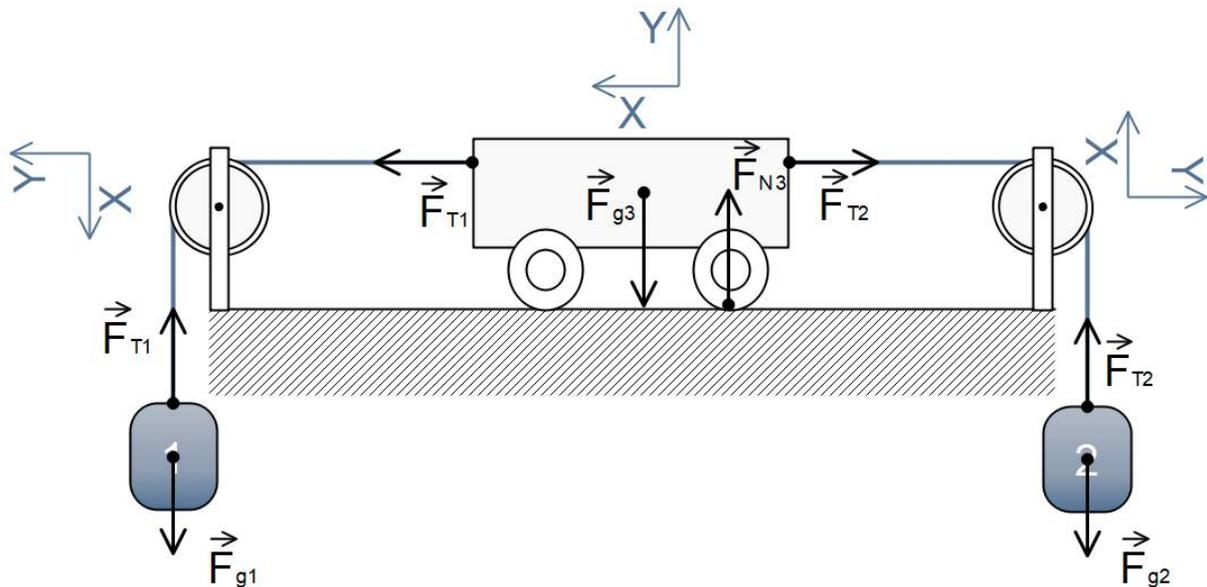
**OU**

Etude des forces sur  $m_2$  :

$$\begin{aligned}\sum F_x &= m_2 \cdot a_x \\ F_{g2x} - F_T &= m_2 \cdot a_x \\ F_T &= 52 - 6 \cdot 2,5 = 37 \text{ N}\end{aligned}$$

### SOLUTION Exercice n°13

Un chariot de 15kg peut glisser sans frottement sur une plate-forme horizontale. Il est relié à deux masses  $m_1 = 6\text{kg}$  et  $m_2 = 4\text{kg}$ , par l'intermédiaire de deux poulies  $P_1$  et  $P_2$ . On suppose que les fils de liaison sont inextensibles et qu'ils ont, de même que les poulies, des masses négligeables. Les poulies tournent sans frottement.



a) Déterminer l'accélération du système en norme et sens.

Identification des forces agissant sur le bloc 1 :

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_{g1}$  de 60 N
2. On répond à la question « qui touche le bloc » ? La corde de gauche, tendue qui exerce une force de tension  $\vec{F}_{T1}$ .

Identification des forces agissant sur le chariot :

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_{g2}$  de 150 N
2. On répond à la question « qui touche le chariot » ? La corde de gauche tendue qui exerce une force de tension  $\vec{F}_{T1}$ , la corde de droite tendue qui exerce une force de tension  $\vec{F}_{T2}$ . Le sol qui réagit à l'appui du chariot en exerçant une réaction normale  $\vec{F}_{N2}$ .

Identification des forces agissant sur le bloc 2 :

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_{g2}$  de 40 N
2. On répond à la question « qui touche le bloc » ? La corde de droite, tendue qui exerce une force de tension  $\vec{F}_{T2}$ .

On place un référentiel X vers la gauche (sens supposé du mouvement) et on applique le principe fondamental de la dynamique au système :

$$\sum F_x = (m_1 + m_2 + m_3) \cdot a_x$$

$$\Leftrightarrow -F_{g2} + F_{T2} - F_{T2} + F_{T1} - F_{T1} + F_{g1} = (m_1 + m_2 + m_3) \cdot a_x$$

$$\Leftrightarrow -40 + 60 = (6 + 4 + 15) \cdot a_x$$

$$\Rightarrow a_x = \frac{20}{25} = 0,8 \text{ m/s}^2$$

L'accélération est positive, elle est donc orientée dans le sens du référentiel x, c'est-à-dire vers la gauche.

**b) Calculer les tensions  $\vec{F}_{T1}$  et  $\vec{F}_{T2}$  dans les deux fils.**

Il faut trouver des forces internes, et donc, appliquer le P.F.D. aux masses individuellement.

Etude des forces sur  $m_1$  :

$$\sum F_x = m_1 \cdot a_x$$

$$F_{g1} - F_{T1} = m_1 \cdot a_x$$

$$\Rightarrow F_{T1} = 60 - 6 \cdot 0,8 = 55,2 \text{ N} \cong 55 \text{ N}$$

Etude des forces sur  $m_2$  :

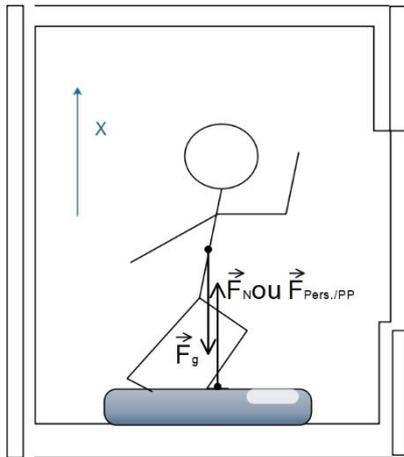
$$\sum F_x = m_2 \cdot a_x$$

$$F_{T2} - F_{g2} = m_2 \cdot a_x$$

$$\Rightarrow F_{T2} = 40 + 4 \cdot 0,8 = 43,2 \text{ N} \cong 43 \text{ N}$$

## SOLUTION Exercice n°15

Une personne de 75kg se tient debout sur une balance dans un ascenseur. Que peut-on dire du mouvement de l'ascenseur si la balance indique 800 N ?



**On sait que la réaction normale (qui est la force exercée par le PP sur l'homme) a la même valeur que la lecture sur le pèse-personne (qui est la force exercée par l'homme sur le PP).**

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_g$  de 750 N (invariable, c'est la force appliquée par le centre de la Terre)
2. On répond à la question « qui touche l'homme » ? Uniquement le pèse-personne, on identifie donc la réaction normale  $\vec{F}_N = \vec{F}_{PP/Pers.}$

On place un référentiel X vertical vers le haut et on fait l'étude des forces :

$$\sum F_x = m \cdot a_x$$

$$F_N - F_g = m \cdot a_x$$

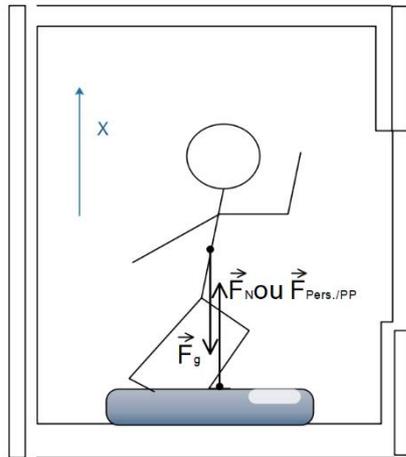
$$800 - 750 = 75 \cdot a_x$$

$$a_x = \frac{50}{75} = 0,7 \text{ m/s}^2$$

L'accélération est encore dirigée vers le haut. Deux cas de figure sont possibles : soit l'ascenseur est en mouvement accéléré vers le haut (MRUA avec vitesse et **accélération positives**) ; soit l'ascenseur est en mouvement décéléré vers le bas (MRUD avec vitesse négative et **accélération positive**).

## SOLUTION Exercice n°16

Une personne de 75kg se tient debout sur une balance dans un ascenseur. Que peut-on dire du mouvement de l'ascenseur si la balance indique 0 N ?



**On sait que la réaction normale (qui est la force exercée par le PP sur l'homme) a la même valeur que la lecture sur le pèse-personne (qui est la force exercée par l'homme sur le PP).**

1. On identifie la force gravifique  $\vec{F}_g$  de 750 N (invariable, c'est la force appliquée par le centre de la Terre)
2. On répond à la question « qui touche l'homme » ? Uniquement le pèse-personne, on identifie donc la réaction normale  $\vec{F}_N = \vec{F}_{PP/Per}$ .

On place un référentiel X vertical vers le haut et on fait l'étude des forces :

$$\sum F_x = m \cdot a_x$$

$$F_N - F_g = m \cdot a_x$$

$$0 - 750 = 75 \cdot a_x$$

$$a_x = \frac{-750}{75} = -10 \text{ m/s}^2$$

L'accélération est dirigée vers le bas et elle vaut l'accélération pesanteur. L'ascenseur est donc en chute libre : Homme ; ascenseur et pèse-personne tombent. La personne n'a pas l'occasion d'appuyer sur le pèse-personne qui se dérobe sous ses pieds ; le PP ne sait donc pas réagir sur elle ( $F_N=0$ ) ; l'homme, juste soumis à son poids, est en chute libre !