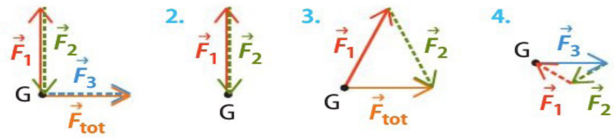
Correction d'exercices

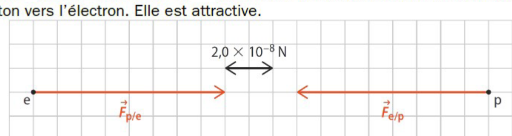
6 a. Le mouvement est rectiligne et uniforme donc la somme vectorielle des forces est nulle.
b. Le livre est immobile donc la somme vectorielle des forces est nulle.
c. et d. Le mouvement est non rectiligne donc la somme vectorielle des forces est non nulle.
e. Le mouvement est non uniforme donc la somme vectorielle des forces est non nulle.

7 a. 1.



b. Le mouvement peut être rectiligne et uniforme pour les cas B et D puisque la somme vectorielle des forces est nulle.

Cette force est dirigée selon l'axe passant par le proton et l'électron et est orientée de l'électron vers le proton. Cette force est attractive.
b. La norme qu'exerce l'électron sur le proton est la même que celle calculée précédemment :
$F_{e/p,élec} = F_{p/e,élec} = 8{,}2 \times 10^{-8}$ N Cette force est dirigée selon le même axe mais orientée du proton vers l'électron. Elle est attractive.
c.



2. a. La norme de la force gravitationnelle qu'exerce le proton sur l'électron vaut :

$$F_{p/e,grav} = G\frac{m_p m_e}{d^2} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{1{,}67 \times 10^{-27} \times 9{,}11 \times 10^{-31}}{(53 \times 10^{-12})^2} = 3{,}6 \times 10^{-47} \text{ N}$$

Cette force est dirigée selon l'axe passant par le proton et l'électron et est orientée de l'électron vers le proton. Cette force est attractive.
b. La norme qu'exerce l'électron sur le proton est la même que celle calculée précédemment :
$F_{e/p,grav} = F_{p/e,grav} = 3{,}6 \times 10^{-47}$ N Cette force est dirigée selon le même axe mais orientée du proton vers l'électron. Elle est attractive.
On ne peut pas représenter cette force sur le même schéma étant donné que la force gravitationnelle est de l'ordre de 10^{-47} N, tandis que la force électrique est de l'ordre de 10^{-7} N.
On ne peut pas représenter avec la même échelle deux grandeurs dont l'une est 10^{40} fois l'autre.
3. Un atome d'hydrogène est composé d'un proton et d'un électron.
Sa masse vaut $m = m_p + m_e = m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg, comme la masse de l'électron est négligeable devant la masse du proton. Le poids de l'atome d'hydrogène est donc : $P = mg = 1{,}64 \times 10^{-26}$ kg

31 1. Un référentiel galiléen est un référentiel dans lequel un système, qui n'est soumis à aucune force ou à des forces dont la somme est nulle, est au repos ou en mouvement rectiligne uniforme.
2. a. Le référentiel ne peut pas être considéré comme galiléen car le mouvement est accéléré.
b. Le référentiel ne peut pas être considéré comme galiléen car le mouvement est ralenti.
c. Le référentiel peut être considéré comme galiléen car le mouvement est rectiligne et uniforme.

35 a. On se place dans le référentiel géocentrique supposé galiléen. Le satellite est animé d'un mouvement circulaire et uniforme.
b. Le satellite n'est soumis qu'à une seule force, la force d'interaction gravitationnelle exercée par la Terre $\vec{F}_{T/S}$ avec :

$$F_{T/S} = G\frac{m_T m_S}{(r_T + h)^2} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{5{,}97 \times 10^{24} \times 200 \times 10^3}{(6\,378 \times 10^3 + 250 \times 10^3)^2}$$

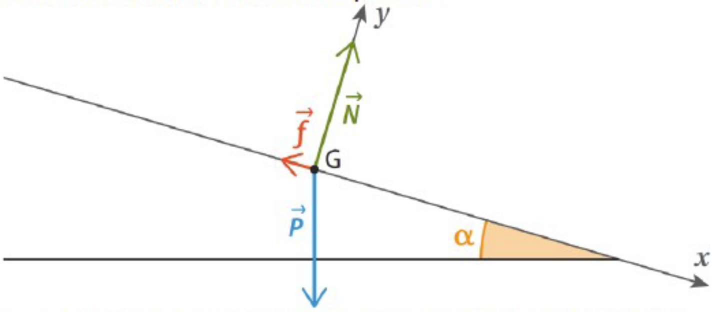
$F_{T/S} = 1{,}81 \times 10^6$ N
Cette force est dirigée selon l'axe Terre-satellite et orienté du satellite vers la Terre donc selon $-\vec{u}$.
On peut écrire $\vec{F}_{T/S} = -F_{T/S}\,\vec{u}$.
c. D'après la deuxième loi de Newton appliquée au satellite, on peut écrire $\vec{F}_{T/S} = m\vec{a}$, où $\vec{a}$ est le vecteur accélération du centre de masse du satellite.
La norme du vecteur accélération vaut alors :

$$a = \frac{F_{T/S}}{m} = \frac{1{,}81 \times 10^6}{200 \times 10^3} = 9{,}06 \text{ m·s}^{-2}$$

Le vecteur accélération est dirigée selon $-\vec{u}$.

40 1. a. La voiture est soumise :

- à son poids $\vec{P}$, dirigé selon l'axe vertical et orienté vers le bas, de norme $P = mg = 1{,}23 \times 10^4$ N ;
- à la réaction normale du sol $\vec{N}$, dirigée selon (Oy) et orientée vers le haut ;
- à la force de frottement $\vec{f}$, dirigée selon (Ox) et orientée vers le haut de la pente.



b. La voiture est immobile donc d'après la première loi de Newton, on peut écrire : $\vec{P}+\vec{N}+\vec{f}=\vec{0}$

On projette selon l'axe (Ox) : $-f + P\sin\alpha = 0$

On en déduit :

$f = P\sin\alpha = mg\sin\alpha = 1\,250 \times 9{,}81 \times \sin(16{,}7°)$

$f = 3{,}52 \times 10^3$ N

On projette selon l'axe (Oy) : $N - P\cos\alpha = 0$

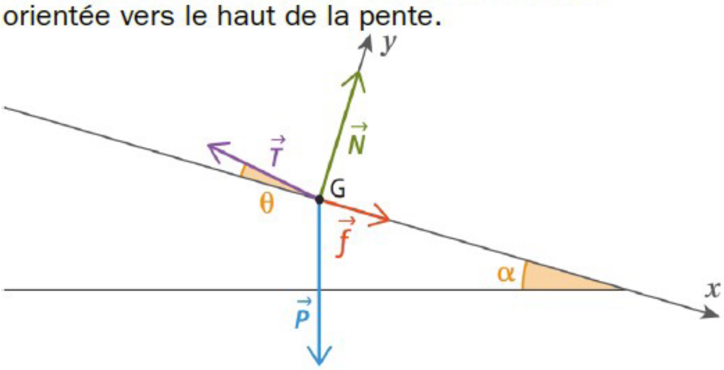
On en déduit :

$N = P\cos\alpha = mg\cos\alpha = 1\,250 \times 9{,}81 \times \cos(16{,}7°)$

$N = 1{,}17 \times 10^4$ N

2. La voiture est désormais soumise :

- à son poids $\vec{P}$, dirigé selon l'axe vertical et orienté vers le bas, de norme $P = mg = 1{,}23 \times 10^4$ N ;
- à la réaction normale du sol $\vec{N}$, dirigée selon (Oy) et orientée vers le haut ;
- à la force de frottement $\vec{f}$, dirigée selon (Ox) et orientée vers le bas de la pente ;
- à la force de tension du câble $\vec{T}$, dirigée selon l'axe du câble formant un angle θ avec l'axe (Ox) et orientée vers le haut de la pente.



La voiture est animée d'un mouvement rectiligne et uniforme donc d'après la première loi de Newton, on peut écrire : $\vec{P}+\vec{N}+\vec{f}+\vec{T}=\vec{0}$

On projette selon l'axe (Ox) : $f + P\sin\alpha - T\cos\theta = 0$

On en déduit : $f = T\cos\theta - mg\sin\alpha$

$f = 6{,}60 \times 10^3 \times \cos(10{,}0°) - 1\,250 \times 9{,}81 \times \sin(16{,}7°)$

$f = 2{,}98 \times 10^3$ N

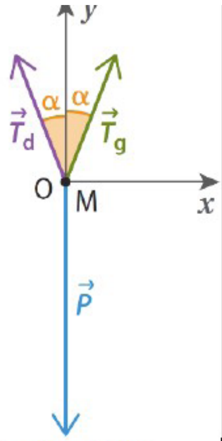
On projette selon l'axe (Oy) : $N + T\sin\theta - P\cos\alpha = 0$

On en déduit : $N = mg\cos\alpha - T\sin\theta$

$N = 1\,250 \times 9{,}81 \times \cos(16{,}7°) - 6{,}60 \times 10^3 \times \sin(10{,}0°)$

$N = 1{,}06 \times 10^4$ N

41 a. Le lustre est soumis :



- à son poids $\vec{P}$, dirigé selon l'axe vertical et orienté vers le bas, de norme $P = mg = 3{,}5 \times 9{,}81 = 34$ N ;
- à la force de tension du câble de gauche $\vec{T}_g$, dirigée selon l'axe du câble de gauche formant un angle α avec la verticale et orientée vers le haut ;
- à la force de tension du câble de droite $\vec{T}_d$, dirigée selon l'axe du câble de droite formant un angle α avec la verticale et orientée vers le haut.

b. Le lustre est immobile donc, d'après la première loi de Newton, on peut écrire : $\vec{T}_g+\vec{T}_d+\vec{P}=\vec{0}$

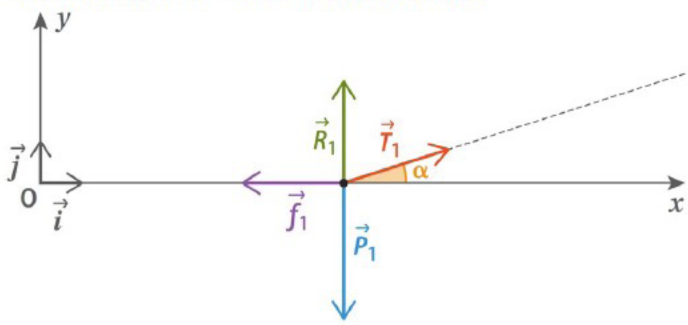
On projette selon l'axe (Ox) : $T_g\sin\alpha - T_d\sin\alpha = 0$

On peut en déduire que la force de tension de la corde est la même : $T_d = T_g = T$

On projette selon l'axe (Oy) : $T\cos\alpha + T\cos\alpha - P = 0$

donc $T = \dfrac{P}{2\cos\alpha} = \dfrac{mg}{2\cos\alpha} = \dfrac{3{,}5 \times 9{,}81}{2 \times \cos(5{,}0°)} = 17$ N.

- à la réaction normale de l'eau $\vec{R}_1$, dirigée selon l'axe vertical et orientée vers le haut ;
- à la force de frottement $\vec{f}_1$, dirigée selon l'axe horizontal et orientée dans le sens opposé au mouvement, de norme $f_1 = 500$ N ;
- à la force de tension du câble $\vec{T}_1$, dirigée selon l'axe du câble formant un angle α avec l'axe horizontal et orientée dans le sens du mouvement.



b. Le système est animé d'un mouvement rectiligne et uniforme donc d'après la première loi de Newton, on peut écrire : $\vec{P}_1 + \vec{R}_1 + \vec{f}_1 + \vec{T}_1 = \vec{0}$

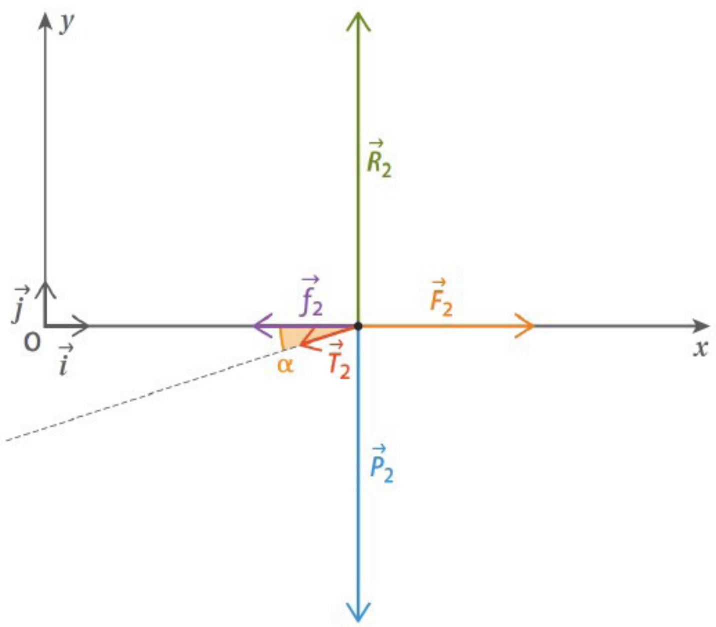
On projette selon l'axe (Ox) : $-f_1 + T_1\cos\alpha = 0$

On en déduit : $T_1 = \dfrac{f_1}{\cos\alpha} = \dfrac{500}{\cos(10{,}0°)} = 508$ N

Ainsi, la force $\vec{T}_1$ est dirigée selon l'axe du câble, orientée de Laurence vers le bateau et a pour norme $T_1 = 508$ N.

2. a. Le système est soumis :

- à son poids $\vec{P}_2$, dirigé selon l'axe vertical et orienté vers le bas, de norme :
$P_2 = m_2 g = 700 \times 9{,}81 = 6{,}87 \times 10^3$ N ;
- à la réaction normale de l'eau $\vec{R}_2$, dirigée selon l'axe vertical et orientée vers le haut ;
- à la force de frottement $\vec{f}_2$, dirigée selon l'axe horizontal et orientée dans le sens opposé au mouvement, de norme $f_2 = 2{,}50 \times 10^3$ N ;
- à la force de tension du câble $\vec{T}_2$, dirigée selon l'axe du câble formant un angle α avec l'axe horizontal et orientée dans le sens opposé au mouvement ;
- à la force de poussée du bateau $\vec{F}_2$, dirigée selon l'axe horizontal et orientée dans le sens du mouvement.



b. D'après la 3ᵉ loi de newton, la force qu'exerce Laurence sur le câble est opposée à la force qu'exerce le câble sur Laurence mais de même norme : $\vec{T}_2 = -\vec{T}_1$

Ainsi, la force $\vec{T}_2$ est dirigée selon l'axe du câble, orientée du bateau vers Laurence et a pour norme $T_2 = T_1 = 508$ N.

c. Le système {bateau} est animé d'un mouvement rectiligne et uniforme donc d'après la première loi de Newton, on peut écrire : $\vec{P}_2 + \vec{R}_2 + \vec{f}_2 + \vec{T}_2 + \vec{F}_2 = \vec{0}$

On projette selon l'axe (Ox) : $-f_2 - T_2\cos\alpha + F_2 = 0$

On en déduit : $F_2 = f_2 + T_2\cos\alpha$

$F_2 = 2{,}50 \times 10^3 + 508 \times \cos(10{,}0°) = 3{,}00 \times 10^3$ N

Ainsi, la force $\vec{F}_2$ est dirigée selon l'axe horizontal, orientée dans le sens du mouvement et a pour norme $F_2 = 3{,}00 \times 10^3$ N.

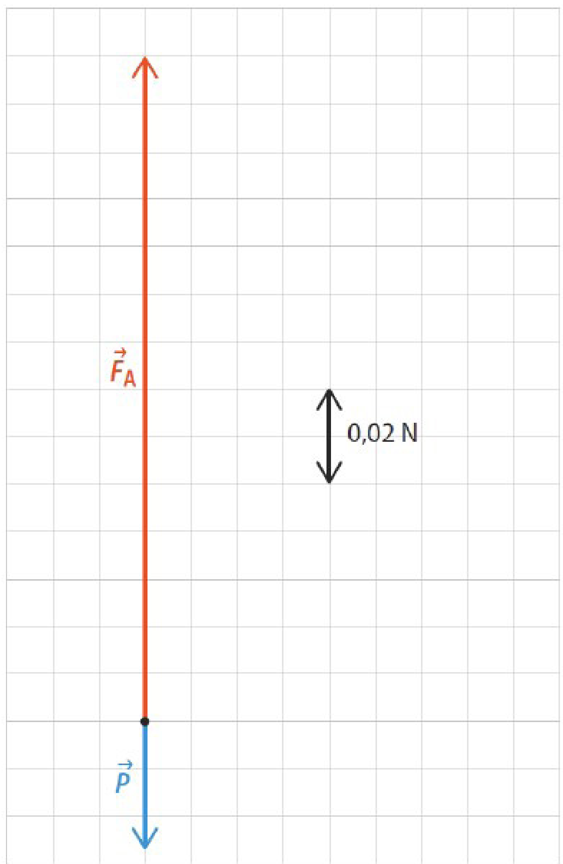
48 a. Par définition, une accélération est une variation de vitesse en une durée donnée.

Ici, $a = \dfrac{v_f - v_0}{\Delta t} = \dfrac{-v_0}{\Delta t} = \dfrac{-9{,}0}{3{,}0} = -3{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Le vecteur accélération est dirigé selon l'axe de la pente, orienté vers le haut de la pente, dans le sens opposé à (Ox) et a pour norme $3{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

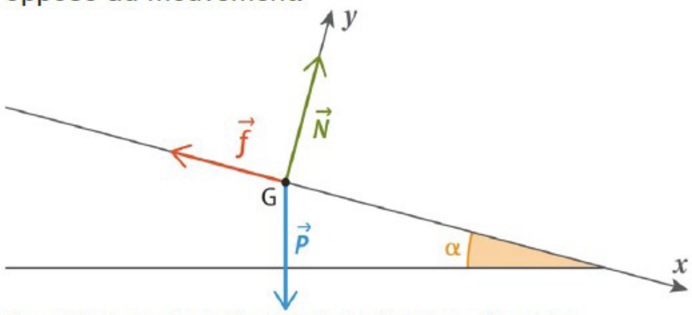
On a donc $a_x = -3{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ et $a_y = 0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

2. b.



b. Le skieur est soumis :

- à son poids $\vec{P}$, dirigé selon l'axe vertical et orienté vers le bas, de norme $P = mg = 785$ N ;
- à la réaction normale du sol $\vec{N}$, dirigée selon (Oy) et orientée vers le haut ;
- à la force de frottement $\vec{f}$, dirigée selon (Ox) et orientée vers le haut de la pente, dans le sens opposé au mouvement.



On utilise la deuxième loi de Newton dans le référentiel terrestre supposé galiléen, sur le système {skieur} : $\vec{P} + \vec{f} + \vec{N} = m\vec{a}$

On projette selon l'axe (Ox) : $-f + P\sin\alpha = ma_x$

On en déduit :

$f = mg\sin\alpha - m\, a_x = 80 \times 9{,}81 \times \sin(15°) + 80 \times 3{,}0$

$f = 4{,}4 \times 10^2$ N

1. a. Pour le point 3, on mesure $M_2M_4 = 0{,}135$ m

donc $v_3 = \dfrac{M_2M_4}{2\Delta t} = \dfrac{0{,}135}{2 \times 0{,}067} = 1{,}01\ \text{m·s}^{-1}$.

De même, pour le point 5, $M_4M_6 = 0{,}24$ m

donc $v_5 = \dfrac{M_4M_6}{2\Delta t} = \dfrac{0{,}24}{2 \times 0{,}067} = 1{,}78\ \text{m·s}^{-1}$.

Pour le point 9, on mesure $M_8M_{10} = 0{,}32$ m

donc $v_9 = \dfrac{M_8M_{10}}{2\Delta t} = \dfrac{0{,}32}{2 \times 0{,}067} = 2{,}37\ \text{m·s}^{-1}$.

De même, pour le point 11, $M_{10}M_{12} = 0{,}28$ m

donc $v_{11} = \dfrac{M_{10}M_{12}}{2\Delta t} = \dfrac{0{,}28}{2 \times 0{,}067} = 2{,}11\ \text{m·s}^{-1}$.

b. Voir schéma ci-dessous. Le tracé des vecteurs donne $\Delta v_4 = 0{,}9\ \text{m·s}^{-1}$ et $\Delta v_{10} = 0{,}65\ \text{m·s}^{-1}$.

c. On calcule la norme de l'accélération :

$a_4 = \dfrac{\Delta v_4}{2\Delta t} = \dfrac{0{,}9}{2 \times 0{,}067} = 6{,}7\ \text{m·s}^{-2}$

et $a_{10} = \dfrac{\Delta v_{10}}{2 \times \Delta t} = \dfrac{0{,}65}{2 \times 0{,}067} = 4{,}9\ \text{m·s}^{-2}$

Donc $ma_4 = 0{,}67$ N et $ma_{10} = 0{,}49$ N.

d. Voir schéma ci-dessous.

e. $P = mg = 0{,}100 \times 9{,}81 = 0{,}981$ N

2. a. $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$ donc $\vec{T} = m\vec{a} - \vec{P}$

b. Voir schéma ci-dessous.

On mesure $T_4 = 1{,}1$ N et $T_{10} = 1{,}4$ N.

c. Oui, les vecteurs $\vec{T}$ sont orientés vers les points d'attache, aux imprécisions de mesures et de tracés près : la mauvaise appréciation d'une longueur ou d'un parallélisme peut changer la direction donnée par le vecteur drastiquement.

Bilan

• Connaissant le mouvement du système étudié, il est possible de déterminer le vecteur accélération à partir des différentes positions sur la chronophotographie. Il faut pour cela déterminer les vitesses en différents points, puis tracer les variations des vecteurs vitesse. En utilisant la deuxième loi de Newton, on peut faire le lien entre le vecteur accélération, multiplié par la masse du système, et les vecteurs forces s'appliquant sur le système.