S07 - Action et force

I Rappels Action ↔ Force

Action ↔ Observation :

- Modification du mouvement (trajectoire / vitesse)
- Déformation

Actions ↔ Observation / Déduction :

- Immobilité ≠ Aucune force
- Action / Réaction réciproques = compensation

I Rappels Action ↔ Force

Deux types d'actions :

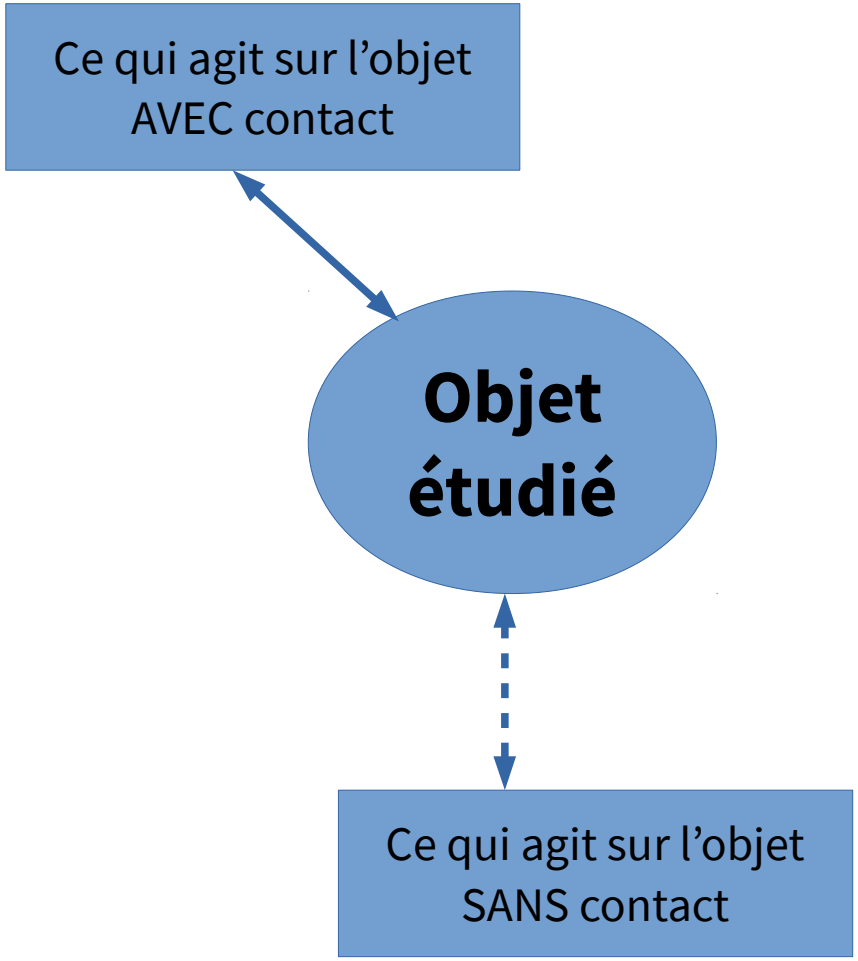
Actions de contact

Actions à distance

Diagramme d'interaction objet

Diagramme Système - Actions

- Contact / à distance
- Diagramme d'interaction



II Démarche d'étude

Modéliser la situation étudiée

1- Système + Référentiel

2- Diagramme système ↔ actions

3- Représentation vectorielle des forces

→ Système ponctuel

→ Direction

→ Sens

→ Longueur :

- norme (dynamomètre)
- échelle de représentation N ↔ cm)

III Action / Réaction

Système en équilibre

→ L'ensemble des forces qui s'exercent sur le système étudié, se compensent

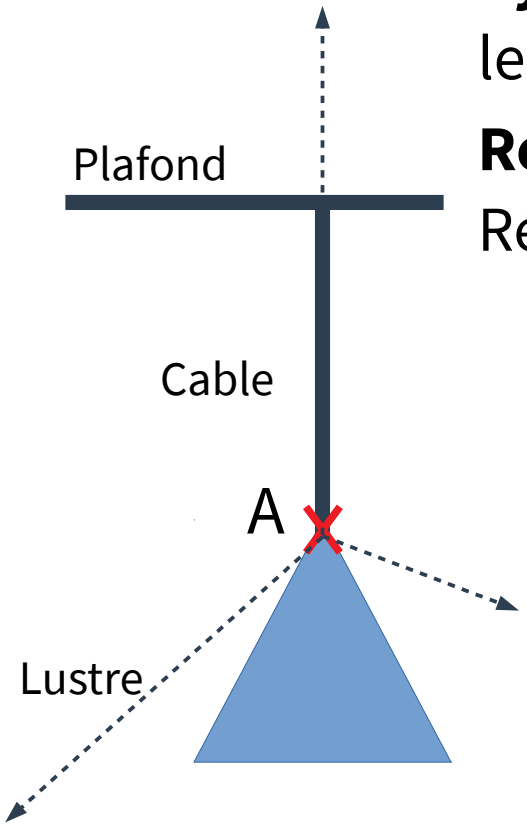
→ Mouvement uniforme ou immobile

Cas d'un système soumis à deux forces :

Actions et réaction

$$\vec{F}_{action} = -\vec{F}_{réaction}$$

Exemple :
Un lustre de 4 kg immobile, suspendu à un câble :



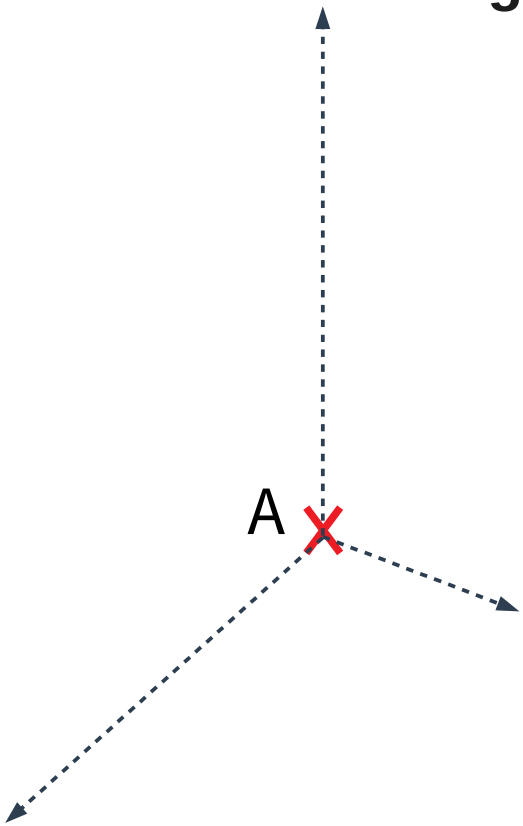
Système étudié :

le lustre modélisé par un système ponctuel au point A

Référentiel :

Référentiel terrestre centré sur le point A

Un lustre de 4 kg immobile, suspendu à un câble :



Système étudié :

le lustre modélisé par un système ponctuel au point A

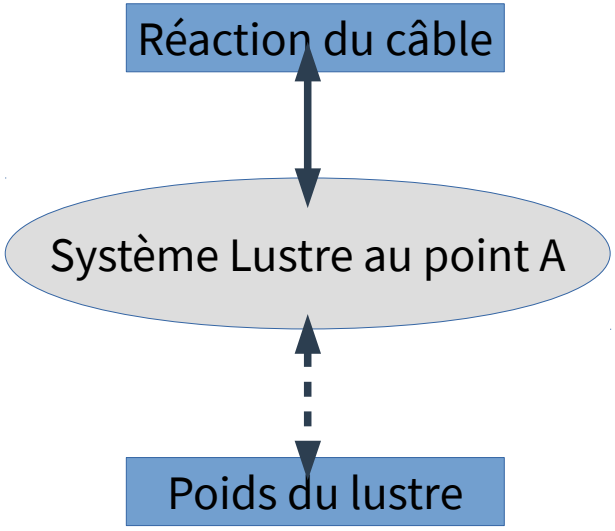
Référentiel :

Référentiel terrestre centré sur le point A

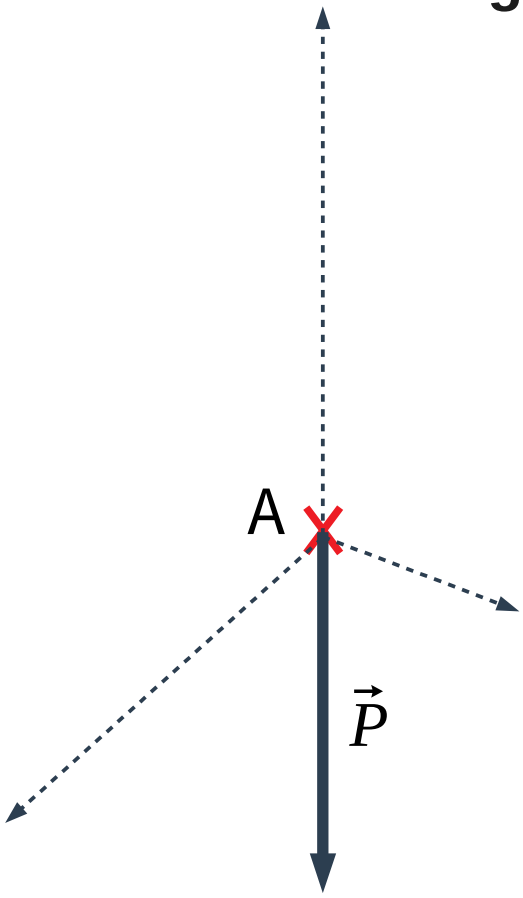
Bilan des actions qui s'exercent sur le système :

- action du poids du lustre *(attraction gravitationnelle)*
- réaction du câble qui tire le lustre vers le plafond

Diagramme Système – Actions :



Un lustre de 4 kg immobile, suspendu à un câble :



Système étudié :

le lustre modélisé par un système ponctuel au point A

Référentiel :

Référentiel terrestre centré sur le point A

Bilan des actions qui s'exercent sur le système :

- action du poids du lustre *(attraction gravitationnelle)*
- réaction du câble qui tire le lustre vers le plafond

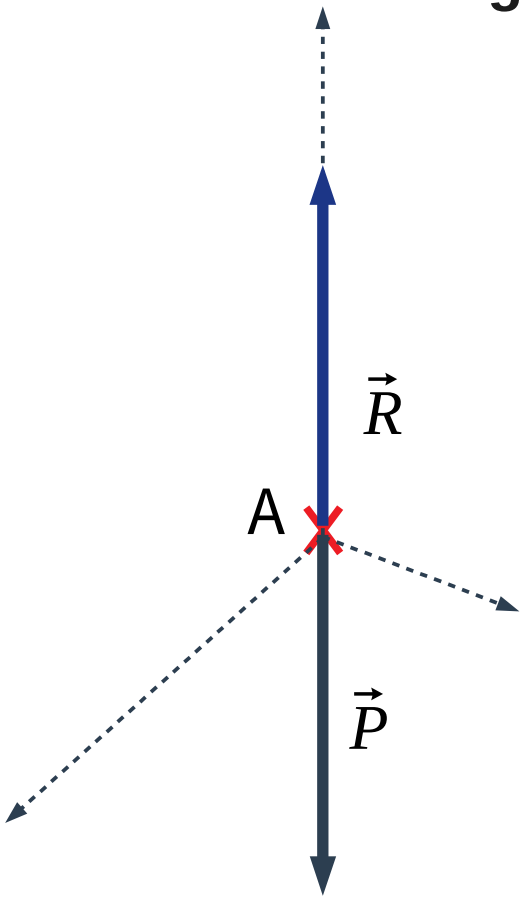
Calcul du poids du lustre :

On sait $P = m \times g$ avec $m = 4\,kg$, $g = 9{,}8\,N/kg$

donc **P = 39,2 N**

Si on choisit une échelle de 1cm pour 10 N, on représente le vecteur poids par une flèche de 3,9 cm.

Un lustre de 4 kg immobile, suspendu à un câble :



Système étudié :

le lustre modélisé par un système ponctuel au point A

Référentiel :

Référentiel terrestre centré sur le point A

Bilan des actions qui s'exercent sur le système :

- action du poids du lustre *(attraction gravitationnelle)*
- réaction du câble qui tire le lustre vers le plafond

Le système est en équilibre :

L'ensemble des forces qui s'exercent sur le système se compensent

→ la somme des vecteurs force est nulle $\vec{F}_{action} = -\vec{F}_{réaction}$

$$donc \quad \vec{P} = -\vec{R}$$

IV Interaction gravitationelle

Lorsque deux système A et B sont à une distance [d] l'un de l'autre, ils exercent réciproquement une force d'attraction gravitationnelle proportionnelle à leur masse telle que :

$$F_{(A/B)} = F_{(B/A)} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

avec :

m_A : masse du système A en kg

m_B : masse du système en kg

d : distance qui sépare les deux système A et B en m

G : constante gravitationnelle universelle $G = 6{,}67 \ x \ 10^{-11} \ N.m^2.kg^{-2}$

Exercices :

9, 11, 16 page 187

21, 22, 24 page 189

28 page 190

34 page 192

Exercices

9 Un livre de physique - chimie est posé sur un bureau.

a. Inventorier, à l'aide d'un diagramme système - actions, les actions s'exerçant sur le système livre dans le référentiel terrestre.

b. Le diagramme système - actions est-il le même si on considère le système bureau ? Si ce n'est pas le cas, le représenter.

Exercices

9 Un livre de physique - chimie est posé sur un bureau.

a. Inventorier, à l'aide d'un diagramme système - actions, les actions s'exerçant sur le système livre dans le référentiel terrestre.

b. Le diagramme système - actions est-il le même si on considère le système bureau ? Si ce n'est pas le cas, le représenter.

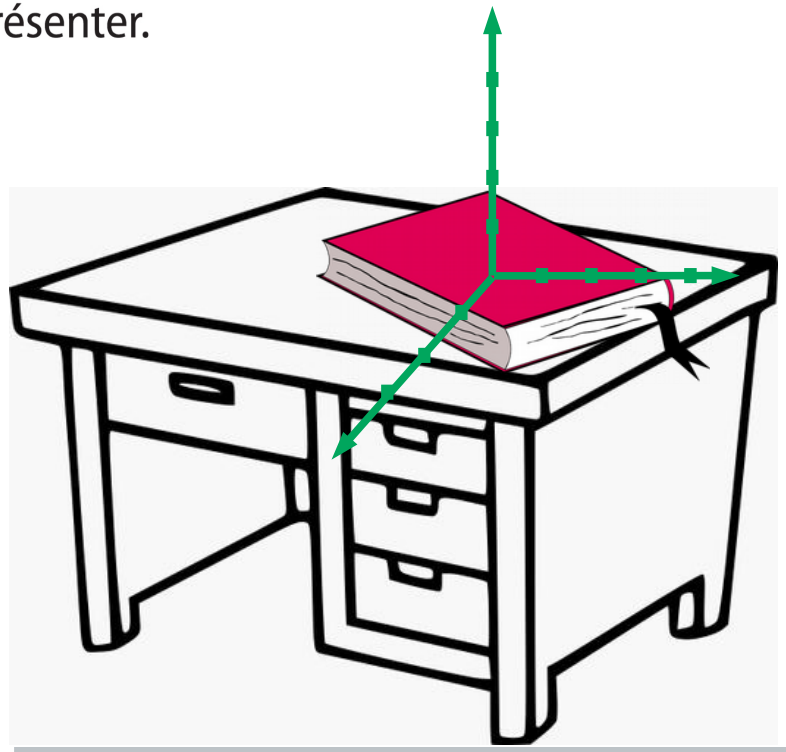
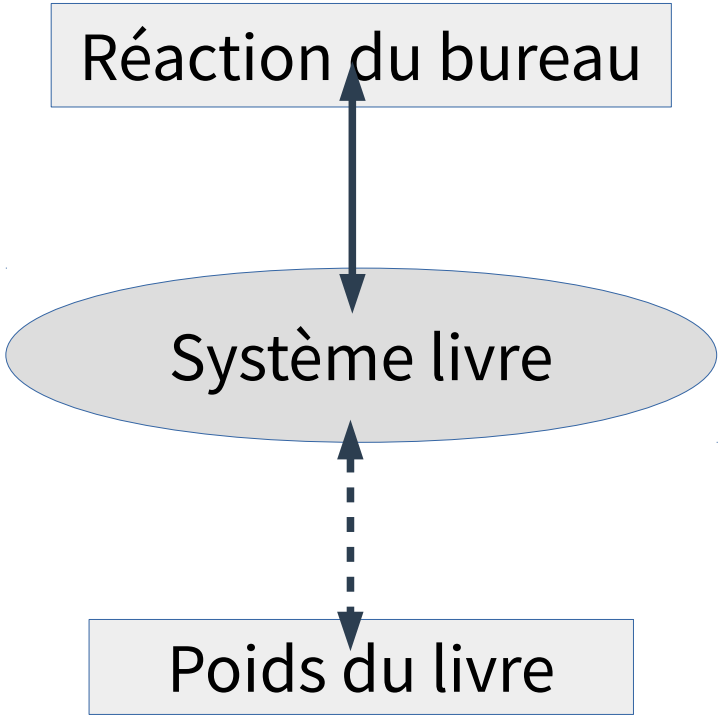


Diagramme Système – Actions :



Exercices

9 Un livre de physique - chimie est posé sur un bureau.

a. Inventorier, à l'aide d'un diagramme système - actions, les actions s'exerçant sur le système livre dans le référentiel terrestre.

b. Le diagramme système - actions est-il le même si on considère le système bureau ? Si ce n'est pas le cas, le représenter.

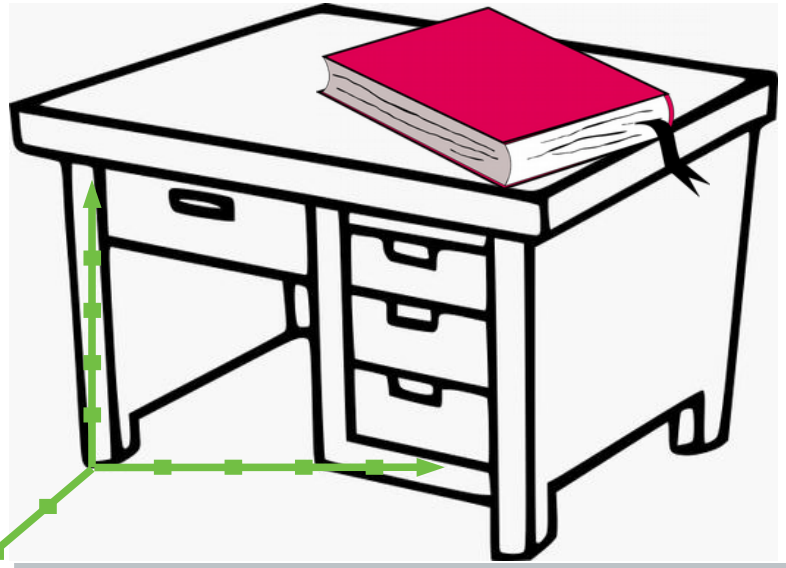
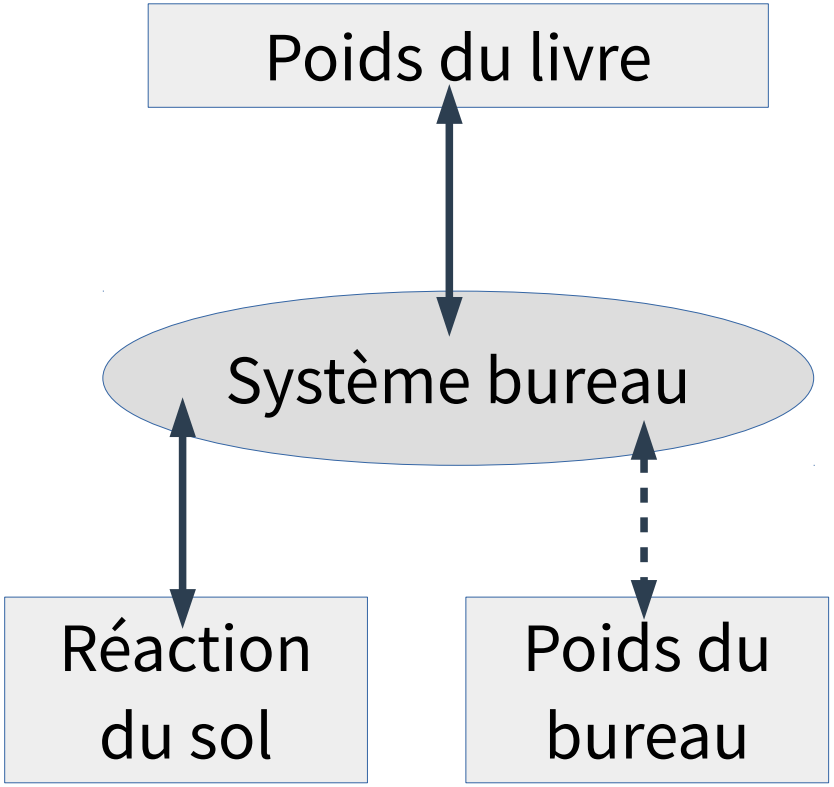


Diagramme Système – Actions :



Exercices

11 La cabine d'un ascenseur est tirée par un câble vertical exerçant une force de valeur $F = 14$ kN.

Donnée Valeur du poids de la cabine : $P = 12$ kN

a. Donner les caractéristiques des forces qui s'exercent sur la cabine dans le référentiel terrestre.

b. Les représenter en choisissant une échelle adaptée, en modélisant la cabine par un point.

Exercices

11 La cabine d'un ascenseur est tirée par un câble vertical exerçant une force de valeur $F = 14$ kN.

Donnée Valeur du poids de la cabine : $P = 12$ kN

a. Donner les caractéristiques des forces qui s'exercent sur la cabine dans le référentiel terrestre.

b. Les représenter en choisissant une échelle adaptée, en modélisant la cabine par un point.

Système : Cabine

Référentiel : Terrestre

Bilan des forces :

- P : Poids de la cabine 12 kN
- T : Traction du câble 14 kN

Poids de la cabine :

Attraction gravitationnelle exercée à distance par la Terre

Point d'application : centre

Direction : Verticale

Sens : vers le sol

Longueur du vecteur : 6 cm

[1cm ↔ 2 kN]

Traction du câble :

Traction exercée par le câble au point d'accroche

Point d'application : Fixation

Direction : Verticale

Sens : vers le haut

Longueur du vecteur : 7 cm *[1cm ↔ 2 kN]*

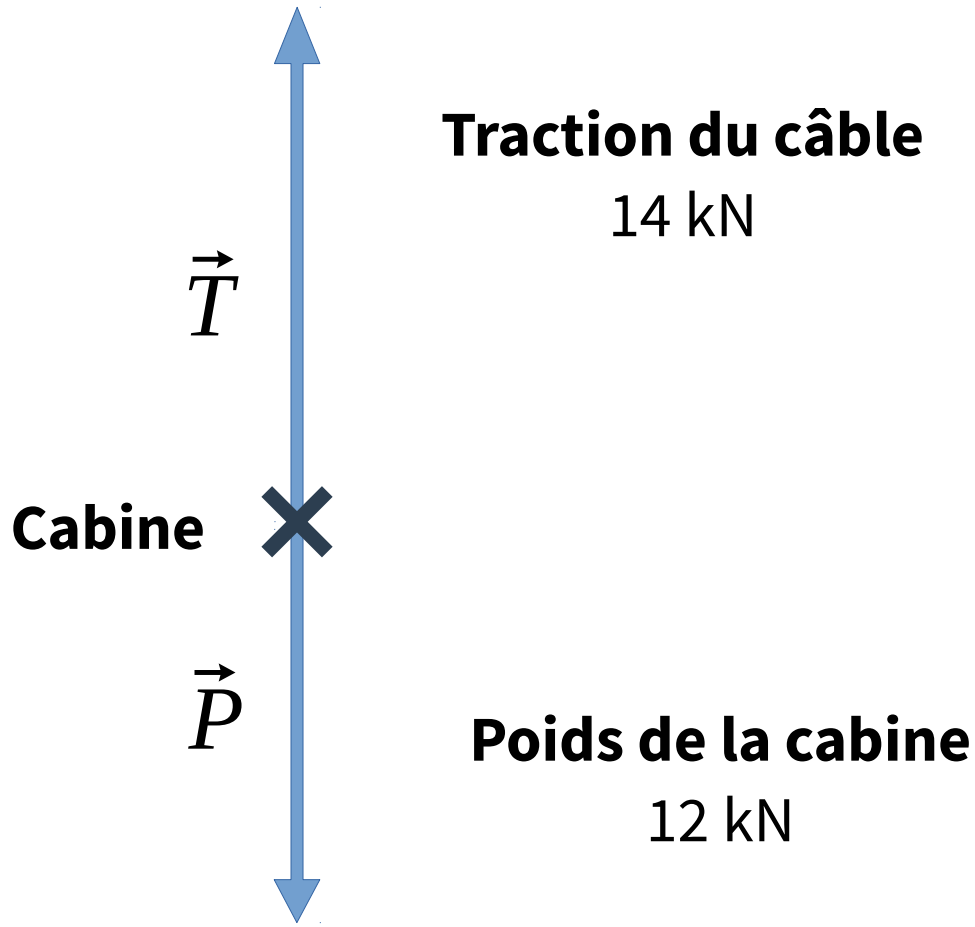
Exercices

11 La cabine d'un ascenseur est tirée par un câble vertical exerçant une force de valeur $F = 14$ kN.

Donnée Valeur du poids de la cabine : $P = 12$ kN

a. Donner les caractéristiques des forces qui s'exercent sur la cabine dans le référentiel terrestre.

b. Les représenter en choisissant une échelle adaptée, en modélisant la cabine par un point.



Exercices

16 Le télescope spatial Hubble est en orbite autour de la Terre dans le référentiel géocentrique, à une distance $d = 6{,}97 \times 10^3$ km du centre de la Terre.

Données
- Masse de la Terre : $m_T = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg
- Masse du télescope : $m_H = 1{,}1 \times 10^4$ kg
- Échelle : 1,0 cm $\longleftrightarrow$ $9{,}0 \times 10^4$ N.

a. Calculer la valeur des forces d'interaction gravitationnelle qui s'exercent entre le télescope et la Terre.

b. Donner les caractéristiques de ces forces.

c. Les représenter sur un schéma.

Exercices

16 Le télescope spatial Hubble est en orbite autour de la Terre dans le référentiel géocentrique, à une distance $d = 6{,}97 \times 10^3$ km du centre de la Terre.

Données • Masse de la Terre : $m_T = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg
• Masse du télescope : $m_H = 1{,}1 \times 10^4$ kg
• Échelle : 1,0 cm ⟷ $9{,}0 \times 10^4$ N.

a. Calculer la valeur des forces d'interaction gravitationnelle qui s'exercent entre le télescope et la Terre.

b. Donner les caractéristiques de ces forces.

c. Les représenter sur un schéma.

$$F_{(H/T)} = G \times \frac{m_H \times m_T}{d^2}$$

m_H : *masse de Hubble* $1{,}1 \times 10^4\ kg$

m_T : *masse de la Terre* $5{,}97 \times 10^{24}$

d : *distance* $6{,}97 \times 10^6\ m$

$G = 6{,}67\ x\ 10^{-11}\ \ N.m^2.kg^{-2}$

$$F_{(H/T)} = 90{,}2 \times 10^3\ N$$

Exercices

Attraction de la Terre sur Hubble : $\vec{P}$

Force exercée à distance

Direction Terre – Hubble

Sens : De Hubble vers la Terre

Intensité : $90{,}2 \times 10^3$ N

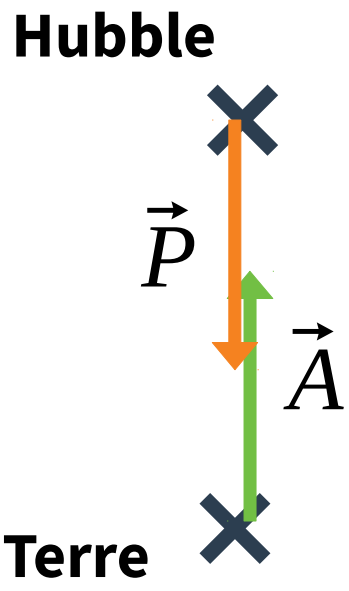
Attraction de Hubble sur la Terre : $\vec{A}$

Force exercée à distance

Direction Terre – Hubble

Sens : De la Terre vers Hubble

Intensité : $90{,}2 \times 10^3$ N



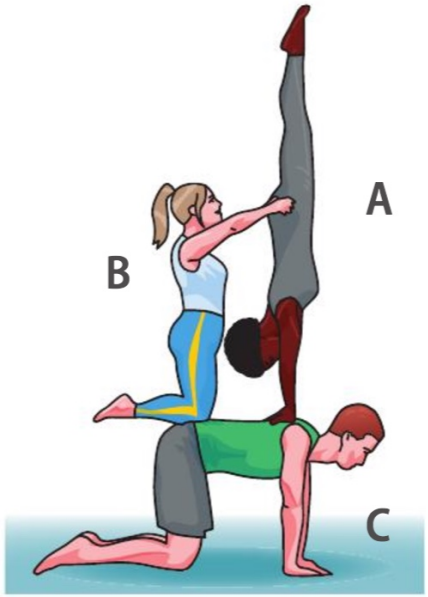
Infos sur le téléscope Hubble ...

Exercices

21 Acrogym

Réaliser des calculs • Schématiser

Lors d'un cours d'acrogym, trois élèves réalisent la figure ci-contre. On s'intéresse au système {élève A + élève B} modélisé par un point et soumis à des forces de même valeur.



Données

- Masse du système : $m = 82$ kg
- Échelle : 1,0 cm ⟷ 200 N

a. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le système dans le référentiel terrestre.

b. Donner les caractéristiques des forces.

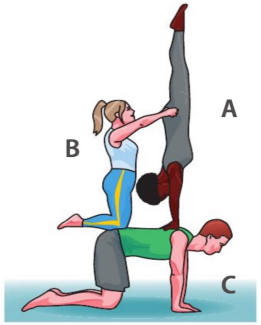
c. Représenter les forces.

Exercices

21 Acrogym

Réaliser des calculs • Schématiser

Lors d'un cours d'acrogym, trois élèves réalisent la figure ci-contre. On s'intéresse au système {élève A + élève B} modélisé par un point et soumis à des forces de même valeur.



Données

- Masse du système : m = 82 kg
- Échelle : 1,0 cm ⟷ 200 N

a. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le système dans le référentiel terrestre.

b. Donner les caractéristiques des forces.

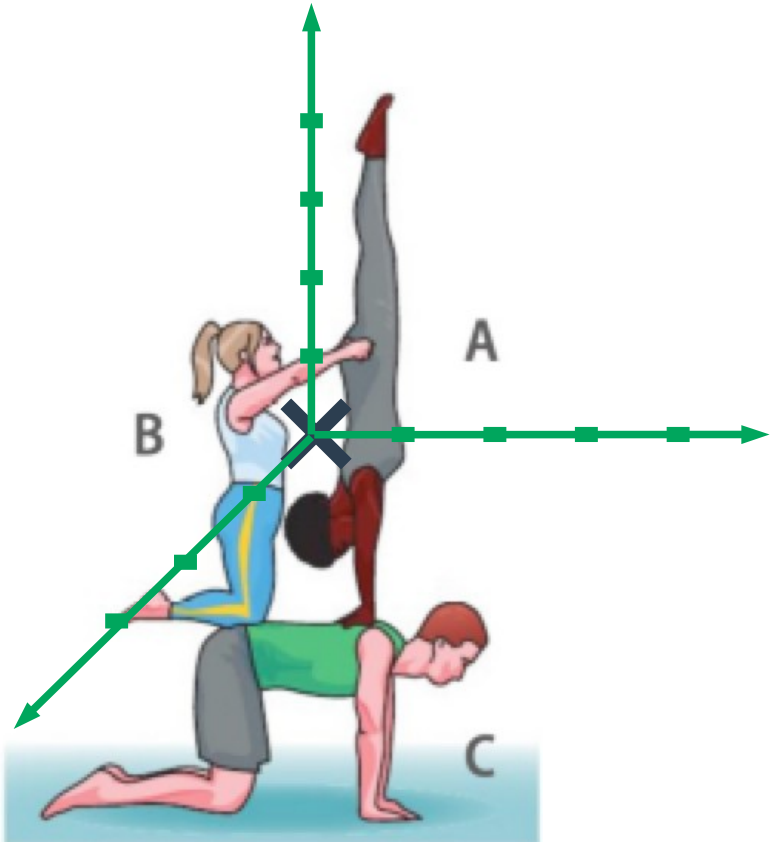
c. Représenter les forces.

Système : A&B

Référentiel : Terrestre

Bilan des forces :

- P : Poids
- T : Réaction de C



Exercices

Système : A&B

Référentiel : Terrestre

Bilan des forces : - P : Poids

- T : Réaction de C

Poids : $\vec{P}$

Force exercée à distance par la Terre

Direction : verticale

Sens : vers le sol

Intensité : P = m x g soit P = 804 N

Réaction de C : $\vec{R}$

Force de réaction exercée par C

Direction : verticale

Sens : opposée à P

Intensité : R = P soit R = 804 N

22 Poids sur la Lune

Appliquer ses connaissances • Réaliser des calculs

En 2012, la mission Grail a mesuré des variations de l'intensité de la pesanteur à la surface de la Lune entre 1,612 $N \cdot kg^{-1}$ et 1,638 $N \cdot kg^{-1}$.

a. Calculer la valeur maximale du poids lunaire d'une combinaison spatiale, modèle Apollo A7L, de masse $m = 72$ kg sur la Lune.

b. La comparer à celle du poids sur Terre.

Exercices

22 Poids sur la Lune

Appliquer ses connaissances • Réaliser des calculs

En 2012, la mission Grail a mesuré des variations de l'intensité de la pesanteur à la surface de la Lune entre 1,612 N·kg^{-1} et 1,638 N·kg^{-1}.

a. Calculer la valeur maximale du poids lunaire d'une combinaison spatiale, modèle Apollo A7L, de masse $m = 72$ kg sur la Lune.

b. La comparer à celle du poids sur Terre.

$$P = m \times g$$

$$m = 72\,kg$$

$$g = 1{,}638\,N/kg$$

$$P_{Terre} = 118\,N$$

Sur Terre g = 9,81 N / kg et la masse est identique soit m = 72 kg

$$P_{Terre} = 706\,N$$

$$\frac{706}{118} = 6$$

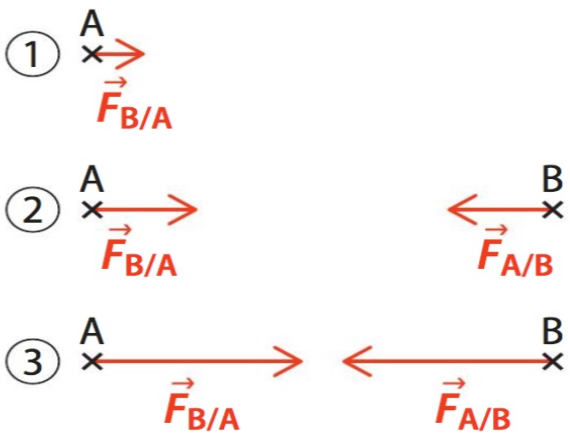
La même combinaison paraît 6 fois plus lourde sur Terre que sur la Lune.

Exercices

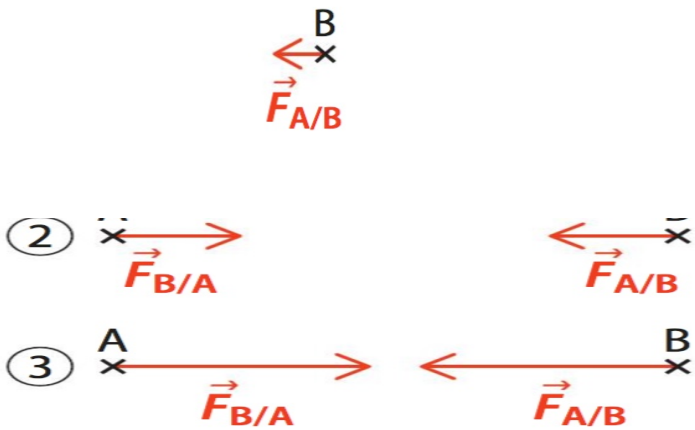
24 Représentation de forces

Appliquer ses connaissances • Raisonner

Les forces d'interaction gravitationnelle s'exerçant entre deux corps A et B de même masse *m*, séparés d'une distance *d*, sont représentées sur le schéma ①.



a. Indiquer le numéro du schéma (② les forces d'interaction gravitatior entre les deux corps A et B lorsq

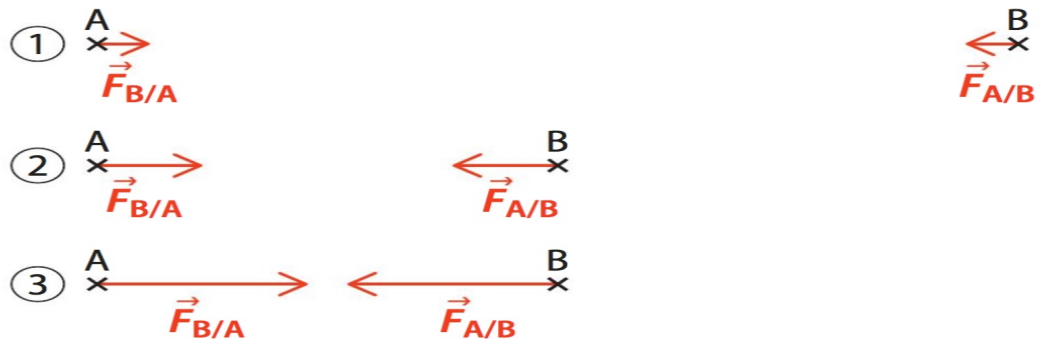


a. Indiquer le numéro du schéma (② ou ③) représentant les forces d'interaction gravitationnelle qui s'exercent entre les deux corps A et B lorsque la distance *d* les séparant est divisée par 2. Justifier.

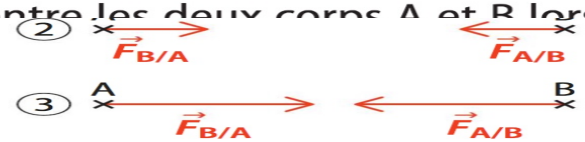
b. Comment doit-on modifier la masse des corps A et B de la situation précédente pour obtenir des forces de même valeur que celle du schéma ① ? Justifier.

Exercices

deux corps A et B de même masse *m*, séparés d'une distance *d*, sont représentées sur le schéma ①.



a. Indiquer le numéro du schéma (② ou ③) représentant les forces d'interaction gravitationnelle qui s'exercent entre les deux corps A et B lorsque la distance *d* les



a. Indiquer le numéro du schéma (② ou ③) représentant les forces d'interaction gravitationnelle qui s'exercent entre les deux corps A et B lorsque la distance *d* les séparant est divisée par 2. Justifier.

b. Comment doit-on modifier la masse des corps A et

$$F_{A/B} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

$$on\ remplace\ d\ par\ \frac{d}{2}$$

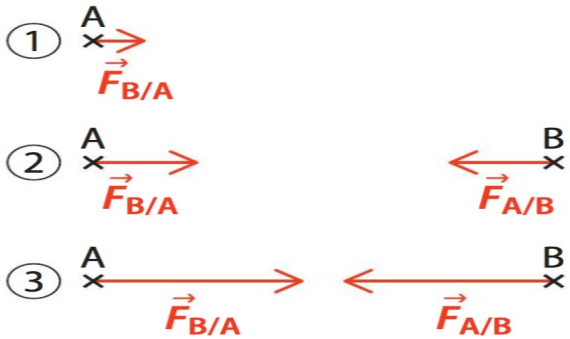
$$F_{A/B} = G \times \frac{m_A \times m_B}{\left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

Si on divise la distance par 2, la force d'attraction est multipliée par 4. C'est donc la figure 3 qui représente la bonne situation : les vecteurs force sont 4 fois plus long.

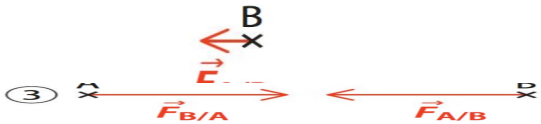
$$F_{A/B} = \left[G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}\right] \times 4$$

Exercices

deux corps A et B de même masse *m*, séparés d'une distance *d*, sont représentées sur le schéma ①.



a. Indiquer le numéro du schéma (② ou ③) représentant les forces d'interaction gravitationnelle qui s'exercent entre les deux corps A et B lorsque la distance *d* les



a. Indiquer le numéro du schéma (② ou ③) représentant les forces d'interaction gravitationnelle qui s'exercent entre les deux corps A et B lorsque la distance *d* les séparant est divisée par 2. Justifier.

b. Comment doit-on modifier la masse des corps A et B de la situation précédente pour obtenir des forces de même valeur que celle du schéma ① ? Justifier.

Pour obtenir une force d'attraction de même valeur qu'à la figure 1 il faut donc diviser la masse de A et la masse de B par 2 :

$$F_{A/B} = \left[G \times \frac{\frac{m_A}{2} \times \frac{m_B}{2}}{d^2}\right] \times 4$$

$$F_{A/B} = \left[G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}\right] \times \frac{\cancel{4}}{\cancel{4}}$$

Si la distance est divisée par deux alors la force d'attraction est multipliée par 4 :

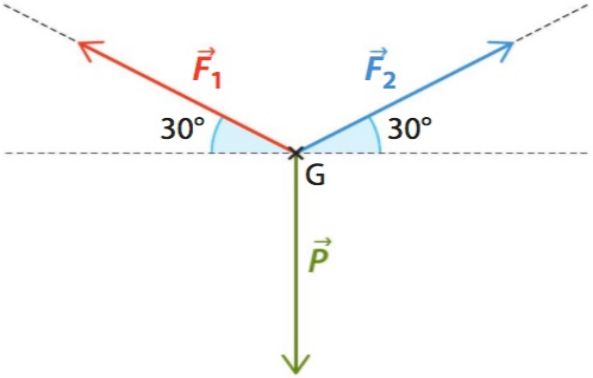
$$F_{A/B} = \left[G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}\right] \times 4$$

Exercices

28 Feu tricolore

Réaliser des calculs • Raisonner

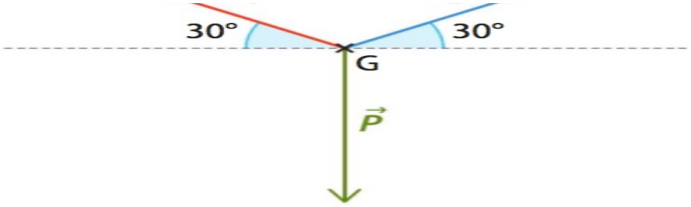
Un feu tricolore suspendu par deux chaînes faisant un angle de 30° avec l'horizontale est immobile dans le référentiel terrestre. La somme vectorielle des forces qui s'exercent sur le feu dans le référentiel terrestre est nulle. On représente sur le schéma ci-dessous les forces qui s'exercent sur le feu modélisé par le point G.



Échelle 1,0 cm ⟷ 110 N

a. Identifier les actions modélisées par chaque force.

b. Déterminer graphiquement les caractéristiques de ces forces.



Échelle 1,0 cm ⟷ 110 N

a. Identifier les actions modélisées par chaque force.

b. Déterminer graphiquement les caractéristiques de ces forces.

c. Faire la somme vectorielle des forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$.

Fiche 14 p. 329

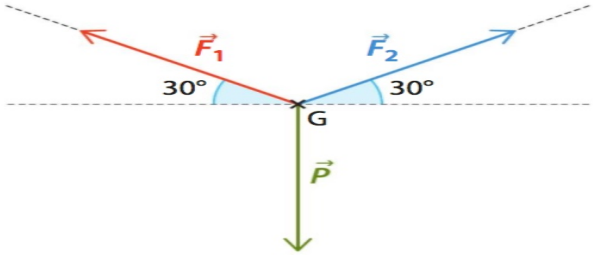
d. Vérifier que le vecteur obtenu est opposé au poids.

e. Retrouver par le calcul la valeur P du poids du feu tricolore.

Fiche 13 p. 328

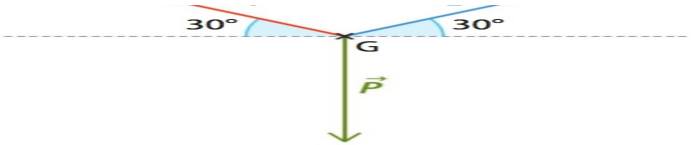
Exercices

vectorielle des forces qui s'exercent sur le feu dans le référentiel terrestre est nulle. On représente sur le schéma ci-dessous les forces qui s'exercent sur le feu modélisé par le point G.



Échelle 1,0 cm ⟷ 110 N

a. Identifier les actions modélisées par chaque force.
b. Déterminer graphiquement les caractéristiques de ces forces.



Échelle 1,0 cm ⟷ 110 N

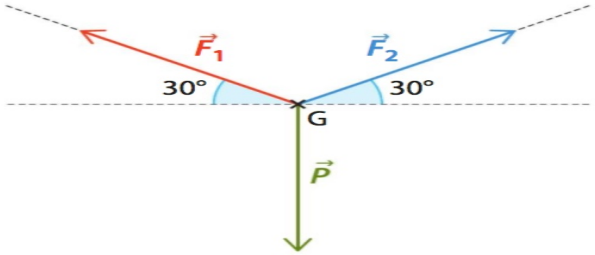
a. Identifier les actions modélisées par chaque force.
b. Déterminer graphiquement les caractéristiques de ces forces.
c. Faire la somme vectorielle des forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$.
Fiche 14 p. 329
d. Vérifier que le vecteur obtenu est opposé au poids.

a) les trois actions sont :

- l'attraction terrestre : P
- la traction de la chaîne 1 : F1
- la traction de la chaîne 2 : F2

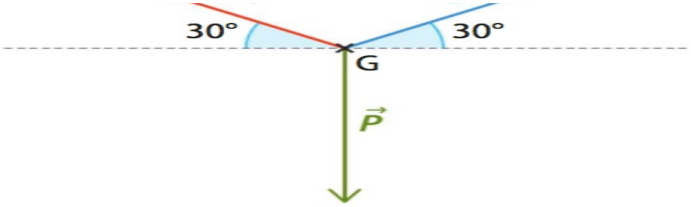
Exercices

vectorielle des forces qui s'exercent sur le feu dans le référentiel terrestre est nulle. On représente sur le schéma ci-dessous les forces qui s'exercent sur le feu modélisé par le point G.



Échelle 1,0 cm ⟷ 110 N

a. Identifier les actions modélisées par chaque force.
b. Déterminer graphiquement les caractéristiques de ces forces.



Échelle 1,0 cm ⟷ 110 N

a. Identifier les actions modélisées par chaque force.
b. Déterminer graphiquement les caractéristiques de ces forces.
c. Faire la somme vectorielle des forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$.

Fiche 14 p. 329

d. Vérifier que le vecteur obtenu est opposé au poids.
e. Retrouver par le calcul la valeur P du poids du feu tricolore.

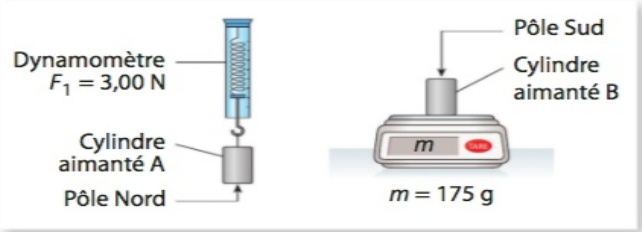
Fiche 13 p. 328

Exercices

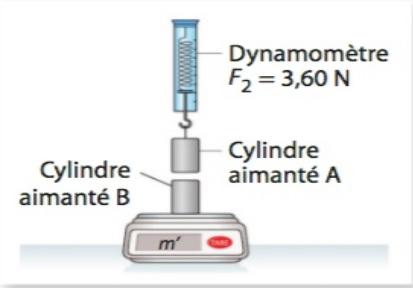
34 Forces aimantées

Exploiter des résultats expérimentaux • Raisonner

Lorsqu'on approche les pôles Nord et Sud de deux aimants, ceux-ci s'attirent. Les expériences présentées ci-dessous ont pour objectif de vérifier le principe des actions réciproques en utilisant cette propriété.



Doc. 1 Étape 1.



Doc. 2 Étape 2.

Lorsqu'un système soumis à deux forces est en équilibre et immobile, la somme vectorielle de ces forces est nulle. Ces forces ont la même direction, la même valeur mais des sens contraires.

Doc. 3 Équilibre d'un système.

Une balance électronique comporte un capteur qui se déforme lorsqu'une force s'exerce sur le plateau. La mesure de la déformation se traduit par une valeur de masse.

Doc. 4 Balance électronique.

1. a. Faire le bilan des forces s'exerçant sur l'aimant A et sur l'aimant B au cours de l'étape 1.

Doc. 2 Étape 2.

Lorsqu'un système soumis à deux forces est en équilibre et immobile, la somme vectorielle de ces forces est nulle. Ces forces ont la même direction, la même valeur mais des sens contraires.

Doc. 3 Équilibre d'un système.

Une balance électronique comporte un capteur qui se déforme lorsqu'une force s'exerce sur le plateau. La mesure de la déformation se traduit par une valeur de masse.

Doc. 4 Balance électronique.

1. a. Faire le bilan des forces s'exerçant sur l'aimant A et sur l'aimant B au cours de l'étape 1.

b. Donner leurs caractéristiques.

2. Représenter, sans souci d'échelle, la force exercée par l'aimant B sur l'aimant A et celle exercée par l'aimant A sur l'aimant B lors de l'étape 2.

3. Expliquer pourquoi le dynamomètre indique une valeur plus grande lors de cette étape.

4. Déterminer, grâce aux résultats expérimentaux, la valeur des forces $F_{B/A}$ et $F_{A/B}$.

5. a. Montrer que $m' = m - \frac{F_{B/A}}{g}$.

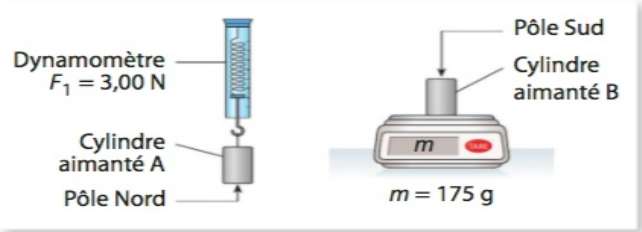
b. En déduire l'indication qu'affiche la balance au cours de l'étape 2.

Exercices

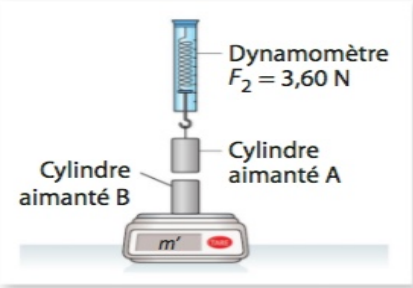
34 Forces aimantées

Exploiter des résultats expérimentaux • Raisonner

Lorsqu'on approche les pôles Nord et Sud de deux aimants, ceux-ci s'attirent. Les expériences présentées ci-dessous ont pour objectif de vérifier le principe des actions réciproques en utilisant cette propriété.



Doc. 1 Étape 1.



Doc. 2 Étape 2.

Lorsqu'un système soumis à deux forces est en équilibre et immobile, la somme vectorielle de ces forces est nulle. Ces forces ont la même direction, la même valeur mais des sens contraires.

Doc. 3 Équilibre d'un système.

Une balance électronique comporte un capteur qui se déforme lorsqu'une force s'exerce sur le plateau. La mesure de la déformation se traduit par une valeur de masse.

Doc. 4 Balance électronique.

1. a. Faire le bilan des forces s'exerçant sur l'aimant A et sur l'aimant B au cours de l'étape 1.

Doc. 2 Étape 2.

Lorsqu'un système soumis à deux forces est en équilibre et immobile, la somme vectorielle de ces forces est nulle. Ces forces ont la même direction, la même valeur mais des sens contraires.

Doc. 3 Équilibre d'un système.

Une balance électronique comporte un capteur qui se déforme lorsqu'une force s'exerce sur le plateau. La mesure de la déformation se traduit par une valeur de masse.

Doc. 4 Balance électronique.

1. a. Faire le bilan des forces s'exerçant sur l'aimant A et sur l'aimant B au cours de l'étape 1.

b. Donner leurs caractéristiques.

2. Représenter, sans souci d'échelle, la force exercée par l'aimant B sur l'aimant A et celle exercée par l'aimant A sur l'aimant B lors de l'étape 2.

3. Expliquer pourquoi le dynamomètre indique une valeur plus grande lors de cette étape.

4. Déterminer, grâce aux résultats expérimentaux, la valeur des forces $F_{B/A}$ et $F_{A/B}$.

5. a. Montrer que $m' = m - \frac{F_{B/A}}{g}$.

b. En déduire l'indication qu'affiche la balance au cours de l'étape 2.