

Chapitre 8 – Les forces

8.1. Types de forces

- Forces de contact : force musculaire, force de frottement, force motrice (d'un moteur), ...
- Forces à distance : force magnétique, poids (Gewichtskraft oder Gewicht), ...

Vocabulaire :

En physique, on ne parle de force que si deux corps sont en interaction (Wechselwirkung). La force indique comment deux corps interagissent. Un corps **exerce** donc une force **sur** un autre corps. En physique, on ne dit pas «posséder une force» ou «avoir de la force», donc on ne dit pas : «Jean a une grande force.»

Exemples :

«Jean exerce une force sur son sac à dos». (Interaction entre Jean et son sac à dos).

«L'haltérophile exerce une force sur son haltère». (Interaction entre l'haltérophile et son haltère).

Exercice P34 :*

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses ? Justifie la réponse. Corrige les affirmations fausses pour qu'elles deviennent correctes.

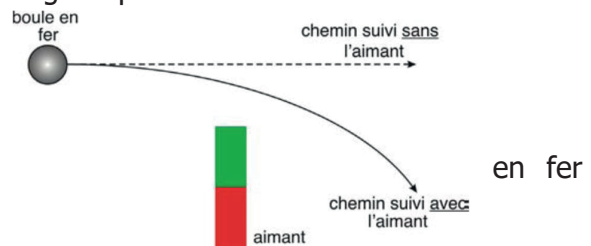
- «Le haltérophile a une grande force».
- «Une force peut uniquement changer le mouvement d'un corps.»
- «Si une force agit pendant longtemps, elle est épuisée.»
- «Une boule en mouvement s'arrête parce que sa force est usée.»
- «Jean exerce une force sur son sac pour le maintenir à une hauteur de 50 cm au-dessus du sol.»
- «Le poids est une force magnétique, car un corps qui tombe est attiré par la Terre tout comme un clou est attiré par un aimant.»

8.2. Effets de forces

Expériences et observations

Un aimant (Magnet) exerce une force d'attraction magnétique sur une boule en fer

1. On approche un aimant d'une boule en fer au repos → La boule
2. On approche par l'avant un aimant d'une boule en mouvement → La boule



3. On approche par l'arrière un aimant d'une boule en fer en mouvement → La boule
4. On approche par le côté un aimant d'une boule en fer en mouvement → la boule
5. On tire des deux côtés sur un extenseur → l'extenseur est



Conclusion :

- 1 : Une force peut
- 2 : Une force peut
- 3 : Une force peut
- 4 : Une force peut
- 5 : Une force peut

Les forces ne sont pas visibles, mais on peut voir les effets qu'elles produisent.

En résumé : **Des forces peuvent :**

1) : -> **Effet dynamique des forces.**

- **Mettre en mouvement ou accélérer un corps ;**
- **Arrêter ou décélérer un corps ;**
- **Changer la direction du mouvement d'un corps ;**

2) : -> **Effet statique des forces.**

Exemple :

Tu roules en bicyclette et tu arrêtes de pédaler c'est-à-dire d'exercer une force motrice

Observation : Tu décèles et t'arrêtes après un certain temps.

Conclusion : Il doit y avoir une force qui change ton mouvement. Cette force est la force de frottement exercée par l'air et le sol.

Exercice P35 :*

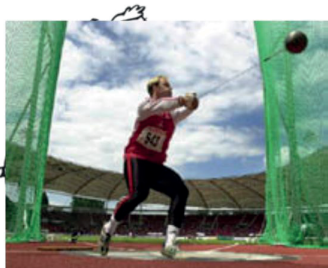
Indique pour les situations suivantes l'effet (les effets) de la force exercée sur le corps marqué en italique.

- a. Une *voiture* passe de 80 km/h à 130 km/h sur autoroute.
- b. Une *voiture* s'écrase contre un mur.
- c. Tu formes une boule à partir d'une barre de *pâte à modeler*.
- d. Un athlète saute d'un *plongeur*.
- e. Un *tuyau en métal* est plié.
- f. Une *voiture* prend un virage à vitesse constante.
- g. Le gardien de but frappe avec la main contre le *ballon de foot*.

- h. Un *nageur* se pousse du bord de la piscine.
- i. Le père s'assied dans le *fauteuil*.
- j. L'athlète lance son *marteau*.

Exercice P36 : **

Pour chacune des illustrations suivantes identifie un corps sur lequel agit une (des) force(s) et donne l'(es) effet(s) de cette force.



8.3. Le principe d'inertie (1er principe de Newton)

Plaçons une pomme sur une table et observons-la pendant plusieurs minutes. Elle reste immobile.

Les forces changent le mouvement d'un corps (ou leur forme). En absence de forces, l'état de mouvement d'un objet ne change donc pas. L'objet n'accélère pas, il ne freine pas et il ne change pas ni de sens ni de direction de mouvement.

Conclusion :

Le principe d'inertie :

En absence de forces, le mouvement d'un corps ne change donc pas :

- Si le corps est au repos,
- Si le corps est en mouvement il.....

.....
Ce mouvement est appelé

Remarque :

Sur Terre, on n'est jamais en absence de force (présence de frottements) mais il se peut que plusieurs forces annulent leur effet. Dans ce cas le principe d'inertie reste valable.

Exemples :

- La force motrice d'une voiture annule l'effet de freinage de la force de frottement. Il roule à vitesse constante.
- Une pomme se trouve sur une table. La force exercée par la table annule l'effet du poids de la pomme. Celle-ci reste immobile.
- En hiver dans un virage si les routes sont gelées, une voiture n'est pas soumise à une force qui permet de changer son état de mouvement. Elle continue donc son mouvement en ligne droite à vitesse constante
- Dans le vide (Vakuum) de l'espace (Weltall), une fusée, une fois lancée, continue son mouvement à vitesse constante et en ligne droite jusqu'à ce que une force change son mouvement (p.ex. force d'attraction d'un astre) sans avoir besoin de combustible pour son moteur car aucune force motrice ne doit être exercée afin d'entretenir son mouvement.
- Un passager est debout dans un bus sans se tenir. Lorsque le bus démarre, le passager à l'impression qu'il tombe vers l'arrière. Pourtant s'il fixe du regard un panneau de signalisation à l'extérieur du bus, il se rend compte qu'il reste au repos à la même place par rapport au panneau de signalisation (et que le bus change son mouvement lors du démarrage et avance).
- De même, si le bus en mouvement freine, le passager à l'impression de tomber vers l'avant du bus. En fait, le bus change son mouvement sous l'action de la force de freinage et s'arrête alors que le passager a tendance à continuer son mouvement en ligne droite à vitesse constante.
- Lorsque ce même bus prend un virage à gauche le passager a l'impression d'être projeté vers la droite. En fait le passager continue son mouvement en ligne droite à vitesse constante. Le bus, soumis à une force, change sa direction du mouvement et vire à gauche.

8.4. Mesure de forces

* L'unité de mesure du système international S.I. de la force est le newton : 1 N

Définition : Le newton est l'intensité (la valeur) d'une force qu'il faut exercer sur un mobile de masse 1 kg pour augmenter sa vitesse de 1 mètre par seconde (1 m/s) en 1 seconde.

Le newton est aussi l'intensité de la force à exercer sur Terre pour soulever un objet de masse 102 g

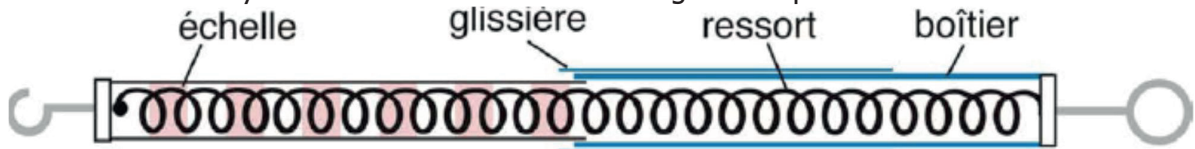
Les sur- et sous-multiples de cette unité sont :

- 1 kN = 1000 N
- 1 N = 1000 mN

* L'appareil de mesure des forces est le dynamomètre

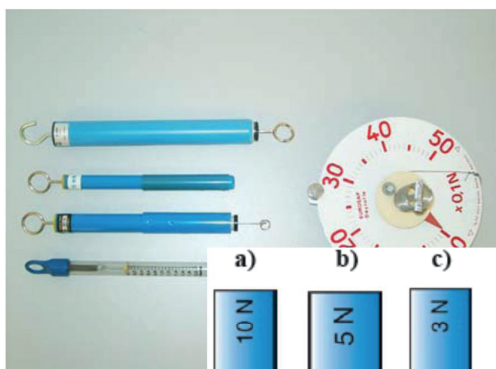
Fonctionnement d'un dynamomètre

Un dynamomètre est formé d'un boîtier dans lequel se trouve un ressort et est muni d'une échelle graduée. Il contient généralement encore une glissière qui permet de régler le zéro. En tirant sur le dynamomètre le ressort est allongé et tu peux lire directement sur l'échelle

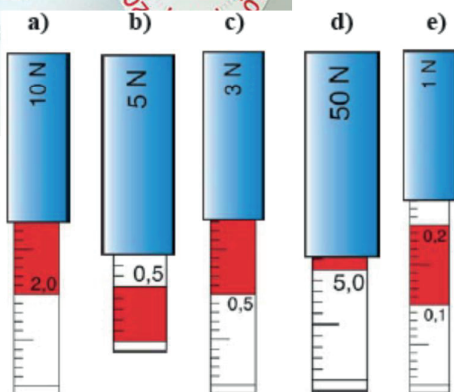


l'intensité (la valeur) de la force avec laquelle tu tires.

Précaution : Pour garantir des mesures correctes, le dynamomètre doit être réglé à zéro à l'aide de la glissière avant d'appliquer une force.



La figure montre différents types de dynamomètres avec différents domaines de mesure.



Exercice

Donne les côtés et la

P37 :*

valeurs indiquées sur les dynamomètres à Indique chaque fois le domaine de mesure précision de mesure de l'instrument.

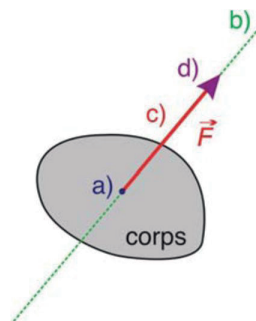
8.5.

Représentation de forces

Pour représenter l'ensemble des caractéristiques d'une force, on dessine une flèche («un vecteur»), notée \vec{F} .

Le vecteur force a les caractéristiques suivantes :

- a);
- b) ;
- c);
- d)

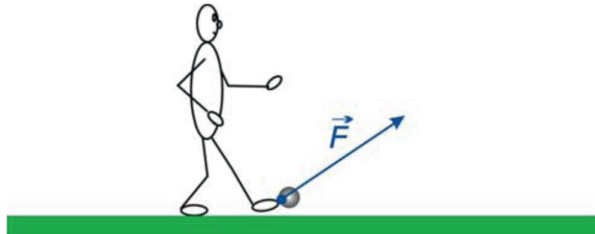


Remarque : F ou \vec{F} ?

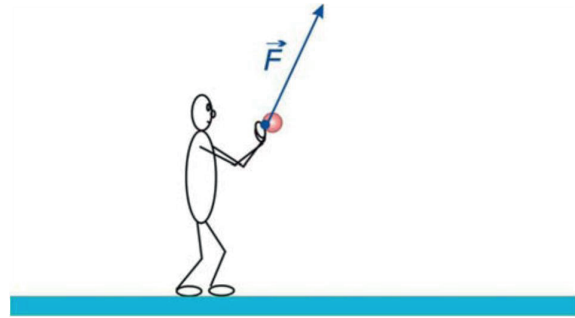
- F indique l'intensité (la valeur) de la force. p. ex. dans les calculs : $F = 5 \text{ N}$
- \vec{F} montre le vecteur force (la flèche) avec ces 4 caractéristiques (intensité, sens, droite d'action, point d'application). p.ex. sur les figures

Exercice P38 :*

Détermine l'intensité de la force dans les situations suivantes.



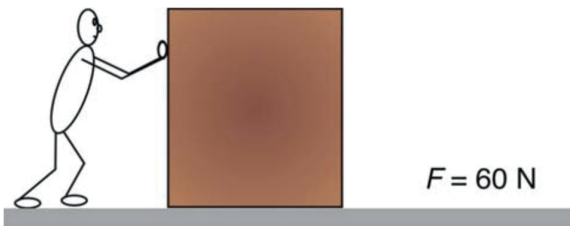
- a. Le footballeur tire au but
(échelle : $1 \text{ cm} \triangleq 40 \text{ N}$)



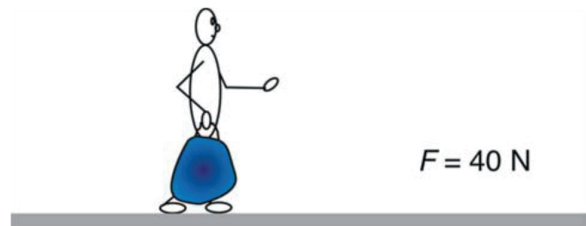
- b. Le basketteur réalise un lancer-franc
(échelle : $1 \text{ cm} \triangleq 5 \text{ N}$)

Exercice P39 :*

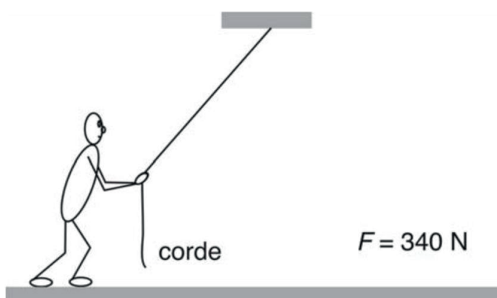
Représente le vecteur force dans les situations suivantes.



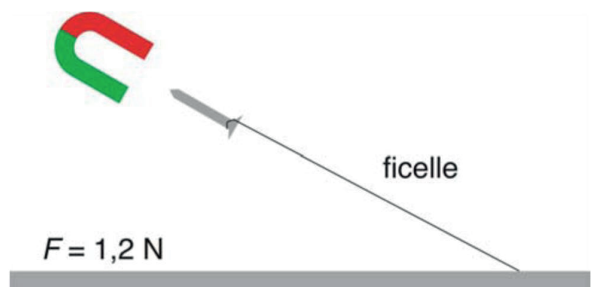
- a. Force exercée par le menuisier sur la caisse



- b. Force exercée par l'élève pour soulever son sac



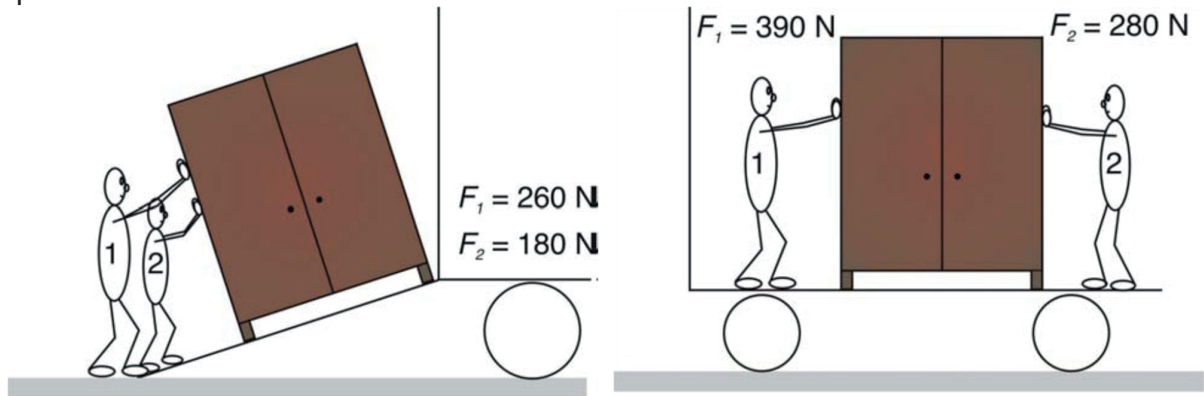
- c. Force exercée par l'élève tirant sur la corde



- d. Force exercée par l'aimant sur le clou

Exercice P40 : **

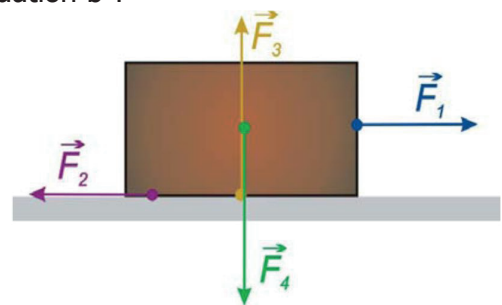
Représente les vecteurs forces dans les situations suivantes.



- a. Forces exercées par les déménageurs sur le meuble pour le pousser dans le camion
- b. Forces exercées par les déménageurs sur le meuble (les déménageurs poussent en sens opposé)
- c. Dans quel sens va se déplacer le meuble dans la situation b ?

Exercice P41 : **

Compare les caractéristiques des forces qui agissent sur le corps de la figure ci-contre.



Exercice P42 : **

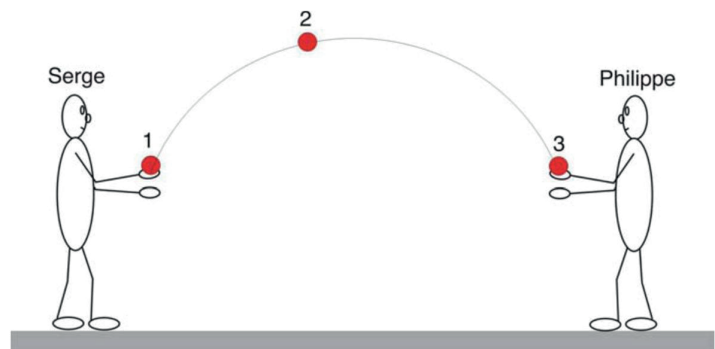
Représente une force de 36 N qui fait un angle de 35° avec la verticale. Y a-t-il plusieurs possibilités ? Explique !

Exercice P43 : **

Serge et Philippe jouent avec une balle. Les positions 1, 2 et 3 donnent les positions de la balle à trois différents instants.

Pour les 3 positions :

- Donne les forces qui agissent sur la balle ;
- Indique le corps qui exerce ces forces ;
- Donne l'effet de ces forces ;
- Représente les forces sur la figure.



Exercice P44 : **

Une balle a été frappée obliquement («schräg») par un joueur et elle est en train de retomber (elle est encore en l'air).

- a. Dis si les affirmations suivantes sont correctes ou fausses ! Explique pourquoi les affirmations fausses sont fausses !
- La force, exercée par la Terre sur la balle est dirigée vers le haut.
 - La force, exercée par la Terre, a comme effet une augmentation de vitesse.
 - Le joueur exerce une force sur la balle.
 - La force, exercée par l'air, a comme effet une diminution de la vitesse
 - La force, exercée par la Terre, a comme effet un changement de direction.
 - Le sol exerce une force sur la balle.
- b. Dessine la balle en vol et toutes les forces qui agissent sur elle.

Exercice P45 et expérience : **

Laisse tomber une balle élastique.

- a) Décris le mouvement de la balle en indiquant pour les différentes phases du mouvement les forces qui agissent sur la balle et les effets qu'elles produisent.
- b) Fais une figure sur laquelle tu représentes les différentes phases et forces.

Exercice P46 : *

Représente les forces suivantes en utilisant l'échelle $1 \text{ cm} \triangleq 5 \text{ N}$:

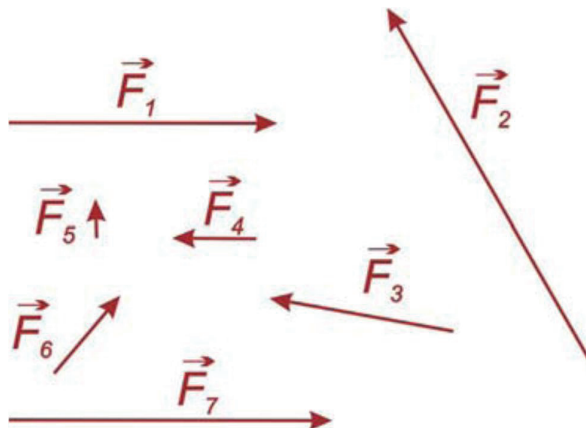
- a) $F_1 = 10 \text{ N}$; b) $F_2 = 2,5 \text{ N}$; c) $F_3 = 7 \text{ N}$; d) $F_4 = 33 \text{ N}$;
e) $F_5 = 42 \text{ N}$; f) $F_6 = 2 \text{ N}$; g) $F_7 = 0,8 \text{ N}$

Représente les forces suivantes en utilisant l'échelle $1 \text{ cm} \triangleq 20 \text{ N}$:

- h) $F_8 = 25 \text{ N}$; i) $F_9 = 47 \text{ N}$; j) $F_{10} = 128 \text{ N}$; k) $F_{11} = 8 \text{ N}$

Exercice P47 : *

Pour les forces dessinées sur la figure ci-contre une échelle $1 \text{ cm} \triangleq 2 \text{ N}$ a été utilisée. Détermine les intensités des forces



8.6 Le poids d'un corps

8.6.1 Le poids : une force

Si on lâche un corps de masse m d'une certaine altitude, il tombe verticalement vers le bas en accélérant. Son mouvement change donc. Il doit y avoir une force qui s'exerce sur le corps. Cette force est exercée par la Terre qui l'attire. Ainsi :

Définition : Le poids (all. : Gewichtskraft ou Gewicht) **noté** **d'un corps**

.....

Le poids d'un corps **avec le lieu où le corps se trouve.**

L'unité de mesure du poids est celle d'une force à savoir

Le poids est mesuré avec(comme toutes les autres forces).

- Le poids de (nom élève) est plus faible sur la Lune que sur la Terre, parce que l'élève est moins fortement attiré par la Lune que par la Terre.
- Le poids diminue également avec l'altitude : si une fusée s'éloigne de la Terre, elle est de moins en moins fortement attirée.
- En apesanteur (Schwerelosigkeit) un astronaute, bien qu'ayant toujours la même masse m (exprimée en kg) a un poids nul : $P = 0 \text{ N}$.

8.6.2 Relation entre le poids et la masse

Dans le langage courant « masse » et « poids » sont souvent confondus. Il s'agit d'un **abus de langage** qui est favorisé par la relation qui existe entre les deux grandeurs physiques.

Expérience: Pour différents corps mesurons la masse à l'aide d'une balance électronique et le poids à l'aide d'un dynamomètre.

Tableau de mesures :

| Objet | Masse en kg | Poids en N | $\frac{P}{m}$ en N/kg |
|-------|-------------|------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | Valeur moyenne : | |

Conclusion :

- Si la masse du corps est alors le poids P du corps est également (aux incertitudes de mesures près, voir p P7)
- On dit que le poids P la masse m et on note :
- Le quotient (rapport) est un noté et est appelé ;
- L'intensité de pesanteur $g = \frac{P}{m}$ est une caractéristique du lieu où on se trouve.

Le poids \vec{P} d'un corps est à la masse m du corps.
Le quotient (rapport) d'un corps est un
..... est appelée : Son
symbole est et elle du lieu où on se trouve.
On peut donc écrire ou encore :

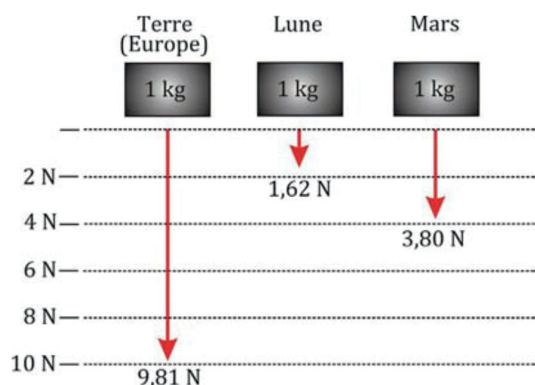
| Grandeur physique | Symbole | Unité SI | Symbole |
|---------------------------|---------|--------------------------|----------------|
| Poids | P | le newton | N |
| Masse | m | le kilogramme | kg |
| Intensité de la pesanteur | g | le newton par kilogramme | $\frac{N}{kg}$ |

Définition :

- La valeur de l'intensité de la pesanteur représente le poids d'un corps de masse 1 kg.
- L'intensité de la pesanteur est une caractéristique du lieu où on se trouve

Exemple :

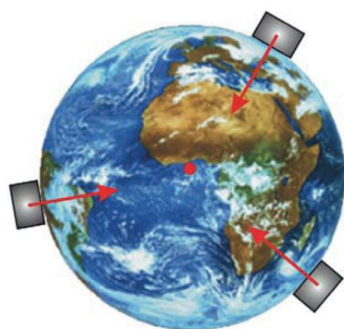
Sur Terre l'intensité de la pesanteur est égale à 9,81 N/kg. Ceci veut dire qu'un corps de masse 1 kg est attiré par la Terre avec une force (un poids) de 9,81 N. Sur la Lune il est attiré avec une force de 1,62 N. L'intensité de pesanteur sur la Lune vaut donc 1,62 N/kg ...



Tableaux avec les intensités de pesanteurs pour certains lieux :

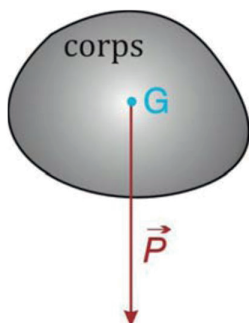
| Lieu (Corps céleste) | Intensité de la pesanteur g en N/kg |
|-------------------------|--|
| Terre : Équateur | 9,78 |
| Pôle | 9,83 |
| Europe centrale | 9,81 |
| Mount Everest | 9,78 |
| Lune | 1,62 |
| Mercure | 3,70 |
| Venus | 8,87 |
| Mars | 3,80 |
| Jupiter | 25,9 |
| Saturne | 9,28 |
| Uranus | 9,0 |
| Neptune | 11,6 |

8.6.3 Représentation du poids d'un corps



Comment peut-on représenter le poids d'un corps ?

- Si tu lâches un corps, il est accéléré verticalement vers le bas (plus précisément vers le centre de la Terre). Le poids a comme direction la verticale et son sens est vers le centre de la Terre (voir figure ci-dessus).
- Différents corps ont différents poids (ils sont plus ou moins fortement attirés par la Terre). On dit que les corps ont des poids de différentes intensités. (On dessine des flèches de différentes longueurs.)
- De plus, le poids s'applique au corps, le point d'application est situé sur le corps. Il est appelé centre de gravité et est noté G.



Ces caractéristiques sont celles d'un vecteur qui est représenté par une flèche.

Le poids est représenté par un vecteur de :

-
-
-
-

8.6.4 Différence entre le poids et la masse

- **La masse d'un corps est une mesure de la quantité de matière que ce corps renferme. Le poids d'un corps est la force d'attraction exercée par un corps céleste sur ce corps.**
- **L'unité de mesure de la masse m est le kilogramme : 1 kg. L'unité de mesure du poids P est le newton : 1 N.**
- **La masse d'un corps ne dépend pas du lieu où l'on se trouve. Le poids dépend du lieu où l'on se trouve.**
- **La masse est mesurée avec une balance à deux plateaux et des masses marquées. Le poids est mesuré avec un dynamomètre.**

Exercice P48 :*

Encerle les formules correctes !

$$m = P \cdot g \quad g = \frac{P}{m} \quad m = \frac{P}{g} \quad g = m \cdot P \quad P = m \cdot g \quad N = m \cdot g$$

Exercice P49 :*

- a. Mets le chiffre correspondant de la grandeur physique à laquelle sont associés le symbole et l'unité.
- b. Encerle en bleu les symboles pour les unités.
- c. Encerle en vert les symboles pour les grandeurs physiques.
 - (1) poids kg N/kg
 - (2) masse P g
 - (3) intensité de la pesanteur N m

Exercice P50 :**

- a) Donne les caractéristiques du poids d'un sac à dos de masse 5 kg.
- b) Dessine le sac à dos et représente le poids.

Exercice P51 :*

Une pierre a une masse de 500 g sur Terre. Détermine la masse que la pierre aurait sur la Lune.

Exercice P52 :*

Un astronaute ramasse une pierre de 2 kg sur la Lune.

- a. Détermine le poids de la pierre sur la Lune.
- b. Détermine le poids et la masse de la pierre sur Terre.
- c. Calcule la masse de l'astronaute sur la Lune, sachant que son poids sur Terre vaut 700 N.

Exercice P53 : **

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses? Justifie la réponse ! Corrige au besoin les affirmations !

- «Le poids d'une personne vaut 50 kg.»
- «La masse d'un astronaute est environ 6 fois plus faible sur la Lune que sur Terre.»
- «Sur Terre, l'intensité de la pesanteur change si la masse change.»
- «Dans l'expression $P = m \cdot g$, le «g» indique que la masse est exprimée en grammes. »

Exercice P54 : **

A l'équateur le poids d'un sac rempli de sable vaut 1200 N.

- Calcule la masse de sable.
- Dois-tu enlever ou rajouter du sable pour que le poids au pôle nord soit le même ? Explique d'abord sans calculer. Calcule ensuite la différence.

Exercice P55 : **

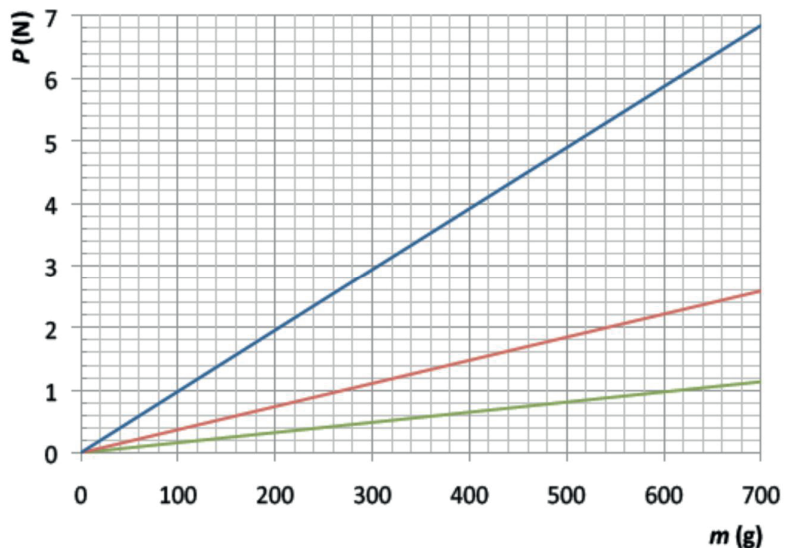
Un échantillon de pierres a une masse de 12,9 kg sur la planète Mars et un poids de 48,9 N.

- Calcule l'intensité de la pesanteur sur Mars.
- Calcule la masse et le poids des pierres sur Terre.
- Faut-il enlever ou rajouter des pierres pour que le poids sur Terre soit le même que sur Mars ? Justifie ! Calcule combien.

Exercice P56 : **

Voici les graphiques obtenus par des mesures de masses et de poids de différents corps sur différents corps célestes.

- Déduis à partir des graphiques la relation qui existe chaque fois entre masse et poids. Justifie la réponse !
- Détermine à partir des graphiques les corps célestes où les mesures ont été réalisées. Explique la démarche et indique tous les calculs !
- Trace sur le même diagramme la représentation graphique que l'on obtiendrait si on réalisait des mesures sur la planète Neptune. Explique !



Exercice P57 : **

Pour analyser si sur la lune «Europa» ($g = 1,31\text{N/kg}$) de la planète Jupiter se trouve de l'eau, on y a envoyé une sonde spatiale. Nous supposons qu'à l'atterrissage la masse de la sonde vaut 1,2 t.

- a. Que désigne g ?
- b. Calcule le poids de la sonde sur la lune de Jupiter.
- c. Au décollage sur Terre, la sonde contenait encore du carburant. Supposons que le poids de la sonde sur Terre avec son carburant était de 15,3 kN. Calcule la masse de carburant brûlé lors du voyage.

Exercice P58 : **

Un astronaute peut exercer au maximum une force de 300 N.

- a. Calcule la masse maximale d'une pierre qu'il peut soulever sur Terre.
- b. Calcule la masse maximale d'une pierre qu'il peut soulever sur la Lune avec la même force.

Exercice P59 : **

Un astronaute peut exercer au maximum une force de 250 N.

- a. Peut-il soulever une pierre de 90 kg sur la Lune? Explique !
- b. Quelle force devrait-il exercer pour soulever cette pierre sur Terre ?

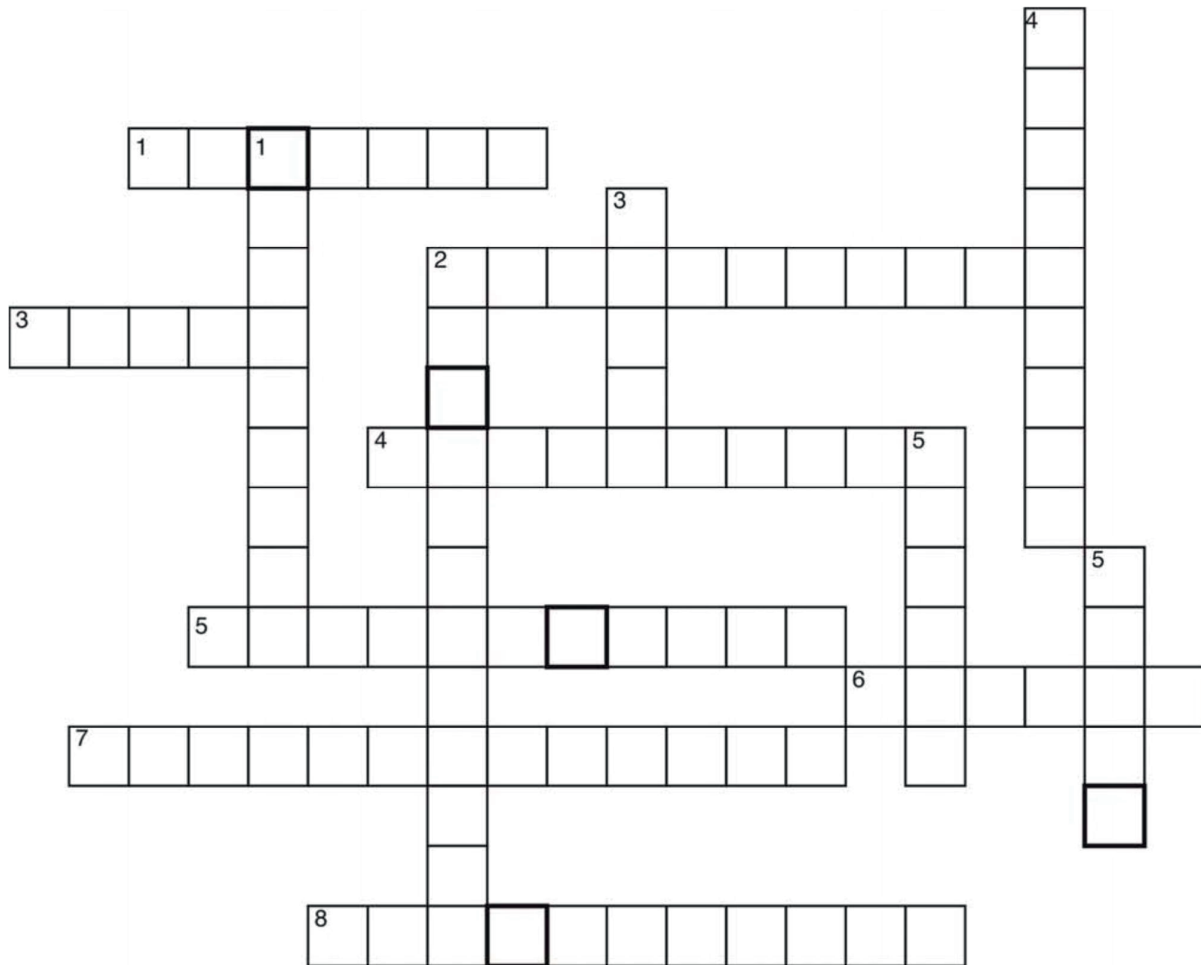
Exercice P60 : ***

Un cylindre en aluminium a une hauteur de 15 cm et un diamètre de 14 mm.

- a. Calcule le volume du cylindre.
- b. Calcule la masse du cylindre.
- c. Calcule la force qu'il faut exercer pour le soulever (en Europe centrale).

Mots croisés : forces

Les lettres en gras mis dans le bon ordre donnent le prénom d'un physicien célèbre :



Horizontal :

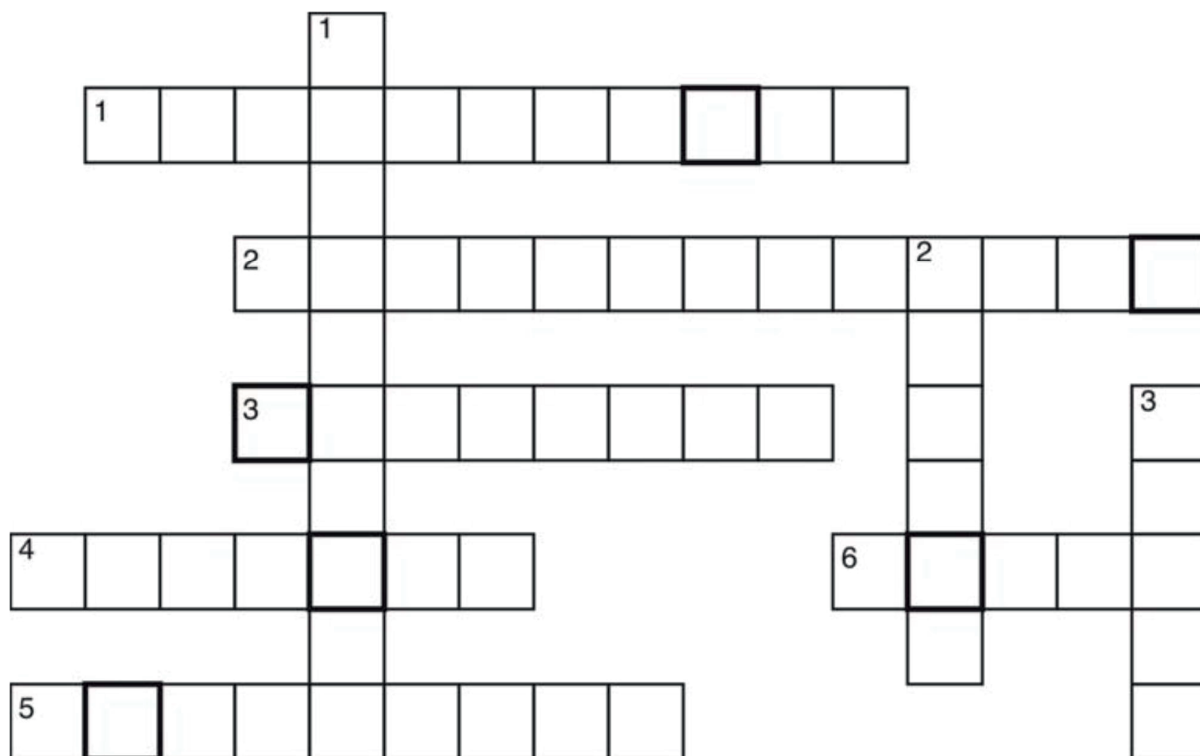
- 1 Constante de ...
- 2 Variation de longueur.
- 3 Loi de ...
- 4 Droite qui tient compte des incertitudes de mesure.
- 5 Peut être élastique ou plastique.
- 6 Ressort à ...
- 7 Relation entre force et allongement unité de force.
- 8 Instrument de mesure de forces.

Vertical :

- 1 Caractéristique d'une force.
- 2 Effet d'une force.
- 3 Grandeur ayant «F» comme symbole.
- 4 Lorsque le corps ne reprend plus sa forme initiale, la déformation est ...
- 5 Unité de force.
- 6 Force d'attraction.

Mots croisés : poids et masse

Les lettres en gras mis dans le bon ordre donnent un lieu avec une intensité de pesanteur très élevée : _____



Horizontal :

- 1 Le poids est une grandeur ...
- 2 Relation entre masse et poids en un lieu donné.
- 3 La masse est une grandeur ...
- 4 La représentation graphique de la masse en fonction du poids est une droite passant par l'...
- 5 Intensité de la ...
- 6 Grandeur qui change avec le lieu.

Vertical :

- 1 Le poids est une force d'...
- 2 Unité du poids.
- 3 Grandeur qui ne change pas avec le lieu.