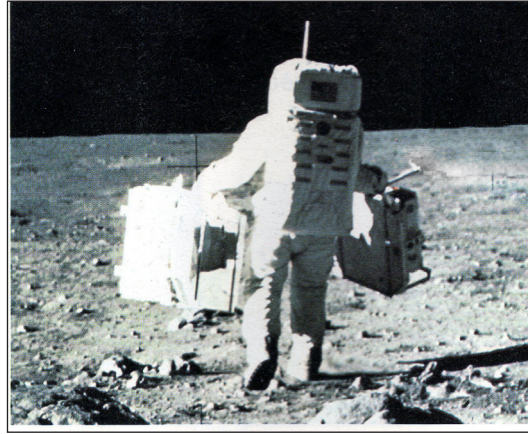
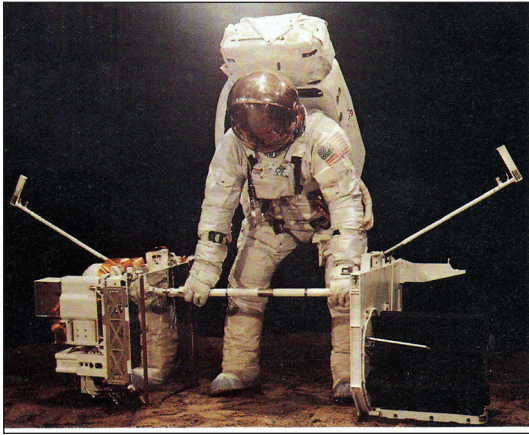


6. Le poids et la masse

6.1. Mise en contexte

- Pourquoi les astronautes peuvent-ils porter plus facilement leur équipement sur la Lune que sur la Terre ? Formule une hypothèse !



- Dans le langage courant tu dis : «Mon poids est de 60 kg.» Est-ce que cette phrase est correcte du point de vue physique ?

6.2. Poids d'un corps

Les astronautes peuvent soulever plus facilement leur équipement sur la Lune, car les corps sont plus faiblement attirés par la Lune que par la Terre.

Définition :

Le **poids** d'un corps, noté par le symbole P , est la force d'attraction exercée par la Terre (ou tout autre corps céleste) sur ce corps.

Propriétés du poids :

Le poids d'un corps change avec le lieu.

Il est plus facile de soulever un corps sur la Lune que sur la Terre, parce que le corps est moins fortement attiré par la Lune que par la Terre : le poids d'un corps est différent (plus petit) sur la Lune que sur la Terre.

La masse des corps est à l'origine de leur poids^R.

La Lune a une masse plus faible que la Terre, un corps est moins fortement attiré par la Lune que par la Terre.

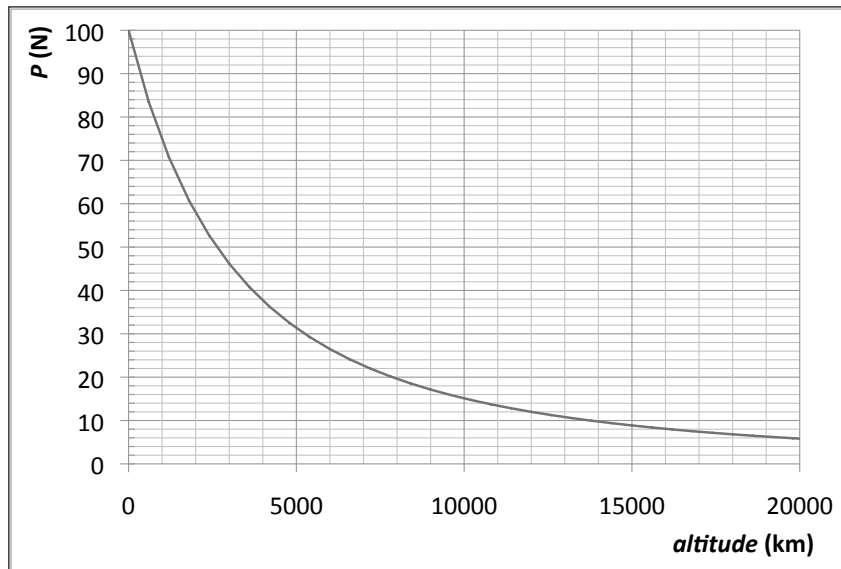
Remarque :

La force d'attraction entre un corps céleste et un corps dépend de la masse du corps et de la masse du corps céleste.

6.2.1. Pour en savoir plus

Le poids dépend également de l'altitude : si un corps s'éloigne de la Terre, il est de moins en moins fortement attiré.

La représentation graphique ci-dessous montre pour un corps de poids 100 N, la variation du poids sur Terre avec l'altitude.



Remarque : apesanteur

La station spatiale internationale (I.S.S.) se trouve à une altitude d'environ 300 km au-dessus de la Terre.

Les astronautes y flottent librement. Ils sont en «apesanteur». Le graphique à côté montre qu'ils ont un poids différent de zéro : ils sont donc toujours attirés par la Terre.

Être en apesanteur ne signifie pas ne plus être attiré !

6.3. Relation entre le poids et la masse

Dans le langage courant les termes 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.

Quelle pourrait être cette relation entre masse et poids de différents corps ? Formule une hypothèse !

6.3.1. Expérience de mise en évidence



Expérience

Pour différents corps mesurons la masse et le poids.

Comment mesure-t-on la masse d'un corps ? Comment mesure-t-on le poids d'un corps ?

Le poids est une grandeur physique. Il possède une unité et peut être mesuré avec un instrument de mesure (dynamomètre). L'unité du poids est le newton (symbole : N).

Pour mesurer le poids d'un corps avec un dynamomètre il suffit d'accrocher le corps au dynamomètre et de lire la valeur indiquée (voir aussi chapitre 7.3).

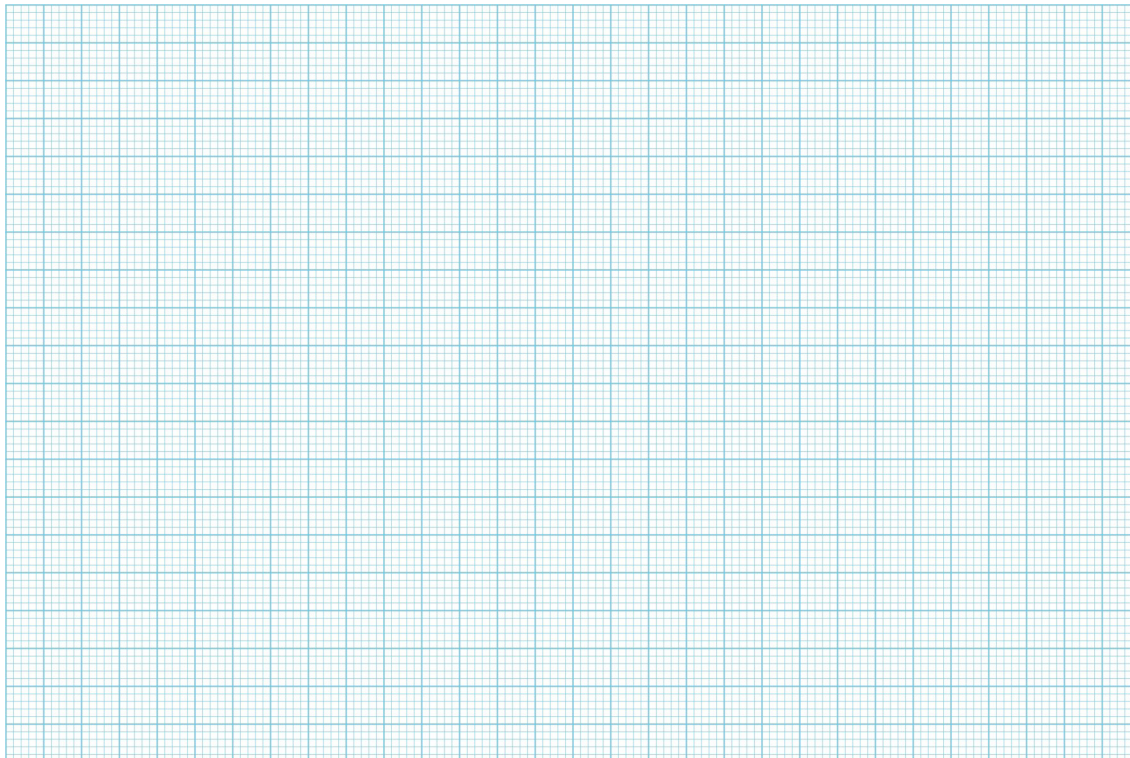
Le poids a comme unité le newton (N) et est mesuré avec un dynamomètre.

Remarque : force

Le poids est une force (voir chapitre 3). Toutes les forces ont comme unité le newton et sont mesurées avec un dynamomètre.

Tableau de mesures

m (kg)	P (N)	

Représentation graphique**Nous remarquons**

- Si la masse du corps est doublée (triplée), alors le poids du corps est également approximativement doublé (triplé) ;
- Le rapport $\frac{P}{m}$ est constant : $\frac{P}{m} = \text{constant}$;
- La représentation graphique du poids P en fonction de la masse m est une droite passant par l'origine.

Ces trois observations sont équivalentes et mènent à la conclusion suivante :

6.3.2. Relation entre la masse et le poids

Le poids P d'un corps est directement proportionnel à la masse m du corps. La constante de proportionnalité est appelée **intensité de la pesanteur**. Elle est notée avec le symbole g et dépend du lieu où on se trouve. On peut donc écrire $g = \frac{P}{m}$ ou encore :

Formule :

$$P = m \cdot g$$

Grandeur physique	Symbole	Unité S.I.
Poids	P	N
Masse	m	kg
Intensité de la pesanteur	g	$\frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Unité S.I. de l'intensité de la pesanteur :

Si $P = 1 \text{ N}$ et $m = 1 \text{ kg}$; alors $g = \frac{P}{m} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = 1 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. L'unité S.I.

de base de l'intensité de la pesanteur est le *newton par kilogramme* : $\frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

Signification de l'intensité de la pesanteur

La valeur de l'intensité de la pesanteur représente le poids d'un corps de masse 1 kg.

L'intensité de la pesanteur dépend du lieu où on se trouve (Tab. 1)

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 (Fig. 1).

Lieu (Corps céleste)	Intensité de la pesanteur g en $\frac{\text{N}}{\text{kg}}$
Terre : Équateur	9,78
Terre : Pôle	9,83
Terre : Europe centrale	9,81
Terre : 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

Tab. 1 : Intensités de la pesanteur sur différents corps célestes :

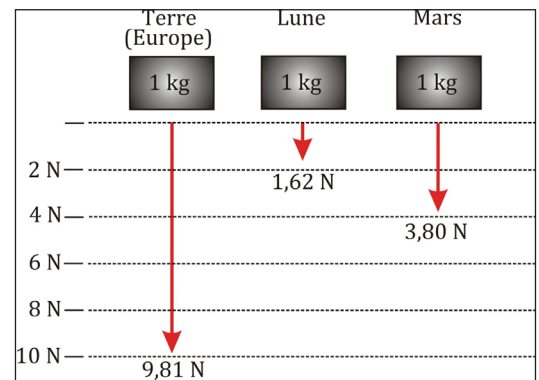


Fig. 1 : Poids d'un corps de masse 1 kg en différents endroits

Remarque : «g-force»

En Formule 1 on dit parfois: «Le pilote est soumis à «5 g» en freinant». Cette utilisation de «g» n'est pas toute à fait correcte du point de vue physique. Elle veut dire que sur le pilote agit une force qui est égale à 5 fois son poids.

Exemple :

Si le pilote a une masse de 70 kg, alors son poids vaut :

$$P = m \cdot g = 70 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \approx 690 \text{ N}$$

Avec «5 g» le pilote est soumis à une force d'environ $690 \text{ N} \cdot 5 = 2450 \text{ N}$.

(Le chapitre 3 à la page 150 permet de mieux comprendre la notion de force.)

6.3.3. Exploitation des mesures de l'expérience

Déterminons l'intensité de la pesanteur à partir des mesures de l'expérience précédente :

a) *A partir du tableau de mesure :*

Le quotient $\frac{P}{m}$ calculé dans le tableau de mesure est égal à l'intensité de la pesanteur. Comme résultat final tu peux considérer la moyenne des valeurs obtenus. Dans notre cas, ceci donne :

b) *A partir de la représentation graphique :*

En suivant la procédure expliquée en annexe 7 (tracer droite de régression ; choisir un point de la droite ; déterminer les coordonnées de ce point), nous trouvons comme valeur de l'intensité de la pesanteur :

6.3.4. Représentation du poids d'un corps

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

- Si tu lâches un corps, celui-ci se met en mouvement verticalement vers le bas (plus précisément vers le centre de la Terre). Le poids a comme direction la verticale et le sens est vers le bas. Tous les corps sur Terre sont attirés vers le centre de la Terre (Fig. 1). Ceci explique pourquoi tu ne tombes pas de la Terre si tu te trouves sur l'hémisphère sud.
- Différents corps ont différents poids (il sont plus ou moins fortement attirés par la Terre). Le poids a une intensité, exprimée en newton (symbole : N). On dit que les corps ont des poids de différentes intensités.
- 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.

Le poids est caractérisé par une direction, un sens, une intensité et un point d'application.

Ces caractéristiques sont celles d'un **vecteur** qui est représenté par une **flèche**. En représentant le poids par une telle flèche, il est complètement caractérisé (Fig. 2).

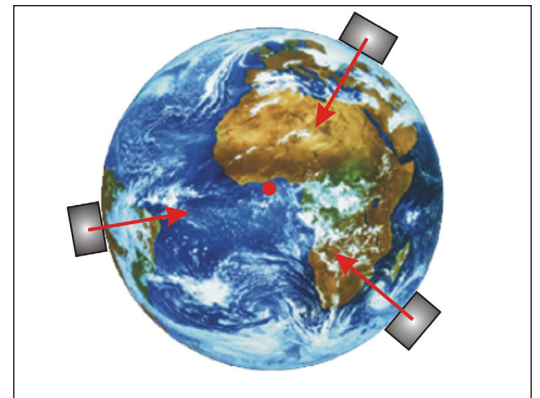


Fig. 1 : Tous les objets sont attirés vers le centre de la Terre.

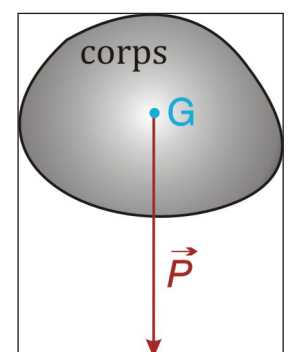


Fig. 2 : Le poids est représenté par un vecteur de :

- Direction : la verticale
- Sens : vers le centre de la Terre
- Intensité : exprimée en Newton (N)
- Point d'application : centre de gravité (G)

Une grandeur qui peut être représentée par un vecteur est une grandeur vectorielle.

Le poids est une grandeur vectorielle^R.

Remarque : poids et force

Nous allons voir que toutes les forces peuvent être représentées par des vecteurs.

6.3.5. Différences entre le poids et la masse

Comme la masse d'un corps indique la quantité de matière contenue dans le corps, et comme cette quantité ne change pas si on passe d'un lieu à un autre, la masse d'un corps reste inchangée.

De plus, la masse a uniquement une intensité. Il s'agit d'une grandeur scalaire.

Ainsi, tu vois que la masse et le poids sont deux grandeurs physiques différentes :

La masse d'un corps ne change pas avec le lieu où l'on se trouve. Le poids change avec le lieu où l'on se trouve.

Le poids est une grandeur vectorielle. La masse est une grandeur scalaire.

La masse s'exprime en kilogramme. Le poids s'exprime en newton.

6.4. Exercices résolus

EXERCICE RÉSOLU 1 : La masse d'une pierre sur la Terre vaut 5 kg. Calcule le poids de la pierre sur la Terre et sur la Lune.

Solution :

Données : masse : $m = 5 \text{ kg}$

intensité de la pesanteur (Terre): $g_T = 9,81 \text{ N/kg}$

intensité de la pesanteur (Lune): $g_L = 1,62 \text{ N/kg}$

Cherché : poids sur la Terre : P_T ; poids sur la Lune : P_L

Poids sur la Terre P_T : $P_T = m \cdot g_T = 5 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 49,05 \text{ N}$

Poids sur la Lune P_L : $P_L = m \cdot g_L = 5 \text{ kg} \cdot 1,62 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 8,10 \text{ N}$

EXERCICE RÉSOLU 2 : Sur la Lune le poids d'une pierre vaut 15 N. Calcule la masse de la pierre sur la Lune et sur la Terre (Europe centrale).

Solution :

Données : poids sur la Lune : $P_L = 15 \text{ N}$

intensité de la pesanteur (Terre): $g_T = 9,81 \text{ N/kg}$

intensité de la pesanteur (Lune): $g_L = 1,62 \text{ N/kg}$

Cherché : masse : m

Pour calculer la masse m de la pierre tu dois d'abord transformer la formule : $P = m \cdot g$. On obtient : $m = \frac{P}{g}$.

Masse de la pierre sur la Lune : $m = \frac{P_L}{g_L} = \frac{15 \text{ N}}{1,62 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 9,26 \text{ kg}$.

Comme la masse d'un corps est indépendante du lieu, la masse de la pierre vaut également 9,26 kg sur la Terre.

Méthodes de transformation d'équations :

- Mathématiquement :

$$P = m \cdot g \quad | \div g$$

$$\Leftrightarrow \frac{P}{g} = m$$

$$\Leftrightarrow m = \frac{P}{g}$$

- Par la «méthode du triangle» : voir annexe 8

6.5. Exercices

EXERCICE 1 :*

Marque 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 2 :*

- 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	<input type="checkbox"/> kg	<input type="checkbox"/> N/kg
(2) masse	<input type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> g
(3) intensité de la pesanteur	<input type="checkbox"/> N	<input type="checkbox"/> m

EXERCICE 3 :*

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

EXERCICE 4 :*

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 5 :**

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

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

EXERCICE 6 :**

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

- a) Calcule la masse de sable.
- b) 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 7 : **

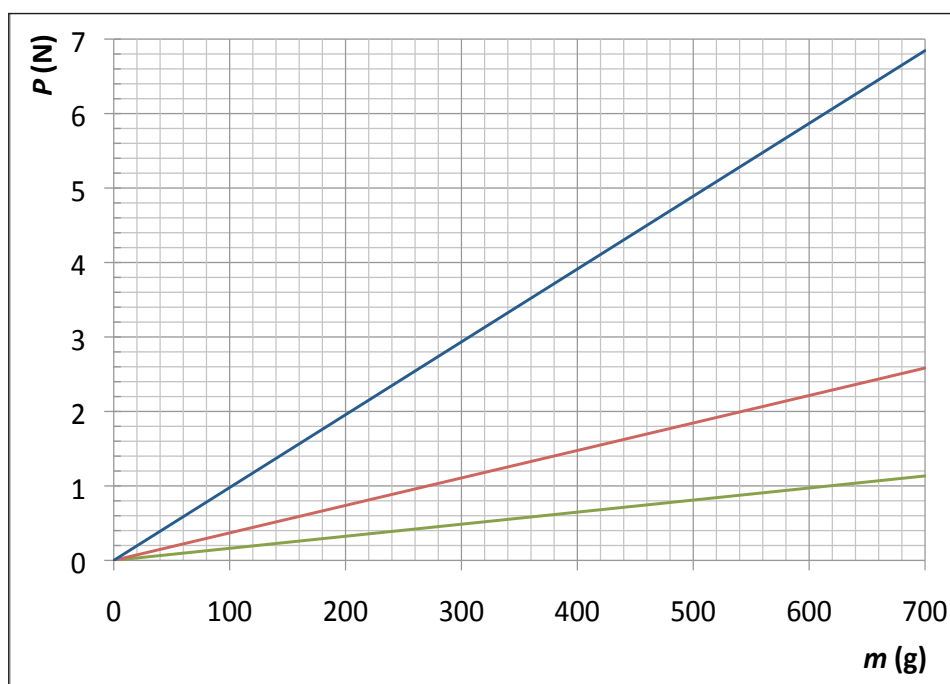
Un échantillon de pierres a une masse de 12,9 kg sur la planète Mars et un poids de 48,9 N.

- 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 8 : **

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 9 : ****

Pour analyser si sur la lune «Europa» ($g = 1,31 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$) 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.

- Que désigne g ?
- Calcule le poids de la sonde sur la lune de Jupiter.
- 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 10 : **

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 11 : **

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 12 : ***

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

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

EXERCICE 13 : ***

Pour soulever la plaque d'une table en forme de pavé il faut exercer une force de 190 N. La plaque a une épaisseur de 2,5 cm, une longueur de 1,8 m et une largeur de 9 dm.

De quel type de bois pourrait-êtré formée la plaque de la table ? Explique !

EXERCICE 14 : ***

Calcule le poids sur Terre d'une bouteille contenant 1,5 l d'eau.

EXERCICE 15 : ***

Le poids sur Terre d'une lampe entièrement faite en aluminium est de 17 N. Calcule le volume de la lampe.

EXERCICE 16 : * (POUR EN SAVOIR PLUS)**

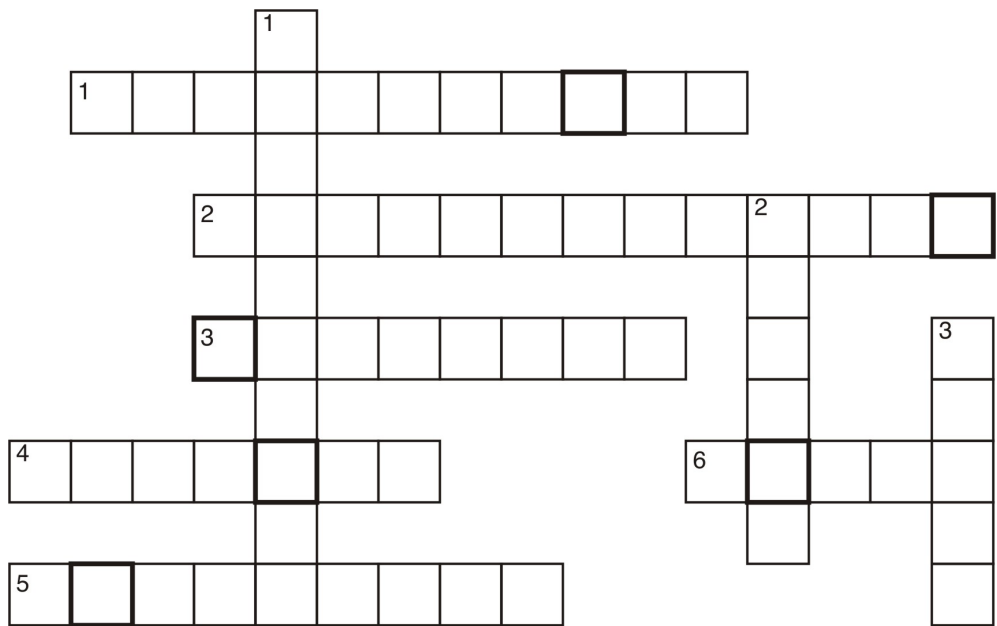
Une sonde spatiale de masse 2,5 t est envoyée depuis la Terre pour explorer notre système Solaire.

- a) Explique comment la masse de la sonde varie lorsqu'elle s'éloigne de la Terre.
- b) Explique comment le poids de la sonde varie lorsqu'elle s'éloigne de la Terre.
- c) Détermine le poids de la sonde à une distance de 10000 km de la Terre.
- d) Le poids de la sonde n'est plus que 20 % du poids au sol.



Détermine à quelle altitude elle se trouve.

MOTS CROISÉS : POIDS ET MASSE



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.

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

6.6. Résumé / Questions de cours

Le **poids** d'un corps, noté P , est la force d'attraction exercée par la Terre (ou tout autre corps céleste) sur ce corps.

Le poids est dirigé vers le centre de la Terre. Il s'exprime en newtons et dépend du lieu où on se trouve. Le poids est une grandeur vectorielle.

La **masse** s'exprime en kilogrammes et ne dépend pas du lieu où on se trouve. La masse est une grandeur scalaire.

En un lieu donné, le poids est directement proportionnel à la masse. La constante de proportionnalité, notée g , est appelée **intensité de la pesanteur**. Sa valeur en Europe centrale est $g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

La représentation graphique du poids en fonction de la masse est une droite passant par l'origine.

La relation entre la masse et le poids d'un corps peut s'exprimer par la **formule** suivante :

$$P = m \cdot g$$

Grandeur physique	Symbole	Unité S.I.
Poids	P	N
Masse	m	kg
Intensité de la pesanteur	g	$\frac{\text{N}}{\text{kg}}$

6.7. Check-list

Cette liste sert à contrôler tes connaissances et capacités. Elle peut être utile pour la préparation du devoir en classe.

Pour les affirmations suivantes, coche la case qui te semble la plus adaptée !

	Je sais, je connais, ...	oui	non
1	Je sais définir le poids d'un corps.		
2	Je connais l'unité S.I. du poids.		
3	Je connais le symbole du poids.		
4	Je sais représenter le poids d'un corps.		
5	Je sais mesurer le poids d'un corps.		
6	Je connais la relation qui existe entre la masse et le poids d'un corps.		
7	Je connais l'unité S.I. de l'intensité de la pesanteur.		
8	Je connais le symbole de l'intensité de la pesanteur.		
9	Je sais expliquer «intensité de la pesanteur».		
10	Je sais transformer la formule qui relie le poids et la masse.		
11	Je sais utiliser la formule qui relie le poids et la masse pour résoudre des exercices.		
12	Je sais donner la (les) différence(s) entre masse et poids.		
13	Je sais faire une représentation graphique de la masse en fonction du poids.		
14	Je sais déterminer l'intensité de la pesanteur à partir d'une représentation graphique du poids en fonction de la masse.		
15	Je sais reconnaître une proportionnalité (de 3 façons différentes).		
16	Je connais les caractéristiques du poids.		