

Leçon n°5 : Poids et masse.

Equilibre d'un objet soumis à deux forces

Objectifs :

- *Connaître la relation entre poids et masse ;*
- *Connaître la distinction entre poids et masse ;*
- *Savoir représenter le poids d'un objet ;*
- *Savoir quelles sont les conditions d'équilibre d'un objet soumis à deux forces.*

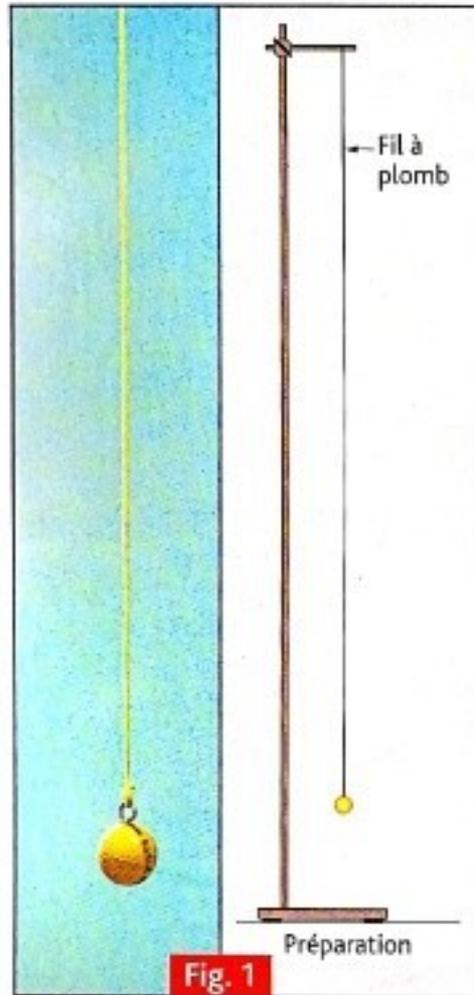
I) Qu'est-ce que le poids d'un objet ?

Etudions le document suivant et répondons aux questions.

Pourquoi et comment un objet tombe-t-il ?

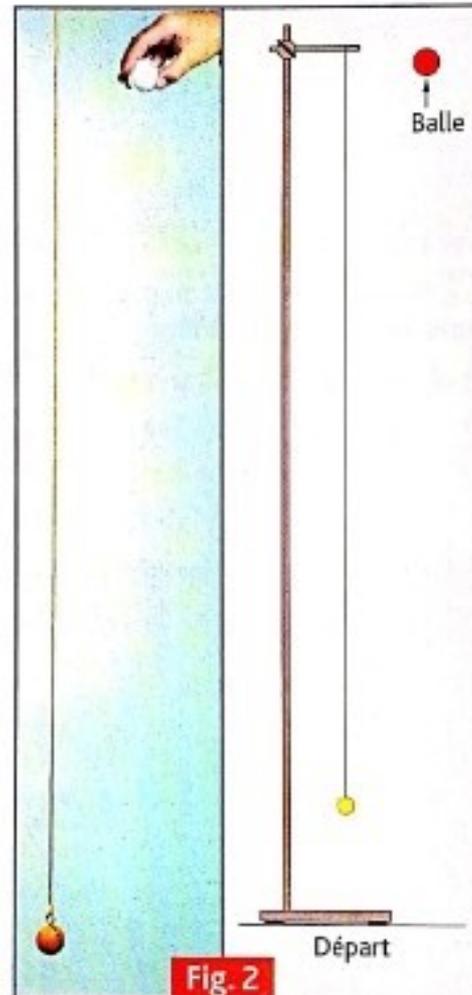
1. Installation d'un fil à plomb

- Suspendons un fil à plomb.
- Attendons qu'il soit au repos.



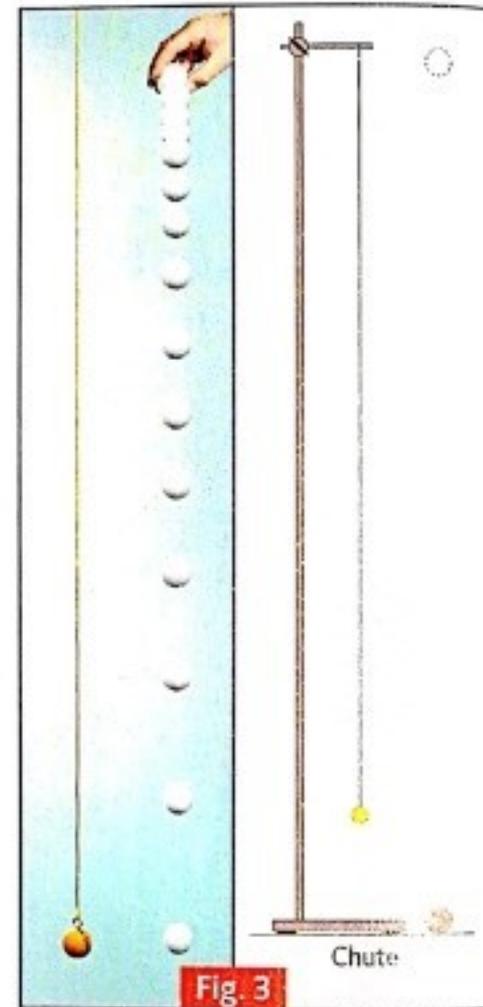
2. Préparation du lâcher d'une balle

- Tenons une balle de golf à proximité du fil à plomb.
- Apprêtons-nous à la lâcher.



3. Lâcher de la balle

- Lâchons la balle et réalisons une chronophotographie de sa chute



Observez

1. Quelle est la direction du fil à plomb au repos (Fig. 1) ?
2. Par quel point de la Terre passe la direction du fil à plomb ?
3. Suivant quelle direction s'effectue le mouvement du centre de la balle (Fig. 3) ?
4. Dans quel sens s'effectue le mouvement de la balle ?

Interprétez

5. Pour quelle raison la balle tombe-t-elle lorsqu'on la lâche ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question :
« Pourquoi et comment un objet tombe-t-il ? »

1) Le fil à plomb (au repos) indique la **direction verticale.**

2) La direction verticale passe par le **centre de la Terre.**

3) Lorsque la balle tombe, le mouvement du centre de la balle s'effectue selon la direction **verticale**.

4) Le sens de la chute est du **haut vers le bas** .

5) La balle tombe parce que **la Terre l'attire** . Sa chute est due à **l'attraction gravitationnelle** de la **Terre** .

La balle chute à cause de **son poids** .

Conclusion :

Un objet tombe sous l'effet de son poids .

Le poids d'un objet est l'attraction que la Terre exerce sur cet objet .

Un objet tombe verticalement, de haut en bas.

II) Poids et masse d'un objet :

A) Relation entre poids et masse :

- La masse d'un objet est la quantité de matière (le nombre de molécules) qui compose cet objet.

La **masse** se mesure avec **une balance** et s'exprime en **kilogramme** .

- Le poids d'un objet (sur Terre) est l'attraction gravitationnelle que la Terre exerce sur cet objet.

Le **poids** se mesure avec **un dynamomètre** et s'exprime en **Newton (N)** .

Activité expérimentale :

Vous disposez de trois objets.

- 1) Mesurer successivement la masse et le poids de chacun des objets et reporter les résultats dans le tableau ;
- 2) Convertir les masses mesurées en kilogramme ;
- 3) Pour chaque objet, diviser son poids (en Newton) par sa masse (en kilogramme). Reporter les résultats dans la dernière ligne du tableau.
- 4) Que constatez-vous ?

Masse m (en g) indiquée par la balance	20 g	40 g	80 g
Masse m (en kg)	0,02 kg	0,04 kg	0,08 kg
Poids P (en Newton) indiqué par le dynamomètre	0,2 N	0,4 N	0,8 N
Rapport P/m (en N/kg)	0,2 /0,02 = 10 N/kg	0,4 /0,04 = 10 N/kg	0,8 /0,08 = 10 N/kg

Constatation :

Le rapport P/m est constant
et égal à 10 Newton / kilogramme.

Conclusion : En un lieu donné, le poids P d'un objet est proportionnel à la masse m de cet objet.

La valeur de ce rapport est notée g et appelée l'intensité de la pesanteur.

L'intensité de la pesanteur, g , s'exprime en Newton par kilogramme (N/kg).

A Paris, la valeur exacte est : $g = 9,81 \text{ N/kg}$.

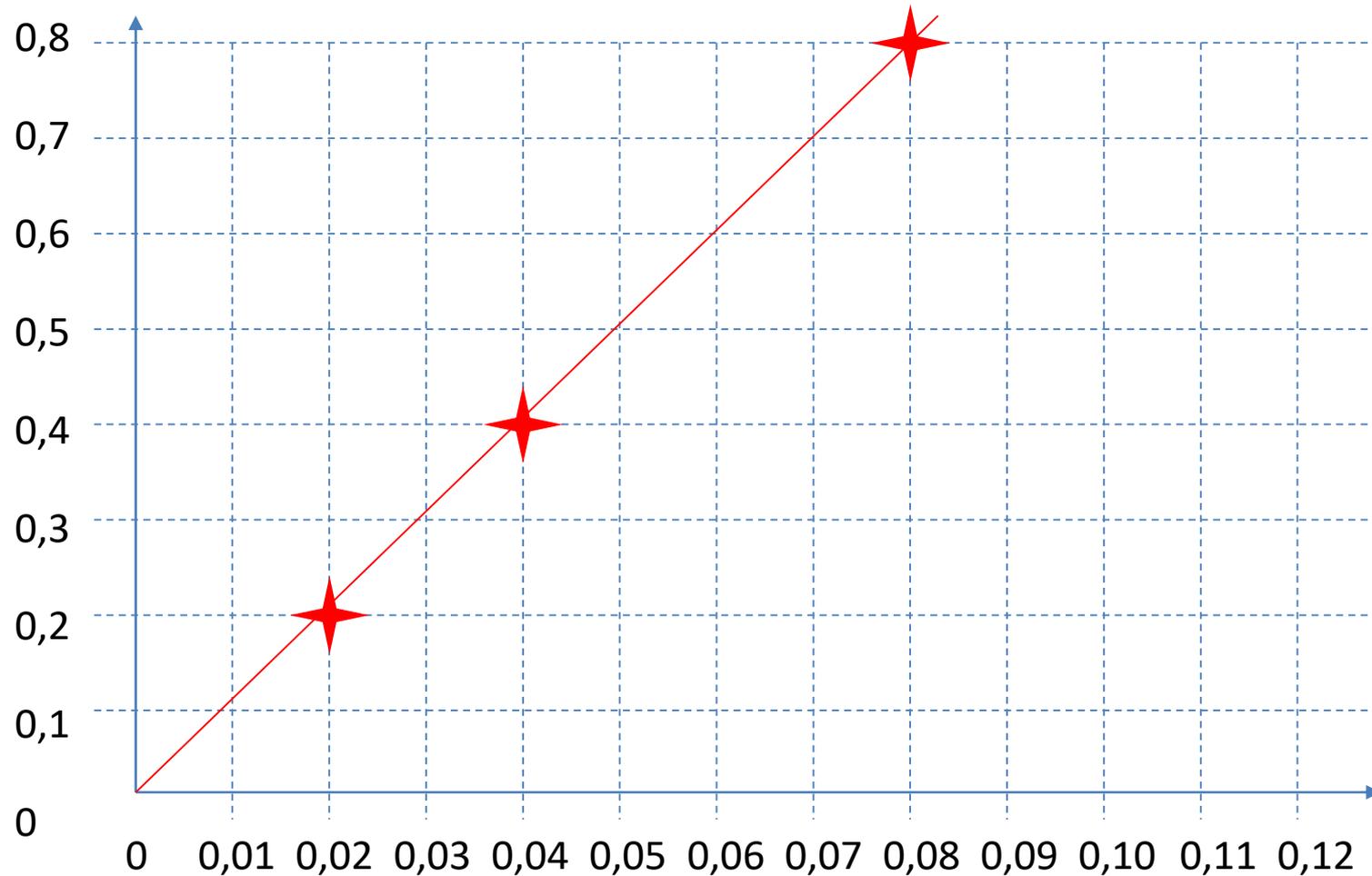
On écrit donc :

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

Ou $P = m \times g$

N.B. : On peut se rendre compte facilement qu'il y a une relation de proportionnalité entre le poids et la masse en traçant le graphique $P = f(m)$. On place la masse sur l'axe des abscisses et le poids sur l'axe des ordonnées.

Poids en Newton (N)



Masse en kilogramme (kg)

- On voit qu'il y a proportionnalité entre P et m parce que la représentation graphique est une droite qui passe par l'origine du repère (le point $(0;0)$) .

La relation est donc de type :

$$y = a x \quad \text{où}$$

- $y = P$ (l'ordonnée est le poids)
- $x = m$ (l'abscisse est la masse)
- a est le coefficient directeur de la droite (la pente).

Ce coefficient directeur « a » est égal à g , l'intensité de la pesanteur.

B) Distinction entre poids et masse :

Répondons aux questions de l'activité documentaire suivante :

Le poids et la masse d'un objet sont-ils les mêmes sur la Terre et sur la Lune ?

1. Poids et masse sur la Terre

- À l'aide d'une balance Roberval, on a déterminé la masse, m_T , d'un objet sur Terre.
- À l'aide d'un dynamomètre, on a mesuré son poids, P_T .

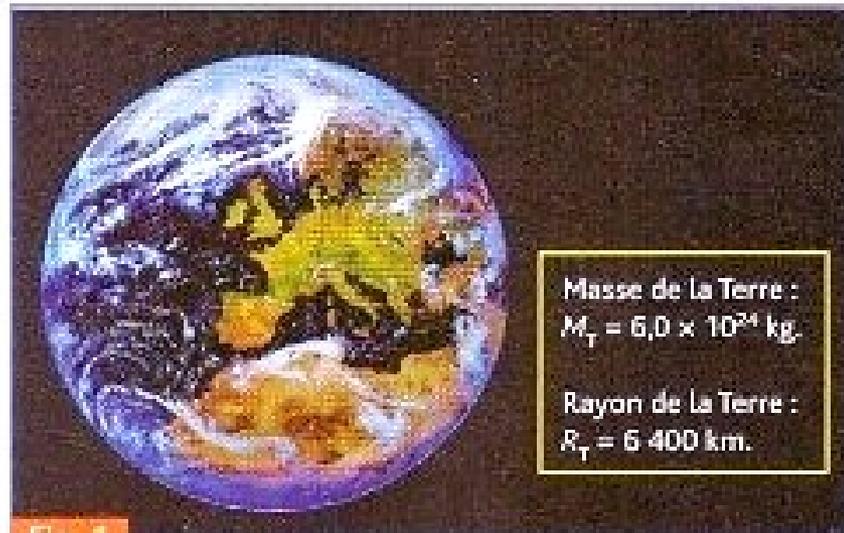
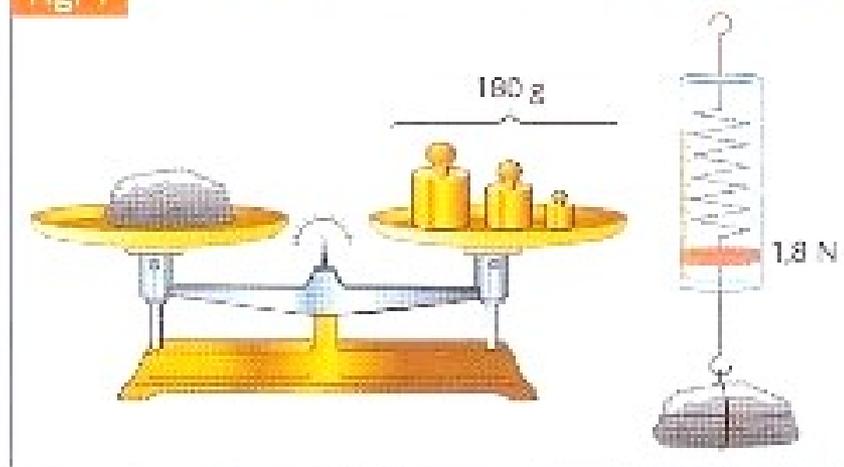


Fig. 1

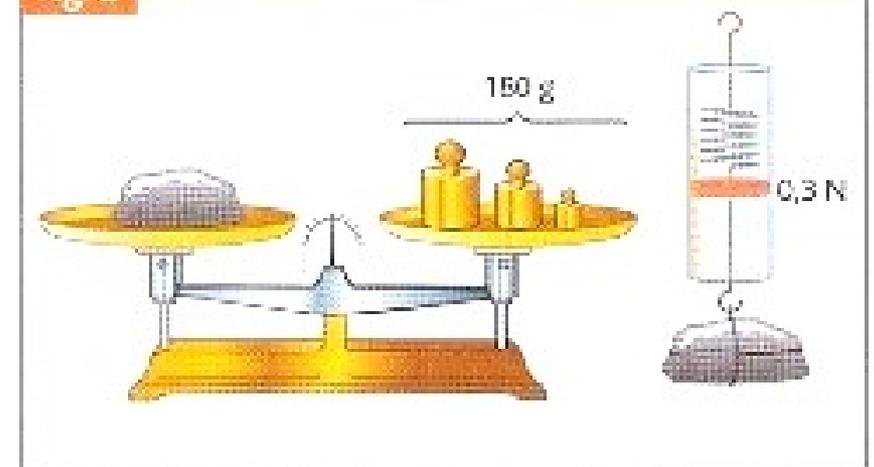


2. Poids et masse sur la Lune

- On a effectué les mêmes opérations sur la Lune afin de déterminer la masse du même objet, m_L , et son poids, P_L .



Fig. 2



Le coin Ressources

- La masse d'un objet caractérise la quantité de matière qu'il renferme.
- Le poids est la manifestation de l'attraction gravitationnelle d'une planète sur cet objet.

Extrayez des informations

1. Relevez les valeurs des masses de l'objet sur Terre et sur la Lune. Faites de même pour les poids.

Exploitez vos informations

2. Comparez les valeurs des masses m_T et m_L de l'objet.
3. Comparez les poids P_T et P_L du même objet.
4. Qu'est-ce qui varie ? Qu'est-ce qui ne varie pas ?
5. Comparez les quotients P_T/m_T et P_L/m_L après avoir converti les masses en kilogramme. Que représentent-ils ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question :
« Le poids et la masse d'un objet sont-ils les mêmes sur la Terre et sur la Lune ? »

m_L	m_T	P_L	P_T	$g_T = P_T / m_T$ (N/kg)	$g_L = P_L / m_L$ (N/kg)
0,18 kg	0,18 kg	0,3 N	1,8 N	10 N/kg	1,67 N/kg

Donc

$$m_T = m_L$$

mais

$$P_T > P_L$$

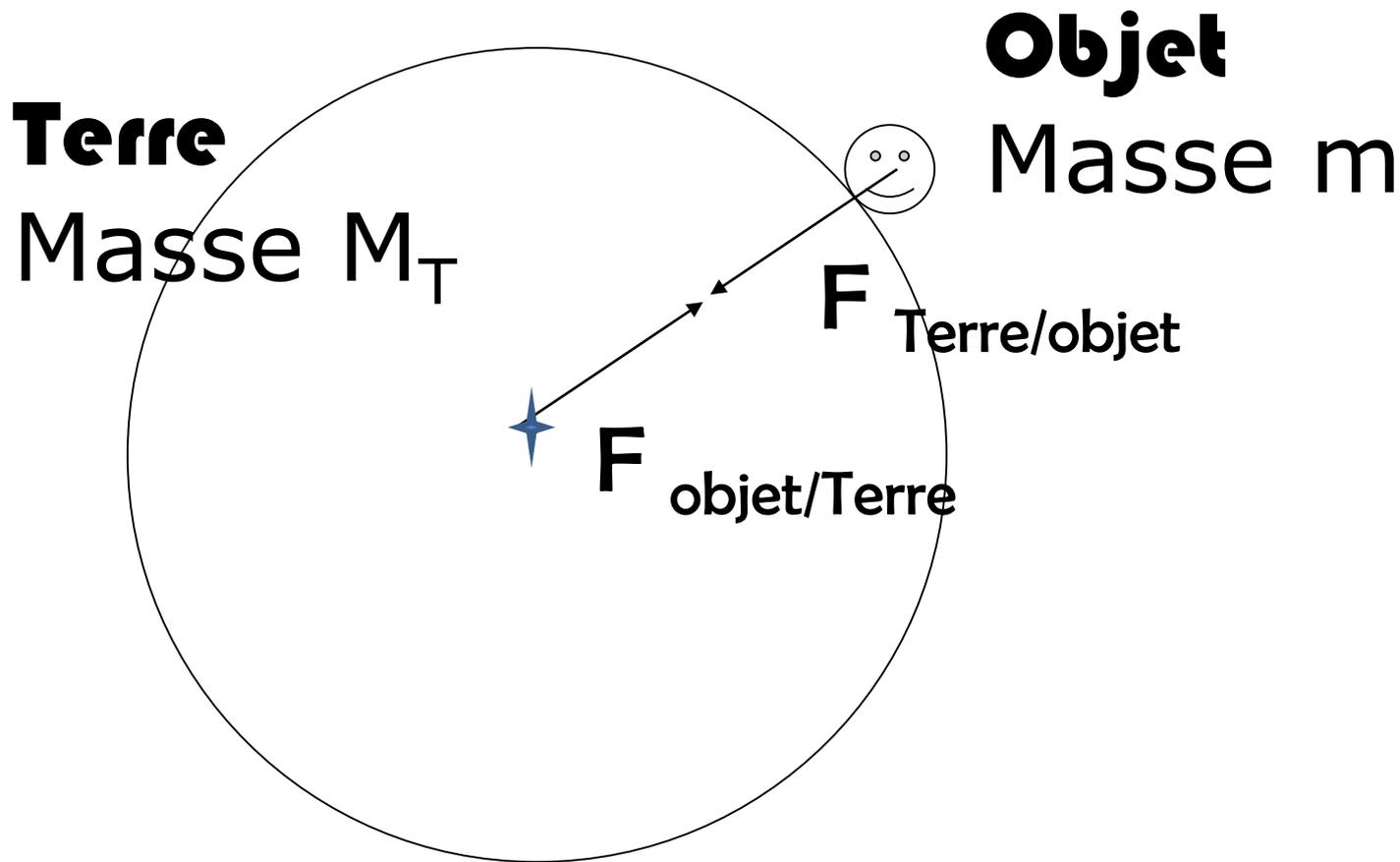
Conclusion :

La masse d'un objet ne varie pas selon le lieu.

Le poids d'un objet varie selon le lieu.

III) Relation entre force de gravitation et poids d'un objet :

Le poids d'un objet sur Terre est l'attraction que la Terre exerce sur l'objet. C'est donc la force de gravitation exercée par la Terre sur l'objet posé à sa surface (ou près de sa surface).



Distance entre le centre de la Terre et le centre de l'objet : R_T , le rayon de la Terre (on néglige le rayon de l'objet devant celui de la Terre).

La force de gravitation exercée par la Terre sur l'objet s'exprime :

$$F_{\text{Terre/objet}} = G \times (m \times M_T) / R_T^2.$$

Cette force représente le poids de l'objet, on peut donc l'appeler P.

On a donc : $P = m \times g$ et

$$P = m \times (G \times M_T / R_T^2)$$

On constate donc que :

$$g = G \times M_T / R_T^2$$

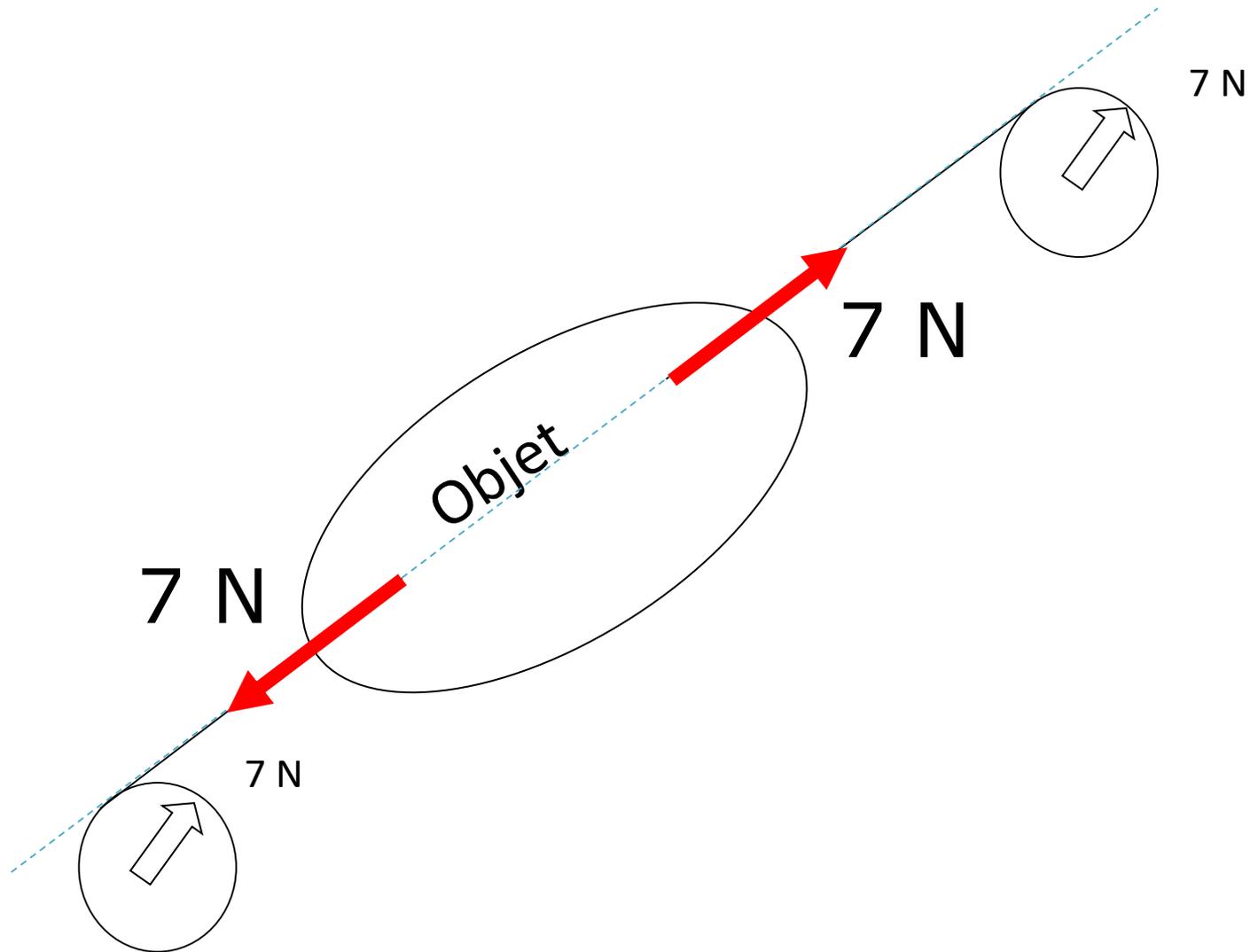
L'intensité de la pesanteur g sur la Terre peut donc être exprimée en fonction de :

- la constante de gravitation universelle G
- de la masse de la Terre M_T
- et du rayon de la Terre au carré R_T^2

IV) Equilibre d'un objet soumis à deux forces :

Suspendons un objet très léger (poids négligeable) à deux dynamomètres circulaires et observons les conditions nécessaires à l'équilibre de l'objet.

L'objet est en équilibre s'il ne bouge plus.



Observons : L'objet est en équilibre lorsque les deux dynamomètres indiquent la même **valeur** et lorsque les deux ficelles qui suspendent l'objet sont portées par la même **droite** .

Conclusion :

Un objet soumis à deux forces est **en équilibre si les deux forces sont opposées**, c'est-à-dire si les deux forces ont la même **valeur**, sont portées par la même **direction** mais ont des sens **opposés** .

L'impesanteur



▲ Fig. 4

En orbite autour de la Terre, les astronautes semblent flotter dans leur satellite (Fig. 4). Il en va de même des objets qui les entourent si on les abandonne à eux-mêmes. Comment expliquer ce phénomène ? Les astronautes et les objets n'ont-ils plus de poids ?

Le poids d'un corps est dû à l'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur ce corps. Cette attraction s'exerce encore à des centaines de milliers de kilomètres de notre planète. Sur Terre, lorsque l'on saute ou lorsqu'on est assis, on a l'impression d'être attiré vers le bas : on tombe dans le premier cas, la chaise nous retient dans le second cas. C'est ainsi que se manifeste la pesanteur.

Un satellite en orbite autour de la Terre n'en finit pas de tomber : il ne touche jamais le sol. Pour les astronautes en orbite, tout se passe comme s'ils tombaient de la même façon que leur satellite : ils semblent ne plus posséder de poids. On dit qu'ils sont en état d'impesanteur dans le satellite.

?

1. Qu'appelle-t-on impesanteur ?
2. Un astronaute en orbite autour de la Terre à 400 km d'altitude a-t-il encore un poids ?
3. Recherchez comment on essaie de créer des conditions d'impesanteur sur Terre.

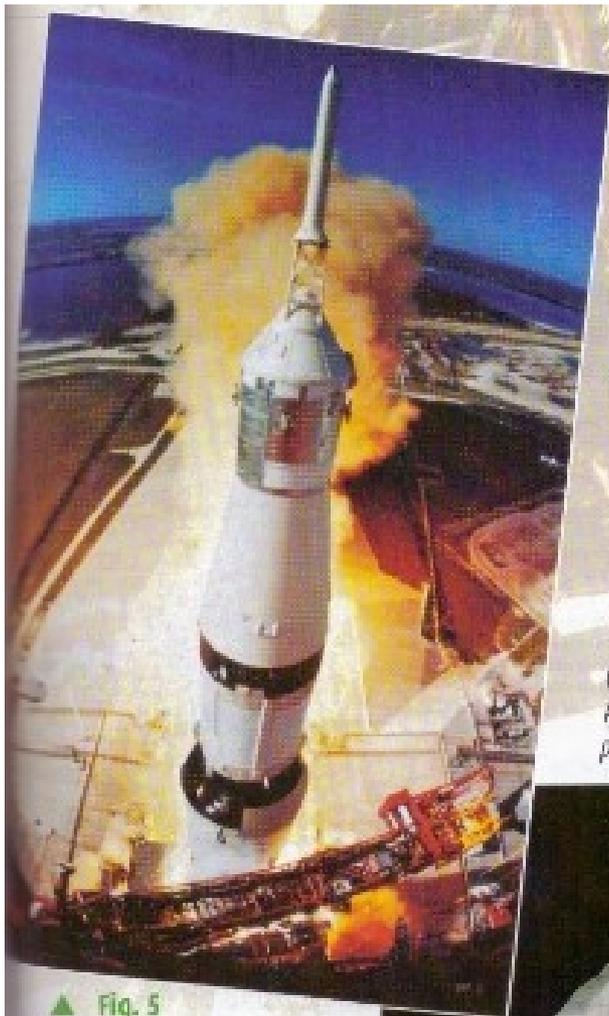
D O C U M E N T S

CONQUÊTE SPATIALE

De la Terre à la Lune

C'est en 1969, lors de la mission Apollo XI, que l'Homme pose les pieds sur la Lune pour la première fois. Pour cela, il a fallu construire une fusée Saturne V (Fig. 5) pesant 3 100 tonnes, haute de 111 m (40 étages), afin d'embarquer suffisamment de propergols.

Après une mise en orbite autour de la Terre, le troisième étage de la fusée est propulsé à une vitesse de 11,2 km/s pour échapper à l'attraction terrestre. Le module spatial et le module lunaire arrimés s'éloignent de la Terre et entrent dans une région où l'attraction de la Lune l'emporte sur celle de la Terre. Avec une trajectoire et une vitesse précises, l'ensemble est mis en orbite autour de la Lune. Après quelques révolutions autour de notre satellite, le module lunaire se sépare du vaisseau spatial, qui restera en orbite et l'attendra pour le retour. Ce module lunaire (LEM) touche le sol lunaire le 21 juillet 1969. À 3 h 56 min (heure française), Neil Armstrong pose le pied sur la Lune et prononce la phrase célèbre : « *C'est un petit pas pour l'homme, un bond de géant pour l'humanité.* » (Fig. 6).



▲ Fig. 5



Fig. 6 ►



1. Quelle est la vitesse, en kilomètre par heure, que doit atteindre un engin spatial pour échapper à l'attraction terrestre ?
2. Qu'appelle-t-on « propergol » ?
3. Recherchez quels ont été les travaux accomplis par les astronautes sur la Lune lors des différentes missions Apollo.

POIDS ET MASSE

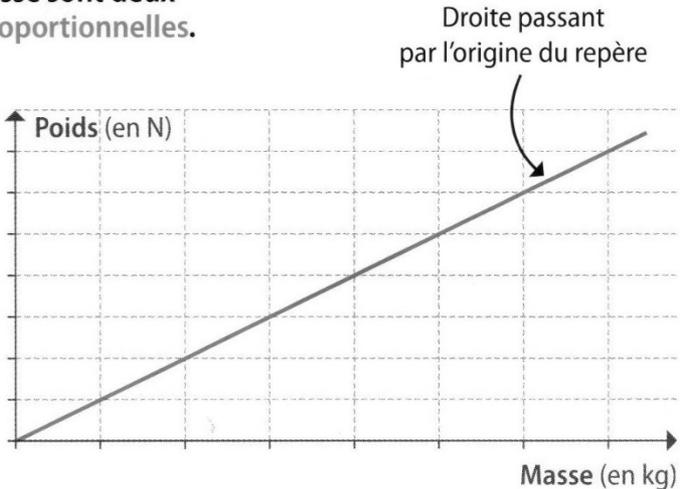
Poids et masse sont deux grandeurs proportionnelles.

Masse (en kg) →

$$P = m \times g$$

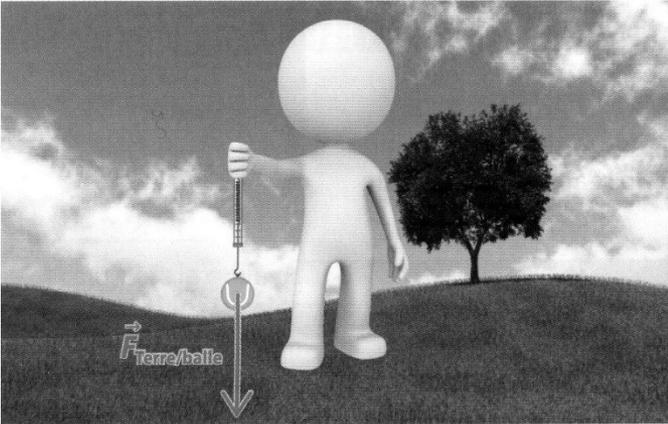
← Intensité de la pesanteur (en N/kg)

Poids (en N)



DIFFÉRENCE ENTRE POIDS ET MASSE

Poids sur la Terre



Poids sur la Lune



Le poids dépend du lieu.
La masse est invariable.

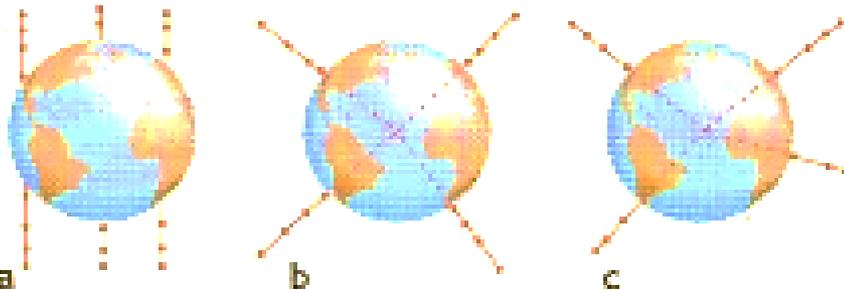
EXERCICES

1 Recopiez et complétez

- a. Le poids d'un corps s'exerce suivant la ... du lieu.
- b. La masse d'un corps s'exprime en ..., dont le symbole est
Le poids d'un corps s'exprime en ..., de symbole
En un lieu donné, le poids d'un corps est ... à la masse.
- c. Le poids d'un corps ... du lieu où l'on se trouve.
L'intensité de la pesanteur sur Terre se note ... et sa valeur est de 10

2 Choisissez la bonne réponse

Une balle est lâchée à proximité de la Terre. On la photographie à intervalles de temps réguliers.
Quelle est la bonne représentation ?



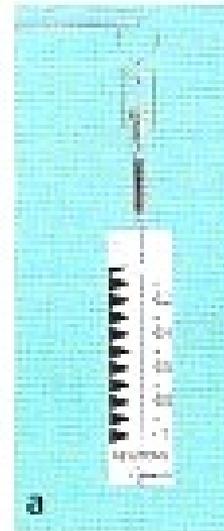
3 Complétez le tableau

Recopiez le tableau et remplissez les cases vides.

m	10 g		5,5 kg	
P		10 N		0,01 N

4 Trouvez le bon instrument de mesure

Ana a pesé une balle de golf avec les deux instruments de mesure suivants.



Elle a noté sur un morceau de papier les valeurs 45 g et 0,45 N.

Associez chacune des valeurs à un instrument.

Exercice 5 :

Parmi les expressions suivantes, seules certaines sont vraies. Lesquelles ?

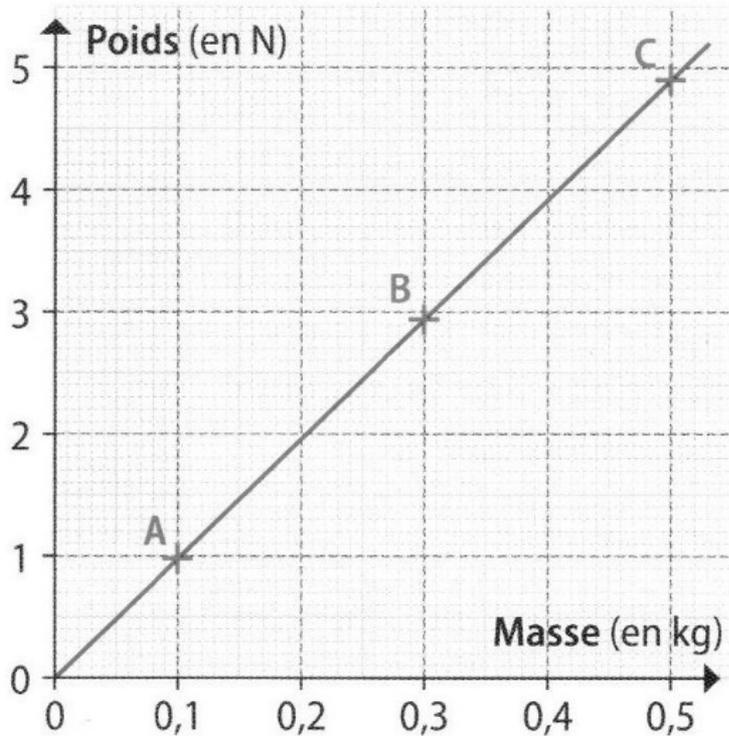
a- $P = m/g$ b- $m = P/g$ c- $m = P \cdot g$

d- $g = m/P$ e- $P = g/m$ f- $g = m \cdot P$

g- $P = m \cdot g$ h- $m = g/P$ i- $g = P/m$

Exercice 6

Le graphique ci-dessous montre l'évolution du poids en fonction de la masse sur la Terre.



Je suis guidé

- Quelle échelle a été utilisée sur l'axe des abscisses ? et sur celui des ordonnées ?
- À partir du graphique, complète le tableau suivant.

	Point A	Point B	Point C
Masse (en kg)			
Poids (en N)			

- Détermine la valeur de l'intensité de la pesanteur g .

Je réponds directement

- Détermine la valeur de l'intensité de la pesanteur g .

Exercice 7

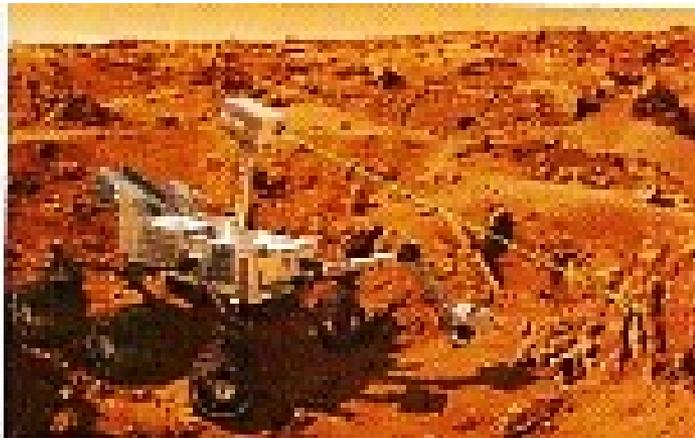
(exercice corrigé)

L'intensité de la pesanteur varie d'une planète à l'autre, et les missions d'exploration extra-terrestre en tiennent compte.

La masse du rover *Curiosity*, envoyé sur Mars, est environ 900 kg. Son poids selon la planète sur laquelle il se trouve est noté dans le tableau suivant.

Planète	Terre	Mars
Poids (en N)	8 820	3 240

- Calcule l'intensité de la pesanteur sur Terre et sur Mars.



$$\begin{aligned} \bullet & \text{ Comme } P = m \times g \text{ on a } g = \frac{P}{m} \\ \bullet & \\ \bullet & g_{\text{Terre}} = \frac{P_{\text{sur Terre}}}{m} = \frac{8\,820}{900} = 9,8 \text{ N/kg} \\ \bullet & g_{\text{Mars}} = \frac{P_{\text{sur Mars}}}{m} = \frac{3\,240}{900} = 3,7 \text{ N/kg} \end{aligned}$$

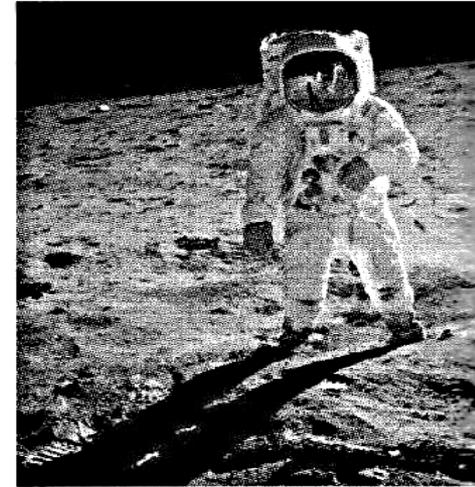
⋮
▶ À toi de rédiger !

- Si le rover *Curiosity* avait été envoyé sur Neptune, son poids aurait été 9 990 N. Détermine l'intensité de la pesanteur sur Neptune.

Exercice 8

En utilisant tes connaissances et les informations données, retrouve combien pesait Neil Armstrong lors de sa mission. Indique chaque étape de ta démarche.

Doc. 1 Lors de la mission Apollo 11, le 21 juillet 1969, Neil Armstrong « pose le pied » sur la Lune. La masse de son scaphandre est 75 kg. Le poids sur la Lune de Neil Armstrong et de son équipement est 230 N.



Doc. 2

Terre	Lune
<ul style="list-style-type: none">• Masse : $5,97 \times 10^{24}$ kg• Diamètre : 12 742 km• $g_{\text{équateur}}$: 9,781 N/kg• Température à la surface : 15 °C• Distance au Soleil : $1,5 \times 10^{11}$ m	<ul style="list-style-type: none">• Masse : $7,35 \times 10^{22}$ kg• Diamètre : 3 476 km• $g_{\text{équateur}}$: 1,622 N/kg• Température à la surface : 123 °C à 233 °C• Distance à la Terre : $3,84 \times 10^8$ m

Exercice 9

Au parc de La Villette à Paris, un manège permet aux visiteurs de « voler » grâce à une puissante soufflerie.

a. À quelles forces est soumis le visiteur pendant son « vol » ?

b. Pourquoi est-il en équilibre ?

c. Le visiteur pèse 80 kg. Calcule la valeur des forces qui s'exercent sur lui.

■ Représente-les sur un schéma.

Échelle 1 cm pour 400 N

Aide Tu représenteras le visiteur par un point.



Exercice 10

Une balle de masse 250 grammes est lâchée depuis une altitude de 3 m.

- 1) Pourquoi tombe-t-elle ?
- 2) Calculez son poids. On prendra $g=10\text{N/kg}$.
- 3) Représentez le poids de cette balle. On prendra une échelle de 1cm pour 1N.