

Poids d'un corps

Ce qu'il faut savoir sur...

1

l'origine et la nature du poids d'un corps

a) Comme tous les astres, la Terre exerce sur les objets massifs une action gravitationnelle à distance: l'attraction terrestre.

Le poids d'un corps résulte essentiellement des forces d'attraction terrestre, que l'on appelle également forces de pesanteur.

b) Les effets de la pesanteur sur un corps peuvent se manifester par un mouvement de chute (fig.1a), ou par une déformation (fig.1b). Le phénomène de pesanteur se définit donc comme une action mécanique.

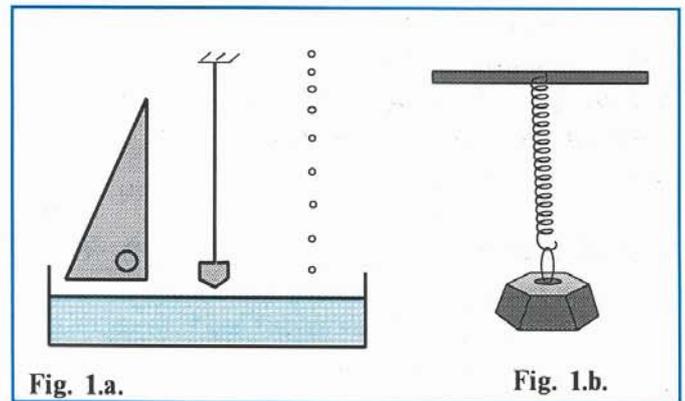


Fig. 1a. Sous l'action de son poids, un objet prend un mouvement de chute accélérée, verticalement, vers le bas.

Fig.1b. Le ressort est déformé sous l'action du poids de la masse accrochée.

Le poids d'un corps est une action à distance due à l'attraction terrestre.

2

les caractéristiques du poids d'un corps

a) Les forces de pesanteur sont à action répartie. La modélisation de l'ensemble des actions élémentaires de la pesanteur sur chaque point d'un objet, se traduit par une force unique, localisée, et représentée par le vecteur-poids \vec{P} (fig.2).

b) Le vecteur-poids \vec{P} d'un objet pesant a les caractéristiques d'une force:

- sa direction définit la verticale du lieu (fig.1a);
- son sens est descendant ;

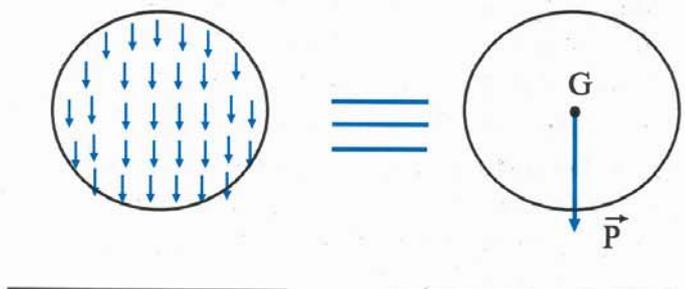


Fig. 2. Modélisation des forces de pesanteur par un vecteur poids.

- son intensité, exprimée en newton, est mesurable à l'aide d'un dynamomètre (fig. 3)
- son origine est fixée au centre de gravité G du solide (voir la fiche Technique expérimentale page 12).

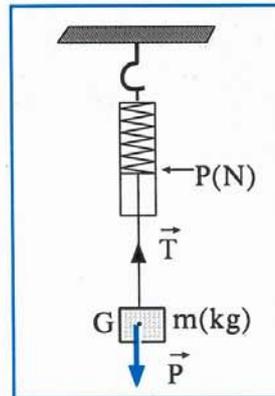


Fig. 3. Mesure du poids d'un corps à l'aide d'un dynamomètre.

3 l'intensité de la pesanteur

La mesure du poids de différents objets de masses données (dispositif de la figure 3) montre que l'intensité du poids est proportionnelle à la valeur de la masse (fig. 4).

Le rapport P/m ainsi défini est l'intensité de la pesanteur g , qui s'exprime en newton par kilogramme ($N.kg^{-1}$).

L'intensité du poids en un lieu donné a donc pour expression :

$$(N) \leftarrow P = \overset{(kg)}{m} \cdot g \rightarrow (N.kg^{-1})$$

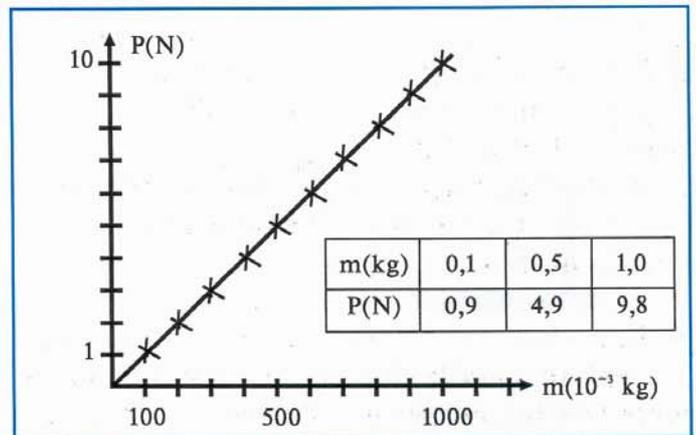


Fig. 4. En un lieu donné, le poids d'un objet est proportionnel à sa masse.

4 les variations de l'intensité du poids d'un corps

Le poids d'un corps de masse m donnée varie avec l'intensité de la pesanteur du lieu considéré.

a) A la surface de la Terre, la valeur du poids d'un corps varie avec :

- l'altitude : le poids d'un corps diminue quand l'altitude augmente car l'attraction terrestre diminue quand la distance Terre-objet augmente.
- la latitude : le poids d'un même objet est plus élevé aux pôles qu'à l'équateur. Cette variation s'explique par une variation du rayon terrestre (plus grand à l'équateur qu'aux pôles), mais aussi par l'influence de la rotation de la Terre dont les effets sont plus sensibles à l'équateur.

b) A la surface d'autres astres, le poids d'un corps de masse m peut varier dans de grandes proportions car l'intensité de la pesanteur à la surface d'un astre dépend de sa masse et de son rayon.
Sur la Lune : $g_L = 1,6 N.kg^{-1}$. Sur Mars : $g_M = 3,7 N.kg^{-1}$.

La masse d'un corps donné est constante; son poids dépend de l'intensité de la pesanteur au point considéré.

Tests

Vérifiez vos connaissances sur...

1 la nature du poids d'un corps

Décrivez deux expériences mettant en évidence deux effets du poids d'un corps.

2 l'origine du poids d'un corps

- Quelle est la cause principale du phénomène de pesanteur ?
- Le poids d'un corps peut-il s'exercer dans le vide (par ex. hors de l'atmosphère terrestre) ?
- Quelles analogies et quelles différences pouvez-vous distinguer entre :
 - les forces de gravitation ;
 - les forces électrostatiques ;
 - les forces magnétiques.

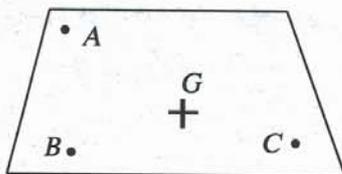
3 la position du centre de gravité d'un solide homogène

Précisez la position du centre de gravité de plaques homogènes, d'épaisseur constante, de forme :

- rectangulaire ;
- parallélépipédique ;
- en couronne.

4 la relation entre centre de gravité et droite d'action du poids

Afin de déterminer la position de son centre de gravité G , on a suspendu une plaque trapézoïdale par les points A , B , C .

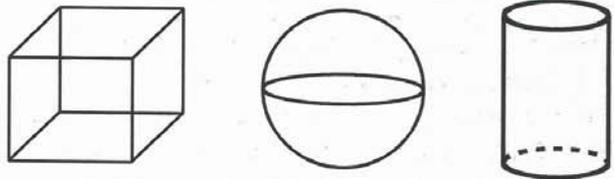


Reproduisez sur un schéma l'expérience réalisée en dessinant pour chaque cas la direction du fil à plomb.

5 l'intensité de la pesanteur

- Une boule d'acier de masse 725 g a un poids d'intensité 7,11 N. Quelle est l'intensité de la pesanteur ?
- Quel serait en ce même lieu le poids d'une sphère de masse 7,25 kg ?
- Quel est en ce lieu la masse d'un objet dont le poids vaut 25,6 N ?

6 la représentation du vecteur poids



Un cube, une sphère et un cylindre homogènes ont pour masses respectives :

$$m_A = 750 \text{ g} ; m_B = 3 \text{ kg} ; m_C = 1,2 \text{ kg}.$$

Après avoir reproduit leurs schémas représentez leur vecteur-poids, à Paris, avec l'échelle $5 \text{ N} \rightarrow 1 \text{ cm}$.

7 la distinction entre les notions de poids et de masse.

VRAI OU FAUX ? Corrigez éventuellement les affirmations suivantes.

- La masse d'un objet dépend du lieu envisagé.
- Les indications d'un pèse-personne à ressort seraient fausses sur la Lune.
- Un ressort étalonné (peson à ressort) ayant été gradué en newton sur Terre, ses indications sur la planète Mars seraient fausses.
- Les variations avec le lieu de l'intensité du poids d'un même objet ne sont pas dues à des variations de sa masse.
- Dans un satellite artificiel, l'état d'impe- santeur prouve que l'attraction terrestre est nulle.

Exercices

Appliquez vos connaissances

8 La direction des verticales

En assimilant la Terre à une sphère de rayon $R = 6400$ km, calculez l'angle entre les directions des verticales de deux points de la surface terrestre :

- distants de 100 m ;
- distants de 1000 km.
- Concluez sur le « parallélisme » des verticales.

9 La définition du mille-marin

Calculez la distance entre deux points de la surface terrestre supposée sphérique ($R = 6400$ km), sachant que les verticales de ces deux points font un angle de 1 minute d'arc ($1' = 1/60^\circ$). Cette distance définit le mille-marin.

10 La variation du poids d'un corps

Laurence pèse 48,5 kg à Paris.

- Quel est son poids au niveau de la mer où l'intensité de la pesanteur est de $9,80 \text{ N.kg}^{-1}$.
- Calculez la nouvelle valeur de son poids au sommet du Mont-Blanc (altitude 4800 m), sachant qu'au voisinage de la Terre, l'intensité de la pesanteur diminue de $3/10.000$ de sa valeur au sol ($g_0 = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$) par km d'altitude.
- Quelle serait la valeur de la masse d'un objet qui, sur la Lune, aurait le même poids que Laurence à Paris ?

11 L'utilisation d'un peson à ressort

A Paris ($g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$), on accroche une masse de 1000 g à un ressort dont l'allongement est alors de $\Delta \ell = 233,5$ mm.

- Calculez la raideur de ce ressort.

- Sachant que les allongements peuvent être lus à 0,5 mm près, quel est la plus petite valeur du poids que ce ressort peut détecter.

12 Exercice résolu

La force de gravitation (assimilable au poids) est inversement proportionnelle au carré de la distance d entre les deux masses en interaction.

- Quel est le poids d'une masse de 1 kg à l'altitude $h = 6400$ km ?
- Un satellite de télécommunication géostationnaire de masse 2 t gravite à 35600 km d'altitude. Comparez son poids à cette altitude à son poids à la surface de la Terre.
- Quel est le poids d'un astronaute de masse 80 kg, dans un engin spatial satellisé à 400 km d'altitude ?

Solution

a) Soit R_T le rayon de la Terre. La distance d_1 entre le centre de la Terre et la masse vaut :

$$d_1 = R_T + h = 2R_T.$$

A la surface de la Terre,

$$d_0 = R_T \text{ et } P_0 = 9,8 \text{ N.}$$

D'où : $P_1 / P_0 = d_0^2 / d_1^2 = 1/4$ et $P_1 = 2,45 \text{ N.}$

b) La distance vaut ici :

$$d_2 = R_T + h = 42000 \text{ km.}$$

$$P_2 / P_0 = d_0^2 / d_2^2 = (6400 / 42000)^2 = 0,023 = 1/43.$$

D'où $P_2 = P_0 / 43$.

c) Calculons le rapport $P_3 / P_0 = d_0^2 / d_3^2 = (6400 / 6800)^2 = 0,886$,

avec $P_0 = 80 \times 9,8 = 784 \text{ N.}$

D'où $P_3 = P_0 \times 0,886 = 784 \times 0,886 = 695 \text{ N ;}$

il n'est pas nul, malgré le phénomène d'impesanteur !