

POIDS ET MASSE D'UN CORPS

Objectifs :

- Savoir exploiter l'expression littérale scalaire de la loi de gravitation universelle, la loi étant fournie.
- Savoir que le Force de pesanteur et son expression $P = m \times g$.
- Connaitre la pesanteur sur Terre et sur la Lune, différence entre poids et masse (unités).

Compétences travaillées :

- Extraire des informations
- Calculer
- Critiquer
- Communiquer avec un langage scientifique
- Réaliser une expérience
- Exploiter un document scientifique

I- LOI DE LA GRAVITATION UNIVERSELLE

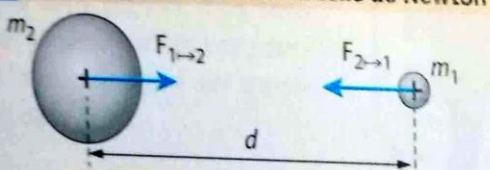
Démentant les croyances de son époque, Newton a montré que la Lune tourne autour de la Terre pour la même raison qu'une pomme tombe d'un arbre. Cela s'explique par la loi de la gravitation universelle.

Problème : Quelle est cette loi et quelles grandeurs met-elle en jeu ?

Consigne : Doc1-2-3

- 1- La force d'attraction gravitationnelle est-elle une action de contact ou une action à distance ?
- 2- Montrer que la valeur de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune vaut $1,9 \times 10^{20}$ N
- 3- Sans faire de calcul, donner la valeur de la force gravitationnelle exercée par la Lune sur la Terre en justifiant.
- 4- Calculer les valeurs des forces gravitationnelles exercées respectivement par la Terre et par la Lune lorsque le module LEM est à la surface de chacun de ces deux corps et les comparer.
- 5- Pourquoi la loi de la gravitation a-t-elle été qualifiée d'universelle par Newton ?
- 6- Proposer une conclusion pour expliquer ce qu'est la loi de la gravitation universelle de Newton et de quelles grandeurs elle dépend en utilisant les expressions suivantes :
 - **Force de gravitation**
 - **Force attractive à distance**
 - **Interaction entre deux corps**
 - **Masse**
 - **Distance entre les deux corps**

doc.1 Loi de la gravitation universelle de Newton




$$F_{1 \rightarrow 2} = F_{2 \rightarrow 1} = F = G \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

avec $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$. G est la constante de gravitation

La relation mathématique de Newton permet de calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle (en newton, N) qu'exerce un corps de masse m_1 (en kg) sur un corps de masse m_2 (en kg) séparés d'une distance

doc.2 Le module lunaire LEM

Le module lunaire LEM a permis de transporter les premiers hommes sur la Lune lors du programme Apollo dans les années 1970.



doc.3 Données numériques

Masse de la Terre : $m_{\text{Terre}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$
 Rayon de la Terre : $r_{\text{Terre}} = 6,38 \times 10^6 \text{ m}$
 Masse de la Lune : $m_{\text{Lune}} = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$
 Rayon de la Lune : $r_{\text{Lune}} = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$
 Distance Terre-Lune : $d_{\text{Terre-Lune}} = 384\,400 \text{ km}$
 Masse du LEM : $m_{\text{LEM}} = 15 \times 10^3 \text{ kg}$

Correction

Consigne : Doc1-2-3

1- La force d'attraction gravitationnelle est-elle une action de contact ou une action à distance ?

La force d'attraction gravitationnelle est une action à distance.

2- Montrer que la valeur de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune vaut $1,9 \times 10^{20} \text{ N}$

La valeur de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune est donnée par la relation :

$$\begin{aligned}
 F &= G \times \frac{m_{\text{Terre}} \times m_{\text{Lune}}}{d_{\text{Terre-Lune}}^2} \\
 &= 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \times 7,35 \times 10^{22}}{384\,400\,000^2} \\
 &= 1,98 \times 10^{20} \text{ N.}
 \end{aligned}$$

3- Sans faire de calcul, donner la valeur de la force gravitationnelle exercée par la Lune sur la Terre en justifiant.

La valeur de la force gravitationnelle exercée par la Lune sur la Terre est la même que celle de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune, soit $1,98 \times 10^{20} \text{ N}$.

4- Calculer les valeurs des forces gravitationnelles exercées respectivement par la Terre et par la Lune lorsque le module LEM est à la surface de chacun de ces deux corps et les comparer.

La valeur de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur le LEM est donnée par la relation :

$$\begin{aligned}
 F_{\text{Terre} \rightarrow \text{LEM}} &= G \times \frac{m_{\text{Terre}} \times m_{\text{LEM}}}{r_{\text{Terre}}^2} \\
 &= 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \times 15 \times 10^3}{(6,38 \times 10^6)^2} \\
 &\approx 150\,000 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

- La valeur de la force gravitationnelle exercée par la Lune sur le LEM est donnée par la relation :

$$\begin{aligned}
 F_{\text{Lune} \rightarrow \text{LEM}} &= G \times \frac{m_{\text{Lune}} \times m_{\text{LEM}}}{r_{\text{Lune}}^2} \\
 &= 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{7,35 \times 10^{22} \times 15 \times 10^3}{(1,74 \times 10^6)^2} \\
 &\approx 24\,300 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

Pour comparer deux valeurs, on calcule leur rapport :

$$\frac{F_{\text{Terre} \rightarrow \text{LEM}}}{F_{\text{Lune} \rightarrow \text{LEM}}} = \frac{150\,000}{24\,300} \approx 6.$$

La Lune exerce donc une force gravitationnelle 6 fois plus faible sur le LEM que la Terre.

- 5- Pourquoi la loi de la gravitation a-t-elle été qualifiée d'universelle par Newton ?

La loi de la gravitation a été qualifiée d'universelle par Newton car elle permet d'expliquer les phénomènes aussi bien sur Terre (la chute d'une pomme de la branche d'un arbre) que dans l'espace.

- 6- Proposer une conclusion pour expliquer ce qu'est la loi de la gravitation universelle de Newton et de quelles grandeurs elle dépend en utilisant les expressions suivantes :

- Force de gravitation
- Force attractive à distance
- Interaction entre deux corps
- Masse
- Distance entre les deux corps

La loi de la gravitation universelle de Newton permet de calculer la valeur de la force de gravitation, qui est une force attractive à distance qui s'exerce entre deux corps en interaction qui ont une masse. Cette loi indique que la valeur de cette force est proportionnelle aux masses des deux corps qui interagissent et est inversement proportionnelle à la distance entre les deux corps.

II- FORCE DE PESANTEUR-RELATION ENTRE POIDS ET MASSE D'UN CORPS

Une fusée utilise des moteurs très puissants pour s'échapper de l'attraction gravitationnelle de la Terre. Sur la Lune, un module lunaire a des moteurs moins puissants.

Problème : Pourquoi est-il plus facile de s'échapper de l'attraction gravitationnelle de la Lune ?

Consigne :

- 1- Quel instrument permet de mesurer la masse d'un corps ? son poids ? quelles sont les unités utilisées ?

La masse d'un corps se mesure à l'aide d'une balance et s'exprime en kilogramme (de symbole kg). Le poids d'un corps se mesure à l'aide d'un dynamomètre et s'exprime en newton (de symbole N).

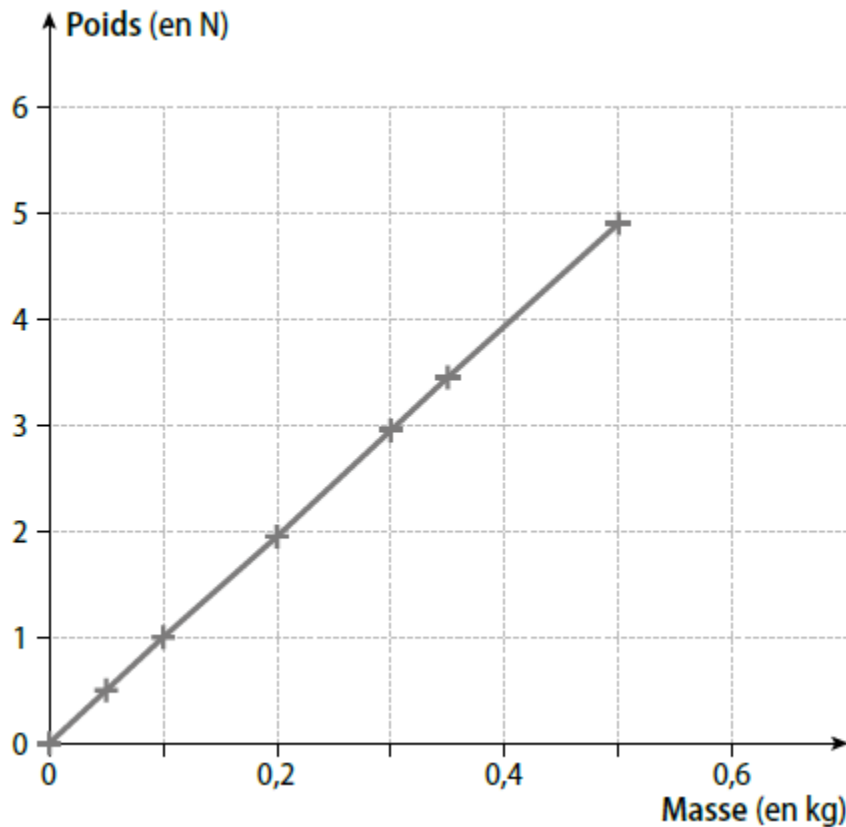
- 2- Doc3 : Quel poids maximal peut-on mesurer avec le dynamomètre ?

La fiche technique du doc. 3 indique que le poids maximal mesurable par le dynamomètre est de 5 N.

- 3- Mesurer la masse et le poids de différents objets et consigner les résultats dans un tableau

Masse (en kg)	0	0,05	0,10	0,20	0,30	0,35	0,50
Poids (en N)	0	0,50	1,00	1,95	2,95	3,45	4,90

- 4- Tracer le graphique représentant l'évolution du poids en fonction de la masse



5- Quelle est l'allure de la courbe obtenue ? Que peut-on déduire pour la valeur du poids et de la masse d'un corps ?

La courbe obtenue est une droite qui passe par l'origine. On peut donc en déduire qu'il y a proportionnalité entre le poids d'un corps et sa masse.

6- Le quotient $\frac{P}{m}$, noté g est appelé intensité de la pesanteur. D'après la courbe obtenue,

donner une valeur numérique de g sur la Terre.

Le coefficient directeur de la droite est noté $g = \frac{P}{m}$. On a donc l'équation de la droite : $P = m \times g$. Dans cette relation, P est en newton (N), m est en kilogramme (kg) et g est en N/kg. D'après les mesures, $g_{\text{Terre}} \approx 9,8 \text{ N/kg}$.

7- Calculer la grandeur g sur la Terre $g_{\text{terre}} = G \times \frac{m_{\text{Terre}}}{r_{\text{Terre}}^2}$

Justifier alors pourquoi le poids d'un corps dépend l'astre sur lequel il se trouve.

Effectuer le même calcul pour la Lune. On donne :

$$m_{\text{Terre}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ Kg}$$

$$r_{\text{terre}} = 638 \times 10^6 \text{ m}$$

$$m_{\text{Lune}} = 7,35 \times 10^{22} \text{ Kg}$$

$$r_{\text{Lune}} = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 g_{\text{Terre}} &= G \times \frac{m_{\text{Terre}}}{r_{\text{Terre}}^2} \\
 &= 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,97 \times 10^{24}}{(6,38 \times 10^6)^2} \\
 &\approx 9,8 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 g_{\text{Lune}} &= G \times \frac{m_{\text{Lune}}}{r_{\text{Lune}}^2} \\
 &= 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{7,35 \times 10^{22}}{(1,74 \times 10^6)^2} \\
 &\approx 1,6 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

Le poids d'un corps dépend donc de l'astre sur lequel il se trouve puisque le poids dépend de l'intensité de la pesanteur qui est une caractéristique de l'astre. Celle-ci dépend de sa masse et de son rayon.

8- Proposer une conclusion pour expliquer pourquoi il est plus facile de s'échapper de l'attraction gravitationnelle de la Lune par rapport à celle de la Terre en utilisant les expressions suivantes :

- Poids et masse
- Proportionnalité
- Coefficient de proportionnalité
- Intensité de pesanteur notée g

Il est plus facile de s'échapper de l'attraction gravitationnelle de la Lune que de celle de la

Terre car le poids de tout corps sur la Lune est 6 fois plus petit que sur la Terre (alors que sa masse reste constante). Ce poids est l'action attractive à distance qu'exerce l'astre sur lui. Il y a proportionnalité entre le poids et la masse d'un corps, le coefficient de proportionnalité étant appelé intensité de la pesanteur, notée g.

Bilan : Compléter le bilan par les mots ou expressions convenables

Dans l'univers, deux corps qui ont une masse exercent l'un sur l'autre une action attractive à distance appelée **gravitation universelle**.

Cette action est modélisée par une **force d'attraction gravitationnelle**, découverte par Isaac Newton.

Cette force est d'autant plus importante que les corps sont massifs et sont proches l'un de l'autre.

La force d'attraction gravitationnelle est une **interaction** entre deux corps qui exercent l'un sur l'autre des forces de même valeur, de même direction mais de sens opposés.

Le **poids d'un corps**, est l'action gravitationnelle exercée sur ce corps par l'astre sur lequel il se trouve. On le représente par une flèche à la verticale du lieu dirigée vers le bas.

Le poids d'un corps se mesure) l'aide d'un **dynamomètre** et s'exprime en **newton** (symbole N).

Le poids d'un corps se calcule par la relation $P = m \times g$

avec P : poids en Newton,

- m : **masse** en kg et g, l'intensité de **pesanteur** en Newton par kg (N/Kg).
- Le poids d'un corps sur Terre est d'environ six fois plus grande que sur la Lune.