



Activité documentaire

COMPÉTENCES

- ✓ Lire et comprendre des documents scientifiques
- ✓ Communiquer avec un langage scientifique

1 La gravitation universelle

Isaac Newton aurait imaginé l'existence de la gravitation en observant une pomme tomber d'un arbre.

► Qu'est-ce que la gravitation universelle ?



Doc. 1

Objet 3D

Le système solaire

hatier-clic.fr/pcb001

Le mouvement des planètes

Le système solaire est principalement constitué de huit planètes qui tournent autour d'une étoile, le Soleil, sur des trajectoires presque circulaires (Fig. 1).



Fig. 1 : Trajectoire des planètes du système solaire.

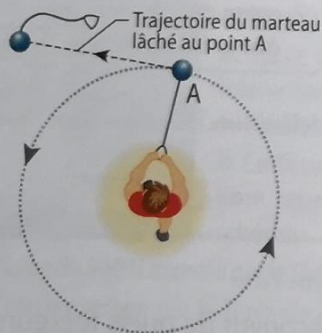


Fig. 2 : Mouvement d'un marteau.

Le Soleil exerce une attraction sur l'ensemble des planètes, qui sont ainsi maintenues en orbite autour de lui.

On peut comparer cette attraction à celle qu'exerce un athlète tirant sur le filin d'un marteau pour qu'il conserve sa trajectoire circulaire et ne s'éloigne pas (Fig. 2).

Sans cette attraction, les planètes ne tourneraient plus autour du Soleil mais s'échapperaient dans l'espace, comme le marteau qui part au loin lorsque l'athlète lâche le filin.

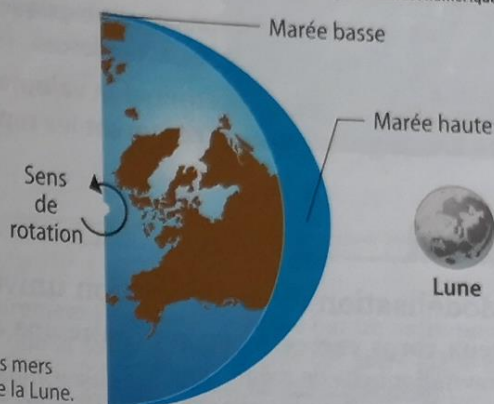
De même, si la vitesse de révolution des planètes autour du Soleil diminuait, elles s'écraseraient sur le Soleil comme le marteau tombe sur Terre si sa vitesse diminue.

Doc. 2

L'interaction Terre-Lune

La Lune reste en orbite autour de la Terre car la Terre exerce sur elle une attraction de même nature que celle qu'exerce le Soleil sur les planètes. Cette attraction est réciproque : la Lune attire aussi la Terre, comme en témoigne le phénomène des marées. Le niveau des mers et océans situés face à la Lune s'élève localement (marée haute). Puis, quand la Terre a fait un quart de tour sur elle-même, environ six heures plus tard, ces mers et océans ne sont plus face à la Lune et leur niveau s'abaisse (marée basse, Fig.3).

Fig. 3 : Représentation schématique du niveau des mers et des océans sur Terre par rapport à la position de la Lune.



Doc. 3

Isaac Newton et la gravitation universelle

Isaac Newton (1643-1727), scientifique et philosophe anglais, est notamment connu pour ses travaux en optique et la théorie de la gravitation universelle dont il est à l'origine. La légende raconte que c'est en voyant tomber une pomme d'un arbre qu'il aurait commencé à élaborer cette théorie.

En 1667, dans son œuvre majeure *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, il explique que tous les corps de l'Univers s'attirent réciproquement du fait de leur masse.

Ainsi, lorsque l'on étudie deux corps, on sait qu'ils s'attirent l'un l'autre :

- une planète attire le Soleil tout comme le Soleil l'attire ;
- la Terre attire une pomme tout comme la pomme attire la Terre ;
- une trousse attire un stylo tout comme ce stylo l'attire, etc.

La gravitation, aussi appelée « interaction gravitationnelle », gouverne tout l'Univers.



Sir Isaac Newton (1643-1727)

Questions

Comprendre

1. Pourquoi les planètes restent-elles en orbite autour du Soleil ? et la Lune autour de la Terre ?
2. À quoi le phénomène des marées sur Terre est-il dû ?

Raisonner

3. Pourquoi peut-on dire qu'il y a une interaction entre la Terre et la Lune ? entre le Soleil et la Terre ?
4. Cette interaction est-elle attractive ou répulsive ? Est-ce une interaction de contact ou à distance ?
5. Cette interaction ne s'exerce-t-elle qu'entre les astres ? Justifie ta réponse.

Conclure

6. Définis ce qu'est la gravitation. Pourquoi la qualifie-t-on d'universelle ?

2 Les forces de gravitation

L'interaction gravitationnelle expliquée par Newton peut être modélisée par des forces.

► Comment déterminer la valeur des forces de gravitation et comment les représenter ?



Doc. 1

Modélisation de la gravitation universelle

Deux corps exercent l'un sur l'autre une attraction gravitationnelle de même intensité.

Ainsi, la gravitation qui s'exerce entre deux objets, par exemple une trousse et un stylo, peut être modélisée par deux forces $\vec{F}_{\text{trousse/stylo}}$ et $\vec{F}_{\text{stylo/trousse}}$ de même direction et de même valeur mais de sens opposé (Fig. 1).

Ces forces s'appliquent en un point appelé « centre de gravité », qui correspond le plus souvent au centre de l'objet.

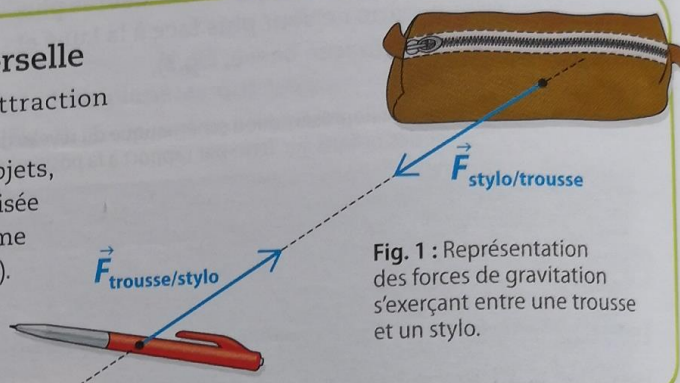


Fig. 1 : Représentation des forces de gravitation s'exerçant entre une trousse et un stylo.

Doc. 2

Valeur des forces de gravitation

La valeur des forces de gravitation s'exerçant entre deux objets A et B dépend à la fois de la masse de ces objets et de la distance qui les sépare. On la calcule en utilisant la formule suivante :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

Forces de gravitation entre A et B (en N) → $F_{A/B} = F_{B/A}$

Constante de gravitation → G

Masse de l'objet A (en kg) → m_A

Masse de l'objet B (en kg) → m_B

Distance entre le centre de gravité des deux objets A et B (en m) → d

Données

$m_{\text{trousse}} = 0,2 \text{ kg}$
 $m_{\text{stylo}} = 0,01 \text{ kg}$
 $m_{\text{Terre}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$
 $d_{\text{stylo-trousse}} = 0,5 \text{ m}$
 $d_{\text{Terre-trousse}} = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$
 $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

Questions

Comprendre

1. De quelles grandeurs dépend la valeur des forces de gravitation ?

Raisonner

- En utilisant la formule (Doc. 2), indique comment évolue la valeur des forces de gravitation :
 - lorsque la masse des objets augmente ;
 - lorsque la distance entre les objets augmente.
- Explique également pourquoi la force de gravitation exercée par la Terre sur la trousse a la même valeur que celle exercée par la trousse sur la Terre.
- En utilisant les données*, montre que la valeur de ces forces est environ 2 N.

5. Montre que la valeur des forces de gravitation s'exerçant entre la trousse et le stylo est $5,34 \times 10^{-13} \text{ N}$.

6. Dédus-en pourquoi la trousse et le stylo ne se déplacent pas l'un vers l'autre alors qu'ils s'attirent.

Conclure

7. Quelles informations sont nécessaires pour calculer la valeur des forces de gravitation s'exerçant entre deux objets ?