

3P1C3-Activité 5 : La gravitation universelle

Objectif : Savoir ce qu'est la gravitation et quels sont ses effets

1S	Lire et comprendre des documents scientifiques	NA	EA	A	Expert
1S	Utiliser des langages scientifiques	NA	EA	A	Expert

Doc. 1

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).

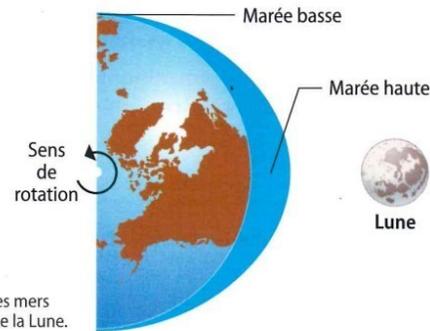


Fig. 3 : Représentation schématique du niveau des mers et des océans sur Terre par rapport à la position de la Lune.

Doc. 2

Isaac Newton et la gravitation universelle

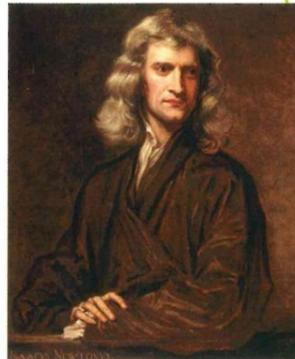
Isaac Newton (1643-1727), scientifique et philosophe anglais, est notamment connu pour ses travaux en optique et la théorie de la gravitation universelle dont il est à l'origine. La légende raconte que c'est en voyant tomber une pomme d'un arbre qu'il aurait commencé à élaborer cette théorie.

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 trousses 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.

Correction Activité 5 :

1/ Les planètes restent en orbite autour du Soleil car le Soleil exerce une attraction gravitationnelle. Pour la Lune autour de la Terre c'est exactement la même chose.

2/ Ce phénomène se produit car la Lune exerce une attraction gravitationnelle sur les océans combinées à la rotation de la Terre sur elle-même.

3/ Il y a une interaction car les deux astres exercent une action réciproque l'un sur l'autre.

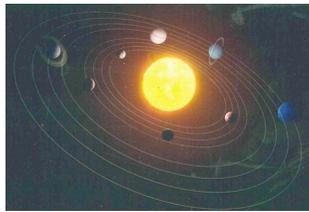
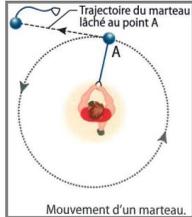
4/ Il s'agit d'une interaction attractive à distance.

5/ Non, l'attraction gravitationnelle n'est pas réservée uniquement aux astres. Tout objet possédant une masse produit de la gravité.

Act 6 : Les forces de gravitation

Objectif : Calculer la valeur d'une force de gravitation
Savoir de quels facteurs dépend le gravitation

4	Je modélise pour expliquer.	NA	EA	A	Expert
4	Utiliser une formule mathématique	NA	EA	A	Expert



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 $\vec{F}_{trousse/stylo}$ et $\vec{F}_{stylo/trousse}$ 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.

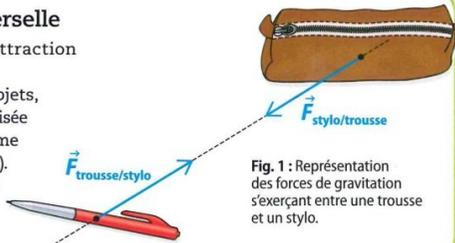


Fig. 1 : Représentation des forces de gravitation s'exerçant entre une trousse et un stylo.

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) Masse de l'objet A (en kg) Masse de l'objet B (en kg) Distance entre le centre de gravité des deux objets A et B (en m)

Constante de gravitation

Données

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

Questions

Comprendre

1. De quelles grandeurs dépend la valeur des forces de gravitation s'exerçant entre les deux objets ?

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.

- Montre que la valeur des forces de gravitation s'exerçant entre la trousse et le stylo est $5,34 \times 10^{-13} \text{ N}$.
- Déduis-en pourquoi la trousse et le stylo ne se déplacent pas l'un vers l'autre alors qu'ils s'attirent.

Correction Activité 6

1/ La valeur des forces de gravitation dépend des grandeurs suivantes :

- la masse de l'objet A;
- la masse de l'objet B;
- la distance entre les deux objets.

2/ Lorsque la masse des objets augmente, la valeur des forces de gravitation augmente. (m_A et m_B sont au numérateur)

Lorsque la distance entre les objets augmente, la valeur des forces de gravitation diminue. (d est au dénominateur)

3/ Car l'attraction exercée entre les deux corps est de même intensité (voir doc1 paragraphe 1)

Données

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

Correction Activité 6 (suite)

4.

$$F_{\text{Terre/Trousse}} = F_{\text{Trousse/Terre}} = G \times \frac{m_{\text{Trousse}} \times m_{\text{Terre}}}{d_{\text{Terre-Trousse}}^2}$$

$$m_{\text{Trousse}} = 0,2 \text{ kg} = 2 \times 10^{-1} \text{ kg}$$

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

$$d_{\text{Terre-Trousse}}^2 = (6,4 \times 10^6)^2 = 6,4^2 \times (10^6)^2 = 40,96 \times 10^{12} \text{ m}^2$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

Application numérique :

$$\begin{aligned} F_{\text{Terre/Trousse}} &= \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 2 \times 10^{-1} \times 5,97 \times 10^{24}}{40,96 \times 10^{12}} \\ &= \frac{6,67 \times 2 \times 5,97}{40,96} \times \frac{10^{-11} \times 10^{-1} \times 10^{24}}{10^{12}} \\ &= 1,94 \times 10^0 = 1,94 \approx 2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$5. m_{\text{trousse}} = 0,2 \text{ kg} = 2 \times 10^{-1} \text{ kg}$$

$$m_{\text{stylo}} = 0,01 \text{ kg} = 1 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$d_{\text{stylo-trousse}} = 0,5 \text{ m} = 5 \times 10^{-1} \text{ m}$$

$$d_{\text{stylo-trousse}}^2 = (5 \times 10^{-1})^2 = 25 \times 10^{-2} = 2,5 \times 10^{-1} \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} F_{\text{Trousse/stylo}} &= G \times \frac{m_{\text{trousse}} \times m_{\text{stylo}}}{d_{\text{stylo-trousse}}^2} \\ &= \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 2 \times 10^{-1} \times 1 \times 10^{-2}}{2,5 \times 10^{-1}} \\ &= \frac{6,67 \times 2 \times 1}{2,5} \times 10^{-11} \times 10^{-2} \\ &= 5,34 \times 10^{-13} \text{ N} \end{aligned}$$

6/ Pas de déplacement car l'interaction de la Terre avec les objets de la trousse est immense.

$$2 \text{ N} \gg 5,34 \times 10^{-13} \text{ N}$$