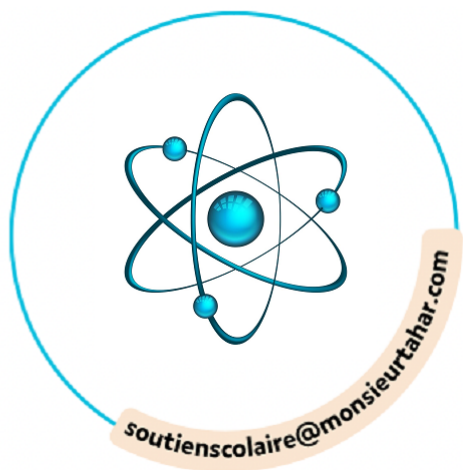


# Physique chimie



## CHAPITRE 7

### La loi de gravitation

#### EXERCICES

OBJECTIF

1

Utiliser la loi de gravitation

1. 1. a et b.

2. c.

2. 1. La gravitation peut se modéliser par une force attractive exercée à distance car elle traduit une action qui s'exerce sans contact (d'un objet qui possède une masse sur un autre objet qui possède aussi une masse).

2. La force de gravitation dépend des masses des deux objets concernés ainsi que de leur distance.

3. 1. Vrai.

2. Faux. La gravitation dépend aussi des masses des deux objets.

3. Vrai.

4. Faux. Deux objets qui possèdent une masse s'attirent mutuellement quelles que soient leurs masses.

4. 1. a. Le nom de la loi énoncée par Newton est la loi de gravitation universelle.

b. Elle existe dès qu'on est en présence de deux objets qui possèdent une masse.

2. a. Si les masses des corps augmentent, l'intensité de la force de gravitation augmente.

b. Si la distance entre eux augmente, l'intensité de la force de gravitation diminue.

3. a. Si une des masses est doublée, l'intensité de cette force est doublée.

b. Si les deux masses sont doublées, l'intensité de cette force est quadruplée.

c. Si la distance est doublée, l'intensité de cette force est divisée par 4.

4. Cette force de gravitation est proportionnelle à :

$$\frac{m_1 \times m_2}{d^2} \text{ (réponse b).}$$

5. 1. Intensité de la force d'attraction gravitationnelle qu'exerce la Terre sur la Lune :

$$\begin{aligned} F_{\text{Terre/Lune}} &= G \times \frac{m_{\text{Terre}} \times m_{\text{Lune}}}{d^2} \\ &= 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24} \times 7,35 \times 10^{22}}{(3,84 \times 10^5)^2} \\ &= 2,0 \times 10^{26} \text{ N.} \end{aligned}$$

2. Intensité de la force d'attraction gravitationnelle qu'exerce la Lune sur la Terre :

$$\begin{aligned} F_{\text{Lune/Terre}} &= G \times \frac{m_{\text{Lune}} \times m_{\text{Terre}}}{d^2} \\ &= 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{7,35 \times 10^{22} \times 5,98 \times 10^{24}}{(3,84 \times 10^5)^2} \\ &= 2,0 \times 10^{26} \text{ N.} \end{aligned}$$

3.  $F_{\text{Terre/Lune}} = F_{\text{Lune/Terre}}$

OBJECTIF

2

Comprendre l'universalité de la loi de gravitation

6. 1. a, b et c.

2. a et b.

3. b.

7. 1. « Deux objets s'attirent » : oui, si ces objets ont une masse (c'est généralement le cas).

2. « La Lune est attirée par le Soleil » : oui, puisque le Soleil (qui a une masse) exerce à distance une action attractive sur la Lune (qui a aussi une masse).

3. « Il n'y a pas de gravitation sur la Lune » : faux, la Lune a une masse et donc il y a une gravitation sur la Lune (certes plus faible que sur la Terre).



- 8 1.** Les planètes du système solaire ne s'éloignent pas du Soleil car elles sont attirées par le Soleil.
- 2.** La force d'attraction de la Terre et le poids correspondent à la modélisation de la même action mécanique : on parle de poids au voisinage de la Terre.
- 3.** La loi de gravitation est universelle car elle s'applique à tous les objets de l'Univers qui ont une masse.
- 4.** La formation des étoiles et des planètes résulte de l'agglomération de matière sous l'effet de la gravitation.
- 5.** Deux balles posées sur la Terre s'attirent mutuellement car elles ont une masse (comme la force qui modélise l'action attractive de la Terre est beaucoup plus importante, elle prédomine et les deux balles ne se rapprochent pas).
- 9 1.** Voltaire cherche à mettre en évidence dans cet extrait l'universalité de la loi de gravitation.
- 2.** Pour illustrer ses propos, il donne comme exemples :  
– le mouvement de la Lune autour de la Terre ;  
– le mouvement de la Terre et des planètes autour du Soleil.
- 10 A :** la formation d'une planète résulte de l'agglomération de matière sous l'effet de la gravitation.  
**B :** la gravitation de la Terre explique que tout objet tombe verticalement vers le bas sur Terre.  
**C :** la gravitation de la Terre explique l'action attractive de la Lune sur la Terre et donc son mouvement sur son orbite.  
**D :** c'est la gravitation qui maintient la matière au sein d'une galaxie.

OBJECTIF  
**3**

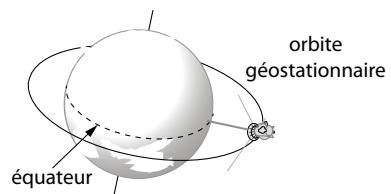
### Caractériser le mouvement des objets dans l'Univers

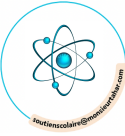
- 11 1. b et c.**
- 2. a et b.**
- 3. b et c.**
- 12 1.** Un satellite terrestre est un objet en orbite autour de la Terre.
- 2.** Il tourne autour de la Terre car il est attiré par la Terre.
- 3.** Il ne tombe pas sur la Terre car il a une vitesse.
- 4.** Si un satellite devait être freiné par des frottements avec des particules, il pourrait avoir une vitesse insuffisante pour rester en orbite et pourrait finir par tomber sur Terre.
- 13 1. a.** Trajectoire **3** ;  
**b.** trajectoire **4** ;  
**c.** trajectoire **2** ;

- d.** trajectoire **1**.
- 2. a.** Dans le cas **1**, la valeur de la vitesse de lancer est nulle ;  
**b.** dans le cas **4**, la valeur de la vitesse de lancer est supérieure à 11,2 km/s.
- 3.** Un objet peut être « satellisé » s'il est lancé avec une vitesse suffisante sans être excessive.
- 14 1.** Dans cette affirmation, Newton explique le mouvement de la Lune autour de la Terre.
- 2. a.** Il parle de « mouvement rectiligne » possible dans le cas où la Lune serait loin de tout autre objet qui a une masse et ne serait donc pas soumise à une action attractive.  
**b.** La Lune a une orbite circulaire autour de la Terre.
- 3.** Ce qui est décrit pour la Lune est vrai pour les satellites artificiels.
- 15 1.** Feynman parle de la force qui modélise l'action attractive de la Terre.
- 2.** En l'absence de cette force, la Lune aurait un mouvement rectiligne.
- 3.** La Lune qui tombe ne s'écrase pas pour autant sur la Terre car elle a une vitesse.
- 16** La trajectoire **A** est impossible car cela signifierait que Mars exercerait une action répulsive sur l'astéroïde.  
La trajectoire **B** est impossible car Mars exerce une action attractive sur l'astéroïde qui le détourne d'une trajectoire rectiligne.

### Construire et développer ses compétences

- 17 1.** Les particules restent dans le sillage de la comète en raison de la loi de gravitation qui s'exerce entre les particules et la comète.
- 2.** La trajectoire de la comète peut être déviée à l'approche d'une planète en raison de la loi de gravitation qui s'exerce entre la comète et la planète.
- 3.** La trajectoire de la comète autour du Soleil s'explique par la loi de gravitation qui s'exerce entre la comète et le Soleil.
- 18 1.** Un satellite géostationnaire n'est pas fixe dans l'espace, il est en mouvement (mouvement circulaire uniforme) autour de la Terre sur son orbite.
- 2.**





3. Comme la Terre fait un tour sur elle-même en environ 24 h, le satellite géostationnaire fait un tour sur son orbite en 24 h environ.

4. Un tel satellite ne s'éloigne pas de la Terre en raison de la loi de gravitation universelle.

19 1. a. Les planètes ont un mouvement uniforme circulaire autour du Soleil.

b. Elles ont une vitesse et sont attirées par le Soleil.

c. On parle d'action à distance car il n'y a pas de contact entre les planètes et le Soleil.

2. L'attraction qu'exerce le Soleil sur Mars est plus faible que celle qu'il exerce sur la Terre car Mars est une planète de masse plus petite que celle de la Terre et plus éloignée du Soleil.

3. a. Un satellite est un corps qui gravite autour d'une planète.

b. L'action exercée sur le satellite par la Terre est de même valeur que l'action exercée par le satellite sur la Terre puisque la gravitation est une interaction.

## 20

### Traduction de l'énoncé

Le canon de Newton

Le canon de Newton est une expérience de pensée que Newton a utilisée pour expliquer que la force de gravité était universelle.

Si nous faisons feu avec un canon horizontal à partir d'une haute montagne, le boulet de canon va tomber sur Terre en raison de la force de gravitation. Avec une vitesse plus importante, il ira plus loin avant de retomber sur la Terre.

Avec une bonne vitesse, le projectile pourrait faire un tour complet de la Terre, tombant toujours avec la gravité mais sans jamais atteindre la Terre : le boulet de canon serait alors placé en orbite autour de la Terre. Newton a conclu que l'orbite de la Lune était exactement de même nature.

1. Pourquoi un projectile tombe-t-il sur Terre ?

2. Que se passe-t-il si sa vitesse est suffisante ?

3. Qu'explique l'expérience du canon de Newton ?

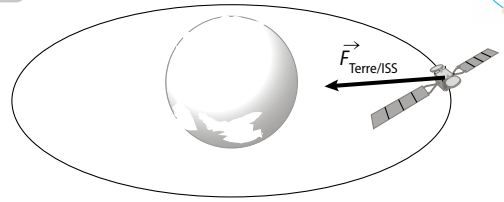
### Réponses

1. Un projectile retombe sur Terre en raison de la gravité.

2. Si sa vitesse est suffisante, un projectile peut être mis en orbite autour de la Terre.

3. Le canon de Newton explique le principe du mouvement d'un satellite autour d'une planète et le principe du mouvement des planètes du système solaire autour du Soleil.

## 21 1. a et b.



2. La station spatiale n'a pas besoin d'un moteur. Une vitesse initiale de lancer et la loi de gravitation lui permettent d'être en orbite autour de la Terre.

3. On n'a pas choisi une altitude plus faible pour l'orbite car l'atmosphère terrestre freinerait la station spatiale.

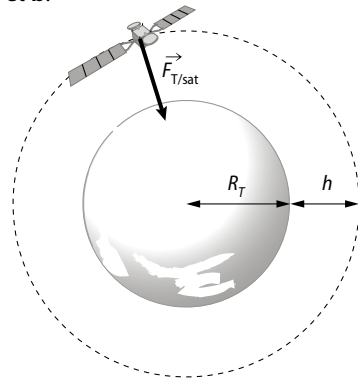
4. a. L'ISS se trouve à une distance du centre de la Terre de  $(R + h) = 6\,775$  km.

$$b. F_{\text{Terre/ISS}} = G \times \frac{M \times m}{(R + h)^2}$$

$$F_{\text{Terre/ISS}} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24} \times 435 \times 10^3}{(6\,775 \times 10^3)^2}$$

$$F_{\text{Terre/ISS}} = 3,78 \times 10^6 \text{ N}$$

## 22 1. a et b.



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

$$= 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24} \times 4\,100}{((6\,375 + 840) \times 10^3)^2}$$

$$= 3,12 \times 10^4 \text{ N}$$

3. a. La valeur de la vitesse du satellite sur son orbite est constante car l'orbite est circulaire.

$$b. v = \frac{d}{\Delta t}$$

$$d = 2 \times \pi \times (R + h) = 2 \times \pi \times (6\,375 + 840) = 45\,360 \text{ km}$$

$$\Delta t = 101 \text{ min} = \frac{101}{60} = 1,68 \text{ h}$$

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{45\,360}{1,68} = 27\,000 \text{ km/h}$$

**23 1.** Comme l'intensité de la force d'attraction gravitationnelle qu'exerce un astre sur un objet et l'intensité du poids  $P$  de cet objet sont égales, on a l'égalité  $P = F$ .

Pour un objet de masse  $m$ , on a donc :

$$m \times g = G \times \frac{m \times M_{\text{Terre}}}{d^2}.$$

Donc :

$$g = G \times \frac{M_{\text{Terre}}}{d^2}.$$

L'intensité de pesanteur en un lieu dépend donc de la masse de l'astre et de la distance du lieu considéré au centre de l'astre.

**2.** À la surface de la Terre,  $d = R_{\text{Terre}}$  :

$$g_{\text{Terre}} = G \times \frac{M_{\text{Terre}}}{d^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24}}{(6375 \times 10^3)^2}$$

$$= 9,81 \text{ N/kg}.$$

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

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

$$\mu = \frac{F_{\text{Lune/Terre}}}{F_{\text{Soleil/Terre}}}$$

$$= \frac{d_{\text{Soleil-Terre}}^2 \times m_{\text{Lune}}}{d_{\text{Lune-Terre}}^2 \times m_{\text{Soleil}}}$$

$$= \frac{(1,50 \times 10^8)^2 \times 7,35 \times 10^{22}}{(3,84 \times 10^5)^2 \times 1,99 \times 10^{30}}$$

$$= 5,6 \times 10^{-3}$$

Donc le Soleil exerce l'action attractive la plus forte sur la Terre.

### Le quiz final

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

et :

$$F_{\text{Lune/objet}} = G \times \frac{m_{\text{Lune}} \times m}{d_{\text{Lune-objet}}^2}$$



Les deux forces se compensent si :

$$F_{\text{Terre/objet}} = F_{\text{Lune/objet}}$$

$$G \times \frac{m_{\text{Terre}} \times m}{d_{\text{Terre/objet}}^2} = G \times \frac{m_{\text{Lune}} \times m}{d_{\text{Lune/objet}}^2}$$

$$\frac{m_{\text{Terre}}}{d_{\text{Terre/objet}}^2} = \frac{m_{\text{Lune}}}{d_{\text{Lune/objet}}^2}$$

$$\frac{d_{\text{Lune/objet}}^2}{d_{\text{Terre/objet}}^2} = \frac{m_{\text{Lune}}}{m_{\text{Terre}}}$$

$$\frac{d_{\text{Lune/objet}}^2}{d_{\text{Terre/objet}}^2} = \frac{7,35 \times 10^{22}}{5,98 \times 10^{24}}$$

$$\frac{d_{\text{Lune/objet}}}{d_{\text{Terre-objet}}} = 1,11 \times 10^{-1}$$

$$d_{\text{Lune/objet}} = 0,11 \times d_{\text{Terre-objet}}$$

L'endroit où les forces de gravitation qui modélisent les forces exercées par la Terre et par la Lune sur un objet se compensent est plus près de la Lune que de la Terre (10 fois plus près de la Lune que de la Terre).