

## 1 Mise en évidence des forces de gravitation

• **Chute verticale d'un corps**

- La vitesse de la balle .....
- Donc la balle n'est pas en mouvement .....
- Donc d'après le .....  
c'est qu'elle est soumise à au moins .....

**1** .....

.....  
.....  
.....

• **Mouvement de la Lune**

- La ..... du mouvement de la Lune change continuellement dans le référentiel géocentrique ;
- Donc la Lune n'est pas en mouvement .....
- Donc d'après le .....  
c'est qu'elle est soumise à au moins .....

**2** .....

.....  
.....  
.....

• **La « Révélation » d'Isaac NEWTON**

Isaac NEWTON a, le premier, réalisé que la force s'exerçant sur la balle et celle s'exerçant sur la Lune sont ..... (1687).

**3** .....

.....  
.....  
.....

• **La variation de l'intensité de la pesanteur avec le lieu**

— Variation avec la latitude :

Équateur	$9,78 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$
Paris	$9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$
Pôle Nord	$9,83 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$

— Variation avec l'altitude :

Mont Blanc	$9,79 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$
Everest	$9,78 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$

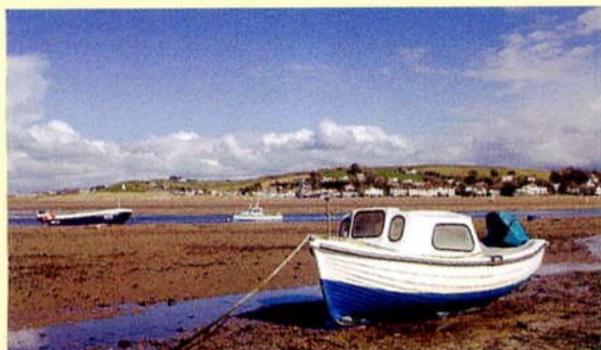
— Variation avec l'astre :

Lune	$1,6 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$
Mars	$3,7 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$
Saturne	$10,5 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$
Jupiter	$25,0 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$

**4** .....

.....

## 2 La loi de gravitation universelle



À la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, Isaac NEWTON énonce la loi de la gravitation et apporte les premières explications aux marées observées chaque jour.

Ce phénomène aujourd'hui bien connu est essentiellement dû à la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Lune sur la Terre.

*Comment déterminer la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Lune sur la Terre ?*

### DOC 1 La loi de la gravitation universelle

Selon la légende, c'est en observant la chute d'une pomme que NEWTON aurait eu l'idée de la gravitation universelle. Il s'interroge alors sur la « chute de la Lune vers la Terre » et montre que la chute de la pomme et le mouvement circulaire de la Lune autour de la Terre sont causés par une même force. En 1687, il énonce, dans son ouvrage *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, la loi de la gravitation universelle de la manière suivante :

« Deux corps quelconques s'attirent avec une force directement proportionnelle au produit de leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance. »



Isaac NEWTON  
(1643-1727)

### DOC 2 Les marées d'origine lunaire



Données :

- Masse de la Terre :  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$  kg.
- Masse de la Lune :  $M_L = 7,35 \times 10^{22}$  kg.
- Distance du centre de la Terre au centre de la Lune :  $d = 3,84 \times 10^5$  km.

### Extraire et exploiter des informations

1. Nommer la force responsable de la chute d'une pomme et du mouvement de la Lune autour de la Terre.
2. Indiquer les grandeurs dont dépend cette force (DOC 1). Préciser leur unité légale.
3. Traduire l'énoncé de la loi de la gravitation universelle par une expression littérale. On notera  $G$  le coefficient de proportionnalité, appelé constante de la gravitation universelle.

### Utiliser l'outil mathématique

4. Calculer la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Lune sur la Terre (DOC 2).  
Donnée :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ .
5. Reproduire le schéma du DOC 2 et représenter la force d'attraction gravitationnelle  $\vec{F}_{L/T}$  exercée par la Lune sur la Terre avec l'échelle 1 cm pour  $1,00 \times 10^{20}$  N.
6. Comparer les caractéristiques de cette force à celle exercée par la Terre sur la Lune puis représenter sur le même schéma la force  $\vec{F}_{T/L}$ .

### 3 La pesanteur



En 1672, l'astronome Jean RICHER (1630-1696) constate que la période d'oscillation de son pendule est plus longue à Cayenne qu'à Paris. Or, la période d'un pendule de longueur déterminée dépend de l'intensité de la pesanteur. La différence observée, liée à la variation de la pesanteur terrestre, serait, d'après NEWTON, due à la forme de la Terre.

*Pourquoi l'intensité de la pesanteur varie-t-elle d'un lieu à un autre ?*

#### DOC 3 Poids et gravitation

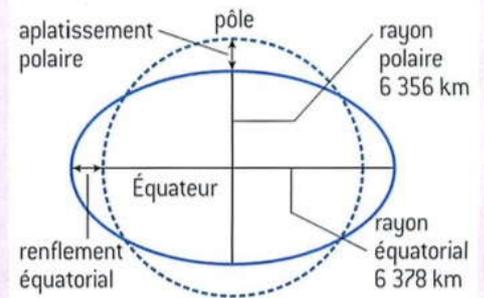
On parle d'intensité de la pesanteur, d'accélération de la pesanteur, ou plus simplement par abus de langage, de gravité, ou de pesanteur. De quoi s'agit-il ?

Un objet à la surface d'une planète est attiré par celle-ci du fait de la force gravitationnelle qu'elle exerce. Cette force exercée par une planète sur un corps est communément appelée le poids de ce corps. L'intensité de la pesanteur, ou accélération de la pesanteur, en un lieu donné est le poids d'une masse unité (c'est-à-dire d'une masse d'un kilogramme). C'est donc le rapport du poids de l'objet à sa masse. On a coutume de noter  $g$  cette intensité de la pesanteur.

Florence MESSINEO, *Des idées toutes faites et pas forcément toutes fausses en sciences physiques*  
©Ellipses, 2012.

#### DOC 4 La forme de la Terre

Les mesures actuelles indiquent un aplatissement au niveau des pôles, proche de la prédiction d'Isaac NEWTON.



Données :  $R_{\text{Tmoyen}} = 6\,371 \text{ km}$ ,  $g_{\text{T}} = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

#### DOC 5 Un marteau et une plume sur la Lune

Lors de la mission lunaire Apollo 15 en 1971, Dave SCOTT imitant GALILÉE, laisse tomber simultanément un marteau et une plume. Les deux objets touchent le sol lunaire au même instant mais *la durée de la chute a été plus longue que sur la Terre à cause de la faible gravité lunaire.*

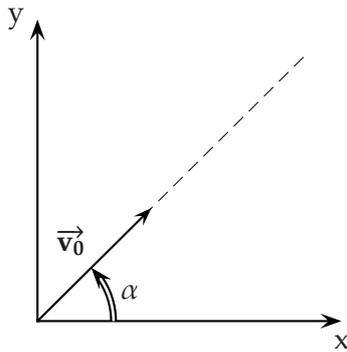
#### Extraire et exploiter des informations

1. Donner l'expression du poids d'un corps de masse  $m$  sur Terre (DOC 3).
2. À quelle force peut-être identifié le poids d'un corps de masse  $m$  sur Terre ?  
Donner l'expression de cette force (on notera  $M_{\text{T}}$  la masse de la Terre et  $R_{\text{T}}$  le rayon de la Terre).
3. Établir l'expression de l'intensité de la pesanteur  $g_{\text{T}}$  sur Terre en fonction de  $G$ ,  $M_{\text{T}}$  et  $R_{\text{T}}$ .
4. Comment expliquer la variation de l'intensité de la pesanteur  $g_{\text{T}}$  sur Terre, aux pôles et à l'équateur (DOC 4)?

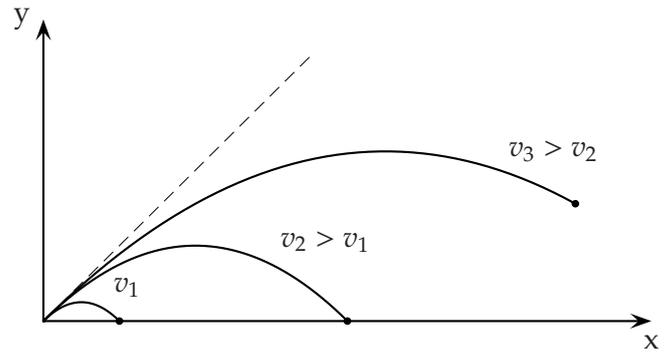
#### Utiliser l'outil mathématique

5. Par analogie avec l'intensité de la pesanteur  $g_{\text{T}}$  sur Terre, exprimer puis calculer l'intensité de la pesanteur  $g_{\text{L}}$  sur la Lune.  
Données •  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$ .
  - Masse de la Lune :  $M_{\text{L}} = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$ .
  - Rayon de la Lune :  $R_{\text{L}} = 1\,737 \text{ km}$ .
6. Comparer le poids d'un marteau de masse  $m = 300,0 \text{ g}$  sur la Terre et sur la Lune.
7. Justifier la phrase en italique (DOC 5) en considérant que seul le poids s'exerce sur le marteau lors de sa chute.

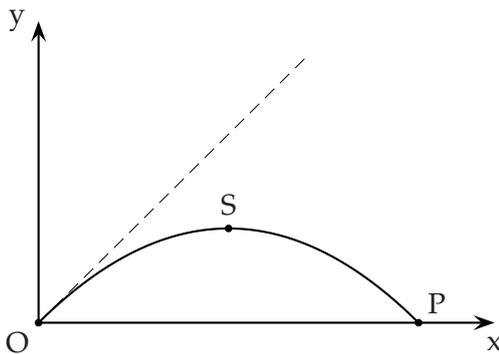
## 4 Application : Étude du mouvement d'un projectile



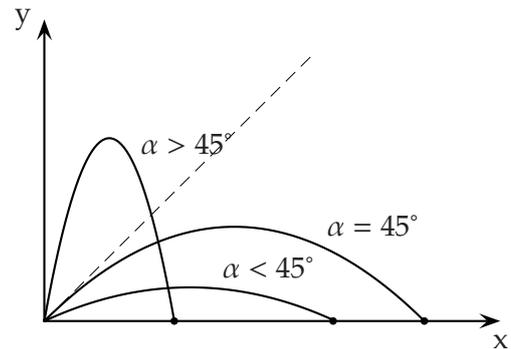
**Figure 1.** la vitesse initiale  $\vec{v}_0$  d'un projectile est caractérisée par sa valeur et par l'angle de tir.



**Figure 3.** Plusieurs trajectoires paraboliques correspondant à un même angle de tir  $\alpha$  et à des valeurs croissantes de la valeur de la vitesse initiale.



**Figure 2.** En S, le corps atteint son altitude maximale ; la distance OP est la portée.



**Figure 4.** Plusieurs trajectoires paraboliques correspondant à une même valeur  $v_0$  de la vitesse initiale et à des angles de tir différents (figure avec :  $80^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $25^\circ$ ).

5 .....

6 .....

7 .....

8 .....

### Exercices du chapitre 14

14.1 N° 4 p. 222

14.2 N° 5 p. 222

14.3 N° 9 p. 223

14.4 N° 11 p. 223