

# Des masses, des poids et des planètes !

## Exercice proposé en seconde

### Introduction

Au dessus d'un pommier, la Lune... Une pomme tombe du pommier... Pour répondre aux questions qui suivent, il vous faudra utiliser les résultats de quelques expériences, faites ou ... à faire !

- Quelle est la vitesse de la Lune sur son orbite ?
- Pourquoi peut-on dire que la Lune "tombe" vers la Terre ?
- A quelle distance du centre de la Terre les deux objets (pomme et Lune) se trouvent-ils ? Comparez ces deux distances.
- Quelle distance la pomme parcourt-elle pendant la première seconde de chute ?
- De combien la Lune "tombe"-t-elle en une seconde ?
- Comparez les distances parcourues lors de leur première seconde de "chute" par la pomme et par la Lune...

#### Newton énonce la loi de la gravitation universelle:

Deux objets (ponctuels ou à répartition sphérique de masse), de centres A et B, et de masse  $M_A$  et  $M_B$ , exercent l'un sur l'autre une force d'attraction gravitationnelle  $F$  dont les caractéristiques sont les suivantes :

direction : celle de la droite (AB)

sens : ces deux forces sont attractives

valeur : les deux forces ont la même valeur  $F$

et  $F = G \cdot M_A \cdot M_B / AB^2$

$G$  est la constante universelle de la gravitation :

$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  SI

- Quelle est l'unité (SI) de  $G$  ?
  - Montrez, à l'aide des calculs effectués ci-dessus, que la proposition de Newton, affirmant que la force a une valeur inversement proportionnelle au carré de la distance entre les points A et B, est bien justifiée par l'expérience...
  - Montrez enfin qu'il est possible d'utiliser cette loi pour connaître la masse de la planète Terre.
- On rappelle simplement que l'intensité de la pesanteur sur Terre est  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ .
- Remarque : vous verrez en Terminale que l'intensité de la pesanteur, exprimée actuellement en  $\text{N.kg}^{-1}$  est aussi appelée "accélération de la pesanteur" et s'exprime aussi en  $\text{m.s}^{-2}$  avec la même valeur.
- A l'aide des logiciels mis à votre disposition, (téléchargeables sur le site de J.F. Noblet, à l'adresse [http://perso.infonie.fr/jf\\_noblet/index.htm](http://perso.infonie.fr/jf_noblet/index.htm)), vous écrirez les caractéristiques des planètes du Système Solaire sous forme de tableau : on pourra donner les valeurs numériques en utilisant d'abord une unité commode (premier tableau) puis

l'unité légale du Système International (deuxième tableau) : quelques calculs de conversion seront nécessaires...

Les 6 premières lignes seront remplies en recopiant les valeurs données par le logiciel.

La détermination de la masse  $M$  de la planète utilisera un calcul semblable à celui que vous avez déjà fait pour la Terre.

#### Unités commodes (à préciser)

Nom de la Planète ; diamètre ; rayon de l'orbite ; pesanteur sur la planète ; période de rotation (autour de son axe) ; période de révolution (autour du Soleil)

#### Unités légales (SI).

Nom de la Planète ; diamètre (m) ; rayon de l'orbite (m) ; pesanteur sur la planète ( $\text{N.kg}^{-1}$ ) ; période de rotation (s) ; période de révolution (s) ; masse de la planète (kg).

### Kepler

Kepler découvrit au XVII<sup>e</sup> siècle les lois qui régissent le mouvement des planètes : l'une de ces lois précise que si  $R$  est le rayon de l'orbite (supposée circulaire) et  $T$  la période de révolution, alors  $R^3$  est proportionnel à  $T^2$

● Traduisez cette loi par une formule mathématique

● Pour chaque planète calculer  $R^3$  et  $T^2$ .

Tracer le graphe donnant  $R^3$  en fonction de  $T^2$ .

● Ces deux grandeurs sont-elles proportionnelles ? Si oui, déterminez la valeur du coefficient de proportionnalité.

### Newton

Newton alla plus loin que Kepler : en utilisant la loi de la Gravitation Universelle, il démontra une relation mathématique, valable pour le Système Solaire, et dans laquelle  $R$  est le rayon de l'orbite d'une planète quelconque,  $T$  sa période de révolution,  $G$  la constante universelle de gravitation, et  $M$  la masse de l'astre central (le Soleil dans notre cas)

$$R^3 / T^2 = G M / 4 \pi^2$$

- Quelle est donc la masse de notre Soleil ?

### Satellites de la Terre

Les satellites de la Terre obéissent à une loi mathématique similaire à celle qui régit le mouvement des planètes, satellites du Soleil.

● Ecrivez la relation mathématique qui traduit cette loi en précisant bien le sens de chacun des symboles littéraux employés.

● Vérifiez la validité de la loi pour le satellite naturel Lune.

● Déterminez le rayon de l'orbite d'un satellite "géostationnaire"

● Déterminez la période de l'ISS (la Station Spatiale Internationale)... Une recherche sur Internet de la donnée qui vous manque est permise !