

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 N.kg^{-1} est aussi appelée "accélération de la pesanteur" et s'exprime aussi en 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), 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 (N.kg^{-1}) ; période de rotation (s) ; période de révolution (s) ; masse de la planète (kg).

Kepler

Kepler découvrit au XVII^e 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 !