

I. Un peu d'histoire des sciences.

1. La Terre, le soleil, la lune et Vénus.

Tout le monde sait que la lune tourne autour de la terre et que la terre et Vénus tournent autour du soleil.

Comment peut-on expliquer cela ?

Le mouvement circulaire vient d'une force d'attraction (comme pour une fronde).

2. De Copernic à Galilée.

En ce début du XVII^e siècle, deux théories cosmologiques s'opposent dans les milieux scientifiques : celle vieille de plus de 2000 ans et communément admise, le géocentrisme, qui place la Terre au centre de l'univers et sur lequel se sont fondés les grands monothéismes, et l'idée révolutionnaire développée par Nicolas Copernic, l'héliocentrisme, qui place, *a contrario*, le soleil au centre du monde.

En 1632, la publication du « Dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde », conduit Galilée devant le tribunal de l'Inquisition qui l'oblige à abjurer et le contraint à ne plus quitter sa demeure.

Il faut attendre la fin du XX^e siècle pour que l'Eglise reconnaisse les erreurs de certains théologiens du XVII^e siècle et réhabilite Galilée.

Comment expliquer le mouvement des planètes ?

II. Le mouvement des planètes autour du soleil.

1. Les principes mathématiques de Newton.

Isaac Newton a été le premier à émettre l'hypothèse que la force s'exerçant sur la bille en chute verticale et la force s'exerçant sur la Lune sont de même nature.

Ces forces sont dues à l'attraction exercée par la Terre sur ces corps et s'expliquent par une théorie plus générale appelée gravitation universelle.

En 1687, Newton énonce la loi de la gravitation universelle.

De façon générale, deux corps, du simple fait de leur masse, exercent chacun l'un sur l'autre une force gravitationnelle qui est attractive : on dit que ces deux corps sont en interaction gravitationnelle.



Deux corps de petite taille, assimilables à des points A et B et de masse m_A et m_B , séparés d'une distance AB s'attirent mutuellement avec une force F de caractéristiques :

Direction : droite AB

Sens : la force exercée par A sur B est dirigée vers A

Valeur : $F = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{(AB)^2}$

G est une constante appelée constante de Cavendish : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg/s}^2$

Ce résultat se généralise à des corps à répartition sphérique de masse. La masse est répartie de façon régulière autour du centre de corps. C'est le cas de la Terre, de la Lune, des Planètes et des Etoiles.

Dans le cas de l'interaction gravitationnelle entre la Terre et la Lune, la valeur de la force exercée par la Terre sur la

Lune est donnée par l'expression : $F = G \cdot \frac{M_T \cdot M_L}{d^2}$

M_T : masse de la Terre : $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$.

M_L : masse de la Lune : $M_L = 7,34 \times 10^{22} \text{ kg}$.

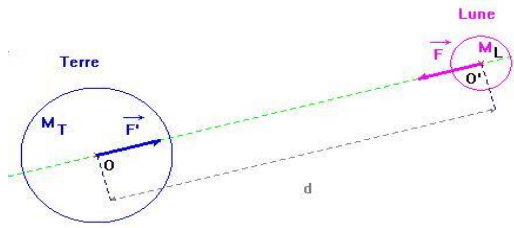
d : distance entre le centre de la Terre et le centre de la Lune : $d = 384\,000 \text{ km}$.

Calculer la valeur de F.

$$F \approx 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24} \times 7,34 \times 10^{22}}{(3,84 \times 10^8)^2}$$

$$F \approx 1,98 \times 10^{20} \text{ N}$$

Chapitre 3 : Le système solaire.



Cette force F retient la Lune sur son orbite autour de la Terre. Cette force due à l'interaction gravitationnelle est une force attractive représentée par le vecteur $\vec{F}$, appliqué au centre de la Lune et dirigé vers le centre de la Terre.

2. La gravitation ou pourquoi tout tombe toujours.

Une petite histoire



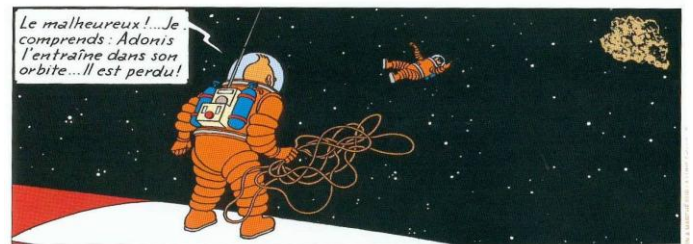
Un objet proche d'un astre est soumis à une force due à l'astre (la Terre) : **la force gravitationnelle**. Au voisinage d'un astre, on appelle cette force gravitationnelle, le poids. Le poids est une force dont la direction est une droite passant par le centre de l'astre et l'objet, de sens vers le bas et de norme $P = m \times g$ avec g la gravitation.

Exemple : Tintin sur la Lune.

Lors du voyage, le capitaine Haddock et Tintin tente une sortie dans l'espace afin de réparer des avaries. Soumis à aucune force, ils doivent rester proches de la fusée.

Adonis est une météorite imposante qui génère autour d'elle une gravité susceptible d'attirer tout objet.

Le capitaine Haddock qui n'est pas attaché, s'éloigne de plus en plus rapidement de la fusée. Il est soumis à la force gravitationnelle d'Adonis qui l'attire.



3. Poids, gravité et masse.

Dans la vie de tous les jours, on peut se peser pour déterminer son poids en kilogrammes. Cela est toutefois impropre : en réalité, on se « masse » car la grandeur physique exprimée en kilogrammes n'est pas le poids mais la masse.

La masse, anciennement appelée quantité de matière (nous en reparlerons) traduit indirectement la quantité de particules (atomes, molécules) dont nous sommes faits, qui nous rendent massifs.

Le poids traduit la force de gravitation que la Terre exerce sur le corps considéré : il ne se mesure pas en kilogrammes mais, comme toute force, en newtons (N).

Pour un objet de masse m à la surface de la Terre, l'identification entre le poids P et la force gravitationnelle F exercée sur lui par la Terre conduit à l'expression de la gravité g .

$$P = F$$

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

$$g = G \frac{M_{\text{Terre}}}{R_{\text{Terre}}^2}$$

La valeur de la gravité dépend de l'astre attracteur.

Elle dépend sur un même astre de l'altitude à laquelle on se trouve ; plus on s'éloigne du centre de l'astre, plus la valeur de la pesanteur g diminue.

La masse d'un objet est la même quelque soit l'astre attracteur, contrairement au poids qui dépend de l'astre (donc de g).