

Gravitation universelle

I. Qu'est-ce que la gravitation universelle ?

En 1687, Newton émet une hypothèse géniale mais très risquée. La lune tombe sur la Terre comme la pomme ou n'importe quel objet. Il a montré que deux effets apparemment très différents sont en fait le résultat d'une seule et même cause : l'interaction gravitationnelle.

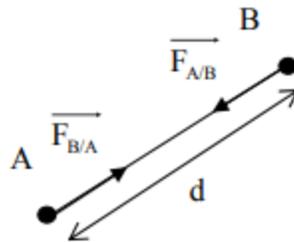
La cohésion du système solaire, et plus généralement celle de l'univers est due aux actions mutuelles de gravitation qu'exercent ses constituants les uns sur les autres.

II. Énoncé de la loi de Newton :

Les corps s'attirent mutuellement en raison directe de leur masse.

1. Formulation mathématiques de la loi de Newton :

Deux corps ponctuels A et B de masses m_A et m_B s'attirent de façon que chacun d'eux exerce une force attractive sur l'autre.



Les forces qui modélisent cette interaction mutuelle a les caractéristiques suivantes :

- Leur point d'action est tel que la force exercée par A sur B s'applique en B et la force exercé par B sur A s'applique en A.
- Leur direction est celle de la droite AB.
- Leurs sens est opposés
- Ont la même intensité : $F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$

Avec G est la constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$

Remarque:

- Cette loi est valable pour les corps volumineux. La distance d est celle qui sépare leurs centres.
- Un corps à répartition sphérique de masse est un corps dont la matière est répartie uniformément autour de lui ou en couches sphériques homogènes autour de son centre.

2. Application :

Calculer la force gravitationnelle dans les cas suivants :

- a. Entre deux boules de fer identiques de masse $m=5kg$ et de rayon $r=10cm$, la distance qui sépare les surfaces des deux boules $d=80cm$
- b. Entre la terre et une boule qui se trouve à la surface de la terre, on donne la masse de la Terre $M_T = 6 \times 10^{24}kg$ et de rayon $R_T = 6380km$
- c. Calculer le poids d'une boule à la surface de la terre, on donne $g = 9,8 N/kg$
- d. Conclusion : le phénomène de la gravitation est lié à la présence de la matière. Sauf que ces effets sont constatables qu'au niveau cosmique. Intensité du poids d'un corps à la surface de la terre est égale à l'intensité de force de gravitation universelle appliquée par la terre.

III. Poids d'un corps :

Sur Terre, par définition, le poids est l'action exercée par la Terre sur tout objet se trouve à proximité de sa surface. Il ne s'agit que d'un cas particulier de l'interaction de gravitation.

1. Les caractéristiques du poids :

- ✓ Point d'action : le centre de gravité du corps.
- ✓ Droite d'action : la verticale
- ✓ Sens : vers le bas
- ✓ Intensité : $P = m \times g$

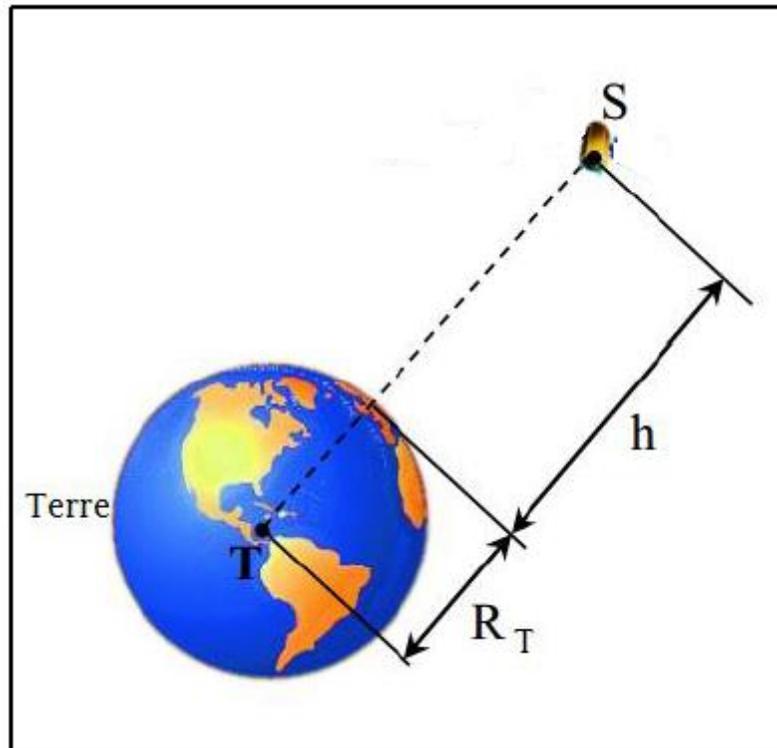
Remarque :

Etant donné que la terre n'est pas tout à fait sphérique (aplatissement aux pôles), la valeur de g change selon la latitude du point considéré :

A l'équateur	Aux pôles	A Paris	A Safi
$g = 9,79N/kg$	$g = 9,83N/kg$	$g = 9,81N/kg$	$g = 9,80N/kg$

2. Relation entre g et l'altitude :

Entre la Terre de masse M_T et un corps S de masse m situé à l'altitude h de sa surface, on exprime l'intensité de la force d'attraction entre la Terre et ce corps :



$$F_{T/S} = G \times \frac{M_T \times m}{(R_T + h)^2}$$

$$\text{On a : } F_{T/S} = P = m \times g$$

$$\text{D'où : } m \times g = G \times \frac{M_T \times m}{(R_T + h)^2}$$

$$\text{Donc : } g = G \times \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$

$$\text{A la surface de la Terre } h=0 : g_0 = G \times \frac{M_T}{R_T^2}$$

$$\text{L'expression de } g \text{ en fonction de } g_0, R_T \text{ et } h : g = g_0 \times \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$$