

Matière :  
Physique Chimie  
Niveau :  
Tronc Commun  
Professeur:  
DELAHI MOHAMED

# La gravitation Universelle



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## 1) L'interaction gravitationnelle entre deux corps : Vidéo N°1

La gravitation est une **interaction** (action réciproque) attractive entre tous les objets qui ont une masse. c'est une interaction qui s'exerce **à distance**. cette interaction dépend de **la masse** des objets et de **la distance** qui les sépare.

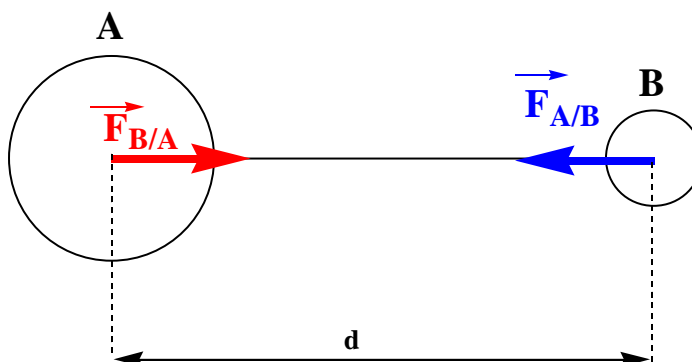
Deux objets A et B, de masses respectives  $m_A$  et  $m_B$ , dont les centres sont séparés par une distance  $d$ , exercent l'un sur l'autre des actions mécaniques attractives modélisées par des forces  $\vec{F}_{A/B}$  et  $\vec{F}_{B/A}$ , appelées forces d'attraction gravitationnelle ayant la même valeur  $F$  :

Masse de l'objet A (Kg)      Masse de l'objet B (Kg)

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

Intensité de la force d'attraction (N)      Constante de gravitation universelle  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  (SI)      Distance entre les centres des objets A et B (m)

- L'objet A est soumis l'action de la force d'attraction  $\vec{F}_{B/A}$
- L'objet B est soumis l'action de la force d'attraction  $\vec{F}_{A/B}$



- Les caractéristiques des 2 forces  $\vec{F}_{A/B}$  et  $\vec{F}_{B/A}$  : Animation N°1 et N°2
  - même direction
  - même intensité
  - sens opposé.

**Exercice 1 :**

- a) Calculer l'intensité de la force d'interaction mutuellement exercée par 2 objets ponctuels de même masse 500 hg et distants de 500 cm
- b) Calculer l'intensité de la force d'interaction mutuellement exercée par la terre sur la lune.
- c) Que peut on déduire ?

➤ **Données :**

- Constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
- distance entre la surface de la terre et celle de la lune :  $d_{T-L} = 3,70.10^8 \text{ m}$

|       | Rayon                               | Masse                                 |
|-------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Terre | $R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km}$ | $M_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$ |
| Lune  | $R_L = 1,74 \times 10^3 \text{ km}$ | $M_L = 7,3 \times 10^{22} \text{ kg}$ |

c)

- On en déduit que la force d'attraction entre 2 objets est négligeable devant celle entre 2 planètes
- L'interaction attractive n'est prise en considération qu'a échelle planétaire.

**2) Intensité de la pesanteur terrestre : g**

☒ **Notion de poids :** Vidéo N°2

Le poids  $P_0$  d'un objet, de masse  $m_s$ , à la surface de la planète Terre peut-être identifié à la force de gravitation  $F_0$  exercée par la Terre sur cet objet :

$P_0 = F_0 = G \frac{M_T \times m_s}{R_T^2}$

Callouts:  
- Masse de la Terre (Kg) points to  $M_T$   
- Masse de l'objet (S) (Kg) points to  $m_s$   
- Le poids à la surface de la Terre (N) points to  $P_0$   
- Distance entre de l'objet (S) et le centre de la Terre (m) points to  $R_T$

☒ **Intensité de la pesanteur à la surface de la terre:  $g_0$**

**Activité :**

Un objet solide S de masse  $m$  se trouve à la surface de la terre est soumis à une force d'attraction universelle  $\vec{F}_{T/S}$

- 1) Donner l'intensité de la force d'attraction  $F_{T/S}$  en fonction de  $M_T$ ,  $m$  et  $R_T$  ( $M_T$  : masse de la terre et  $R_T$  : rayon de la terre )
- 2) Donner l'expression  $\frac{F}{m}$  puis calculer sa valeur.

3) Comparer  $\frac{F}{m}$  et intensité de la pesanteur  $g_0 = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ , déduire

**Données :**

$$M_T = 5,97.10^{24} \text{ kg} ; G = 6.67.10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2} ; R_T = 6,38.10^6 \text{ m}$$

**☒ Intensité de la pesanteur à la hauteur  $h$  :  $g_h$**

**Activité :**

On considère un objet solide S de masse  $m$  se trouve à la surface de la terre tel que intensité de la pesanteur  $g_0 = 9,81 \text{ N/Kg}$ .

On trouver  $g_h$  : intensité de la pesanteur à la hauteur  $h$  de la surface de la terre.

- 1) Donner l'intensité de la force d'attraction  $F_{T/S}$  en fonction de  $M_T$ ,  $m$  et  $R_T$  puis déduire l'expression de  $g_0$
- 2) Donner l'expression de  $g_h$  en fonction de :  $M_T$  ;  $R_T$  ;  $h$  et  $G$
- 3) On déduire la relation qui donne  $g_h$  en fonction de  $g_0$  ;  $R_T$  et  $h$
- 4) Calculer la hauteur  $h$  tel que  $g_h = 2,45 \text{ Nkg}^{-1}$

**Données :**

$$M_T = 6.10^{24} \text{ kg} ; R_T = 6400 \text{ km} ; m = 70 \text{ kg} ; G = 6.67.10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$$

1) L'intensité de la force d'attraction  $F_{T/S}$  :

$$F_0 = G. \frac{m \times M_T}{R_T^2}$$

l'expression de  $g_0$

$$F_0 = P_0 \Rightarrow m \times g_0 = G. \frac{m \times M_T}{R_T^2} \Rightarrow g_0 = G. \frac{M_T}{R_T^2}$$

2) L'expression de  $g_h$  en fonction de :  $M_T$  ;  $R_T$  ;  $h$  et  $G$

$$F_h = P_h \Rightarrow m \times g_h = G. \frac{m \times M_T}{(R_T + h)^2} \Rightarrow g_h = G. \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$

3)  $g_h$  en fonction de  $g_0$  ;  $R_T$  et  $h$

$$\textcircled{1} \quad g_h = G. \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$

$$\textcircled{2} \quad g_0 = G. \frac{M_T}{R_T^2}$$

calculons le rapport  $\frac{\textcircled{1}}{\textcircled{2}}$  c à d  $\frac{g_h}{g_0}$

$$\frac{g_h}{g_0} = \frac{G. \frac{m \times M_T}{(R_T + h)^2}}{G. \frac{m \times M_T}{R_T^2}} = \frac{1}{\frac{(R_T + h)^2}{R_T^2}} = \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$$

$$g_h = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$$

4) Calcule de la hauteur h :

$$g_h = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$$

$$\frac{g_h}{g_0} = \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2} = \left( \frac{R_T}{R_T + h} \right)^2 \rightarrow \frac{\sqrt{g_h}}{\sqrt{g_0}} = \frac{R_T}{R_T + h} \rightarrow R_T + h = R_T \times \sqrt{\frac{g_0}{g_h}}$$

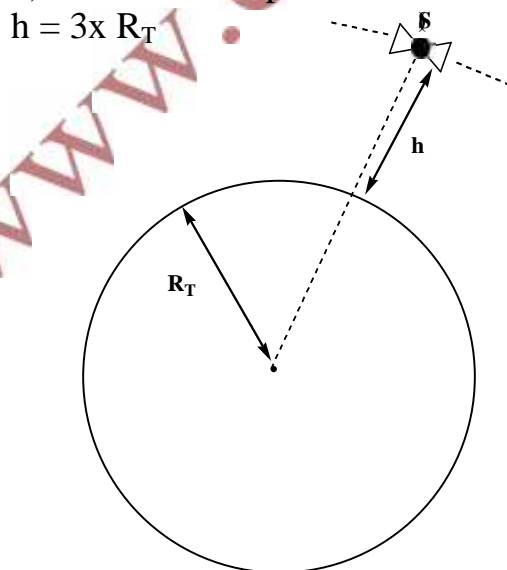
$$h = R_T \times \sqrt{\frac{g_0}{g_h}} - R_T \rightarrow$$

$$h = R_T \left( \sqrt{\frac{g_0}{g_h}} - 1 \right)$$

### Exercice 2 :

On considère un satellite (S), de masse m, se trouve à une hauteur h de la surface de la terre (on considère que la terre est sphérique).

- 1) Représente sur un schéma la force d'attraction exercée par la terre sur le stellite (S)
- 2) Donner l'expression la force d'attraction exercée par la terre sur le stellite (S)
- 3) Retrouver expression intensité de la pesanteur à la surface de la terre:  $g_0$
- 4) Donner l'expression de la hauteur h en fonction de  $g_0$ ;  $g_h$  et  $R_T$
- 5) Calculer h pour  $g_h = 2,45 \text{ N.kg}^{-1}$ .
- 6) Donner l'unité de constante de gravitation universelle G dans le système international des unités
- 7) Calculer le poids du stellite à la surface de la terre puis à la hauteur h :



➤ **Données :**

$$m = 8,00 \cdot 10^2 \text{ kg} ; M_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg} ;$$

$$R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km} ; G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ (SI)}$$