

Chapitre 20

La gravitation universelle

20.1 L'interaction gravitationnelle

20.1.1 Aspect historique

En 1687, Newton découvre que tous les corps s'attirent mutuellement et parle d'interaction gravitationnelle. Il met en évidence la loi de l'attraction universelle qui régit l'attraction des corps ayant une masse.

20.1.2 Corps ponctuels et centre de gravité

Deux corps sont dits **ponctuels** lorsque leurs dimensions sont petites devant la distance qui les sépare.

Des corps à répartition sphérique de masse (ex : les astres et les planètes) peuvent être considérés comme des corps ponctuels; on prend alors leurs **centres de gravité** en compte auxquels on attribue la masse m du corps étudié.

20.1.3 Loi d'attraction gravitationnelle

Deux corps ponctuels A et B, de masses m_A et m_B , séparés d'une distance d , exercent l'un sur l'autre des forces d'attraction dirigées selon la droite (AB), égales en valeur et de sens opposé : $F_{A/B} = -F_{B/A}$.

La valeur de ces forces est donnée par la relation : $F_{A/B} = F_{B/A} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$

unités SI : m_A et m_B en kg, d en m, $F_{A/B}$ et $F_{B/A}$ en N

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

$\vec{F}_{A/B}$: force d'attraction gravitationnelle exercée par A sur B - point d'application : B - direction (AB) - sens : de B vers A - longueur proportionnelle à $F_{A/B} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$

$\vec{F}_{B/A}$: force d'attraction gravitationnelle exercée par B sur A - point d'application : A - direction (AB) - sens : de A vers B - longueur proportionnelle à $F_{B/A} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$

On parle de gravitation universelle, car la loi de l'attraction gravitationnelle s'applique dans tout l'Univers.

20.2 Le poids

20.2.1 Poids et pesanteur terrestre

Le **poids** est la force (pesanteur) subie par n'importe quel corps ayant une masse à la surface de la Terre.

Vecteur poids :

- Direction : la verticale du lieu.
- Sens : vers le centre de la Terre.
- Point d'application : le centre de gravité G de l'objet.
- longueur : proportionnelle à l'intensité du poids $P = m \cdot g$

La masse m (en kg) d'un système dépend de sa quantité de matière et est invariante.

L'intensité (ou accélération) de pesanteur g (en $N \cdot kg^{-1}$ ou $m \cdot s^{-2}$) dépend du lieu où se trouve le système.

En fait, le poids correspond à la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur l'objet étudié :

$$\vec{P} = F_{T/O}$$

$$\rightarrow P = F_{T/O}$$

$$\rightarrow m \cdot g = G \cdot M_T \cdot m / R_T^2$$

$$\rightarrow g = G \cdot M_T / R_T^2$$

$$M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$R_T = 6371 \text{ km} = 6371 \times 10^3 \text{ m}$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

$$g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

L'intensité de la pesanteur (et le poids) dépendent de l'altitude et de la latitude : si R augmente, g (et P) diminue.

20.2.2 Sur la Lune

Sur la Lune, le poids d'un corps est la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Lune sur ce corps :

$$P = F_{L/O}$$

$$\rightarrow m \cdot g_L = G \cdot M_L \cdot m / R_L^2$$

$$\rightarrow g_L = G \cdot M_L / R_L^2$$

$$M_T = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$R_L = 1737 \text{ km} = 1737 \times 10^3 \text{ m}$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

$$G_L = 1,6 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

La valeur du poids d'un objet sur la Lune est six fois plus faible que sur la Terre. (cf : Tintin ũ On a marché sur la Lune)

De manière générale, l'intensité de pesanteur va différer d'un astre à l'autre. Ceci est dû à la masse de cette planète qui va influencer sur g . Si la masse ne varie pas, le poids va donc varier en fonction de l'astre sur lequel on se trouve.

