

La gravitation universelle

I. Relativité du mouvement dans le système solaire

1. Nécessité de choisir un référentiel

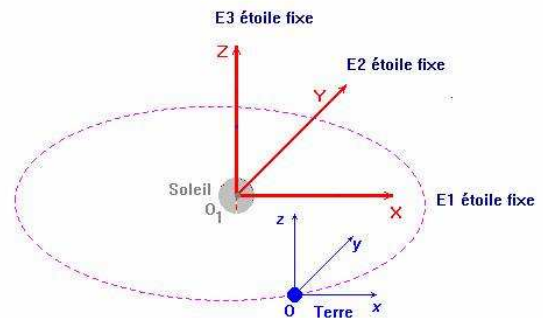
- Un référentiel est constitué d'un **origine** auquel on associe un **repère d'espace** et une **horloge**.
- Tout corps immobile sur Terre est considéré comme un référentiel terrestre.

→ Les **référentiels terrestres** sont adaptés à l'étude des mouvements sur Terre.

→ Pour l'étude des mouvements des astres ou des satellites autour de la Terre, on utilise d'autres référentiels : **référentiels héliocentrique ou géocentrique**.

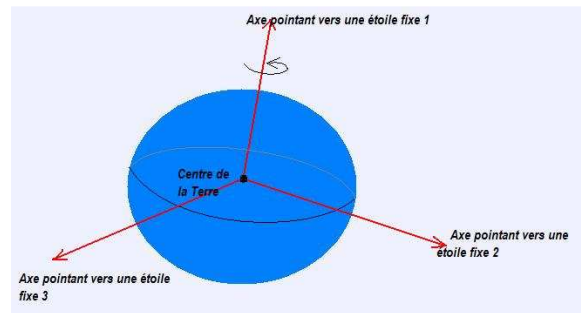
2. Le référentiel héliocentrique

- * L'origine du repère d'espace associé est le **centre du Soleil**.
- * L'un des axes est **perpendiculaire au plan de l'écliptique**.
- * Les deux autres pointent en direction de deux étoiles dont la position dans la voûte céleste ne varie quasiment pas.



3. Le référentiel géocentrique

- * L'origine du repère d'espace associé est le **centre de la Terre**.
- * L'un des axes est l'axe des pôles de la Terre, ou **axe polaire**.
- * Les deux autres pointent en direction de deux étoiles dont la position dans la voûte céleste ne varie quasiment pas.



II. L'interaction gravitationnelle entre deux corps

1- Interaction entre deux objets

→ La **Terre** exerce une **action mécanique attractive** sur tous les **corps ou objets**, ce qui explique leur chute.

→ Ceci est **général et réciproque** : **deux objets, quels qu'ils soient, exercent l'un sur l'autre une action mécanique attractive**, du fait de leur masse

→ L'**action réciproque d'un objet sur un autre** s'appelle une

2- Enoncé de la loi de la gravitation universelle de Newton

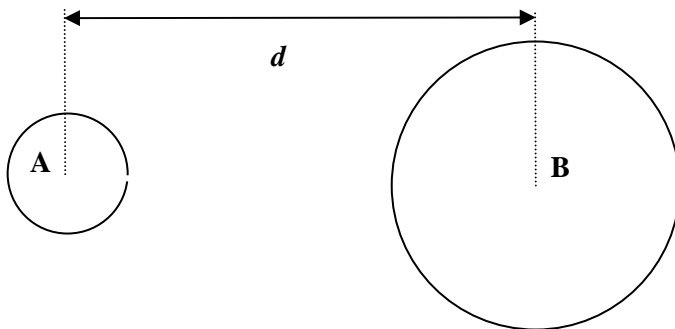
Soient deux **corps A et B**, de **masses** respectives m_A et m_B , dont les centres sont séparés par une **distance d**, exercent l'un sur l'autre des actions mécaniques attractives modélisées par des forces, appelées **forces d'attraction gravitationnelles**, ayant la **même intensité F** :

- d : **entre les deux corps** ; s'exprime en **m**.
 - m_A et m_B : de chacun des deux corps ; s'expriment en **kg**.
 - G : **;** **$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ USI**.
- : intensité de la force gravitationnelle exercée par A sur B.
- : intensité de la force gravitationnelle exercée par B sur A.

Remarques :

- ☞ En toute rigueur, cette loi n'est valable que pour des **objets dont la masse est répartie régulièrement de façon sphérique** (comme une boule homogène).
- ☞ La Terre, la Lune, les planètes et les étoiles dont le Soleil sont des corps à répartition sphérique de masse ; c'est-à-dire un corps homogène, dont la matière est répartie uniformément.

3- Caractéristiques vectorielles et représentation :



Attention à la notation !

- ☞ $\vec{F}_{A/B}$: est un vecteur, et porte une flèche.
- ☞ $F_{A/B}$: est la valeur (ou intensité) de la force, ce n'est pas un vecteur : il n'y a pas de flèche.

➤ Le corps A exerce sur le corps B une force , dont les caractéristiques sont :

- Point d'application :
- Direction :
- Sens :
- Valeur :

➤ Le corps B exerce sur le corps A une force , dont les caractéristiques sont :

- Point d'application :
- Direction :
- Sens :
- Valeur :

Ces deux forces ont :

- × la ,
- × des ,
- × la ,
- × des .

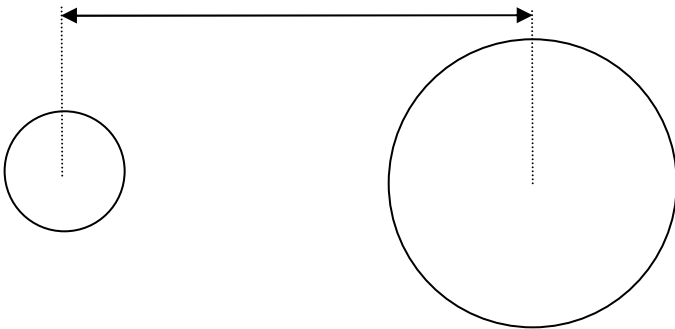
Ce sont des

!

Application :

a. Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune.

Données :
 - $M_T = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg,
 - $M_L = 7,35 \cdot 10^{22}$ kg,
 - $d = 3,83 \cdot 10^5$ km : Distance moyenne entre les centres de la Terre et de la Lune.



b. En déduire la valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Lune sur la Terre.

c. Représenter ces deux forces sur le schéma.

III. Poids et attraction terrestre**1. Caractéristiques du poids**

A la surface de la Terre, un corps de masse m est soumis à la pesanteur. Son poids est représenté par un vecteur ayant les **caractéristiques** suivantes :

- Direction : verticale, dirigée vers le centre de la Terre,
- Sens : descendant,
- Valeur : $P = mg$ avec P : poids (en N), m : masse (en kg), et g : intensité de pesanteur (en N.kg^{-1}).

Masse et poids

Quand on dit : « le poids de ces oranges est de 1,5 kg », on commet un **abus de langage scientifique**.

Il faudrait dire : « la masse est de 1,5 kg ».

2. Poids d'un corps et force d'attraction gravitationnelle

→ Comme le poids d'un corps de masse m sur Terre est égale à la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre (de masse M_T) sur ce corps, alors on peut écrire :

$$mg = G \frac{m M_T}{(R_T + h)^2} = m \frac{G M_T}{(R_T + h)^2}$$

→ On peut ainsi définir l'**intensité de la pesanteur** au voisinage de la Terre g_T : $g_T = \frac{G M_T}{(R_T + h)^2}$

→ On remarque donc que l'intensité de la pesanteur dépend de l'altitude h .

→ Au niveau de la mer ($h = 0$), on retrouve $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

Application :

On considère que la Terre est un corps à répartition sphérique de masse. Son rayon est $R_T = 6370$ km, et sa masse M_T est égale à $5,98 \cdot 10^{24}$ kg.

- Déterminer la valeur de la force de gravitation exercée par la Terre sur un solide S de masse $m = 1,00$ kg placé à sa surface.
- Déterminer le poids P du même solide, placé au même endroit. L'intensité de la pesanteur à la surface de la Terre est égale à : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$.
- Comparer les valeurs de ces deux forces et conclure.

3. Poids terrestre et poids lunaire

→ Le poids d'un corps de masse m sur le sol lunaire est : $P_L = m g_{Lune}$; où g_{Lune} est l'intensité de la pesanteur à la surface de la Lune.

→ Par analogie avec la détermination de g_{Terre} , on établit : $g_{Lune} = \frac{G M_L}{(R_L + h)^2}$

→ A la surface de la Lune ($h = 0$), le calcul montre que : $g_{Lune} = 1,6 \text{ N.kg}^{-1} =$

→ *Le poids d'un corps sur la surface de la Lune est donc environ que le poids du même corps quand il se trouve placé à la surface de la Terre.*

→

Application : La masse de Tintin est 50,0 kg.

- Calculer la valeur P du poids de Tintin, à Paris, considéré comme ayant une altitude nulle.
- Calculer la valeur P du poids de Tintin à la surface de la Lune.

