

Chapitre 9 : La gravitation universelle :

Introduction :

Activité documentaire : act n°1

Loi de la gravitation :

1) Définition :

Deux corps A et B, assimilables à des points, s'attirent mutuellement. L'attraction qu'ils exercent l'un sur l'autre est :

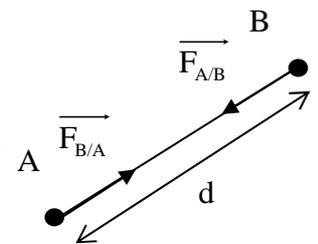
- Proportionnelle à leur masse m_A et m_B .
- Inversement proportionnelle au carré de la distance d entre les deux points.

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

- Leur **point d'application** est tel que la force exercée par A sur B s'applique en B et la force exercée par B sur A s'applique en A.
- Leur **direction** est celle de la droite AB.
- Leur **sens** est tel que la force exercée par A sur B est dirigée vers A et celle exercée par B sur A est dirigée vers B.

- Leur **valeur** est commune et est donnée par :
$$F = \frac{G \times m_A \times m_B}{d^2}$$

G est la constante universelle de la gravitation : $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
 (D'après un théorème de la physique, une force exprimée en N s'exprime aussi en $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

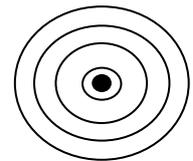


Rq : nous rencontrerons souvent $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ SI. Ceci veut dire que l'on utilise le système international d'unité.

2) Astronomie : corps à répartition sphérique de masse

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 :

Rq : Cela revient à dire que la masse volumique est égale dans une même couche.



Nous considérerons que tous les astres étudiés (Lune, terre, soleil, planètes) ont cette propriété.

3) Application :

On considère le système terre-lune.

- a. Calculer la force d'attraction qui s'exerce entre la terre et la lune.
- b. Dessinez le système terre lune et représentez les forces à l'échelle $1 \text{ cm} \rightarrow 1 \cdot 10^{20} \text{ N}$

Données : $m_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ $m_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ $d = 3,80 \cdot 10^5 \text{ km}$

$$F_{TL} = F_{LT} = \frac{G \times m_T \times m_L}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{5,98 \cdot 10^{24} \times 7,35 \cdot 10^{22}}{(3,80 \cdot 10^8)^2} = 2,03 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

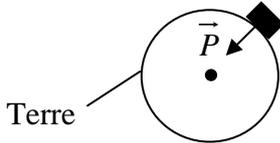
II Le poids d'un corps :

1) Le poids d'un corps sur la terre :

➤ Définition :

Le poids d'un objet est la force d'attraction gravitationnelle exercée par la terre sur l'objet.

➤ Caractéristique du poids :



\vec{P}

Direction : verticale à la surface de la Terre

Sens : dirigé vers le centre de la Terre

Norme : $P = m \times g$

Avec $g =$ valeur de la pesanteur.

Pt d'application : centre de gravité de l'objet

Trouvons la valeur de g :

Par définition : $P = m_o \times g = F_{T/O} = G \times \frac{m_T \times m_o}{R_T^2}$ donc $g = \frac{G \times m_T}{R_T^2}$

AN : On sait que $R_T = 6370 \text{ km} = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$. On a $g = 9.81 \text{ N.kg}^{-1}$ (Faire une analyse dimensionnelle).

➤ 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 : $g = 9,79 \text{ N.kg}^{-1}$ Aux pôles : $g = 9,83 \text{ N.kg}^{-1}$ A Paris : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

2) Le poids d'un corps sur la lune :

Ce poids est donc la force d'attraction gravitationnelle exercée par la lune sur l'objet.

La grandeur qui va changer est donc le g :

Sur la lune on a $P = m \times g_L$ avec $g_L = \frac{G \times m_L}{R_L^2}$.

AN : Avec $R_L = 1740 \text{ km}$; on trouve $g_L = 1.62 \text{ N.kg}^{-1}$

Le même objet pèse 6 fois plus lourd sur la Terre que sur la Lune.

Exercice n°12 et 20 (dur) p 287

III Mouvement d'un projectile à la surface de la terre :

1) Force exercée sur le projectile :

Un projectile est un corps lancé au voisinage de la terre.

Si on néglige la force de frottement de l'air, le projectile n'est alors soumis qu'à son poids : on dit qu'il tombe en chute libre.



Comme les **forces** qui s'exercent sur le solide **ne se compensent pas** (puisque'il y en a qu'une, le poids), alors **d'après le principe d'inertie**, le **mouvement** du projectile **n'est pas rectiligne uniforme**.

2) Influence de la vitesse initiale sur le mouvement :

- Si la vitesse initiale est nulle ou verticale :

Le mouvement du projectile va rester vertical, il est **rectiligne mais pas uniforme**.

- Si la vitesse initiale est quelconque :

Le mouvement va être **parabolique**.

Exercice n°16 p 288 sauf question 1) b

Vu que le poids est une force verticale, la **vitesse verticale va être modifiée** alors que la **vitesse horizontale restera constante**.

IV Le mouvement de la lune :

Activité documentaire : act n°2

Rappeler la théorie de la collision-éjection

Exercice n° 21 p 288

Impesanteur ou apesanteur ?

Au terme *apesanteur*, utilisé dans le langage courant, on préfère aujourd'hui celui d'*impesanteur*, en raison de la confusion orale entre « la pesanteur » et « l'apesanteur ».

Par ailleurs, l'impesanteur est un état théorique et idéal qui n'existe pas en réalité : il subsiste toujours des forces parasites, donc une pesanteur résiduelle.

A bord d'un véhicule spatial, on parle donc en général de *micropesanteur*, dont la valeur est proche du millionième de la pesanteur terrestre.

Donc, une navette elle aussi, lorsqu'elle est en orbite **tombe** vers la Terre en la ratant. Dans un tel engin, tout se passe alors comme si on était dans une cage d'ascenseur en chute libre: Tous les objets de la cabine, et la cabine elle-même accélèrent vers le sol en même temps, et ont en permanence la même vitesse.

Ils sont en **impesanteur**, du moins tant que la cabine tombe...

Ainsi, tous les objets que contient notre navette sont en chute libre, ils flottent les uns par rapport aux autres.