

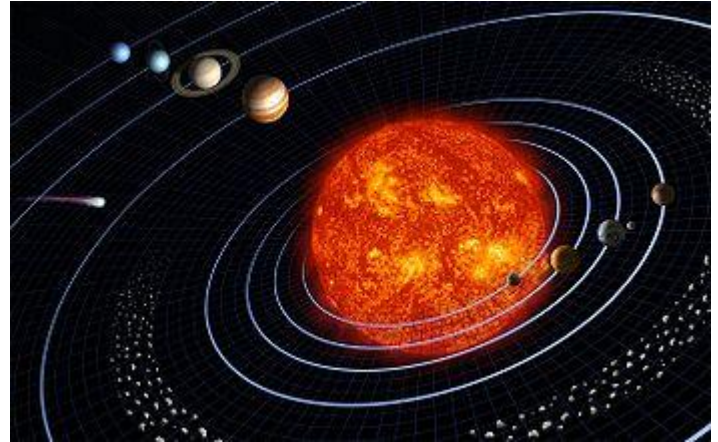
Module	Volume horaire	Eléments du programme	Connaissances et savoir-faire exigibles	Exemples d'activités	Moyens didactiques	Diagnostic
la gravitation universelle	Exercices 1H Cour 2H	<p>I. Introduction</p> <p>II. <u>Loi de la gravitation universelle</u></p> <p>a -Enoncée</p> <p>b- Formule mathématique</p> <p>c- Exercice d'application</p> <p>III. <u>Le poids d'un corps</u></p> <p>1- Définition et caractéristiques</p> <p>2- Expression de l'intensité de la pesanteur</p> <p>3- Relation entre g_0 et g_h</p> <p>IV. <u>Echelle des longueurs / Echelle des distances</u></p> <p>1- <u>Ecriture scientifique / notation scientifique</u></p> <p>2- <u>Ordre de grandeur</u></p> <p>3- <u>L'échelle des longueurs de l'univers</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître l'échelle des distances pour mesurer les dimensions des corps et des particules dans l'univers • Connaître la loi de Newton de la gravitation universelle • Connaître le poids d'un corps: $P=m.g$ • Utiliser les relations $g_0 = G \frac{M_T}{R_T^2}$ $g_h = G \frac{M_T}{(R_T+h)^2}$ et $g_h = g_0 \cdot \frac{(R_T)^2}{(R_T+h)^2}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation de l'univers (atome, terre, système solaire, galaxie...) en utilisant des documents, des logiciels et des recherches faites par les élèves, et comparaison des dimensions des corps et des particules qui sont présents dans cet univers • Utilisation des documents, des logiciels pour expliquer le mouvement de la terre autour du soleil et le mouvement de la lune autour de la terre...; 	<ul style="list-style-type: none"> • Manuel de l'élève • Ordinateur • Data show • Logiciels pour mouvement des planètes 	<p>Diagnostic</p> <p>Formative</p> <p>Exercices de synthèse</p>



I. Introduction :

La gravitation est l'interaction qui régit l'attraction mutuelle des corps sous l'effet de leur masse. C'est Newton qui publie d'ailleurs en 1687 sa loi de la **gravitation universelle** qui décrit la gravitation comme une **force** responsable du mouvement des planètes et des satellites.

La gravitation universelle est une force exclusivement attractive d'un corps qui a une masse sur un autre corps qui a aussi une masse.



II. Loi de la gravitation universelle

1 -Enoncée :

A cause de leurs masses, les corps exercent, les uns sur les autres des forces attractives mutuelles.

2 -Formule mathématique :

- Deux **corps ponctuels A** et **B**, de masses respectivement m_A et m_B , séparés par une **distance $d = AB$** , exercent l'un sur l'autre des **forces d'interactions gravitationnelles attractives $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$** tel que :

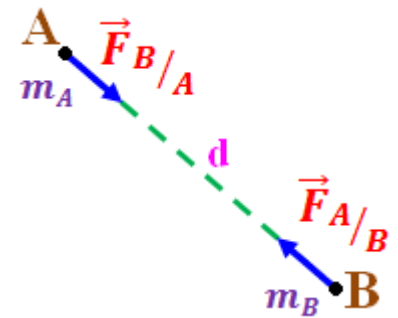
$$F_{A/B} = F_{B/A} = \frac{G \cdot m_A \cdot m_B}{d^2} \quad \text{avec} \quad \vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

$\vec{F}_{A/B}$: la force exercée par A sur B

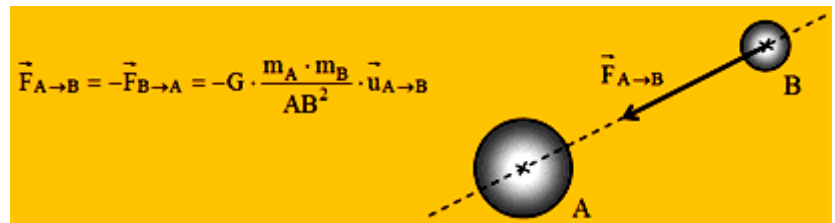
$\vec{F}_{B/A}$: la force exercée par B sur A

Les deux forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ ont même ligne d'action, même intensité et leur sens sont opposés.

G étant une **constante de la gravitation universelle**. Elle vaut $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$



- Cette loi est aussi valable pour des corps volumineux présentant une répartition sphérique de masse (même répartition de masse autour du centre de l'objet). C'est le cas des planètes et des étoiles, la distance d est celle qui sépare leurs centres.



3- Exercice d'application :

- On considère deux corps sphériques S_1 et S_2 de masses respectives $m_A = 1 \text{ Kg}$ et $m_B = 10 \text{ Kg}$ et de même rayons $R = 10 \text{ cm}$ distants de $d = 80 \text{ cm}$ de leurs surfaces .
Exprimer puis calculer l'intensité de la force gravitationnelle $\vec{F}_{1/2}$ exercée par le corps S_1 sur le corps S_2 .
- On considère le même corps S_1 posé sur la surface de la terre .
 - Calculer la valeur $F_{T/1}$ l'intensité de la force gravitationnelle $\vec{F}_{T/1}$ exercée par la Terre sur le corps S_1 .
 - Dessinez le système terre corps S_1 et représentez la force d'attraction gravitationnelle $\vec{F}_{T/1}$ et exercée par la Terre sur le corps S_1 à l'échelle 0,5cm pour $1,0 \cdot 10^{20} \text{ N}$.
- Calculer la valeur $F_{T/L}$ l'intensité de la force gravitationnelle $\vec{F}_{T/L}$ exercée par la Terre sur la Lune.
Dessinez le système terre lune et représentez les forces d'interaction gravitationnelle $\vec{F}_{T/L}$ et $\vec{F}_{L/T}$ entre la Terre et la Lune à l'échelle 0,5cm pour $1,0 \cdot 10^{20} \text{ N}$.
- Conclure.

On donne : masse de la terre $M_T = 5,97 \times 10^{24}$ kg
 Masse de la Lune : $M_L \approx 7,35 \times 10^{22}$ kg
 Distance Terre – Lune (de centre à centre) : $3,84.10^5$ km

III. Le poids d'un corps

1. Définition

Tous corps (S), de masse m et de centre de gravité G, placé au voisinage de la terre est soumis à une force attractive appelé poids : \vec{P} .

Remarque :

En négligeant la rotation de la terre, sur elle-même, on peut dire que le poids de l'objet est simplement la force d'attraction gravitationnelle exercée par la terre sur l'objet

c'est-à dire : $\vec{P} = \vec{F}_{T/S}$

2. Les caractéristiques du poids d'un corps (S)

- **Point d'application** : centre de gravité G de (S).
- **Direction** : la verticale qui passe par G dirigée vers le centre de la terre.
- **Sens** : vers le bas (vers le centre de la terre).
- **Intensité** : $P = m.g$.

3- Expression de l'intensité de la pesanteur

Puisque Le poids \vec{P} d'un objet peut-être identifié à la force de gravitation $\vec{F}_{T/S}$ exercée par la Terre sur cet objet c'est-à dire $\vec{P} = \vec{F}_{T/S}$ on écrit :

$$P = G \frac{M_T \times m_S}{d^2} \quad \text{avec } P = m_S g \text{ et } d = h + R_T$$

$$\Rightarrow P = m_S g = G \frac{M_T \times m_S}{(h+R_T)^2} \quad \Rightarrow g = G \frac{M_T}{(h+R_T)^2}$$

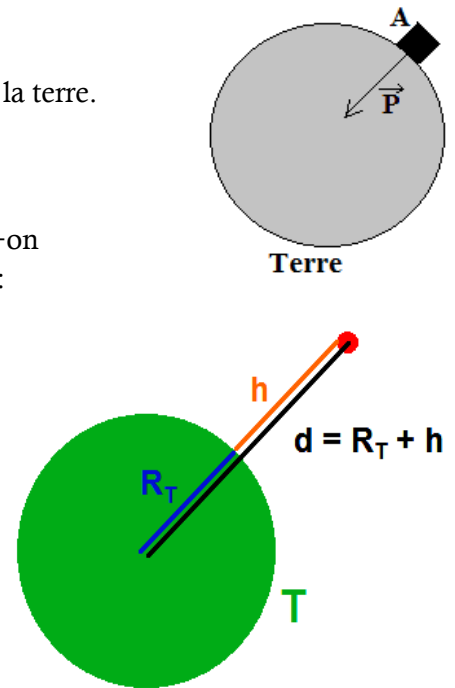
Donc expression de l'intensité de la pesanteur est :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{à la surface de la terre : } g_0 = G \frac{M_T}{R_T^2} \\ \text{à un altitude } h \text{ de la terre: } g_h = G \frac{M_T}{(R_T+h)^2} \end{array} \right. (*)$$

Exemples :

La valeur de g change selon la latitude du point considéré : Puisque

$R_T + h \geq R_T$ alors $g_0 \geq g_h$



Lieux	à l'équateur	à Casablanca	à Rabat	A Paris	Au pôle
$g_0(N. kg^{-1})$	9,789	9,80	9,796	9,810	9,832

5- Relation entre g_0 et g_h :

D'après les deux relations (*) on écrit : $\frac{g_h}{g_0} = \frac{(R_T)^2}{(R_T+h)^2} \Rightarrow g_h = g_0 \cdot \frac{(R_T)^2}{(R_T+h)^2}$

V. Echelle des longueurs / Echelle des distances

1. Ecriture scientifique / notation scientifique

L'écriture scientifique d'un nombre s'écrit sous la forme de produit

: $a.10^n$

avec a est nombre décimal :

($1 \leq a < 10$) et n est un nombre entier relatif (positif ou négatif)

$$\begin{aligned} 10^0 &= 1 \\ 10^n \cdot 10^m &= 10^{n+m} \\ 10^{-n} &= \frac{1}{10^n} \\ \frac{10^n}{10^m} &= 10^{n-m} \end{aligned}$$

2. Ordre de grandeur

L'ordre de grandeur d'un nombre est la puissance de 10 la plus proche de ce nombre. Dans l'écriture scientifique $a.10^n$:

- ❖ si $a < 5$, on considère $a \approx 1$. Alors, l'ordre de grandeur de ce nombre est 10^n .
- ❖ si $a \geq 5$, on considère $a \approx 10$. Alors, l'ordre de grandeur de ce nombre est 10^{n+1} .

3. L'échelle des longueurs de l'univers

a- Unités des longueurs :

Dans le système international d'unités (S.I), l'unité de longueur est **mètre** ; symbole **m**.

On exprime souvent les longueurs avec **des multiples** ou des **sous-multiples** du mètre.

b- Unités utilisées en Astronomie :

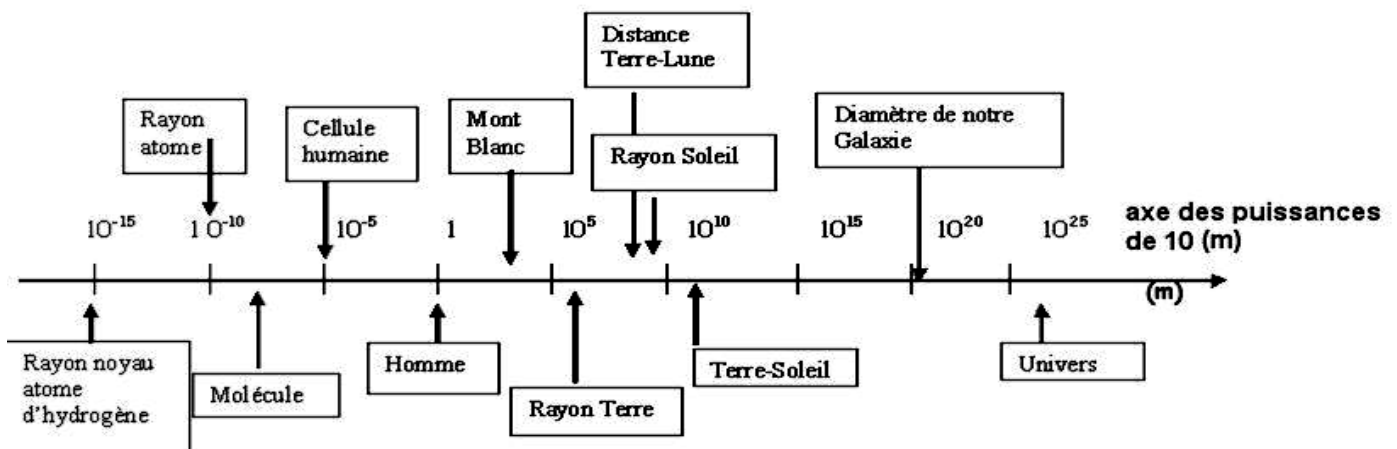
Pour exprimer les longueurs à l'échelle **astronomique**, on utilise plus souvent d'autres unités telles-que :

❖ L'Unité Astronomique (U.A) : C'est la distance moyenne entre la terre et le soleil : **1 U.A = 1,5 10⁸ Km**

❖ Année Lumière (A.L): C'est la distance parcourue par la lumière pendant une année avec une vitesse de :

$$C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} : 1 \text{ A.L} = 9,5 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

préfixe	giga(G)	méga (M)	kilo(k)	hecto(h)	déca(da)	déci(d)	centi (c)	milli(m)	micro(μ)	nano(n)	pico(p)
puissance de 10 correspondante	10^9	10^6	10^3	10^2	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}



Exercices d'application :**Exercice 1 :**

On considère le système terre-lune :

- 1) Calculer la force d'attraction qui s'exerce entre la terre et la lune.
- 2) Dessinez le système terre lune et représentez les forces à l'échelle 1cm pour 1.10^{20} N

Données : $M_T = 5,97. 10^{24}$ kg $M_L = 7,35. 10^{22}$ kg $d = 3,80. 10^5$ km

Exercice 2 :

Classer des longueurs microscopiques

- 1) En utilisant des puissances de dix, exprimer en mètre les longueurs suivantes :
 - a) diamètre d'un grain de pollen : 33 μ m
 - b) longueur d'une molécule d'eau : 0,4 nm
 - c) diamètre d'une goutte d'eau : 0,20 mm
 - d) diamètre du virus de la grippe : 90 nm
 - e) rayon de l'atome d'oxygène : 65 pm = 65×10^{-12} m
- 2) Placer ces valeurs et les noms des objets sur un axe gradué en puissance de dix .

Exercice 3 :

La Terre est assimilée à une sphère de rayon R_T et de masse M_T .

Elle possède une répartition de masse à symétrie sphérique.

1. On suppose galiléen, le repère géocentrique dont l'origine coïncide avec le centre de la Terre et dont les axes ont une direction fixe par rapport aux étoiles

- a- Écrire l'expression de l'intensité F_0 de la force que la Terre exerce sur un corps ponctuel de masse $m=1$ kg placé à surface
- b- Déduire de la question (a-), l'expression de la masse M_T de la Terre en fonction de g_0 , R_T et G
Calculer M_T

On donne : $G=6.67 \cdot 10^{-11}$ (SI), $g_0=9.8$ N/kg et $R_T=6370$ Km

1.2 Montrer qu'à l'altitude h au-dessus de la Terre, l'intensité du champ de gravitation est donnée par la relation

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

2. Un satellite assimilé à un point matériel décrit une orbite circulaire dont son centre est confondu avec celui de la Terre.

Il est à l'altitude h . Montrer que le champs de pesanteur s'écrit : $g_h = g_0 \cdot \frac{(R_T)^2}{(R_T+h)^2}$
 g_0 est l'intensité du champ de gravitation terrestre au niveau du sol