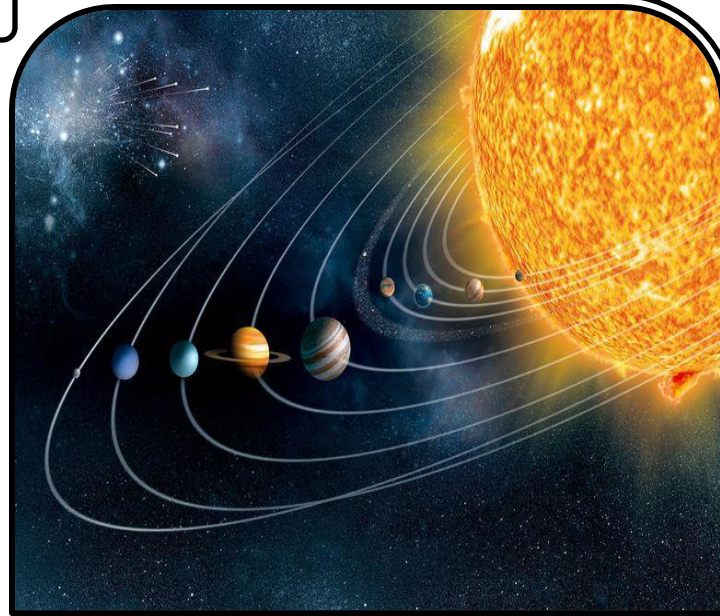


# Gravitation universelle

1

## Situation problème

La cohésion du système solaire est due aux interactions mécaniques de ses éléments, quelle est la nature de ses interactions ? et par quelle loi sont-elles régies ?



Mouvement du planètes autour du soleil

## Activité n°1

Isaac Newton (physicien anglais) supposa que les corps s'attirent entre eux à cause de leurs masses, et que l'intensité de la force d'attraction dépend de la distance séparant ses corps, l'explication fournie par Newton du mouvement des planètes autour du soleil du fait que la masse de ce dernier est la plus grande dans le système solaire.

Comment expliquer la cohésion du système solaire ?  
D'après Newton, quelle est la cause de cette force d'attraction universelle ?

Pourquoi la terre tourne autour du soleil ?

# Gravitation universelle

1

## 1- loi de la gravitation

Newton énonça la loi de gravitation universelle en 1687.

D'après cette loi, deux corps, a cause de leurs masse, exercent l'un sur l'autre une force gravitationnelle qui est attractive.

Exemple:

La terre attire la lune comme la lune attire la terre.

### 1-1 Définition

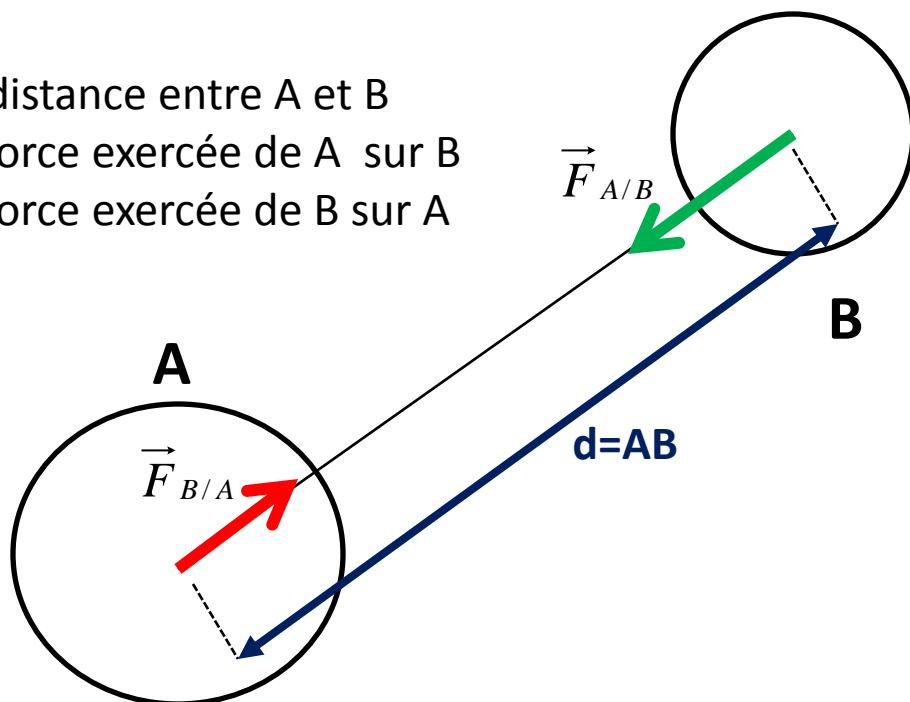
Deux corps A et B, assimilables à des points, s'attirent mutuellement, L'attraction qu'ils exercent l'un sur l'autre est:

- ✗ Proportionnelle a leurs masse  $m(A)$  et  $m(B)$
- ✗ Inversement proportionnelle au carré de la distance  $d$  entre les deux points.

$d$  : la distance entre A et B

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

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



# Gravitation universelle

1

## 1- loi de la gravitation

### 1-2 formule mathématique de loi de newton

L'interaction gravitationnelle entre deux corps ponctuels A et B de masses respectives  $m(A)$  (ou  $m_A$ ) et  $m(B)$  (ou  $m_B$ ). Séparés d'une distance  $d=AB$ . Est Modélisée par des forces d'attraction Gravitationnelle

$\vec{F}_{A/B}$  et  $\vec{F}_{B/A}$  telle que:

#### ① Le point d'application:

- ☛ la force exercée par A sur B ( $\vec{F}_{A/B}$ ) s'applique en B
- ☛ La force exercée de B sur A ( $\vec{F}_{B/A}$ ) s'applique en A

#### ② La Direction: la droite AB

#### ③ Le sens:

- ☛ la force exercée par A sur B est dirigée vers A
- ☛ La force exercée de B sur A est dirigée vers B

#### ④ La valeur: de même valeur qui est donnée par:

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

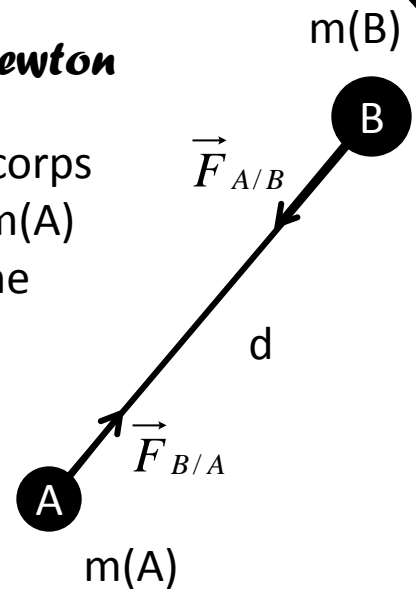
$m_A$  : masse de A en Kg

$m_B$  : masse de B en Kg

$d$  : la distance entre A et B en m

$G$  : constante de gravitation, sa valeur dans le (SI) est:

$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$ . L'unité de la force dans le SI est newton (N)



# Gravitation universelle

1

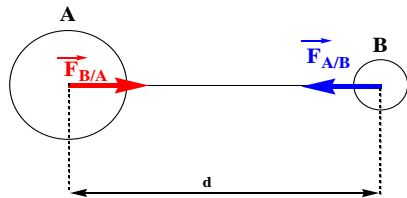
Physique chimie

DE

Physique - Mécanique

## 1- loi de la gravitation

### 1-3 Exercice d'application n°1



	vraie	faux
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 :		
même direction		
même intensité		
sens opposé.		

- 1) Calculer l'intensité de la force d'interaction mutuellement exercée par 2 objets ponctuels de même masse 500 hg et distants de 500 cm
- 2) Calculer l'intensité de la force d'interaction mutuellement exercée par la terre sur la lune.
- 3) 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	$R_L = 1,74 \times 10^3 \text{ km}$	$M_L = 7,3 \times 10^{22} \text{ kg}$

# Gravitation universelle

1

Physique chimie

DE

Physique - Mécanique

## 2- La pesanteur

### 2-1- Le poids des corps

Le poids est la force d'attraction entre un objet de masse  $m$  et la terre

$$P=mg$$

$g$  appelé le pesanteur terrestre

### 2-2- Intensité de la pesanteur à la surface de la terre

#### 2-2-1: Activité n°2

Un objet solide  $S$  de masse  $m$  se trouve à la surface de la terre est soumis à une force d'attraction universelle

1) Donner l'intensité de la force d'attraction en fonction de  $M_T$ ,  $m$  et  $R_T$   
 ( $M_T$  : masse de la terre et  $R_T$  : rayon de la terre )

1) Donner l'expression puis calculer sa valeur.

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

**Données :**

$$M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2} ; R_T = 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$$

#### 2-2-2: Conclusion

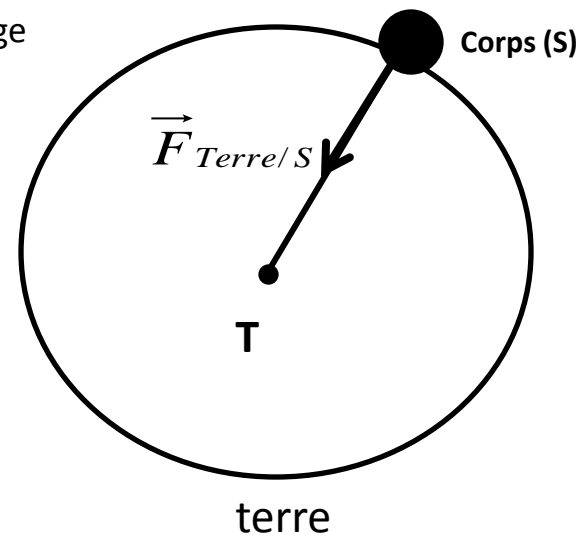
Toute corps ( $S$ ) de masse  $m$ , placé au voisinage

De la terre subit un force gravitationnelle

Exercée par la terre

$$P = m_s \times g_0 = \left[ G \frac{M_T}{R_T^2} \right] m_s$$

$$\Rightarrow g_0 = \left[ G \frac{M_T}{R_T^2} \right]$$



# Gravitation universelle

1

Physique chimie

DE

Physique - Mécanique

## 2- La pesanteur

### 2-3- Intensité de la pesanteur à la hauteur h

#### 2-3-1: Activité n°3

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 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 :**

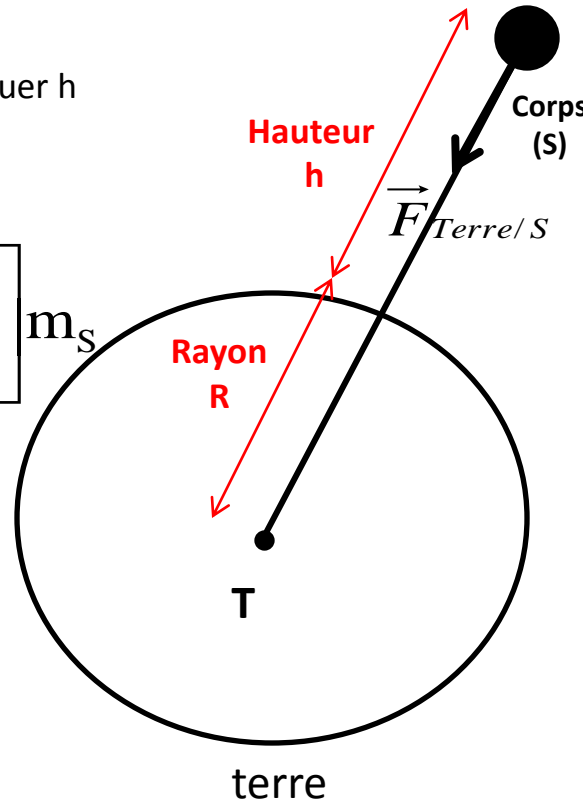
$M_T = 6.10^{24} \text{ kg}$  ;  $R_T = 6400 \text{ km}$  ;  $m = 70 \text{ kg}$  ;  $G = 6.67.10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

#### 2-3-2: Conclusion

Toute corps (S) de masse  $m$ , placé a une hauteur  $h$   
De la terre subit un force gravitationnelle  
Exercée par la terre

$$P = m_s \times g_h = \left[ G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \right] m_s$$

$$\Rightarrow g_h = \left[ G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \right]$$



# Gravitation universelle

1

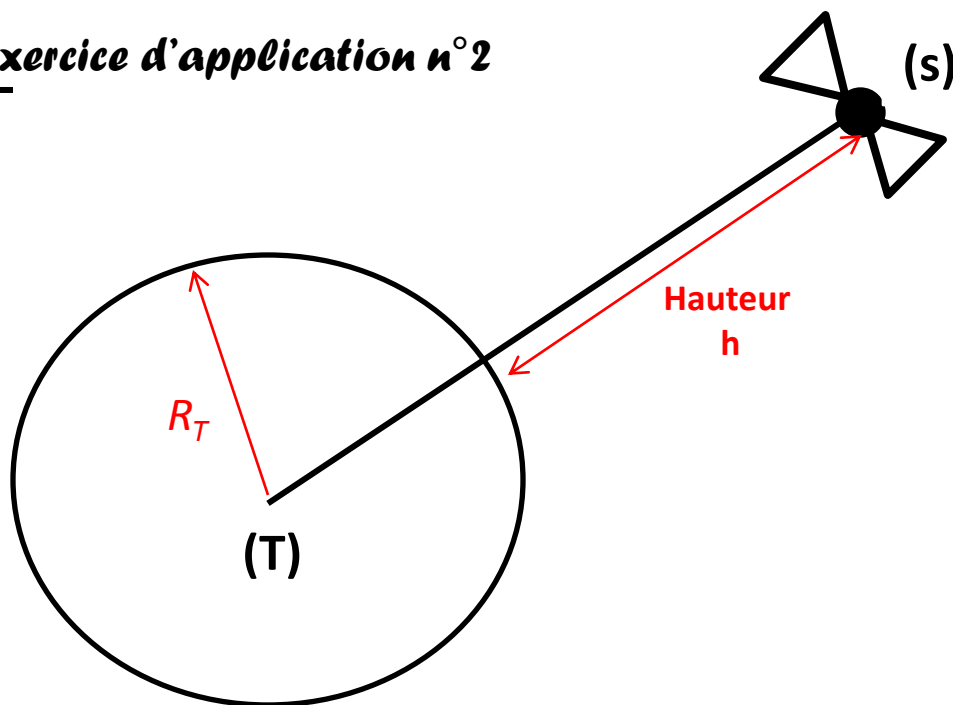
Physique chimie

DE

Physique - Mécanique

## 2- La pesanteur

### 2-3- Exercice d'application n°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 satellite (S)
- 2) Donner l'expression de la force d'attraction exercée par la terre sur le satellite (S)
- 3) Retrouver l'expression de l'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 la constante de gravitation universelle  $G$  dans le système international des unités
- 7) Calculer le poids du satellite à la surface de la terre puis à la hauteur  $h$  :  $h = 3 \times R_T$

#### Données :

$m = 8,00 \cdot 10^2 \text{ kg}$  ;  $M_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$  ;  
 $R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km}$  ;  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ (SI)}$

# Gravitation universelle

1

Physique chimie

DE

Physique - Mécanique

## 3- l'échelle des longueurs

### 3-1- Introduction

Il y a des microscopes perfectionnés permettent d'explorer la matière jusqu'au niveau atomique.

Grace à des télescopes de plus en plus performants, nous observons des galaxies très éloignées.

Comment pouvons-nous exprimer des distances et des tailles allant de l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique ?

### 3-2- L'échelle des longueurs de l'univers

#### 3-2-1: Unité de longueur :

Dans le S.I (Système International des Unités), l'unité de longueur est **le mètre** ; symbole m. On exprime souvent les longueurs avec des **multiples** ou des **sous-multiples** du mètre.

#### 3-2-2: Multiples et sous multiples d'une unité :

les sous multiples de mètre	Préfixe	milli	micro	nano	piko
	symbole	mm	$\mu\text{m}$	nm	pm
	valeur	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-12}$
Les multiples de mètre	valeur	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$
	symbole	Km	Mm	Gm	Tm
	Préfixe	Kilo	Méga	Giga	Téra



# Gravitation universelle

1

Physique chimie

DE

Physique - Mécanique

## 3- l'échelle des longueurs

### 3-2- L'échelle des longueurs de l'univers

#### 3-2-3: Ecriture scientifique d'un nombre:

La notation scientifique est l'écriture d'un nombre sous la forme du produit :  $a \cdot 10^n$   
 Avec  $a$  : nombre décimal  $1 < a < 10$  et  $n$ , entier positif ou négatif  
 exemple:

Nombre	1920000	0,00031900	723456	8,35
Ecriture scientifique	$1,92 \cdot 10^6$	$3,19 \cdot 10^{-4}$	$7,23456 \cdot 10^5$	$8,35 \cdot 10^0$

#### 3-2-4: Ordre de grandeur d'un nombre:

L'ordre de grandeur d'un nombre est la puissance de 10 la plus proche de ce nombre. Pour trouver l'ordre de grandeur d'un nombre on doit l'écrire en notation scientifique qui se compose d'un nombre à multiplier par  $10^n$  c'est-à-dire ( $a \cdot 10^n$ ). puis on applique la règle suivante :  
 ⇒ Si  $a < 5$  alors l'ordre de grandeur du nombre est  $10^n$  ;  
 ⇒ Si  $a > 5$  alors l'ordre de grandeur est  $10^{n+1}$ .

Exemple:

Nombre	1920000	0,00031900	723456	8,35
Ecriture scientifique	$1,92 \cdot 10^6$	$3,19 \cdot 10^{-4}$	$7,23456 \cdot 10^5$	$8,35 \cdot 10^0$
Ordre de grandeur	$10^6$	$10^{-4}$	$10^5$	$10^0$

# Gravitation universelle

1

www.pcl.ma

Physique chimie

DE

Physique - Mécanique

## 3- l'échelle des longueurs

### 3-2- L'échelle des longueurs de l'univers

#### 3-2-5: L'échelle des longueurs

Pour explorer et décrire l'univers. Le physicien construit une échelle de distance de l'infiniment petit vers l'infiniment grand, c'est l'échelle des longueurs.

#### 3-2-6: Exercice d'application n°3

1) Compléter le tableau suivant:

	Objet	Longueur	Longueur sous forme en (m)	Ordre de grandeur
A	Unité astronomique	$1,5 \cdot 10^8 \text{Km}$		
C	Une orange	8 cm		
D	Galaxie	$10^{21} \text{m}$		
E	Un globule rouge	$7 \mu\text{m}$		
F	Le noyau d'atome	1fm	$10^{-15} \text{m}$	
G	Un atome	0.14nm		
H	Jbel Toubkal	4167m		

**Remarque:** Unité astronomique : est la distance moyenne entre la terre et le Soleil tel que :  $1 \text{U.A.} = 1.5 \cdot 10^8 \text{km}$

**L'année lumière:** est la distance parcourue par la lumière dans le vide pendant une année avec une vitesse de  $3 \cdot 10^8 \text{m/s}$ .

2) Sur l'axe gradué ci-dessous, placer les lettres correspondantes aux ordres de grandeur des objets précédents.

