

PHYSIQUE - CHIMIE

Les cours - applications - les exercices appliqués

Tronc commun scientifiques

2024

TABLE DES MATIÈRES

1	GRAVITATION UNIVERSELLE	3
I	Ordre de grandeur - Échelle des longueurs	3
II	Force d'attraction universelle	5
1	Principe d'interaction réciproque	5
2	Loi gravitation universelle (loi de Newton)	5
III	Poids d'un corps et force gravitationnelle	6
1	Définition	6
2	Les Caractéristiques du poids d'un corps A	7
3	Expression de l'intensité de la pesanteur	7

GRAVITATION UNIVERSELLE







Situation problème

- TOUTES les planètes du système solaire gravitent autour du soleil.
- Comment peut-on expliquer la cohésion de ce système solaire ?
 - Pourquoi la lune tourne-t-elle autour de la terre ?
 - Pourquoi une pomme tombe-t-elle d'arbre vers le bas ?

I. Ordre de grandeur - Échelle des longueurs

Activité : 1.1

Bien retenu : La notation scientifique est l'écriture d'un nombre sous la forme du produit : $a \cdot 10^n$
Avec a : nombre décimal $1 \leq a < 10$ et n , entier positif ou négatif Si $a < 5$ alors l'ordre de grandeur du nombre est 10^n et Si $a \geq 5$ alors l'ordre de grandeur est 10^{n+1}

Dimensions						
Tailles	Diamètre d'atome 0.0000001mm	Distance entre la terre et le soleil $150 \cdot 10^6$ km	Diamètre Globules rouges 0.0000075m	Diamètre de la terre 12800Km	Longueur d' une porte 2.2m	Longueur d'une abeille 4mm
Notation scientifique(en m)						
L'ordre de grandeur						

1. Compléter le tableau ci-dessus.
2. il est difficile de représenter sur une même échelle la taille d'un objet observé au microscope et celle d'une galaxie photographiée à l'aide d'un télescope. Pour cela, il faut utiliser un outil mathématique adapté : Les physiciens utilisent une échelle des longueurs graduée en puissance de 10 : c'est l'axe de puissance de 10. En utilisant le tableau précédent, essayez de graduer un axe orienté et d'y faire figurer les trois longueurs les plus petites.

Ordre de grandeur

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

- Si $a < 5$ alors l'ordre de grandeur du nombre est 10^n
- Si $a \geq 5$ alors l'ordre de grandeur est 10^{n+1}

Intérêt de l'ordre de grandeurs

- En connaissant l'ordre de grandeur d'une distance, on détermine sa position sur l'échelle des longueurs et par suite la comparaison à d'autres distances.
- Comparaison de deux distances différentes : deux distances se différencient d'une valeur n ordre de grandeur si le rapport de la distance la plus grande sur la distance la plus petite est : $a \cdot 10^n$, tel que : $1 \leq a < 10$

Multiples et sous multiples d'une unité

multiples المضاعفات			Sous multiples الاجزاء		
ordre	symbole	nom	ordre	symbole	nom
10	Da	deca	10^{-1}	d	déci
10^2	He	hecto	10^{-2}	c	centi
10^3	K	kilo	10^{-3}	m	milli
10^6	M	Méga	10^{-6}	μ	micro
10^9	G	Giga	10^{-9}	n	nano
10^{12}	T	Téra	10^{-12}	p	pico
10^{15}	P	Petra	10^{-15}	f	femto
10^{18}	E	Exa	10^{-18}	a	atto

Unités utilisées en astronomie

- **Unité Astronomique(UA)** : est la distance moyenne entre le centre de la terre et le centre du soleil tel que : $1UA = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$
- **Année lumière (AL)** : est la distance parcourue par la lumière au cours d'une année avec la vitesse $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ dans le vide tel que : $1AL = 9.5 \cdot 10^{15} \text{ m}$

Application: 1.1

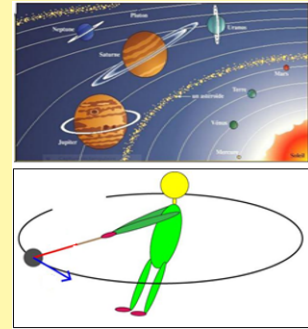
1. Compléter le tableau suivant :

Distances		La notation scientifique en (m)	Ordre de grandeur
Terre-lune	0,38Mm		
Terre-soleil	0,15Pm		
Taille d'un homme	1,8m		
Dimensions d'une molécule	2nm		
Rayon de la terre	6400km		
Rayon d'atome d'hydrogène	0,105nm		
Globule blanc	8 μm		

2. Représenter les distances ci-dessus sur une échelle de longueurs orientée.
3. Comparez entre la dimension d'une molécule et le rayon d'atome d'hydrogène.

II. Force d'attraction universelle

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 ces corps. Les planètes tournent autour du soleil du fait que la masse de ces dernières et la plus grande dans le système solaire, de même la lune tourne autour de la terre du fait que la terre a une grande masse. Le mouvement des planètes est analogue au mouvement de caillou de la figure ci-contre.



1. Si le fil est coupé le caillou conserve-t-il son orbite circulaire ? Si on suppose que la force d'attraction terrestre est supprimée la lune gardera-t-elle son orbite circulaire ?
2. Interpréter le mouvement de la lune autour de la terre en se basant sur une analogie avec le mouvement de Caillou ?
3. Comment expliquer la cohésion du système solaire ?
4. D'après Newton, quel est la cause de cette attraction universelle ?

1. Principe d'interaction réciproque

Soit deux corps A et B en interaction mutuelle l'un sur l'autre par des forces d'attractions $F_{A/B}$ et $F_{B/A}$ alors :

- $F_{A/B}$ et $F_{B/A}$ ont la même direction
- $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

2. Loi gravitation universelle (loi de Newton)

Énoncé de la loi

A cause de leurs masses, les corps exercent mutuellement les uns sur les autres des forces à effet attractifs.

Expression mathématique de la loi de Newton

Soit deux corps ponctuels A et B, de masses m_A et m_B , séparés par une distance d , exercent l'un sur l'autre des forces d'interactions gravitationnelles attractives $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ ayant :

- Même droite d'action (AB).
- Des sens opposés.
- Même intensité (ou valeur) :

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

G : constante de gravitation universelle $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

Unités SI : m_A et m_B en kilogrammes (kg) d en mètres (m)

Remarque 1.1

- Cette loi est valable pour les corps volumineux. La distance d est celle qui sépare leurs centres.
- 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.

Application: 1.2

Calculer la force gravitationnelle dans les cas suivants :

1. Entre deux boules de fer identiques de masse $m = 5kg$ et de rayon $r = 10cm$, la distance qui sépare les surfaces des deux boules $d = 80cm$
2. Entre la terre et une boule qui se trouve à la surface de la terre, on donne la masse de la Terre $M_T = 6.10^{24} Kg$ et de rayon $R_T = 6380 Km$.
3. Calculer le poids d'une boule à la surface de la terre, on donne $g_0 = 9,8 N.Kg^{-1}$
4. Conclure

Solution: 1.1

le phénomène de la gravitation est lié au présence de la matière. Sauf que ces effets sont constatables qu'au niveau cosmique. Intensité du poids d'un corps à la surface de la terre est égale à l'intensité de force de gravitation universelle appliquée par la terre.

Interaction gravitationnelle attractive entre la terre et un corps ponctuel

Tout corps ponctuel (S) de masse m_S situé à une hauteur h du sol, soumis à une force de gravitation terrestre dont l'intensité est.

$$F_{T/S} = F_{S/T} = G \cdot \frac{M_T \times m_S}{(R_T + h)^2}$$

M_T : masse de la terre

R_T : rayon de la terre

III. Poids d'un corps et force gravitationnelle

1. Définition

Definition 1.1

Tous corps, de masse m_A et de centre de gravité G , placé au voisinage de la terre est soumis à une force attractive appelé poids \vec{P}

Remarque 1.2

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 $P = F_{T/S}$

Activité : 1.2

Tout corps ponctuel (S) de masse m_s situé à une hauteur h du sol, soumis à une force de gravitation terrestre. Le poids P d'un objet (S) peut être identifié à la force $F_{T/S}$ de gravitation exercée par la Terre sur cet objet.

1. Donner l'expression de $F_{T/S}$ l'intensité de la force gravitationnelle exercée par la terre sur l'objet (S).
2. On suppose que $P = m \cdot g_h = F_{T/S}$, Montrer que l'intensité de la pesanteur g_h est : $g_h = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$
3. Que devient g l'intensité de la pesanteur à la surface de la terre ($h = 0$) que l'on note g_0 ?
4. Montrer que : $g_h = g_0 \cdot \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$

2. Les Caractéristiques du poids d'un corps A

- Le poids d'un corps de masse m est la force exercée par la terre sur ce corps avec :

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

avec \vec{g} : vecteur du champ de pesanteur

- Les caractéristiques du poids sont :

- ★ **Point d'application** : Le point G, centre de gravité de l'objet A
- ★ **Direction** : droite passant par le centre du corps et le centre de la terre (la verticale passant par le point G)
- ★ **Sens** : du haut vers le bas (dirigé vers le centre de la terre)
- ★ **Intensité** : $P = m_A \cdot g$
Avec m_A la masse de l'objet en kg et g l'intensité de la pesanteur en $N \cdot kg^{-1}$

3. Expression de l'intensité de la pesanteur

On considère un corps solide de masse m situé à la hauteur h en surface de la terre. Alors : $g_h = g_0 \cdot \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$

Remarque 1.3

- Cette expression est aussi valable à la surface de la terre ($h = 0$) on obtient : $g_0 = G \frac{M_T}{R_T^2}$
- Relation entre g_0 et g_h : $g_h = g_0 \cdot \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$

Remarque 1.4

Étant 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	Aux pôles	A Paris	A Safi
$g = 9,79 N/kg$	$g = 9,83 N/kg$	$g = 9,81 N/kg$	$g = 9,80 N/kg$

Application: 1.3

Sachant que le poids d'une personne à l'équateur ou l'intensité de la pesanteur est $g_0 = 9,81 N.Kg^{-1}$ et $P_0 = 500 N$. On suppose que la terre a une symétrie sphérique et que l'intensité de la force de gravitation universelle F est égale au poids du corps P .

1. Définir le poids d'un corps.
2. Calculer la masse de cette personne.
3. Donner l'expression de l'intensité de la pesanteur g_h à l'altitude h en fonction de h , g_0 et R_T
4. Calculer l'intensité de la pesanteur au sommet du Toubkal qui se trouve à une altitude $h = 4165 m$, on donne $R_T = 4600 Km$. Déduire le poids de cette personne au sommet du Toubkal.
5. On considère un solide S de masse m sur la surface de la terre, déterminer la valeur de l'altitude h à laquelle on transporte le corps S pour que son poids sera $P_h = \frac{P_0}{9}$

Exercice 1.1

Force de gravitation universelle

On considère un satellite de télécommunications (S) de masse $m_s = 50,96 Kg$, en rotation autour de la Terre selon une orbite circulaire de rayon $r = 7 \times R_T$ à partir du centre de la terre.

1. Représenter $\vec{F}_{T/S}$ la force de gravitation exercée par la terre sur le satellite (S)
2. Exprimer littéralement l'intensité de la force $\vec{F}_{T/S}$ et Calculer la valeur de cette force
3. Déterminer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle $\vec{F}_{T/S}$ exercée par le satellite sur la terre
4. Calculer l'intensité de la force d'attraction gravitationnelle entre la terre et le satellite (S), si le satellite est placé sur la terre

Exercice 1.2

Le poids d'un objet

On considère un objet solide S de masse m se trouve à la surface de la terre tel que intensité de la pesanteur $g_0 = 9,81 N/Kg$. 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 $F_{T/S}$ 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 $g_h = 2,45 N.kg$

Exercice 1.3

Le poids d'un objet

On considère un astronaute (A), de masse m_A , se trouve à une hauteur h de la surface de la Lune de masse m_L .

1. Représenter sur un schéma $\vec{F}_{L/A}$ la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Lune sur l'astronaute (A).
2. Donner l'expression de la force de gravitation exercée par la Lune sur l'astronaute A
3. Déterminer l'expression littérale de l'intensité de la pesanteur g_h à la hauteur h de la surface de la lune

4. En déduire l'expression de l'intensité de la pesanteur à la surface de la Lune g_{0L} , puis calculer sa valeur
 5. Donner l'expression de la hauteur h en fonction de g_{0L} ; g_h et R_L
 6. Calculer h l'altitude de l'astronaute A de la surface de la Lune pour $g_h = 2,45 N.Kg^{-1}$
 7. Donner l'expression littérale de l'intensité de la pesanteur g_{0T} à la surface de la terre
 8. Comparer g_{0L} et g_{0T} , commenter
 9. Déterminer le poids de l'astronaute A à la surface de la lune puis à la surface de la terre
 10. Des astronautes ont rapporté $m_r = 120 Kg$ de roches. déterminer le poids de ces roches :
 - (a). A la surface de la lune
 - (b). Dans la capsule en orbite autour de la lune ; à l'altitude $h = 150 km$
- $m_A = 80 Kg$; $M_T = 5,98.10^{24} Kg$; $R_T = 6380 Km$; $M_L = 7,34.10^{22} Kg$ et $R_L = 1740 Km$.