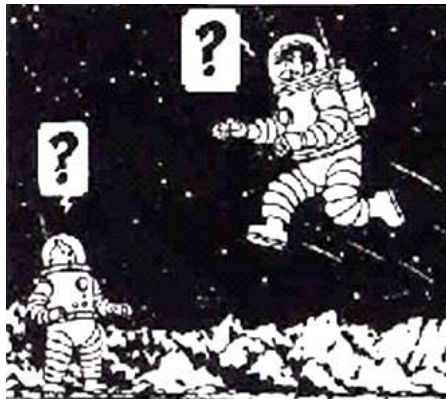


Acitivité : champ de pesanteur



Le but de l'activité est de comprendre l'explication donnée par Tintin au capitaine Haddock.

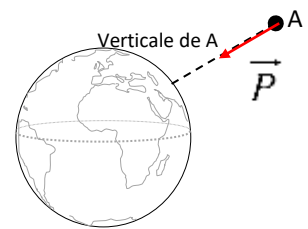
Document 1 : Poids d'un corps

Le poids d'un corps A de masse m est la force exercée par la Terre sur le corps situé dans son voisinage.

Relation entre le poids et le champ de pesanteur : $P = m \cdot g$

Où g est l'intensité de la pesanteur ou gravité.

Unités : g en $N \cdot kg^{-1}$, P en Newton (N) et m en kilogramme (kg)



Remarque :

La masse d'un objet représente sa quantité de matière ; elle a toujours la même valeur quelque soit le lieu où on la mesure.

Le poids d'un objet est une force qui caractérise la « lourdeur » du corps ; il dépend de la pesanteur du lieu où se trouve l'objet.

Document 2 : La force gravitationnelle

L'interaction gravitationnelle entre deux corps est due aux masses des deux corps.

C'est Isaac Newton (1643-1727) qui propose une modélisation de l'interaction gravitationnelle : deux corps A et B, séparés par une distance $d = AB$ et de masses respectives m_A et m_B , sont soumis à deux forces directement opposées, dont l'intensité est proportionnelle au produit des masses et inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare ces masses :

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

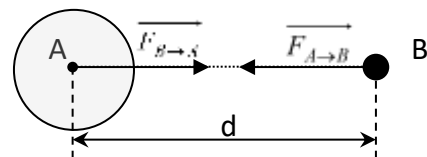
Unités :

$F_{A \rightarrow B}$ et $F_{B \rightarrow A}$ en Newton (N)

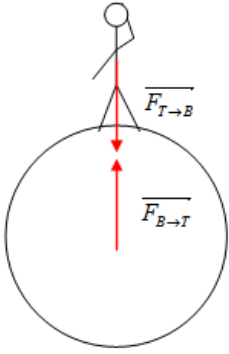
m_A et m_B en kilogramme (kg)

d est en mètre (m)

et $G = 6,67 \times 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$ G est appelée constante gravitationnelle



Les questions suivantes visent à établir une expression du champ de pesanteur



1. Compléter le schéma qui traduit l'interaction gravitationnelle existant entre la Terre de masse M_T et un objet (bonhomme) de masse m à la surface de la Terre.

2. Donner l'expression de l'intensité de la force $F_{T \to B}$ exercée par la Terre sur le bonhomme, en fonction de m , M_T , R_T et G .

$$F_{T \to B} = G \cdot \frac{m \cdot M_T}{R_T^2}$$

3. En assimilant la force $F_{T \to B}$ au poids \vec{P} de l'objet, exprimer g l'intensité de la pesanteur en fonction de G , M_T , R_T .

$$P = F_{T \to B}$$

$$m \cdot g_T = G \cdot \frac{m \cdot M_T}{R_T^2}$$

$$g_T = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2}$$

4. Exprimer l'intensité g du champ de pesanteur à la surface de la Terre pour l'altitude $z=0$. Calculer sa valeur sachant que $M_T=5,98 \cdot 10^{24} \text{kg}$ et $R_T=6,38 \cdot 10^6 \text{m}$.

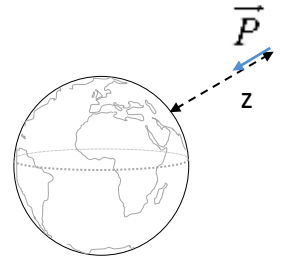
$$g_T = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2} \quad \text{A.N.} \quad g_T = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24}}{(6,38 \times 10^6)^2} = 9,80 \text{N.kg}^{-1}$$

5. Par analogie à l'expression du champ de pesanteur établie précédemment, donner l'expression du champ de pesanteur $\vec{g}(z)$ à l'altitude z au-dessus de la surface de la Terre.

Calculer la valeur de l'intensité de la pesanteur à l'altitude $z = 10 \text{ km}$.

$$g_T(z) = G \cdot \frac{M_T}{(R_T + z)^2}$$

$$\text{A.N.} \quad g_T(z) = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24}}{(6,38 \times 10^6 + 10 \times 10^3)^2} = 9,77 \text{N.kg}^{-1}$$



6. Exprimer l'intensité de la pesanteur g_L créée par la Lune à sa surface en fonction de G , M_L et R_L (masses et rayons de la Lune).

Calculer g_L sachant que la masse de la Lune ($M_L = 7,5 \times 10^{22} \text{ kg}$; $R_L = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$). La comparer à l'intensité de la pesanteur à la surface de la terre.

$$g_L = G \cdot \frac{M_L}{R_L^2} \quad \text{A.N.} \quad g_L = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{7,5 \times 10^{22}}{(1,74 \times 10^6)^2} = 1,7 \text{N.kg}^{-1}$$

Comparaison :

$$\frac{g_T}{g_L} = \frac{9,80}{1,7} = 5,8 \quad \text{La pesanteur est bien 6 fois plus importante sur la Terre que sur la Lune.}$$

7. Poids et masse sur la Lune ou la Terre :

Document 3 :

Six heures après l'alunissage, au matin du 21 Juillet 1969, Neil Armstrong descend du LEM : à 2 h 56 min 15 s UTC, il est le premier terrien à poser le pied sur la lune. À ce moment, il déclare : « That's one small step for a man, one giant leap for mankind. » (« C'est un petit pas pour un homme, mais un bond de géant pour l'humanité. »)

L'astronaute est rejoint un quart d'heure plus tard par Edwin «Buzz» Aldrin et avec lui plante la bannière étoilée sur la Lune. Dans le ciel, la capsule Apollo poursuit le tour de la Lune avec à son bord le troisième homme de l'équipage, Michaël Collins. Neil Armstrong avait été désigné pour être le premier à marcher sur la Lune car il était un civil et non un militaire comme ses deux compagnons. Armstrong put fouler le sol lunaire pendant 2 heures 31 minutes, durée pendant laquelle il parcourut environ 250 m. Armstrong et Aldrin déployèrent plusieurs instruments de mesure et procédèrent à la collecte de 22 kg de roches lunaires. Le départ pour la Terre eut lieu le même jour et l'amerrissage dans le Pacifique, le 24 juillet

a. Compléter le tableau suivant :

	<i>Sur la Terre</i>	<i>Sur la Lune</i>
<i>Masse de la collecte (kg)</i>	$m = 22$	$m = 22$
<i>Poids de la Collecte (N)</i>	$P_T = 216$	$P_L = 37$

b. Quelle serait sur Terre la masse qui aurait le même poids sur Terre que le poids de la collecte sur la Lune ?

$$m' = P_T / g_L \quad m' = 216 / 1,7 = 127 \text{ kg}$$

8. Interaction Terre - Soleil

- Exprimer et calculer la force exercée par la Terre sur le Soleil.
- Exprimer la force exercée par le Soleil sur la Terre. Comparer à la force exercée par la terre sur le Soleil.

a. Intensité de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur le Soleil :

$$F_{T \rightarrow S} = G \cdot \frac{m_S \cdot m_T}{d_{T-S}^2} \quad \text{A.N.} \quad F_{T \rightarrow S} = 6,67 \times 10^{-11} \cdot \frac{1,99 \times 10^{30} \times 5,98 \times 10^{24}}{(150 \times 10^6 \times 10^3)^2} = 3,53 \times 10^{22} \text{ N}$$

b. Intensité de la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Terre :

$$F_{S \rightarrow T} = F_{T \rightarrow S} = G \cdot \frac{m_S \cdot m_T}{d_{T-S}^2}$$

Les deux intensités sont évidemment les mêmes.

9. Comparaison force gravitationnelle

- Calculer la force gravitationnelle exercée par la Lune sur la Terre.
- En utilisant les résultats de l'exercice précédent, comparer la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Terre à la force gravitationnelle exercée par la Lune sur la Terre.

a. Intensité de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune :

$$F_{T \rightarrow L} = G \cdot \frac{m_L \cdot m_T}{d^2} \quad \text{A.N.} \quad F_{T \rightarrow L} = 6,67 \times 10^{-11} \cdot \frac{7,35 \times 10^{22} \times 5,98 \times 10^{24}}{(3,84 \times 10^8)^2} = 1,98 \times 10^{20} \text{ N}$$

b. $r = \frac{F_{S \rightarrow T}}{F_{L \rightarrow T}} = \frac{3,53 \times 10^{22}}{1,98 \times 10^{20}} = 178$

La force exercée par le Soleil sur la Terre est 178 fois plus importante que la force exercée par la Lune sur la Terre.