

Objectif du TP :

- Calculer la force d'attraction gravitationnelle qui s'exerce entre deux corps à répartition sphérique de masse (Compétence U25) ;
- Savoir que la pesanteur terrestre résulte de l'attraction terrestre (Compétence U26) ;
- Comparer le poids d'un même corps sur la Terre et sur la Lune (Compétence U27).

I. Gravitation sur la lune.

Hergé avait imaginé dans les années 1950 les premiers pas de l'homme sur la Lune avec son Album : « **On a marché sur la Lune** ». 15 ans plus tard, Armstrong posait le pied sur la Lune...



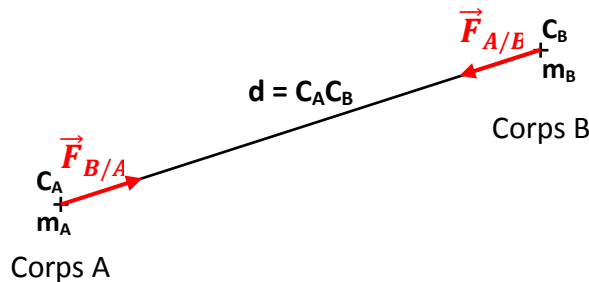
Données :

- Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
- Rayon de la Terre : $R_T = 6400 \text{ km}$
- Rayon de la Lune : $R_L = 1740 \text{ km}$
- Masse de la Terre : $M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- Masse de la Lune : $M_L = 7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

1. Rappeler la loi de gravitation qui s'exerce entre deux corps ponctuels A et B de masse m_A et m_B . Indiquer les unités. Effectuer un schéma et représentez les forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$.

La loi de gravitation dit que deux corps ponctuels A et B de masse m_A et m_B s'attirent avec une force égale à la force d'attraction gravitationnelle dont les caractéristiques sont :

- point d'application : le centre du corps.
- direction : la droite passant par les centres de A et de B ;
- sens : d'un corps vers l'autre corps ;
- valeur : $F_{A/B} = G \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$ avec $F_{A/B}$ en newton (N), m_A et m_B en kilogramme (kg) et d en mètre (m).



2. Rappeler la définition du poids P d'un objet sur Terre : donner une définition avec des mots puis avec une formule simple, préciser les unités.

Le poids P sur Terre est la force d'attraction de la Terre sur un objet situé à sa surface.

La valeur du poids est : $P = m \cdot g$ avec P en newton (N), m en kilogramme (kg) et g (intensité de pesanteur) en newton par kilogramme ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$).

3. Dans la formule précédente, quelle grandeur est modifiée si on considère le poids de l'objet sur la Lune ? Quelle grandeur est constante ?

Si on considère le poids de l'objet sur la Lune, c'est l'intensité de pesanteur g qui change et la masse de l'objet qui est constante.

4. Donner les expressions littérales de $g(\text{Terre})$ et de $g(\text{Lune})$ en utilisant la réponse précédente. Calculer leur valeur numérique puis calculer le rapport $\frac{g(\text{Terre})}{g(\text{Lune})}$. Tintin dit-il vraiment dans l'extrait de BD ci-dessous ?

Selon les réponses précédentes on a : $P_{\text{Terre}} = F_{\text{Terre}/\text{objet}}$ est donc

$$m \cdot g(\text{Terre}) = G \frac{M_T \cdot m}{R_T^2} \quad \text{donc} \quad g(\text{Terre}) = G \frac{M_T}{(R_T)^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{6,00 \cdot 10^{24}}{(6,4 \cdot 10^6)^2} = 9,77 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

et $P_{\text{Lune}} = F_{\text{Lune}/\text{objet}}$ est donc

$$m \cdot g(\text{Lune}) = G \frac{M_L \cdot m}{R_L^2} \quad \text{donc} \quad g(\text{Lune}) = G \frac{M_L}{(R_L)^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{7,3 \cdot 10^{22}}{(1,74 \cdot 10^6)^2} = 1,61 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Le rapport $\frac{g(\text{Terre})}{g(\text{Lune})}$ fait donc $\frac{9,77}{1,61} = 6,1$

Tintin dit vrai puisque l'intensité de pesanteur de la Terre est bien 6 fois supérieure à celle de la Lune.



5. Lors du voyage, le capitaine Haddock tente une sortie dans l'espace et comme il n'est pas attaché, il s'éloigne de la fusée. Expliquer le commentaire de Tintin dans l'extrait de BD au verso. Représenter les forces s'exerçant sur le capitaine Haddock.

Tintin indique que le capitaine Haddock est attiré par la force d'attraction gravitationnelle créée par l'astéroïde Adonis.

Les forces qui s'exercent sur le capitaine Haddock sont : l'attraction de l'astéroïde et avec une moindre intensité, l'attraction de la fusée, de la Lune et de la Terre.

6. Que fait la fusée quand on coupe le moteur ?

Si on coupe les moteurs la fusée continue à avancer à très grande vitesse, la même qu'avant avoir coupé le moteur.

7. L'extrait de BD au verso est-il alors possible ?

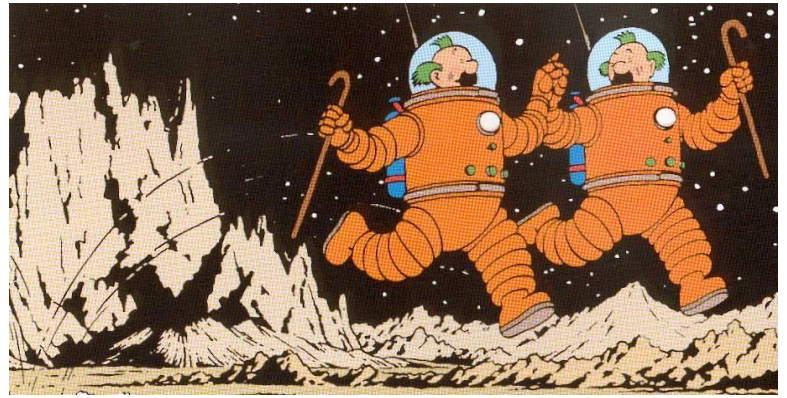
Non, car il faudrait que l'astéroïde se déplace à la même vitesse et dans la même direction que la fusée, c'est-à-dire vers la Lune, et il s'écraserait donc sur la Lune.



8. Les Dupond (D et T) sautent à pieds joints par dessus une crevasse, puis jouent à courir et sauter le plus haut possible. Sur la BD ci-contre, on distingue leur trajectoire.

Dans quel référentiel a-t-on étudié cette trajectoire des frères Dupond ?

La trajectoire des frères Dupond a été étudiée dans un référentiel fixe à la surface de la Lune



II. Attraction universelle et poids des objets.

→ Recopier les données du tableau ci-dessous dans le tableur Excel.

	Mercure	Vénus	Terre	Lune	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune	Soleil
Diamètre (km)	4 878	12 104	12 756	3 476	6 794	142 984	120 536	51 118	49 922	1 392 530
Distance moyenne au Soleil ($\times 10^6$ km)	57,9	108,2	149,6	149,6	227,9	778,3	1 427,0	2 871,0	4 497,1	
Masse ($\times 10^{24}$ kg)	0,33	4,87	5,98	0,0735	0,642	1 899	568	86,8	102	$1,98 \cdot 10^6$
$F_{\text{Soleil/Planète}}$ (N)	1,30E+22	5,49E+22	3,53E+22	4,34E+20	1,63E+21	4,14E+23	3,68E+22	1,39E+21	6,66E+20	
$F_{\text{Planète/masse}}$ (N)	185	443	490	81,1	186	1 240	522	443	546	13 600

→ Sur la 5^{ème} ligne, entrer la formule permettant de calculer la valeur de l'action attraction exercée par le Soleil sur chacune des planètes et recopier les résultats dans le tableau (ne pas oublier l'unité).

→ Sur la 6^{ème} ligne, entrer la formule permettant de calculer la valeur de l'action attraction exercée par chaque astre sur un objet de masse $m = 50$ kg, placé à sa surface et recopier les résultats dans le tableau (ne pas oublier l'unité).

9. Le Soleil exerce-t-il une action attractive de même valeur sur tous les corps du système solaire ? Pour quelle planète est-elle la plus forte ? la plus faible ?

Non, le Soleil n'exerce pas une action attractive de même valeur sur tous les corps du système solaire.

La force la plus grande est celle entre Jupiter et le Soleil.

La force la plus petite est celle entre Neptune (ou la Lune) et le Soleil.

10. Chaque planète exerce-t-elle une action attractive de même valeur sur l'objet ? Pour quelle planète est-elle la plus forte ? la plus faible ?

Non, chaque planète n'exerce pas une action attractive de même valeur sur l'objet de masse 50 kg.

La force la plus grande est sur Jupiter.

La force la plus petite est sur Mercure (ou la Lune).

11. Calculer la valeur du poids d'un objet de masse $m = 50$ kg se trouvant sur Terre.

$$P_{\text{Terre}} = m \cdot g(\text{Terre}) = 50 \times 9,8 = 490 \text{ N}$$

12. Comparer la valeur précédente avec la valeur de l'action attraction qu'exerce la Terre sur l'objet.

On a : $P_{\text{Terre}} = F_{\text{Terre/objet}}$. Le poids d'un objet de masse m à la surface de la Terre est égal à la force gravitationnelle exercée par la Terre sur cet objet

13. En déduire la valeur du poids de cet objet à la surface de la Lune.

Selon le tableau on a : $P_{\text{Lune}} = F_{\text{Lune/objet}} = 81,1 \text{ N}$.