

La gravitation universelle. Exercices .SERIE 3.

Exercice 1 :

Le 21 juillet 1969, Neil Armstrong et Buzz Aldrin ont marché sur la Lune. Les deux astronautes ont ramassé 21,7 kg de roches lunaires.

Données :

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \text{N}$$

$$g_T = 9,8 \text{ N / kg}$$

$$g_L = 1,6 \text{ N / kg}$$

- 1)- Quel était le poids des roches sur la Lune ?
- 2)- Quelle était la masse de ces roches une fois rapportées sur la Terre ?
- 3)- Quelle était le poids de ces roches une fois rapportées sur la Terre ?

Exercice 2 :

Un trou noir résulte de l'effondrement du cœur d'une étoile massive. C'est une « boule » de matière très petite qui renferme une masse extraordinairement grande et dont la lumière ne peut s'échapper. Ainsi, un trou noir est invisible. Il peut être détecté par l'influence qu'il exerce sur les étoiles et autres objets qui lui sont proches.

- 1)- On considère un trou noir d'une masse 10 fois celle du Soleil et ayant la forme d'une sphère de 3,0 km de diamètre. Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée sur un objet de masse $m = 1,0 \text{ kg}$ placé à la surface du trou noir.
- 2)- Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée sur le même objet placé à la surface du Soleil, puis à la surface de la Terre et comparer les 3 valeurs.

Données :

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \text{N}$$

$$\text{Intensité de la pesanteur sur Terre : } g = 9,8 \text{ N / kg}$$

$$\text{Masse de la Terre : } m_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$\text{Masse du Soleil : } m_S = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{Rayon de la Terre : } R_T = 6380 \text{ km}$$

$$\text{Rayon du Soleil : } R_S = 7,0 \times 10^5 \text{ km}$$

Exercice 3 :

Jamal s'entraîne sur le terrain de son lycée, à Sidi Slimane. Au même moment, Salomé est en cours de maths, en Afrique du Sud.

- 1)- Attraction gravitationnelle :
 - a)- Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur Jamal.
 - b)- Quel est le nom usuel de cette force ?
 - c)- Représenter cette force sur un schéma en notant J le centre de gravité de Jamal et T celui de la Terre.
- 2)- Représenter la force exercée par la Terre sur Salomé en notant S son centre de gravité.
- 3)- La force exercée par la Terre sur un objet dépend-elle de l'hémisphère dans lequel on se trouve ?

Données :

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \text{N}$$

$$\text{Masse de Salomé : } m_s = 55 \text{ kg}$$

$$\text{Masse de Jamal : } m_J = 55 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{Masse de la Terre : } m_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$\text{Rayon de la Terre : } R_T = 6,38 \times 10^6 \text{ m}$$

Exercice 4 :

C'est grâce à l'attraction gravitationnelle que d'immenses nuages de poussières et de gaz créés lors du Big Bang se sont contractés, jusqu'à former des galaxies, des étoiles et des systèmes planétaires comme le système solaire.

C'est aussi sous l'effet de leur propre attraction gravitationnelle que les étoiles se contractent suffisamment pour déclencher en leur cœur des réactions nucléaires.

1)- Pourquoi l'attraction gravitationnelle conduit-elle à la concentration des gaz et des poussières, ainsi qu'à la contraction des étoiles ?

2)- Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle qui s'exerce entre deux poussières d'un dixième de gramme distantes de 5 mm.

3)- À quelle distance du Soleil cette même poussière serait-elle soumise à une force de même valeur ?

4)- Comparer cette distance à celle séparant Neptune du Soleil.

Données :

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \text{N}$$

$$\text{Masse du Soleil : } m_s = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{Distance Soleil- Neptune (entre les centres) } d_{SN} = 4,5 \times 10^{12} \text{ m}$$

Exercice 5 :

Les astronautes américains, malgré leur lourd équipement, se déplaçaient assez aisément sur la surface de la Lune.

Données :

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \text{N}$$

$$\text{Masse de l'astronaute et de son équipement : } m = 130 \text{ kg}$$

$$\text{Masse de la Terre : } m_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$\text{Masse de la Lune : } m_L = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{Rayon de la Terre : } R_T = 6380 \text{ km}$$

$$\text{Rayon de la Lune : } R_L = 1740 \text{ km}$$

1)- Le poids :

a)- Quelle est la valeur du poids de l'astronaute et de son équipement sur Terre ?

b)- Même question sur la lune.

2)- Comparer ces deux valeurs.

3)- Pourquoi les astronautes pouvaient-ils se déplacer facilement sur la Lune ?

La gravitation universelle. Corrections .SERIE 3.**Exercice 1 :**

1)- Poids des roches sur la Lune :

- $P_L = m \cdot g_L$
- $P_L \approx 21,7 \times 1,6$
- $P_L \approx 35 \text{ N}$

2)- Masse de ces roches une fois rapportées sur la Terre :

- La masse des roches rapportées sur Terre est la même que la masse des roches ramassées sur la Lune. La masse est une grandeur invariante, elle ne dépend pas du lieu.

3)- Poids des roches rapportées sur la Terre :

- $P_T = m \cdot g_T$
- $P_t \approx 21,7 \times 9,8$
- $P_T \approx 2,1 \times 10^2 \text{ N}$

Exercice 2 :

1)- Force d'attraction gravitationnelle exercée par le trou noir sur l'objet

$$F_{\text{trou/obj}} = G \cdot \frac{10 \cdot m_S \cdot m}{(R_{\text{trou}})^2} = G \cdot \frac{10 \cdot m_S \cdot m}{\left(\frac{D_{\text{trou}}}{2}\right)^2} = 40 \cdot G \cdot \frac{m_S \cdot m}{(D_{\text{trou}})^2}$$

$$F_{\text{trou/obj}} \approx 40 \times 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{2,0 \times 10^{30} \times 1,0}{(3,0 \times 10^3)^2}$$

$$F_{\text{trou/obj}} \approx 5,9 \times 10^{14} \text{ N}$$

2)- Comparaison des différentes forces :

- Forces exercées par le Soleil sur l'objet :

$$F_{\text{Soleil/obj}} = G \cdot \frac{m_S \cdot m}{(R_S)^2} =$$

$$F_{\text{Soleil/obj}} \approx 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{2,0 \times 10^{30} \times 1,0}{(7,0 \times 10^5 \times 10^3)^2}$$

$$F_{\text{Soleil/obj}} \approx 2,7 \times 10^2 \text{ N}$$

- Forces exercées par la Terre sur l'objet :

- $F_{\text{Terre/Obj}} = P = m \cdot g \approx 9,8 \text{ N}$

- Force exercée par le trou noir sur l'objet :

- $F_{\text{Trou/Obj}} \approx 5,9 \times 10^{14} \text{ N}$
- Conclusion : $F_{\text{Terre/Obj}} \gg F_{\text{Soleil/Obj}} > F_{\text{Terre/Obj}}$
- On comprend que l'objet s'effondre dans le trou noir avec la force qu'il subit.

Exercice 3 :

1)- Attraction gravitationnelle :

a)- Valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur Jamal :

$$F_{T/J} = G \cdot \frac{m_T \cdot m_J}{(R_T)^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24} \times 55}{(6,38 \times 10^6)^2}$$

$$F_{T/J} \approx 5,4 \times 10^2 \text{ N}$$

b)- Cette force est aussi appelée poids de l'objet sur la Terre.

c)- Représentation de cette force : il suffit de choisir une échelle pour connaître la longueur du représentant de ce vecteur :

$\vec{F}_{T/J}$	Point d'application : J
	Direction : la droite (TJ)
	Sens : de J vers T
	Valeur de la force : $F_{T/J} = F_{T/S} \approx 5,2 \times 10^2 \text{ N}$ Échelle : 2 N pour 1 cm

2)- Force exercée par la Terre sur Salomé en notant S son centre de gravité :

- Comme Salomé a la même masse que John,
- $F_{T/S} = F_{T/J} \approx 5,2 \times 10^2 \text{ N}$
- Représentation : le vecteur force : voir schéma au-dessus.

$\vec{F}_{T/S}$	Point d'application : S
	Direction : la droite (TS)
	Sens : de S vers T
	Valeur de la force : $F_{T/S} = F_{T/J} \approx 5,2 \times 10^2 \text{ N}$ Échelle : 2 N pour 1 cm

3)- La force exercée par la Terre sur un objet ne dépend pas de l'hémisphère dans lequel on se trouve. Elle dépend de la masse de l'objet et de la distance de l'objet au centre de la Terre.

Exercice 4 :

1)- Attraction gravitationnelle et concentration des gaz et des poussières et des étoiles.

- Les forces entre les poussières, les gaz sont attractives. Elles tendent à rapprocher les poussières, les gaz.

2)- Valeur de la force d'attraction gravitationnelle agissant entre deux poussières :

$$F_{P/P'} = G \cdot \frac{m_P \cdot m_{P'}}{(d_{PP'})^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{(0,10 \times 10^{-3})^2}{(5,0 \times 10^{-3})^2}$$

$$F_{P/P'} \approx 2,7 \times 10^{-14} \text{ N}$$

3)- Distance du Soleil :

- Expression de la valeur de la force exercée par le Soleil sur la poussière :

$$F_{S/P} = G \cdot \frac{m_S \cdot m_P}{(d)^2} = F_{P/P'}$$

- On tire l'expression de la distance d :

$$F_{S/P} = G \cdot \frac{m_S \cdot m_P}{(d)^2} = F_{P/P'}$$

$$d = \sqrt{\frac{G \cdot m_S \cdot m_P}{F_{P/P'}}}$$

$$d \approx \sqrt{6,67 \times 10^{-11} \times \frac{2,0 \times 10^{30} \times 0,10 \times 10^{-3}}{2,7 \times 10^{-14}}}$$

$$d \approx 7,0 \times 10^{14} \text{ m}$$

4)- Comparaison :

- $d \approx 100 d_{SN}$

- La poussière devrait être située très au-delà de la planète Neptune.

Exercice 5 :

1)- Le poids :

a)- Valeur du poids de l'astronaute et de son équipement sur Terre :

- On peut assimiler le poids de l'astronaute et de son équipement sur Terre à l'attraction gravitationnelle que la Terre exerce sur l'astronaute et de son équipement.

$$P_T = F_{T/C} = G \cdot \frac{m_T \cdot m_C}{(R_T)^2}$$

$$P_T = F_{T/C} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,98 \times 10^{24} \times 130}{(6380 \times 10^3)^2}$$

$$P_T = F_{T/C} \approx 1,27 \times 10^3 \text{ N}$$

b)- Même question sur la lune.

- Valeur du poids de l'astronaute et de son équipement sur la Lune.

$$P_L = F_{L/C} = G \cdot \frac{m_T \cdot m_C}{(R_T)^2}$$

$$P_L = F_{L/C} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{7,35 \times 10^{22} \times 130}{(1740 \times 10^3)^2}$$

$$P_L = F_{L/C} \approx 2,11 \times 10^2 \text{ N}$$

2)- Comparaison deux valeurs :

$$\frac{P_T}{P_L} \approx \frac{1,27 \times 10^3}{2,11 \times 10^2} \approx 6,02$$

- L'astronaute est six fois plus lourd sur la Terre que sur la Lune.

3)- Pourquoi les astronautes pouvaient-ils se déplacer facilement sur la Lune ?

- Le poids de l'astronaute et de son équipement sur la Lune est six fois plus léger que sur la Terre. Les déplacements sont plus aisés sur la Lune que sur la Terre car l'astronaute possède la même force physique et il est six fois plus léger.