

# LA GRAVITATION UNIVERSELLE

## Exercices complémentaires

### Vrai ou faux ?

- L'interaction gravitationnelle entre deux corps s'exerce à distance.
- La force d'attraction entre deux corps est proportionnelle à leur distance.
- Lorsqu'un corps est soumis à une force, sa vitesse dans la direction de la force, est modifiée.
- Le référentiel le plus commode pour étudier le mouvement de la Lune est le référentiel terrestre.

### QCM

Indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s).

- Le poids d'un corps
    - ☐ est la conséquence de la pesanteur ;
    - ☐ est le même partout sur Terre ;
    - ☐ se calcule par :  $P = mg$ .
  - Le poids d'un corps vaut 16 N sur la Lune. Le poids du même corps sur Terre vaut
    - ☐ 98 N ;    ☐ 10 N ;    ☐ 160 N
- Données :  $g_L = 1,6 \text{ N.kg}^{-1}$ ,  $g_T = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$

### Exercice 1 :

Calculer l'ordre de grandeur du rapport entre la masse de la Terre  $M_T$  et la masse de la lune  $M_L$ .

Données :

$$M_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ Kg}$$

$$M_L = 7,4 \times 10^{19} \text{ t (tonnes)}$$

### Exercice 2 :

Quels sont les ordres de grandeur des longueurs suivantes exprimés en mètres :

- rayon de l'atome d'hydrogène :  $53 \times 10^{-12} \text{ m}$  ;
- longueur d'un globule rouge :  $12 \text{ } \mu\text{m}$  ;
- le mètre ;
- altitude du sommet de l'Everest : 8 848 m ;
- rayon de la Terre :  $6,4 \times 10^3 \text{ km}$  ;
- rayon du Soleil :  $6,96 \times 10^5 \text{ km}$  ;

## Interaction gravitationnelle

### Exercice 3 :

Les centres de deux astres à répartition sphérique de masse sont situés à la distance  $d$ . Que deviendrait la

valeur de la force d'attraction gravitationnelle s'exerçant sur chaque astre si, les valeurs des autres grandeurs restant inchangées :

- la masse de l'un des astres était multipliée par 2 ;
- la masse de chaque astre était multipliée par 3 ;
- la distance  $d$  était multipliée par 3 ;
- la masse de chaque astre et la distance  $d$  étaient multipliées par 2.

### Exercice 4 :

Une météorite se déplace dans l'espace et s'approche de la Terre. Indiquer les scénarios possibles.

- La météorite est repoussée par la Terre.
- La météorite est attirée par la Terre, s'en rapproche, mais l'évite.
- La météorite est attirée par la Terre, s'en rapproche et s'écrase à sa surface.

### Exercice 5 :

a. Calculer la valeur des forces d'attraction gravitationnelle s'exerçant entre la Terre et le Soleil.

Données :

- masse de la Terre :  $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
- masse du Soleil :  $M_S = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$
- distance moyenne entre les centres de la Terre et du Soleil :

$$D = 1,50 \times 10^8 \text{ km.}$$

b. Représenter sur un schéma les forces d'attraction gravitationnelle  $\vec{F}_{S/T}$  et  $\vec{F}_{T/S}$ . Préciser l'échelle de représentation choisie pour les valeurs des forces.

### Exercice 6 :

Ganymède est un satellite de Jupiter.

Données :

- masse de Jupiter :  $M_J = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$
- masse du Soleil :  $M_S = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$
- masse de Ganymède :  $M_G = 1,48 \times 10^{23} \text{ kg}$
- distance moyenne entre les centres de Jupiter et du Soleil :
- $D = 7,78 \times 10^8 \text{ km}$
- distance moyenne entre les centres de Jupiter et Ganymède :
- $d = 1,07 \times 10^6 \text{ km.}$

a. Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle  $\vec{F}_{S/J}$  exercée par le Soleil sur Jupiter.

b. Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle  $\vec{F}_{G/J}$  exercée par Ganymède sur Jupiter.

c. Faire un schéma où les centres du Soleil, de Jupiter et de Ganymède sont placés dans le plan de la feuille. Représenter les forces d'attraction gravitationnelle calculées précédemment à l'échelle 1 cm pour  $1,0 \times 10^{23}$  N.

d. Calculer le rapport  $F_{G/J}/F_{S/J}$  des valeurs des deux forces et conclure.

## Poids d'un corps

### Exercice 7 :

La masse d'un vaisseau spatial destiné à l'exploration lunaire est  $m = 1,5$  tonne.

a. Calculer son poids sur la Terre, puis sur la Lune.

Données : intensité de la pesanteur :

- sur la Terre :  $g_T = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$
- sur la Lune :  $g_L = 1,6 \text{ N.kg}^{-1}$ .

b. Au voisinage de la Terre, le poids du vaisseau dépend-il de son altitude par rapport à la Terre ?

c. Même question au voisinage de la Lune.

### Exercice 8 :

Deux étoiles de masse  $M = 2,0 \times 10^{30}$  kg sont situées à 4,5 années de lumière l'une de l'autre.

a. Quelle est la valeur de la force d'attraction gravitationnelle qu'elles exercent l'une sur l'autre ?

b. Quelle serait la masse d'un objet qui, sur Terre, aurait un poids égal à la valeur de cette force ?

Donnée :  $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$ .

### Exercice 9 :

Au voisinage de la Terre, l'intensité de la pesanteur à la verticale d'un point donné dépend de l'altitude. À l'altitude  $z$ , l'intensité de la pesanteur  $g$  est donnée par la formule :

$$g = g_0 \times \left( \frac{R}{R+z} \right)^2.$$

où  $g_0 = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$  est l'intensité de la pesanteur au sol et  $R = 6,4 \times 10^3$  km le rayon de la Terre.

a. Calculer l'intensité de la pesanteur à l'altitude  $z = 1,0 \times 10^3$  km.

b. Le poids d'un corps au niveau du sol a pour valeur  $5,0 \times 10^2$  N. Quelle est la valeur du poids de ce corps à l'altitude  $z = 1,0 \times 10^3$  km ?

c. Par quel facteur le poids d'un corps est-il divisé lorsque le corps passe, en s'élevant, du niveau du sol à l'altitude  $z = 2R$  ?

### Exercice 10 :

L'intensité de la pesanteur  $g$  à la surface d'une planète peut se calculer par la formule :

$$g = G \times \frac{M}{R^2} \quad \begin{cases} M : \text{masse de la planète} \\ R : \text{rayon de la planète} \end{cases}$$

a. Calculer la valeur moyenne de l'intensité de la pesanteur à la surface de la Terre.

Données :  $M_T = 6,0 \times 10^{24}$  kg ;  $R_T = 6,4 \times 10^3$  km.

b. Calculer la valeur moyenne de l'intensité de la pesanteur à la surface de Jupiter.

Données :  $M_J = 1,9 \times 10^{27}$  kg .  $R_J = 7,15 \times 10^4$  km.

c. Comparer le poids d'un objet sur Terre et sur Jupiter.

### Exercice 11 : Point d'équigravité

La distance entre les centres de la Terre et de la Lune est, en moyenne, de  $L = 384\,000$  km. Il existe un point A, situé entre ces deux planètes, où les forces de gravitation générées par ces deux planètes se compensent.

1. Schématiser la situation : on notera  $d$  la distance entre A et le centre de la Terre,  $d'$  la distance entre A et le centre de la Lune.

2. Exprimer  $L$  en fonction de  $d$  et  $d'$ .

3. Donner l'expression de la force de gravitation  $F$  exercée par la Terre, de masse notée  $M_T$ , sur un objet de masse  $m$  situé en A.

4. Donner l'expression de la force de gravitation  $F'$  exercée par la Lune, de masse notée  $M_L$ , sur ce même objet de masse  $m$  situé toujours en A.

5. Quelle relation existe-t-il entre ces deux forces  $F$  et  $F'$  ?

6. En déduire la position du point A en vous aidant des relations formulées aux questions 2. et 5. Sachant que :

$$\frac{M_T}{M_L} = 81,5$$