

La gravitation universelle

Objectif : connaître l'expression de la force de gravitation qui s'exerce entre deux corps.

I – EFFET D'UNE ACTION SUR UN MOUVEMENT

La Terre exerce sur la Lune une action appelée attraction gravitationnelle terrestre. Que se passerait-il si cette action disparaissait ?



1. Quel est le référentiel utilisé pour décrire le mouvement de la Lune ?
2. Quel est le mouvement de la Lune dans ce référentiel ?
3. L'action exercée par la Terre sur la Lune est-elle attractive ou répulsive ? Est-elle de contact ou à distance ?

Pour simuler le mouvement de la Lune autour de la Terre, on visualise un objet mobile tournant autour d'un point fixe en restant dans un plan horizontal. Un fil relie le point fixe et l'objet mobile.

4. Que modélise l'objet mobile ? Le point fixe ?
5. Que modélise l'action exercée par le fil sur l'objet mobile ? Cette action est-elle de contact ou à distance ?
6. Dans quel référentiel le mouvement de l'objet mobile est-il étudié ?

Le mouvement de l'objet mobile présente deux parties : avant et après que l'on coupe le fil.

Pour décrire le mouvement de l'objet on propose les termes suivants : « rectiligne ; circulaire ; curviligne ; uniforme ; non uniforme ».

- 7.a. Décrire le mouvement de l'objet avant que l'on coupe le fil, avec les termes proposés ci-dessus.
- b. Décrire, de même, le mouvement de l'objet après que l'on ait coupé le fil.
8. Si la Terre disparaissait subitement, la Lune ne serait soumise à aucune action. D'après la simulation quel serait alors le mouvement de la Lune ?

II – FORCE GRAVITATIONNELLE

1 – La loi d'attraction Universelle

En 1687, Isaac Newton a écrit un texte que l'on peut traduire ainsi :

« L'action qui retient la Lune dans son orbite est dirigée vers le centre de la Terre. Sa valeur est proportionnelle à la masse que chaque corps contient. Elle est inversement proportionnelle au carré de la distance entre le centre de la Lune et de la Terre ».



D'après ce texte, la valeur de la force attractive exercée par la Terre sur la Lune, notée $F_{T/L}$ et exprimée en newton (symbole N), s'écrit :

$$F_{T/L} = G \frac{m_T \times m_L}{d^2}$$

d : distance Terre - Lune (en m).

G : constante de proportionnalité appelée constante gravitationnelle dont la valeur est :

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

- a. En utilisant des couleurs, associer une partie de la formule de Newton à :
 - la seconde phrase du texte de Newton
 - la troisième phrase du texte de Newton.
- b. Sur quel corps s'applique la force $F_{T/L}$? Vers quel corps cette force est-elle orientée ? Représenter sur un schéma, la Terre, la Lune, la distance d ainsi que force $F_{T/L}$ à l'aide d'une flèche.

2 – Attraction universelle et poids

Le Soleil (S) exerce une action attractive sur une planète (P) qui peut être modélisée par une force notée $F_{S/P}$.

- a. Écrire l'expression de la force $F_{S/P}$.

• En vous aidant du tableau de valeurs (page 99) concernant données des différentes planètes du système solaire, calculer la force exercée par le Soleil sur la planète Mercure.

Vérifier que cette force a pour valeur : $1,30 \times 10^{22} \text{ N}$.

Calculer de même toutes les autres forces exercées par le Soleil sur les autres planètes du système solaire.

On pourra utiliser le tableur excel pour les calculs.

- b. Le Soleil exerce-t-il une force de même valeur sur toutes les planètes du système solaire ? Sur quelle planète cette force est-elle la plus grande ? La plus petite ?

• L'expression du poids P d'un objet de masse m à la surface de la Terre est : $P = m \times g$ avec $g = 9,8 \text{ N/kg}$.

- c. Calculer la valeur du poids P pour un objet de masse $m = 50 \text{ kg}$ à la surface de la Terre.

- d. Calculer la valeur de la force $F_{\text{Terre/objet}}$ exercée par le centre de la Terre sur l'objet posé à sa surface.

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

- e. Comparer les deux valeurs. Conclure.

En déduire une relation entre g , G , M_T et R_T .