

Chapitre 3 la Gravitation Universelle

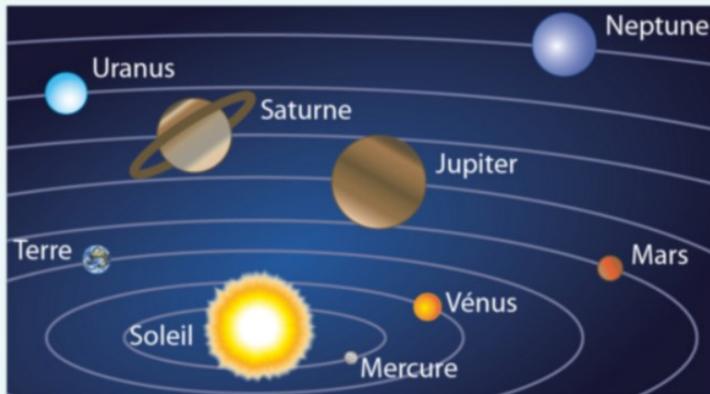


Fig. 1 Représentation du système solaire

Le système solaire est constitué de huit planètes dont la Terre, se déplaçant sur des trajectoires presque circulaires autour de leur étoile, le Soleil.

Le Soleil exerce une action à distance, attractive, due à sa masse, sur chaque planète. Cette attraction diminue lorsque la distance augmente.

Chaque planète possède une masse importante et attire aussi le Soleil. Cette attraction a peu d'effets car la masse du Soleil reste beaucoup plus grande que celle des planètes.

Le Soleil et les planètes sont donc en interaction attractive à distance : c'est l'interaction gravitationnelle ou gravitation universelle.

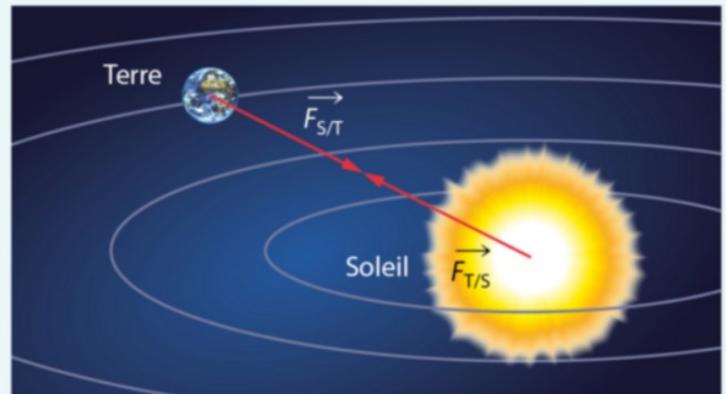


Fig. 2 Interaction gravitationnelle Soleil-Terre

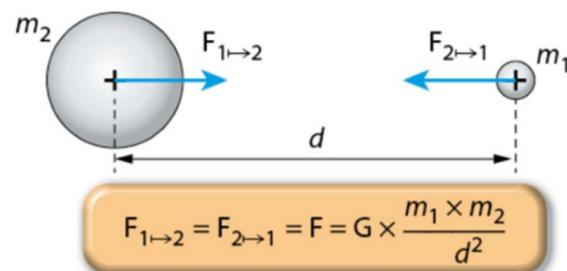
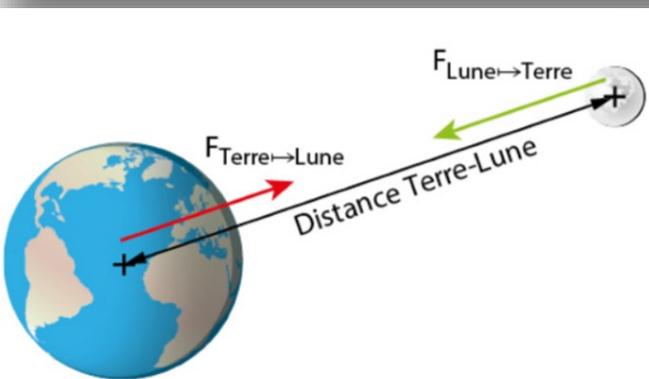
La force d'attraction gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Terre a les caractéristiques suivantes :

- direction : la droite passant par les centres des deux astres ;
- sens : de la Terre vers le Soleil ;
- point d'application : le centre de la Terre ;
- valeur : $F_{S/T} = G \cdot \frac{M_S \cdot M_T}{d^2}$.

F est en newton (N), $G = 6,67 \times 10^{-11}$ unités SI.

M_T et M_S sont respectivement les masses de la Terre et du Soleil, en kg.

d est la distance entre le centre de la Terre et le centre du Soleil, en m.



avec $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$. G est la constante de gravitation F s'exprime en newton (N), m_1 et m_2 en kilogramme (kg) et d en mètre (m).

D1s

1. Quel est le type d'actions exercée par le Soleil sur les planètes ?
2. Quels sont les points communs différences entre la force exercée par le Soleil sur la Terre et la celle exercée par la Terre sur le Soleil ?
3. Quelle est la valeur de la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Terre ?
4. Quelle est la valeur de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur le Soleil ?
5. Pourquoi la force d'interaction gravitationnelles exercée par la Terre sur le Soleil et celle exercée par le Soleil sur la Terre sont-elles identiques ?





Doc. 1 La forme d'une galaxie témoigne de la tendance de la matière à s'agglomérer.



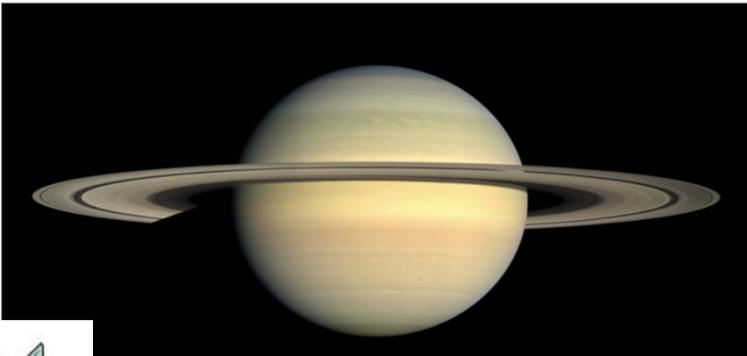
Doc. 2 Les planètes du système solaire tournent autour du Soleil et la Lune autour de la Terre.

D4

Doc. 3 La trajectoire d'une comète est déviée à l'approche d'une planète.



Doc. 4 La matière qui forme les planètes et les étoiles ne s'éparpille pas dans l'espace.

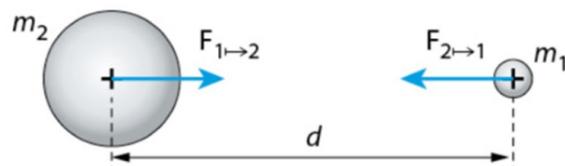


Doc. 5 Au voisinage de la Terre, tout objet, lâché d'aussi haut soit-il, retombe sur la Terre.

Lister les interactions gravitationnelles pour chaque document. En quoi peut-elle être qualifiée d'Universelle ?

L'interaction gravitationnelle existe entre deux corps possédant . Lorsque la distance diminue elle diminue.

Deux objets en interaction gravitationnelle exercent réciproquement une force d'attraction de même , même mais opposée en .



$$F_{1 \rightarrow 2} = F_{2 \rightarrow 1} = F = G \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

avec $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$. G est la constante de gravitation F s'exprime en newton (N), m_1 et m_2 en kilogramme (kg) et d en mètre (m).





12h00



18h00

Paimpol ☆

| Date | Heure | Hauteur | Coeff. |
|-------------------|--------------|---------------|------------|
| Mar. 02 | 03h23 | 0,79m | |
| | 09h12 | 11,33m | 105 |
| | 15h47 | 0,76m | |
| | 21h36 | 10,94m | 102 |
| Mer. 03 | 04h02 | 1,00m | |
| | 09h50 | 11,06m | 98 |
| | 16h25 | 1,13m | |
| | 22h13 | 10,57m | 93 |
| Jeu. 04 | 04h40 | 1,48m | |
| | 10h28 | 10,51m | 87 |
| | 17h03 | 1,77m | |
| | 22h51 | 9,98m | 79 |
| Ven. 05 | 05h20 | 2,18m | |
| | 11h09 | 9,76m | 71 |
| | 17h44 | 2,58m | |
| | 23h33 | 9,26m | 63 |
| Sam. 06 | 06h07 | 2,95m | |
| | 11h58 | 8,92m | 55 |
| | 18h35 | 3,40m | |
| | | | |
| Dim. 07 | 00h30 | 8,55m | 49 |
| | 07h11 | 3,62m | |
| | 13h13 | 8,20m | 44 |
| | 19h50 | 4,01m | |
| Lun. 08 | 02h00 | 8,10m | 42 |
| | 08h43 | 3,88m | |
| | 14h58 | 8,03m | 43 |
| | 21h30 | 4,04m | |

PM : Pleine Mer

BM : Basse Mer

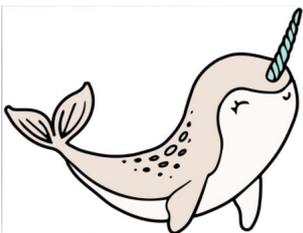
L'interaction gravitationnelle entre la Terre et la Lune est à l'origine du phénomène des marées. Elle dépend de la distance Terre-Lune.

Par rapport à une distance moyenne (mesurée entre le centre de la Terre et le centre de la Lune), la variation de distance la plus importante concerne les parties de la Terre les plus proches de la Lune (à droite sur la figure **A**) et les plus éloignées (à gauche sur la figure **A**). C'est cette différence de distance, donc d'attraction, qui élève localement le niveau de l'océan, puis l'abaisse six heures plus tard, quand la Terre a tourné d'un quart de tour. Ainsi, il y a toujours, à un instant donné, deux marées hautes sur la Terre.

Le Soleil intervient également dans l'effet de marée, car même s'il est 400 fois plus éloigné de la Terre que ne l'est la Lune, sa masse est 30 millions de fois plus grande que celle de la Lune. La contribution du Soleil à l'effet de marée dépend de la position respective de la Terre, du Soleil et de la Lune. Par exemple, elle est plus importante quand les trois astres sont alignés (figure **B**).



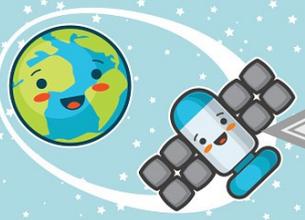
Doc. 1 Le phénomène des marées



En t'appuyant des documents ci-dessous, rédige un paragraphe expliquant et décrivant le phénomène des marées. Minimum 5 lignes bien rédigées on peut s'aider de schémas.

Vidéo : liens internet

D4



En utilisant le logiciel de lancement de satellites déterminé la vitesse minimale de mise en orbite du satellite (satellisation) à une altitude de 30 000 km. A quelle vitesse le satellite échappe à l'attraction terrestre et part dans l'espace ?

GRAVITATION:
(Décocher pour la supprimer)

Distance Terre-satellite:

Vitesse du satellite:

ACTION

Vitesse initiale **Changer**

Distance Terre-satellite initiale **Changer**

Les ondes progressives le long d'une corde (Terminale S)

Simulation d'un banc d'optique (Première et Terminale S)

Petit jeu sur l'inertie (Seconde, Première et Terminale S)

Chute libre ou satellisation ? (Seconde et Terminale S)

Composition de sinusoides (Terminale S spécialité)

Mouvements des satellites (Seconde et Terminale S)

Mouvement de chute

L'action de la Terre sur tout objet est dirigée vers le centre de la Terre. Au voisinage de la Terre, cette action est modélisée par le poids de l'objet, dirigé verticalement et vers le centre de la Terre.

L'action gravitationnelle explique le mouvement de chute des objets vers le sol, qui est **vertical** en l'absence de vitesse au départ.

Mouvement orbital

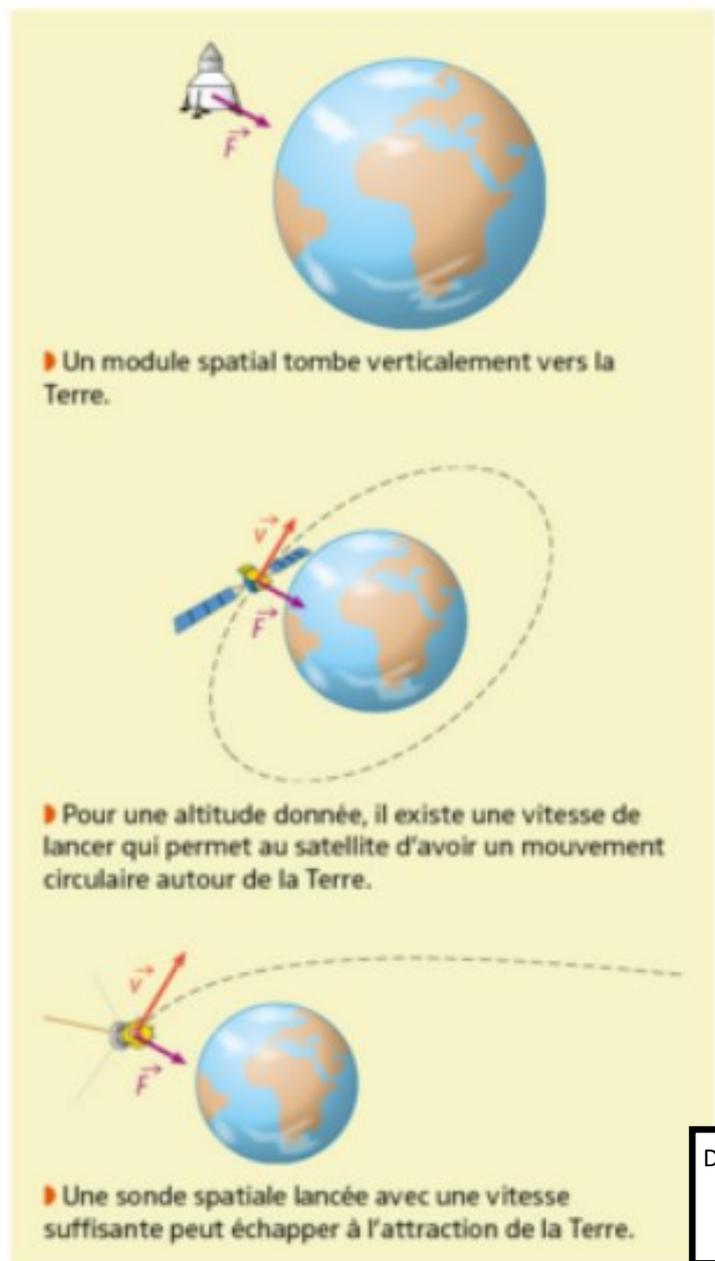
Un satellite lancé à une certaine altitude et avec une vitesse suffisante peut avoir une trajectoire qui se referme autour de la Terre : on dit qu'il est en **orbite**.

L'action gravitationnelle maintient un satellite dans son environnement. À une altitude donnée et selon la vitesse de lancer, le satellite peut être en orbite et avoir un **mouvement circulaire uniforme**.

Mouvement d'échappement

Un satellite ou une sonde spatiale lancés avec une vitesse suffisante peuvent échapper à l'action de gravitation de la Terre.

Un objet peut échapper à l'action gravitationnelle de la Terre s'il est lancé avec une vitesse suffisante.





C'est toi le prof ! L'essentiel de ce chapitre.

Rédige le cours sur ton cahier en t'aidant des activités réalisées.

1. Explique la loi de la Gravitation à l'aide d'une phrase.
2. Donne l'expression mathématique de la loi de la gravitation et les unités !
3. Représente à l'aide d'un schéma les forces gravitationnelles que s'exercent mutuellement deux objets.
4. Explique ce que signifie « un objet est en orbite autour de la Terre ? »
5. « Pour qu'un objet soit en orbite il faut que la vitesse de l'objet compense exactement la chute de l'objet » explique cette phrase à l'aide d'un schéma.

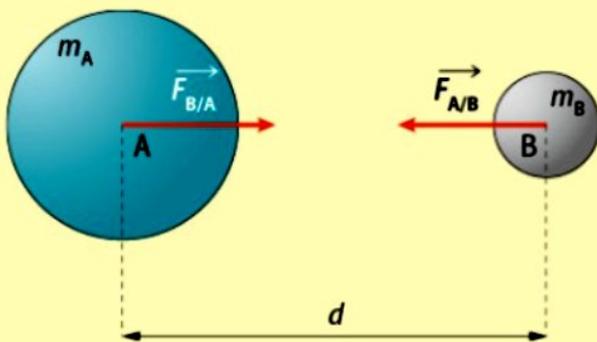
D2 outils et méthodes pour apprendre

Aide : https://www.youtube.com/watch?v=XzYk-V8j_Nk

Mise en orbite d'un objet autour de la Terre.

Loi de la gravité : Dans l'Univers tous les corps s'attirent mutuellement.

Un objet A de masse m_A attire un objet B de masse m_B comme indiqué sur les schéma ci-dessous.



Interaction attractive entre deux objets massiques

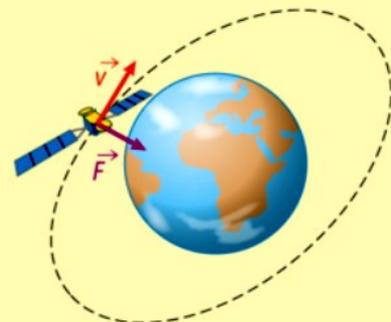
$$F = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

N kg m

Expression de la force de gravitation



Un module spatial tombe verticalement vers la Terre.



Pour une altitude donnée, il existe une vitesse de lancer qui permet au satellite d'avoir un mouvement circulaire autour de la Terre.



Une sonde spatiale lancée avec une vitesse suffisante peut échapper à l'attraction de la Terre.

5 Interaction Terre-Lune

D4 Développer des modèles simples ○ I ○ F ○ S ○ TB

La Lune tourne autour de la Terre.



Lune



Terre

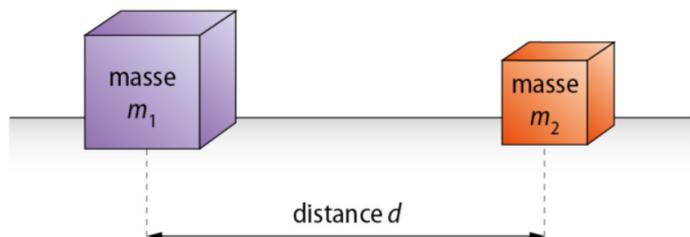
- Représente en vert la force exercée par la Terre sur la Lune et désigne le vecteur.
- Représente en rouge la force exercée par la Lune sur la Terre et désigne le vecteur.

4 Newton et la gravitation

Au XVII^e siècle, le physicien anglais Isaac Newton découvre que deux corps massiques s'attirent. Il montre que cette interaction attractive peut être modélisée par une force dont l'intensité est proportionnelle au produit de leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance.



- Quel est le nom de la loi énoncée par Newton ?
 - À quelle condition existe-t-elle ?
- Comment évolue l'intensité de la force de gravitation :
 - quand les masses des corps augmentent ?
 - quand la distance entre eux augmente ?
- Comment évolue l'intensité de cette force :
 - si l'une des masses est doublée ?
 - si les deux masses sont doublées ?
 - si la distance est doublée ?
- On considère le cas suivant :



Donner la bonne réponse. L'intensité de la force de gravitation entre les deux objets est proportionnelle à :

- a. $m_1 \times m_2 \times d^2$; b. $\frac{m_1 \times m_2}{d^2}$; c. $\frac{d^2}{m_1 \times m_2}$.

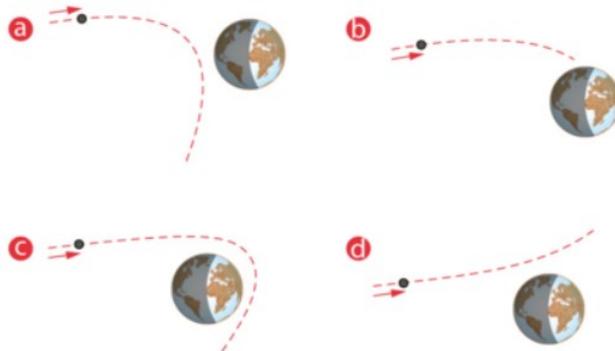
7 Une menace pour la Terre.

D4 Proposer des hypothèses ○ I ○ F ○ S ○ TB

Un astéroïde se rapproche de la Terre en suivant la ligne en pointillés. Il est soumis à l'attraction terrestre.



- Quelles sont les trajectoires impossibles parmi les suivantes ? Justifie.



- Pourquoi, dans le cas c, l'astéroïde ne s'écrase-t-il pas sur la Terre ?

15 Tombera, tombera pas ?

Dans un des ses célèbres cours de physique, l'Américain Richard Feynman (1918-1988) écrit :

Cette idée que la Lune tombe risque de créer la confusion parce que, comme vous voyez, elle ne se rapproche pas. Cette idée est suffisamment intéressante pour mériter une explication supplémentaire : la Lune tombe en ce sens qu'elle s'écarte en tombant de la ligne droite qu'elle suivrait s'il n'y avait pas de force.

R. Feynman, R. Leighton, M. Sands, *Le Cours de physique de Feynman – Mécanique 1*, Dunod, 1964, éd. 2014

- De quelle force parle Feynman ?
- D'après Feynman, qu'arriverait-il à la Lune en l'absence de cette force ?
- Pourquoi la Lune qui tombe ne s'écrase-t-elle pas pour autant sur la Terre ?