



- ✓ Lire et comprendre des documents scientifiques
- ✓ Communiquer avec un langage scientifique

1 La gravitation universelle

Isaac Newton aurait imaginé l'existence de la gravitation en observant une pomme tomber d'un arbre.

► Qu'est-ce que la gravitation universelle ?

**Doc. 1****Objet 3D**

Le système solaire
hatier-clic.fr/pcb001

Le mouvement des planètes

Le système solaire est principalement constitué de huit planètes qui tournent autour d'une étoile, le Soleil, sur des trajectoires presque circulaires (Fig. 1).

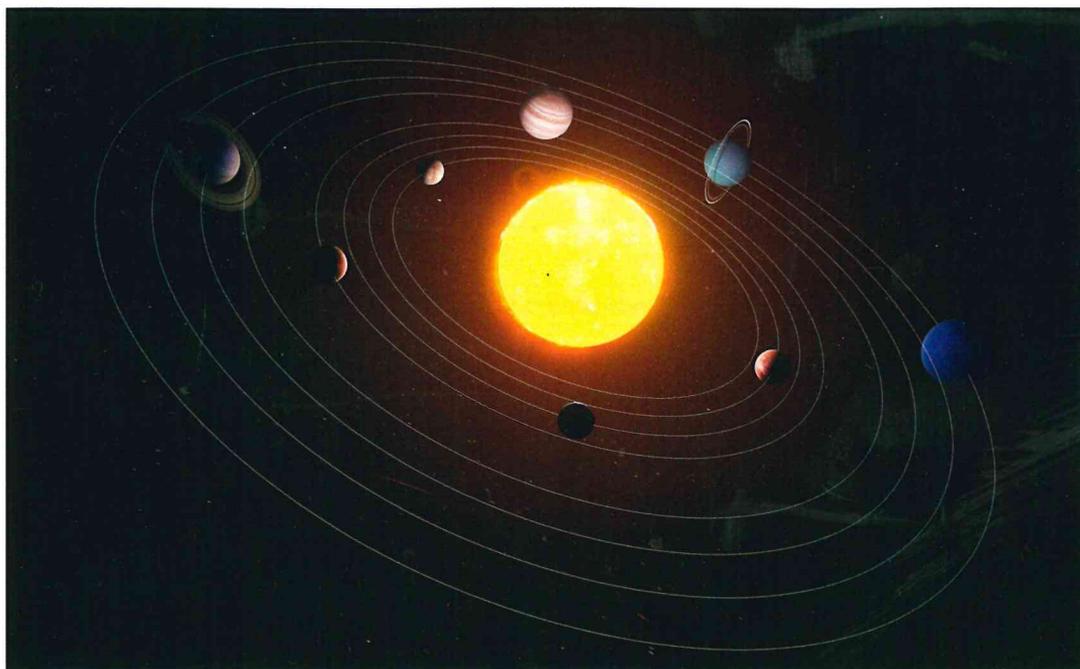


Fig. 1 : Trajectoire des planètes du système solaire.

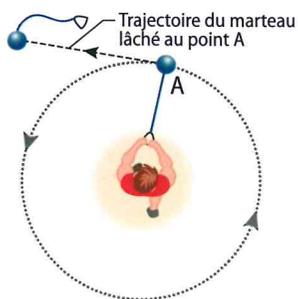


Fig. 2 : Mouvement d'un marteau.

Le Soleil exerce une attraction sur l'ensemble des planètes, qui sont ainsi maintenues en orbite autour de lui.

On peut comparer cette attraction à celle qu'exerce un athlète tirant sur le filin d'un marteau pour qu'il conserve sa trajectoire circulaire et ne s'éloigne pas (Fig. 2).

Sans cette attraction, les planètes ne tourneraient plus autour du Soleil mais s'échapperaient dans l'espace, comme le marteau qui part au loin lorsque l'athlète lâche le filin.

De même, si la vitesse de révolution des planètes autour du Soleil diminuait, elles s'écraseraient sur le Soleil comme le marteau tombe sur Terre si sa vitesse diminue.

Doc. 2

L'interaction Terre-Lune

La Lune reste en orbite autour de la Terre car la Terre exerce sur elle une attraction de même nature que celle qu'exerce le Soleil sur les planètes.

Cette attraction est réciproque : la Lune attire aussi la Terre, comme en témoigne le phénomène des marées. Le niveau des mers et océans situés face à la Lune s'élève localement (marée haute). Puis, quand la Terre a fait un quart de tour sur elle-même, environ six heures plus tard, ces mers et océans ne sont plus face à la Lune et leur niveau s'abaisse (marée basse, Fig.3).

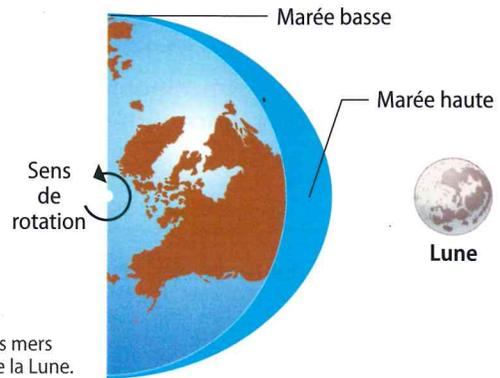


Fig. 3 : Représentation schématique du niveau des mers et des océans sur Terre par rapport à la position de la Lune.

Doc. 3

Isaac Newton et la gravitation universelle

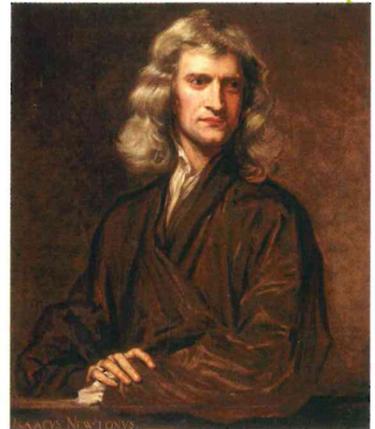
Isaac Newton (1643-1727), scientifique et philosophe anglais, est notamment connu pour ses travaux en optique et la théorie de la gravitation universelle dont il est à l'origine. La légende raconte que c'est en voyant tomber une pomme d'un arbre qu'il aurait commencé à élaborer cette théorie.

En 1667, dans son œuvre majeure *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, il explique que tous les corps de l'Univers s'attirent réciproquement du fait de leur masse.

Ainsi, lorsque l'on étudie deux corps, on sait qu'ils s'attirent l'un l'autre :

- une planète attire le Soleil tout comme le Soleil l'attire ;
- la Terre attire une pomme tout comme la pomme attire la Terre ;
- une trousse attire un stylo tout comme ce stylo l'attire, etc.

La gravitation, aussi appelée « interaction gravitationnelle », gouverne tout l'Univers.



Sir Isaac Newton (1643-1727)

Questions

Comprendre

1. Pourquoi les planètes restent-elles en orbite autour du Soleil ? et la Lune autour de la Terre ?
2. À quoi le phénomène des marées sur Terre est-il dû ?

Raisonner

3. Pourquoi peut-on dire qu'il y a une interaction entre la Terre et la Lune ? entre le Soleil et la Terre ?
4. Cette interaction est-elle attractive ou répulsive ? Est-ce une interaction de contact ou à distance ?
5. Cette interaction ne s'exerce-t-elle qu'entre les astres ? Justifie ta réponse.

Conclure

6. Définis ce qu'est la gravitation. Pourquoi la qualifie-t-on d'universelle ?

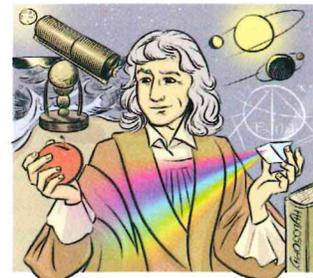


- ✓ Utiliser un modèle
- ✓ Utiliser une formule mathématique

2 Les forces de gravitation

L'interaction gravitationnelle expliquée par Newton peut être modélisée par des forces.

► **Comment déterminer la valeur des forces de gravitation et comment les représenter ?**



Doc. 1

Modélisation de la gravitation universelle

Deux corps exercent l'un sur l'autre une attraction gravitationnelle de même intensité.

Ainsi, la gravitation qui s'exerce entre deux objets, par exemple une trousse et un stylo, peut être modélisée par deux forces $\vec{F}_{trousse/stylo}$ et $\vec{F}_{stylo/trousse}$ de même direction et de même valeur mais de sens opposé (Fig. 1). Ces forces s'appliquent en un point appelé « centre de gravité », qui correspond le plus souvent au centre de l'objet.

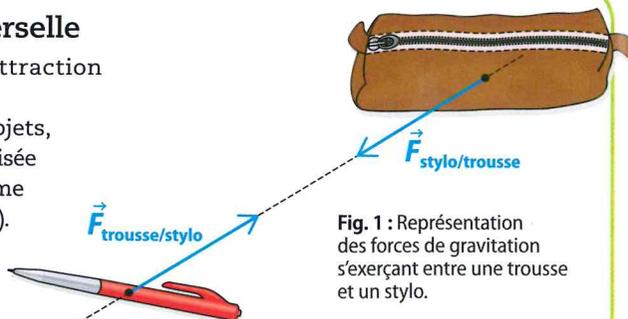


Fig. 1 : Représentation des forces de gravitation s'exerçant entre une trousse et un stylo.

Doc. 2

Valeur des forces de gravitation

La valeur des forces de gravitation s'exerçant entre deux objets A et B dépend à la fois de la masse de ces objets et de la distance qui les sépare. On la calcule en utilisant la formule suivante :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

Forces de gravitation entre A et B (en N) → $F_{A/B} = F_{B/A}$

Constante de gravitation → G

Masse de l'objet A (en kg) → m_A

Masse de l'objet B (en kg) → m_B

Distance entre le centre de gravité des deux objets A et B (en m) → d

Données

$$m_{trousse} = 0,2 \text{ kg}$$

$$m_{stylo} = 0,01 \text{ kg}$$

$$m_{Terre} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$d_{stylo-trousse} = 0,5 \text{ m}$$

$$d_{Terre-trousse} = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$$

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

Questions

Comprendre

- De quelles grandeurs dépend la valeur des forces de gravitation s'exerçant entre les deux objets ?

Raisonner

- En utilisant la formule (Doc. 2), indique comment évolue la valeur des forces de gravitation :
 - lorsque la masse des objets augmente ;
 - lorsque la distance entre les objets augmente.
- Explique également pourquoi la force de gravitation exercée par la Terre sur la trousse a la même valeur que celle exercée par la trousse sur la Terre.
- En utilisant les données*, montre que la valeur de ces forces est environ 2 N.

- Montre que la valeur des forces de gravitation s'exerçant entre la trousse et le stylo est $5,34 \times 10^{-13}$ N.

- Déduis-en pourquoi la trousse et le stylo ne se déplacent pas l'un vers l'autre alors qu'ils s'attirent.

Conclure

- Quelles informations sont nécessaires pour calculer la valeur des forces de gravitation s'exerçant entre deux objets ?



COMPÉTENCES

- ✓ Exploiter un schéma et un graphique
- ✓ Lire et comprendre des documents scientifiques

3 L'assistance gravitationnelle

En août 2014, après un trajet de 6,5 milliards de kilomètres, la sonde spatiale Rosetta arrive à proximité de la comète 67P.

► Cette sonde n'a-t-elle utilisé que son moteur pour se déplacer ?



Doc. 1

L'assistance gravitationnelle

L'assistance gravitationnelle consiste à utiliser volontairement l'attraction exercée par un astre pour modifier le mouvement d'une sonde. Pour cela, il faut que la sonde passe près de cet astre (dans sa « zone d'influence », Fig. 1), mais en maintenant une distance suffisante pour ne pas s'y écraser !

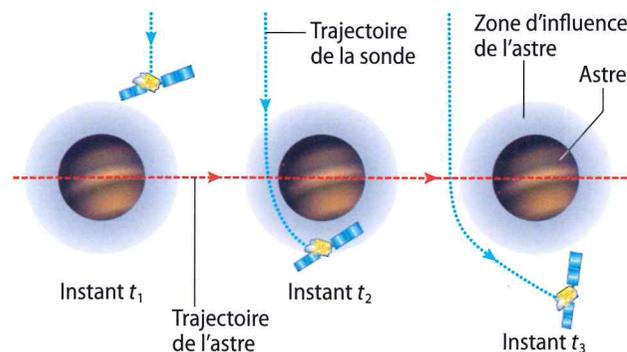


Fig. 1 : Trajectoire d'une sonde passant près d'un astre.

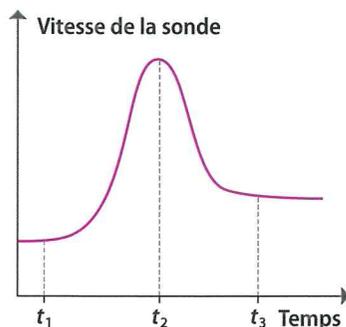


Fig. 2 : Évolution de la vitesse d'une sonde passant près d'un astre.

Doc. 2

Animation

Chasing a comet
hatier-clic.fr/pcb010

La mission Rosetta

Rosetta est une mission de l'Agence spatiale européenne ayant pour but d'étudier la composition de la comète 67P Churyumov-Gerasimenko et de mieux connaître l'évolution du système solaire depuis sa naissance. Mise en orbite autour de la Terre par le lanceur Ariane le 2 mars 2004, la sonde Rosetta a subi trois assistances gravitationnelles de la Terre, lui permettant de passer de 30 km/s à 38,7 km/s et ainsi d'économiser le carburant qui aurait été nécessaire pour cette accélération. Le 12 novembre 2014, la sonde dépose son petit robot Philae sur la comète.



Fig. 3 : Rosetta aux abords de la comète 67P.

Questions

Comprendre

1. Comment évolue le mouvement d'une sonde lorsque celle-ci entre dans la zone d'influence d'un astre ?
2. Pourquoi une sonde ne doit-elle pas passer trop près d'un astre ?

Raisonner

3. Quel phénomène est responsable de la modification du mouvement d'une sonde à son passage près d'un astre ?

Conclure

4. Lors de voyages interstellaires, quel est l'intérêt d'utiliser l'assistance gravitationnelle ?



- ✓ Identifier les différentes échelles de structuration de l'Univers
- ✓ Communiquer avec un langage scientifique

4 Évolution de l'Univers et formation du système solaire

L'observation de l'Univers nous a permis de comprendre comment il a évolué depuis sa naissance et d'expliquer la formation du système solaire.

► **Comment l'Univers et le système solaire se sont-ils formés ? Comment ont-ils évolué ?**



Doc. 1

Vidéo

Univers : l'inimaginable naissance - 8:09 (de 01:14 à 7:07)
hatier-clic.fr/pcb011

L'évolution de l'Univers

Il y a environ 13,8 milliards d'années, toute la matière est concentrée en un seul point où la température et la densité sont immensément grandes. Selon la théorie du Big Bang, une gigantesque explosion survient et libère cette matière ainsi qu'une énorme quantité d'énergie (Fig. 1). C'est la naissance de notre Univers. Celui-ci passe alors de la taille d'un point à celle de dix fois notre galaxie en une fraction de seconde ! Quelques secondes après, les protons, neutrons et électrons se forment, puis apparaissent les éléments chimiques les plus légers : hydrogène et hélium qui représentent, aujourd'hui encore, 99 % de tous les atomes de l'Univers.



Fig. 1 : Représentation artistique du Big Bang.

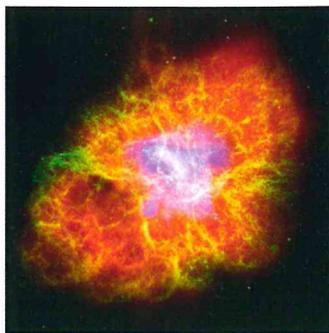


Fig. 2 : Une supernova, vue d'artiste.

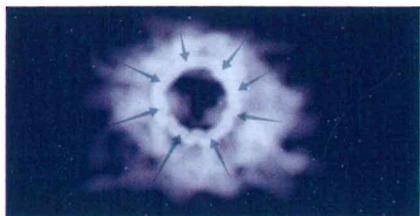
Après environ 200 millions d'années, la gravitation rassemble ces atomes pour constituer les étoiles. C'est au cœur de ces étoiles que se formeront les autres éléments chimiques du tableau périodique, jusqu'au fer. Les éléments plus lourds seront ensuite formés lors d'explosions d'étoiles, phénomènes appelés « supernova » (Fig. 2).

Les premières galaxies, dont la nôtre, la Voie lactée, se forment il y a environ 13,2 milliards d'années, toujours sous l'effet des forces de gravitation qui rassemblent des astres (Fig. 3). Depuis son état initial, l'Univers tout entier est en expansion : les galaxies s'éloignent les unes des autres et, aujourd'hui, on ne sait toujours pas si l'Univers est fini ou infini...



Fig. 3 : La galaxie du Sombrero.

La formation du système solaire



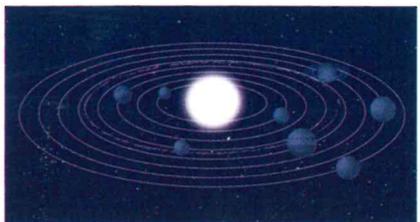
Il y a environ 4,6 milliards d'années, dans la Voie lactée, un nuage de gaz et de poussières appelé « nébuleuse solaire » se contracte sous l'effet des forces de gravitation. Cette contraction est déclenchée par l'onde de choc de l'explosion d'une étoile voisine.



La nébuleuse prend alors la forme d'un disque aplati avec en son centre un renflement plus dense et plus chaud où se concentre l'essentiel de la masse. La température de cette région centrale augmente progressivement jusqu'à atteindre plus de 10 millions de degrés : le Soleil naît et commence à briller.



Pendant, toute la matière présente dans la nébuleuse ne se condense pas pour former le Soleil. Il reste des grains de poussières, en rotation autour du Soleil, qui s'agglomèrent sous l'effet des forces de gravitation jusqu'à former de petits corps appelés « planétésimaux ».



Toujours sous l'effet des forces de gravitation, les planétésimaux s'associent pour donner naissance aux différents astres (planètes, satellites, astéroïdes) du système solaire. Il aura fallu plus de 100 millions d'années pour que les poussières en rotation autour du Soleil forment les planètes. Ce n'est que 500 millions d'années plus tard que les planètes se positionnent dans le système solaire tel que nous le connaissons aujourd'hui.

Questions

Comprendre

1. D'après la théorie du Big Bang, quel âge a l'Univers ?
2. Quels sont, aujourd'hui, les éléments chimiques les plus abondants dans l'Univers ? Quand se sont-ils formés ?
3. Quel phénomène conduit à la formation des éléments chimiques les plus lourds ?
4. Quel phénomène est responsable de la contraction de la nébuleuse solaire et de la formation des planètes à partir de grains de poussières ?

Raisonner

5. L'Univers a-t-il toujours eu la même taille et la même structure ? Justifie ta réponse.

Conclure

6. L'Univers et le système solaire se sont-ils formés simultanément ? Justifie ta réponse.

Aller plus loin

Réalise une frise chronologique indiquant les principales étapes de formation de l'Univers et du système solaire.

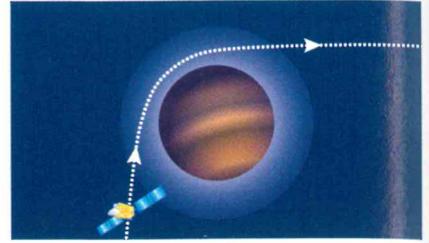


1 La gravitation universelle

↳ Voir activités 1 et 3

La **gravitation** est une **interaction attractive à distance**. Elle s'exerce entre tous les objets du fait de leur masse, c'est pourquoi on la qualifie d'**universelle**.

Remarque Les scientifiques utilisent la gravitation pour modifier la trajectoire des sondes spatiales et augmenter leur vitesse, économisant ainsi du carburant : c'est l'assistance gravitationnelle.



Effet de la gravitation sur le mouvement d'une sonde.

2 Les forces de gravitation

↳ Voir activité 2

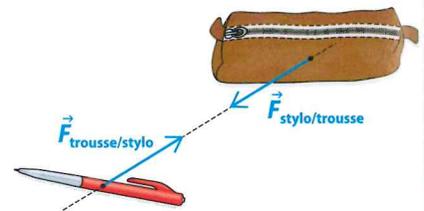
- La gravitation s'exerçant entre deux objets A et B peut être modélisée par **deux forces** notées $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ de **même direction** et de **même valeur**, mais de **sens opposé**. La valeur de ces forces est donnée par :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

en N
en kg
en m

m_A : masse de l'objet A et m_B : masse de l'objet B
 d : distance séparant le centre de gravité des deux objets
 G : constante de gravitation ($6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$)

- La valeur des forces de gravitation s'exerçant entre deux objets augmente :
 - quand la masse d'un ou des deux objets augmente ;
 - quand la distance séparant les deux objets diminue.



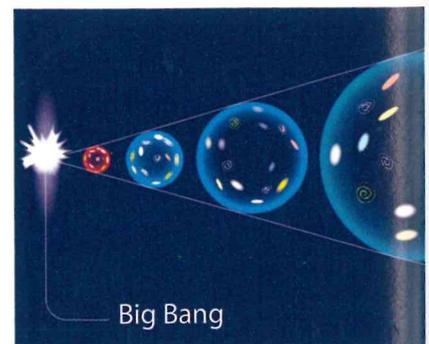
Représentation des forces de gravitation s'exerçant entre une trousse et un stylo.

Remarque Les forces de gravitation s'appliquent en un point appelé « centre de gravité », qui correspond le plus souvent au centre de l'objet.

3 L'évolution de l'Univers

↳ Voir activité 4

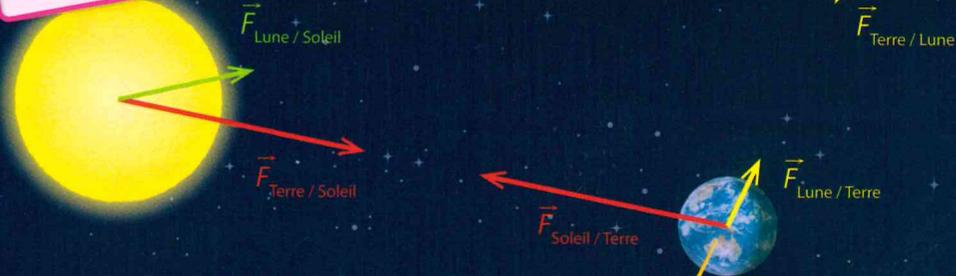
- Selon la théorie du **Big Bang**, l'Univers est né il y a environ **13,8 milliards d'années** suite à l'explosion d'un point où était concentrée toute la matière.
- Depuis, l'Univers est en **perpétuelle expansion** : les galaxies s'éloignent les unes des autres et nous ne sommes pas aujourd'hui en mesure de dire si l'Univers est **fini** ou **infini**.
- La formation du **système solaire** a débuté il y a **4,6 milliards d'années**, à partir d'un nuage de gaz et de poussières. Elle a duré plus de cinq cent millions d'années. La **gravitation** a joué un **rôle essentiel**, de sa naissance à sa structure actuelle.



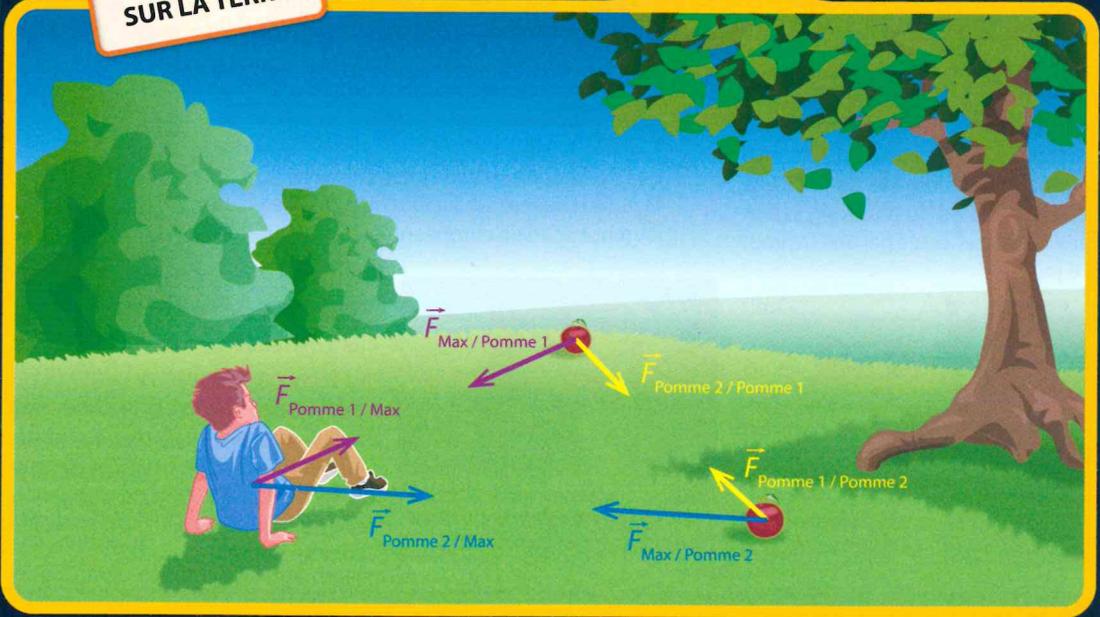
Représentation de l'expansion de l'Univers à partir du Big Bang.

en image

GRAVITATION DANS L'UNIVERS



GRAVITATION SUR LA TERRE



en texte

À imprimer

Mon tableau de suivi
halier-clic.fr/pcb013

Je dois savoir

- La **gravitation universelle** est une **interaction attractive à distance** qui s'exerce entre tous les objets du fait de leur **masse**. Sa valeur :
 - **augmente** avec la **masse** des objets ;
 - **diminue** lorsque la **distance** séparant les objets **augmente**. 👉 Exercices 4 et 8
- L'**Univers** est né il y a environ **13,8 milliards d'années**. Depuis, il ne cesse de **s'étendre**. 👉 Exercice 13
- Le **système solaire** s'est formé il y a **4,6 milliards d'années**, sous l'effet de la gravitation. 👉 Exercice 14

Je dois savoir faire

- Exploiter la formule permettant de calculer la valeur des forces de gravitation. 👉 Exercices 9, 12, 16 et 18
- Représenter des forces de gravitation. 👉 Exercices 7, 10, 11 et 16

Des femmes à la conquête de l'espace

Parmi les 518 spationautes qui se sont rendus dans l'espace, 54 étaient des femmes.

En juin 1963, à 26 ans, Valentina Terechkova décolle de la base russe de Baïkounour et effectue 48 fois le tour de la Terre en moins de 3 jours.



La pionnière

La cosmonaute russe **Valentina Terechkova**, née en 1937, est la première femme à être allée dans l'espace. Elle reste la seule femme à avoir effectué un vol spatial en solitaire et demeure la plus jeune cosmonaute. En 2016, à 79 ans, elle se déclare prête à aller sur Mars !

La record woman

L'astronaute américaine **Peggy Annette Whitson**, née en 1960, intègre la NASA en 1996. Chercheuse en biochimie, elle devient en 2007 la première femme à commander l'équipage de l'ISS. Elle détient le record du plus long séjour dans l'espace effectué par une femme : 376 jours !



Le 17 novembre 2016, Peggy Whitson s'envole à nouveau pour l'ISS, en compagnie du spationaute français Thomas Pesquet.

La surdiplômée

La spationaute française **Claudie Haigneré**, née en 1957, est l'unique Française à être allée dans l'espace. D'abord médecin rhumatologue, elle se lance dans la recherche spatiale et s'envole pour la station orbitale russe Mir où elle séjourne en 1996. En 2001, elle repart pour une mission à bord de l'ISS (Station spatiale internationale). Claudie Haigneré est aujourd'hui conseillère pour l'Agence spatiale européenne.



Claudie Haigneré a été ministre déléguée à la Recherche et aux Nouvelles technologies (2002-2004), puis aux Affaires européennes (2004-2005).



La twitteuse

La spationaute italienne **Samantha Cristoforetti**, née en 1977, est la seconde européenne à aller dans l'espace. Cette pilote de chasse de l'armée italienne rejoint l'ISS en novembre 2014. Elle y séjourne 200 jours, pendant lesquels elle partage ses expériences spatiales sur son compte Twitter.

Lors de sa mission à bord de l'ISS, Samantha Cristoforetti assure les fonctions d'ingénieure de vol.

1. Qui fût la première femme à aller dans l'espace ? Quel âge avait-elle alors ?
2. Quel record détient Peggy Annette Whitson ?
3. À ce jour, combien de femmes sont allées dans l'espace ? et combien d'hommes ? Commente ces chiffres.
4. Recherche pourquoi la Française Claudie Haigneré est surnommée « Bac + 19 ».

J'approfondis le sujet

Le parcours professionnel de Claudie Haigneré

Se former professionnellement, étudier, obtenir des diplômes, exercer différents métiers, etc. se déroule tout au long de la vie.

- En faisant des recherches sur Internet, décris le parcours professionnel de Claudie Haigneré.

Méthode

Décrire un parcours professionnel

Le parcours professionnel comprend les études suivies, les diplômes obtenus et les fonctions occupées :

- liste les études suivies et les diplômes obtenus ;
- décris les différents métiers exercés ;
- présente l'ensemble sous forme chronologique ;
- vérifie la fiabilité de tes sources d'information ;
- réalise un diaporama pour présenter ton travail à la classe.



Je m'évalue

Voir corrigés p. 516

Exo interactif

Manuel Numérique

1 QCM

Choisis la bonne réponse.

	A	B	C
a. La gravitation est une interaction :	répulsive à distance	attractive de contact	attractive à distance
b. La gravitation s'exerce entre :	les astres uniquement	tous les objets ayant une masse	les objets aimantés uniquement
c. Si la masse des objets diminue, la valeur des forces de gravitation s'exerçant entre eux :	augmente	diminue	ne change pas
d. Le système solaire s'est formé :	avant l'Univers	en même temps que l'Univers	après l'Univers
e. La taille de l'Univers :	n'a pas changé depuis sa naissance	augmente depuis sa naissance	diminue depuis sa naissance

Calcule ton score : tu marques 4 points pour chaque réponse exacte et tu perds 1 point pour chaque erreur.

16 à 20 points **Bravo !**
Tu peux passer à la suite.

11 à 15 points **C'est bien !**
Revois les notions qui t'ont posé problème.

6 à 10 points **Revois ton cours**
Relis bien tout le cours.

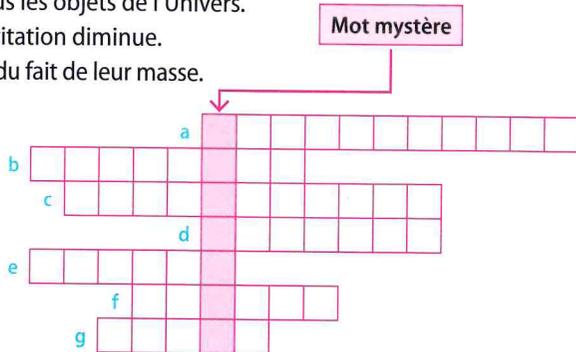
0 à 5 points **Recommence**
Relis bien tout le cours et recommence le QCM.

2 MOTS CASÉS

Recopie et complète la grille pour découvrir le « mot mystère » dans la colonne colorée.

- Qualifie le fait que la gravitation s'exerce entre tous les objets de l'Univers.
- Lorsqu'elle augmente, la valeur des forces de gravitation diminue.
- Interaction attractive à distance entre deux objets du fait de leur masse.
- Celle d'une sonde s'accroît grâce à l'assistance gravitationnelle.
- Celle de l'Univers n'a cessé d'augmenter depuis sa naissance.
- Modélisent la gravitation entre deux objets.
- La valeur des forces de gravitation augmente lorsque celle des objets augmente.

→ Quel est le mot mystère ?



3 JE RETROUVE L'ESSENTIEL

Recopie et complète les phrases en utilisant les mots suivants : système solaire • augmente • sens • millions • gravitation • forces • universelle • attractive • milliards • diminue • expansion • masse

- La ... (1) ... est une interaction ... (2) ... à distance. Elle s'exerce entre tous les objets du fait de leur ... (3) ..., c'est pourquoi on la qualifie d'... (4) ...
- La gravitation entre deux objets est modélisée par deux ... (5) ... de même valeur et de même direction mais de ... (6) ... opposé. La valeur des forces de gravitation augmente lorsque la masse des objets ... (7) ... et lorsque la distance les séparant ... (8) ...
- L'Univers est né il y a environ 13,8 milliards d'années. Depuis, il est en perpétuelle ... (9) ...
- La formation du ... (10) ... a commencé il y a 4,6 ... (11) ... d'années et a duré plus de cinq cent ... (12) ... d'années.



Je m'exerce

La gravitation universelle

4 Mouvement des planètes

Mobiliser des connaissances

Dans le système solaire, huit planètes tournent autour du Soleil sur des trajectoires circulaires.

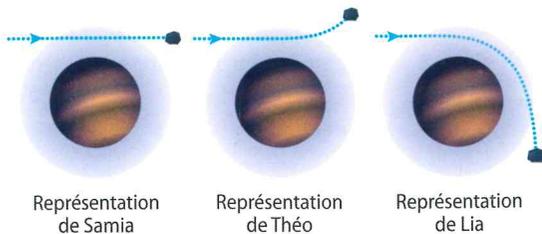
- Pourquoi les planètes restent-elles en orbite autour du Soleil et ne s'échappent-elles pas dans l'espace ?
- Quel nom donne-t-on à l'interaction qui s'exerce entre les planètes et le Soleil ?
- Cette action est-elle réciproque ? Ne s'exerce-t-elle qu'entre les astres ?

5 Trajectoire d'un astéroïde

Raisonner

Trois élèves ont représenté la trajectoire d'un astéroïde passant près d'une planète.

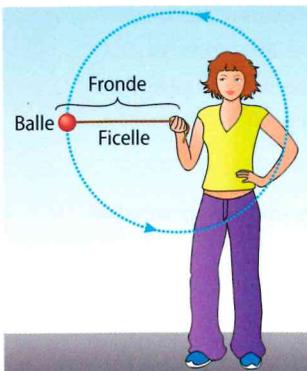
- Quel élève a représenté correctement la trajectoire de l'astéroïde ? Justifie ta réponse.



- Qu'arriverait-il si l'astéroïde passait trop près de la planète ?

6 Une fronde

Raisonner



Pour expliquer pourquoi la Lune tourne autour de la Terre, Lubia compare le mouvement de la Lune à celui d'une fronde.

Avant de lâcher la fronde, la main tire sur la ficelle pour l'empêcher de s'éloigner.

- En quoi le mouvement de la fronde ressemble-t-il à celui de la Lune autour de la Terre ?

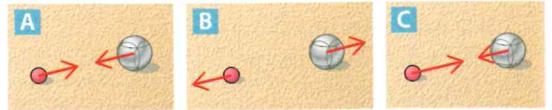
- Quelle action exerce la main pour maintenir la fronde sur sa trajectoire ?
- Quelle différence existe-t-il entre l'interaction main-fonde et l'interaction Terre-Lune ?

Les forces de gravitation

7 La pétanque

Utiliser un modèle

Trois élèves ont représenté les forces de gravitation s'exerçant entre une boule de pétanque et un cochonnet, dont la masse est bien plus faible.



- Quelle représentation est correcte ? Justifie ta réponse.

8 J'analyse une copie d'élève

Exercer son esprit critique

Sacha doit indiquer comment évolue la valeur des forces de gravitation s'exerçant entre deux objets en fonction de leur masse et de la distance les séparant. Voici sa réponse :

La valeur des forces de gravitation s'exerçant entre deux objets augmente lorsque la masse de ces objets augmente et lorsque la distance les séparant diminue.

- Sacha a-t-il raison ? Si non, propose une correction.

9 J'apprends à rédiger

Utiliser une formule mathématique

EXERCICE CORRIGÉ

La valeur des forces de gravitation s'exerçant entre deux objets A et B se calcule en utilisant la formule :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

m_A et m_B étant les masses des objets A et B (en kg) et d la distance les séparant (en m).

- Comment évolue la valeur de ces forces lorsque la distance entre les objets est multipliée par deux ?

D'après la formule, pour calculer cette valeur, on divise le produit $G \times m_A \times m_B$ par d^2 .
Donc, si la distance est multipliée par deux, la valeur de ces forces est divisée par 2.
Elle est donc divisée par quatre.

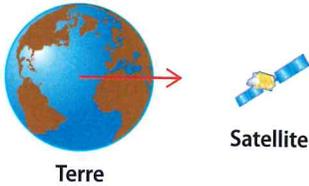
À toi de rédiger !

- Comment évolue la valeur de ces forces lorsque la masse d'un corps est multipliée par deux ?

10 Représentation d'une force

Utiliser un modèle

Anaïs a réalisé le schéma ci-contre. L'échelle utilisée pour tracer le segment fléché est 1 cm pour 1 000 N.



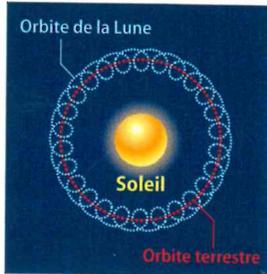
a. Quelle force représente le segment fléché sur ce schéma ?

b. Détermine la valeur de cette force. Explique ta méthode.

11 Je pratique la démarche scientifique

Tester une hypothèse

En observant la trajectoire de la Lune par rapport au Soleil, Nabil émet l'hypothèse que la force de gravitation exercée par la Terre sur la Lune est plus importante que celle exercée par le Soleil sur la Lune, sinon la Lune s'éloignerait de la Terre pour se rapprocher du Soleil.



■ En utilisant la formule permettant de calculer la valeur des forces de gravitation p. 242 et les données ci-dessous, vérifie si l'hypothèse de Nabil est correcte.

Données

$$m_{\text{Terre}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg} ; m_{\text{Soleil}} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$m_{\text{Lune}} = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$$

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

$$\text{Distance Soleil-Lune} : 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$\text{Distance Terre-Lune} : 3,84 \times 10^8 \text{ m}$$

12 Gravitation entre deux véhicules

Schématiser

Une voiture de 900 kg et un camion de 33 tonnes sont garés côte à côte. Le camion exerce une force de gravitation d'environ 8×10^{-3} N sur la voiture.

a. Quelle est la valeur de la force de gravitation exercée par la voiture sur le camion ? Justifie ta réponse.

b. Représente ces forces de gravitation sur un schéma. Pour simplifier, chaque véhicule sera représenté par un point.

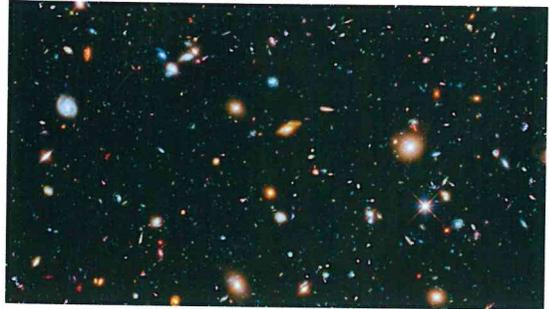
Echelle 1 cm pour 2×10^{-3} N

c. La Terre exerce une force de gravitation d'environ 10^{10} N sur la voiture. Compare cette force avec celle exercée par le camion sur la voiture.

L'évolution de l'Univers

13 Histoire de l'Univers

Identifier les différentes échelles de structuration de l'Univers



a. Nomme la théorie selon laquelle l'Univers est né de l'explosion d'un point contenant toute la matière.

b. La taille de l'Univers évolue-t-elle depuis sa naissance ?

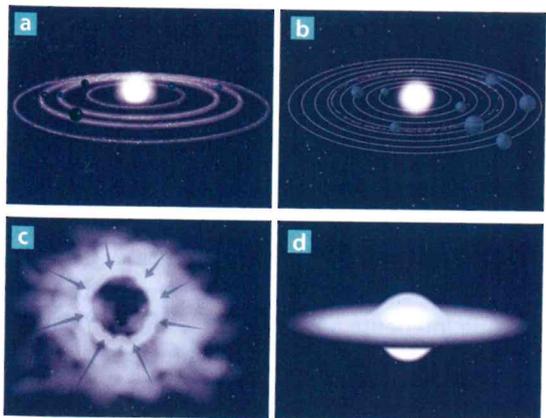
c. Associe les événements suivants à la date qui leur correspond.

- | | |
|-------------------------------------------|-----------------------------|
| (1) Naissance de l'Univers | (a) 13,2 milliards d'années |
| (2) Début de formation du système solaire | (b) 13,8 milliards d'années |
| (3) Formation des premières galaxies | (c) 4,6 milliards d'années |

14 La formation du système solaire

Mobiliser des connaissances

Les images suivantes reconstituent la formation du système solaire. Classe-les dans l'ordre chronologique.



15 Physics in English

Pratiquer une langue étrangère

- What are the most abundant elements in the Universe?



J'approfondis

16 J'avance à mon rythme

Schématiser et calculer

Un satellite Météosat SG tourne autour de la Terre sur une trajectoire circulaire à 36 000 km d'altitude. Le rayon de la Terre est 6 300 km.



Je réponds directement

■ Schématise la situation et représente les forces de gravitation s'exerçant entre la Terre et ce satellite en prenant comme échelle 1 cm pour 100 N.

Aide Lors de l'utilisation de la formule p. 242, tu dois prendre la distance entre le centre de la Terre et le satellite.

Données

$$m_{\text{Terre}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$m_{\text{Satellite}} = 2\,010 \text{ kg}$$

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

Je suis guidé

- Schématise la situation.
- En utilisant la formule p. 242, calcule la valeur des forces de gravitation s'exerçant entre la Terre et le satellite Météosat.

Aide Dans ton calcul, tu dois utiliser la distance entre le centre de la Terre et le satellite.

- Représente ces forces sur ton schéma en prenant comme échelle 1 cm pour 100 N.

17 Vitesse de satellisation

Extraire l'information utile

Pour rester en orbite autour de la Terre, un satellite doit avoir une certaine vitesse appelée « vitesse de satellisation », qui dépend de la masse de la Terre et de l'altitude à laquelle se déplace le satellite.

Si la vitesse du satellite dépasse la vitesse de satellisation, il quitte son orbite et s'échappe dans l'espace, alors que si elle est inférieure, il s'écrase sur Terre !

Un satellite ne peut pas être mis en orbite à une altitude inférieure à 200 km car les frottements de l'air le ralentiraient. À 200 km d'altitude, la vitesse de satellisation est 7,9 km/s, alors qu'elle est d'environ 3 km/s à 36 000 km d'altitude.

- Comment évolue la vitesse de satellisation avec l'altitude ?
- Qu'arriverait-il à un satellite mis en orbite à 150 km d'altitude à la vitesse de 7,9 km/s ? Justifie ta réponse.

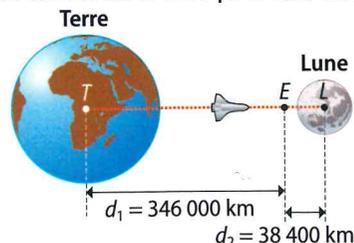
18 Voyage en fusée

Utiliser une formule mathématique

Pour résoudre cet exercice, utilise la formule p. 242 et considère que la Terre, la fusée et la Lune sont alignées.

Une navette spatiale décolle de la Terre pour aller sur la Lune.

Pendant le vol, elle est soumise aux forces de gravitation exercées par la Terre et la Lune.



- Laquelle de ces deux forces a la plus grande valeur lorsque la navette est à mi-parcours ? Justifie.

- Comment évolue la valeur de la force exercée par la Terre sur la navette lorsque celle-ci s'en éloigne ?

- Calcule la valeur de la force de gravitation exercée par la Terre sur la navette, et celle exercée par la Lune sur la navette si cette dernière se situe au point E. Pourquoi le point E peut-il être qualifié de « point d'équilibre » ?

Données

$$m_{\text{Terre}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$m_{\text{Lune}} = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$m_{\text{navette}} = 2,05 \times 10^6 \text{ kg}$$

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

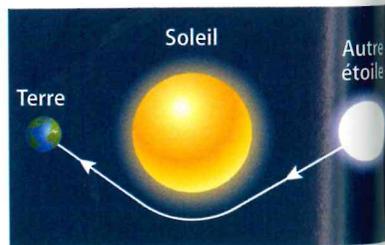
19 Je résous une tâche complexe

Raisonner

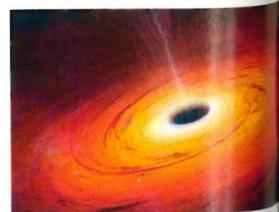
■ En utilisant les documents ci-dessous et tes connaissances, explique pourquoi la lumière semble être aspirée par les « trous noirs ».

Doc. 1

En 1911, Albert Einstein imagine que le trajet de la lumière doit être dévié par la gravitation. Son hypothèse est vérifiée lors de l'éclipse de soleil du 29 mai 1919, au cours de laquelle l'Anglais Arthur Eddington et son équipe observent la lumière provenant d'étoiles situées derrière le Soleil.



Doc. 2 Un « trou noir » est un corps céleste de petite taille mais de masse extrêmement importante (plusieurs milliards de fois celle du Soleil). Les forces de gravitation qu'il exerce autour de lui sont donc considérables.





CHAPITRE

19

Poids et masse

Qui a raison ?

Ariane, Amel et Michaël observent les indications portées sur un paquet de sel.



Ariane

Je lis « Poids net 1 kg ».
On mesure donc
le poids en kilogramme.



Amel

Le poids et la masse
c'est pareil !



Michaël

Je crois que c'est la masse
qu'on mesure en kilogramme.

▶ Activité 2 p. 251

Dans ce chapitre, tu vas...

- Mesurer le poids d'un objet. ▶ Activités 1 et 2
- Montrer que le poids et la masse sont deux grandeurs proportionnelles. ▶ Activités 2 et 3
- Découvrir pourquoi le poids, contrairement à la masse, dépend du lieu. ▶ Activité 4