

Le poids

CHAPITRE

7



Esprit scientifique

Mesure l'intensité de la pesanteur avec ton smartphone !

Découvre la suite de l'expérience p. 168



Une application mesurant l'intensité de la pesanteur.

Matériel

- ▶ Un smartphone connecté.
- ▶ Une application permettant de déterminer l'intensité de la pesanteur g .

La compréhension de la gravitation a permis aux êtres humains de faire le lien entre les phénomènes terrestres et le reste de l'Univers.

Je sais déjà

1. Quelle grandeur mesure une balance ?

- a. le poids.
- b. la charge.
- c. la masse.
- d. la température.

2. Que se passe-t-il si un système est soumis à des forces qui ne se compensent pas ?

- a. son mouvement est modifié.
- b. le système est en équilibre.
- c. rien.

3. Quelle est l'unité d'une force ?

- a. le newton.
- b. le pascal.
- c. le kilogramme.
- d. le joule.

4. Combien de planètes trouve-t-on dans le système solaire ?

- a. 12.
- b. 9.
- c. 7.
- d. 8.

Au CYCLE 3, j'ai vu...

- ✓ Les trajectoires des mouvements simples
- ✓ Les mouvements rectilignes à vitesse constante et à vitesse variable

Au CYCLE 4, j'ai vu...

- ✓ Les conséquences d'une action
- ✓ La représentation des forces sur le schéma
- ✓ L'appareil de mesure de l'intensité d'une force
- ✓ La condition de l'équilibre quand deux actions s'exercent

Je vais apprendre à...

- ✓ Déterminer les caractéristiques du mouvement de chute
- ✓ Établir la relation entre le poids et la masse
- ✓ Relier la chute des objets et le mouvement des satellites
- ✓ Utiliser la formule de la force de gravitation

1 Comment comprendre la chute des objets ?

Dans l'Antiquité, le modèle d'Aristote expliquait que les objets chutent pour rejoindre leur élément d'origine : la terre. D'autres modèles plus élaborés lui ont succédé. Aujourd'hui, la chronophotographie permet d'identifier facilement les aspects importants de la chute des corps.



Formulation d'une hypothèse

1. À ton avis, qu'est-ce qui cause la chute d'un système qu'on abandonne sans vitesse ?



Doc. 1 **Drop of the Doom**, un manège aux États-Unis.

Des nacelles sont montées à 126 m d'altitude et lâchées en chute libre durant 6 s.

Expérimentation

- Protocole :** Rédige un protocole d'expérience permettant de faire la chronophotographie d'une balle lâchée sans vitesse initiale.
- Expérience :** Après validation de ton professeur, réalise ton expérience et ta chronophotographie.

Analyse des résultats

- Décris la disposition des points de passage de la balle pendant la chute et nomme la trajectoire.
- La direction et le sens de la vitesse de la balle changent-ils pendant la chute ? Explique ta réponse.
- Entre deux images successives, la durée est toujours la même : qu'en est-il des distances parcourues ?
- La valeur de la vitesse change-t-elle seulement à l'instant du « lâcher » ou tout au long de la chute ? Justifie ta réponse.
- Construis le DOI de la balle pendant la chute puis propose une interprétation de la manière dont la vitesse de la balle évolue au cours de la chute.
- Qu'est-ce qui cause la chute de la balle abandonnée sans support ? Ton hypothèse était-elle correcte ?

Fiche méthode n° 1 p. 250

Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai réalisé une vidéo et je l'ai utilisée avec un logiciel de chronophotographie.
- ✓ J'ai interprété un résultat pour valider/invalider une hypothèse.

Conclusion

- Donne les caractéristiques de la force qui agit sur la balle.

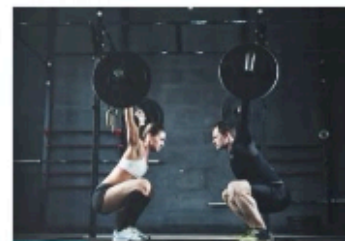
2 Le poids et la masse : est-ce la même chose ?

Eliott montre à Marine une photo de fly-board. Il lui explique que lors du vol stationnaire, la force exercée par l'eau de la turbine doit être ajustée à la **masse** du sportif. Marine lui répond qu'il s'agit plus probablement d'ajuster cette force à son **poids**.



Formulation d'une hypothèse

1. À ton avis, quelle est la relation mathématique entre le poids et la masse d'un objet ?



Doc. 1 **Lever de poids ou lever de masse ?**

Vocabulaire

La masse : information liée à la quantité de matière dans un objet. Se mesure avec une balance, en kilogrammes (kg).

Le poids : force exercée par un astre sur un objet. Se mesure avec un dynamomètre, en newtons (N).

Expérimentation

- Protocole :**
 - Propose un protocole pour mesurer la masse de plusieurs objets à ta disposition.
 - À l'aide du vocabulaire indiqué, propose un protocole pour mesurer le poids de ces mêmes objets.
- Expérience :** Après accord de ton professeur, réalise tes expériences. Regroupe les résultats de tes mesures dans un tableau.

Analyse des résultats

- Construis un graphique synthétisant les mesures effectuées. Représente :
 - le poids en ordonnée (en N) ;
 - la masse en abscisse (en kg).
- À quel type de relation mathématique correspond la figure obtenue ? Ton hypothèse était-elle correcte ?

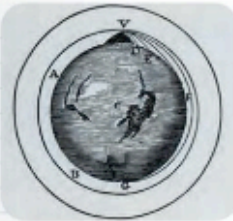
Conclusion

- Exploite ton graphique pour donner la relation mathématique exacte entre le poids et la masse.

Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai analysé un graphique construit à partir de mes résultats expérimentaux.

3 Qu'est-ce que la force de gravitation ?

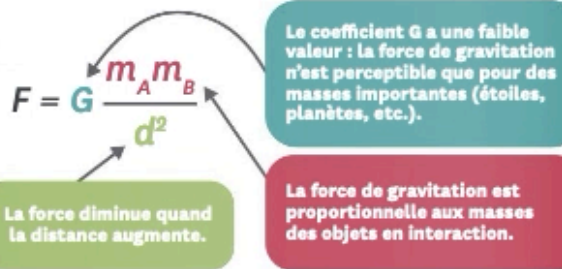


En 1687, Isaac Newton propose un nouveau modèle, qui décrit la chute des objets et le mouvement des planètes comme les conséquences d'une seule et même force universelle : la force de gravitation.

Quelles sont les caractéristiques de la force de gravitation et comment relie-t-elle la chute des corps au mouvement des astres ?

Un objet A de masse m_A subit une attraction de la part d'un objet B de masse m_B , modélisée par une force : la force de gravitation dont l'intensité est notée F_G .

Avec
 F : valeur de la force (en N) ;
 G : constante gravitationnelle :
 $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$;
 m_A et m_B : masses (en kg) ;
 d : distance entre les centres de gravité (en m).



Doc. 1 Le modèle de la force de gravitation, proposé par Isaac Newton en 1687.

Exploration et analyse des documents

1. **Doc. 1** De quelles grandeurs dépend la force de gravitation ? Est-elle attractive ou répulsive ?
2. **Doc. 1** Calcule la valeur de la force de gravitation que tu exerces sur ton camarade de classe situé à 1 m.
3. **Doc. 2** Comment appelle-t-on la situation d'un objet en rotation permanente autour d'une planète ?
4. **Doc. 2** Qu'arriverait-il si l'espace était rempli d'une substance (ex. : de l'air) qui ralentirait peu à peu la Lune dans son mouvement autour de la Terre ?

Synthèse

5. **Doc. 1 et 2** Explique en quelques phrases en quoi la chute des objets et la rotation des planètes autour du Soleil sont des phénomènes semblables.
6. À l'aide des données p. 157 et en prenant une distance Terre-Lune de 384 000 km, calcule puis représente sur un schéma en précisant l'échelle utilisée, la force que la Terre exerce sur la Lune et celle que la Lune exerce sur la Terre.

Pour réussir cette activité

- ✓ J'ai posé et effectué une application numérique.
- ✓ J'ai formulé par écrit le lien établi par Newton entre la chute de l'objet et le mouvement des astres.

4 Le poids est-il le même en tout lieu ?

Les astronautes américains des missions Apollo qui ont exploré la Lune de 1969 à 1972 portaient des combinaisons dont la masse était proche de 70 kg. Louisa se dit que les astronautes ont suivi un programme de musculation sévère pour supporter une force de 686 N sur les épaules. Jeanne pense que l'effort à fournir était bien moindre, les astronautes s'étant déplacés sur la Lune et non sur la Terre.



MISSION

Afin de savoir qui de Jeanne ou Louisa a raison, calcule la valeur de la force de gravitation exercée par la Lune sur un objet de masse 70 kg posé à sa surface. Tu peux répondre en construisant un algorithme avec le logiciel Scratch, ou faire toi-même un calcul à la main, puis en schématisant les situations sur Terre et sur la Lune avec la même échelle.

Un objet A de masse m_A subit une attraction de la part d'un objet B de masse m_B modélisée par une force : la force de gravitation $F = G \frac{m_A \times m_B}{d^2}$.

G est appelée la constante gravitationnelle et est égale à $6,7 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$.
 d est la distance entre les deux objets exprimée en m.

Doc. 1 Expression de la force de gravitation.

La force de gravitation exercée par la Terre sur un objet de masse m à sa surface porte le nom de poids. Cette force a pour valeur $P = m \times g$.

g est appelé l'« intensité de pesanteur » et est égale à 9,8 N/kg à la surface de la Terre.

Doc. 2 Expression de la force de gravitation exercée par la Terre.

	Rayon (km)	Masse (kg)
Mercure	2 440	$3,30 \times 10^{23}$
Vénus	6 050	$4,87 \times 10^{24}$
Terre	6 380	$5,98 \times 10^{24}$
Lune	1 740	$7,35 \times 10^{22}$
Jupiter	71 500	$1,90 \times 10^{27}$
Saturne	60 300	$5,96 \times 10^{26}$
Uranus	25 600	$8,69 \times 10^{25}$
Neptune	24 700	$1,02 \times 10^{26}$

Doc. 3 Rayons et masses de quelques astres du système solaire.

Pour accomplir ma mission

- ✓ J'ai compris le lien entre la force de gravitation et le poids.
- ✓ J'ai retrouvé les données nécessaires au calcul de la valeur du poids lunaire dans les documents.
- ✓ J'ai utilisé la formule pour calculer la valeur P du poids lunaire.

BILAN

COMPÉTENCE Travailler en autonomie

1 Chute et attraction terrestre

- Un système abandonné sans vitesse initiale et sans support a un mouvement rectiligne vertical et dirigé vers le centre de la Terre. La valeur de sa vitesse augmente à chaque instant.
- La force d'attraction que la Terre exerce sur les objets à sa surface est appelée le **poids**.
- Le poids s'exerce verticalement vers le bas et son point d'application est fictif car c'est une force répartie.

2 Relation poids-masse

- Le poids est une force. Son intensité P se mesure avec un dynamomètre.
- Le poids et la masse d'un objet sont deux grandeurs proportionnelles. Cela s'écrit $P = m \times g$ où :
 - P est l'intensité du poids (en N) ;
 - m est la masse (en kg) ;
 - g est l'intensité de pesanteur (en N/kg). À la surface de Terre, $g = 9,8 \text{ N/kg}$.

3 Force de gravitation

- Isaac Newton a compris au XVII^e siècle qu'il existait toujours une interaction attractive entre deux objets, du fait de leur masse. Il a appelé cette force la **force de gravitation**.
- L'intensité de cette force s'écrit : $F = G \frac{m_A \times m_B}{d^2}$.
- Cette force est universelle : on la retrouve en tout lieu et à toute époque de l'Univers.

4 Valeur du poids et intensité de pesanteur

- À la surface d'un astre, le poids d'un système est proportionnel à sa masse. Le coefficient de proportionnalité dépend de l'astre. On l'appelle l'« intensité de la pesanteur », et on la note g .
- L'intensité de pesanteur g , et donc le poids P , varie d'un astre à l'autre.

Mots-clés

Une force de gravitation : bilan.

Le poids : activité 2.

L'essentiel !

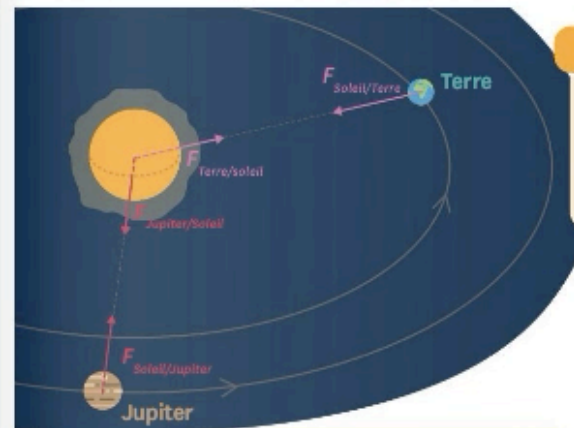
La chute des objets abandonnés sans support est le résultat de la force d'attraction que la Terre exerce sur eux, nommée le poids.

Le poids est une force. Son intensité est proportionnelle à la masse de l'objet.

La masse des objets cause leur attraction naturelle, qui est modélisée par la force de gravitation. Cette force permet de comprendre la chute des corps et le mouvement des astres.

À l'inverse de sa masse, le poids d'un objet dépend de l'astre où il se trouve, c'est-à-dire de l'intensité de pesanteur g qui règne à la surface de cet astre.

Je retiens par l'image



Formule de la force de gravitation

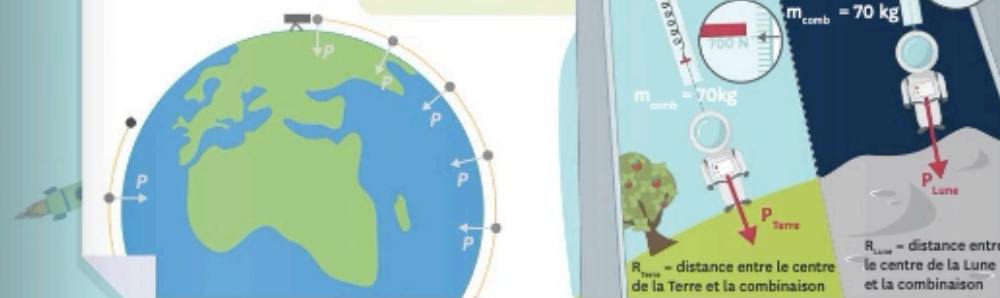
$$F = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

Relation poids/masse

$$P_{\text{Lune}} = m_{\text{Comb}} \times \frac{G \times M_{\text{Lune}}}{R_{\text{Lune}}^2} = g_{\text{Lune}}$$

Relation poids/masse

$$P_{\text{Terre}} = m_{\text{Comb}} \times \frac{G \times M_{\text{Terre}}}{R_{\text{Terre}}^2} = g_{\text{Terre}}$$



Ce que je dois savoir faire

- Mesurer un poids avec un dynamomètre.
- Montrer et utiliser la relation de proportionnalité entre le poids et la masse.
- Schématiser la force de gravitation.
- Utiliser la formule de la force de gravitation pour calculer son intensité.
- Établir et utiliser la relation entre le poids et la masse.

Activités

2
2
3
3 4
4

Exercices

15 29
14 20
19
24 28 33
23 25 26 31

Je me TESTE

Je sais

1 Le symbole de l'unité du poids est :

1. P. 3. N.
2. g. 4. m.

2 Quelle relation est incorrecte ?

1. $m = \frac{P}{g}$ 3. $g = \frac{P}{m}$
2. $P = m \times g$ 4. $g = P \times m$

3 La valeur de la force de gravitation est donnée par :

1. $F = g \frac{m_A \times m_B}{d^2}$ 3. $F = G \frac{m_A \times m_B}{\sqrt{d^2}}$
2. $F = G \frac{m_A + m_B}{d^2}$ 4. $F = G \frac{m_A \times m_B}{d}$

4 Le poids d'un objet change :

1. s'il n'y a pas d'atmosphère.
2. si l'objet se déplace à vitesse élevée.
3. si la température de l'objet change.
4. si l'intensité de la pesanteur est différente.

Je sais faire

8 Un dynamomètre donne son résultat :

1. en Newton/mètre. 3. en mètre/Newton.
2. en kilogramme. 4. en Newton.

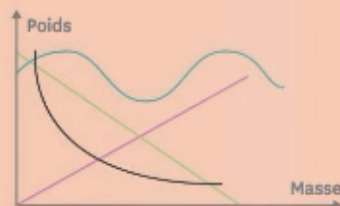
9 Un dynamomètre mesure :

1. la densité. 3. l'intensité d'une force.
2. la masse. 4. la charge.

10 La valeur de la vitesse d'un objet qui tombe, sans vitesse initiale, sous l'effet de son poids :

1. diminue.
2. ne change pas.
3. augmente au premier instant puis ne change plus.
4. augmente à chaque instant.

5 De quelle couleur est la courbe juste ?



6 Quel est mon nom ?

Je suis né au XVII^e siècle. J'ai compris que les phénomènes physiques s'expliquent partout par les mêmes lois. J'ai découvert que la force de gravitation est universelle.

7 Trouve les cinq erreurs dans l'énoncé.

1. La force de gravitation entre deux objets de masses m_1 et m_2 a pour valeur :

$$F = g \frac{m_1 + m_2}{d} \text{ avec } F \text{ en kg, } g \text{ en N.m}^2/\text{kg}^2, d \text{ en m, } m_1 \text{ et } m_2 \text{ en g.}$$

11 Lorsqu'on réalise une chronophotographie :

- l'objet que l'on étudie doit être immobile, sans quoi il sera flou sur les images.
- l'appareil qui enregistre les images doit être immobile, sans quoi le mouvement étudié n'est pas discernable du mouvement de l'arrière-plan dans le cadre.
- il faut déplacer l'appareil qui enregistre les images de la même manière que le mobile.



Retrouve d'autres exercices sur www.lelivrescolaire.fr

Exercice CORRIGÉ

■ **COMPÉTENCE** Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

12 Un chat qui tombe.

On dit que les chats retombent toujours sur leurs pattes.

- Le système étudié dans l'exercice est le chat. Réalise le DOI du chat en chute libre.
- Quelles sont les quatre caractéristiques de la ou des force(s) agissant sur le chat ?

Données : masse du chat : 4 200 g ; $g = 9,8 \text{ N/kg}$.



Étapes de la méthode

- Se souvenir des conventions pour réaliser un diagramme objet-interaction.
 - Le système est le chat.
 - Il y a une interaction entre le chat et la Terre.
 - Envisager les autres objets agissant sur le chat et déterminer si l'action peut être négligée.
- Se souvenir des caractéristiques du poids que l'on modélise par une force.
 - Le point d'application est le centre de gravité G.
 - La direction est la verticale.
 - Le sens est vers le bas.
 - L'intensité est $P = m \times g$.
- Attention aux unités.
 - Comme toutes les forces, l'unité du poids est le newton (N).
 - $g = 9,8 \text{ N/kg}$ sur Terre en moyenne.
 - m est la masse et s'exprime en kilogramme (kg).

Corrigé :

- Voici le diagramme objet-interaction. Si l'on néglige l'action de l'air, la seule force qui agit est la force de gravitation exercée par la Terre sur le chat (le poids du chat).
- Les caractéristiques du poids du chat sont :
 - son point d'application : le centre de gravité du chat, point choisi par convention ;
 - sa direction : la verticale ;
 - son sens : du haut vers le bas ;
 - son intensité : $P = m \times g = 4,2 \times 9,8 = 39,2 \text{ N}$.

Exercice similaire

13 Lancer de ballon.

- Fais le même exercice en considérant un ballon de basket-ball de masse 600 g.

Je m'ENTRAÎNE

14 Une balance sur la Lune.

On imagine qu'un astronaute équilibre une balance à plateaux sur la Lune.

- S'il retournait ensuite sur la planète Terre sans rien toucher à ce dispositif, comment évoluerait l'équilibre de la balance à plateaux ? Explique ta réponse.



15 Schématisation.

■ **COMPÉTENCE** Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

1. Schématise le protocole expérimental permettant de mesurer le poids d'un objet.

16 Passe-temps.

Dans la salle d'attente du pédiatre, Marion empile des cubes en bois pour passer le temps. Elle en profite en pour faire un peu de Physique.

1. Fais un schéma représentant deux cubes (identiques) superposés.
2. Représente par une flèche bleue le poids de chaque cube (aucune échelle n'est demandée, on rappelle que les cubes sont identiques).
3. Représente par une flèche rouge le poids de l'ensemble des deux cubes.
4. Mêmes questions pour un empilement de trois cubes.

17 Le train gravitationnel.

Que se passerait-il si un train empruntait un tunnel qui traverse la Terre de part en part ? C'est l'idée du train gravitationnel : la théorie de la force de gravitation dit que le mouvement du train traversant la Terre serait accéléré jusqu'au milieu du trajet puis ralenti jusqu'à la sortie. Tous les trajets dureraient 43 minutes !



1. Pourquoi le mouvement serait-il accéléré sur première moitié du trajet ?
2. Pourquoi serait-il ralenti ensuite ?
3. Pour quelles raisons ce moyen de transport n'est-il pas envisageable dans la réalité ?

18 Mouvement d'un ballon.

Observe la chronophotographie du ballon.



1. Décrit dans quelles portions de la trajectoire la valeur de la vitesse augmente ou diminue, d'une position à la suivante.
2. Quelle force agit pendant ce mouvement ?

19 Ballons sur la Terre.

1. Recopie et complète le schéma avec des flèches représentant le poids de chacun des ballons posés sur la Terre.



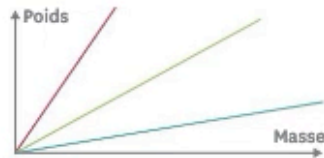
20 Proportionnalité.

■ **COMPÉTENCE** Comprendre et interpréter des tableaux ou des documents graphiques

Pour préparer un exposé sur la proportionnalité en mathématiques, Sébastien a utilisé le logiciel Geogebra pour représenter l'évolution du poids en fonction de la masse sur les planètes Mercure, Jupiter et Terre. Il a juste oublié d'indiquer les noms des planètes sur son graphique.

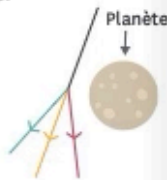
1. Fais correspondre les droites tracées aux planètes en utilisant les valeurs d'intensité de pesanteur données. Explique ton raisonnement.

Données : $g_{\text{Mercure}} = 3,7 \text{ N/kg}$; $g_{\text{Terre}} = 9,8 \text{ N/kg}$;
 $g_{\text{Jupiter}} = 25 \text{ N/kg}$.



21 L'assistance gravitationnelle.

L'assistance gravitationnelle consiste à utiliser la force de gravitation subie par une sonde spatiale lorsqu'elle passe assez près d'une planète pour dévier sa trajectoire et être accélérée ou ralentie.



1. D'après ce que tu sais sur la force de gravitation universelle, quelle trajectoire est plausible pour la sonde ? Explique ton choix.

22 De la danse aérienne.

■ **COMPÉTENCE** Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

1. Représente le DOI du danseur lorsqu'il est à l'équilibre.
2. Quelles sont les forces agissant sur le danseur ?
3. Représente ces forces.



23 Dans un ascenseur.

■ **COMPÉTENCE** Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

Le constructeur d'un ascenseur a indiqué sur une plaque bien visible que le poids maximum autorisé pour que l'ascenseur fonctionne est de 8 000 N.

Données : $g = 9,8 \text{ N/kg}$.

1. Pourquoi est-ce qu'un poids maximum est indiqué par le constructeur ?
2. Quel type d'appareil est intégré à l'ascenseur et mesure ce poids pour empêcher son mouvement en cas de dépassement ?
3. Calcule la masse totale que ne doivent pas dépasser les utilisateurs de l'ascenseur.

Une NOTION, trois EXERCICES

[DIFFÉRENCIATION]

■ **COMPÉTENCE** Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

24 Force de gravitation.

Ton poids sur la Lune

Le poids d'un objet à la surface d'un astre correspond à la force de gravitation exercée par l'astre sur cet objet.

Données :

Masse de la Terre : $5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$;
 Rayon de la Terre : 6 370 km ;
 Masse de la Lune : $7,3477 \times 10^{22} \text{ kg}$;
 Rayon de la Lune : 1 737 km.

Rappel : la force de gravitation a pour valeur :

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

- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$
- m_A et m_B en kg
- d en m

1. On note m_A ta masse et m_B celle de l'astre. Donne la formule que tu vas utiliser pour calculer ton poids sur un astre et justifie ton choix.
2. Convertis le rayon de la Terre en mètres.
3. Calcule P_{Terre} ton poids à la surface de la Terre.
4. Convertis le rayon de Lune en mètres.
5. Calcule P_{Lune} ton poids à la surface de la Lune.
6. Compare les deux résultats.

Ton poids sur Mars

Données :

Masse de la Terre : $5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$;
 Rayon de la Terre : 6 370 km ;
 Masse de Mars : $6,42 \times 10^{23} \text{ kg}$;
 Rayon de Mars : 3 390 km.

Rappel : La force de gravitation a pour valeur : $F = G \frac{m_A \times m_B}{d^2}$ avec :

- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$;
- m_A et m_B en kg ;
- d en m.

1. On note m_A ta masse et m_B celle de l'astre. Donne la formule que tu vas utiliser pour calculer ton poids sur un astre et justifie ton choix.
2. Calcule ton poids à la surface de la Terre.
3. Calcule ton poids à la surface de Mars.

Est-ce que mon poids change en haut de l'Everest ?

Données : Rayon de la Terre : 6 370 km ;
 Hauteur de l'Everest : 8 850 m ;
 Masse de la Terre : $5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$.

1. Existe-t-il une différence entre le poids d'un objet et la force de gravitation exercée par la Terre sur cet objet ? Donne la formule qui te permet de calculer la force de gravitation entre deux objets.
2. Calcule ton poids au niveau de la mer et en haut de l'Everest.



J' APPROFONDIS

25 Le vol du colibri.

Les colibris sont une famille d'oiseaux présents en Amérique du Sud. Ils sont capables de maintenir un vol stationnaire et même de voler en arrière ! On trouve le plus petit d'entre eux à Cuba. Sa masse est de $m_s = 2 \text{ g}$.



1. Calcule le poids de ce colibri.
2. Fais le schéma d'un colibri en vol stationnaire (immobile) sur lequel tu représenteras le poids du colibri. Précise l'échelle utilisée.
3. Quelle autre force agit sur le colibri ? Pourquoi est-elle nécessaire ?
4. Représente cette force en expliquant ton raisonnement.

26 Le dynamomètre est-il cassé ?

Anna veut vérifier que son dynamomètre fonctionne. Elle prend une trousse dont elle mesure la masse avec une balance et le poids avec son dynamomètre. Elle trouve 200 g pour la masse de la trousse et 20 N pour le poids.

1. Calcule l'intensité de la pesanteur g à partir des mesures effectuées par Anna.
2. Ce dynamomètre fonctionne-t-il correctement ?

27 Lancer du marteau en athlétisme.

COMPÉTENCE Produire et transformer des tableaux ou des documents graphiques

Pour lui donner de la vitesse, le boulet qui le constitue est attaché au bout d'un câble en acier tenu par une poignée pour lancer le marteau le plus loin possible. Les athlètes effectuent plusieurs rotations.

1. Réalise le DOI au cours de cette phase.
2. Sur un schéma du boulet et du câble tendu, représente ces forces par des flèches (sans tenir compte des intensités de ces forces).
3. Qu'y a-t-il de similaire entre le mouvement du boulet et les mouvements des planètes (si on néglige le poids du boulet devant la force exercée par l'athlète) ?

28 Un éléphant et une souris.

Contrairement aux idées reçues, il semblerait que les éléphants n'aient pas peur des souris. Considérons une situation où les centres de gravité d'un éléphant d'Asie et d'une souris grise sont distants de 2 m.

Données : masse de l'éléphant : 2 500 kg ;
masse de la souris : 20 g ;
 $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$.

1. D'après toi, la souris ressent-elle la force de gravitation exercée par l'éléphant tout près d'elle ?
2. Calcule cette force.
3. Calcule le poids de la souris.
4. Compare les deux forces et propose une conclusion.

29 Le pèse-personne.

COMPÉTENCE Présenter mon résultat avec l'unité adaptée

Les modèles courants de pèse-personne à aiguilles fonctionnent grâce à un ressort. Plus le poids est important, plus le ressort se déforme, ce qui fait bouger une aiguille ou tourner un cadran. La raideur du ressort est adaptée au poids d'un adulte et la précision de l'affichage diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du poids moyen d'un humain.

1. Quelle est l'unité affichée sur un pèse-personne du commerce ?
2. À quel appareil de mesure correspond la description du pèse-personne dans le texte ?
3. En toute rigueur, le pèse-personne est-il une balance ?

30 Hockey sur glace.

L'objectif des joueurs de hockey sur glace est d'envoyer le palet (un cylindre de caoutchouc d'environ 160 g) dans le but de l'équipe adverse.

1. Le système considéré ici est le palet. Représente le DOI du palet lorsqu'il est immobile sur la glace.
2. Calcule le poids du palet.
3. Représente le poids par une flèche sur ton schéma (tu préciseras l'échelle utilisée).
4. La glace de la patinoire exerce une action de surface sur le palet. On la modélise par une force de réaction appliquée à la surface de contact entre la glace et le palet. Schématise cette force pour que le palet soit à l'équilibre.

31 Forces sur un mousqueton.

On trouve les indications ci-contre sur la notice d'un mousqueton utilisé en escalade.

1. Dans les meilleures conditions d'utilisation, quelle est l'intensité de la force maximum que peut supporter le mousqueton ?
2. Quelle est la masse maximale que l'on peut suspendre à un tel mousqueton ?
3. Quelle est la masse maximale que l'on pourrait suspendre à ce mousqueton s'il était utilisé ouvert ?
4. La force maximale que peut supporter le mousqueton ouvert est très supérieure au poids d'un être humain. Fais des recherches pour déterminer pourquoi la notice mentionne un danger en ce cas (mis à part le fait que la corde puisse sortir).



Je résous un PROBLÈME

La valeur de l'intensité de pesanteur g dépend de la distance au centre de la Terre et de sa masse. Si la Terre était une sphère parfaite, g devrait être constante. Or il n'en est rien.

À l'aide des données et de tes recherches détermine la forme de la Terre.

Latitude	Ville	Pays	Valeur de g (en N/kg)
77°N	Qaanaac	Groenland	9,939
70°N	Hamerfest	Norvège	9,834
48,5°N	Paris	France	9,809
41,23°N	Barcelone	Espagne	9,804
9°N	Abuja	Nigeria	9,776
8°S	Luanda	Angola	9,777
33,5°S	Le Cap	Afrique du Sud	9,796
54,5°S	Port Williams	Chili	9,820

Doc. 1 Différentes valeurs de g en fonction du lieu.

On peut mesurer g avec un appareil appelé accéléromètre ou par satellite. Ici, on considère que g varie essentiellement à cause de la distance au centre de la Terre.

32 Sur quel satellite a atterri la sonde ?

COMPÉTENCE Pratiquer le calcul numérique et le calcul littéral

Imaginons qu'on ait envoyé une sonde spatiale pour explorer les environs de la planète Jupiter et qu'à la suite d'un incident, la sonde ait dû se poser en catastrophe sur un des nombreux satellites naturels qui entourent Jupiter. La sonde prélève un échantillon de roche. Ses instruments mesurent une masse de 210 g et un poids de 0,26 N.

1. Calcule l'intensité de la pesanteur là où la sonde s'est posée.
2. Déduis des données le satellite de Jupiter sur lequel elle s'est posée.

Satellite de Jupiter	Io	Europe	Ganymède	Calisto
Gravité (en N/kg)	1,79	1,31	1,43	1,23

COMPÉTENCE Mettre en œuvre un raisonnement logique simple pour résoudre un problème

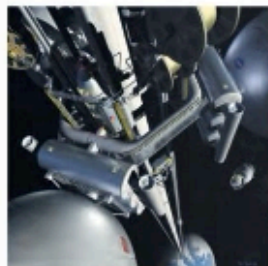


Doc. 2 Plaque posée à proximité du mont Chimborazo, en Équateur.

Traduction partielle : « Chimborazo... la montagne la plus élevée au monde depuis le centre de la Terre ». On y lit les distances du centre de la Terre au sommet de l'Everest (6 382 km) et du centre de la Terre au sommet du Chimborazo (6 384 km).

33 L'ascenseur spatial.

Le principe de l'ascenseur spatial serait d'avoir un câble de plusieurs dizaines de milliers de kilomètres tendu au-dessus de son point d'attache sur Terre. Comme pour une fronde, la force centrifuge due à la rotation de la Terre compenserait la force de gravité. L'ascenseur remonterait de ce câble et l'espace serait à portée de cabine.



Données : masse de la Terre : 6×10^{24} kg ;
rayon de la Terre : 6 371 km.

- Grâce au texte précédent, fais un schéma représentant la Terre et le câble de l'ascenseur spatial. Pour cet exercice, on considérera que le câble fait 70 000 km de long.

- Calcule la force de gravitation qui s'exercerait sur toi à la surface de la Terre, puis à une altitude de 10 000 km, 20 000 km, etc. jusqu'en haut de l'ascenseur. Reporte tes résultats dans un tableau. Tu pourras utiliser un tableur pour ces calculs.

34 Chute des corps dans le vide.

Les objets chutent dans le vide à la même vitesse, quelle que soit leur masse ! Galilée puis Newton l'ont compris au XVII^e siècle. Einstein en a fait un des fondements de ses réflexions, en l'appelant le « principe d'équivalence », au XX^e siècle. Cette observation est cependant difficile à réaliser car sur Terre les frottements de l'air interviennent.

- Comment l'action de l'air modifie-t-elle le mouvement de chute des objets ?
- De deux objets, ayant des masses différentes, c'est celui de plus grande masse que la Terre attire à elle avec la force la plus intense. Comment interpréter que l'objet de masse plus grande n'ait pas un mouvement de chute plus rapide (lorsque l'air n'intervient pas) ?

PARCOURS DE COMPÉTENCES

Utiliser l'outil informatique pour acquérir et traiter des données, simuler des phénomènes

Amateur de tennis, Valentin décide d'étudier le mouvement de la balle lors du service, entre l'instant où elle quitte la main du joueur et l'instant où elle est frappée.

Comment varie la vitesse de la balle ? Réponds à l'aide de l'outil logiciel.



Niveau 1

Je comprends les fonctionnalités de l'outil numérique qu'on me propose.

Coup de pouce : Consulte la p. 250 et explique le principe de la chronophotographie.

Niveau 2

J'identifie et je précise à l'aide de l'outil informatique les variables liées aux phénomènes étudiés.

Coup de pouce : Comment sont reliées la durée entre chaque image et la distance parcourue par l'objet pendant cette durée ?

Niveau 3

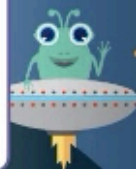
J'utilise l'outil informatique pour collecter au mieux les données en lien avec les phénomènes.

Coup de pouce : Comment évolue la distance entre deux positions successives quand la vitesse de l'objet augmente ? Et quand elle diminue ?

Niveau 4

Je traite les données collectées en exploitant de manière optimale l'outil informatique.

Coup de pouce : Quel réglage peux-tu effectuer pour que ta chronophotographie soit bien lisible ?



Manipuler des outils mathématiques

Je sais faire si :

- ✓ J'utilise les mathématiques comme un outil pour modéliser un phénomène physique.
- ✓ Les mathématiques me permettent d'écrire des lois.
- ✓ Les mathématiques me permettent de prévoir des comportements et, parfois, de découvrir de nouveaux phénomènes.
- ✓ Je les maîtrise pour appréhender certaines théories scientifiques.
- ✓ Je les mets en application pour répondre à une question concernant un problème connu.

Un exercice pour S'ENTRAÎNER

Aide à la résolution

Haltérophilie martienne.

En 2080, Jules et son frère Théo sont haltérophiles. Jules vit toujours sur Terre, Théo se trouve dans une station martienne. Alors qu'ils communiquent par visioconférence, Jules informe son frère qu'il a soulevé 135 kg en épaulé-jeté. Son frère lui répond en souriant qu'il est parvenu à faire 230 kg, et le lui prouve tranquillement. Mais Jules, qui a des connaissances en Physique, n'est pas impressionné par la performance de son frère.

Données :

- $R_{\text{Mars}} = 3\,390$ km
 - $M_{\text{Mars}} = 6,42 \times 10^{23}$ kg
 - $R_{\text{Terre}} = 6\,370$ km
 - $M_{\text{Terre}} = 5,97 \times 10^{24}$ kg
- La force de gravitation a pour valeur $F = G \frac{m_A \times m_B}{d^2}$ avec :
- $G = 6,7 \times 10^{-11}$ N.m²/kg²
 - m_A et m_B en kg.
 - d en m.

- Contre quelle force les muscles d'un haltérophile doivent-ils lutter pour soulever des haltères ?
- Fais bien attention à distinguer ce qui change et ne change pas concernant le poids et la masse d'un objet, lorsque la pesanteur change.
- Calcule l'intensité de la pesanteur sur Mars. Cela rendra la suite des calculs plus facile.

Questions

- Explique pour quelle raison Jules n'est pas étonné.
- Quelle masse Théo devrait-il soulever pour égaler la performance de Jules sur Terre ?
- Quelle masse devrait soulever Jules pour montrer à Théo qu'il peut fournir le même effort que lui ?

Numérique

Des fiches AP supplémentaires et des exercices d'entraînement sur www.levivrescolaire.fr

LA PHYSIQUE-CHIMIE

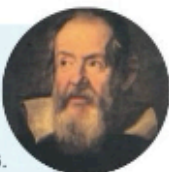
Histoire des sciences

Galilée, père de la physique moderne

Astronomie, mécanique, optique... l'apport de Galilée (1564-1642) est immense, et couvre de nombreux domaines. Il a su adopter une approche nouvelle et remettre en question toute la physique de son époque.

L'Univers [...] est écrit dans la langue des mathématiques, ses caractères sont des triangles, des cercles et d'autres figures géométriques, sans l'intermédiaire desquels il est impossible d'en comprendre humainement le sens.

Galilée, *L'Essayeur*, 1623.



▲ Galilée (1564-1642).

Par un effort d'abstraction remarquable, il sait dégager les lois essentielles en allant au-delà des apparences. [...] Galilée montre que si l'on cesse toute action sur un corps en mouvement rectiligne uniforme, il continue à se déplacer selon un mouvement rectiligne uniforme.

J.-C. Boudenot, *Histoire de la Physique et des physiciens*, 2001, Ellipses.

Doc. 2 Galilée : un champion de l'abstraction.

Doc. 1 Galilée est le premier à comprendre l'importance de l'approche mathématique pour construire la physique.

Question

1. Dans l'énoncé de la loi du mouvement de Galilée, quels sont les éléments qui, n'étant pas observables sur Terre, ont réclamé une grande capacité d'abstraction ?

La Physique-Chimie au quotidien

Mesure l'intensité de la pesanteur avec ton smartphone !

Étapes de la fabrication :

- Retrouve la liste du matériel p. 152.
- Recherche une application sur ton smartphone en utilisant les mots clés « Gravity Meter » et installe-la.
- Note la valeur mesurée quand ton smartphone est immobile.
- Si tu voyages, note si cette valeur change ou non ailleurs sur Terre.

Des questions à se poser :

1. Pour quelle fonctionnalité ton smartphone a-t-il besoin de détecter la pesanteur terrestre ?
2. Que vaut environ l'intensité de la pesanteur g ? Cette valeur change-t-elle à la surface de la Terre ? Quels autres facteurs peuvent faire changer g ?



Doc. 1 La planète Terre.

Explication scientifique

Les smartphones ont besoin de savoir où est la verticale afin d'afficher l'écran dans le sens horizontal ou vertical. g vaut environ $9,8 \text{ N/kg}$. Cette valeur change faiblement en fonction de l'altitude ($0,001 \text{ N/kg}$ pour 3000 m) et de la latitude, la Terre n'étant pas tout à fait sphérique.

Esprit scientifique



AUTREMENT

Retrouve la suite sur www.lelivrescolaire.fr



Objet d'étude

Réglage des réacteurs au décollage

Lorsqu'il décolle, le Falcon Millennium doit suivre des instructions précises de vitesse et de trajectoire, directement données par la tour de contrôle de la planète sur laquelle il se trouve. Dans ces conditions, le réglage des réacteurs peut-il être le même à chaque décollage ?

Quelle que soit la planète sur laquelle il se trouve, le Falcon Millennium est soumis à son poids. Dans un premier temps, c'est cette action que les réacteurs doivent compenser pour faire décoller le vaisseau mythique.

Tu as appris dans ce chapitre que la constante de la gravitation g dépend de la planète sur laquelle on se trouve. L'objectif est ici d'aider le capitaine Solo à ajuster la poussée de ses réacteurs pour mettre son vaisseau en vol stationnaire, c'est-à-dire simplement compenser son poids.

Doc. 1 Le minimum pour pouvoir décoller.

Planète	Rayon (en km)	Valeur de g (N/kg)	Masse de fret embarqué (tonnes)
Étoile de la mort	375	0,85	1,5
Kamino	10 000	15	25
Lune d'Endor	2 500	3,2	50
Coruscant	6 120	9,5	35

Doc. 2 Intensité de la pesanteur à la surface de quelques astres de la galaxie Star Wars.



Doc. 3 Quelques données pour un décollage.

Pour soulever le fret embarqué et les 50 tonnes du vaisseau, Han dispose de dix réacteurs pouvant produire chacun une poussée de 150 kilonewtons. Pour se mettre en vol stationnaire, il doit régler les réacteurs de sorte qu'ils compensent exactement le poids du vaisseau.

Questions

1. Que vaut le poids en kilonewtons du Falcon Millennium et de son chargement sur les différentes planètes présentées ici ?
2. Quelle poussée maximale peuvent produire ensemble les réacteurs du Falcon Millennium ?
3. Quel pourcentage de cette poussée faut-il utiliser pour faire un vol stationnaire à la surface de chacun de ces astres ?