

Entraînement

Données

- Constante universelle de gravitation : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.
- Intensité de la pesanteur sur Terre : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

Notion de force

- 11** 1. Pour chacune des situations suivantes, préciser si l'action est une action de contact ou une action à distance.
 2. Schématiser la situation et représenter, sans soucis d'échelle, la force considérée.



Force de la baguette sur l'eau



Force de plaquage et poids



Force du vent sur la voile



Force de la Terre sur la Lune

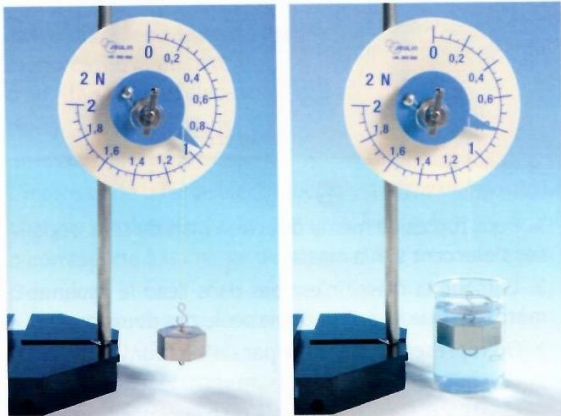


Force de l'aimant sur la voiture



Force de la table de billard sur la boule

- 12** Aide p. 204 Tout corps immergé dans un fluide est soumis à la poussée d'Archimède. L'expérience ci-dessous permet de trouver les caractéristiques de cette force.



1. À quelle(s) force(s) est soumise la masse ?
2. Préciser la direction et le sens de chaque force.
3. Dédurre de l'expérience la norme de chacune de ces forces.
4. Représenter ces forces en prenant pour échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,2 \text{ N}$.

Principe des actions réciproques

- 13** Pour avancer, le rameur prend appui sur l'eau.

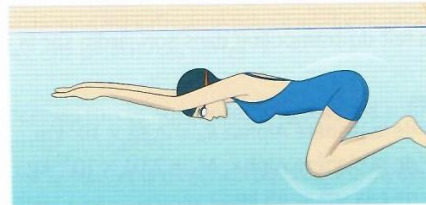


- Faire l'inventaire des forces et expliquer comment le bateau est mis en mouvement.

- 14** Une voiture ayant une masse de 1,2 tonne tracte une remorque de masse 350 kg.

1. Déterminer les poids de la voiture et de la remorque. Les comparer.
2. Comparer la force exercée par la voiture sur la remorque et celle exercée par la remorque sur la voiture.

- 15** Aide p. 204 À la piscine, afin de prendre de l'élan, une nageuse s'appuie sur le mur pour se propulser.



1. Indiquer dans quel sens se déplace la nageuse.
2. Faire un schéma des forces s'exerçant dans cette situation au niveau des pieds de la nageuse.
3. Que dire de ces forces d'après le principe des actions réciproques ?
4. Expliquer quelle force est à l'origine du mouvement de la nageuse.

16 Exercice inversé

La norme de la force d'éjection des gaz d'un avion a pour expression $F = q \times v_e$, où q est le débit massique de gaz et v_e la vitesse d'éjection des gaz.



Chaque phrase suivante est une réponse. Proposer une ou des questions appropriées à la réponse donnée.

1. La force d'éjection des gaz va du moteur vers l'extérieur de l'avion.
2. L'avion avance grâce au principe des actions réciproques, il subit une force de même direction et norme que la force d'éjection des gaz mais de sens opposé.
3. Si on augmente le débit de gaz ou la vitesse d'éjection des gaz, l'avion ira plus vite.

Évaluation croisée

Chaque élève évalue l'exercice qu'il ou elle n'a pas fait.

17 Maxime fait du trampoline dans son jardin.

Données

- Rayon de la Terre : $R_T = 6,37 \times 10^3$ km.
- Masse de la Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24}$ kg.
- Masse de Maxime : $m_M = 65$ kg.

1. Donner l'expression de la norme de la force d'attraction exercée par la Terre sur Maxime puis la calculer.
2. Quelle est la norme de la force exercée par Maxime sur la Terre ?

Critères d'évaluation

Toutes les réponses sont rédigées dans un français correct.

1 Il y a une expression littérale avant le calcul.

La distance a été convertie en mètres.

Le résultat est présenté avec 2 chiffres significatifs et une unité.

2 Le principe utilisé est cité.

18 Lila fait du trampoline dans son jardin sur la planète Alpha.

Données

- Rayon de la planète Alpha : $R_A = 2,37 \times 10^3$ km.
- Masse de la planète Alpha : $M_A = 2,01 \times 10^{32}$ kg.
- Masse de Lila : $m_L = 65$ kg.

1. Donner l'expression de la norme de la force d'attraction exercée par la planète Alpha sur Lila puis la calculer.
2. Quelle est la norme de la force exercée par Lila sur la planète Alpha ?

Critères d'évaluation

Toutes les réponses sont rédigées dans un français correct.

1 Il y a une expression littérale avant le calcul.

La distance a été convertie en mètres.

Le résultat est présenté avec 2 chiffres significatifs et une unité.

2 Le principe utilisé est cité.

19 Titan, Rhéa et Japet sont les trois plus grands satellites de Saturne.

Satellite	Rayon de l'orbite (km)	Masse (kg)	Norme de la force exercée par Saturne (N)
Titan	$1,22 \times 10^6$	$1,35 \times 10^{23}$	
Rhéa	$5,27 \times 10^5$		$3,15 \times 10^{20}$
Japet		$1,81 \times 10^{21}$	$5,60 \times 10^{18}$

Donnée. Masse de Saturne : $M_S = 5,68 \times 10^{26}$ kg.

1. Sans souci d'échelle, faire un schéma faisant apparaître Saturne et ses trois satellites et représenter les forces exercées par Saturne sur chacun des astres.
2. Calculer la norme de la force d'attraction gravitationnelle exercée par Saturne sur Titan.
3. Déterminer la masse de Rhéa.
4. Déterminer le rayon de l'orbite effectuée par Japet autour de Saturne.

Exemples de forces

20 Aide p. 204 Un sucre possède une masse $m = 7,0$ g. On empile 10 sucres sur une table.

1. Réaliser un schéma de la situation. Représenter à l'échelle le poids \vec{P} d'un sucre. Échelle : 1 cm \leftrightarrow 0,1 N.

2. Quelle force empêche les sucres de passer à travers la table ?

3. Représenter cette force qui a pour norme 0,7 N. Échelle : 1 cm \leftrightarrow 0,1 N.



21 Une enfant de 30 kg fait de la balançoire et a peur que celle-ci ne casse.

1. Quelles sont les deux forces exercées sur l'enfant ?

2. Représenter ces forces à l'échelle sachant qu'elles possèdent la même norme. Préciser l'échelle utilisée.

3. Il est écrit dans la notice que la balançoire peut supporter une force de 500 N. L'enfant doit-il s'inquiéter ?



Différenciation

Aides aux exercices

Aide pour l'exercice 12

1. Deux forces de même direction mais de sens opposés s'exercent sur la masse.
2. Lorsque la masse n'est pas dans l'eau le dynamomètre indique la norme d'une seule des deux forces.
3. On représente une force par un vecteur.

Aide pour l'exercice 15

- Il y a une force exercée par le mur et une force exercée sur le mur.

Aide pour l'exercice 20

1. Il faut utiliser la formule $P = m \times g$.
2. Cette force possède la même direction que le poids mais un sens opposé.

Synthèse

22 Saut en longueur

→ Analyser, valider

Robert Beamon est un athlète américain, spécialiste du saut en longueur. Lors des JO de 1968 il s'envole dans le ciel de Mexico et il retombe tellement loin de la planche d'appel que l'appareil optique placé pour mesurer le bond de l'athlète ne peut réaliser la mesure. Il réalise ce jour un saut de 8,90 m et fait progresser le record du monde de 55 cm. Jamais par la suite Beamon ne parviendra à approcher à nouveau son record.

Ville	Paris	Mexico
Intensité de la pesanteur	$9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$	$9,76 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

Donnée. Rayon de la Terre : 6 371 km.

1. Comment évolue le poids d'un objet avec l'altitude ?
2. Sachant que le poids de Robert Beamon mesuré à Paris vaut 810 N, calculer sa masse.
3. Calculer son poids le jour des JO de Mexico.
4. Donner les caractéristiques du vecteur poids dans chacune des villes.
5. Proposer une explication du caractère exceptionnel de ce saut.

23 Aide p. 207 Microscopie électronique

→ S'approprier

Dans un microscope électronique à balayage (MEB), les images sont obtenues grâce à l'interaction avec la matière d'un faisceau d'électrons accélérés dans un champ électrique \vec{E} .



L'intensité de la force électrique agissant sur une particule chargée est donnée par la relation suivante $F_e = |q| \cdot E$, où q correspond à la charge de la particule (en coulombs).

Données

- Valeur du champ électrique utilisé pour la photographie : $E = 10\,000 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$.
- Masse d'un électron : $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$.
- Charge électrique d'un électron : $q = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

1. Calculer la norme du poids de l'électron.
2. Calculer l'intensité de la force électrique agissant sur l'électron.
3. Comparer ces deux forces et préciser laquelle des deux peut être négligée.

24 Le gecko

→ Analyser, communiquer

Le gecko est un petit reptile qui pèse en moyenne 200 grammes. Il peut marcher sur des murs verticaux ou au plafond sans tomber.



Doc. 1 Extrait du livre *Nanomonde*, de Roger Moret (CNRS Éditions)

« Leurs pattes sont tapissées de poils microscopiques et chacun d'eux est recouvert d'environ 1 000 spatules encore plus petites, de l'ordre de 200 nm de largeur. Lorsque le gecko se déplace, il appuie ses pattes sur la surface de sorte que les spatules, si petites, peuvent s'en approcher de très près. [...] Leurs atomes s'attirent alors sous l'effet de forces interatomiques appelées forces de van der Waals. Individuellement ces forces sont très faibles mais il y a tant de poils garnis de tant de spatules, que l'attraction est suffisante pour soutenir le gecko, parfois avec une seule de ses pattes ! »

1. Énoncer les forces auxquelles un gecko est soumis lorsqu'il marche au plafond.
2. Donner le sens et la direction de chacune de ces forces.
3. Déterminer la norme de chacune de ces forces en supposant que le gecko ne tombe pas.

25 Collision entre deux trous noirs

→ S'approprier, réaliser

Pour la première fois en 2017, des scientifiques ont observé des ondes gravitationnelles produites par la collision de deux trous noirs.

Supposons que les deux trous noirs ont la même masse m d'environ 49 fois la masse du Soleil, m_s . Considérons qu'ils sont à une distance d .

Données

- Distance entre les trous noirs : $d = 1 \times 10^{10} \text{ m}$.
 - Masse du Soleil : $m_s = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$.
1. Schématiser le système des deux trous noirs et représenter sans souci d'échelle les forces d'interaction gravitationnelle exercées entre les deux trous noirs.
 2. Donner l'expression de leur norme en fonction de G , m et d .
 3. Déterminer cette norme.
 4. Comment évolue la force d'interaction gravitationnelle lorsque d diminue ?
 5. Pourquoi peut-il y avoir collision ?

26 Jetpack

→ S'approprier, réaliser, valider

Le jetpack, propulsion individuelle, existe depuis plus de cinquante ans mais la puissance nécessaire interdisait une autonomie supérieure à la minute. Aujourd'hui, de nouveaux dispositifs permettent de voler durant plus d'une demi-heure.



Tous les jetpacks utilisent le principe de la propulsion par réaction. Lorsqu'un moteur expulse vers l'arrière un jet de fluide, il apparaît par réaction une force de poussée dont la norme est égale au produit du débit massique de gaz fluide éjecté par la vitesse d'éjection de ces gaz.

Données

- Vitesse du fluide éjecté supposée constante : $V_f = 2 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
 - Débit massique : $D_m = 1,0 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$.
 - Masse initiale du système {Homme et son équipement} : $m = 120 \text{ kg}$ (dont 40 kg de fluide au moment du décollage).
 - Intensité de la pesanteur : $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
1. Énoncer les forces exercées sur le système {Homme et son équipement} et donner leurs caractéristiques.
 2. Les représenter en précisant l'échelle choisie.
 3. Justifier que l'homme décolle.

27 Rosetta

→ Analyser, valider



En 2004, la sonde européenne Rosetta a quitté la Terre pour un voyage long de 10 ans. En novembre 2014, la sonde a largué Philae, un atterrisseur qui est venu se poser à la surface d'une comète. La mission de Philae consistait à analyser la comète sous tous ses aspects.

Données

- La comète est assimilée à une sphère de rayon 2,5 km.
 - Intensité de la pesanteur sur Terre : $g_T = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
 - Masse de la comète : $M_C = 10$ milliards de tonnes.
1. Donner l'expression de la force gravitationnelle exercée par la comète sur Philae, quand l'atterrisseur est lâché à 20 km du centre de la comète.

2. Donner l'expression de la force gravitationnelle exercée par la comète sur Philae, quand l'atterrisseur est à la surface de la comète.

3. En supposant que cette force est égale au poids de Philae sur la comète, déterminer la valeur de l'intensité de pesanteur g_C sur la comète.

4. Expliquer et apporter une correction scientifique à la phrase : «Philae pèse 100kg sur Terre et 1g sur la comète».

28 Aide p. 207 Apollo 11

→ S'approprier, analyser

Apollo 11 est une mission du programme spatial américain Apollo au cours de laquelle, pour la première fois, des hommes se sont posés sur la Lune, le 20 juillet 1969.



Données

- Masse de la Lune : $7,36 \times 10^{22} \text{ kg}$.
- Masse de la Terre : $5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$.
- Distance Terre-Lune : 384 400 km.

On notera :

$F_{T/N}$: la force de la Terre sur la navette.

$F_{L/N}$: la force de la Lune sur la navette.

D : la distance Terre - Lune.

x : la distance Terre - Navette.

1. Donner l'expression de la norme des forces de gravitation $F_{T/N}$ et $F_{L/N}$ exercées par la Terre et la Lune sur la navette.

2. Indiquer comment évolue la force de gravitation $F_{T/N}$ exercée par la Terre sur la navette au cours du voyage.

3. Même question pour la force de gravitation $F_{L/N}$ exercée par la Lune sur la navette.

4. Justifier qu'il existe une position de la fusée pour laquelle $F_{T/N} = F_{L/N}$.

5. Schématiser, sans souci d'échelle, les forces qui s'exercent sur la navette et son équipage lorsque $F_{T/N} = F_{L/N}$.

6. Vérifier que $F_{T/N} = F_{L/N}$ se produit à une distance de la Terre de 346 000 km.

7. Les réacteurs de la navette sont-ils nécessaires sur l'ensemble du trajet ?

**29 DÉFI** Forces entre protons

→ S'approprier, analyser

Deux protons supposés ponctuels sont éloignés de la distance $d = 2,32 \times 10^{-6}$ nm.

L'intensité de la force électrostatique exercée par une particule chargée sur une autre particule chargée est donnée par la relation suivante :

$$F_e = k \times \frac{|q \times q'|}{d^2}$$

où $|q \times q'|$ est la valeur absolue de $q \times q'$ et q et q' correspondent aux charges des deux particules en interaction (en coulombs). La force est répulsive si les charges sont de même signe et attractive si les charges sont de signes opposés.

Données

- Masse d'un proton : $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg.
- Charge d'un proton : $q_p = 1,6 \times 10^{-19}$ C.
- Constante k : $k = 8,99 \times 10^9$ N·m²·C⁻².

1. Exprimer puis calculer la norme de la force d'interaction gravitationnelle F_g qui s'exerce entre ces deux protons.
2. Calculer la norme de la force d'interaction électrostatique F_e qui s'exerce entre ces deux protons.
3. Comparer ces deux forces. En déduire la force prédominante. Justifier.
4. Représenter, sans souci d'échelle, les forces modélisant l'interaction électrostatique. Permettent-elles d'expliquer la cohésion du noyau ?

30 La physique du ollie

→ Analyser, valider

Un skateur réalise la figure appelée ollie.

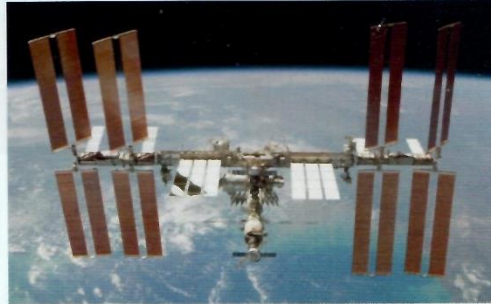


Les pieds du skateur adhèrent par frottements au skate. Le système étudié dans l'exercice est le système {skateur + skate} de masse $m = 70$ kg.

1. Exprimer puis calculer la norme du poids du skateur.
2. Dans les situations 1 et 2 représenter la (ou les) force(s) exercées par le système sur le sol.
3. À l'aide du principe des actions réciproques, expliquer pourquoi le skate décolle.
4. Expliquer pourquoi le skate retombe au sol dans la situation 6.

31 International Space Station (ISS)

The International Space Station is a large spacecraft in orbit around Earth, where crews of astronauts and cosmonauts live and work in this unique science laboratory. Several nations worked together to build and use the space station. The parts of the station were assembled in space by astronauts. It orbits Earth at an average altitude of 250 miles and travels at 17,500 mph. In other words, the station orbits Earth every 90 minutes. Learning about living and working in space will allow NASA to send humans farther than ever before.



1. Do some research to find the difference between an astronaut and a cosmonaut.
2. What is the altitude of the space station in kilometers?
3. What is the speed of the station in kilometers per second?
4. Draw a diagram showing the Earth and the ISS. Represent the gravitational attraction forces.

Data

- 1 mile = 1 609 m.
- 1 mph = 1 mile per hour.

Différenciation

Aides aux exercices

Aide pour l'exercice 23

1. Il faut utiliser la formule $P = m \times g$.
2. Il faut utiliser la formule donnée dans l'énoncé et penser à prendre la valeur absolue de q (c'est-à-dire une valeur positive).
3. Pour comparer les forces on pourra calculer $\frac{F_e}{P}$.

Aide pour l'exercice 28

1. La distance navette-Lune s'exprime en fonction de D et x .
2. La navette s'éloigne de la Terre donc x augmente.
3. La distance navette-Lune diminue.
4. Il faut isoler x après avoir écrit l'égalité entre les deux forces.