Forces et équilibre — Exercices Physique 10e HarmoS

Exercice 1

Caractéristiques d'une force, masse et poids :

1. Citer les 4 **caractéristiques** qui définissent entièrement un vecteur force $\vec{F}$.
2. Quelle est la différence entre la **masse** m et le **poids** P d'un objet ? Préciser leurs unités dans le Système International (SI) et l'instrument qui mesure chacune.
3. Une sonde spatiale a une masse $m = 120$ kg sur Terre ($g_{\text{Terre}} = 9{,}81$ N/kg). Calculer son poids sur Terre, puis sur la Lune ($g_{\text{Lune}} = 1{,}62$ N/kg). Si l'on représente son poids terrestre par une flèche à l'échelle 1 cm $\leftrightarrow$ 200 N, quelle longueur aura le vecteur ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 2

Résultante de deux forces et équilibre d'un point matériel :

1. Deux remorqueurs tirent une péniche avec des forces perpendiculaires $\vec{F}_1$ (vers le Nord, $F_1 = 600$ N) et $\vec{F}_2$ (vers l'Est, $F_2 = 800$ N). Calculer l'intensité de la **force résultante** $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, ainsi que la direction et le sens de la force $\vec{F}_3$ qu'il faudrait exercer pour maintenir la péniche à l'équilibre.
2. On tire un anneau immobile à l'aide de deux ressorts : l'un exerce 30 N vers la droite, l'autre 40 N vers la gauche. Quelle troisième force faut-il appliquer pour obtenir l'équilibre statique ($\sum \vec{F} = \vec{0}$) ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 3

Équilibre d'un corps suspendu par deux câbles symétriques : Un panneau de signalisation de masse $m = 12$ kg (poids $P = 120$ N avec $g = 10$ N/kg) est suspendu à un plafond horizontal par **deux câbles symétriques** formant chacun un angle de 30° **avec l'horizontale** (soit 60° avec la verticale).

1. Faire le bilan des 3 **forces** s'exerçant sur le panneau à l'équilibre.
2. En projetant l'équilibre $\vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$ sur l'axe vertical ($T_{1y} + T_{2y} = P$), et sachant que $\sin(30°) = 0{,}50$, calculer la **tension** T dans chacun des deux câbles.
3. Pourquoi est-il impossible de tendre une corde horizontalement (angle 0°) avec un poids suspendu au milieu, même en tirant très fort ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 4

Allongement d'un ressort (loi de Hooke : $F = k \cdot \Delta\ell$) : Un ressort à spires non jointives a une longueur à vide $\ell_0 = 15{,}0$ cm. Lorsqu'on y suspend une masse $m = 200$ g (avec $g = 10$ N/kg), sa longueur totale devient $\ell = 19{,}0$ cm.

1. Calculer le poids P suspendu et l'allongement $\Delta\ell = \ell - \ell_0$ (en cm puis en m).
2. Calculer la **constante de raideur** k de ce ressort en N/m (et en N/cm).
3. Quelle masse maximale peut-on suspendre si le ressort ne doit pas dépasser $\ell_{\max} = 27{,}0$ cm ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 5

Association de ressorts en parallèle et en série : On dispose de deux ressorts identiques de constante de raideur $k = 40$ N/m chacun. On suspend une masse $m = 0{,}80$ kg ($g = 10$ N/kg, soit $P = 8{,}0$ N).

1. **Montage en parallèle** (la barre portant la masse est accrochée côte à côte aux deux ressorts) : quelle force supporte chaque ressort, et quel est l'allongement $\Delta\ell_{\text{par}}$ du système ? Quelle est la raideur équivalente k_{par} ?
2. **Montage en série** (les deux ressorts sont accrochés bout à bout l'un sous l'autre) : quelle force traverse chaque ressort, et quel est l'allongement total $\Delta\ell_{\text{sér}}$? Quelle est la raideur équivalente $k_{\text{sér}}$?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 6

Équilibre sur un plan incliné sans frottement : Un chariot de masse $m = 4{,}0$ kg ($g = 10$ N/kg, poids $P = 40$ N) est retenu immobile sur une rampe lisse (sans frottement) inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale, à l'aide d'un câble parallèle à la pente.

Rappels : $\sin(30^\circ) = 0{,}50$; $\cos(30^\circ) \approx 0{,}866$.

1. Faire le bilan des 3 **forces** s'exerçant sur le chariot : le poids $\vec{P}$, la réaction normale du plan $\vec{R}_N$ (perpendiculaire à la rampe) et la tension du câble $\vec{T}$ (parallèle à la rampe vers le haut).
2. Décomposer le poids $\vec{P}$ selon la pente ($P_{\parallel} = P\sin\alpha$) et perpendiculairement à la pente ($P_{\perp} = P\cos\alpha$).
3. En déduire la tension T du câble et l'intensité R_N de la réaction du support à l'équilibre.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 7

Principe du plan incliné (avantage mécanique) et force de frottement : Un ouvrier hisse une caisse de masse $m = 60$ kg ($g = 10$ N/kg, soit $P = 600$ N) sur une hauteur verticale $h = 1{,}5$ m en la faisant glisser le long d'une rampe inclinée de longueur $L = 6{,}0$ m.

1. Calculer le sinus de l'angle d'inclinaison α de la rampe ($\sin\alpha = \frac{h}{L}$).
2. S'il n'y avait **aucun frottement**, quelle force parallèle à la pente suffirait pour monter la caisse à vitesse constante ?
3. En réalité, l'ouvrier doit pousser avec une force constante $F = 210$ N pour vaincre aussi les frottements. Quelle est l'intensité de la **force de frottement** f ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 8

Équilibre avec trois forces non parallèles (règle du polygone des forces) : Un feu de signalisation de poids $P = 100$ N est maintenu en équilibre par deux câbles :

- un câble **horizontal** relié au mur de gauche (tension $\vec{T}_1$) ;
- un câble **oblique** relié au mur de droite et formant un angle de 45° avec l'horizontale (tension $\vec{T}_2$).

1. Expliquer pourquoi les droites d'action de trois forces coplanaires en équilibre doivent être **concourantes** (ou parallèles) et former un **triangle fermé** lorsqu'on les met bout à bout.
2. À l'aide du triangle rectangle isocèle formé par $\vec{P}$, $\vec{T}_1$ et $\vec{T}_2$ (angle 45°), calculer exactement les tensions T_1 et T_2.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 9

Principe des poulies et palans : Pour soulever verticalement une caisse de masse $m = 80$ kg ($g = 10$ N/kg, poids $P = 800$ N) à vitesse constante :

1. On utilise d'abord une **poulie fixe** simple accrochée au plafond. Quelle force F_1 l'ouvrier doit-il exercer sur la corde ? Quel est l'avantage de cette poulie ?
2. On utilise ensuite un **palan à 4 brins porteurs** (deux poulies en haut, deux poulies mobiles attachées à la charge). Quelle force F_2 suffit maintenant pour soulever la caisse (en négligeant frottements et poids des poulies) ?
3. Pour monter la caisse de $h = 2{,}0$ m avec ce palan, quelle longueur L de corde l'ouvrier doit-il tirer ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 10

Problème de synthèse (frottement statique et inclinaison limite) : Une brique de masse $m = 2{,}0$ kg ($g = 10$ N/kg, $P = 20$ N) repose sur une planche en bois horizontale.

1. On pousse la brique horizontalement : elle ne commence à glisser que lorsque la poussée dépasse $F_{\max} = 8{,}0$ N. Calculer le **coefficient de frottement statique** $\mu_s = \frac{F_{\max}}{R_N}$.
2. On relève maintenant progressivement la planche d'un angle α. À l'équilibre juste avant le glissement, $P_{\parallel} = \mu_s \cdot P_{\perp}$, ce qui donne $\tan(\alpha_{\max}) = \mu_s$. À partir de quel angle $\alpha_{\max}$ la brique va-t-elle se mettre à glisser toute seule ? *(On donne* $\tan(21{,}8^\circ) = 0{,}40$*.)*

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 11

Un astronaute a une masse de 70 kg. On prend $g_{\text{Terre}} = 9{,}81$ N/kg et $g_{\text{Lune}} = 1{,}62$ N/kg.

1. Calculer son poids sur la Terre et sur la Lune.
2. Sa masse change-t-elle sur la Lune ?
3. Quelle masse un objet devrait-il avoir sur Terre pour peser autant que l'astronaute sur la Lune ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 12

Deux forces de 30 N et 40 N s'appliquent au même point. Calculer l'intensité de la résultante lorsque les forces sont :

1. de même direction et de même sens ;
2. de même direction et de sens opposés ;
3. perpendiculaires.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 13

Un ressort a une longueur à vide de 12 cm et une constante de raideur $k = 50$ N/m ($g = 10$ N/kg).

1. On suspend une masse de 300 g. Calculer l'allongement et la longueur du ressort.
2. Avec une autre masse, le ressort mesure 20 cm. Quelle est cette masse ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 14

Un livre de 1,2 kg est posé sur une table ($g = 10$ N/kg).

1. Quelles forces s'exercent sur le livre ? Donner leurs intensités.
2. On pousse le livre horizontalement avec une force de 5 N, mais il ne bouge pas. Quelle autre force apparaît ? Quelle est son intensité ?
3. Il faut une force de 6 N pour le faire glisser. Calculer le coefficient de frottement $\mu = \frac{F_{\text{frott}}}{N}$.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 15

Un chariot de 4 kg est maintenu immobile sur un plan incliné à 30°, sans frottement, par une corde parallèle au plan ($g = 10$ N/kg). La composante du poids parallèle au plan vaut $P \times \sin\alpha$ ($\sin 30^\circ = 0{,}5$).

1. Calculer le poids du chariot.
2. Calculer la tension de la corde.
3. Que devient cette tension si le plan est incliné à 90° ? À 0° ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 16

Un ouvrier veut soulever une caisse de 60 kg de 1 m ($g = 10$ N/kg, poulies et cordes de masse négligeable, sans frottement).

1. Avec une poulie fixe, quelle force doit-il exercer ? Quel est l'intérêt de la poulie ?
2. Avec une poulie mobile (la caisse est accrochée à la poulie, soutenue par deux brins), quelle force doit-il exercer ? Quelle longueur de corde doit-il tirer ?
3. Que remarque-t-on en calculant le produit force × longueur tirée dans les deux cas ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 17

Trois cordes attachées à un anneau tirent chacune avec une force de 100 N, dans trois directions formant entre elles des angles de 120°.

1. L'anneau est-il en équilibre ? Justifier par un raisonnement de symétrie.
2. On coupe l'une des cordes. Quelle est la résultante des deux forces restantes ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 18

Deux personnes tirent chacune sur une extrémité d'une corde avec une force de 200 N, en sens opposés. La corde est immobile.

1. Quelle est la tension de la corde : 0 N, 200 N ou 400 N ?
2. On attache une extrémité de la corde à un arbre et une seule personne tire avec 200 N. La tension change-t-elle ?
3. Dans un tir à la corde, une équipe tire avec 800 N et l'autre avec 750 N. Quelle est la résultante ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 19

Deux dynamomètres sont accrochés l'un sous l'autre au plafond. On suspend une masse de 2 kg au dynamomètre du bas ($g = 10$ N/kg, dynamomètres de masse négligeable).

1. Quelle valeur indique chaque dynamomètre ?
2. On accroche maintenant la masse à deux dynamomètres placés **côte à côte** (verticaux, symétriques). Que lit-on ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 20

Pour faire glisser à vitesse constante une caisse de 50 kg sur un sol horizontal, il faut la pousser avec une force horizontale de 150 N ($g = 10$ N/kg).

1. Quelle est l'intensité de la force de frottement ?
2. Calculer le coefficient de frottement $\mu = \frac{F_{\text{frott}}}{N}$.
3. On ajoute 30 kg dans la caisse. Quelle force faut-il désormais ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 21

Sur une caisse agissent 27 N vers la droite et 11 N vers la gauche. Calcule la résultante horizontale.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 22

Un livre de masse 0,6 kg est immobile sur une table horizontale. Prends g = 10 N/kg. Quelle force normale la table exerce-t-elle ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 23

Une caisse a un poids de 75 N là où g = 10 N/kg. Donne sa masse.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 24

Deux cordes tirent un anneau horizontalement, avec 6 N vers le nord et 8 N vers l'est. Quelle est la norme de la résultante ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 25

Un objet immobile est soumis à une force verticale vers le bas de 15 N et à une force verticale vers le haut de 9 N. Quelle troisième force compense les deux premières ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 26

Un palet à vitesse rectiligne constante est tiré par une force horizontale de 14 N. Si la seule autre force horizontale est le frottement, quelle est sa valeur ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 27

Comment convertir une force de 35 N en longueur sur un dessin à l'échelle 1 cm pour 10 N ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 28

Quelle force le sol exerce-t-il sur un patineur assis qui pousse vers le bas sur le sol, d'après l'action et la réaction ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 29

Une masse de 2 kg va d'un lieu où g vaut 10 N/kg vers un lieu où g vaut 4 N/kg. Compare masse et poids.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 30

Une lampe pend immobile d'un câble vertical. Le câble exerce une tension de 45 N. Que vaut le poids de la lampe ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site