Moments et équilibre — Exercices Physique 10e HarmoS

Exercice 1

Moment d'une force et clé plate : Pour dévisser un boulon très serré autour de son axe O, un mécanicien tire perpendiculairement à l'extrémité d'une clé plate longue de $d = 25$ cm avec une force $F = 80$ N.

1. Calculer le **moment de force** $M = F \cdot d$ (en N · m) exercé sur le boulon.
2. Le boulon résiste jusqu'à un couple de 30 N · m. En utilisant un tube rallonge pour porter le bras de levier à $d' = 50$ cm, quelle force minimale F' suffit maintenant pour le dévisser ?
3. Pourquoi est-il presque impossible d'ouvrir une porte en poussant près des charnières (gonds) ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 2

Principe des leviers — Balançoire à bascule : Une planche homogène de masse négligeable est posée en son milieu O sur un pivot. Un enfant A de masse $m_A = 36$ kg s'assoit à 1,5 **m à gauche** du pivot.

1. À quelle distance d_B à droite du pivot doit s'asseoir son camarade B de masse $m_B = 27$ kg pour maintenir la balançoire parfaitement horizontale (prendre $g = 10$ N/kg) ?
2. Un troisième enfant C ($m_C = 20$ kg) vient s'asseoir à 0,90 **m à gauche** du pivot, en plus de A. Où B (27 kg) doit-il maintenant s'asseoir à droite pour rétablir l'équilibre ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 3

Levier d'Archimède (pied-de-biche / barre à mine) : Pour soulever un bloc de pierre nécessitant une force verticale de $F_{\text{bloc}} = 2\,400$ N, un ouvrier utilise une barre rigide longue de $L = 1{,}80$ m en plaçant une cale servant de pivot à $d_1 = 0{,}20$ m du bloc.

1. Quel est le bras de levier d_2 dont dispose l'ouvrier à l'autre extrémité de la barre ?
2. Quelle force verticale minimale F_{ouvrier} doit-il exercer vers le bas pour soulever le bloc ? Quel est le *facteur de multiplication de force* obtenu ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 4

Bras de levier réel avec une force inclinée : Une barre horizontale OA de longueur $L = 1{,}20$ m est articulée en O à gauche. On exerce à son extrémité droite A une force $F = 50$ N inclinée vers le haut d'un angle $\theta = 30°$ par rapport à l'horizontale ($\sin 30° = 0{,}50$; $\cos 30° \approx 0{,}866$).

1. Expliquer pourquoi le bras de levier géométrique $d_\perp$ (distance perpendiculaire entre l'axe O et la droite d'action de $\vec{F}$) vaut $d_\perp = L \sin(30°)$ (et non L !).
2. Calculer le moment de cette force par rapport à O (en précisant le sens de rotation : horaire ou anti-horaire).
3. Pour quel angle θ ce moment serait-il maximal ? nul ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 5

Prise en compte de la masse propre d'une règle homogène : Une règle en bois **homogène** de longueur $L = 1{,}00$ m (100 cm) a une masse $m_R = 200$ g ($g = 10$ N/kg, poids $P_R = 2{,}0$ N). Elle est posée sur un couteau (pivot) placé non pas au milieu, mais à la graduation 30 **cm**.

1. En quel point précis s'applique le poids $\vec{P}_R$ de la règle homogène ? Quel est son bras de levier par rapport au pivot à 30 cm ?
2. Quelle masse m doit-on suspendre à l'extrémité gauche (graduation 0 cm) pour maintenir la règle horizontale en équilibre ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 6

Les 3 classes de leviers (exemples concrets et brouette) :

1. Rappeler la position relative du **pivot** (O), de la **force résistante** (R) et de la **force motrice** (M) pour les trois genres de leviers : inter-appui (ex. ciseaux), inter-résistant (ex. brouette), inter-moteur (ex. pince à épiler / avant-bras).
2. Une brouette chargée de sable a une masse totale $m = 60$ kg ($g = 10$ N/kg, $P = 600$ N). Son centre de gravité se trouve à $d_1 = 0{,}45$ m de l'axe de la roue, et les poignées où le jardinier soulève se trouvent à $d_2 = 1{,}35$ m de l'axe de la roue. Quelle force verticale F doit exercer le jardinier pour décoller les pieds de la brouette ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 7

Double condition d'équilibre d'un solide (forces ET moments) — Poutre sur deux appuis : Une passerelle horizontale homogène AB de longueur $L = 6{,}0$ m et de masse $m_P = 300$ kg ($P_P = 3\,000$ N appliqué au milieu à 3,0 m) repose librement sur deux piliers situés exactement à ses deux extrémités A et B.

Un randonneur de masse $m_R = 90$ kg ($P_R = 900$ N) s'arrête sur la passerelle à 2,0 **m du pilier gauche** A (donc à 4,0 m du pilier droit B).

1. En écrivant l'équilibre des moments par rapport au pilier gauche A ($\sum M_A = 0$), calculer la force verticale de soutien R_B exercée par le pilier droit B.
2. Utiliser l'équilibre des forces verticales ($R_A + R_B = P_P + P_R$) pour en déduire la force R_A exercée par le pilier gauche A.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 8

Grue à contrepoids : Une grue de chantier possède une flèche horizontale supportée par le mât central O :

- du côté gauche (contre-flèche), un contrepoids fixe de masse $M = 4\,000$ kg (40 000 N) est placé à $d_C = 5{,}0$ m de O ;
- du côté droit (flèche), un chariot mobile peut se déplacer jusqu'à $d_{\max} = 25$ m de O. On néglige la masse propre de la flèche.

1. Quelle **charge maximale** (en kg et en tonnes) cette grue peut-elle soulever à l'extrémité de la flèche (25 m) sans basculer ?
2. Si la grue doit soulever un bloc de béton de 2 000 kg (20 000 N), jusqu'à quelle **distance maximale** d de O peut-on avancer le chariot ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 9

Le treuil et le couple d'un volant : Un treuil servant à remonter un seau d'eau d'un puits est composé d'un tambour cylindrique de rayon $r = 10$ cm (0,10 m) entraîné par une manivelle de rayon $R = 40$ cm (0,40 m).

1. Le seau plein pèse $P = 160$ N. Quelle force minimale F perpendiculaire à la manivelle faut-il exercer pour le remonter à vitesse constante ?
2. Un conducteur tourne le volant de sa voiture (diamètre $D = 40$ cm, donc rayon 20 cm) en appliquant avec ses deux mains deux forces parallèles, égales et de sens opposés de $F_v = 15$ N chacune, tangentes aux bords opposés du volant (**couple de forces**). Calculer le moment total (couple) exercé sur la colonne de direction.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 10

Problème de synthèse — Échelle contre un mur lisse (forces et moments) : Une échelle homogène de longueur $L = 5{,}0$ m et de poids $P = 200$ N est posée sur un sol horizontal rugueux et appuyée contre un mur

vertical **lisse sans frottement**, de sorte que son pied est à $x = 3{,}0$ m du mur et son sommet est à $h = 4{,}0$ m de hauteur.

1. Quel est le bras de levier horizontal du poids $\vec{P}$ (appliqué au milieu de l'échelle) par rapport au pied A de l'échelle au sol ?
2. Comme le mur est sans frottement, la réaction $\vec{R}_M$ du mur en haut est **horizontale** (perpendiculaire au mur), avec un bras de levier vertical de $h = 4{,}0$ m par rapport à A. En écrivant l'équilibre des moments par rapport à A, calculer $\vec{R}_M$.
3. En déduire les deux composantes de la réaction du sol en A : la réaction normale R_N et la force de frottement horizontale f qui empêche l'échelle de glisser.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 11

Pour serrer un écrou, on exerce une force de 40 N perpendiculairement à une clé, à 25 cm de l'axe de l'écrou.

1. Calculer le moment de la force.
2. Quelle force faudrait-il avec une clé de 40 cm pour obtenir le même moment ?
3. Pourquoi est-il plus facile d'ouvrir une porte en poussant près de la poignée que près des charnières ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 12

Sur une balançoire à bascule de masse négligeable, Léa (30 kg) est assise à 2 m du pivot.

1. À quelle distance du pivot doit s'asseoir son père (75 kg) pour équilibrer la balançoire ?
2. Son frère (40 kg) s'assoit à 1,5 m du même côté que le père, qui ne bouge plus. L'équilibre est-il conservé ? Sinon, de quel côté penche la balançoire ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 13

Avec un pied-de-biche de 1,2 m, on veut soulever une charge exerçant une force de 1 200 N. Le pivot est à 10 cm de la charge.

1. Calculer les deux bras de levier.
2. Quelle force faut-il exercer à l'extrémité de la barre ?
3. De quelle classe de levier s'agit-il ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 14

Une brouette contient une charge de 600 N dont le centre de gravité est à 40 cm de l'axe de la roue. On la soulève par les poignées situées à 1,5 m de cet axe.

1. Quelle force verticale faut-il exercer sur les poignées ?
2. Quelle force supporte la roue ?
3. Comment réduire encore l'effort ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 15

Classer chaque outil selon le genre de levier :

- 1$^{\text{er}}$ **genre** : pivot entre la charge et l'effort ;
- 2$^{\text{e}}$ **genre** : charge entre le pivot et l'effort ;
- 3$^{\text{e}}$ **genre** : effort entre le pivot et la charge.

1. Une paire de ciseaux.
2. Un casse-noix.
3. Une pince à épiler.
4. L'avant-bras qui soulève un objet (le biceps s'attache près du coude).
5. Une balance romaine.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 16

Une poutre de masse négligeable de 4 m repose sur deux appuis A et B placés à ses extrémités. Une charge de 600 N est posée à 1 m de A.

1. Écrire l'équilibre des moments par rapport à A et calculer la réaction R_B.
2. En déduire R_A.
3. Où faut-il placer la charge pour que les deux appuis portent la même force ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 17

Une règle homogène de 1 m et de masse 200 g repose sur un pivot placé à la graduation 30 cm.

1. Où s'applique le poids de la règle ? À quelle distance du pivot ?
2. Quelle masse faut-il suspendre à la graduation 0 cm pour équilibrer la règle ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 18

On fabrique un mobile : une tige horizontale de masse négligeable est suspendue par un fil. À gauche du fil, on accroche un oiseau en papier de 50 g à 12 cm. À droite, on veut accrocher une étoile de 30 g.

1. À quelle distance du fil faut-il placer l'étoile ?
2. Quelle force le fil de suspension supporte-t-il ($g = 10$ N/kg) ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 19

Un treuil permet de remonter un seau de 20 kg d'un puits ($g = 10$ N/kg). La corde s'enroule sur un tambour de 10 cm de rayon ; la manivelle a un bras de 40 cm.

1. Calculer le moment du poids du seau par rapport à l'axe.
2. Quelle force minimale faut-il exercer perpendiculairement à la manivelle ?
3. Pour remonter le seau de 10 m, quelle distance la main parcourt-elle ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 20

On tient dans la main un haltère de 5 kg, l'avant-bras horizontal ($g = 10$ N/kg). Le coude est le pivot ; le biceps s'attache à 4 cm du coude et tire verticalement ; l'haltère est à 35 cm du coude. On néglige le poids de l'avant-bras.

1. Calculer la force exercée par le biceps.
2. Comparer au poids de l'haltère. Pourquoi ce « mauvais » levier est-il utile ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 21

Une force de 20 N est perpendiculaire à un levier et agit à 30 cm du pivot. Quel est son moment en valeur absolue ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 22

Une force de 50 N agit selon une droite passant par un pivot. Quel est son moment autour de ce pivot ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 23

Un poids de 80 N agit à 0,25 m à gauche d'un pivot sur une barre horizontale. Quelle force verticale vers le bas appliquée à 0,50 m à droite équilibre son moment ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 24

Deux forces verticales vers le bas, de 10 et 15 N, sont appliquées à droite du pivot à 0,4 et 0,2 m. Quel est le moment total ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 25

Un poids de 90 N est suspendu à droite, à 0,2 m du pivot. À quelle distance à gauche placer un poids de 30 N pour équilibrer une barre horizontale ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 26

Quelle force perpendiculaire à un bras de 0,15 m donne le même moment qu'une force de 12 N à 0,30 m ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 27

Pourquoi la poignée d'une porte est-elle placée loin des charnières ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 28

Une force de 40 N est appliquée à 0,5 m d'un pivot avec un angle de 30° entre le bras et la force. Donne la valeur du moment.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 29

Une masse de 2 kg est à 1,2 m à gauche d'une bascule. Quelle masse met-on à 0,8 m à droite pour équilibrer une planche légère ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 30

Une barre homogène seule est en équilibre sur un pivot placé en son centre de masse. Pourquoi son propre poids ne la fait-il pas tourner ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site