ENTRAÎNEMENT : MÉCANIQUE

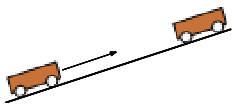
EXERCICE 1

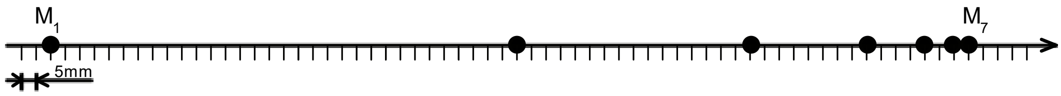
Le record du monde du 100 m est détenu par Usain Bolt. Il a parcouru les 100 m en 9,58’’ le 16 août 2009.

1. Son mouvement est-il rectiligne uniforme ou rectiligne uniformément varié ?
2. Sa vitesse est-elle constante, croissante ou décroissante ?
3. Calculer sa vitesse moyenne v en m/s puis en km/h.

EXERCICE 2

On lance un chariot sur un plan incliné. L’enregistrement de la trajectoire, avec $\Delta t = 40$ ms, est le suivant :

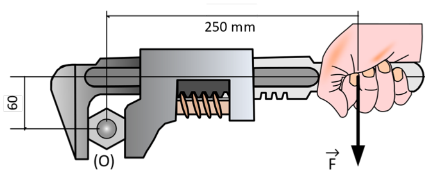


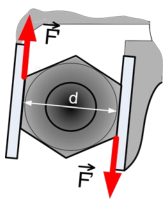


1. Préciser la nature de la trajectoire.
2. Préciser la variation de la vitesse.
3. Préciser la nature du mouvement : rectiligne uniforme, rectiligne uniformément accéléré, rectiligne uniformément ralenti ou circulaire uniforme.
4. Calculer la vitesse moyenne du chariot entre M_1 et M_7.

EXERCICE 3

1. Déterminer le sens de rotation.



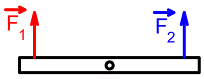


2. Calculer la valeur du moment appliqué sur l’écrou si l’intensité F de la force appliquée est de 150 N.
3. Déduire la valeur du couple c.
4. Calculer l’intensité de la force $\vec{F'}$ appliquée sur l’écrou (d = 24 mm).

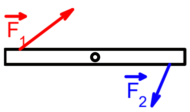
EXERCICE 4

1. Parmi les quatre situations suivantes, laquelle est un couple ?

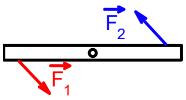
a.



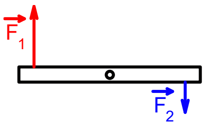
b.



c.



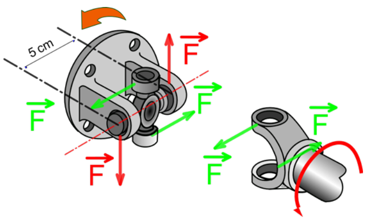
d.



2. Préciser le sens de rotation.
3. Pourquoi les autres cas ne sont-ils pas des couples ?

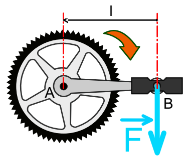
EXERCICE 5

Un moteur transmet au cardan représenté ci-contre un couple de forces c dont le moment est 150 Nm.
La distance entre les droites d'action des deux forces est 5 cm.
Déterminer l'intensité des forces exercées sur le croisillon du cardan.



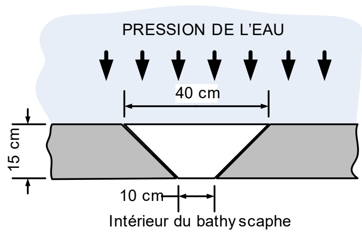
EXERCICE 6

Un cycliste de masse m = 80 kg appuie de tout son poids sur la pédale de son VTT.
1. Calculer la valeur de son poids (g = 9,8 N/kg).
2. Calculer le moment de son poids par rapport à l'axe du pédalier (AB = l = 175 mm : longueur de la manivelle du pédalier).



EXERCICE 7

Le 23 janvier 1960, le *Trieste* effectue une plongée dans la fosse des Mariannes à 10 916 m.
1. Calculer la pression en pascals, arrondie à l'unité, exercée par l'eau de mer sur l'engin. On prendra g = 9,81 N/kg et 1 015 kg/m^3 pour la densité de l'eau de mer.
2. Exprimer cette pression en bars. Le résultat sera donné à l'unité.
3. À cette profondeur, la pression est énorme. Les hublots doivent résister à des forces très importantes. Ils sont fabriqués en polyméthacrylate de méthyle, dont l'abréviation courante est PMMA, mais plus connu sous certaines dénominations de marques commerciales comme Plexiglas®, Lucite®, Altuglas®, etc. La surface externe du hublot faisant environ 0,125 7 m², calculer la force pressante exercée sur cette surface.



EXERCICE 8

1. Calculer la pression relative et la pression absolue auquel est soumis un plongeur en mer à la profondeur de 31,6 m. On donne : $\rho_{\text{eau de mer}}$ = 1 025 kg/m^3
2. Il descend de 10 m. Calculer la variation de pression, arrondie à l'unité, qu'il subit, en pascal puis en bar.
3. Il a l'impression que cette variation de pression entre 31,6 m et 41,6 m est plus forte qu'entre 12 m et 22 m. A-t-il raison ?

EXERCICE 9

Un vérin à huile est capable de soulever une masse de 50 000 kg.
Le cylindre a un diamètre de D_2 = 114 mm. La pompe a un diamètre d_1 de 18 mm.
Calculer la pression de l'huile et l'effort à exercer sur le piston de la pompe.

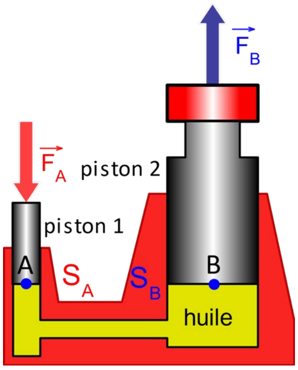
EXERCICE 10

En actionnant une pompe à main, une force d'intensité F_A = 100 N est exercée sur le piston 1 dont le diamètre est de 8 mm. Le piston 2 a un diamètre de 120 mm. La masse volumique de l'huile hydraulique est ρ_{huile} = 800 kg/m^3.

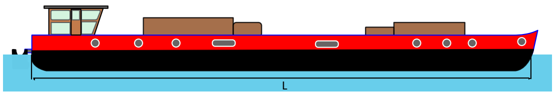
1. Déterminer la pression de l'huile au point A.

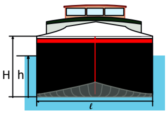
2. Déterminer la pression de l'huile au point B, et justifier votre réponse.

3. En déduire la norme de la force $\overrightarrow{F_B}$ et expliquer l'intérêt du dispositif.



EXERCICE 11





Une péniche Freycinet mesure normalement 38,50 m de long (L) sur 5,05 m de large (l) et sur 3,50 m de hauteur totale (H). Sa forme peut être assimilée à un rectangle. Si une péniche affiche une masse totale de 310 t (ensemble péniche + chargement), quel sera son tirant d'eau, c'est-à-dire la hauteur de la coque sous l'eau (h) ?

Données :

g = 10 N/kg ρ_{eau} = 1 000 kg/m^3 P = m. g m = ρ. V

EXERCICE 12

On peut simplifier la représentation d'une péniche à l'aide d'un parallélépipède rectangle de dimensions : longueur : 40 m ; largeur : 5 m ; hauteur : 4 m.

1. Lorsque la péniche est vide, sa masse est de 80 tonnes environ. Calculer alors le tirant d'eau h (hauteur de coque immergée) à vide.

2. On charge la péniche. Cette charge a une masse de 120 tonnes. Calculer alors le tirant d'eau en charge.

3. Pour pouvoir franchir les écluses, le tirant d'eau ne doit pas excéder 1,80 m.
Calculer la masse. On prendra g = 10 N/kg

EXERCICE 13

Soit une péniche de tirant d'eau H = 1,00 m (profondeur à laquelle il s'enfonce dans l'eau). On assimile ce bateau à un parallélépipède rectangle de longueur L = 15,0 m, de largeur l = 4,20 m et de hauteur h = 5,20 m. On prendra g = 9,80 N/kg.

1. Le bateau est immobile. Quelles sont les forces qui s'exercent sur le bateau ?

2. Déterminer toutes les caractéristiques de la poussée d'Archimède exercée par l'eau sur le bateau. Le volume d'eau déplacé par le bateau sera noté V. La masse volumique de l'eau est égale à ρ_{eau} = 1,00 kg/L (1000 kg/m^3).

3. Calculer la masse volumique ρ_b du bateau. Sachant que celui-ci est en acier (masse volumique ρ_{acier} = 7 500 kg/m^3). Expliquer pourquoi il arrive quand même à flotter.

EXERCICE 14

Un iceberg a un volume immergé V_i = 5 400 m^3. La masse volumique de l'eau de mer est ρ = 1 024 kg/m^3. On prendra g = 10 N/kg.

1. Calculer la poussée d'Archimède F_A.
2. En déduire le poids P de l'iceberg.
3. En déduire la masse m de l'iceberg.

EXERCICE 15

Un iceberg flotte en pleine mer. Sa masse est de 460 tonnes.
Données :
La masse volumique de la glace d'eau pure : ρ_{glace} = 920 kg/m^3.
La masse volumique de l'eau de mer : $\rho_{eau\ de\ mer}$ = 1 025 kg/m^3.
g = 10 N/kg.
1. Quelles sont les forces qui s'exercent sur l'iceberg ?
2. Calculer la valeur du poids $\vec{P}$ de l'iceberg.
3. Calculer le volume total V de l'iceberg.
4. Sachant que l'iceberg est en équilibre, donner la valeur F_A de la poussée d'Archimède $\overrightarrow{F_A}$.
5. Calculer le volume immergé V_i de l'iceberg (volume se trouvant dans l'eau). Arrondir à l'unité.
6. En déduire, en pourcentage, la part immergée de l'iceberg. Arrondir à l'unité.

EXERCICE 16

Un paquebot (bateau) de masse M = 8 000 tonnes est immobile dans un port. On appelle $\overrightarrow{F_A}$ la résultante des forces exercée par l'eau sur la coque du navire.
1. Exprimer la valeur de $\overrightarrow{F_A}$ en fonction du volume V de la partie immergée (sous l'eau) du navire et de la masse volumique de l'eau de mer.
2. La masse volumique de l'eau de mer vaut $\rho_{eau\ mer}$ = 1 030 kg/m^3 ; calculer V. Donner le résultat avec 4 chiffres significatifs.

EXERCICE 17

Dans une installation de chauffage centrale à circulation d'eau, la pompe entraîne l'eau à la vitesse v_1 = 0,40 m/s dans une canalisation de section S_1 = 12,5 cm². Un réducteur ramène cette section à S_2 = 2,5 cm². Calculer la vitesse de l'eau v_2 dans la seconde portion.

EXERCICE 18

Un liquide s'écoule dans une conduite dont les variations de section sont lentes. Le débit est de 3 000 L/min. Calculer les vitesses moyennes v_1 et v_2 dans deux sections droites de diamètre D_1 = 120 mm et D_2 = 200 mm.

EXERCICE 19

Dans les conditions de repos, le débit cardiaque est environ égal à Q = 9,34.10^{-5} m^3/s chez un adulte moyen. On considère l'aire de la section de l'aorte : S = 2,54.10^{-4} m². Le sang s'écoule dans cette artère à une vitesse moyenne v.
1. Calculer la vitesse moyenne v d'écoulement du sang dans l'artère. (Arrondir à 0,01).
2. Si le diamètre de l'artère diminue en raison du dépôt de cholestérol, indiquer comment varie la vitesse d'écoulement.

EXERCICE 20

Associer aux symboles, les grandeurs physiques et leurs unités.
Grandeurs physiques : vitesse d'écoulement, pression, masse volumique, débit volumique.
Unités : Pa, m/s, m^3/s, kg/m^3.

CORRIGÉ

Exercice 1

1. Son mouvement est rectiligne uniformément varié (accéléré).
2. Sa vitesse est croissante.
3. $v = \frac{d}{t} = \frac{100}{9{,}58} = 10{,}44$ m/s, soit 37,58 km/h (10,44 × 3,6)

Exercice 2

1. La trajectoire est une droite.
2. La vitesse diminue.
3. Le mouvement est rectiligne uniformément ralenti.
4. d = 63 × 5 = 315 mm soit 0,315 m.
t = 63 × 40 = 2520 ms soit 2,52 s.
$v = \frac{d}{t} = \frac{0{,}315}{2{,}52} = 0{,}125$ m/s.

Exercice 3

1. L'action de la force $\vec{F}$ tend à faire tourner l'écrou dans le sens horaire.
2. On applique la formule du moment : m = F × d = 150 × 0,25 =37,5 Nm.
3. C'est la même valeur qui s'applique sur l'écrou : 37,5 Nm.
4. c = F' × d ⇔ F' = c/d = $\frac{37{,}5}{0{,}024}$ = 1 562,5 N.

Exercice 4

1. La situation c constitue un couple.
2. Le couple de forces tend à le faire tourner dans le sens anti-horaire.
3. a. Les droites d'action sont parallèles, les forces ont même intensité mais elles sont dans le même sens.
b. Les droites d'action ne sont pas parallèles et les forces n'ont pas la même intensité.
d. Les droites d'action sont parallèles, les forces sont de sens opposées mais leurs intensités sont différentes.

Exercice 5

c = F × d, donc F = c/d, soit F = $\frac{150}{0{,}05}$ = 3 000 N.
L'intensité des forces exercées sur le croisillon du cardan est de 3 000 N.

Exercice 6

1. P = m × g = 80 × 9,8 = 784 N.
2. m = F × d = 784 × 0,175 = 137,2 Nm.

Exercice 7

1. On applique le principe fondamental de l'hydrostatique p = ρ × g × h, soit p = 1 015 × 9,81 × 10 916 = 108 692 249 Pa

2. Cela équivaut à environ 1 087 bars.
3. $F = p \times S = 108\,692\,249 \times 0{,}125\,7 = 13\,662\,616$ N.

Exercice 8

1. $p = \rho gh = 1\,025 \times 9{,}81 \times 31{,}6 = 317\,745{,}9$ soit 317 746 Pa, soit 3,18 bars.
C'est la pression relative (par rapport au niveau de la mer).
$P_{absolue} = P_{relative} + P_{atmosphérique}$. 317 746 + 101 325 = 419 071 Pa, soit 4,19 bars.
2. Il descend de 10 m. La variation de pression est Δp ($p_2 - p_1$).
$p_2 = \rho\, g\, h_2$ et $p_1 = \rho\, g\, h_1$, donc $p_2 - p_1 = \rho\, g\, h_2 - \rho\, g\, h_1 = \rho\, g\, (h_2 - h_1)$.
$\Delta p = \rho\, g\, \Delta h = 1025 \times 9{,}81 \times 10 = 100\,552{,}5$ Pa.
3. Non, la variation de pression ne dépend pas de la profondeur, mais de la variation de la profondeur.

Exercice 9

1. Poids de l'objet de masse m = 50 000 kg, $P = 50\,000 \times 9{,}81 = 490\,500$ N (F_2)
$S_B = \frac{\pi D_2^{\,2}}{4} = \frac{\pi \times 0{,}114^2}{4} \approx 0{,}010\,2$ m², d'où $p_B = \frac{F_B}{S_B} = \frac{490\,500}{0{,}0102} = 48\,088\,235$ Pa, soit environ 481 bars.
2. $p_1 = p_2$ et $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$, d'où $\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{\frac{\pi d_1^{\,2}}{4}}{\frac{\pi D_2^{\,2}}{4}} = \frac{d_1^{\,2}}{D_2^{\,2}} = \left(\frac{d_1}{D_2}\right)^2$.
$F_1 = F_2 \times \left(\frac{d_1}{D_2}\right)^2 = 490\,500 \times \left(\frac{18}{114}\right)^2 \approx 12\,129$ N.

Exercice 10

1. On applique la définition d'une force pressante $F_A = p_A \times S_A$
La surface S_A est celle d'un disque de rayon 4 mm soit 4×10^{-3} m :
$S_A = \pi\, (4 \times 10^{-3})^2 = 5{,}02 \times 10^{-5}$ m².
On isole p_A : $p_A = \frac{F_A}{S_A} = \frac{100}{5{,}02(10^{-5})} \approx 1\,992\,031$ Pa, soit 2.0 MPa.
2. $p_A = p_B$. Les points A et B dans le fluide sont au même niveau, et seront donc à la même pression.
3. $F_B = p_B \times S_B = 2{,}0 \times 10^6 \times \pi \times (0{,}060)^2 \approx 22\,619$, soit 23 kN.
On a démultiplié la force exercée, elle sera 226 fois plus intense.

Exercice 11

La péniche flotte, donc la poussée d'Archimède et le poids sont égaux : $F_A = P$.
On a $m \times g = \rho_{eau} \times g \times V_i$, avec $V_i = L \times l \times h = 38{,}5 \times 5{,}05 \times h = 194{,}425 \times h$.
Donc $m \times g = \rho_{eau} \times g \times 194{,}4285 \times h$.
$m = \rho_{eau} \times 194{,}4285 \times h$, donc $h = \frac{310\,000}{194\,425} = 1{,}6$ m tirant d'eau.
La péniche s'enfoncera de 1,6 m dans l'eau.

Exercice 12

1. La péniche est en équilibre donc FA = P.
D'où $m \times g = \rho_{eau} \times g \times V_i$, soit $m = \rho_{eau} \times Vi$.
Or, $Vi = L \times l \times h = 40 \times 5 \times h$, d'où $h = \frac{m}{\rho_{eau} x L x l} = \frac{80\,000}{200\,000} = 0{,}4$ m.
Le tirant d'eau est de 40 cm.
2. La péniche est chargée à 120 t (soit 80 + 120 = 200, soit 200 000 kg).
$h = \frac{200}{200} = 1$ m. Le tirant d'eau est de 1 m.
3. $m = \rho_{eau} \times V_{imm} = \rho_{eau} \times L \times l \times h = 1\,000 \times 40 \times 5 \times 1{,}8 = 360\,000$ kg soit 360 t.

Exercice 13

1. Les forces qui s'appliquent sur le bateau sont : le poids $\vec{P}$ et la poussée d'Archimède $\overrightarrow{F_A}$.
2. La poussée d'Archimède est une force verticale, dirigée de bas en haut, d'intensité égale au poids du volume d'eau V déplacé, appliquée au centre d'inertie du bateau.
La péniche est en équilibre : $P = F_A$.
Soit $m \times g = \rho_{eau} \times g \times V_i = 1000 \times 9{,}8 \times (15 \times 4{,}2 \times 1) = 617\ 400$ N.
3. Le poids de la péniche est égal au poids du volume d'eau déplacé :
$m_{péniche} \times g = m_{eau\ déplacée} \times g$.
$\rho_{bateau} \times V_{bateau} = \rho_{eau} \times V_{eau}$, donc $\rho_{bateau} = \frac{\rho_{eau} \times V_{eau}}{V_{bateau}} = \frac{\rho_{eau} \times L \times l \times h}{L \times l \times H}$.
$\rho_{eau} \times \frac{h}{H} = 1\ 000 \times \frac{1}{5{,}2} = 192$ kg/m^3.
La péniche peut flotter car sa masse volumique est inférieure à celle de l'eau.
La péniche est essentiellement remplie d'air de masse volumique très faible.

Exercice 14

1. On calcule la poussée d'Archimède : $\overrightarrow{F_A} = \rho \times V_i \times g = 1\ 024 \times 5\ 400 \times 10 = 55\ 296\ 000$ N
2. L'iceberg flotte, donc son poids et la poussée d'Archimède sont égaux : $P = \overrightarrow{F_A} = 55\ 296\ 000$ N.
3. On calcule alors la masse de l'iceberg : $m = \frac{P}{g} = 5\ 529\ 600$ kg = 5 529,6 tonnes.

Exercice 15

1. Les forces qui s'appliquent sont : son poids $\vec{P}$ et la poussée d'Archimède $\overrightarrow{F_A}$.
2. 460 tonnes = 460 000 kg.
$P = m \times g$.
$P = 460\ 000 \times 10 = 4\ 600\ 000$ N.
3. $\rho = \frac{m}{V}$, donc $V = \frac{m}{\rho} = \frac{460\ 000}{920} = 500$ m^3.
4. L'iceberg flotte donc son poids et la poussée d'Archimède sont égaux : $\overrightarrow{F_A} = P$.
$F_A = 4\ 600\ 000$ N.
5. $F_A = \rho \times g \times V_i \Leftrightarrow V_i = \frac{F_A}{\rho \times g} = \frac{4\ 600\ 000}{1025 \times 10} = 449$ m^3.
6. $\frac{449}{500} \times 100 = 89{,}8$.
89,8% du volume de l'iceberg sont immergés.

Exercice 16

1. $F_A = \rho \times g \times V_i$.
2. $P = m \times g = 8\ 000\ 000 \times 10 = 80\ 000\ 000$ N = 80 MN (méganewton).
Le paquebot flotte donc $P = \overrightarrow{F_A}$.
$\overrightarrow{F_A} = \rho \times g \times V_i$, donc $V_i = \frac{\overrightarrow{F_A}}{\rho \times g} = \frac{80\ 000\ 000}{1030 \times 10} = 7\ 767$ m^3.

Exercice 17

Dans un fluide parfait en écoulement permanent, le débit Q_1 à l'entrée du tube de section S_1 est égal au débit Q_2 à la sortie du tube de section S_2 : $Q_1 = Q_2$, d'où :
$v_1 \times S_1 = v_2 \times S_2$.
$v_2 = v_1 \times \frac{S_1}{S_2}$.
$v_1 = 0{,}4 \times \frac{12{,}5}{2{,}5} = 2$ m/s.

Exercice 18

Q = 3000L/min = 0,05 m^3/s. Le liquide est incompressible. Le débit est constant.
Donc $Q_1 = Q_2 = Q = S \times v$.
Calcul de la vitesse moyenne v_1 :
$S_1 = \pi \frac{D_1^2}{4}$.
$Q = S_1 \times v_1$.
$v_1 = \frac{4Q}{\pi D_1^2} = \frac{4 \times 0{,}05}{\pi \times 0{,}120^2} = 4{,}42$ m/s.
Calcul de la vitesse moyenne v_2 :
$S_2 = \pi \frac{D_2^2}{4}$.
$Q = S_2 \times v_2$.
$v_2 = \frac{4Q}{\pi D_2^2} = \frac{4 \times 0{,}05}{\pi \times 0{,}200^2} = 1{,}59$ m/s.

Exercice 19

1. $Q = S \times v$, donc $v = \frac{Q}{v} = \frac{9{,}34.10^{-5}}{2{,}54.10^{-4}} = 0{,}37$ m/s.
2. Si le diamètre rétrécit, alors la vitesse va augmenter.

Exercice 20

Grandeur	Masse volumique	Vitesse d'écoulement	Pression	Débit volumique
Unités	kg/m^3	m/s	Pa	m^3/s