Dima Dima Physique | TC | TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE — PHYSIQUE

Série N°2 : Les actions mécaniques et les forces

CORRIGÉ INTÉGRALEMENT EXPLIQUÉ

Démarche guidée, calculs détaillés et conclusion à chaque question.

Méthode à retenir

Avant un calcul : **(1)** identifier les données ; **(2)** convertir dans les unités adaptées ; **(3)** écrire la formule littérale ; **(4)** remplacer par les valeurs avec les unités ; **(5)** conclure et vérifier si le résultat est cohérent.

Exercice 1 – Effets des actions mécaniques

1. Réponse expliquée.
Situation 1, joueur et ballon immobile : **acteur : pied du joueur ; receveur : ballon ; effet : mise en mouvement**. L'action du pied change l'état initial de repos du ballon.

2. Réponse expliquée.
Situation 2, gardien et ballon : **acteur : mains du gardien ; receveur : ballon ; effet : modification du mouvement** (ralentissement puis arrêt).

3. Réponse expliquée.
Situation 3, perchiste : **acteur : athlète ; receveur : perche ; effet : déformation**. La perche se courbe sous l'action de l'athlète.

4. Réponse expliquée.
Situation 4, grue : **acteur : câble ; receveur : charge ; effet : modification du mouvement / soulèvement**. Le câble transmet une force de traction à la charge.

5. Réponse expliquée.
Situation 5, aimant : **acteur : aimant ; receveur : bille en fer ; effet : déviation du mouvement**. L'interaction magnétique agit même sans contact.

6. Réponse expliquée.
Situation 6, ressort : **acteur : masse suspendue ; receveur : ressort ; effet : allongement** (déformation). On distingue toujours le corps qui agit et celui qui subit l'action.

Exercice 2 – Classement des actions mécaniques

1. Réponse expliquée.
Terre sur livre : **action à distance** (gravitation), car il n'est pas nécessaire que la Terre soit en contact local avec le livre pour l'attirer.

2. Réponse expliquée.
Fil tendu sur boule : **contact localisé**, car la traction se transmet au point d'attache du fil.

3. Réponse expliquée.

Table sur carton : **contact réparti**, car la force de soutien résulte du contact sur une surface.

4. Réponse expliquée.
Aimant sur clou : **action à distance**, puisqu'il peut l'attirer avant tout contact.

5. Réponse expliquée.
Eau sur la paroi du récipient : **contact réparti**. Les forces pressantes s'exercent sur la surface mouillée, et non sur un seul point.

Exercice 3 – Forces intérieures et extérieures

1. Réponse expliquée.
On définit d'abord le système : $\{L + A + B\}$ inclut locomotive et deux wagons. Les forces transmises entre L et A, puis entre A et B, relient des parties *du même système* : ce sont des **actions intérieures**.

2. Réponse expliquée.
Pour le système $\{A\}$ seul, les autres corps sont extérieurs. Les actions de L sur A, de B sur A et de la Terre sur A sont donc toutes **extérieures**.

3. Réponse expliquée.
Pour $\{A+B\}$, l'action de A sur B est **intérieure**, mais l'action de L sur A est **extérieure**, puisque L n'appartient pas au système.

4. Réponse expliquée.
Il faut toujours annoncer la frontière du système avant de classer les forces : la même interaction entre A et B devient intérieure si les deux wagons sont inclus, et extérieure si l'on étudie seulement A.

Exercice 4 – Caractéristiques d'une force

1. Réponse expliquée.
Une force est décrite par quatre caractéristiques : **point d'application** A ; **direction** horizontale ; **sens** vers la droite ; **intensité** $F = 12\,\text{N}$. Une direction ne doit pas être confondue avec un sens : « horizontale » et « vers la droite » sont deux informations différentes.

2. Réponse expliquée.
Échelle : $4\,\text{N}$ correspondent à $1\,\text{cm}$. Par proportionnalité, $12\,\text{N}$ correspondent à $12/4 = 3\,\text{cm}$. Dessiner une flèche horizontale de 3 cm partant de A vers la droite.

3. Réponse expliquée.
Pour $8\,\text{N}$, la longueur vaut $8/4 = 2\,\text{cm}$. Partir de A, tracer une droite verticale et y dessiner une flèche de 2 cm orientée vers le haut.

Exercice 5 – Poids d'un corps

1. Réponse expliquée.
Le poids est $P = mg$. Données : $m = 3{,}5\,\text{kg}$, $g = 9{,}8\,\text{N/kg}$. Remplacement : $P = 3{,}5 \times 9{,}8 = 34{,}3\,\text{N}$. Les kg se simplifient et il reste des newtons.

2. Réponse expliquée.
Caractéristiques du poids $\vec{P}$: application au centre de gravité G ; direction verticale ; sens vers le bas (centre de la Terre) ; intensité $34{,}3\,\text{N}$.

3. Réponse expliquée.
Échelle : $10\,\text{N} \leftrightarrow 1\,\text{cm}$. Longueur $L = 34{,}3/10 = 3{,}43\,\text{cm}$. Mesurer depuis G, dessiner verticalement vers le bas.

4. Réponse expliquée.
Pour trouver une masse à partir d'un poids : $P = mg \Rightarrow m = P/g = 58{,}8/9{,}8 = 6{,}0\,\text{kg}$. Attention : le poids n'est pas la masse.

Exercice 6 – Livre posé sur une table

1. Réponse expliquée.
Le système étudié est le livre. Il subit le poids $\vec{P}$ exercé par la Terre, vertical vers le bas, et la réaction normale $\vec{R}_N$ exercée par la table, verticale vers le haut. On néglige les autres actions conformément à l'énoncé.

2. Réponse expliquée.
$P = mg = 1{,}2 \times 10 = 12\,\text{N}$.

3. Réponse expliquée.
L'énoncé donne $\vec{P} + \vec{R}_N = \vec{0}$. Deux forces verticales opposées dont la somme est nulle ont la même intensité : $R_N = P = 12\,\text{N}$.

4. Réponse expliquée.
À 1 cm pour 4 N, chaque flèche mesure $12/4 = 3\,\text{cm}$. Tracer $\vec{P}$ vers le bas depuis G et $\vec{R}_N$ vers le haut au niveau du contact (une représentation simplifiée peut la ramener au centre).

5. Réponse expliquée.
Le contact table–livre est **réparti** sur une surface ; sa résultante normale est perpendiculaire à la table, donc verticale vers le haut.

Exercice 7 – Réaction et frottement

1. Réponse expliquée.
La composante normale $\vec{R}_N$ est **perpendiculaire au plan** (verticale). La composante tangentielle $\vec{R}_T$, associée au frottement, est **parallèle au plan** (horizontale).

2. Réponse expliquée.
La réaction totale se décompose en $\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{R}_T$. Les deux composantes sont orthogonales.

3. Réponse expliquée.
On applique Pythagore au triangle des forces : $R = \sqrt{R_N^2 + R_T^2} = \sqrt{24^2 + 7^2} = \sqrt{625} = 25\,\text{N}$.

4. Réponse expliquée.
$k = R_T/R_N = 7/24 \approx 0{,}292$. Le coefficient est sans unité puisque c'est un rapport de deux forces.

5. Réponse expliquée.
$\tan\varphi = k$; donc $\varphi = \arctan(7/24) \approx 16{,}3°$. La calculatrice doit être réglée en degrés.

Exercice 8 – Force pressante et pression

1. Réponse expliquée.
La pression est le rapport entre la force pressante perpendiculaire à la surface et l'aire : $p = F/S$. En unités SI : F en newtons, S en m^2 et p en pascals ($1\,\text{Pa} = 1\,\text{N/m}^2$).

2. Réponse expliquée.
$1\,\text{cm} = 10^{-2}\,\text{m}$ donc $1\,\text{cm}^2 = 10^{-4}\,\text{m}^2$. Ainsi $300\,\text{cm}^2 = 300 \times 10^{-4} = 3{,}0 \times 10^{-2}\,\text{m}^2$.

3. Réponse expliquée.
$p = 150/(3{,}0 \times 10^{-2}) = 5{,}0 \times 10^3\,\text{Pa}$. Avec $1\,\text{bar} = 10^5\,\text{Pa}$: $p = 5000/100\,000 = 0{,}050\,\text{bar}$.

4. Réponse expliquée.

Surface divisée par deux : $S' = S/2 = 0{,}015\,\text{m}^2$. Pour la même force : $p' = 150/0{,}015 = 1{,}0\times10^4\,\text{Pa} = 0{,}10\,\text{bar}$. La pression **double**.

5. Réponse expliquée.
Une pointe concentre une force sur une très petite surface. Comme $p = F/S$, une aire S faible rend p élevée, même lorsque F reste modérée.

Exercice 9 – Unités de pression

1. Réponse expliquée.
$2{,}5\,\text{bar} = 2{,}5\times10^5 = 250\,000\,\text{Pa}$. $80\,000\,\text{Pa} = 80\,000/10^5 = 0{,}80\,\text{bar}$.

2. Réponse expliquée.
$202\,650/101\,325 = 2{,}0\,\text{atm}$. On utilise la valeur fournie de l'atmosphère standard.

3. Réponse expliquée.
Comme $76\,\text{cmHg} \simeq 1\,\text{atm}$, $38\,\text{cmHg}$ représente la moitié : $0{,}50\,\text{atm}$.

4. Réponse expliquée.
On mesure la pression d'un gaz enfermé avec un **manomètre**. La pression de l'air extérieur se mesure avec un **baromètre**.

5. Réponse expliquée.
La pression atmosphérique **diminue** généralement lorsque l'altitude augmente, car la colonne d'air située au-dessus de l'observateur est moins importante.

Exercice 10 – Pression dans un liquide

1. Réponse expliquée.
À une profondeur h dans un liquide homogène au repos, $p(h) = p_a + \rho g h$. La différence $p(h) - p_a$ vaut $\rho g h$; utiliser ρ en kg/m^3, g en N/kg et h en mètres.

2. Réponse expliquée.
$p(3) = 101\,325 + 1000\times9{,}8\times3 = 101\,325 + 29\,400 = 130\,725\,\text{Pa}$.

3. Réponse expliquée.
$\Delta p = p(3) - p_a = \rho g h = 1000\times9{,}8\times3 = 29\,400\,\text{Pa}$. La pression de surface s'annule dans la différence.

4. Réponse expliquée.
On cherche h tel que $\Delta p = 49\,000\,\text{Pa}$. De $\Delta p = \rho g h$, $h = 49\,000/(1000\times9{,}8) = 5{,}0\,\text{m}$. Pour *dépasser* exactement $49\,000\,\text{Pa}$ de surpression, il faut $h > 5{,}0\,\text{m}$.

5. Réponse expliquée.
Plus on descend, plus le liquide au-dessus exerce une action pressante importante. Mathématiquement, $\rho g h$ augmente avec h quand ρ et g restent constants.

Exercice 11 – Composantes d'une force

1. Réponse expliquée.
La force $\vec{F}$ est dirigée vers la droite et vers le haut. Pour un angle α mesuré depuis Ox, la projection horizontale est $F_x = F\cos\alpha$ et la verticale $F_y = F\sin\alpha$. Les deux sont positives.

2. Réponse expliquée.
$F_x = 20\cos30° = 20\sqrt{3}/2 = 10\sqrt{3} \simeq 17{,}32\,\text{N}$. $F_y = 20\sin30° = 20\times0{,}5 = 10{,}0\,\text{N}$.

3. Réponse expliquée.

Dans la base orthonormée $(\vec{i},\vec{j})$: $\vec{F} = (10\sqrt{3})\vec{i} + 10\vec{j}$ (N). Les coefficients sont les projections algébriques.

4. Réponse expliquée.
$\sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(10\sqrt{3})^2 + 10^2} = \sqrt{300 + 100} = 20\,\text{N}$. On retrouve l'intensité initiale : c'est une vérification utile.

Exercice 12 – Signes des projections

1. Réponse expliquée.
Chaque carreau vaut 2 N. Sur la figure (page 5) : (a) flèche de 3 carreaux vers la droite, donc $(F_x, F_y) = (+6, 0)\,\text{N}$; (b) 3 carreaux vers la gauche, donc $(-6, 0)\,\text{N}$; (c) 3 carreaux vers le haut, donc $(0, +6)\,\text{N}$; (d) 2 carreaux vers la droite et 3 vers le bas, donc $(+4, -6)\,\text{N}$. On compte les carreaux du point de départ à la pointe de la flèche.

2. Réponse expliquée.
Dans le cas (d), $F = \sqrt{4^2 + (-6)^2} = \sqrt{52} = 2\sqrt{13} \simeq 7{,}2\,\text{N}$. Le signe négatif d'une composante disparaît lorsqu'on la met au carré.

3. Réponse expliquée.
(a) et (b) : **forces horizontales** ($F_y = 0$) ; (c) : **force verticale** ($F_x = 0$). La force (d) est oblique.

4. Réponse expliquée.
Le signe indique le sens sur l'axe : + pour droite ou haut, − pour gauche ou bas. Le signe n'indique pas que la norme de la force serait négative : une intensité est toujours positive ou nulle.

Exercice 13 – Somme des forces

1. Réponse expliquée.
Somme horizontale : $\sum F_x = 6 + (-4) + (-2) = 0\,\text{N}$. Somme verticale : $\sum F_y = 2 + 3 + (-5) = 0\,\text{N}$.

2. Réponse expliquée.
La résultante s'obtient en additionnant séparément les coefficients de $\vec{i}$ et $\vec{j}$: $\vec{F}_{\text{res}} = (\sum F_x)\vec{i} + (\sum F_y)\vec{j} = \vec{0}$.

3. Réponse expliquée.
Son intensité est $\|\vec{F}_{\text{res}}\| = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0\,\text{N}$.

4. Réponse expliquée.
Oui, la somme vectorielle est nulle puisque ses deux projections sont nulles. Cela n'implique pas que chaque force soit nulle ; elles se compensent.

Problème 1 – Bloc tiré sur un sol

1. Réponse expliquée.
Le poids $\vec{P}$ est une force à distance, verticale vers le bas ; la traction $\vec{F}$ est une action de contact exercée par le système qui tire ; la normale $\vec{R}_N$ est verticale vers le haut ; le frottement $\vec{R}_T$ est horizontal vers la gauche. Les trois dernières sont des actions de contact.

2. Réponse expliquée.
$P = mg = 6 \times 10 = 60\,\text{N}$. $F_x = F\cos 30° = 30\sqrt{3}/2 = 15\sqrt{3} \approx 25{,}98\,\text{N}$; $F_y = F\sin 30° = 15\,\text{N}$.

3. Réponse expliquée.
L'énoncé précise $\sum F_y = 0$. En choisissant vers le haut positif : $R_N + F_y - P = 0$. Donc $R_N = P - F_y = 60 - 15 = 45\,\text{N}$. Le frottement est horizontal et ne contribue pas ici.

4. Réponse expliquée.

La réaction totale a deux composantes perpendiculaires : $R = \sqrt{R_N^2 + R_T^2} = \sqrt{45^2 + 12^2} = \sqrt{2169} = 46{,}57\,\text{N}$.

5. Réponse expliquée.
$k = R_T/R_N = 12/45 = 0{,}267$, sans unité.

6. Réponse expliquée.
Sur l'axe horizontal positif vers la droite : $\sum F_x = F\cos 30° - R_T = 15\sqrt{3} - 12 = 13{,}98\,\text{N}$ vers la droite. Une somme non nulle ne doit pas être déclarée égale à zéro : seule l'annulation verticale est donnée.

Problème 2 – Deux forces obliques et poids

1. Réponse expliquée.
Sur Ox vers la droite et Oy vers le haut : $F_x > 0, F_y > 0$; $R_x < 0, R_y > 0$; $P_x = 0, P_y < 0$. On lit les signes à partir du sens des flèches.

2. Réponse expliquée.
Puisque α est mesuré depuis l'horizontale, $F_x = F\cos\alpha$, $F_y = F\sin\alpha$. Puisque β est mesuré depuis la verticale, $R_x = -R\sin\beta$, $R_y = R\cos\beta$. Le poids donne $P_x = 0$, $P_y = -P$.

3. Réponse expliquée.
Numériquement : $F_x = 18\cos 40° \approx 13{,}789\,\text{N}$; $F_y = 18\sin 40° \approx 11{,}570\,\text{N}$; $R_x = -14\sin 25° \approx -5{,}917\,\text{N}$; $R_y = 14\cos 25° \approx 12{,}688\,\text{N}$; $P_y = -25\,\text{N}$. D'où $F_{\text{res},x} \approx 7{,}87\,\text{N}$ et $F_{\text{res},y} \approx -0{,}74\,\text{N}$.

4. Réponse expliquée.
$F_{\text{res}} = \sqrt{7{,}872^2 + (-0{,}742)^2} \approx 7{,}91\,\text{N}$. On calcule la norme après avoir additionné les composantes, jamais en additionnant directement les intensités.

5. Réponse expliquée.
La résultante n'est **pas nulle** puisque $F_{\text{res},x} \neq 0$. Elle est principalement orientée vers la droite et très légèrement vers le bas.

Méthode à retenir

Pour réviser : Ne mémorisez pas seulement la réponse numérique : refaites les étapes et expliquez chaque formule avec vos propres mots.