



simulationconcours.be



Physique

Carnet d'entraînement



# quantite de mouvement

Travail, énergie et puissance · Mécanique 5 — des exercices calibrés concours, du plus simple au plus retors.

42 exercices

3 niveaux

corrigés détaillés

## Comment bosser ce carnet

- ✓ Lis d'abord le tutoriel : la mécanique y est expliquée pas à pas
- ✓ Fais chaque niveau en entier **avant** d'ouvrir les corrigés
- ✓ Note à côté de chaque exo : réussi, hésité ou raté — et rejoue les ratés 48 h plus tard



simulationconcours.be

scanne & continue en ligne

## Sommaire

- 1 Le tutoriel — la mécanique expliquée .....
- 2 Les exercices ..... Facile x14 · Moyen x14 · Difficile x14
- 3 Les corrigés détaillés ..... exercice par exercice

## Le tutoriel

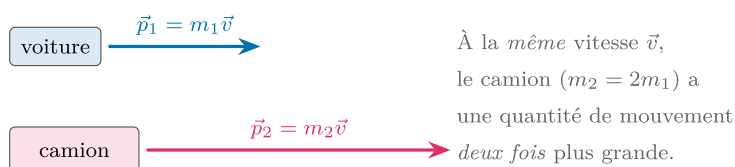
Ce document est un **carnet d'exercices** : on t'explique d'abord la mécanique, puis tu la travailles sur 42 exercices classés en trois niveaux. Les corrigés détaillés t'attendent en deuxième partie, après la page « Corrigés » — pas avant de l'avoir mérité.

À côté de l'énergie, une autre grandeur mesure « l'élan » d'un corps en mouvement : la **quantité de mouvement**. Contrairement à l'énergie (scalaire), c'est une grandeur *vectorielle*.

**À RETENIR** *quantité de mouvement*

$$\vec{p} = m \vec{v} \quad (\text{en kilogramm/s})$$

$m$  en kilogram,  $\vec{v}$  en m/s. Le vecteur  $\vec{p}$  a la *même direction* et le *même sens* que la vitesse  $\vec{v}$ . En norme :  $p = m v$ . **Attention** :  $v$  doit être en m/s (diviser les km/h par 3,6).



**MÉTHODE** *calculer et comparer des quantités de mouvement*

- 1 Convertir la vitesse en m/s si elle est donnée en km/h.
- 2 Calculer  $p = m v$  pour chaque mobile.
- 3 Pour comparer, faire le *rapport* des quantités de mouvement (à même vitesse,

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2}{m_1}.$$

**À RETENIR** *quantité de mouvement et « difficulté à arrêter »*

Plus la quantité de mouvement d'un corps est grande, plus il est *difficile à arrêter* : il faut une force plus grande, ou une distance (ou durée) de freinage plus longue. Un corps *massif et rapide* a une grande quantité de mouvement.

❗ **REMARQUE** ne pas confondre  $\vec{p}$  et  $E_c$

Les deux augmentent avec la masse et la vitesse, mais différemment :

$$p = m v \quad (\text{proportionnel à } v, \text{ vectoriel}), \quad E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad (\text{en } v^2, \text{ scalaire}).$$

Doubler la vitesse *double*  $p$  mais *quadruple*  $E_c$ . On peut relier les deux :  $E_c = \frac{p^2}{2m}$ .

⚠ **PIÈGE** erreurs fréquentes

- Donner  $p$  en **J** : l'unité est le **kilogramm/s**, pas le joule.
- Oublier que  $\vec{p}$  est un **vecteur** (direction et sens de  $\vec{v}$ ).
- Utiliser une vitesse en **km/h** sans la convertir.

## Les exercices

**FACILE** 14 exercices**Exo 1** quantité de mouvement d'un ballon

Un ballon de masse  $m = 0,5$  kilogram se déplace à la vitesse  $v = 6$  m/s. Calcule sa quantité de mouvement  $p$  (précise l'unité).

**Exo 2** quantité de mouvement avec conversion

Une voiture de masse  $m = 1200$  kilogram roule à  $v = 54$  km/h.

**a)**

Convertis la vitesse en m/s.

**b)**

Calcule la quantité de mouvement  $p$  de la voiture.

**Exo 3** retrouver la masse

Un objet a une quantité de mouvement  $p = 24$  kilogramm/s et se déplace à  $v = 8$  m/s. Calcule sa masse  $m$ .

**Exo 4** retrouver la vitesse et son sens

Un chariot de masse  $m = 5$  kilogram a une quantité de mouvement de norme  $p = 40$  kilogramm/s, dirigée vers l'est.

**a)**

Calcule la norme de sa vitesse  $v$ .

**b)**

Dans quelle direction et quel sens pointe le vecteur vitesse  $\vec{v}$  ?

**Exo 5** quantité de mouvement d'un cycliste

Un cycliste et son vélo forment un ensemble de masse  $m = 80$  kilogram roulant à  $v = 9$  m/s. Calcule sa quantité de mouvement  $p$  (précise l'unité).

**Exo 6** scooter : conversion puis quantité de mouvement

Un scooter et son conducteur ont une masse  $m = 100$  kilogram et roulent à  $v = 36$  km/h.

**a)**

Convertis la vitesse en m/s.

**b)**

Calcule la quantité de mouvement  $p$  du scooter.

**Exo 7** calculer la masse

Un mobile a une quantité de mouvement  $p = 50$  kilogramm/s et avance à  $v = 10$  m/s. Calcule sa masse  $m$ .

**Exo 8** calculer la vitesse

Un chariot de masse  $m = 6$  kilogram a une quantité de mouvement de norme  $p = 90$  kilogramm/s. Calcule la norme de sa vitesse  $v$ .

**Exo 9** la bonne unité

Pour rendre son devoir, un élève écrit que la quantité de mouvement s'exprime en J. A-t-il raison ? Donne l'unité correcte de la quantité de mouvement.

**Exo 10** une masse en tonnes

Un wagon de masse  $m = 3$  t est poussé à la vitesse  $v = 2$  m/s.

**a)**

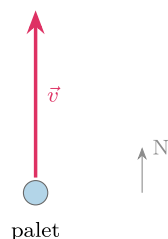
Convertis la masse en kilogram.

**b)**

Calcule la quantité de mouvement  $p$  du wagon.

**Exo 11** direction et sens du vecteur quantité de mouvement

Un palet de masse  $m = 4$  kilogram glisse vers le **nord** à la vitesse  $v = 5$  m/s (voir figure).



**a)**

Calcule la norme de la quantité de mouvement  $p$ .

**b)**

Précise la direction et le sens du vecteur  $\vec{p}$ .

**Exo 12** comparer à même vitesse

Deux objets se déplacent à la même vitesse  $v = 10 \text{ m/s}$  : l'un a une masse  $m_1 = 3 \text{ kilogram}$ , l'autre  $m_2 = 6 \text{ kilogram}$ .

**a)**

Calcule la quantité de mouvement de chacun.

**b)**

Lequel a la plus grande quantité de mouvement ?

**Exo 13** si l'on double la masse

Un objet de masse  $m = 2 \text{ kilogram}$  se déplace à  $v = 5 \text{ m/s}$ .

**a)**

Calcule sa quantité de mouvement  $p$ .

**b)**

On double sa masse sans changer sa vitesse. Que vaut alors sa quantité de mouvement ?

**Exo 14** une balle en grammes

Une balle de masse  $m = 200 \text{ g}$  est lancée à  $v = 30 \text{ m/s}$ .

**a)**

Convertis la masse en kilogram.

**b)**

Calcule la quantité de mouvement  $p$  de la balle.

**MOYEN** 14 exercices**Exo 1** une voiture et un camion à la même vitesse

Une voiture de masse  $m_1 = 2000 \text{ kilogram}$  et un camion de masse  $m_2 = 4000 \text{ kilogram}$  roulent à la même vitesse  $v = 80 \text{ km/h}$ .

**a)**

Convertis la vitesse en  $\text{m/s}$  (arrondis à  $22,2 \text{ m/s}$ ).

**b)**

Calcule la quantité de mouvement de chacun des deux véhicules.

**c)**

Par quel facteur la quantité de mouvement du camion dépasse-t-elle celle de la voiture ? Lequel est le plus difficile à arrêter ?

**Exo 2** même quantité de mouvement, vitesses différentes

Une bille de masse  $m_1 = 2$  kilogram et un chariot de masse  $m_2 = 8$  kilogram ont la *même* quantité de mouvement  $p = 16$  kilogramm/s.

**a)**

Calcule la vitesse de la bille.

**b)**

Calcule la vitesse du chariot. Que constates-tu par rapport à la bille ?

**Exo 3** quantité de mouvement et énergie cinétique quand la vitesse double

Un mobile de masse  $m = 2$  kilogram se déplace à  $v = 10$  m/s.

**a)**

Calcule sa quantité de mouvement  $p$  et son énergie cinétique  $E_c$ .

**b)**

Sa vitesse double et passe à 20 m/s. Que valent alors  $p$  et  $E_c$  ? Par quel facteur chacune a-t-elle été multipliée ?

**Exo 4** classer trois mobiles

Trois mobiles sont en mouvement :

- $A : m_A = 1000$  kilogram à  $v_A = 20$  m/s ;
- $B : m_B = 2000$  kilogram à  $v_B = 15$  m/s ;
- $C : m_C = 1500$  kilogram à  $v_C = 18$  m/s.

Calcule la quantité de mouvement de chacun, puis classe-les de la plus grande à la plus petite.

**Exo 5** comparer deux véhicules lancés

Un véhicule  $A$  de masse  $m_A = 800$  kilogram roule à 90 km/h ; un véhicule  $B$  de masse  $m_B = 1200$  kilogram roule à 54 km/h.

**a)**

Convertis les deux vitesses en m/s.

**b)**

Calcule la quantité de mouvement de chaque véhicule.

**c)**

Lequel est le plus difficile à arrêter ?

**Exo 6** même quantité de mouvement, quelle énergie cinétique ?

Deux mobiles ont la même quantité de mouvement  $p = 24$  kilogramm/s. Le premier a une masse  $m_1 = 3$  kilogram, le second  $m_2 = 12$  kilogram.

**a)**

Calcule la vitesse de chaque mobile.

**b)**

Calcule l'énergie cinétique de chacun. À quantité de mouvement égale, lequel possède la plus grande énergie cinétique ?

**Exo 7** de l'énergie cinétique à la quantité de mouvement

Un mobile de masse  $m = 8$  kilogram possède une énergie cinétique  $E_c = 256$  J.

**a)**

Calcule la vitesse  $v$  du mobile.

**b)**

Calcule sa quantité de mouvement  $p$ .

**Exo 8** quand la vitesse triple

Un mobile de masse  $m = 3$  kilogram se déplace à  $v = 4$  m/s.

**a)**

Calcule sa quantité de mouvement  $p$  et son énergie cinétique  $E_c$ .

**b)**

Sa vitesse est multipliée par 3 (elle passe à 12 m/s). Que valent alors  $p$  et  $E_c$  ? Par quel facteur chacune a-t-elle été multipliée ?

**Exo 9** rebond contre un mur

Une balle de masse  $m = 0,5$  kilogram arrive perpendiculairement sur un mur à  $v_i = 8$  m/s et rebondit en sens inverse à  $v_f = 6$  m/s. On oriente l'axe dans le sens du mouvement initial (vers le mur).

**a)**

Calcule la quantité de mouvement  $p_i$  avant le choc.

**b)**

Calcule la quantité de mouvement  $p_f$  après le choc (attention au signe).

**c)**

Déduis-en la variation  $\Delta p = p_f - p_i$  : donne sa valeur en norme et son sens.

**Exo 10 remonter à la masse et à la vitesse**

Un mobile a pour quantité de mouvement  $p = 30$  kilogramm/s et pour énergie cinétique  $E_c = 90$  J.

**a)**

À l'aide de la relation  $E_c = \frac{p^2}{2m}$ , calcule la masse  $m$ .

**b)**

Calcule ensuite la vitesse  $v$  du mobile.

**Exo 11 augmenter la vitesse de 20%**

Une voiture de masse  $m = 1000$  kilogram roue à  $v = 20$  m/s.

**a)**

Calcule sa quantité de mouvement  $p$  et son énergie cinétique  $E_c$ .

**b)**

Sa vitesse augmente de 20 %. Calcule la nouvelle quantité de mouvement et le pourcentage d'augmentation de  $p$ .

**c)**

Calcule la nouvelle énergie cinétique et le pourcentage d'augmentation de  $E_c$ .

**Exo 12 proportionnalité en masse et en vitesse**

Un objet de masse  $m = 4$  kilogram se déplace à  $v = 5$  m/s.

**a)**

Calcule sa quantité de mouvement  $p$ .

**b)**

On double sa masse sans changer sa vitesse : que devient  $p$  ?

**c)**

On revient à la masse initiale mais on double la vitesse : que devient  $p$  ? Que peux-tu conclure sur la façon dont  $p$  dépend de  $m$  et de  $v$  ?

**Exo 13 classer trois véhicules (unités mêlées)**

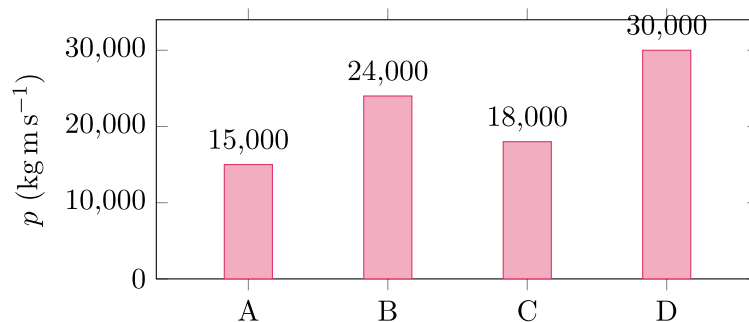
Trois véhicules sont en mouvement :

- $P : m_P = 2000$  kilogram à  $v_P = 36$  km/h ;
- $Q : m_Q = 1200$  kilogram à  $v_Q = 25$  m/s ;
- $R : m_R = 3$  t à  $v_R = 54$  km/h.

- 1 Exprime chaque masse en **kilogram** et chaque vitesse en **m/s**.
- 2 Calcule la quantité de mouvement de chacun et classe-les du plus difficile au plus facile à arrêter.

**Exo 14** lecture d'un diagramme de quantités de mouvement

Le diagramme ci-dessous donne la quantité de mouvement (en **kilogramm/s**) de quatre mobiles *A*, *B*, *C*, *D*.



a)

Quel mobile est le plus difficile à arrêter ? Justifie.

b)

Le mobile *D* se déplace à  $v = 25$  m/s. Calcule sa masse.

**DIFFICILE** 14 exercices

**Exo 1** vrai ou faux : la voiture et le camion

Une voiture de masse **2000 kilogram** et un camion de masse **4 t** roulent à la *même* vitesse **80 km/h**. Indique si chaque affirmation est **vraie** ou **fausse**, en justifiant.

a)

La voiture possède la même quantité de mouvement que le camion.

b)

Si les deux freinent, c'est le camion qui sera le plus difficile à arrêter.

c)

Si les deux freinent, c'est la voiture qui sera la plus difficile à arrêter.

d)

Plus la vitesse d'un véhicule augmente, plus sa quantité de mouvement augmente, et plus il est difficile à arrêter.

**Exo 2** même énergie cinétique, quelle quantité de mouvement ?

Deux mobiles ont la même énergie cinétique  $E_c = 64 \text{ J}$ . Le premier a une masse  $m_1 = 2 \text{ kilogram}$ , le second  $m_2 = 8 \text{ kilogram}$ .

a)

Calcule la vitesse puis la quantité de mouvement du premier mobile.

b)

Calcule la vitesse puis la quantité de mouvement du second mobile. À énergie cinétique égale, lequel a la plus grande quantité de mouvement ?

**Exo 3** relier énergie cinétique et quantité de mouvement

On veut relier directement  $E_c$  et  $p$  sans passer par la vitesse.

a)

En partant de  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$  et de  $p = mv$ , montre que  $E_c = \frac{p^2}{2m}$ .

b)

Un mobile de masse  $m = 5 \text{ kilogram}$  a une quantité de mouvement  $p = 20 \text{ kilogramm/s}$ . Calcule son énergie cinétique avec cette relation, puis vérifie en calculant d'abord  $v$ .

**Exo 4** vrai ou faux : propriétés de la quantité de mouvement

Indique si chaque affirmation est **vraie** ou **fausse**, en justifiant.

a)

La quantité de mouvement est une grandeur vectorielle.

b)

Son unité est le joule.

c)

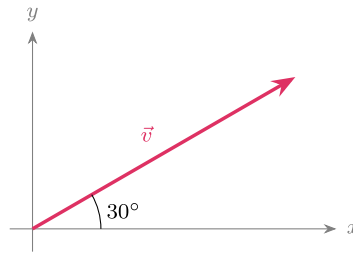
À vitesse égale, l'objet le plus massif a la plus grande quantité de mouvement.

d)

Deux objets qui ont la même énergie cinétique ont nécessairement la même quantité de mouvement.

**Exo 5** projeter la quantité de mouvement

Un palet de masse  $m = 2 \text{ kilogram}$  se déplace à la vitesse  $v = 10 \text{ m/s}$  faisant un angle  $30^\circ$  avec l'horizontale (voir figure).



a)

Calcule la norme  $p$  de la quantité de mouvement.

b)

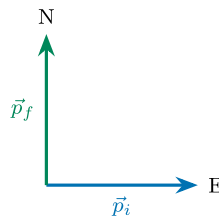
Calcule ses composantes horizontale  $p_x$  et verticale  $p_y$ .

c)

Vérifie que  $\sqrt{p_x^2 + p_y^2} = p$ .

#### Exo 6 un virage à angle droit

Un mobile de masse  $m = 0,5$  kilogram se déplace d'abord vers l'**est** à  $8 \text{ m/s}$ , puis, après un virage, vers le **nord** à la même vitesse  $8 \text{ m/s}$ .



a)

Calcule la norme de la quantité de mouvement avant et après le virage.

b)

Le vecteur  $\vec{p}$  a-t-il changé ? Calcule la norme de la variation  $\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$ .

c)

Précise la direction de  $\Delta\vec{p}$ .

#### Exo 7 deux fois la masse, deux fois l'énergie

On rappelle la relation  $E_c = \frac{p^2}{2m}$ .

a)

Exprime  $p$  en fonction de  $m$  et  $E_c$ .

b)

Un mobile  $A$  a une masse  $m$  et une énergie cinétique  $E_c$ . Un mobile  $B$  a une masse  $2m$  et une énergie cinétique  $2E_c$ . Montre, sans calcul numérique, que  $p_B = 2p_A$ .

c)

Vérifie avec  $m = 2$  kilogram et  $E_c = 9$  J.

**Exo 8 des composantes à la vitesse**

La quantité de mouvement d'un mobile de masse  $m = 4$  kilogram a pour composantes  $p_x = 12$  kilogramm/s et  $p_y = 16$  kilogramm/s.

a)

Calcule la norme  $p$  de la quantité de mouvement.

b)

Déduis-en la norme  $v$  de la vitesse du mobile.

c)

Calcule l'angle  $\alpha$  que fait  $\vec{p}$  (donc  $\vec{v}$ ) avec l'axe des  $x$ .

**Exo 9 vrai ou faux : quantité de mouvement contre énergie cinétique**

Indique si chaque affirmation est **vraie** ou **fausse**, en justifiant.

a)

Deux objets qui ont la même quantité de mouvement ont forcément la même énergie cinétique.

b)

Si l'on double la vitesse d'un objet, sa quantité de mouvement double et son énergie cinétique est multipliée par quatre.

c)

À énergie cinétique égale, un objet plus léger a une quantité de mouvement plus petite.

d)

Deux objets de même masse et de même énergie cinétique ont la même quantité de mouvement (en norme).

**Exo 10 raisonnement littéral d'échelle**

Un objet  $B$  a une masse *trois fois* plus grande qu'un objet  $A$ , mais une vitesse *deux fois* plus petite.

a)

Exprime le rapport  $\frac{p_B}{p_A}$  de leurs quantités de mouvement.

b)

Exprime le rapport  $\frac{E_{cB}}{E_{cA}}$  de leurs énergies cinétiques.

c)

Lequel est le plus difficile à arrêter ?

**Exo 11** une balle qui rebondit en perdant de la vitesse

Une balle de masse  $m = 0,5$  kilogram tombe et arrive au sol à  $v_i = 10$  m/s vers le bas ; elle rebondit à  $v_f = 6$  m/s vers le haut. On oriente l'axe vers le haut.

a)

Calcule les quantités de mouvement  $p_i$  et  $p_f$  (avec leur signe).

b)

Calcule la variation  $\Delta p = p_f - p_i$  (norme et sens).

c)

Calcule l'énergie cinétique avant et après le rebond. Quelle fraction de l'énergie cinétique initiale a été perdue ?

**Exo 12** vérifier l'unité de  $p^2/2m$

a)

En partant des unités de  $p$  (kilogramm/s) et de  $m$  (kilogram), montre que  $\frac{p^2}{2m}$  s'exprime bien en J.

b)

Application : un mobile de masse  $m = 4$  kilogram a une quantité de mouvement  $p = 12$  kilogramm/s. Calcule son énergie cinétique par  $E_c = \frac{p^2}{2m}$ , puis vérifie en passant par la vitesse.

**Exo 13** même quantité de mouvement, énergies cinétiques différentes

Quatre mobiles ont les caractéristiques suivantes :

| Mobile | masse         | vitesse  |
|--------|---------------|----------|
| A      | 1500 kilogram | 72 km/h  |
| B      | 1000 kilogram | 108 km/h |
| C      | 2 t           | 15 m/s   |
| D      | 750 kilogram  | 40 m/s   |

a)

Montre que les quatre mobiles ont la même quantité de mouvement.

b)

Calcule l'énergie cinétique de chacun et classe-les par énergie cinétique décroissante.

c)

Que peux-tu conclure en comparant « même  $p$  » et « même  $E_c$  » ?

**Exo 14** quantité de mouvement totale nulle, énergie non nulle

Deux mobiles se déplacent sur une même droite en sens opposés : le mobile 1 ( $m_1 = 2$  kilogram) va vers la droite à  $6 \text{ m/s}$ , le mobile 2 ( $m_2 = 3$  kilogram) va vers la gauche à  $4 \text{ m/s}$ .



a)

Calcule la norme de la quantité de mouvement de chaque mobile.

b)

En choisissant un axe orienté vers la droite, calcule la quantité de mouvement totale  $\vec{p}_1 + \vec{p}_2$  (grandeur vectorielle).

c)

Calcule l'énergie cinétique totale. Commente le fait que  $p_{\text{tot}} = 0$  alors que  $E_{c,\text{tot}} \neq 0$ .



DEUXIÈME PARTIE

# Corrigés

Chaque exercice repris pas à pas, niveau par niveau.  
Compare ta démarche, pas seulement ton résultat.





## Une seconde – avant d'ouvrir le corrigé...



Si ce carnet t'aide, rends-nous la pareille : parle de [simulationconcours.be](https://simulationconcours.be) à quelqu'un qui prépare le concours.  
C'est comme ça qu'on peut continuer.

### Ce qu'on a préparé pour toi

- ✓ Ce carnet en interactif, avec correction en un clic
- ✓ Les cours complets, chapitre par chapitre – gratuits
- ✓ 3100 QCM type concours, corrigés et expliqués
- ✓ Des fiches de révision à imprimer

### Tous les jeudis : simulation du concours en ligne

En conditions réelles – chrono, QCM type concours et score immédiat.



**Rejoins-nous sur [simulationconcours.be](https://simulationconcours.be)**

scanne le QR ou tape l'adresse – puis reviens vérifier tes réponses

## Les corrigés

**FACILE** 14 exercices

### Exo 1 quantité de mouvement d'un ballon

$$p = m v = 0,5 \times 6 = 3 \text{ kilogramm/s.}$$

### Exo 2 quantité de mouvement avec conversion

a)

$$v = \frac{54}{3,6} = 15 \text{ m/s.}$$

b)

$$p = m v = 1200 \times 15 = 18000 \text{ kilogramm/s.}$$

### Exo 3 retrouver la masse

$$p = m v \Rightarrow m = \frac{p}{v} = \frac{24}{8} = 3 \text{ kilogram.}$$

### Exo 4 retrouver la vitesse et son sens

a)

$$v = \frac{p}{m} = \frac{40}{5} = 8 \text{ m/s.}$$

b)

Le vecteur  $\vec{p} = m\vec{v}$  a la même direction et le même sens que  $\vec{v}$  (car  $m > 0$ ) : la vitesse pointe donc, elle aussi, vers l'**est**.

### Exo 5 quantité de mouvement d'un cycliste

$$p = m v = 80 \times 9 = 720 \text{ kilogramm/s.}$$

### Exo 6 scooter : conversion puis quantité de mouvement

a)

$$v = \frac{36}{3,6} = 10 \text{ m/s.}$$

b)

$$p = m v = 100 \times 10 = 1000 \text{ kilogramm/s.}$$

**Exo 7** calculer la masse

$$m = \frac{p}{v} = \frac{50}{10} = 5 \text{ kilogram.}$$

**Exo 8** calculer la vitesse

$$v = \frac{p}{m} = \frac{90}{6} = 15 \text{ m/s.}$$

**Exo 9** la bonne unité

Non : le joule est l'unité d'énergie. La quantité de mouvement  $p = mv$  s'exprime en kilogramm/s (kilogramme-mètre par seconde).

**Exo 10** une masse en tonnes

a)

$$m = 3 \text{ t} = 3000 \text{ kilogram.}$$

b)

$$p = mv = 3000 \times 2 = 6000 \text{ kilogramm/s.}$$

**Exo 11** direction et sens du vecteur quantité de mouvement

a)

$$p = mv = 4 \times 5 = 20 \text{ kilogramm/s.}$$

b)

$\vec{p} = m\vec{v}$  avec  $m > 0$  :  $\vec{p}$  a la même direction et le même sens que  $\vec{v}$ , il pointe donc vers le **nord**.

**Exo 12** comparer à même vitesse

a)

$$p_1 = m_1 v = 3 \times 10 = 30 \text{ kilogramm/s}; p_2 = m_2 v = 6 \times 10 = 60 \text{ kilogramm/s.}$$

b)

À vitesse égale,  $p$  croît avec la masse : c'est le second objet ( $m_2$ ) qui a la plus grande quantité de mouvement ( $p_2 = 2p_1$ ).

**Exo 13** si l'on double la masse

a)

$$p = mv = 2 \times 5 = 10 \text{ kilogramm/s.}$$

b)

$$p = mv \text{ est proportionnelle à la masse : doubler } m \text{ double } p, \text{ donc } p' = 4 \times 5 = 20 \text{ kilogramm/s.}$$

**Exo 14** une balle en grammes

a)

$$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kilogram.}$$

b)

$$p = mv = 0,2 \times 30 = 6 \text{ kilogramm/s.}$$

**MOYEN** 14 exercices

**Exo 1** une voiture et un camion à la même vitesse

a)

$$v = \frac{80}{3,6} \approx 22,2 \text{ m/s.}$$

b)

$$p_1 = m_1 v = 2000 \times 22,2 \approx 44400 \text{ kilogramm/s}; p_2 = m_2 v = 4000 \times 22,2 \approx 88800 \text{ kilogramm/s.}$$

c)

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{4000}{2000} = 2 : \text{ le camion a une quantité de mouvement } \textbf{deux fois} \text{ plus grande. C'est donc } \textit{le camion} \text{ qui est le plus difficile à arrêter.}$$

**Exo 2** même quantité de mouvement, vitesses différentes

a)

$$v_1 = \frac{p}{m_1} = \frac{16}{2} = 8 \text{ m/s.}$$

b)

$$v_2 = \frac{p}{m_2} = \frac{16}{8} = 2 \text{ m/s. À quantité de mouvement égale, le chariot (4 fois plus lourd) va 4 fois moins vite que la bille : la masse et la vitesse se } \textit{compensent}.$$

**Exo 3** quantité de mouvement et énergie cinétique quand la vitesse double

a)

$$p = mv = 2 \times 10 = 20 \text{ kilogramm/s}; E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 = 100 \text{ J.}$$

**b)**

À  $v = 20 \text{ m/s}$  :  $p = 2 \times 20 = 40 \text{ kilogramm/s}$  et  $E_c = \frac{1}{2} \times 2 \times 20^2 = 400 \text{ J}$ . La quantité de mouvement a été multipliée par 2 (elle est en  $v$ ), l'énergie cinétique par 4 (elle est en  $v^2$ ).

**Exo 4** classer trois mobiles

$$p_A = 1000 \times 20 = 20000 \text{ kilogramm/s}, \quad p_B = 2000 \times 15 = 30000 \text{ kilogramm/s}, \quad p_C = 1500 \times 18 = 27000 \text{ kilogramm/s}.$$

Classement décroissant :  $p_B > p_C > p_A$ , soit **B** > **C** > **A**.

**Exo 5** comparer deux véhicules lancés

**a)**

$$v_A = \frac{90}{3,6} = 25 \text{ m/s}; v_B = \frac{54}{3,6} = 15 \text{ m/s}.$$

**b)**

$$p_A = 800 \times 25 = 20000 \text{ kilogramm/s}; p_B = 1200 \times 15 = 18000 \text{ kilogramm/s}.$$

**c)**

$p_A > p_B$  : c'est le véhicule **A** qui a la plus grande quantité de mouvement, donc le plus difficile à arrêter.

**Exo 6** même quantité de mouvement, quelle énergie cinétique ?

**a)**

$$v_1 = \frac{p}{m_1} = \frac{24}{3} = 8 \text{ m/s}; v_2 = \frac{p}{m_2} = \frac{24}{12} = 2 \text{ m/s}.$$

**b)**

$E_{c1} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 8^2 = 96 \text{ J}$ ;  $E_{c2} = \frac{1}{2} \times 12 \times 2^2 = 24 \text{ J}$ . À quantité de mouvement égale, c'est le *plus léger* ( $m_1$ ) qui a la plus grande énergie cinétique (car  $E_c = \frac{p^2}{2m}$ ).

**Exo 7** de l'énergie cinétique à la quantité de mouvement

**a)**

$$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 256}{8}} = \sqrt{64} = 8 \text{ m/s}.$$

**b)**

$$p = m v = 8 \times 8 = 64 \text{ kilogramm/s}.$$

**Exo 8** quand la vitesse triple

**a)**

$$p = m v = 3 \times 4 = 12 \text{ kilogramm/s}; E_c = \frac{1}{2} \times 3 \times 4^2 = 24 \text{ J}.$$

**b)**

À  $v = 12 \text{ m/s}$  :  $p = 3 \times 12 = 36 \text{ kilogramm/s}$  et  $E_c = \frac{1}{2} \times 3 \times 12^2 = 216 \text{ J}$ . La quantité de mouvement est multipliée par 3 (elle est en  $v$ ), l'énergie cinétique par 9 (elle est en  $v^2$ ).

**Exo 9** rebond contre un mur

**a)**

$$p_i = mv_i = 0,5 \times 8 = 4 \text{ kilogramm/s (vers le mur)}.$$

**b)**

Après le choc, la balle repart en sens inverse :  $p_f = m(-v_f) = 0,5 \times (-6) = -3 \text{ kilogramm/s}$ .

**c)**

$\Delta p = p_f - p_i = -3 - 4 = -7 \text{ kilogramm/s}$  : la variation vaut  $7 \text{ kilogramm/s}$  en norme, dirigée en *sens inverse* du mouvement initial (elle s'éloigne du mur).

**Exo 10** remonter à la masse et à la vitesse

**a)**

$$E_c = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow m = \frac{p^2}{2E_c} = \frac{30^2}{2 \times 90} = \frac{900}{180} = 5 \text{ kilogramm}.$$

**b)**

$$v = \frac{p}{m} = \frac{30}{5} = 6 \text{ m/s}.$$

**Exo 11** augmenter la vitesse de 20%

**a)**

$$p = 1000 \times 20 = 20000 \text{ kilogramm/s} ; E_c = \frac{1}{2} \times 1000 \times 20^2 = 200000 \text{ J}.$$

**b)**

Nouvelle vitesse  $v' = 1,2 \times 20 = 24 \text{ m/s}$ , donc  $p' = 1000 \times 24 = 24000 \text{ kilogramm/s}$  :  $p$  augmente de 20 % (comme la vitesse, car  $p \propto v$ ).

**c)**

$$E'_c = \frac{1}{2} \times 1000 \times 24^2 = 288000 \text{ J} : \text{l'augmentation est } \frac{288000 - 200000}{200000} = 0,44, \text{ soit } 44 \% \text{ (car } E_c \propto v^2 \text{ et } 1,2^2 = 1,44).$$

**Exo 12** proportionnalité en masse et en vitesse

**a)**

$$p = mv = 4 \times 5 = 20 \text{ kilogramm/s}.$$

**b)**

Masse doublée à vitesse constante :  $p$  double,  $p' = 8 \times 5 = 40 \text{ kilogramm/s}$ .

c)

Vitesse doublée à masse initiale :  $p'' = 4 \times 10 = 40$  kilogramm/s. On retrouve le même résultat :  $p$  est proportionnelle à la fois à  $m$  et à  $v$ .

**Exo 13** classer trois véhicules (unités mêlées)

- 1  $v_P = \frac{36}{3,6} = 10$  m/s ;  $m_R = 3$  t = 3000 kilogram,  $v_R = \frac{54}{3,6} = 15$  m/s ;  $v_Q = 25$  m/s (déjà en SI).
- 2  $p_P = 2000 \times 10 = 20000$  kilogramm/s ;  $p_Q = 1200 \times 25 = 30000$  kilogramm/s ;  $p_R = 3000 \times 15 = 45000$  kilogramm/s. Classement : **R** > **Q** > **P**.

**Exo 14** lecture d'un diagramme de quantités de mouvement

a)

C'est  $D$  : il a la plus grande quantité de mouvement ( $p_D = 30000$  kilogramm/s), donc il est le plus difficile à arrêter.

b)

$$m_D = \frac{p_D}{v} = \frac{30000}{25} = 1200 \text{ kilogram.}$$

**DIFFICILE** 14 exercices

**Exo 1** vrai ou faux : la voiture et le camion

Le camion (4 t = 4000 kilogram) est deux fois plus lourd que la voiture, à la même vitesse :  $p_{\text{camion}} = 2 p_{\text{voiture}}$ .

a)

**Faux.** À vitesse égale,  $p = mv$  est proportionnelle à la masse : le camion a une quantité de mouvement deux fois plus grande.

b)

**Vrai.** Le camion a la plus grande quantité de mouvement : il est le plus difficile à arrêter (force ou distance de freinage plus grande).

c)

**Faux.** C'est le contraire : la voiture, moins « lancée », est plus facile à arrêter.

d)

**Vrai.**  $p = mv$  augmente avec  $v$  : plus vite  $\Rightarrow$  plus grand  $p \Rightarrow$  plus difficile à arrêter.

**Exo 2** même énergie cinétique, quelle quantité de mouvement ?

a)

$$v_1 = \sqrt{\frac{2E_c}{m_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 64}{2}} = \sqrt{64} = 8 \text{ m/s, d'où } p_1 = m_1 v_1 = 2 \times 8 = 16 \text{ kilogramm/s.}$$

b)

$$v_2 = \sqrt{\frac{2 \times 64}{8}} = \sqrt{16} = 4 \text{ m/s, d'où } p_2 = m_2 v_2 = 8 \times 4 = 32 \text{ kilogramm/s. À énergie cinétique égale, c'est le plus massif qui a la plus grande quantité de mouvement } (p_2 = 2 p_1).$$

**Exo 3** relier énergie cinétique et quantité de mouvement

a)

De  $p = mv$  on tire  $v = \frac{p}{m}$ . En reportant dans  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$  :

$$E_c = \frac{1}{2}m \left( \frac{p}{m} \right)^2 = \frac{1}{2}m \frac{p^2}{m^2} = \frac{p^2}{2m}.$$

b)

$$E_c = \frac{p^2}{2m} = \frac{20^2}{2 \times 5} = \frac{400}{10} = 40 \text{ J. Vérification : } v = \frac{p}{m} = \frac{20}{5} = 4 \text{ m/s, donc } E_c = \frac{1}{2} \times 5 \times 4^2 = 40 \text{ J — cohérent.}$$

**Exo 4** vrai ou faux : propriétés de la quantité de mouvement

a)

**Vrai.**  $\vec{p} = m\vec{v}$  : c'est un vecteur (direction et sens de  $\vec{v}$ ).

b)

**Faux.** Son unité est le kilogramm/s (le joule est l'unité d'énergie).

c)

**Vrai.** À  $v$  égal,  $p = mv$  croît avec la masse : le plus massif a le plus grand  $p$ .

d)

**Faux.** À énergie cinétique égale,  $p = \sqrt{2mE_c}$  dépend de la masse : deux objets de masses différentes ont des quantités de mouvement différentes (cf. exercice précédent).

**Exo 5** projeter la quantité de mouvement

a)

$$p = mv = 2 \times 10 = 20 \text{ kilogramm/s.}$$

b)

$$p_x = p \cos 30^\circ = 20 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 10\sqrt{3} \approx 17,3 \text{ kilogramm/s}; p_y = p \sin 30^\circ = 20 \times \frac{1}{2} = 10 \text{ kilogramm/s}.$$

c)

$$\sqrt{p_x^2 + p_y^2} = \sqrt{(10\sqrt{3})^2 + 10^2} = \sqrt{300 + 100} = \sqrt{400} = 20 \text{ kilogramm/s} = p.$$

**Exo 6** un virage à angle droit

a)

Avant :  $p_i = mv = 0,5 \times 8 = 4 \text{ kilogramm/s}$ ; après :  $p_f = 0,5 \times 8 = 4 \text{ kilogramm/s}$ . La norme est inchangée.

b)

Oui, le vecteur a changé (la direction n'est plus la même).  $\vec{p}_i$  est dirigé vers l'est,  $\vec{p}_f$  vers le nord : ces deux vecteurs sont perpendiculaires et de même norme, donc  $\|\Delta\vec{p}\| = \sqrt{p_i^2 + p_f^2} = \sqrt{4^2 + 4^2} = 4\sqrt{2} \approx 5,66 \text{ kilogramm/s}$ .

c)

$\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$  a pour composantes  $(-4 \text{ vers l'est}, +4 \text{ vers le nord})$  : il pointe vers le **nord-ouest**, à  $45^\circ$  de chacun des deux axes.

**Exo 7** deux fois la masse, deux fois l'énergie

a)

$$E_c = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p^2 = 2mE_c \Rightarrow p = \sqrt{2mE_c}.$$

b)

$$\frac{p_B}{p_A} = \sqrt{\frac{2(2m)(2E_c)}{2mE_c}} = \sqrt{4} = 2, \text{ donc } p_B = 2p_A.$$

c)

$$p_A = \sqrt{2 \times 2 \times 9} = \sqrt{36} = 6 \text{ kilogramm/s}; p_B = \sqrt{2 \times 4 \times 18} = \sqrt{144} = 12 \text{ kilogramm/s} : \text{on a bien } p_B = 2p_A.$$

**Exo 8** des composantes à la vitesse

a)

$$p = \sqrt{p_x^2 + p_y^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = \sqrt{144 + 256} = \sqrt{400} = 20 \text{ kilogramm/s}.$$

b)

$$v = \frac{p}{m} = \frac{20}{4} = 5 \text{ m/s}.$$

c)

$$\tan \alpha = \frac{p_y}{p_x} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}, \text{ d'où } \alpha = \arctan \frac{4}{3} \approx 53^\circ.$$

**Exo 9** vrai ou faux : quantité de mouvement contre énergie cinétique

a)

**Faux.**  $E_c = \frac{p^2}{2m}$  dépend de la masse : à même  $p$ , deux masses différentes donnent des énergies cinétiques différentes.

b)

**Vrai.**  $p = mv$  (en  $v$ ) double ;  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$  (en  $v^2$ ) est multipliée par 4.

c)

**Vrai.** À énergie cinétique égale,  $p = \sqrt{2mE_c}$  : plus la masse est petite, plus  $p$  est petite.

d)

**Vrai.** Même masse et même  $E_c \Rightarrow$  même vitesse (en norme)  $\Rightarrow$  même quantité de mouvement en norme.

**Exo 10** raisonnement littéral d'échelle

a)

$$\frac{p_B}{p_A} = \frac{m_B v_B}{m_A v_A} = 3 \times \frac{1}{2} = \frac{3}{2} = 1,5.$$

b)

$$\frac{E_{cB}}{E_{cA}} = \frac{m_B v_B^2}{m_A v_A^2} = 3 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{3}{4} = 0,75.$$

c)

$p_B = 1,5 p_A > p_A$  : c'est l'objet **B** qui a la plus grande quantité de mouvement, donc le plus difficile à arrêter (bien qu'il ait une énergie cinétique plus faible).

**Exo 11** une balle qui rebondit en perdant de la vitesse

a)

Axe vers le haut :  $p_i = m(-v_i) = 0,5 \times (-10) = -5$  kilogramm/s ;  $p_f = mv_f = 0,5 \times 6 = 3$  kilogramm/s.

b)

$\Delta p = p_f - p_i = 3 - (-5) = 8$  kilogramm/s, dirigée vers le **haut**.

c)

$E_{ci} = \frac{1}{2} \times 0,5 \times 10^2 = 25$  J ;  $E_{cf} = \frac{1}{2} \times 0,5 \times 6^2 = 9$  J. Perte :  $25 - 9 = 16$  J, soit  $\frac{16}{25} = 0,64$ , c'est-à-dire 64 % de l'énergie cinétique initiale.

**Exo 12** vérifier l'unité de  $p^2/2m$

a)

$$\frac{(\text{kilogramm/s})^2}{\text{kilogram}} = \frac{\text{kilogram}^2 \text{m}^2/\text{s}^2}{\text{kilogram}} = \text{kilogramm}^2/\text{s}^2 = \text{J (car } 1 \text{ J} = 1 \text{ kilogramm}^2/\text{s}^2).$$

b)

$$E_c = \frac{p^2}{2m} = \frac{12^2}{2 \times 4} = \frac{144}{8} = 18 \text{ J. Vérification : } v = \frac{p}{m} = \frac{12}{4} = 3 \text{ m/s, donc } E_c = \frac{1}{2} \times 4 \times 3^2 = 18 \text{ J.}$$

**Exo 13** même quantité de mouvement, énergies cinétiques différentes

a)

$v_A = \frac{72}{3,6} = 20 \text{ m/s}$ ,  $v_B = \frac{108}{3,6} = 30 \text{ m/s}$ ,  $m_C = 2 \text{ t} = 2000 \text{ kilogram}$ . On obtient  $p_A = 1500 \times 20 = 30000$ ,  $p_B = 1000 \times 30 = 30000$ ,  $p_C = 2000 \times 15 = 30000$  et  $p_D = 750 \times 40 = 30000 \text{ kilogramm/s}$  : toutes égales.

b)

$E_{cA} = \frac{1}{2} \times 1500 \times 20^2 = 300000 \text{ J}$ ;  $E_{cB} = \frac{1}{2} \times 1000 \times 30^2 = 450000 \text{ J}$ ;  $E_{cC} = \frac{1}{2} \times 2000 \times 15^2 = 225000 \text{ J}$ ;  $E_{cD} = \frac{1}{2} \times 750 \times 40^2 = 600000 \text{ J}$ . Classement :  $D > B > A > C$ .

c)

Avoir la *même* quantité de mouvement n'implique pas la même énergie cinétique : comme  $E_c = \frac{p^2}{2m}$ , à  $p$  fixé le mobile le plus *léger* (et le plus rapide), ici  $D$ , a la plus grande énergie cinétique.

**Exo 14** quantité de mouvement totale nulle, énergie non nulle

a)

$p_1 = m_1 v_1 = 2 \times 6 = 12 \text{ kilogramm/s}$  (vers la droite);  $p_2 = m_2 v_2 = 3 \times 4 = 12 \text{ kilogramm/s}$  (vers la gauche).

b)

Axe orienté vers la droite :  $\vec{p}_1 \rightarrow +12$  et  $\vec{p}_2 \rightarrow -12$ , donc  $p_{\text{tot}} = +12 - 12 = 0 \text{ kilogramm/s}$ .

c)

$E_{c,\text{tot}} = \frac{1}{2} \times 2 \times 6^2 + \frac{1}{2} \times 3 \times 4^2 = 36 + 24 = 60 \text{ J}$ . La quantité de mouvement est *vectorielle* : deux vecteurs opposés s'annulent. L'énergie cinétique est *scalaire* et positive : elle s'ajoute. On peut donc avoir  $p_{\text{tot}} = 0$  avec  $E_{c,\text{tot}} \neq 0$ .



# Tous les exos cochés ? Passe au niveau réel.

+

Ce carnet est un extrait de notre bibliothèque d'entraînement — la suite se joue en ligne.

## Sur [simulationconcours.be](https://simulationconcours.be)

- ✓ Le même carnet en interactif, avec correction en un clic
- ✓ Les autres mécaniques de la fiche, niveau par niveau
- ✓ 3100 QCM type concours, corrigés et expliqués
- ✓ Les cours complets — gratuits — et les fiches de révision

## Tous les jeudis : simulation du concours en ligne

En conditions réelles — chrono, QCM type concours et score immédiat.



**Rejoins-nous sur [simulationconcours.be](https://simulationconcours.be)**

scanne le QR ou tape l'adresse — les cours complets sont gratuits