– Corrigé – Chapitre 13 -Mouvement d'un système –

QCM

1 C.

2 C.

3 A et B.

4 B et C.

5 A et B ($\vec{F_1}+\vec{F_2}+\vec{F_3}=0$).

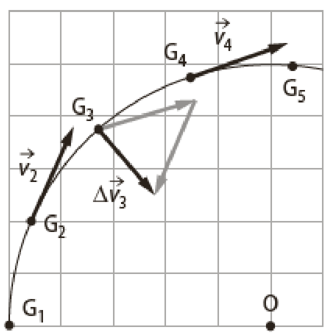
6 B.

7 C.

8 B et C.

14 **1.** Le vecteur vitesse varie seulement en direction au cours du temps (la valeur est constante car les points G sont à égale distance, et le sens est celui du mouvement).

2. 3. et 4. Représentations des vecteurs vitesse aux points G_2 et G_4. Représentation du vecteur variation de vitesse au point G_3.



17 **1.** Après la 5e position, le mouvement est rectiligne uniforme (les distances entre chaque bille sont identiques).

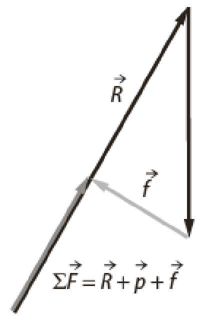
2. Comme la vitesse est constante, la variation de vitesse est nulle pour tous les points après la 5e position.

3. La variation de vitesse étant nulle, le principe d'inertie est applicable, la somme des forces modélisant les actions qui s'exercent sur la bille est nulle.

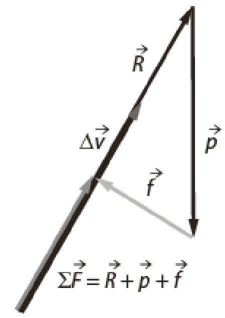
4. Les forces de frottements ne compensant pas le poids de la bille, on peut en déduire qu'il existe une troisième force opposée au poids : elle est verticale, vers le haut et sa valeur ajoutée à celle des forces de frottements est égale à la valeur du poids. (C'est la poussée d'Archimède.)

18 **1.** La somme des forces ne peut pas être nulle car le mouvement n'est pas rectiligne.

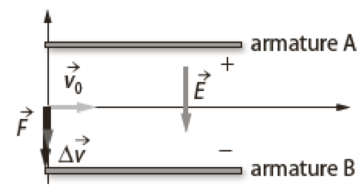
2. Somme des forces



3. Représentation du vecteur variation de vitesse



21 **1.** Comme la charge est positive, la force $\vec{F}=q\cdot\vec{E}$ est de même direction et de même sens que $\vec{E}$.



2. Le vecteur $\Delta\vec{v}$ est de même direction et de même sens que $\vec{F}$.

3. L'allure de la trajectoire est parabolique.

4. Pour une charge négative, les vecteurs force et variation de vitesse sont opposés, et la trajectoire vers le haut.

23 **1.** Le solide est en mouvement rectiligne accéléré.

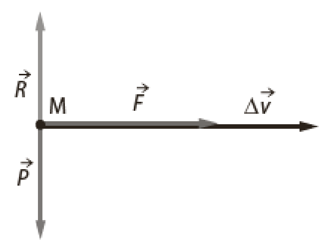
2. Avec une masse double, son accélération serait deux fois plus faible.

25 À partir de la relation $\vec{F}=m\cdot\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$, on déduit la variation de vitesse : $\Delta v=\dfrac{F\times\Delta t}{m}$.

Application numérique :

$$\Delta v=\frac{0{,}10\times10^{-3}\times2{,}0}{50\times10^{-3}}=0{,}004\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}=0{,}4\ \text{cm}\cdot\text{s}^{-1}.$$

La nouvelle vitesse du bateau est 3,2 + 0,4 = 3,6 cm · s^{-1}.



26 **Valeur approchée de l'intensité de la pesanteur**

EXEMPLE DE RÉDACTION

1. La bille en chute libre est soumise à l'action de la terre, c'est-à-dire à son poids. Les frottements dus à l'air sont supposés inexistants.

La somme des forces $\sum \vec{F} = \vec{P} = m \cdot \vec{g}$ ne dépend que de la masse de la bille et de l'intensité de la pesanteur.

2. $v_4 = \frac{M_5 - M_3}{2 \cdot \Delta t} = \frac{0{,}203 - 0{,}075}{2 \times 0{,}04} = \mathbf{1{,}6\ m \cdot s^{-1}}$ et $v_6 = \frac{M_7 - M_5}{2 \cdot \Delta t} = \frac{0{,}395 - 0{,}203}{2 \times 0{,}04} = \mathbf{2{,}4\ m \cdot s^{-1}}$.

3. Les vecteurs vitesse sont colinéaires et de même sens, on peut calculer simplement $\Delta v_5 = v_6 - v_4 = 2{,}4 - 1{,}6 = \mathbf{0{,}8\ m \cdot s^{-1}}$.

4. La relation $\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{2 \cdot \Delta t}$ peut s'exprimer $F = P = m \cdot g = m \cdot \frac{\Delta v}{2 \cdot \Delta t}$, soit $g = \frac{\Delta v}{2 \cdot \Delta t}$.

5. Application numérique : $g = \frac{\Delta v}{2 \cdot \Delta t} = \frac{0{,}8}{0{,}08} = \mathbf{10\ m \cdot s^{-2}}$.

La valeur trouvée est très proche de la valeur de référence. L'écart peut être dû à la précision des mesures ou à la présence de frottements.

QUELQUES CONSEILS

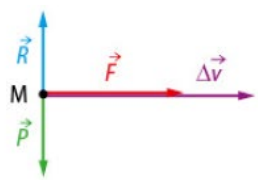
2. Pour exprimer la vitesse en $m \cdot s^{-1}$, il faut veiller à ce que les distances soient en mètre.

Les résultats sont donnés avec 2 chiffres significatifs en cohérence avec la précision des valeurs expérimentales.

5. Comme $\Delta v = \Delta v_5$ est déterminée entre M_4 et M_6, $t_6 - t_4 = 0{,}08\ s = 2 \cdot \Delta t$.

28 **Curling**

EXEMPLE DE RÉDACTION



1. a Bilan des forces :
$\vec{F}_{\text{Terre/pierre}} = \vec{P}$; $\vec{F}_{\text{glace/pierre}} = \vec{R}$;
$\vec{F}_{\text{joueur/pierre}} = \vec{F}$; $\vec{F}_{\text{air/pierre}}$ est négligée.

b. La somme des forces est non nulle : $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{F}$ donc le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ **est non nul, de même direction et de même sens** que le vecteur somme des forces.

c. Le **mouvement** de la pierre est **rectiligne accéléré**.

2. Lorsque la pierre est lâchée par le joueur, elle n'est plus soumise qu'à l'action de la Terre et de la glace. Les deux actions se compensent donc la somme des forces est nulle. D'après le principe d'inertie, le système a un **mouvement rectiligne uniforme**.

3. La vitesse de la pierre diminue, la variation du vecteur vitesse est non nulle et de sens opposé au déplacement. Par conséquent la somme des forces est non nulle. Les actions de la Terre et de la glace se compensant, il existe donc une action opposée au sens de déplacement : **les frottements de la pierre sur la glace**.

33 **1. a.** Le bilan des actions exercées sur les wagons recense les différentes actions s'exerçant sur le système :

- l'action exercée par la Terre sur les wagons ;
- l'action exercée par le sol sur les wagons ;
- l'action exercée par le véhicule tracteur.

Les actions exercées par la Terre et le sol se compensent.

1. b. En modifiant la relation

$$F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow \Delta v = \frac{F \times \Delta t}{m}.$$

on trouve la valeur de la variation de vitesse des wagons : $\Delta v = \frac{3\,080 \times 1}{2{,}2 \times 10^3} = 1{,}4\ m \cdot s^{-1}$.

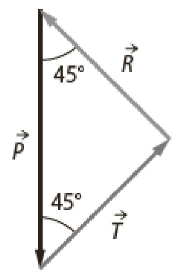
1. c. La vitesse doit augmenter de 0 à 20 $km \cdot h^{-1} = \frac{20}{3{,}6}\ m \cdot s^{-1} = 5{,}6\ m \cdot s^{-1}$.

Il faudra donc $\frac{20/3{,}6}{1{,}4} = 4{,}0$ s environ.

2. Une fois la vitesse atteinte, les wagons avancent en ligne droite à vitesse constante et, d'après le principe d'inertie, toutes les actions qui s'exercent sur eux se compensent. Donc *a priori* l'action exercée par le tracteur est nulle. En réalité le tracteur doit s'opposer aux forces de frottement et exerce donc une action pour entretenir le mouvement.

34 **1.** La somme des forces modélisant les actions s'exerçant sur le solide est nulle car le système est immobile.

2. Représentation des forces



3. Le poids a pour valeur

$$P = m \times g = 0{,}250 \times 9{,}8 = 2{,}5 \text{ N}.$$

4. La somme des forces forme un triangle rectangle isocèle : la tension du fil et la réaction du support sont égales et à l'aide du théorème de Pythagore on peut écrire :$P^2 = R^2 + T^2$, soit $2T^2 = P^2$.

Donc $T = R = \sqrt{\dfrac{P^2}{2}}$

AN : $T = R = \sqrt{\dfrac{(0{,}250 \times 9{,}8)^2}{2}} = 1{,}7$ N.

5. Dès lors que le fil est coupé, le solide n'est plus soumis qu'aux actions de la Terre et du support. Les deux forces modélisant ces actions ne sont pas modifiées et on a $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{R} = -\vec{T}$.

La somme des forces est bien égale et opposée à la force qu'exercée le fil sur le solide.

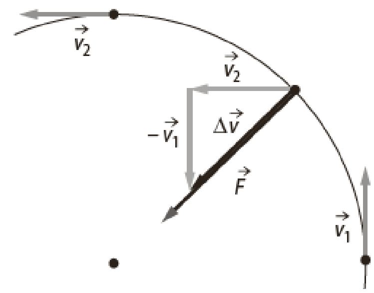
6. À partir de la relation $\vec{F} = m \cdot \dfrac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$, ou peut calculer : $\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{F}{m} \rightarrow \Delta v = \dfrac{F}{m} \times \Delta t$

Application numérique :

$$\Delta v = \frac{1{,}7}{0{,}250} \times 1 = 6{,}8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Le solide a atteint la vitesse de $6{,}8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ au bout d'une seconde.

35 **1.** Schéma de la rotation de la Lune autour de la Terre :



2. La force modélisant l'action de la Terre sur la Lune a pour caractéristiques :
- sa direction : le diamètre du cercle ;
- son sens : vers le centre de la Terre ;
- sa valeur :

$$F = G \cdot \frac{m_{Terre} \times m_{lune}}{d^2}$$
$$= 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{5{,}97 \times 10^{24} \times 7{,}3 \times 10^{22}}{(3{,}84 \times 10^8)^2} = 1{,}97 \times 10^{20} \text{ N}$$

3. On peut déterminer la variation de la vitesse de la Lune grâce à la relation $\vec{F} = m \cdot \dfrac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$.

Après transformation de la relation on obtient $\Delta v = F \times \dfrac{\Delta t}{m_{Lune}}$ avec

$$\Delta t = \frac{27 \text{ jours } 8 \text{ heures}}{4}$$
$$= \frac{27 \times 24 \times 3\,600 + 8 \times 3\,600}{4} = 5{,}9 \times 10^5 \text{ s.}$$

Le calcul donne

$$\Delta v = 1{,}97 \times 10^{20} \times \frac{5{,}9 \times 10^5}{7{,}3 \times 10^{22}} = 1{,}6 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

4. Pour un quart de tour, le vecteur vitesse a effectué une rotation de 45°. La variation de vitesse et les deux vecteurs vitesses forment un triangle rectangle isocèle.

Le théorème de Pythagore conduit à

$$\Delta v^2 = v^2 + v^2 \rightarrow \Delta v^2 = 2v^2 \rightarrow \frac{\Delta v^2}{2} = v^2 \rightarrow v = \frac{\Delta v}{\sqrt{2}}.$$

5. Le calcul conduit à

$$v = \frac{1{,}6 \times 10^3}{\sqrt{2}} = 1{,}1 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 1{,}1 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Sur Internet ou d'autres sources, on retrouve bien cette valeur.

43 Pour connaître la durée d'ascension, il faut utiliser la relation donnée dans le document 2 :

$$h = \frac{1}{2} \times \frac{F}{m} \times t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot h \cdot m}{F}}.$$

Elle implique de déterminer la masse du système et la valeur de la force qui s'exerce sur le système.

Détermination de la valeur de la force

La montgolfière est soumise à l'action de la Terre (le poids du système) et l'action de l'air, sur l'air chaud. Dans le document 1, la somme des actions de la Terre et de l'air, sur l'air chaud est donnée : « Le volume de la montgolfière est de 2 200 m³, et un mètre cube d'air à 85 °C peut soulever 220 grammes ».

On la note

$$F_1 = F_{terre/airchaud} + F_{air/airchaud}$$
$$= 2\,200\ \text{m}^3 \times 0{,}220 \frac{\text{kg}}{m^3} \times 9{,}8\ \text{N} \cdot \text{kg}^{-1} = 4{,}7 \times 10^3\ \text{N}$$

Il reste à déterminer la valeur de la force modélisant l'action de la Terre sur la masse de {la nacelle, l'enveloppe, les brûleurs et des trois personnes} (on néglige l'action de l'air sur ces éléments) :

$$F_2 = P_{nacelle+3personnes} = (200\ \text{kg} + 3 \times 80\ \text{kg}) \cdot 9{,}8\,\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$$
$$= 4{,}3 \times 10^3\ \text{N}.$$

On déduit la valeur de la force F permettant à la montgolfière de s'élever :

$$F = F_1 - F_2 = 4{,}7 \times 10^3 - 4{,}3 \times 10^3 = 0{,}4 \times 10^3\ \text{N}$$

Détermination de la masse du système (air chaud + nacelle, enveloppe, brûleurs + 3 personnes)

$$m = 2\,200\ \text{m}^3 \times 0{,}986\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} + 200\ \text{kg} + 3 \times 80\ \text{kg}$$
$$= 2{,}6 \times 10^3\ \text{kg}.$$

Calcul de la durée pour s'élever d'une hauteur $h = 800$ m.

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h \cdot m}{F}} = \sqrt{\frac{2 \times 800 \times 2{,}6 \times 10^3}{0{,}4 \times 10^3}}$$
$$= 102\ \text{s} = 1\ \text{min}\ 42\ \text{s}.$$

En réalité il faut environ 5 minutes selon les conditions météo.

44 **1.** Le bilan des forces modélisant les actions qui s'exercent sur le parachutiste pendant le saut est le suivant :

– action de la Terre modélisée par :
$\vec{F}_{Terre/parachutiste} = \vec{P}_{parachutiste}$;

– action de l'air modélisée par une force de frottement : $\vec{F}_{air/parachutiste} = \vec{f}rottement$.

2. a. Pendant les deux premières secondes, la variation de vitesse est constante car la vitesse croit linéairement.

b. Si la variation de vitesse et constante alors la somme des forces est elle aussi constante d'après la relation approchée de la deuxième loi de Newton. Comme le poids du parachutiste ne change pas et comme à $t = 0$ s la vitesse est nulle, alors les forces de frottements sont nulles (donc négligeables) pendant les deux premières secondes.

3. a. Entre 2 et 15 secondes la variation de vitesse diminue.

Entre 5 et 10 s la vitesse augmente de $\Delta v = 51 - 37 = 14\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Et entre 10 et 15 s, sa vitesse n'augmente plus que de $\Delta v = 53 - 51 = 2\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

b. Le poids du parachutiste n'étant pas modifié cela signifie que les forces de frottements augmentent.

4. a. Après 15 secondes, la vitesse n'augmente plus, la variation de vitesse est donc nulle alors la somme des forces s'exerçant sur le parachutiste est nulle d'après la principe d'inertie.

b. La valeur maximale des forces de frottement est égale au poids du parachutiste :

$$f = P = 82 \times 9{,}8 = 800\ \text{N}.$$