P7. Mouvements et forces
Exemples de cours - Corrigé

Exemple n°1 : Mouvement rectiligne : vitesse et accélération instantanées

1. La trajectoire est rectiligne dans le référentiel terrestre.
2. Le mouvement de la bille est rectiligne accéléré dans le référentiel terrestre.
3. $v_{moy} = d / \Delta t$ avec $d = 6{,}4 \times 4$ cm et $\Delta t = 0{,}08$ s donc $\mathbf{v_{moy} = 320\ cm.s^{-1}}$
4. la 3ème position photographiée $d_{2\text{-}4} = 1{,}4 \times 4$ cm $v_3 = 5{,}6 / 0{,}02 = \mathbf{2{,}8\ m.s^{-1}}$
   la 7ème position photographiée $d_{6\text{-}8} = 1{,}9 \times 4$ cm $v_7 = 7{,}6 / 0{,}02 = \mathbf{3{,}8\ m.s^{-1}}$
   la 9ème position photographiée $d_{8\text{-}9} = 1{,}05 \times 4$ cm $v_9 = 4{,}2 / 0{,}01 = \mathbf{4{,}2\ m.s^{-1}}$
5.
6. $\vec{a}_8 = \dfrac{\vec{v}_9 - \vec{v}_7}{2\Delta t}$ Les vecteurs étant colinéaires, on peut écrire : $a_8 = \dfrac{v_9 - v_7}{2\Delta t}$ $\mathbf{a_8 = 20\ m.s^{-2}}$

Exemple n°2 : Mouvement circulaire

1. Le mouvement est circulaire uniforme.
2. $\omega = 4{,}7$ rad.s^{-1} = 282 rad.min^{-1} Or, $f = \omega / 2\pi$ **f = 45 tours par minute**
3. $v = R\,\omega$ $\mathbf{v = 0{,}24\ m.s^{-1}}$
4. Le vecteur vitesse est tangent à la trajectoire en chaque point. Le vecteur a une longueur de 2,4 cm.
5. Le vecteur accélération est centripète : il est dirigé vers le centre du cercle.
   La vitesse est constante, l'accélération n'est pas nulle.

Exemple n°3: Lois de Newton

La force exercée par Arnaud sur la ficelle $\vec{F}_{A/F}$ est égale et opposée à la force exercée par la ficelle sur Arnaud $\vec{F}_{F/A}$: $\vec{F}_{A/F} = -\vec{F}_{F/A}$.

On cherche donc à déterminer $\vec{F}_{F/A}$.

Système : {Arnaud}

Référentiel : terrestre, supposé galiléen

Bilan des forces exercées sur Arnaud :

- son poids $\vec{P} = m\vec{g}$
- la force exercée par la ficelle : $\vec{F}_{F/A}$
- la réaction de la balance : $\vec{F}_{B/A}$.

La force exercée par la balance sur Arnaud $\vec{F}_{B/A}$ est égale et opposée à la force exercée par Arnaud sur la balance $\vec{F}_{A/B}$: $\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{B/A}$ et $F_{B/A} = F_{A/B} = 68 \times 10 = 680\ N$.

D'après le principe d'inertie, dans le référentiel terrestre, Arnaud est immobile donc : $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$ soit $m\vec{g} + \vec{F}_{F/A} + \vec{F}_{B/A} = \vec{0}$.

Par projection sur l'axe Oz, vertical vers le haut : $-mg + F_{F/A} + F_{B/A} = 0$ donc $F_{F/A} = mg - F_{B/A}$

D'où $F_{F/A} = 740 - 680 = 60\ N$.

Et enfin $F_{A/F} = F_{F/A} = 60\ N$.

Exemple n°4 : Principe fondamental de la dynamique

Système : {voiture}
Référentiel : terrestre, supposé galiléen
Bilan des forces exercées sur le système :

- son poids $\vec{P}=m\,\vec{g}$
- la force exercée par la route $\vec{R}$
- la force de poussée $\vec{F}$

D'après le PFD, $\Sigma \vec{F}_{ext}=m\vec{a}$ et $\vec{a}=\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ avec $\Delta v = 5 \times 10^3 / 3600 = 1{,}4\ m.s^{-1}$ **$a = 0{,}069\ m.s^{-2}$**

L'accélération est parallèle à la route car le mouvement est rectiligne donc la résultante des forces est parallèle à la route.

Donc la force exercée par la route $\vec{R}$ est opposée au poids et la force de poussée F = m a **F = 56 N**

Cette force correspond au poids d'un objet de 6 kg : on a négligé les frottements et ce n'est pas réaliste !

Exemple n°5 : Intensité de l'attraction gravitationnelle

$F=\dfrac{G m_1 m_2}{d^2}$ donc **$F = 8{,}0 \times 10^{-8}$ N** très faible devant les forces usuelles (poids, force humaine...)

Exemple n°6 : Le poids sur la Lune

1. $F=\dfrac{G m M_L}{d^2}$
2. $F=\dfrac{G m M_L}{R_L^2}=m\,g_L$ donc $g_L=\dfrac{G M_L}{R_L^2}$ **$g_L = 1{,}62\ N.m^{-1}$**
3. Pour une personne de 65 kg par exemple, $P = m\,g_L$ donc P = 65 x 1,62 = 105 N.

Exemple n°7 : Réaction d'un support

Système = {meuble}
Référentiel : terrestre, supposé galiléen
Bilan des forces :

- poids $\vec{P}$ tel que P = 1200 N
- réaction du sol $\vec{R}$
- force du déménageur $\vec{F}$ telle que F = 600N

Le meuble ne bouge pas donc il est immobile dans le référentiel terrestre : d'après le principe d'inertie, $\Sigma\vec{F}=\vec{0}$ donc $\vec{P}+\vec{R}+\vec{F}=\vec{0}$. Les forces forment donc un triangle.

On en déduit (graphiquement) que **$R = 1{,}34 \times 10^3$ N**.

Exemple n°8 : Composantes de la réaction d'un support

1. Système = {cube}

Référentiel terrestre, supposé galiléen
Bilan des forces :
poids $\vec{P}$ tel que P = 20 N
réaction $\vec{R}=\vec{R}_N+\vec{R}_T$ où $\vec{R}_T$ représente la force de frottements.

2. On choisit comme repère de coordonnées, le repère dont l'origine O est situé au centre de gravité et l'axe Ox est orienté le long de la pente, vers le bas.

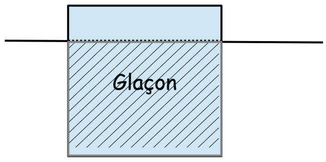
Coordonnées des vecteurs dans ce repère : $\vec{P}=\begin{pmatrix} P\sin\beta \\ -P\cos\beta \end{pmatrix}$ $\vec{R}=\begin{pmatrix} -R_T \\ R_N \end{pmatrix}$ avec R_N et $R_T > 0$

3. Le cube est en équilibre donc il est immobile dans le référentiel terrestre : d'après le principe d'inertie, on a donc $\Sigma\vec{F}=\vec{0}$ soit $\vec{P}+\vec{R_N}+\vec{R_T}=\vec{0}$.

On en déduit le système d'équations : $\begin{cases} P\sin\beta - R_T = 0 \\ -P\cos\beta + R_N = 0 \end{cases}$ d'où $\begin{cases} R_T = P\sin\beta \\ R_N = P\cos\beta \end{cases}$ $\begin{cases} R_T = 10\,N \\ R_N = 17\,N \end{cases}$

<u>Exemple n°9</u> : Poussée d'Archimède

1.



2. Système = {glaçon}

Référentiel terrestre supposé galiléen

<u>Bilan des forces :</u>

- poids du glaçon $\vec{P}$
- poussée d'Archimède $\vec{P_A}$

3. $P = m_g\, g = \rho_g\, V_g\, g$
   $P_A = m_i\, g = \rho_{eau}\, V_i\, g$
4. Dans le référentiel terrestre, le glaçon est à l'équilibre, immobile, donc d'après le principe d'inertie, $\Sigma\vec{F}=\vec{0}$ donc $\vec{P}+\vec{P_A}=\vec{0}$.

Par projection sur l'axe vertical orienté vers le haut : $-P + P_A = 0$ donc $P = P_A$

d'où $\rho_g\, V_g\, g = \rho_{eau}\, V_i\, g$ et $V_i = \dfrac{\rho_g}{\rho_{eau}} V_g = d_g V_g$ **V_i = 0,917 cm³**