CHAPITRE – MOUVEMENT D'UN SYSTÈME

EXERCICES À RÉALISER EN AUTONOMIE :

- Exercice résolu page 233 ;
- QCM page 234 ;
- Exercices corrigés n° 9 page 234, 12 page 235, 18 page 236 ;
- Exercices facultatifs n° 20 page 236, 22 page 237, 23 page 237, 24 page 238.

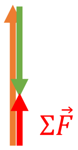
▪ EXERCICE 13 PAGE 235

Somme des forces et vecteur variation de vitesse

D'après la relation approchée du principe fondamental de la dynamique, pour un système de masse constante,

$$\Delta\vec{v} = \frac{\Delta t}{m} \cdot \overrightarrow{\Sigma F_{ext}}$$

Les deux vecteurs sont colinéaires et de même sens. Il faut donc tracer le vecteur somme de $\vec{P}$ et $\vec{T}$ pour obtenir un vecteur de même direction et de même sens que $\Delta\vec{v}$.
Pour tracer le vecteur-somme $\vec{T} + \vec{P}$, on part du système, on dessine la flèche de $\vec{T}$. Au bout de cette flèche, on trace celle de $\vec{P}$. On dessine finalement une flèche qui part de la première extrémité (le système) à la dernière (le chevron de la flèche de $\vec{P}$).



Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ est donc dirigé verticalement et orienté vers le haut.

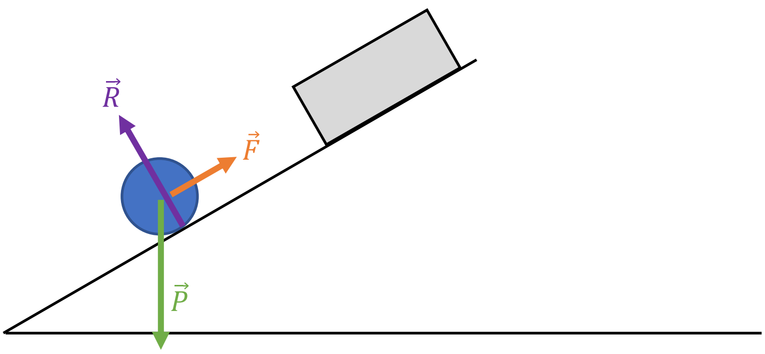
▪ EXERCICE 15 PAGE 235

Somme vectorielle, inertie

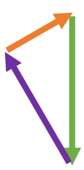
1. Calcul de la norme du poids : $P = m \times g = 10\ g\ \times 9{,}8\ N \cdot kg^{-1} = 98\ mN$
Échelle choisie : 1 cm ≙ 50 mN.

Longueur de la flèche du poids : 1,96 cm.
Longueur de la flèche de la réaction normale : 1,7 cm.
Longueur de la flèche de la forme magnétique : 1 cm.

Schéma complété



2. Réalisons la somme vectorielle des trois forces :



La somme des forces est le vecteur nul. D'après la relation approchée du principe fondamental de la dynamique,

$$\Delta\vec{v} = \frac{\Delta t}{m} \cdot \overrightarrow{\Sigma F_{ext}}$$

Or $\overrightarrow{\Sigma F_{ext}} = \vec{0}$ donc $\Delta\vec{v} = \vec{0}$: le vecteur-vitesse ne varie pas, ce qui revient à dire que le mouvement est rectiligne uniforme ou bien que le système est immobile.

▪ EXERCICE 17 PAGE 236 — Influence de la masse du système, inertie

Plus la masse du système est importante, plus l'effet de la force sera faible. La chronophotographie b. montre une déviation du système moins importante que dans la a. La bille qui possède la masse la plus grande est celle de la situation b.

▪ EXERCICE 21 PAGE 237 — Principe fondamental de la dynamique

1. $\Delta v(t = 40s) = v(t = 60s) - v(t = 40s) = 55\frac{km}{h} - 70\frac{km}{h} = -15\frac{km}{h}$ (ou 15 km/h en valeur absolue)

2. La voiture garde un mouvement horizontal, la direction de $\Delta\vec{v}$ est horizontal. La voiture ralentit, le vecteur-variation de vitesse est orienté dans le sens opposé au mouvement, donc vers la gauche.

3. D'après la relation approchée du principe fondamental de la dynamique,

$$\Delta\vec{v} = \frac{\Delta t}{m} \cdot \Sigma\overrightarrow{F_{ext}}$$

Les deux vecteurs sont donc colinéaires et de même sens. Or $\Delta\vec{v}$ est dirigé horizontalement et orienté vers la gauche. Donc $\Sigma\overrightarrow{F_{ext}}$ est lui aussi un vecteur dirigé horizontalement et orienté vers la gauche.

4. La voiture est soumise à l'action attractive de la Terre, modélisée par son poids $\vec{P}$, vertical vers le bas ; à l'action de la route, modélisée d'une part par la réaction normale de la route $\vec{R}$, verticale vers le haut, et d'autre part à une force de frottement horizontale vers la gauche (opposée au sens du mouvement). Il faut aussi tenir compte des actions de l'air, modélisées elles aussi par une force de frottement horizontale vers la gauche. L'ensemble des forces de frottements est représenté par une force unique $\vec{f}$.

D'après la question précédente, il est établi que la somme des forces est un vecteur horizontal vers la gauche. Il faut donc que verticalement, les forces se compensent : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$.

D'après la relation approchée du principe fondamental de la dynamique,

$$\Delta\vec{v} = \frac{\Delta t}{m} \times \left(\vec{P} + \vec{R} + \vec{f}\right) = \frac{\Delta t}{m} \times \vec{f}$$

En termes de normes,

$$\Delta v = \frac{\Delta t}{m} \times f$$

En multipliant membre à membre par $\frac{m}{\Delta t}$,

$$f = \Delta v \times \frac{m}{\Delta t}$$

Calcul :

$$f = 15\frac{km}{h} \times \frac{1{,}0\ t}{20\ s} = \frac{15}{3{,}6}\frac{m}{s} \times \frac{1{,}0 \times 10^3 kg}{20\ s} = \frac{15 \times 1{,}0 \times 10^3}{3{,}6 \times 20}\ N = 0{,}21\ kN$$

▪ EXERCICE 25 PAGE 237 — Principe fondamental de la dynamique

1. Plus la masse d'un système est faible, plus l'effet d'une force est important. Le volant étant léger, il peut subir un effet important en raison de la force exercée par le vent.

2. Le volant est soumis à l'action de l'air et de la Terre. Or les actions de l'air sont supposées négligeables d'après l'énoncé. Il ne reste que l'action attractive de la Terre, modélisée par le poids $\vec{P}$ du volant.

3. Le poids est une force qui s'exerce verticalement et vers le bas. D'après la relation approchée du principe fondamental de la dynamique,

$$\Delta\vec{v} = \frac{\Delta t}{m} \times \vec{P}$$

Les deux vecteurs sont colinéaires et de même sens. Si l'action de l'air est bien négligeable, $\Delta\vec{v}$ est un vecteur vertical vers le bas.

4. Code possible :

```
for i in [1,2,3,4,5] :
    plt.array(x[i],y[i],vx[i+1]-vx[i],vy[i+1]-vy[i])
```

5. D'après le document 3, les vecteurs-variation de vitesse ne sont pas verticaux vers le bas : il n'est pas donc pas possible de négliger l'action du vent. Comme ces vecteurs sont dirigés vers l'arrière du mouvement, l'action du vent a tendance à ralentir le volant de badminton par effet de frottement.