

Exercices 1 Mouvement d'un système

Les bases : vitesse, variation de vitesse, deuxième loi de Newton approchée

5 exercices · niveau ●○○ · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Calculer et représenter à l'échelle un vecteur vitesse à partir d'une chronophotographie ; construire un vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$.
- Relier $\Delta \vec{v}$ à la somme des forces par la relation approchée $\sum \vec{F} \approx m \Delta \vec{v} / \Delta t$: prévoir $\Delta \vec{v}$ à partir des forces, ou l'inverse ; comprendre le rôle de la masse.

■ RAPPEL — L'essentiel du chapitre

- Sur une chronophotographie, les positions $M_0, M_1, \dots$ sont enregistrées à intervalles de temps égaux τ . **Vecteur vitesse** en M_i : tangent à la trajectoire, dans le sens du mouvement, de valeur $v_i \approx M_i M_{i+1} / \tau$ ou, plus précisément, $v_i \approx M_{i-1} M_{i+1} / (2\tau)$; on le représente à partir de M_i avec une échelle des vitesses.
- **Vecteur variation de vitesse** entre deux instants voisins t et t' : $\Delta \vec{v} = \vec{v}(t') - \vec{v}(t)$, par exemple $\Delta \vec{v}_i = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_i$ ($\Delta t = \tau$) ou $\Delta \vec{v}_i = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_{i-1}$ ($\Delta t = 2\tau$). Construction : on reporte les deux vecteurs vitesse à partir d'un même point ; $\Delta \vec{v}$ va de l'extrémité du premier à l'extrémité du second.
- **Relation approchée** (deuxième loi de Newton) pour un système de masse m constante : $\sum \vec{F} \approx m \Delta \vec{v} / \Delta t$. Donc $\Delta \vec{v}$ a la direction et le sens de la somme des forces, et $\sum \vec{F} = \vec{0} \iff \Delta \vec{v} = \vec{0}$ (principe d'inertie). Pour une même somme des forces, Δv est d'autant plus petite que la masse est grande : la masse mesure l'**inertie** du système.

Exercice 1 Le chariot sur un rail incliné

●○○

Un chariot descend un rail incliné rectiligne. Un enregistrement vidéo a permis de repérer la position de son centre toutes les $\tau = 0,10$ s (figure 1, où la règle est graduée en centimètres réels). La masse du chariot est $m = 0,40$ kg.

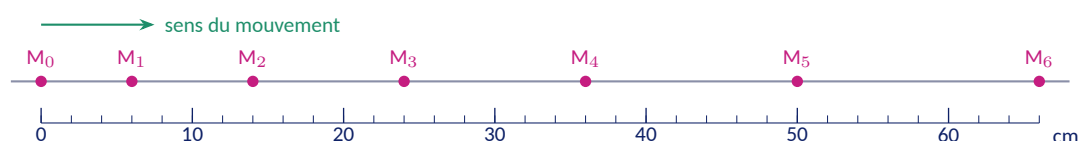


Figure 1 — Positions successives du chariot, figure dessinée parallèlement au rail (1 cm sur la figure représente 5 cm réels)

- 1.1 Le mouvement du chariot est-il uniforme, accéléré ou ralenti ? Justifier sans calcul.
- 1.2 Calculer les valeurs des vitesses v_2 et v_4 , en utilisant $v_i \approx M_{i-1} M_{i+1} / (2\tau)$.
- 1.3 Représenter $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_4$ sur un schéma avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Construire $\Delta \vec{v}_3 = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$ et donner sa valeur.
- 1.4 En déduire la direction, le sens et la valeur de la somme des forces qui s'exercent sur le chariot.

Exercice 2 Prévoir une variation de vitesse : la chute libre

●○○

Un caillou de masse $m = 0,25$ kg est en chute libre : il n'est soumis qu'à son poids. On prend $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

- 2.1 Donner les caractéristiques de la somme des forces exercées sur le caillou, puis celles du vecteur $\Delta \vec{v}$ pendant une durée $\Delta t = 0,20$ s.

- 2.2** Le caillou est lancé verticalement vers le haut à $12,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Quelle est la valeur de sa vitesse $0,20 \text{ s}$ plus tard ? Au bout de combien de temps s'arrête-t-il ?
- 2.3** Une bille de 25 g est lancée de la même façon. Son mouvement est-il différent ? Justifier à l'aide de la relation approchée.

Exercice 3 Construire un vecteur variation de vitesse



Dans chacune des trois situations de la figure 2, on a reporté à partir d'un même point O les vecteurs vitesse $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_2$ d'un système à deux instants voisins, avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (côté d'un carreau : $0,5 \text{ cm}$).



Figure 2 — Vecteurs vitesse à deux instants voisins (à compléter)

- 3.1** Sur la figure, construire dans chaque cas le vecteur $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$, puis donner sa valeur.
- 3.2** Dans quelle situation la valeur de la vitesse est-elle constante ? Le vecteur vitesse l'est-il ? Quand le système ralentit-il ?
- 3.3** Situation b (vue de dessus) : cycliste de 80 kg dans un virage sur route horizontale, $\Delta t = 0,50 \text{ s}$ entre les deux instants. Déterminer la direction, le sens et la valeur de la somme des forces qu'il subit.

Exercice 4 Un tour de manège



Une nacelle de manège, de masse totale $m = 240 \text{ kg}$ avec ses passagers, tourne à vitesse constante autour de l'axe O. La figure 3 donne ses positions successives, vues de dessus, toutes les $\tau = 1,0 \text{ s}$, à l'échelle 1 cm pour $2,5 \text{ m}$. Les vecteurs vitesse $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_4$ sont déjà tracés avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- 4.1** Calculer le rayon R de la trajectoire et la valeur de la vitesse $v_2 \approx M_1M_3/(2\tau)$. Vérifier la cohérence avec la longueur de la flèche $\vec{v}_2$.
- 4.2** Reporter $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_4$ à partir du point M_3 , puis construire $\Delta\vec{v}_3 = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$. Quelle est sa direction ? Son sens ? Sa valeur ?
- 4.3** En déduire les caractéristiques de la somme des forces qui s'exercent sur la nacelle. Justifier l'expression « force centripète ».

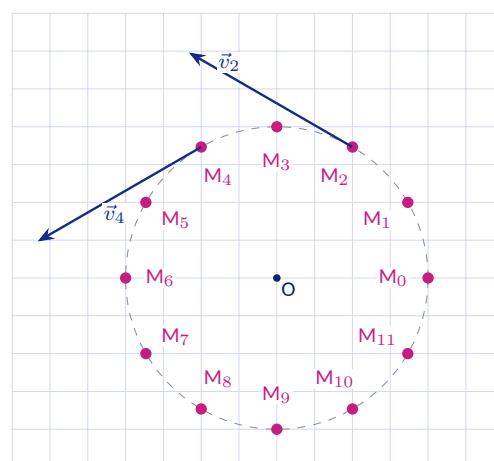


Figure 3 — Positions de la nacelle (vue de dessus)

Exercice 5 Un freinage d'urgence



Une voiture de masse $m = 1\,250 \text{ kg}$ roule en ligne droite sur une route horizontale et freine brusquement : à l'instant t_1 , la valeur de sa vitesse est $v_1 = 25,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; à l'instant $t_2 = t_1 + 0,50 \text{ s}$, elle vaut $v_2 = 21,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- 5.1** Représenter $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_2$ à partir d'un même point avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, puis construire $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$. Comparer le sens de $\Delta\vec{v}$ à celui du mouvement.
- 5.2** Calculer la valeur de la somme des forces exercées sur la voiture pendant le freinage ; préciser sa direction et son sens. Comparer au poids de la voiture ($g = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$).
- 5.3** Chargée ($1\,500 \text{ kg}$), la voiture freine avec la même force : calculer Δv en $0,50 \text{ s}$. Conclure.