

SECONDE · PHYSIQUE-CHIMIE · MOUVEMENT ET INTERACTIONS · CHAPITRE 11

Approfondissement Décrire un mouvement

Lancer horizontal, bille dans un wagon, rotation de la Terre, dépassement, satellite géostationnaire

5 exercices · niveau ●●● · durée conseillée : 2 h 30 · calculatrice autorisée



R. RINGUET · 2026 – 2027

■ RAPPEL — Formules utiles

Vitesse moyenne : $v = d/\Delta t$; périmètre d'un cercle de rayon R : $P = 2\pi R$.

Exercice 1 Une balle lancée horizontalement

●●●

Une balle est lancée horizontalement depuis le haut d'une table, puis filmée. Le logiciel repère son centre toutes les $\tau = 0,10$ s (figure 1). Sur le quadrillage, un carreau représente 10 cm réels, horizontalement comme verticalement.

- 1.1 Quel référentiel a-t-on choisi ? Nommer la nature de la trajectoire de la balle.
- 1.2 Relever, en mètres, le déplacement *horizontal* entre deux positions successives. Que peut-on dire du mouvement de l'ombre de la balle projetée sur le sol ? Calculer la valeur v_h de sa vitesse horizontale.
- 1.3 Relever de même les cinq déplacements *verticaux* successifs, en mètres. Comment évoluent-ils ? Calculer les valeurs des vitesses verticales correspondantes.
- 1.4 Montrer que la distance M_2M_3 vaut 0,32 m, puis calculer la valeur v_2 de la vitesse de la balle en M_2 .
- 1.5 Représenter $\vec{v}_2$ sur la figure avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. La flèche obtenue est-elle exactement tangente à la trajectoire en M_2 ? Expliquer.
- 1.6 Décrire comment le vecteur vitesse de la balle varie au cours du mouvement : sa direction change-t-elle ? son sens ? sa valeur ?
- 1.7 La balle quitte la table à 1,25 m du sol. À l'aide de la figure, déterminer la durée de la chute, puis la distance horizontale parcourue. On admet que le mouvement vertical ne dépend pas de la vitesse horizontale : si on lance la balle deux fois plus vite, la durée de la chute change-t-elle ? Où tombe-t-elle alors ?

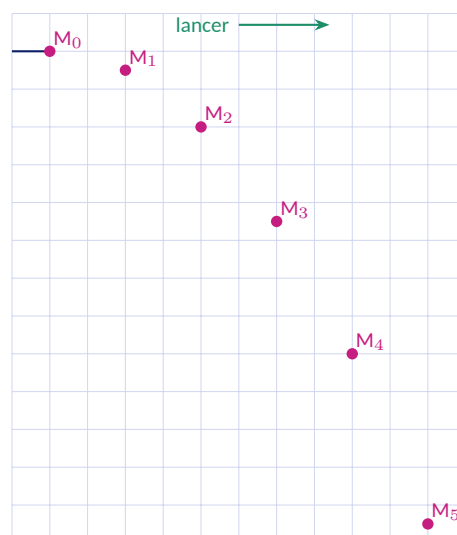


Figure 1 — Chronophotographie de la balle

Exercice 2 La balle dans le wagon

●●●

Un wagon roule en ligne droite à la vitesse constante de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Un passager tient une balle à 1,80 m au-dessus du plancher, puis la lâche : elle met 0,60 s pour atteindre le plancher. On néglige l'action de l'air.

- 2.1 Dans le référentiel du wagon, la balle part sans vitesse initiale. Nommer la nature de sa trajectoire et indiquer où elle touche le plancher par rapport au passager.
- 2.2 Dans le référentiel terrestre, quelle est la vitesse de la balle à l'instant du lâcher ? Calculer la distance horizontale qu'elle parcourt pendant sa chute.
- 2.3 En déduire la nature de la trajectoire de la balle dans le référentiel terrestre. Faire un schéma des deux trajectoires.

- 2.4 Le passager et un observateur immobile au bord de la voie sont-ils d'accord sur le point de chute de la bille ? sur la forme de sa trajectoire ? Expliquer cette apparente contradiction.
- 2.5 (Pour aller plus loin.) Le wagon freine maintenant pendant la chute de la bille. Dans le référentiel du wagon, la bille tombe-t-elle encore à la verticale du point de lâcher ? Justifier sans calcul.

Exercice 3 La Terre tourne sous nos pieds



La Terre effectue un tour complet sur elle-même en 23 h 56 min. On étudie le mouvement d'un point A situé sur l'équateur, puis celui de la ville de Paris, qui décrit en une journée un cercle de rayon $4,19 \times 10^3$ km.

■ **DONNÉES** $R_T = 6,38 \times 10^3$ km (équateur) • son : $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ • orbite terrestre : $2,98 \times 10^4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ • $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 3,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

- 3.1 Dans quel référentiel le point A est-il immobile ? Dans quel référentiel décrit-il un cercle ? Quelle est la nature de son mouvement dans ce dernier ?
- 3.2 Calculer la distance parcourue par A en un tour, puis la valeur de sa vitesse, en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ et en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Comparer à la vitesse du son dans l'air.
- 3.3 Faire le même calcul pour Paris. Pourquoi les deux résultats sont-ils différents ?
- 3.4 Comparer la vitesse de A à celle de la Terre sur son orbite autour du Soleil. Quelle est la vitesse totale d'un habitant de l'équateur dans le référentiel héliocentrique, au minimum et au maximum ?
- 3.5 Pourquoi ne ressent-on aucune de ces vitesses dans la vie courante ?

Exercice 4 Un dépassement sur l'autoroute



Une autoroute est parallèle à une voie ferrée rectiligne. Un train de 200 m de long roule à $126 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; une voiture roule dans le même sens à $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. À l'instant initial, l'avant du train arrive juste à la hauteur de la voiture.

■ **DONNÉES** $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 3,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

- 4.1 Convertir les deux vitesses en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Quelle est la vitesse du train dans le référentiel de la voiture ?
- 4.2 En raisonnant dans le référentiel de la voiture, calculer la durée nécessaire pour que le train ait complètement dépassé la voiture.
- 4.3 Retrouver ce résultat dans le référentiel terrestre, en comparant les distances parcourues par le train et par la voiture pendant cette durée.
- 4.4 Quelle distance le train parcourt-il pendant le dépassement dans le référentiel terrestre ? Et dans le référentiel de la voiture ?
- 4.5 Reprendre la question 4.2 si la voiture roule en sens inverse, à la même vitesse. Commenter.

Exercice 5 Le satellite géostationnaire



Un satellite de télécommunication est dit *géostationnaire* lorsqu'il reste en permanence à la verticale du même point de l'équateur. Sa trajectoire est alors un cercle de rayon $4,22 \times 10^4$ km centré sur le centre de la Terre, parcouru en 23 h 56 min.

■ **DONNÉES** $R_T = 6,38 \times 10^3$ km (rayon de la Terre à l'équateur) • $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 3,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

- 5.1 Décrire le mouvement du satellite dans le référentiel terrestre, puis dans le référentiel géocentrique.
- 5.2 Pourquoi la durée d'un tour doit-elle être exactement égale à celle d'un tour de la Terre sur elle-même ?
- 5.3 Calculer l'altitude du satellite au-dessus du sol.
- 5.4 Calculer la valeur de sa vitesse dans le référentiel géocentrique, en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ puis en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Comparer à celle du point A de l'exercice 3.
- 5.5 Le vecteur vitesse du satellite est-il constant dans le référentiel géocentrique ? et dans le référentiel terrestre ? Justifier.
- 5.6 Citer un intérêt pratique de ce type d'orbite pour les antennes de télévision.