

PREMIÈRE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · MOUVEMENT ET INTERACTIONS · CHAPITRE 13



R. RINGUET · 2026 – 2027

Devoir bilan Mouvement d'un système

Tir en suspension au basket, particule alpha dans un champ électrostatique, remontée d'un plongeur

Durée : 1 h 30 · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Les trois exercices sont indépendants. Toute réponse doit être justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. La figure 1 est à compléter et à rendre avec la copie. Formulaire : relation approchée $\sum \vec{F} \approx m \Delta \vec{v} / \Delta t$; vitesse en M_i : $v_i \approx M_{i-1}M_{i+1} / (2\tau)$.

Exercice 1 Le tir en suspension

8 pts ●●○

Un basketteur tire en suspension ; le ballon, de masse $m = 600 \text{ g}$, quitte ses mains en M_0 et passe dans le panier en M_7 . La figure 1 reproduit la chronophotographie du mouvement du centre du ballon, dans le référentiel terrestre : $\tau = 0,15 \text{ s}$ et chaque carreau représente 25 cm (1 cm sur la figure pour 50 cm).

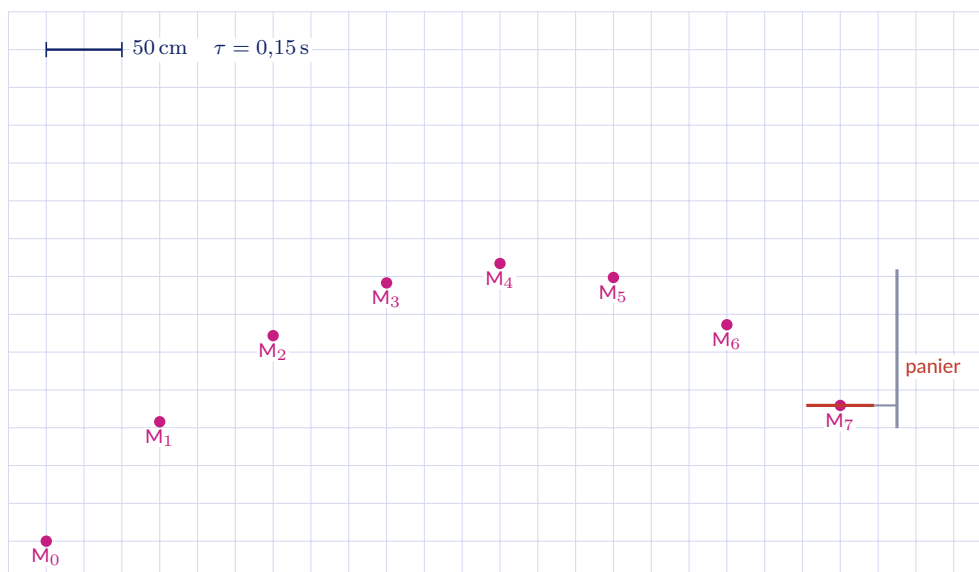


Figure 1 — Chronophotographie du tir (à compléter et à rendre avec la copie)

■ DONNÉES $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

- 1.1 Décrire la trajectoire du ballon. Montrer que le mouvement de la projection horizontale du ballon est uniforme et calculer la coordonnée horizontale v_x de sa vitesse.
- 1.2 Calculer les valeurs des vitesses v_2 et v_4 . Représenter $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_4$ sur la figure avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 1.3 Reporter ces deux vecteurs à partir de M_3 et construire $\Delta \vec{v}_3 = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$. Donner sa direction, son sens et sa valeur.
- 1.4 En déduire la direction, le sens et la valeur de la somme des forces exercées sur le ballon. Comparer au poids du ballon et conclure sur les frottements de l'air.

- 1.5** Un camarade affirme : « Au sommet de la trajectoire, la vitesse du ballon est nulle et plus aucune force ne s'exerce sur lui. » Critiquer ces deux affirmations.
- 1.6** Le même tir est effectué avec un ballon de masse 500 g, lancé exactement de la même façon ; les frottements sont toujours négligeables. La trajectoire est-elle modifiée ? Justifier à l'aide de la relation approchée.

Exercice 2 Une particule alpha dans un champ électrostatique

6 pts ●●○

Une particule alpha (noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}^{2+}$, de masse $m = 6,64 \times 10^{-27} \text{ kg}$ et de charge $q = 2e$) pénètre en O, avec une vitesse horizontale $\vec{v}_0$ de valeur $v_0 = 1,0 \times 10^6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, entre deux plaques horizontales A et B distantes de $d = 5,0 \text{ cm}$ et de longueur $L = 10 \text{ cm}$ (figure 2). La tension entre les plaques vaut $U = 1,0 \text{ kV}$; la plaque A est reliée à la borne + du générateur. Le champ électrostatique entre les plaques est supposé uniforme. L'ensemble est placé dans le vide.

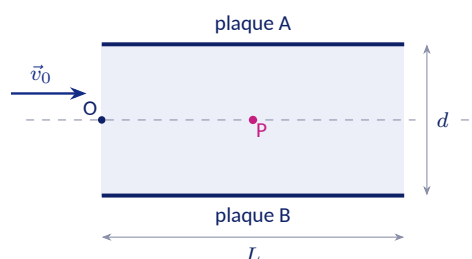


Figure 2 — Les plaques vues en coupe

■ **DONNÉES** $g = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ • charge élémentaire $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ • armatures planes distantes de d , sous la tension U : champ uniforme $E = U/d$, dirigé de l'armature + vers l'armature - ; force subie par une charge q : $\vec{F} = q\vec{E}$

- 2.1** Calculer la valeur du champ électrostatique $\vec{E}$ entre les plaques et préciser sa direction et son sens.
- 2.2** Déterminer les caractéristiques de la force électrostatique $\vec{F}$ subie par la particule, puis montrer que son poids est négligeable devant $\vec{F}$.
- 2.3** Recopier la figure et représenter, sans souci d'échelle, la force $\vec{F}$ et le vecteur $\Delta\vec{v}$ de la particule lorsqu'elle passe au point P. Justifier.
- 2.4** Montrer que la particule met $1,0 \times 10^{-7} \text{ s}$ pour traverser la zone entre les plaques (on admettra que la coordonnée horizontale de sa vitesse reste égale à v_0). Calculer alors la variation de vitesse Δv entre l'entrée et la sortie des plaques.
- 2.5** Représenter à partir d'un même point $\vec{v}_0$ et $\Delta\vec{v}$ avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1,0 \times 10^5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, puis construire le vecteur vitesse de sortie $\vec{v}_s = \vec{v}_0 + \Delta\vec{v}$. Mesurer l'angle entre $\vec{v}_s$ et l'horizontale. À quel mouvement déjà étudié celui de la particule entre les plaques ressemble-t-il ?

Exercice 3 La remontée d'un plongeur

6 pts ●●○

Un plongeur, de masse totale $m = 90 \text{ kg}$ avec son équipement, se trouve à la profondeur $h = 20 \text{ m}$ dans la mer.

■ **DONNÉES** $g = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ • masse volumique de l'eau de mer $\rho = 1025 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ • pression atmosphérique $P_0 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ • loi de la statique des fluides : $P_B - P_A = \rho g (z_A - z_B)$ pour deux points A et B d'un liquide au repos, d'altitudes z_A et z_B

- 3.1** Montrer que la pression de l'eau à la profondeur h vaut environ $3,0 \times 10^5 \text{ Pa}$. Calculer la valeur de la force pressante exercée par l'eau sur la vitre de son masque, de surface $1,2 \times 10^{-2} \text{ m}^2$.
- 3.2** À 20 m de profondeur, le plongeur respire de l'air à la pression de l'eau. Ses poumons contiennent alors 5,0 L d'air. Quel volume occuperait cet air à la surface, à température constante, s'il remontait sans expirer ? Expliquer pourquoi il est dangereux de remonter en retenant sa respiration.
- 3.3** Le plongeur est d'abord immobile. En gonflant son gilet, il se met en mouvement vers le haut et atteint la vitesse de $0,20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en 2,0 s. Calculer la valeur de la somme des forces qui s'exercent sur lui pendant cette phase ; préciser sa direction et son sens et la comparer à la valeur de son poids.
- 3.4** Il remonte ensuite verticalement à la vitesse constante de $0,20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Que peut-on dire de la somme des forces qui s'exercent sur lui ? En négligeant la phase de démarrage, combien de temps dure sa remontée jusqu'à la surface ?