

Instructions et règles

- Durée : 1h10 min (après instructions).
- Il est bien sûr interdit d'utiliser des calculettes et portables!
- N'oubliez pas les unités à la fin du calcul et flèches pour les vecteurs.

Q1 (5 pts) : Grandeurs, dimensions et unités

Soit les variables: ℓ une longueur, t le temps, m une masse, ω une fréquence, \vec{v} une vitesse, \vec{a} une accélération, \vec{f} une force.

- (2 pts) En termes de consistance dimensionnelle, jugez en étant Vrai (V) ou Faux (F) les équations suivantes:

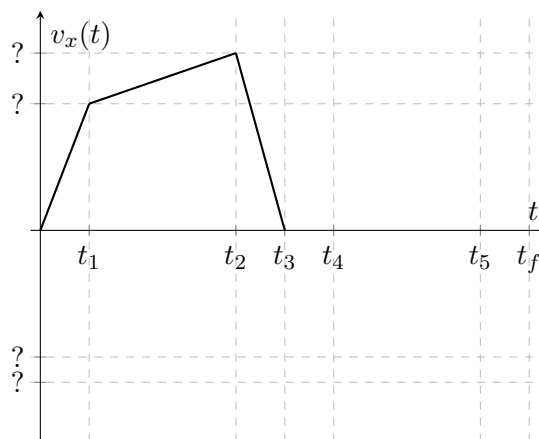
(a) () $\cos^2 \omega t^2 + \sin^2 \omega t^2 = 1$

(b) () $\omega = \sqrt{\frac{m}{k}}$, où $[k] = MT^{-2}$

- (3 pts) Une planète lointaine a une masse de $m = 1,5 \times 10^{17}$ kg et rayon $R = 50$ km. En sachant quel est l'accélération de pesanteur g agissant sur un corps placé proche de sa surface est donné par $g = \frac{Gm}{r^2}$, déterminer i) [1,5 pts] la dimension de la constante G et ii) [1,5 pts] la valeur de g pour $G \approx 5 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-1}$.

Q2 (15 pts): La nageuse

Une nageuse de masse $m = 70 \text{ kg}$ commence son mouvement en repos à l'instant $t = 0 \text{ s}$ au bord A d'une piscine de 50 m de longueur. On va supposer que le mouvement est rectigline selon l'axe horizontale \vec{u}_x (vecteur unitaire) qui pointe A à B, B étant le deuxième bord de la piscine. Après un période de 5 s de forte accélération, elle arrive à la vitesse de $\vec{v}(t_1 = 10 \text{ s}) = v_x(t_1)\vec{u}_x = 1\vec{u}_x(m/s)$. Ensuite, elle accélère jusqu'à atteindre la vitesse maximale $v_x(t_2 = 55 \text{ s}) = 1,5(m/s)$ et puis désaccélère de façon abrupte jusqu'à toucher le bord B en $t = t_3 = 60 \text{ s}$. Pour $t > t_3$ l'athlète va donc inverser le sens de son mouvement, et reviendra au bord A dans l'instant finale t_f . La figure ci-dessous montre en détail l'évolution de la vitesse jusqu'à t_3 , vous devez compléter ce diagramme pour $t_3 < t \leq t_f$, ainsi comme ce de l'accélération, pour la suite du l'exercice selon les instructions. Vous pouvez recopier ces diagrammes dans votre feuille de réponse ou répondre directement sur le sujet.



(a) Composante x de la vitesse.

- (1,0 pt) Sur le diagramme de la vitesse, écrire les valeurs de vitesses et temps connus depuis l'énoncé.
- (1,5 pt) Tracer un diagramme pour l'accélération entre $0 \text{ s} \leq t < t_3$ (obs: avec valeurs).
- (1,5 pts) En supposant $t_4 - t_3 = t_1$ et que l'accélération dans les intervalles $[t_2, t_3]$ et $[t_3, t_4]$ soient égales, calculer $v_x(t_4)$.
- (1,5 pts) L'athlète étant plus fatiguée dans son retour, on va considérer que $\|\vec{v}(t_5)\| = \frac{2}{3}\|\vec{v}(t_2)\|$. Calculer $\vec{v}_x(t_5)$ et l'accélération dans l'intervalle $t \in [t_4, t_5]$.
- (2 pts) Sachant que la vitesse finale est nulle, tracer les diagrammes de vitesse et accélération pour $t \in [t_3, t_f]$ avec les valeurs calculés précédemment (ou de façon qualitative si vous n'en avez pas).
- (1 pt) En prenant en compte un deuxième axe spatiale \vec{u}_y (la profondeur verticale), dessiner toutes les forces plus importants qui agissent sur la nageuse
- (1,5 pt) Ecrire le PFD pour ce problème en le projetant sur chaque axe.
- (1 pt) Calculer le poids de la nageuse pour $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- (1,5 pt) En considérant que la poussée d'Archimède équilibre tout seule le poids, calculer le volume immergé de la nageuse pour (masse volumique de l'eau $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$).
- (1,5 pts) Calculer la force de frottement résultant agissant sur la nageuse dans l'intervalle $t \in [t_1, t_2]$ (n'oubliez pas du sens).
- (1 pt) Expliquer physiquement pourquoi la phrase "la force de frottement agit toujours dans le sens contraire au mouvement" reste vrai pour ce problème.