

Exercices tutorat PHYS-F104 23/03/2026 – Travail, énergie et puissance

Question 1 (4 points) Lors de la compétition de plongeon aux jeux olympiques, les athlètes doivent sauter d'un plongoir placé à une hauteur de 10 m au dessus du bassin.

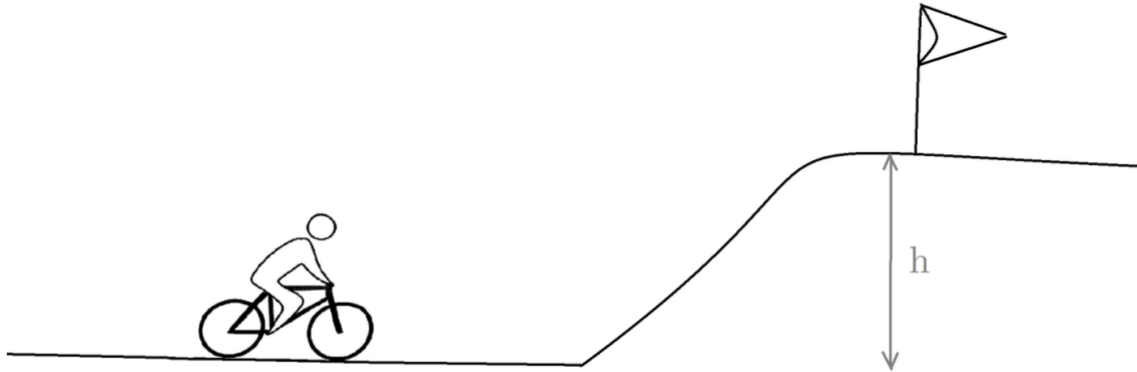
- Sachant qu'au moment de l'impulsion, le plongeur d'une masse de 70 kg s'élance avec une vitesse verticale de 4 m/s afin d'avoir plus de temps pour effectuer des figures acrobatiques, quelle sera sa vitesse (en km/h) lorsqu'il pénétrera dans l'eau en supposant les frottements dus à l'air négligeables ?
- Juste après son entrée dans l'eau, sa vitesse a été diminuée de 75 %. Quelle quantité d'énergie cinétique a été dissipée sous forme de vagues ?

Question 2 (4 points) Lors de l'immersion d'un sous-marin de volume $V = 5000 \text{ m}^3$, des ballasts (gros réservoirs) s'ouvrent et se remplissent d'eau, de sorte que le poids du sous-marin devient plus important que la poussée d'Archimède. Ainsi, lors de la descente, la masse du sous-marin est de 5300 tonnes. La masse volumique de l'eau de mer est de $\rho_{\text{mer}} = 1025 \text{ kg/m}^3$. D'autre part, le sous-marin possède un moteur qui active une hélice orientable qui lui confère une poussée *horizontale* de $5 \times 10^6 \text{ N}$. Pour simplifier, nous commencerons par négliger l'effet du frottement de l'eau.

- Écrire le bilan des forces lorsque le sous-marin effectue la descente. Que vaut la composante verticale, horizontale et le module de son accélération ?
- Combien de temps faut-il au sous-marin pour atteindre la profondeur de 50 mètres ? Quelle distance horizontale a-t-il alors parcourue ? Quelle est la puissance moyenne délivrée par les moteurs du sous-marin ?
- En réalité, l'eau exerce une résistance au mouvement, appelée *force de frottement fluide* qui s'oppose au déplacement. Si elle s'exprime comme $F = C\rho_{\text{mer}}v^2$ où v est la vitesse de l'objet par rapport au fluide, et C est un coefficient qui dépend des propriétés géométriques de l'objet immergé. Quelles sont les unités de C ? Si $C = 30$ (dans les unités trouvées), quelle est la valeur maximale de la vitesse du sous-marin lorsqu'il se déplace horizontalement ?

Question 3 (4 points - BIOL uniquement) A la fin d'une étape du tour du France, un cycliste pédale à une vitesse de 36 km/h. Il voit l'arrivée juste en haut de la colline, dix mètres plus haut. Considérons deux situations :

- Épuisé, il décide de ne plus pédaler, comptant atteindre le sommet en laissant rouler le vélo. Y arrivera-t-il ? Si oui, quelle sera sa vitesse une fois en haut ? Si non, à quelle hauteur s'arrêtera-t-il ?
- Dans un dernier effort, il pédale encore durant cinq secondes. Cet élan lui permet d'atteindre le sommet avec une vitesse finale de 8 m/s. Quelle énergie a-t-il dû dépenser pour y arriver ?
- Quelle puissance a-t-il dû fournir ?



Vous pouvez considérer que l'ensemble cycliste-vélo a une masse de 80kg. Les frottements sont négligés dans cet exercice.

Question 4 (4 points - Toutes sections) Un étudiant de masse $m = 60$ kg veut mettre en pratique son cours de mécanique et décide d'effectuer un baptême de saut à l'élastique. Il choisit un axe z vertical orienté vers le bas de telle sorte que $z = 0$ m sur le viaduc d'où le sauteur se laisse tomber, attaché à un élastique de longueur $L = 50$ m.

En utilisant ce repère :

- Donner l'expression de l'énergie potentielle de l'étudiant en fonction de l'axe z
 - Calculer l'énergie potentielle au niveau du viaduc et au moment où l'élastique se tend (en $z = 50$ m).
- Donner l'expression de l'énergie mécanique totale de l'étudiant lors de son saut.
 - Calculer la vitesse de l'étudiant lorsque l'élastique se tend (en $z = 50$ m).
- Calculer la durée de la chute (entre le saut et le moment où l'élastique se tend en $z = 50$ m).
- Après avoir effectué ces calculs, l'étudiant prend peur et refuse de sauter. Pour le rassurer, le moniteur lui explique que l'élastique n'est pas une corde rigide mais qu'il se tend progressivement lors de la réception pour amortir le choc. Pour un allongement de l'élastique l , l'énergie emmagasinée par l'élastique est $E_{el}(l) = \frac{1}{2}kl^2$, avec k la constante de raideur. Plus le facteur k est élevé, plus l'élastique est rigide. A l'inverse, plus le facteur k est faible, plus l'élastique est souple.

L'étudiant se sentirait plus en sécurité si sa chute était amortie par un allongement de l'élastique de 10 m. En comparant l'énergie du sauteur avant le saut, et l'énergie du sauteur lorsque l'élastique atteint son allongement maximal, calculer la raideur de l'élastique pour satisfaire à cette demande.

Question 5 (4 points - Toutes sections) Un ballon de masse $m = 350 \text{ g}$ est placé au repos à une hauteur de 40 cm du sol. Un enfant frappe dans le ballon, en lui donnant une vitesse initiale de 43.2 km/h , faisant un angle de 30 degrés par rapport à l'horizontale. Négligez les frottements. Prenez $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) Calculer l'énergie mécanique totale de la balle à l'instant initial du mouvement.
- b) Calculer la hauteur par rapport au sol du sommet de la trajectoire du ballon.
- c) i) Après combien de temps le ballon arrivera-t-il au sommet de la trajectoire ?
ii) Quelle sera la distance le long de l'axe horizontal x entre la position initiale du ballon et sa position au sommet de la trajectoire ?