

EXERCICE 4 : Toujours plus haut ! (4 points)

(physique-chimie)

Le 5 août 2024, au cours des Jeux olympiques de Paris, le Suédois, Armand Duplantis, a battu le record du monde du saut à la perche avec un saut à **6,26 m**.



Source : <https://www.gettyimages.fr>

Le principe du saut à la perche repose sur la conversion de l'énergie cinétique, issue de la course d'élan du perchiste, en énergie potentielle de pesanteur. Lorsque le sauteur plante la perche en bas du sautoir, il tord cette dernière grâce à son énergie cinétique. Lorsque la perche se détend, elle restitue cette énergie à l'athlète, ce qui lui permet de s'élever dans les airs. Aujourd'hui, une perche en fibre de carbone restitue intégralement l'énergie que lui apporte le sauteur. Dans les faits, un perchiste de très haut niveau, de masse 80 kg, se présentant avec une vitesse de 36 km/h (10 m/s) amène une énergie de 4 000 joules à sa perche. La marge principale de progression d'un sauteur, c'est sa vitesse de course, d'où l'émergence des sauteurs comme Lavillenie (10,9 s au 100 m) et Duplantis (10,5 s).

D'après un article : <https://www.ouest-france.fr/sport/athletisme/athletisme-les-records-du-monde-de-duplantis-c-est-toute-une-science-6749142>

Le système « perchiste » est modélisé par son centre de gravité, point matériel noté G situé initialement à une altitude $h = 1,0$ m du sol. Son mouvement est étudié dans le référentiel terrestre. L'origine des altitudes est prise au niveau du sol et l'axe est orienté vers le haut.

Donnée : intensité de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Première phase : course d'élan

1. Écrire l'expression de l'énergie cinétique E_c d'un corps de masse m et de vitesse v . Les unités seront précisées.

Dans la suite de l'exercice, on s'intéresse au cas du perchiste de très haut niveau évoqué dans l'article ci-dessus.

2. Vérifier que l'énergie cinétique E_c acquise par le perchiste lors de sa course d'élan correspond bien à « l'énergie de 4 000 J » apportée à la perche.

Deuxième phase : mouvement ascensionnel du perchiste

Dans cette phase, on ne tiendra pas compte de la perche.

3. Expliquer quel est le transfert énergétique mis en jeu pour le perchiste au cours de cette phase.
4. Montrer que la valeur de l'énergie mécanique E_1 du point G lorsque le perchiste quitte le sol est d'environ 4 800 J.
5. Écrire l'expression littérale de l'énergie mécanique E_2 du perchiste au sommet de sa trajectoire. L'altitude du point G est notée h_2 et sa vitesse est considérée comme nulle à cette hauteur.
6. En utilisant la conservation de l'énergie mécanique lors du saut, montrer que la hauteur théoriquement franchie par le perchiste, notée h_{\max} , est environ égale à 6 m.
7. Expliquer ce qui a pu permettre à Armand Duplantis de dépasser une hauteur de 6 m.