

Sujet sans calculatrice

Jusqu'où ira le record du saut à la perche ?

Doc 1 : Renaud Lavillenie a battu le record du monde de saut à la perche, en salle, le 15 février 2014, avec un saut à 6,16 m. Mais jusqu'où peut-il aller ?

On peut se demander pourquoi il ne pourrait pas prendre une perche plus grande pour sauter plus haut !

Malheureusement, la taille de la perche n'y est pour pas grand chose !



Doc 2 : Une histoire d'énergie

Si on considère la situation du perchiste du point de vue énergétique, il ne dispose que d'une seule et unique source d'énergie pour se propulser au-dessus de la barre : celle qu'il a acquise pendant sa course d'élan !

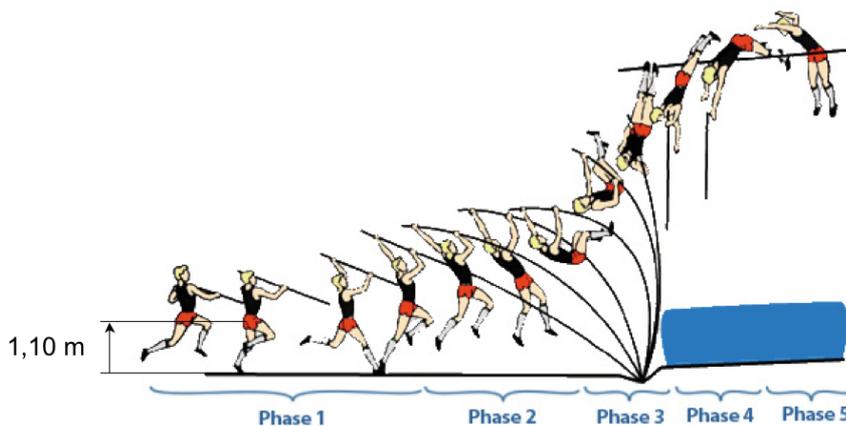
Un excellent sprinteur court le 100 mètres en 10 secondes, soit 36 km/h de moyenne...

Les perchistes sont certainement un peu moins rapides avec leur perche, mais on supposera que 36 km/h est la vitesse atteinte en pointe en bout de course,

On supposera que Lavillenie a une masse $m = 60$ kg.

Doc 3 : Si on est un peu pointilleux, on peut dire : « Si Lavillenie saute 6,16 mètres, d'après les données précédentes, il est plus fort que les lois de la physique ! » Il faut en réalité prendre un détail en compte : il faut calculer ici l'élévation maximale du centre de gravité. Pour un corps humain, il est situé au niveau du nombril, soit à environ 1,10 mètres du sol pour un gabarit comme Lavillenie.

Doc 4 : Présentation de la technique du saut à la perche :



Les phases du saut

Les saut se décompose en plusieurs phases :

- phase 1 : course
- phase 2 : flexion de la perche
- phase 3 : deflexion de la perche
- phase 4 : chute libre ascendante
- phase 5 : chute libre descendante

Lors de la phase de course, le perchiste est plein d'énergie cinétique et la perche est dans son état « de repos ». Une fois celle-ci engagée dans le butoir, elle fléchit et le perchiste ralentit.

Si vous regardez un saut, vous pouvez constater qu'il existe un moment éphémère où la perche est tordue au maximum, et le perchiste est presque essentiellement immobile. Il a cédé toute son énergie cinétique, et cette dernière est stockée dans la perche sous forme d'énergie potentielle élastique, cette même énergie que l'on a quand on comprime un ressort, ou quand on tend un élastique. Puis la perche restitue (au mieux toute) son énergie élastique. Au cours des différentes phases du saut, on a un transfert d'énergie sous différentes formes jusqu'au matelas de réception.

<https://sciencetonnante.wordpress.com/2014/02/24/jusquou-ira-le-record-de-saut-a-la-perche/>
http://sites.ostralo.net/sautalaperche/3_aspectenergetique/3_aspectenergetique.htm

Question : Montrez que Renaud Lavillenie est déjà très proche de la hauteur maximale possible.

Nom :

Prénom :

Classe : 1^{ère} S ...

Date :

La totalité du sujet sera rendu avec la copie. Vous devez répondre directement sur cet énoncé.

Compétence	Niveau validé			
	A	B	C	D
<i>S'approprier</i>				
<i>Analyser</i>				
<i>Réaliser</i>				
<i>Valider</i>				
<i>Communiquer</i>				

Correction : reprise du système de notation jet eau Genève

APP	1
ANA	2
REA	1
VAL	1
COM	2

Déroulement de l'activité : L'élève reçoit la fiche 1.

Au cours du raisonnement, en cas de blocage, l'élève peut faire appel à des aides, décrites dans la fiche 2.

Fiche 1 - Énoncé : **Activité sans calculatrice**

Fiche 2 - Aides à la résolution du problème

L'ordre des questions préalables ne correspond pas à un schéma précis. Il est possible et même souhaitable que les élèves fassent des allers-retours entre les étapes de résolution. **APP** : Parmi les données du problème, lesquelles sont pertinentes ? Leur attribuer un symbole et donner leur valeur numérique dans le système international d'unités (SI). **ANA** : Quelles sont les grandeurs physiques non précisées qui pourraient être utiles à la résolution du problème ? Leur attribuer un symbole et donner les valeurs numériques dans le système d'unités (SI). Rappeler les expressions de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle de pesanteur, de l'énergie mécanique. En l'absence de frottement, que vérifie l'énergie mécanique ? **REA** : Exprimer l'énergie mécanique du perchiste de masse m d'eau en bas et en haut. **VAL** : Dans le cas où des frottements existeraient, quelle influence aurait cette dissipation d'énergie sur la variation d' E_m ? Que peut-on en déduire concernant la hauteur réelle atteinte par le perchiste, comparativement à la hauteur calculée ? **9 mn prof soit 18 mn élèves**

Correction notation : Voir fichier C6 1516_grille_notation_jet_eau_Geneve.xls

Fiche 3 - Éléments de réponses (de notation)

s'APPropier : Identifier les grandeurs physiques pertinentes leur attribuer un symbole. **3 critères ici à retenir :**

0 critère D, 1 critère C, 2 critères B, 3 critères A,

1/ La vitesse final élan v donne E_{ini} disponible **2/** $v = 10 \text{ m/s}$ **3/** la hauteur h à déterminer.

Analyser : Déterminer et énoncer les lois physiques qui seront utilisées. Évaluer quantitativement les grandeurs physiques inconnues précisées.

1 critère D, 2 critères C, 3 à 4 critères B, 5 critères A,

1/ L'énergie communiquée au perchiste, de masse m , élevé d'une hauteur h est $E = mgh$.

2/ Le champ de pesanteur (ou intensité de pesanteur) est $g = 10 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ N/kg}$.

3/ L'énergie cinétique initiale du perchiste, de masse m , est $E_c = \frac{1}{2} mv^2$

3/ en l'absence de frottement,

4/ avec une conversion totale de l'énergie emmagasinée dans la perche sous forme d'énergie potentielle élastique en énergie potentielle de pesanteur sans perte).

5/ $E_{(ini)} = E_{(fin)}$ (conservation de l'énergie mécanique du perchiste)

Réaliser : Mener la démarche jusqu'au bout afin de répondre explicitement à la question posée.

Savoir mener efficacement les calculs analytiques et la traduction numérique. **6 critères ici à retenir :**

1 critère D, 2 critères C, 3 à 4 critères B, 5 à 6 critères A,

1/ Etat initial : l'eau est en bas, elle a une énergie mécanique $E_m(i) = \frac{1}{2} m v_{ini}^2 + 0$ **ET** A la sortie du tuyau, l'altitude est prise comme référence $z_{min} = 0$, l'énergie potentielle de pesanteur est nulle

2/ Etat final : le perchiste est en haut, il a une énergie mécanique $E_m(f) = 0 + mgz$

3/ $E(i) = E(f)$ (conservation de l'énergie mécanique du perchiste)

4/ soit : $z = v^2 / 2g$

5/ L'élévation du centre de gravité, est $z = (10)^2 / 2 * 10 = 100 / 2 = 5,0 \text{ m}$

6/ La hauteur atteinte est $h = z + 1,10 = 6,10 \text{ m}$

Valider : Discuter de la pertinence du résultat trouvé (identification des sources d'erreurs, choix des modèles, formulation des hypothèses...) Étudier des cas limites plus simples dont la solution est plus facilement vérifiable ou bien déjà connue. Proposer d'éventuelles pistes d'amélioration de la démarche de résolution.

3 critères ici à retenir : Version 1 : : **0 critère D, 1 critère C, 2 critères B, 3 critères A,**

1/ La valeur trouvée (6,10 m) est bien du même ordre de grandeur que la valeur du record (6,16 m),

2/ La valeur du record est un légèrement plus élevée, malgré les frottements, la non conversion totale des différentes énergies. **3/** Une flexion venant des bras met plus d'énergie en jeu dans la perche et permet d'aller plus haut. **Toute autre raison sera acceptée :** vitesse maximale atteinte en fin d'élan ? Centre de gravité plus haut lors impact butoir ?

Communiquer : **4 critères ici à retenir :** **0 critère D, 1 à 2 critère C, 3 critères B, 4 critères A,**

1/ La communication est claire, **2/** La com est cohérente **3/** avec un vocabulaire scientifique précis.

4/ Les calculs sont effectués à partir de formules littérales, dans un langage mathématique correct.