

ÉVALUATIONphysik.fr**CLASSE :** Première**VOIE :** ☒ Générale**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 1 h**Sujet 2024 n°SPEPHCH105 et n°SPEPHCH113****VOIE :** ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)**ENSEIGNEMENT :** Spécialité physique-chimie**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒ Oui ☐ Non**Le saut pendulaire (10 points)****Document 1 : Le saut pendulaire**

Dix secondes de chute libre depuis une falaise qui offre plus de 400 mètres de vide, ça vous dit quelque chose ?

C'est le temps et le nouveau record de France réalisé en rope jump, dernier né des sports extrêmes qui s'inspire à la fois du base jump et du saut à l'élastique. Sauf que dans cette discipline (le saut pendulaire en bon français), les athlètes ne sont pas attachés par un élastique mais par de simples cordes d'alpinisme... Et la longueur de chute libre atteint 80 % de la hauteur quand le saut à l'élastique limite la chute proprement dite à 40 %.

D'après le dauphiné libéré

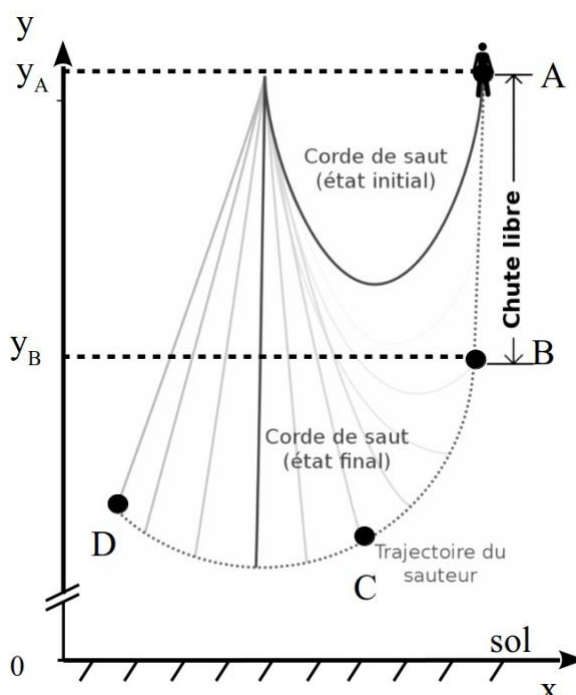
<https://www.ledauphine.com/isere-sud/2019/09/15/>

Document 2 : Les différentes phases du saut

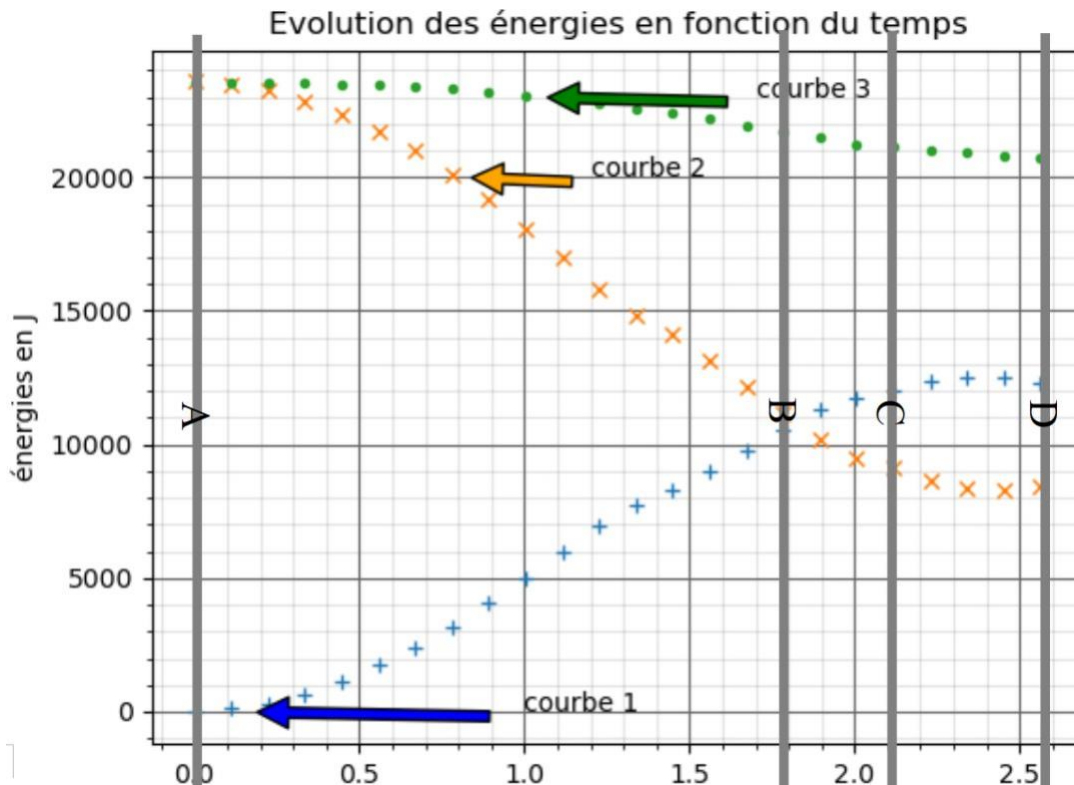
Le saut pendulaire peut se décomposer en trois phases :

- la première, entre A et B est une phase de chute libre où la corde n'est pas tendue ;
- la deuxième, entre B et C, la corde commence à se tendre et la trajectoire du sauteur est déviée sous son action ;
- la dernière, entre C et D, la corde est tendue et la trajectoire du sauteur est circulaire.

Pour repérer l'altitude du sauteur, on utilise un axe des y vertical dont l'origine est au sol.



Document 3



Le but de cet exercice est de vérifier que la hauteur de chute libre lors d'un saut pendulaire correspond à 80 % de la hauteur du saut, c'est à dire la longueur de la corde.

Pour cela, on étudie l'enregistrement vidéo d'un saut réalisé par un sauteur de masse $m = 80,0$ kg (avec son équipement). Un pointage vidéo a été réalisé, il a permis d'obtenir les coordonnées (x,y) du sauteur au cours du temps.

Le sautoir se situe à une altitude $y_A = 30$ m par rapport au sol.

Donnée : intensité du champ de pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

1. Étude de la première phase du saut entre A et B

1.1 Étude du saut en négligeant les frottements

Dans un premier temps, on formule l'hypothèse que les forces de frottement de l'air sont négligeables.

1.1.1. Effectuer l'inventaire des forces extérieures appliquées au système.

1.1.2. Donner l'expression du travail du poids $W_{AB}(\vec{P})$ entre les points A et B en fonction de m , g , y_A et y_B , altitude du point B. Ce travail est-il moteur ou résistant ?

1.1.3. On considère que la vitesse initiale du sauteur au point A est nulle. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique entre les points A et B, montrer que V_B la vitesse au point B est reliée à la hauteur de chute libre $h = (y_A - y_B)$ par la relation : $V_B = \sqrt{2gh}$.

1.1.4. Sur l'enregistrement réalisé, le sauteur commence à s'écarter de sa trajectoire verticale pour une hauteur $h = 16$ m (fin de la chute libre). Calculer la valeur de la vitesse au point B en utilisant l'expression établie à la question précédente.

1.2 Confrontation avec le saut réalisé

Voici une partie du code Python permettant de calculer la vitesse à partir des listes x et y , respectivement la liste des abscisses des points repérant le sauteur sur la vidéo et la liste des ordonnées de ces mêmes points. Les vitesses sont calculées avec la convention suivante :

- la vitesse en abscisses v_x est définie comme l'abscisse du point suivant moins celle du point actuel, le tout divisé par la durée entre ces deux points notée dt ;
- même convention pour l'axe des ordonnées.

```
55 for k in range(0, len(x) - 1):  
56     vx = (x[ ] - x[ ])/dt  
57     vy = (y[ ] - y[ ])/dt  
58     v = np.append(v, math.sqrt(vx*vx+vy*vy))
```

1.2.1. Compléter les morceaux du code manquants entre les crochets lignes 56 et 57.

1.2.2. Expliquer ce que calcule la partie soulignée de la ligne 58, sachant que *math.sqrt* permet de calculer une racine carrée.

1.2.3. L'exploitation des résultats conduit à une vitesse au point B de 58 km.h^{-1} au cours du saut réalisé. Comparer cette valeur à celle déterminée à la question 1.1.4, proposer une explication à cet écart.

2. Étude de la phase du saut entre C et D

2.1. Donner l'expression de l'énergie cinétique du sauteur E_c en fonction de sa masse m et de sa vitesse v .

2.2. Donner l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur du sauteur E_{pp} en fonction de sa masse m , de g et de son altitude y par rapport au sol.

2.3. Donner l'expression de son énergie mécanique E_m .

2.4. Identifier les courbes E_c , E_{pp} et E_m données dans le document 3. Justifier.

2.5. L'hypothèse d'une chute libre sans frottements est-elle ici justifiée ? Pourquoi ?

2.6. D'après la courbe du document 3, pour quelle date t , le sauteur passe par sa position d'équilibre : la verticale ?

2.7. En exploitant les courbes du document 3 et le passage par la position verticale, déterminer la longueur de la corde et vérifier l'affirmation du document 1 : pour un saut pendulaire, la longueur de chute libre atteint 80 % de sa hauteur, c'est à dire la longueur de la corde.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.