

Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	(Les numéros figurent sur la convocation.) / /
	N° d'inscription :

1.1

ÉVALUATIONS

CLASSE : première

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

☐ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 7

PARTIE A

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/>

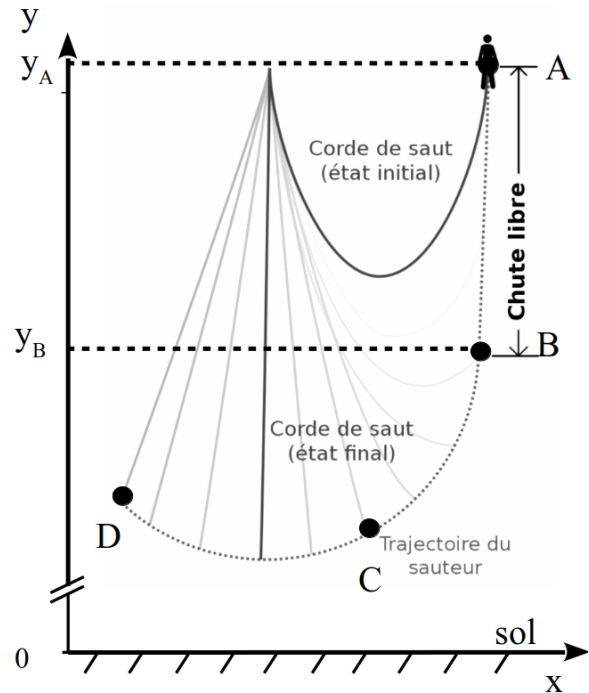


Document 2 : Les différentes phases du saut

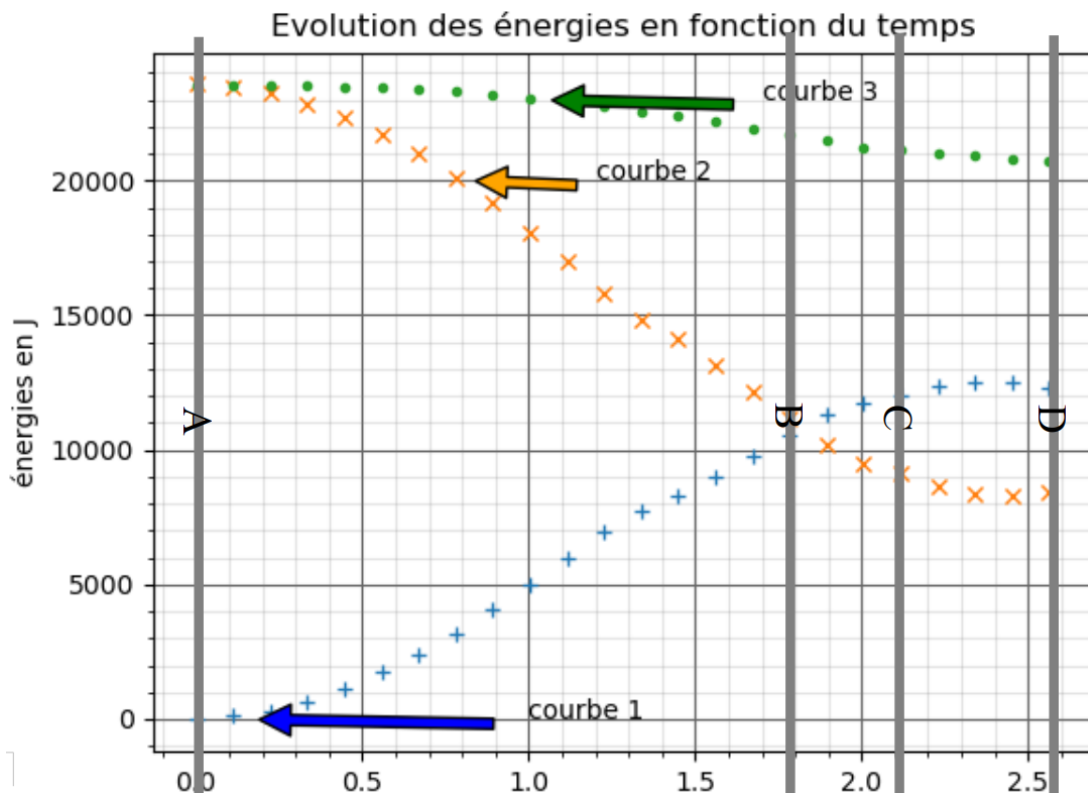
Le saut pendulaire peut se décomposer en trois phases :

- 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



Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	(Les numéros figurent sur la convocation.) / /
	N° d'inscription :

Liberté • Égalité • Fraternité
 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

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 $m = 80,0 \text{ kg}$ (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 $y_A = 30 \text{ m}$ 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 $h = 16 \text{ m}$ (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.

Partie B

Acide oxalique et rouille ne font pas bon ménage (10 points)

L'acide oxalique, de formule brute $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, est couramment utilisé pour le traitement de surface des métaux.

En traitement antirouille, les solutions d'acide oxalique sont utilisées à une concentration de $3,3 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Dans un laboratoire, une technicienne dispose d'une solution d'acide oxalique de concentration inconnue et elle cherche à déterminer si celle-ci peut convenir pour un traitement anti rouille.

Pour le savoir, elle veut déterminer, à l'aide d'un titrage, la concentration en quantité de matière d'acide oxalique. Celui-ci peut être réalisé à l'aide d'une solution aqueuse colorée de



permanganate de potassium de formule ($K^+(aq) + MnO_4^-(aq)$) de concentration en quantité de matière connue en ions $MnO_4^-(aq)$.

À noter que la solution de permanganate de potassium utilisée doit être acidifiée. On utilise une solution d'acide sulfurique à cette fin.

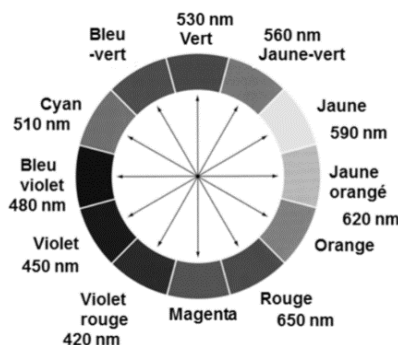
Concentration en quantité de matière de la solution titrante.

La concentration en quantité de matière en ions permanganate de la solution disponible peut être obtenue par spectrophotométrie. Pour cela, quatre solutions étalons de concentration connue en ions permanganate sont choisies et leur absorbance respective mesurée. Les résultats expérimentaux obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

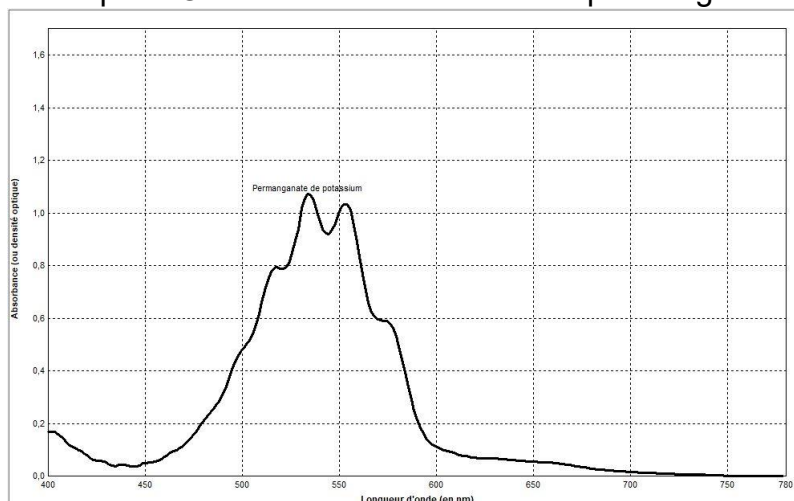
Solution	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Concentration c (mmol·L ⁻¹)	2,50	5,00	7,50	10,00
Absorbance A	0,45	0,92	1,35	1,85

Données :

- Cercle chromatique



- Spectre d'absorption UV-Visible d'une solution de permanganate de potassium.

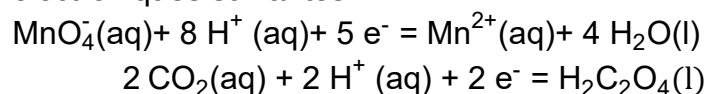




1. Prévoir la couleur de la solution de permanganate de potassium.
2. Proposer le protocole permettant de préparer 100 mL de la solution S₂, à partir d'une solution de concentration égale à 100 mmol·L⁻¹.
3. Déterminer, en vous appuyant sur les résultats expérimentaux consignés dans le tableau précédent et en expliquant avec soin votre démarche, la concentration en quantité de matière en ions permanganate de la solution titrante, sachant que son absorbance mesurée dans les mêmes conditions que celles utilisées pour S₁, S₂, S₃ et S₄, est égale à 1,50.
4. Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat de la mesure de la concentration en quantité de matière de la solution titrante, sachant que l'incertitude-type associée à ce dosage est : $u_C = 0,04 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Réaction d'oxydo-réduction entre les ions permanganate et l'acide oxalique.

La réaction d'oxydo-réduction entre les ions permanganate et l'acide oxalique peut être modélisée par un transfert d'électrons entre les deux couples oxydant-réducteur associés aux deux demi-équations électroniques suivantes :



5. Établir l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique se produisant entre les ions permanganate et l'acide oxalique.
6. Préciser quelle espèce chimique est l'oxydant et laquelle est le réducteur.

Titrage de la solution d'acide oxalique diluée et conclusion.

Avant de réaliser le titrage, la technicienne réalise une expérience préalable pour visualiser les changements de couleur. Quand elle verse quelques gouttes de solution colorée de permanganate de potassium dans un bécher contenant de l'acide oxalique incolore sur environ 1 cm de hauteur, elle observe après quelques instants, une décoloration de la solution de permanganate de potassium.

Ensuite, elle dilue au centième la solution d'acide oxalique disponible au laboratoire.

Enfin, la technicienne doit verser un volume $V_E = 12,5 \text{ mL}$ dans un volume $V_1 = 100 \text{ mL}$ de la solution d'acide oxalique disponible au laboratoire, préalablement dilué au centième, pour atteindre l'équivalence. La concentration en quantité de matière de la solution de permanganate de potassium utilisée par la technicienne est : $c = 8,2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

On rappelle que les ions $\text{H}^+(\text{aq})$ sont en excès et qu'il ne faut pas en tenir compte.

7. Faire un schéma légendé du dispositif de titrage.
8. Indiquer le changement de couleur observé à l'équivalence.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1..1

9. Montrer que la relation entre les quantités de matière de réactifs introduites pour atteindre l'équivalence correspond à l'expression suivante :

$$n(\text{MnO}_4^-)_{\text{VE}} = \frac{2}{5} n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$$

$n(\text{MnO}_4^-)_{\text{VE}}$ étant la quantité de matière en ions permanganate qu'il faut ajouter pour obtenir l'équivalence.

10. Déterminer si la solution d'acide oxalique de concentration inconnue disponible au laboratoire, peut ou ne peut pas convenir pour un traitement anti rouille. Conclure en faisant preuve d'esprit critique.