



Cet exercice s'intéresse à l'extraction du diiode pour envisager ensuite son rejet ou son recyclage.

Données :

Masse molaire du diiode : $M = 254 \text{ g.mol}^{-1}$

Chlore : numéro atomique : $Z = 17$; configuration électronique : $(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^2(3p)^5$

Caractéristiques physico-chimiques de quelques solvants :

	eau	éthanol	cyclohexane
Masse volumique (en kg.L^{-1}) à la température de l'expérience	1,0	0,80	0,78
Solubilité du diiode	peu soluble	très soluble	soluble
Miscibilité avec l'eau	miscible	miscible	non miscible
Température d'ébullition (en $^{\circ}\text{C}$) à $P = 1 \text{ bar}$	100	78	81
Pictogrammes de sécurité			   

Électronégativité de quelques atomes selon l'échelle de Pauling :

Atome	H	O	C	I
Électronégativité	2,2	3,4	2,5	2,7

1. Extraction liquide-liquide du diiode

- 1.1. Justifier, à l'aide de deux arguments, le choix du solvant à utiliser pour extraire le diiode contenu dans la solution de Bétadine®.
- 1.2. Le schéma de Lewis de la molécule de diiode est le même que celui du dichlore. Représenter ce schéma de Lewis.
- 1.3. La molécule de diiode I_2 est-elle polaire ? En déduire une propriété du solvant choisi précédemment.
- 1.4. On utilise 20 mL de ce solvant pour extraire le diiode de 10 mL de solution de Bétadine®. Quelle est la masse de solvant d'extraction utilisé ?
- 1.5. Schématiser les étapes du protocole expérimental d'extraction liquide-liquide simple du diiode de 10 mL de solution de Bétadine® en tenant compte des risques liés à l'utilisation du solvant choisi. Légender en précisant les contenus des différentes phases.

2. Comparaison de deux protocoles d'extraction du diiode d'une solution aqueuse

On souhaite à présent comparer l'efficacité de deux méthodes d'extraction du diiode d'une solution aqueuse, dont le principe est décrit ci-dessous. Toutefois la solution aqueuse de



(Les numéros figurent sur la convocation.)

diode étant très concentrée, on la dilue 10 fois, on obtient alors une solution S'.

- *Méthode 1 : extraction simple*

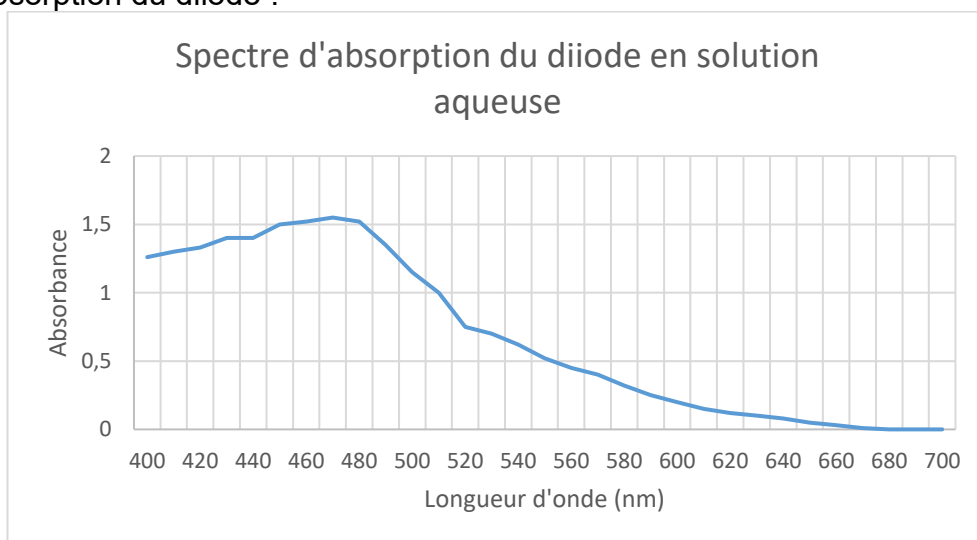
On procède à une extraction simple en utilisant un volume $V_S = 20$ mL de solvant pour 10 mL de solution de S'.

- *Méthode 2 : extraction multiple*

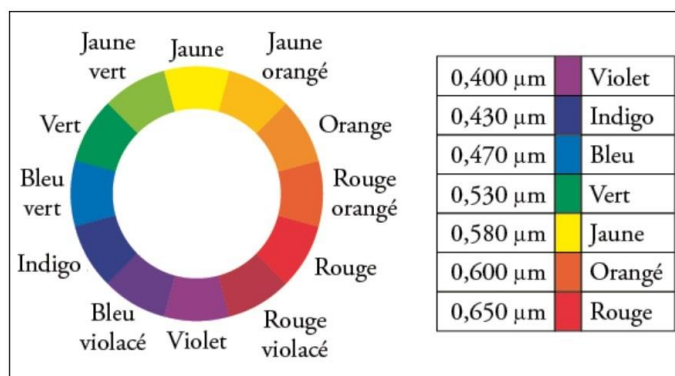
On procède à une première extraction en utilisant un volume $V_{S1} = 10$ mL de solvant pour 10 mL de solution de S'. On récupère la phase aqueuse dans un bécher et on réalise une nouvelle extraction avec à nouveau $V_{S2} = 10$ mL de solvant.

Données :

Spectre d'absorption du diode :



Cercle chromatique :



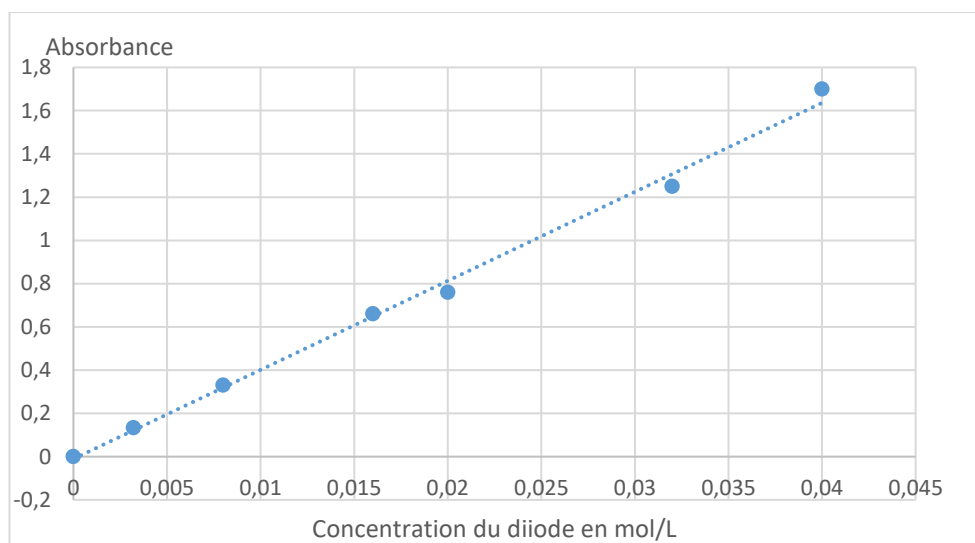
2.1. Déterminer la couleur de la solution aqueuse de diode.

2.2. A quelle longueur d'onde faut-il régler le spectrophotomètre, pour mesurer l'absorbance des solutions de diode ? Justifier.

Le spectrophotomètre est réglé, non pas sur la longueur d'onde trouvée précédemment mais à une longueur d'onde $\lambda = 600$ nm : ce choix exceptionnel permet de ne pas dépasser les limites



de mesure du spectrophotomètre. On trace l'évolution de l'absorbance du diiode en solution aqueuse en fonction de sa concentration en quantité de matière ; le graphe représentant cette évolution est figure ci-après. Puis, on mesure les absorbances des phases aqueuse finales obtenues à l'issue des deux méthodes d'extraction.



- 2.3. Quelle est la loi vérifiée à l'aide de la courbe représentant l'évolution de l'absorbance avec la concentration ?
- 2.4. Quel type de dosage permet-elle d'envisager ?
- 2.5. La mesure de l'absorbance de la phase aqueuse finale, obtenue à l'issue des deux méthodes d'extraction donne pour la méthode 1, $A_1 = 0,65$ et pour la méthode 2, $A_2 = 0,50$.
Comparer l'efficacité des deux méthodes d'extraction.
- 2.6. La fiche de sécurité du diiode indique que la concentration maximale d'une solution aqueuse de diiode pour qu'elle soit sans effet sur l'environnement est de 11 mg/L. Peut-on rejeter la phase aqueuse à l'évier à l'issue d'une des deux méthodes d'extraction ? Commenter.

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

PARTIE B

Performances d'un cycliste (10 points)

Les performances des champions du cyclisme sur route, mises en avant tous les ans à l'occasion du Tour de France par exemple, ont de quoi impressionner. Leurs performances permettent de parcourir des centaines de kilomètres à vélo en atteignant des vitesses moyennes de l'ordre de 40 km/h.

Les performances d'un cycliste professionnel

[...] La vitesse moyenne du dernier vainqueur, Christopher Froome, sur la longueur des 21

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

étapes du Tour de France 2016, s'élève à 39,571 km/h. C'est beaucoup moins que Lance Armstrong (41,654 km/h) en 2005, mais à peine moins que Marco Pantani (39,983 km/h) en 1998. [...] Dans cet ordre d'idée, le même Froome, en 2015, a grimpé la longue (20 km) et difficile (4,3°) d'inclinaison moyenne par rapport à l'horizontale) montée du Mont Ventoux en un temps exceptionnel de 57 minutes et 30 secondes, pour une vitesse moyenne de 20,869 km/h.

D'après www.lci.fr/cyclisme/video-tour-de-france-2017

Puissance de pédalage d'un cycliste

Un moyen de comparer les coureurs est le rapport puissance/masse. [...]. Lorsqu'on cherche à progresser, on optimise le rapport puissance/masse. Voici quelques exemples de ce rapport puissance/masse (en W/kg) en fonction du niveau :
sur une heure :

- environ 5,7 W/kg : professionnel de très haut niveau ;
- environ 4,7 W/kg : amateur de très bon niveau ;
- environ 3,5 W/kg : amateur moyen ;
- environ 2,5 W/kg : cycliste occasionnel.

D'après www.velochannel.com/cest-quoi-la-puissance-en-cyclisme-32808

Données :

- intensité de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$;
- masse de Christopher Froome : $m_1 = 68 \text{ kg}$ (d'après Wikipédia) ;
- masse de son vélo : $m_2 = 7,0 \text{ kg}$;
- dénivelé vertical parcouru lors de la montée du Mont Ventoux : $H = 1,5 \text{ km}$.

1. Étude mécanique du système S : {Vélo + cycliste}

On commence par s'intéresser à une portion de route rectiligne d'inclinaison constante : dans la réalité, on peut estimer que la route est une succession de portions de route de ce type. De plus, pour passer de la réalité de la course à un modèle physique simple, on choisit les hypothèses simplificatrices suivantes :

- on néglige les frottements avec l'air et le contact sol-roue avant ;
- on considère que la valeur de la vitesse de Froome reste constante sur cette portion rectiligne d'inclinaison constante ;
- on néglige la contribution de la rotation des roues à l'énergie cinétique totale.

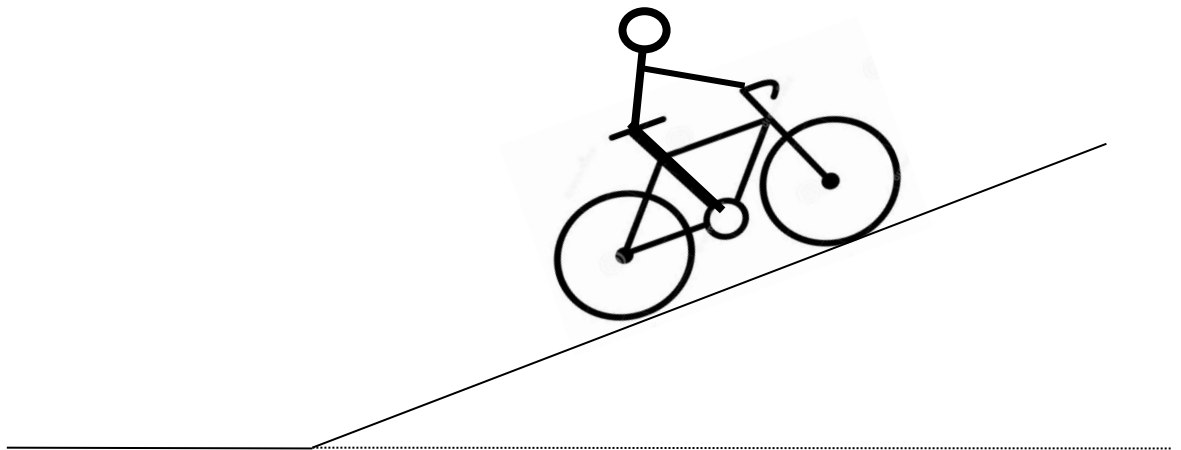
1.1. Définir le référentiel adapté à l'étude du mouvement du système S.

1.2. Représenter les forces extérieures agissant sur ce système.

1.3. Compte tenu de la nature du mouvement de l'ensemble {Vélo + cycliste}, que peut-on en déduire sur la résultante des forces ? Écrire la relation correspondante entre vecteurs.



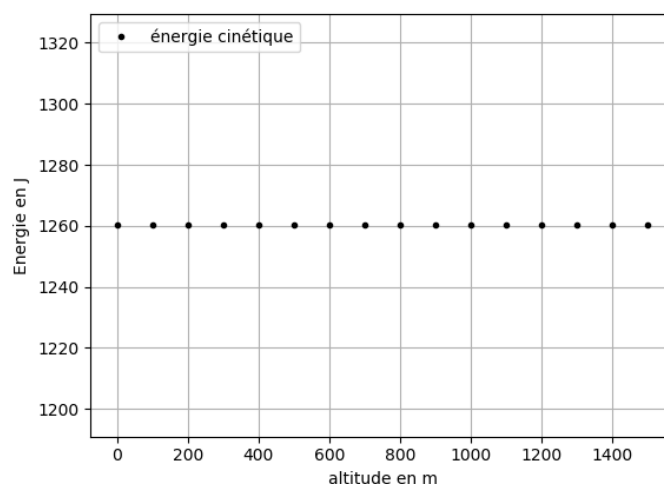
1.4. En projetant sur un axe défini par la piste, en déduire que c'est la réaction tangentielle du sol sur la roue arrière qui « empêche le système de ralentir ».



2. Étude énergétique du système {Vélo + cycliste} et simulation numérique

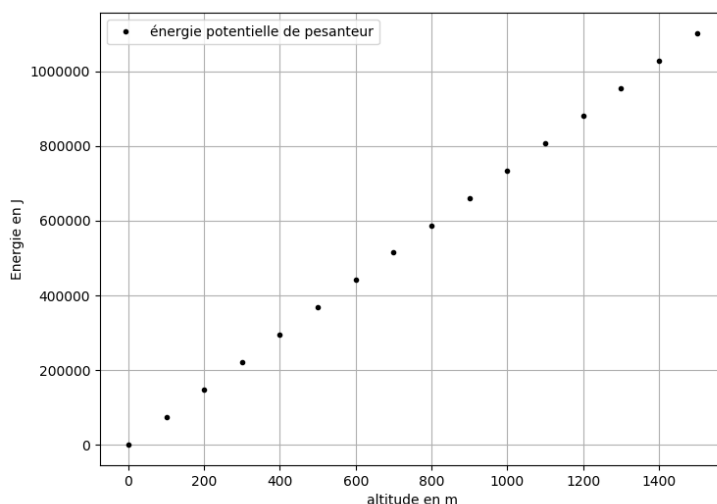
L'objectif est d'estimer avec nos hypothèses simplificatrices la valeur de la vitesse du cycliste. Une simulation écrite en langage Python pour analyser l'évolution des énergies est présentée dans l'**annexe à rendre avec la copie**.

Voici les résultats obtenus :





(Les numéros figurent sur la convocation.)



Le code du programme est incomplet.

2.1. Répondre aux questions écrites sur l'**annexe à rendre avec la copie** en respectant les contraintes suivantes :

- l'origine des altitudes correspond au point A : point de départ de la course ;
- la piste est rectiligne et d'inclinaison constante jusqu'au point d'arrivée B de la course ;
- l'origine de l'énergie potentielle de pesanteur est aussi le point A ;
- on veut construire un graphique composé d'un point tous les 100 mètres.

*Rappel : +, -, *, /, ** désignent respectivement l'addition, la soustraction, la multiplication, la division et l'exponentiation des nombres (flottants ici).*

2.2. Le programme en Python permet d'obtenir les deux graphiques ci-dessus. Justifier l'évolution observée de l'énergie cinétique.

2.3. Donner l'expression de la variation d'énergie potentielle de pesanteur sur cette portion de piste en fonction notamment de la longueur AB de la piste et de son inclinaison caractérisée par l'angle α que la piste fait avec la ligne horizontale.

On admet qu'en l'absence de glissement des roues du vélo sur la route, la réaction $\vec{R}$ du sol sur les roues ne travaille pas : $W_{AB}(\vec{R}) = 0$. On prend en compte la puissance musculaire fournie au système par Christopher Froome par l'intermédiaire du pédalage : $P_{\text{musculaire}}$.

2.4. Faire un bilan d'énergie mécanique pour le système et en déduire la relation suivante :

$$P_{\text{musculaire}} \cdot \Delta t = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot AB \cdot \sin(\alpha).$$

2.5. Estimer la vitesse moyenne de Christopher Froome dans le cadre de ce modèle, en utilisant la relation établie à la question **2.4.** et en utilisant les documents fournis en introduction.

2.6. Comparer à la valeur de la vitesse moyenne de Froome donnée par l'énoncé en proposant une critique du modèle adopté.



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

Annexe à rendre avec la copie

Partie 2, question 2.1.

```

8 #----Importation du module graphique-----
9 import matplotlib.pyplot as plt
10
11 #----Initialisation des constantes-----
12 m=?      #compléter par la valeur de la masse du système S
13 g=9.8    #intensité du champ de pesanteur en N/kg
14 v=?      #compléter par la valeur de la vitesse moyenne de Froome en m/s
15
16 #----Création des listes de valeurs des énergies et de l'altitude z
17 altitudes=[]
18 Ec=[]
19 Epp=[]
20
21 #----Construction des listes de valeurs des énergies et de l'altitudes
22 for z in range(0,1501,100):      #à justifier
23     altitudes.append(z)
24     Ec.append(?)                  #Compléter par l'expression l'énergie cinétique
25     Epp.append(?)                 #Compléter par l'expression l'énergie potentielle
26
27 #----Tracés des courbes des énergies
28 plt.figure(1)
29 plt.plot(altitudes,Epp,'k.',label='énergie potentielle de pesanteur')
30 plt.legend(loc='lower right')
31 plt.grid()
32 plt.xlabel('altitude en m')
33 plt.ylabel('Energie en J')
34 plt.figure(2)
35 plt.plot(altitudes,Ec,'k.',label='énergie cinétique')
36 plt.legend(loc='lower right')
37 plt.grid()
38 plt.xlabel('altitude en m')
39 plt.ylabel('Energie en J')
40 plt.show()

```

Numéro de la ligne du code python	le symbole « ? » est remplacé par :
12	
14	
24	
25	

Ligne 22 : Pourquoi écrit-on : range (0,1501,100) ?
Réponse :