

# SUJET

## 2020-2021

### PHYSIQUE-CHIMIE

### Première **Spé Maths**

### ÉVALUATIONS COMMUNES

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

## ÉPREUVES COMMUNES DE CONTRÔLE CONTINU

**CLASSE** : Première

**E3C** :  E3C1  E3C2  E3C3

**VOIE** :  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT** : 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

#### Un modèle pour la balle de tennis pendant le service (10 points)

L'objet de l'exercice est de proposer un modèle pour l'étude du mouvement d'une balle de tennis.

#### Données :

- intensité de la pesanteur :  $g = 9,8 \text{ N/kg}$  ;
- masse volumique de l'air à  $20 \text{ °C}$  :  $\rho = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ kg/cm}^3$  ;
- le diamètre des balles de tennis est en moyenne de 6,5 cm.

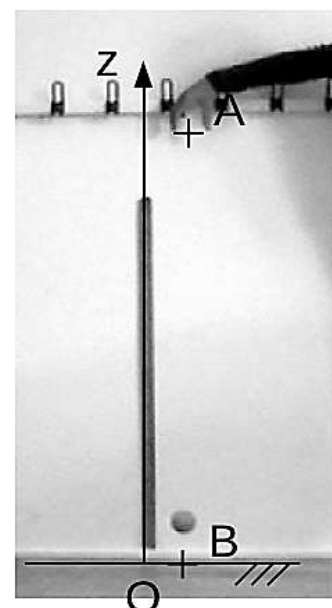
#### 1. Modélisation de la chute verticale de la balle

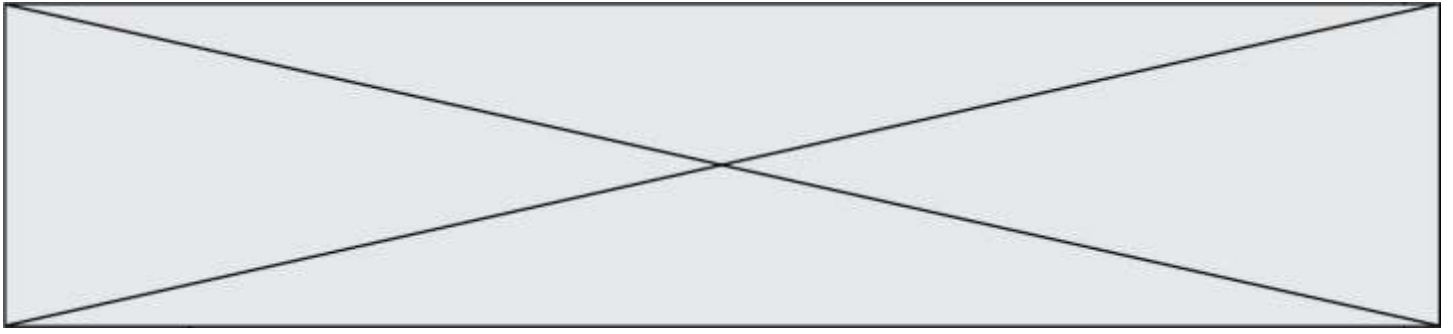
Une balle, de masse  $m = 55 \text{ g}$ , est lâchée sans vitesse initiale. On filme ce mouvement de chute verticale et, à l'aide d'un logiciel adapté, on relève les positions successives de la balle. Un programme informatique permet de calculer les énergies cinétiques, potentielles de pesanteur et mécaniques de la balle à partir des relevés.

L'origine du repère est prise au sol, et l'axe des altitudes est dirigé vers le haut. On note A la position initiale de la balle lorsqu'elle quitte la main de l'opérateur, et B son point d'impact, sur le sol.

Figure 1. Capture d'écran de la vidéo de la chute de la balle étudiée, et son repère de position.

1.1. On identifie trois forces qui peuvent s'exercer sur la balle





lors de son mouvement :

- le poids  $\vec{P}$  de la balle ;
- la force de frottement  $\vec{f}$  exercée par l'air sur la balle et qui dépend de la vitesse de la balle ;
- la poussée d'Archimède  $\vec{F}_A$ , indépendante de la vitesse de la balle, qui est exercée par l'air sur la balle, dirigée vers le haut et de valeur  $F_A = \rho \cdot g \cdot V$ , avec  $V$  le volume de la balle et  $\rho$  la masse volumique de l'air.

Représenter sur votre copie un schéma de la balle modélisée par un point en M, à un instant quelconque de son mouvement ainsi que les forces s'exerçant sur elle, sans souci d'échelle.

**1.2.** Comparer la valeur de la poussée d'Archimède au poids et en déduire que la poussée d'Archimède est négligeable devant le poids.

**1.3.** Parmi les trois séries de points reproduites sur la figure ci-après, identifier en justifiant la réponse :

- la série de points qui correspond aux mesures de l'énergie cinétique ;
- la série de points qui correspond aux mesures de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- la série de points qui correspond aux mesures de l'énergie mécanique.

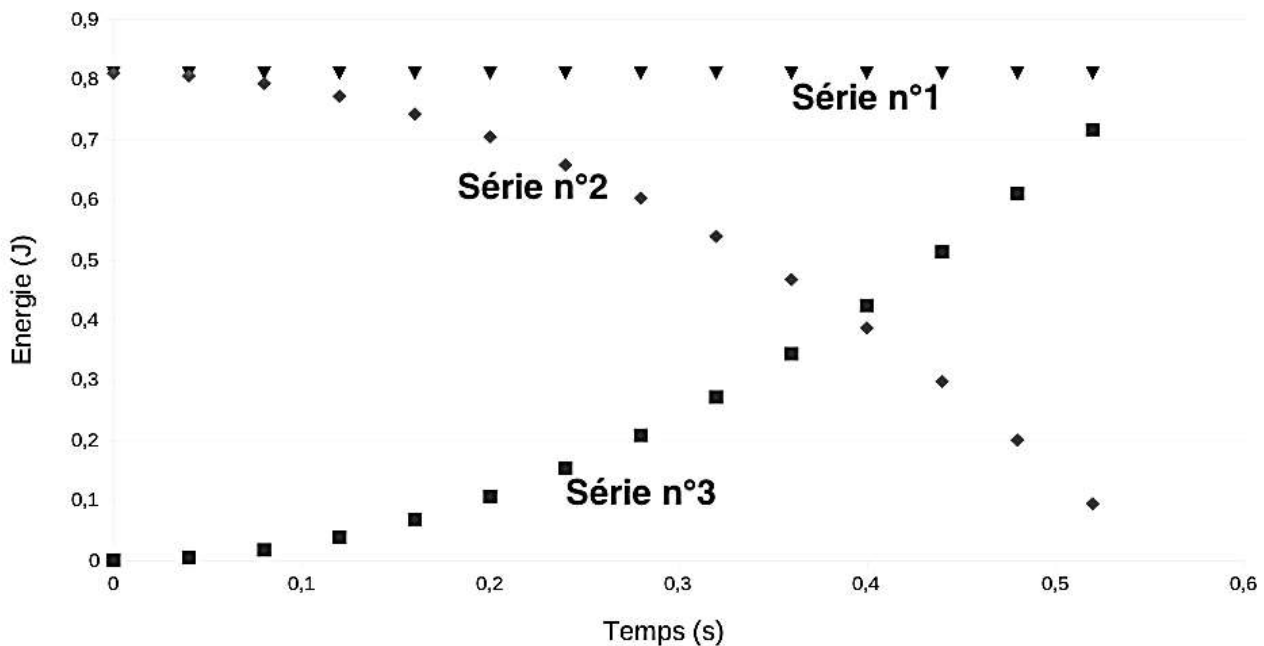


Figure 2. Évolution au cours du temps des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique de la balle

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

- 1.4. À l'aide de ces courbes, justifier que l'on peut, dans cette étude, faire le choix de négliger les forces de frottement.
- 1.5. À quelle force est due la variation d'énergie cinétique observée ? Donner la valeur de son travail sur le trajet AB.

## 2. Modélisation du service au tennis

L'objectif de cette seconde partie est de vérifier si le modèle proposé dans la première partie convient aussi pour le mouvement de la balle lors du service, c'est-à-dire une fois qu'elle a quitté la raquette, venant d'être frappée par le joueur qui engage. Pour la suite de l'exercice, toutes les forces sont négligées, sauf le poids.



Figure 3. Joueuse de tennis au service, avant de frapper la balle (d'après <https://pixabay.com>).

La position initiale de la balle est notée C, lieu où le contact est rompu avec la raquette. La vitesse de la balle en C, supposée horizontale, est notée  $\vec{v}_C$ . Son altitude est notée  $z_C$ . Le schéma de la situation est représenté ci-dessous sans souci d'échelle. La balle atteint le sol au point D, à la vitesse de norme  $v_D$  et à la même altitude que l'origine du repère choisi.

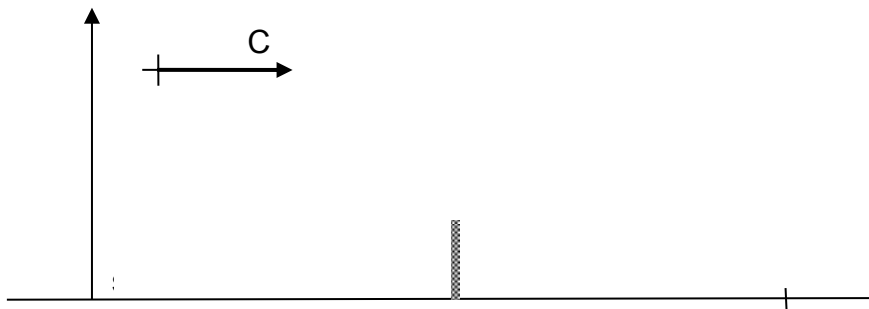
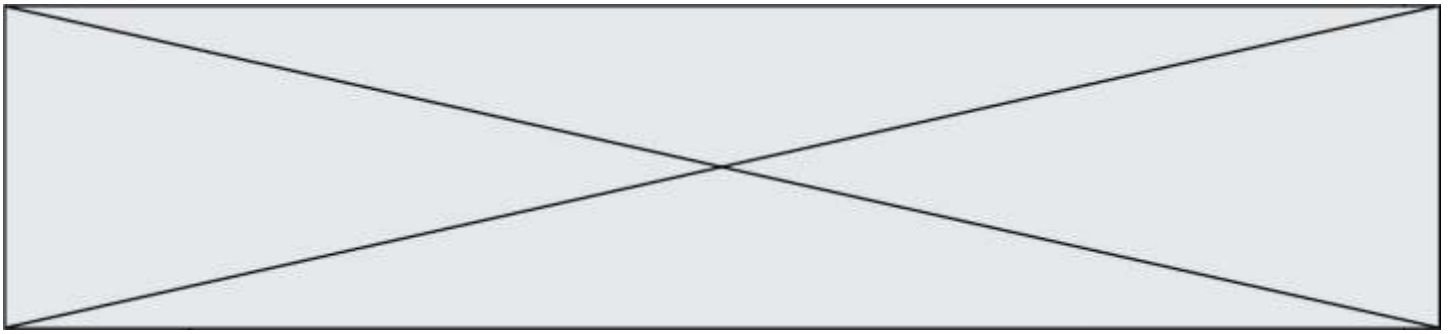


Figure 4. Schéma de la situation sans souci d'échelle

- 2.1. Reproduire la figure 4 et le compléter en représentant l'allure de la trajectoire de la balle lors du service.
- 2.2. Montrer à l'aide d'un théorème énergétique que, dans les conditions du modèle proposé dans la première partie, la vitesse au point d'impact s'écrit :  $v_D = \sqrt{v_C^2 + 2 \cdot g \cdot z_C}$
- 2.3. Déterminer la valeur de  $v_D$  pour  $z_C = 2,20$  m et  $v_C = 200$  km.h<sup>-1</sup> pour ce modèle. Commenter.



2.4. Avec les valeurs initiales précédentes, la valeur de la vitesse  $v_{\text{Dexp}}$  effectivement mesurée au point D est de l'ordre de  $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Proposer une hypothèse qui pourrait expliquer l'écart entre les valeurs de la vitesse mesurée et de celle déterminée avec le modèle précédent.

### PARTIE B

#### La Betadine® (10 points)

La Bétadine® 10% est un antiseptique proposé sous forme de solution, utilisé en application locale pour le traitement des plaies et des brûlures superficielles. Ses propriétés antiseptiques sont dues à son principe actif : le diiode de formule  $\text{I}_2$ . C'est aussi le diiode qui lui donne sa couleur jaune-orange.



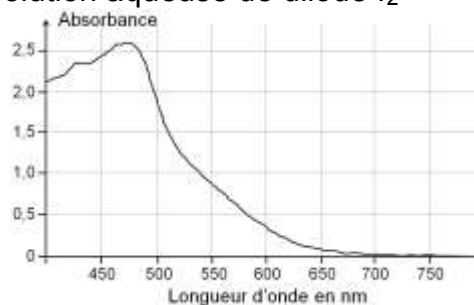
Les molécules de diiode présentes dans la Bétadine® 10% sont liées à un polymère, la polyvidone et forment avec lui une espèce appelée polyvidone iodée.

Sur le flacon de Bétadine® 10% est indiqué : « polyvidone iodée : 10 g pour 100 mL ».

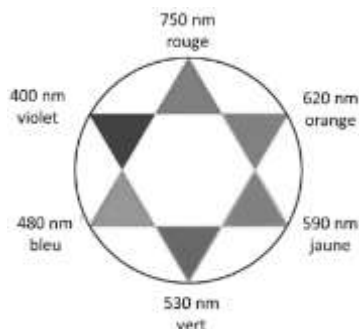
L'objectif de cet exercice est de vérifier cette indication et d'un des modes d'action bactéricide de la Bétadine® 10%.

#### Données

- Masse molaire atomique de l'iode :  $M(\text{I}) = 126,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Masse molaire de la « polyvidone iodée » :  $M = 2362,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de diiode  $\text{I}_2$



#### Cercle chromatique



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

## 1. Dosage du diiode contenu dans la Bétadine® par spectrophotométrie

Un volume de 250,0 mL de solution dite « mère »  $S_0$  est préparé par dissolution de diiode dans l'eau, pour obtenir une concentration en quantité de matière de diiode  $C_0 = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

1.1. Déterminer la masse de diiode solide qu'il faut dissoudre pour obtenir 250,0 mL de solution « mère » à la concentration souhaitée ?

La préparation de la gamme de solutions permettant d'obtenir le graphe d'étalonnage, se fait par dilution à partir de la solution aqueuse de diiode  $S_0$  de concentration  $C_0 = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Nom de la solution	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$
Concentration (en $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	0,10	0,20	0,40	0,50	0,60	0,80	1,0

1.2. À partir de la liste des matériels et produits proposée ci-après, indiquer la verrerie nécessaire et le protocole pour préparer la solution  $S_3$ . Justifier ce choix par un calcul.

- Pipettes jaugées de 5,0 ; 10,0 ; 15,0 ; 20,0 et 25,0 mL.
- Fioles jaugées de 50,0 ; 100,0 et 250,0 mL.
- Trois béchers.
- Solution « mère » de diiode  $S_0$
- Eau distillée.

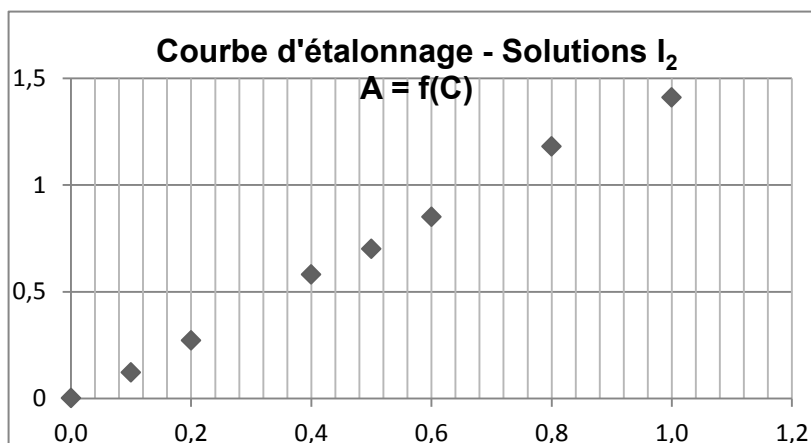
1.3. Choix de la longueur d'onde de travail

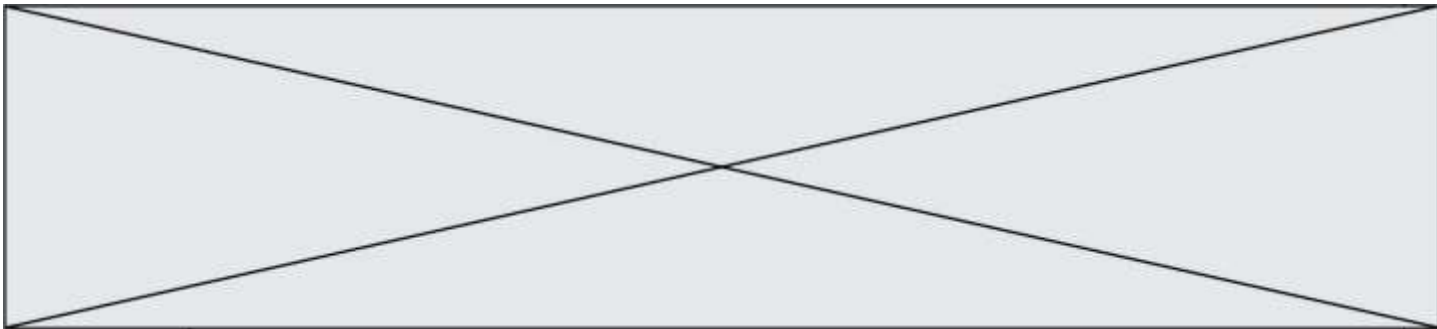
1.3.1. Dissous en solution aqueuse, le diiode donne à la solution une coloration jaune-orange. Expliquer cette coloration.

1.3.2. À quelle longueur d'onde faut-il régler le spectrophotomètre pour réaliser les mesures d'absorbance des solutions étalon ? Justifier.

1.4. Utilisation de la loi de Beer-Lambert

La loi de Beer-Lambert énonce que pour une longueur d'onde donnée, l'absorbance  $A$  d'une solution est proportionnelle à sa concentration  $C$ , si celle-ci n'est pas trop élevée. À partir des mesures d'absorbance des différentes solutions étalon préparées, on obtient la courbe d'étalonnage suivante :





**1.4.1.** Montrer qu'il n'est pas possible, à partir de cette courbe, de déterminer la concentration de la solution commerciale pour confirmer l'indication fournie par le fabricant. Justifier.

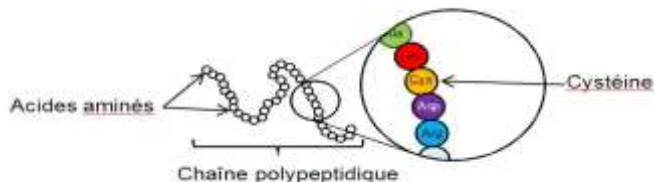
La solution commerciale de Bétadine<sup>®</sup> doit donc être diluée. La solution proposée est de la diluer 200 fois. Le spectrophotomètre indique une absorbance  $A$  de la solution diluée.

**1.4.2.** Prévoir la valeur de l'absorbance  $A$ , qui confirmerait l'indication portée sur le flacon de Bétadine<sup>®</sup> 10%. Justifier.

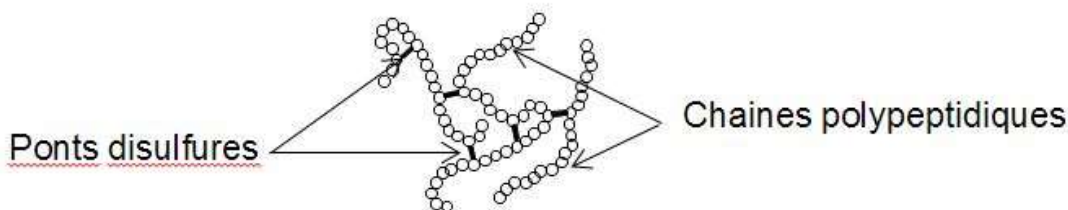
## 2. Action bactéricide de la Bétadine<sup>®</sup>

Une bactérie est un être unicellulaire dont la taille varie de 1 à 10  $\mu\text{m}$ . Elle contient 70% d'eau. Rapporté à son poids sec, une bactérie est constituée à 55% de protéines [...]. Les protéines sont des macromolécules biologiques présentes dans toutes les cellules vivantes. Elles sont constituées d'enchaînements d'acides aminés liés entre eux par des liaisons peptidiques. Parmi les acides aminés présents dans ces enchaînements, certains sont susceptibles de réagir avec le diiode libéré progressivement par la polyvidone iodée. L'un d'entre eux est la cystéine, notée Cys sur l'illustration ci-dessous.

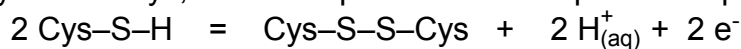
Les symboles Ala, Leu, Asp... sont relatifs à d'autres acides aminés, qui ne sont pas étudiés dans cet exercice.



La réaction entre le diiode et la cystéine entraîne la formation de liaisons chimiques appelées « ponts disulfures » entre deux parties différentes d'une même protéine ou entre deux protéines différentes. Les protéines forment alors des agrégats qui entraînent la mort de la bactérie.



La cystéine forme un couple oxydant-réducteur avec la cystine. En notant la cystéine Cys-S-H et la cystine Cys-S-S-Cys, la demi-équation électronique du couple s'écrit :



**2.1.** Nommer l'oxydant du couple oxydant-réducteur formé par la cystéine et la cystine ? Justifier.

**2.2.** Écrire la demi-équation électronique du couple diiode/ion iodure noté  $\text{I}_{2(\text{aq})}/\text{I}^-_{(\text{aq})}$ .


Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

  
Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :  /  /

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

- 2.3. Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction modélisant la transformation chimique entre le diiode  $I_2$  et la cystéine notée Cys-S-H.
- 2.4. L'action bactéricide de la Bétadine<sup>®</sup> présentée ici, est-elle la conséquence d'une oxydation ou d'une réduction des protéines ? Justifier.