BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2018

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 heures 30
Coefficient : 6

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Le sujet comporte trois exercices présentés sur 14 pages numérotées de 1 sur 14 à 14 sur 14, y compris celle-ci.

Documents à rendre avec la copie :

Annexe de l'exercice I……page 14

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.

Obligatoire

EXERCICE I – PARACÉTAMOL (9 points)

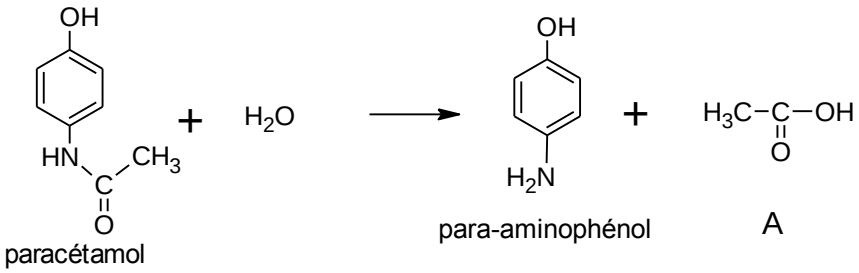
Le paracétamol est le principe actif de nombreux médicaments. Ses indications thérapeutiques sont proches de celles de l'aspirine (propriétés analgésiques (contre la douleur) et antipyrétiques (contre la fièvre)).

L'objectif de cet exercice est de vérifier la masse du principe actif (paracétamol) contenue dans un comprimé de Doliprane® 500 mg. Pour effectuer le titrage, on réalise au préalable une hydrolyse du paracétamol.

Hydrolyse du paracétamol en para-aminophénol

On dissout un comprimé de Doliprane® dans un ballon contenant 40 mL d'une solution d'acide sulfurique et on chauffe à reflux pendant une heure environ.

En milieu acide, le paracétamol est hydrolysé en para-aminophénol selon la réaction, considérée comme totale, d'équation :



On refroidit ensuite le ballon sous un courant d'eau froide. On verse le contenu du ballon dans une fiole jaugée de 100 mL et on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. Soit S_1 la solution ainsi préparée contenant le para-aminophénol à la concentration molaire c_1.

Titrage du para-aminophénol par les ions cérium IV, Ce^{4+}

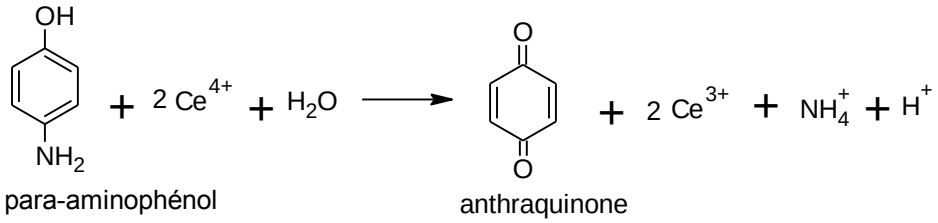
On prélève V_1 = 10,0 mL de la solution S_1 que l'on place dans un erlenmeyer.

On ajoute 20 mL d'eau, environ 20 g de glace pilée, 12 mL de solution d'acide sulfurique et 2 gouttes de solution de ferroïne. La ferroïne est un indicateur coloré de titrage d'oxydoréduction.

Le titrage est réalisé par une solution titrante S_2 contenant les ions cérium IV, Ce^{4+}, à la concentration molaire $c_2 = 5{,}00\times10^{-2}$ mol.L^{-1}.

L'équivalence du titrage, repérée par le changement de couleur de la ferroïne, est obtenue pour un volume V_{2E} = 13,1 mL de solution titrante versé.

L'équation de la réaction, support du titrage est la suivante :

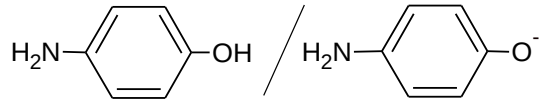
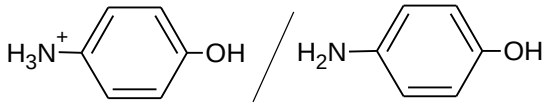
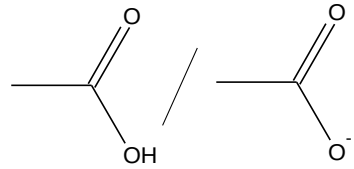


Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Données à 25 °C :

- Masse molaire du paracétamol : M = 151 g.mol^{-1}
- Table de nombres d'onde en spectroscopie IR :

Liaison	Nombre d'onde $\sigma = \frac{1}{\lambda}$ (cm^{-1})
O-H	3200- 3670
C=O	1650-1750
C=C	1500-1650
N-H amine primaire	3100-3500 deux bandes d'intensité moyenne
N-H amide	3100-3500 une bande d'intensité forte
C-H	2850-3000

Couples	pKa
	10,5
	5,6
	4,8

Composé	Risques
Para-aminophénol	
Acide sulfurique	
Paracétamol	

1. Étude de l'hydrolyse du paracétamol en para-aminophénol

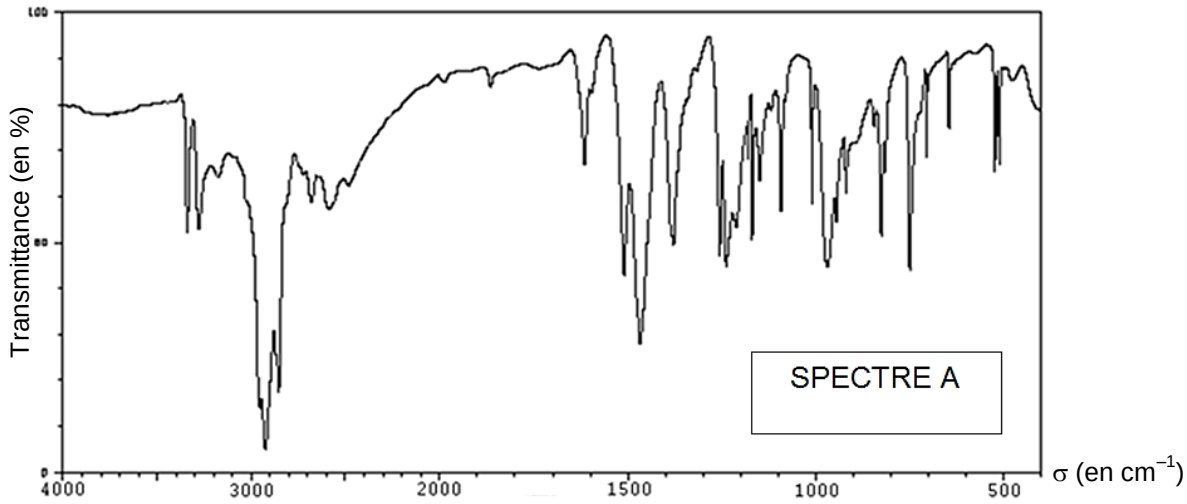
1.1. Nommer les fonctions associées aux groupes caractéristiques comportant un atome d'azote présents dans le paracétamol et dans le para-aminophénol.

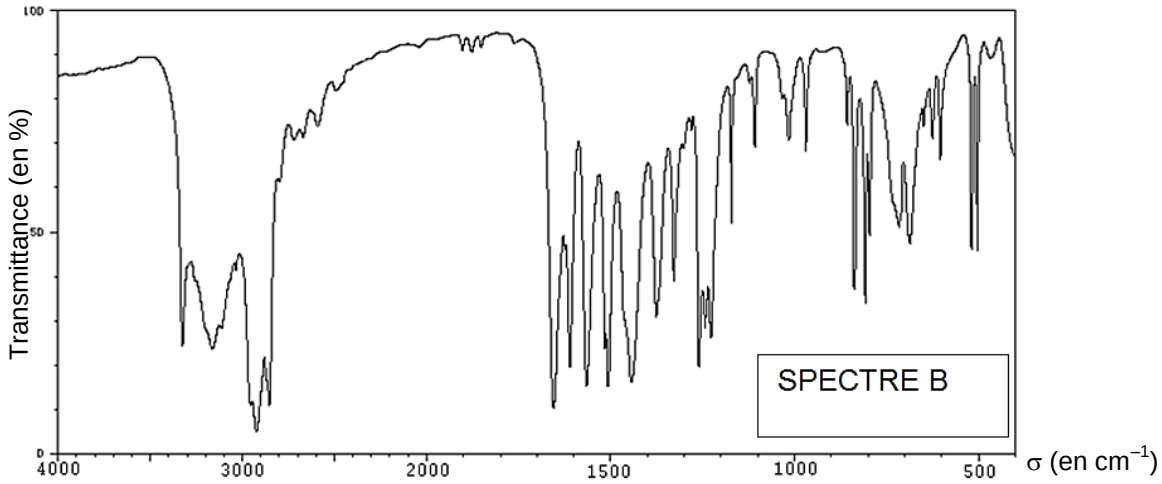
1.2. Nommer le sous-produit A, formé lors de l'hydrolyse et justifier le nom attribué.

1.3. Les deux spectres reproduits ci-dessous donnant la transmittance en fonction du nombre d'onde σ en cm^{-1} sont ceux du paracétamol et du para-aminophénol.

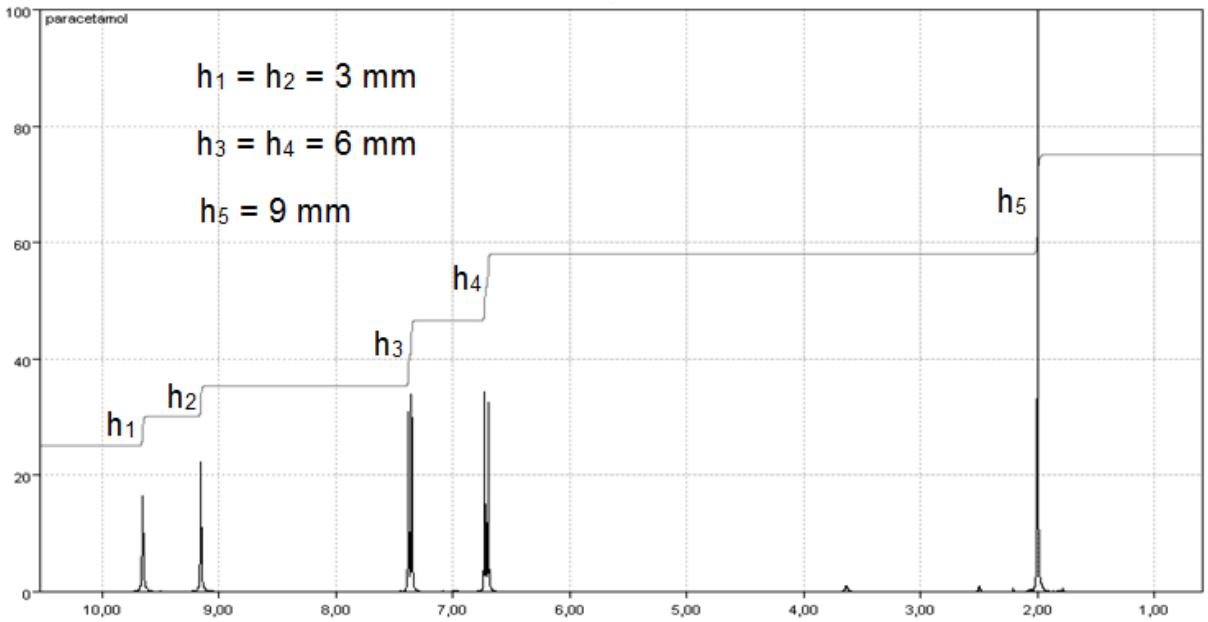
1.3.1. De quel type de spectroscopie s'agit-il ? Justifier, en vous appuyant sur un raisonnement quantitatif.

1.3.2. Attribuer à chacune de ces deux espèces chimiques le spectre correspondant en justifiant votre raisonnement.





1.4. Le spectre RMN simulé ci-dessous est celui du paracétamol.
Identifier le signal correspondant aux atomes d'hydrogène du groupe CH_3 de la molécule. Justifier la multiplicité de ce signal.



1.5. Pour réaliser l'hydrolyse du paracétamol, on utilise un montage de chauffage à reflux.
Préciser les précautions à prendre en lien avec la sécurité pour la mise en œuvre de cette hydrolyse en laboratoire.

1.6. À quelle catégorie de réaction appartient la réaction d'hydrolyse du paracétamol ? Préciser s'il s'agit d'une modification de chaine ou de groupe caractéristique. Justifier votre réponse.

1.7. Le document en **annexe à rendre avec la copie** présente les différentes étapes du mécanisme réactionnel de l'hydrolyse acide du paracétamol.

1.7.1. Pour les étapes 3 et 4, compléter les schémas en faisant apparaître les doublets non-liants non représentés.

1.7.2. Pour l'étape 2, identifier les sites donneur et accepteur de doublets d'électrons qui interviennent et compléter le mécanisme par des flèches courbes.

1.8. Compte tenu des conditions du milieu réactionnel, déterminer, en fin de réaction, la forme prédominante sous laquelle se trouvent le para-aminophénol et l'acide acétique. Proposer une nouvelle écriture de la dernière étape du mécanisme.

2. Étude du titrage du para-aminophénol par les ions cérium IV, Ce^{4+}

2.1. Schématiser le dispositif expérimental mis en œuvre pour réaliser le titrage du para-aminophénol par les ions cérium. Préciser, sur le schéma, le nom de la verrerie utilisée.

2.2. La réaction support du titrage est une réaction d'oxydoréduction. Le réactif titrant joue-t-il le rôle d'oxydant ou de réducteur ? Justifier.

2.3. Parmi les quatre propositions suivantes, déterminer celle qui est correcte. Justifier votre réponse.
À l'équivalence, la quantité de matière du paracétamol initialement présente est égale à :

A- La quantité de matière de Ce^{4+} versée à l'équivalence
B- Deux fois la quantité de matière de Ce^{4+} versée à l'équivalence
C- La moitié de la quantité de matière de Ce^{4+} versée à l'équivalence
D- Deux fois la quantité de matière de Ce^{3+} formé

2.4. Déterminer, en utilisant les résultats du titrage, la masse de paracétamol contenu dans un comprimé de Doliprane®.

Toute démarche correcte, même si elle n'est pas aboutie, sera valorisée.

2.5. Citer deux éventuelles sources d'écart possibles avec la valeur indiquée sur l'étiquette.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE II – ÉTUDE DU LANCEUR D'UN FLIPPER (6 points)

Les flippers sont des jeux qui ont connu un franc succès dans la seconde moitié du XX^{ème} siècle.
Le principe est de marquer le maximum de points à l'aide d'une bille métallique en mouvement sur un plateau de jeu incliné et séparé du joueur par une vitre. Le joueur, par action de petits leviers (les flippers) renvoie la bille vers le haut du plateau et cherche à éviter qu'elle n'atteigne le point le plus bas du plateau où la bille chute et la partie est alors perdue.
Au début de la partie, le joueur actionne une poignée qui comprime un ressort et permet de propulser la bille dans la rampe de lancement qui débouche sur le plateau de jeu. Ce dispositif, appelé « *lance-billes* », permet la mise en jeu de la bille mais n'est plus utilisé dans la suite de la partie.



Figure 1 : Vues d'ensemble d'un flipper

Dans ce problème, on souhaite déterminer si un ressort vendu sur un site marchand (Document 1) pourra être utilisé pour remplacer un ressort défectueux du lance-billes du flipper.

Document 1 : Annonce extraite d'un site marchand concernant un ressort de flipper

Description | Livraison et paiements | Signaler l'objet

Français

Numéro de l'objet 330394711603

Le vendeur assume l'entière responsabilité de cette annonce.

Dernière mise à jour : 27 mai 2017 12:08:56 Paris Afficher toutes les modifications

Caractéristiques de l'objet

État : neuf

Caractéristiques : raideur 33 N.m^{-1} ; écrasement maximal $\Delta\ell = 90$ mm.

1. Détermination expérimentale de la constante de raideur du ressort

Les propriétés élastiques du ressort sont caractérisées par une grandeur appelée « constante de raideur », généralement notée *k* et exprimée en $N.m^{-1}$.

Afin d'en déterminer expérimentalement la valeur on réalise un dispositif expérimental dont le schéma est représenté sur la figure 2.

Pour cette étude :

- la masse du ressort est supposée négligeable devant celle de la masse marquée, notée *m* ;
- le référentiel est le référentiel du laboratoire et le système est la masse marquée de centre G ;
- on néglige les effets des frottements ;
- la position du centre G de la masse marquée est repérée par son abscisse *x(t) ;*
- g représente la valeur de l'intensité de pesanteur terrestre.

Le ressort est suspendu verticalement par une de ses extrémités que l'on considère fixe. Une masse marquée est fixée à son extrémité libre puis mise en mouvement verticalement. Un capteur de position relié à un dispositif d'acquisition informatisé (non représenté sur la figure 2) permet d'enregistrer les variations de la position de la masse marquée en fonction du temps.

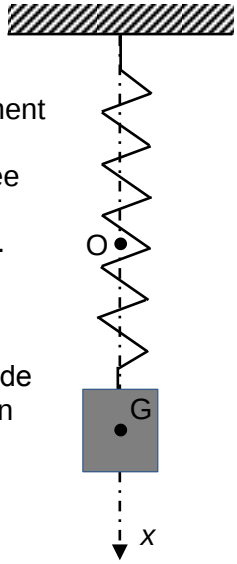


Figure 2 : schéma du dispositif expérimental

Trois expériences sont réalisées par un expérimentateur et les trois enregistrements obtenus sont présentés dans le document 2.

1.1. En comparant les enregistrements 1 et 2, identifier précisément la modification effectuée par l'expérimentateur entre l'expérience 1 et l'expérience 2.

1.2. L'amplitude du mouvement du point G a-t-elle une influence sur sa période ? Justifier votre réponse.

1.3. Que peut-on dire de l'influence de la masse sur la période des oscillations ?

1.4. Influence de la constante de raideur du ressort

1.4.1. Ces trois enregistrements permettent-ils d'affirmer que la constante de raideur k du ressort a une influence sur la période des oscillations ? Justifier votre réponse.

1.4.2. Proposer une expérience supplémentaire permettant de conclure sur ce point.

1.5. On propose trois expressions pour la période T_0 des oscillations :

(1) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ **(2)** $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ **(3)** $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m.g}{k}}$

1.5.1. En utilisant les résultats des questions précédentes, montrer que l'expression (1) ne convient pas.

1.5.2. Par une analyse dimensionnelle, montrer que l'expression (3) ne convient pas et que l'expression (2) est homogène.

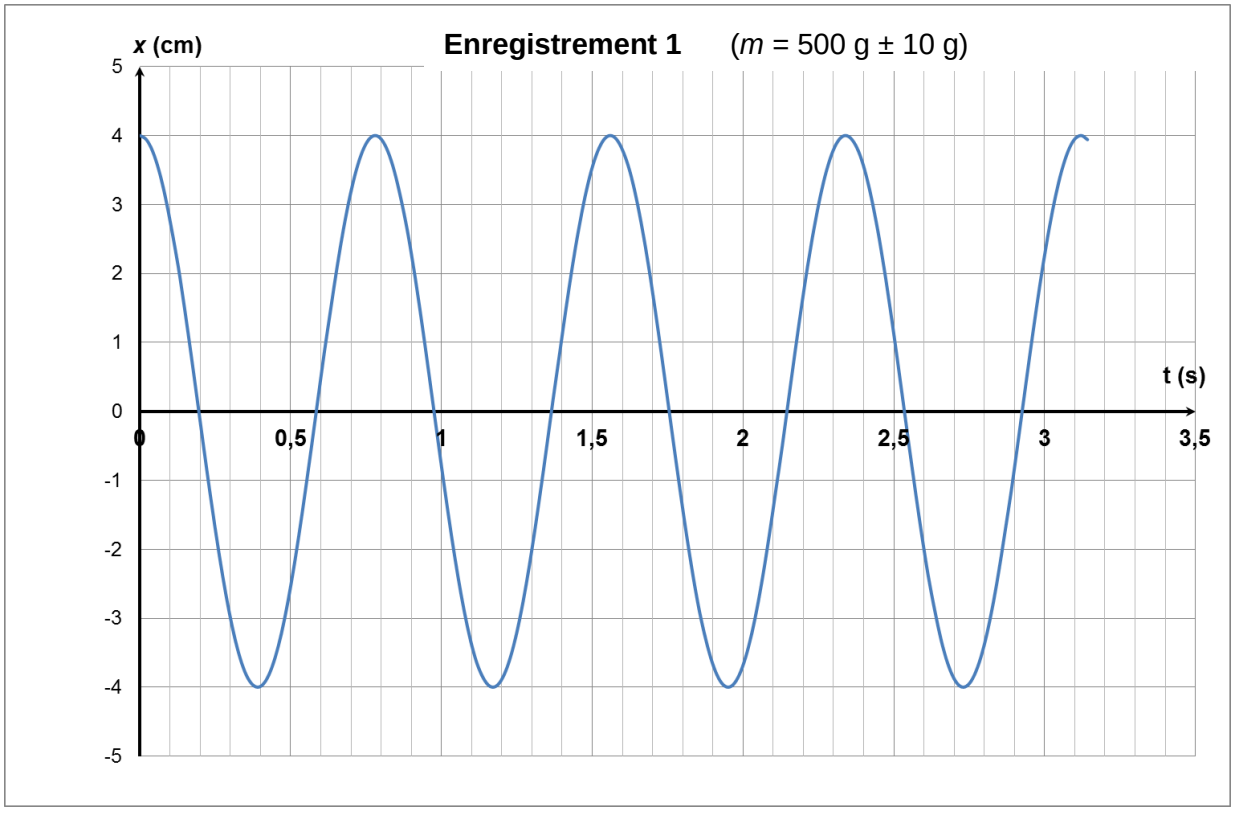
1.6. On admet que la période des oscillations du système est donnée par l'expression : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

Déterminer le plus précisément possible et en expliquant votre démarche la valeur de la période T_0 des oscillations de l'expérience correspondant à l'enregistrement 1.

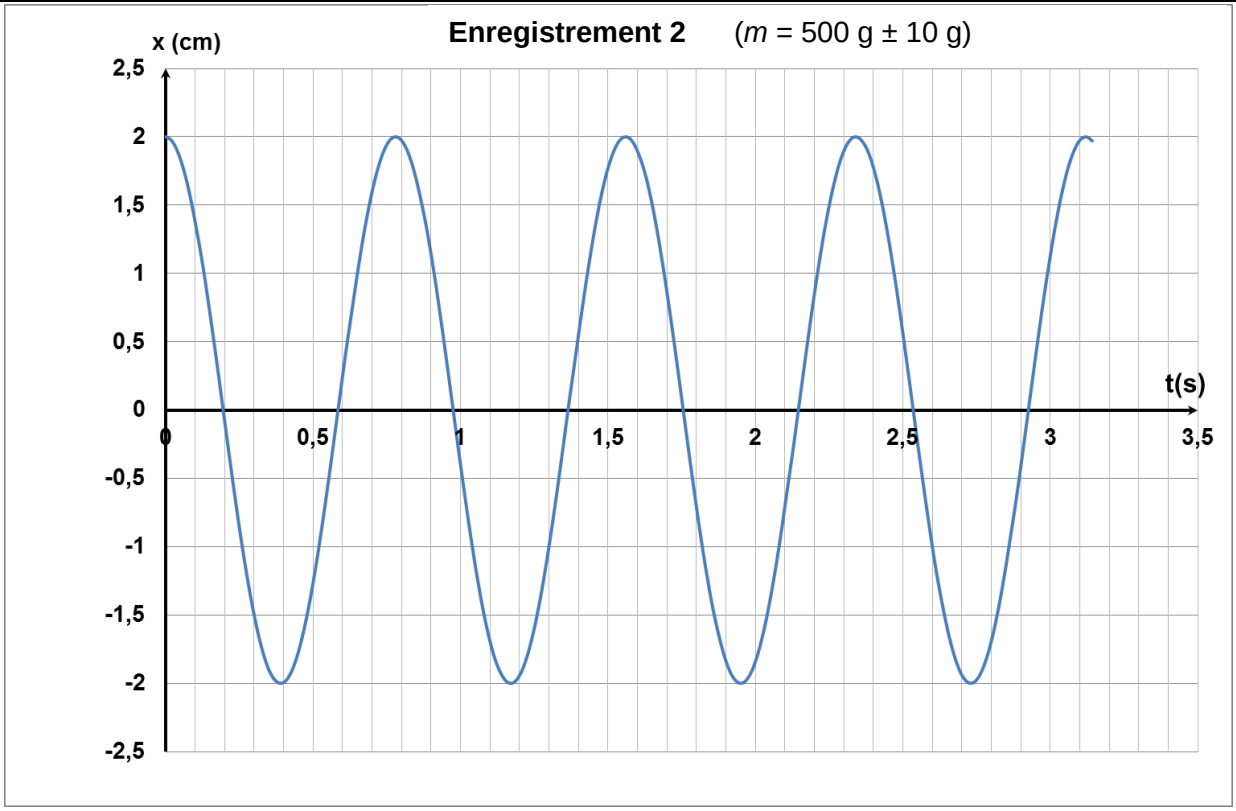
1.7. Les caractéristiques fournies pour le ressort sur le site marchand sont-elles validées par ces expériences ?

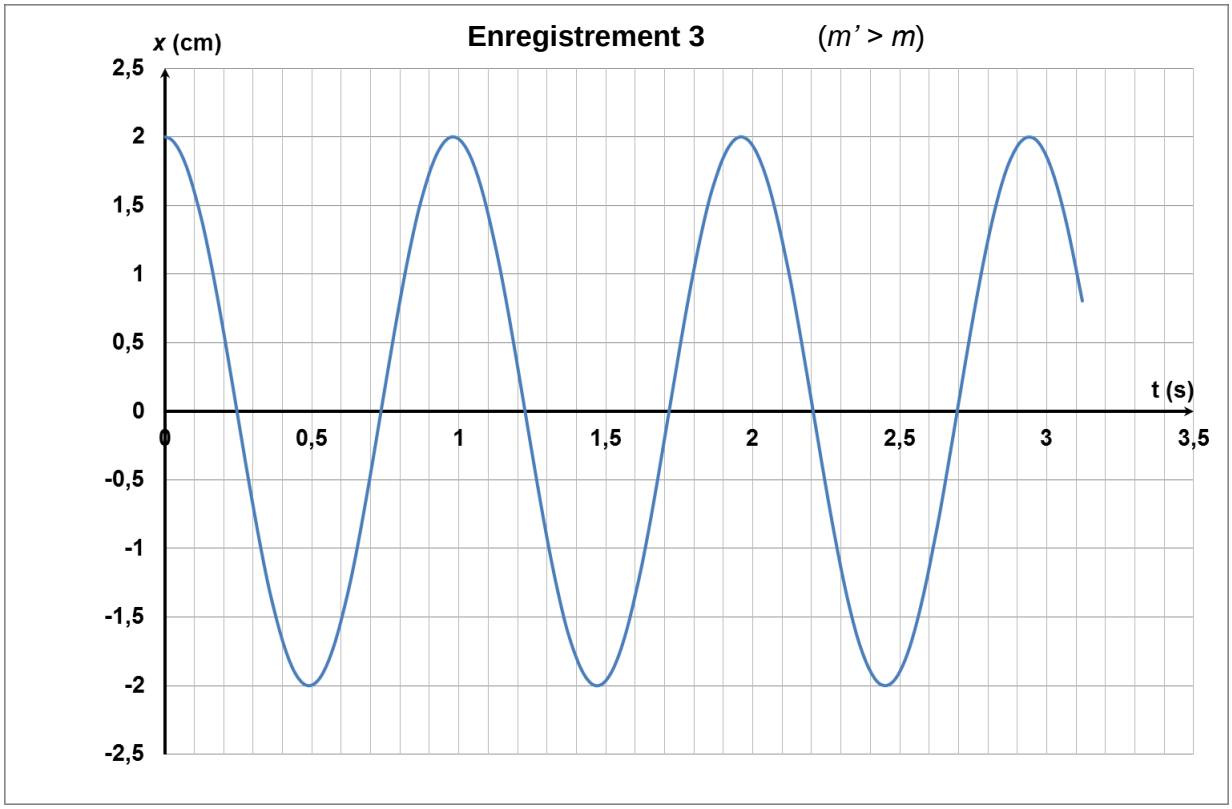
Document 2 : Enregistrements expérimentaux

Les enregistrements ci-dessous ont été obtenus par un dispositif d'acquisition qui a permis d'enregistrer les positions du point G représenté sur la figure 2.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer





Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Évaluation des performances du ressort

On souhaite s'assurer que le ressort proposé par le vendeur permettra à la bille de flipper d'atteindre l'extrémité de la rampe de lancement pour déboucher dans le plateau de jeu.

Données :

- masse de la bille : m = 100 g ;
- intensité de la pesanteur : g = 9,81 m.s^{-2} ;
- hauteur de la rampe de lancement : h = 10 cm ;

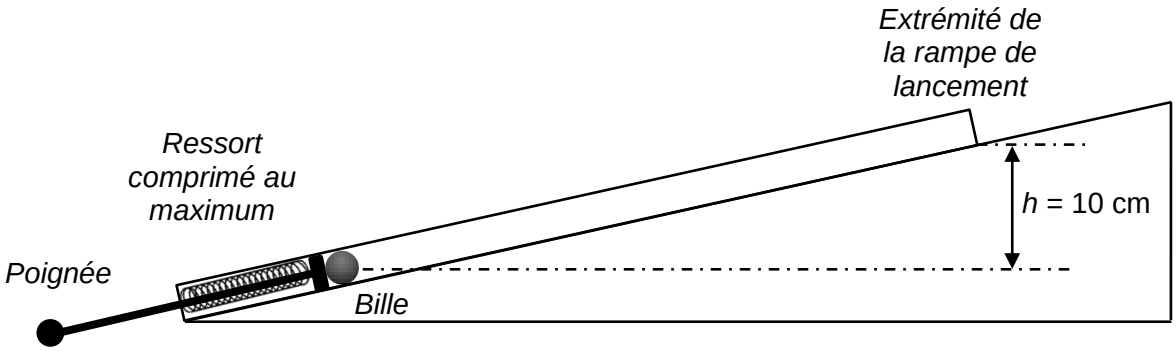


Figure 3 : Dispositif simplifié de la rampe de lancement

- énergie potentielle élastique :

L'énergie potentielle élastique est l'énergie emmagasinée par un objet lorsqu'il est déformé. Cette énergie est convertie en une autre forme d'énergie lorsque l'objet est relâché.

Pour un ressort, on peut considérer que l'énergie potentielle élastique s'écrit :

$$E_{pe} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta\ell^2$$

E_{pe} : énergie potentielle élastique (J) ;
k : constante de raideur du ressort (N.m^{-1}) ;
$\Delta\ell$: variation de longueur du ressort lorsqu'il est comprimé ou étiré (m).

En réalisant un raisonnement énergétique simple (en négligeant toute perte d'énergie), montrer que l'énergie élastique emmagasinée par le ressort est suffisante pour permettre à la bille d'atteindre l'extrémité de la rampe de lancement. Calculer la vitesse atteinte par la bille à l'extrémité de la rampe de lancement.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE III : ÉTUDE D'UN ÉCRAN DE SMARTPHONE (5 points)

Lorsqu'il est allumé un écran de téléphone portable est constitué de pixels (petits rectangles) de luminosité et de couleurs différentes et qui constituent au final l'image affichée.
Chaque pixel est composé lui-même d'un ensemble de 3 sous-pixels de couleurs respectives rouge, vert et bleu (RVB).



1. Diffraction par un petit miroir

Lorsqu'un faisceau laser rencontre un objet réfléchissant, comme un miroir (que l'on fixe sur un support adapté), suffisamment petit, il se produit un phénomène analogue à celui observé lorsque ce faisceau laser rencontre une fente très fine ou un fil très fin : on observe sur un écran une figure de diffraction obtenue dans ce cas par réflexion.

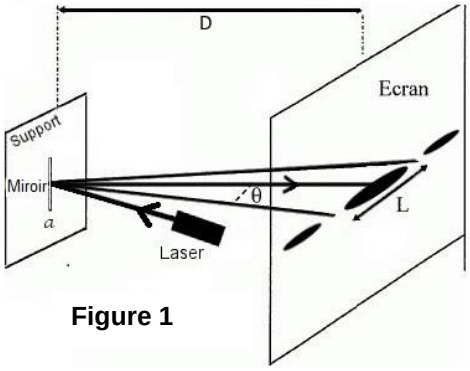


Figure 1

Données :

- a : largeur du miroir ;
- D : distance entre le miroir et l'écran ;
- λ : longueur d'onde de la lumière laser utilisée ;
- θ : demi-angle (exprimé en radian) délimitant les premiers minima d'amplitude.

1.1. Citer deux propriétés du laser.

1.2. Donner, en le justifiant, un ordre de grandeur possible de la largeur a du miroir si on utilise une lumière visible pour observer une figure de diffraction.

Les deux figures de diffraction par réflexion ci-dessous (Figure 2) ont été obtenues sur un écran avec, pour l'une, un laser vert et, pour l'autre, un laser rouge et dans les mêmes conditions expérimentales (Figure 1).

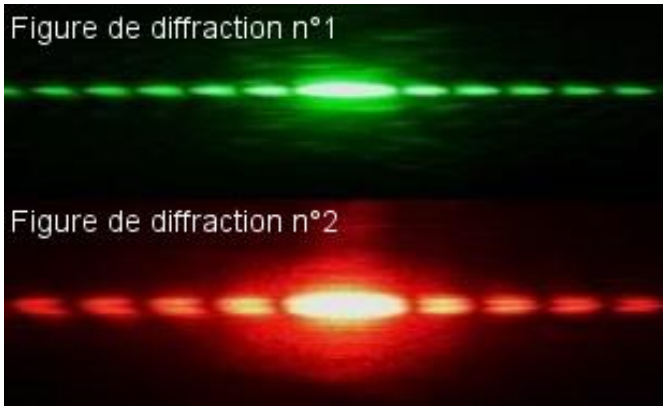


Figure 2 : Figures de diffraction par réflexion (à la même échelle)

1.3. Rappeler la relation entre le demi-angle θ, la largeur du miroir a et la longueur d'onde λ des radiations utilisées. En déduire alors le laser utilisé pour chaque figure de diffraction.

1.4. Sachant que le laser rouge utilisé a une longueur d'onde égale à 632,8 nm, en déduire la longueur d'onde du laser vert.

2. Détermination de la taille d'un pixel d'un écran de smartphone

On considère maintenant l'écran d'un smartphone. Il est constitué d'un quadrillage de pixels très petits, que l'on peut considérer comme autant de carrés réfléchissants accolés.

On réalise le dispositif expérimental schématisé sur la **figure 3** et on observe la figure obtenue sur l'écran quadrillé lorsqu'on envoie un faisceau laser sur l'écran du smartphone. La figure obtenue est reproduite figure 4.

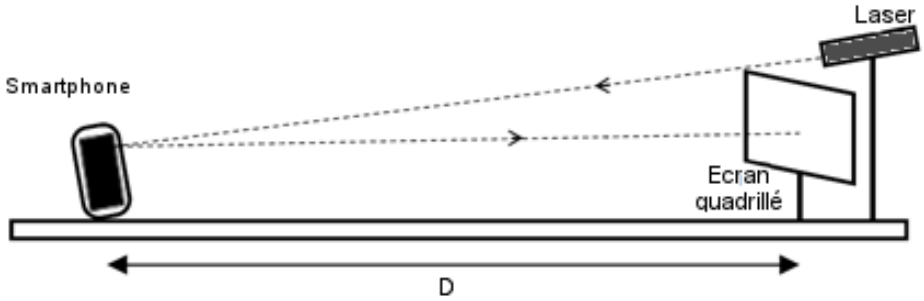


Figure 3 : Schéma du dispositif expérimental

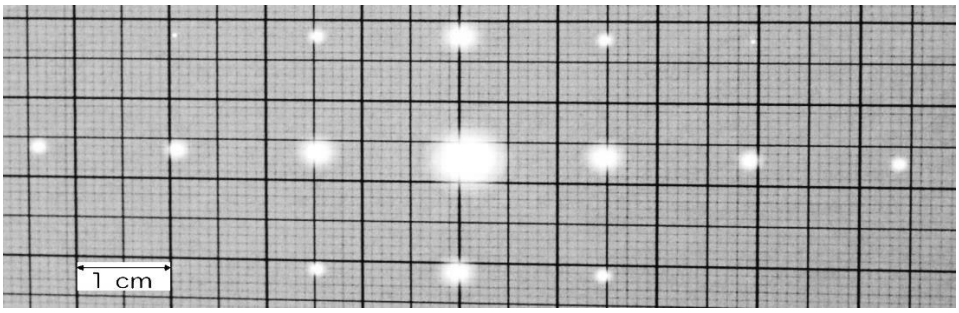


Figure 4 : Figure obtenue sur l'écran quadrillé lors de l'expérience

Données :

- $D = (1{,}74 \pm 0{,}03)$ m : distance entre l'écran du smartphone et l'écran quadrillé ;
- $\lambda = 632{,}8$ nm : longueur d'onde de la lumière laser utilisée.

Cette figure permet de déterminer la largeur d'un pixel. En effet, on peut relier la distance i entre deux points lumineux présents sur l'écran quadrillé à la distance a séparant les centres de deux pixels accolés de l'écran du smartphone par la relation :

$$i = \frac{\lambda . D}{a}$$

2.1. Déterminer le plus précisément possible la distance i entre deux points lumineux.

2.2. En déduire que la valeur de la largeur d'un pixel est proche de 75 µm.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 12 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3. Vision de l'écran du smartphone

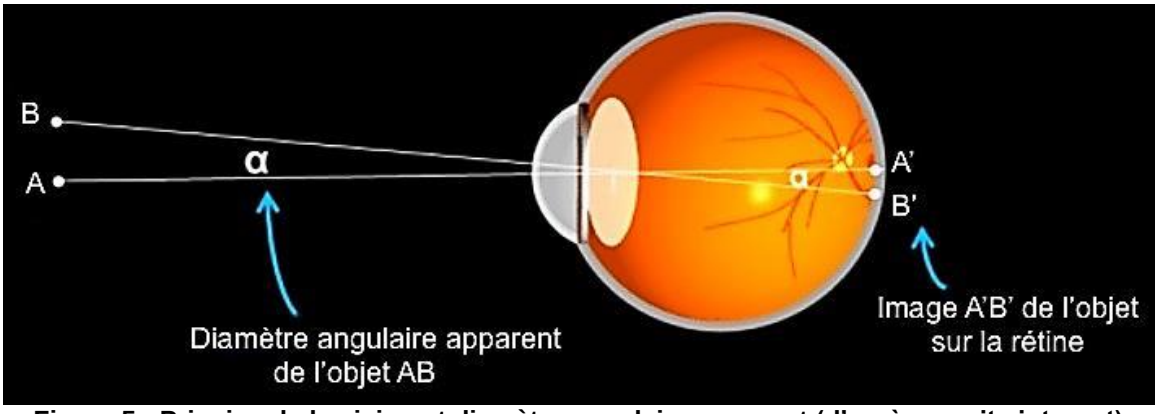


Figure 5 : Principe de la vision et diamètre angulaire apparent (d'après un site internet)

Le pouvoir séparateur de l'œil correspond au plus petit angle α (noté α_{min}), permettant de distinguer deux points lumineux A et B très proches. On admettra que :

$$\alpha_{min} = 3{,}0 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

Si le diamètre angulaire apparent de l'objet AB est inférieur au pouvoir séparateur de l'œil ($\alpha \leq \alpha_{min}$) alors l'objet AB est vu comme un seul point sur la rétine (A' et B' sont confondus sur la rétine).

3.1. Sachant que le point le plus proche qui peut être vu avec netteté (appelé « punctum proximum ») se trouve à 25 cm d'un œil normal, déterminer la taille du plus petit objet AB visible.

3.2. Déterminer la distance entre les centres de deux pixels successifs du smartphone considéré sachant que l'on peut lire sur la notice technique l'information suivante :

Résolution 367 ppp

Données :

- ppp : pixels par pouce ;
- 1 pouce = 2,54 cm.

3.3. Montrer qu'il est impossible à l'œil nu de distinguer deux pixels de l'écran. Cette propriété est-elle intéressante pour l'utilisation du smartphone ?

4. Image numérique

Chaque pixel de l'écran (subdivisé en sous-pixels) est codé par trois octets (1 octet = 8 bits par couleur)

4.1. Pourquoi parle-t-on d'un codage 24 bits dans ce cas ?

4.2. Pourquoi parle-t-on aussi de « 16 millions de couleurs » possibles ? Calculer le nombre exact de couleurs.

4.3. On considère deux zones de l'écran, chacune de 9 pixels dont on donne les codages RVB ci-dessous.

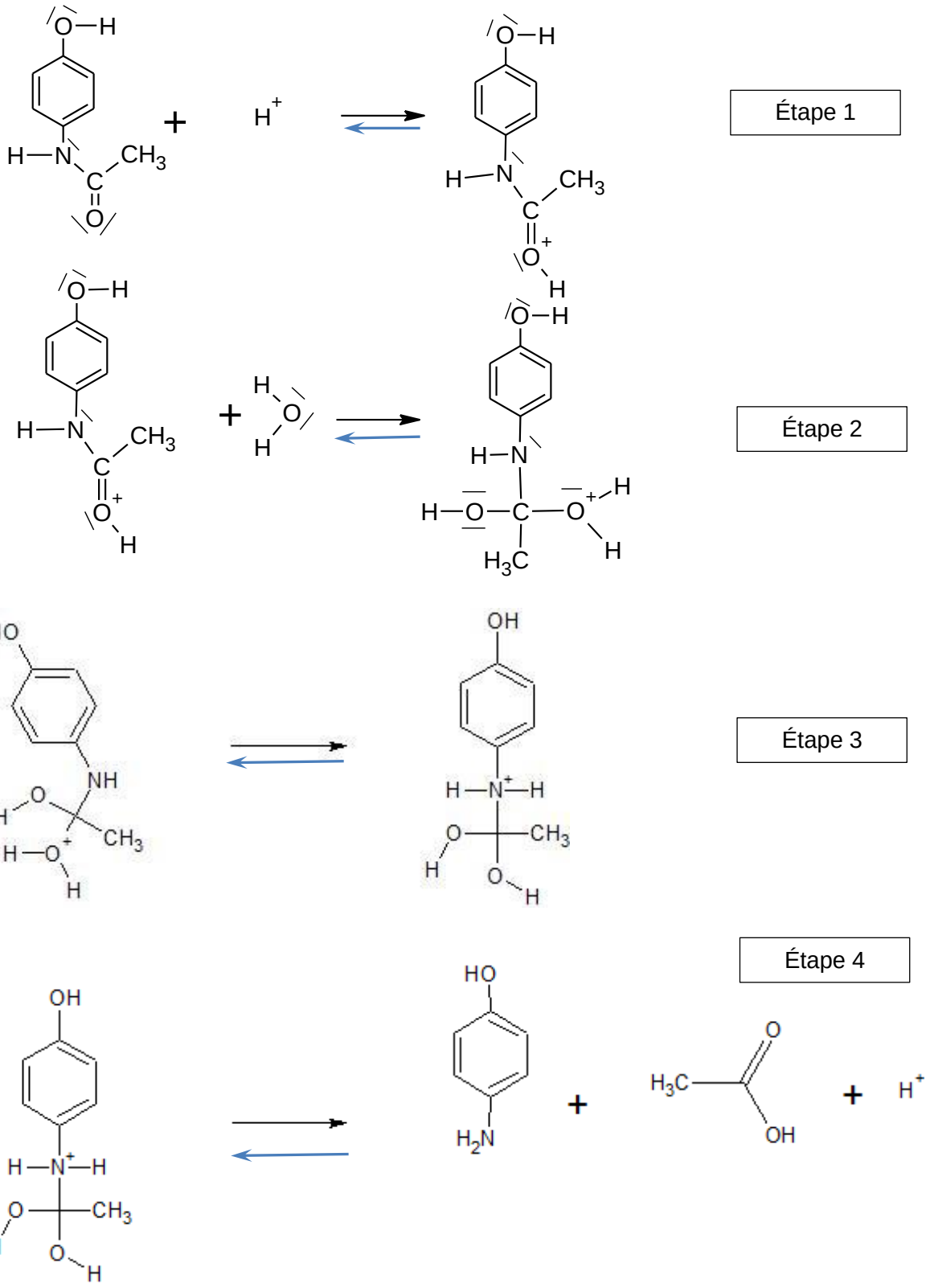
255 255 000	255 185 000	164 134 008
226 255 000	255 135 000	062 039 002
166 244 000	255 000 002	007 009 003

237 237 237	187 187 187	131 131 131
230 230 230	151 151 151	041 041 041
210 210 210	054 054 054	008 008 008

Une zone est colorée, l'autre est en niveau de gris. Peut-on les distinguer à partir du codage ci-dessus ?

ANNEXE DE L'EXERCICE I À RENDRE AVEC LA COPIE.

Document : les quatre étapes du mécanisme de l'hydrolyse du paracétamol



Modèle CMEN-DOC v2 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)