

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2019

## PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 heures 30  
Coefficient : 8

*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 8 pages numérotées de 1 à 8.

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

## EXERCICE 1 : APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE EN MODE RAFALE (11 points)

Les appareils photographiques numériques permettent de prendre des photographies en mode rafale, c'est-à-dire que l'action du déclencheur va provoquer la prise automatique d'une série de clichés très rapidement les uns à la suite des autres.



*D'après www.fnac.com*

On se propose d'étudier l'utilisation d'un appareil photographique dans le cadre d'une activité sportive.

**Donnée :**

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

### 1. Une limite à la qualité de l'image : la diffraction

#### Caractéristiques des objectifs photographiques

Les objectifs photographiques sont caractérisés par leur distance focale  $f$ . Le diaphragme de l'objectif de l'appareil photographique est une ouverture circulaire dont on peut ajuster le diamètre  $d$ . Une autre caractéristique importante des objectifs est le nombre d'ouverture  $N$ , nombre sans dimension :  $N = \frac{f}{d}$ .

On adapte sur l'appareil photographique un objectif zoom de distance focale réglable.

- 1.1 Pour une distance focale donnée, quelle est l'influence du diamètre du diaphragme sur le phénomène de diffraction ?
- 1.2 On éclaire l'objectif à l'aide d'un faisceau de lumière parallèle, supposée monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 560 \text{ nm}$ .

La figure de diffraction est observée sur la surface du capteur de l'appareil photographique, située à la distance  $f$  du diaphragme. Cette figure présente une tache centrale de diffraction circulaire de rayon  $r$ .

Dans le cas d'une ouverture circulaire, le demi angle  $\theta$  de diffraction a pour expression :  $\theta = 1,22 \frac{\lambda}{d}$ .

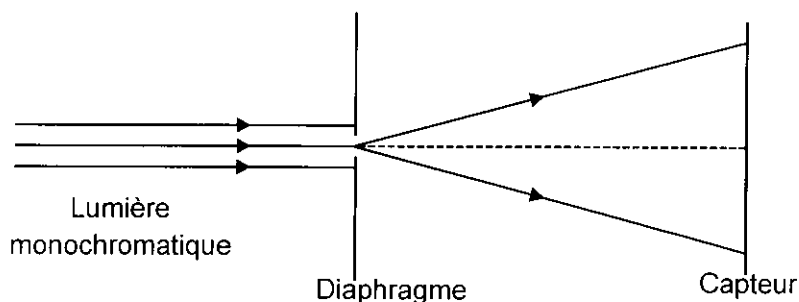


Figure 1 : Diffraction de la lumière par l'objectif

- 1.2.1 Recopier le schéma précédent et faire apparaître les longueurs  $f$ ,  $d$ ,  $r$  et l'angle  $\theta$ .
- 1.2.2 L'angle  $\theta$  est assez petit pour que l'on puisse utiliser l'approximation des petits angles :  $\tan \theta \approx \theta$ .

En déduire que  $r = 1,22 \frac{\lambda.f}{d}$ .

- 1.2.3 On règle le zoom de l'objectif photographique et le diaphragme de sorte que  $f = 50$  mm et  $N = 4,0$ . Calculer la valeur du diamètre  $d$  du diaphragme utilisé. En déduire la valeur du rayon de la tache de diffraction obtenue sur le capteur.

On considère que deux objets ponctuels photographiés sont distingués par l'appareil photographique si leurs images sont sur des pixels différents.

- 1.2.4 Sachant que la largeur d'un pixel est de  $4,3 \mu\text{m}$ , comparer la taille des pixels avec la dimension de la tache de diffraction obtenue avec l'objectif de l'appareil photographique utilisé dans les conditions de réglage précédentes. Conclure.

## 2. Étude du mode rafale

### Caractéristiques du mode rafale d'un appareil photographique numérique

- cadence de prise de vue en mode rafale : jusqu'à 9 vues par seconde ;
- codage des pixels :
  - RAW sans compression : 14 bits ;
  - JPEG : 8 bits ;
- stockage – Taille d'image maximale (en pixels) :  $8256 \times 5504$  ;
- capacité maximale de la mémoire tampon : 29 images environ. La mémoire tampon permet d'entreposer de façon temporaire des données avant qu'elles ne soient écrites sur une carte mémoire.

*D'après <https://www.nikon.fr>*

### Carte mémoire

Les cartes mémoires dans lesquelles sont stockées les images dans les appareils photographiques ont des vitesses d'écriture pouvant aller jusqu'à 100 Mo/s.

Pour être efficace, le mode rafale doit permettre une écriture rapide sur la carte mémoire de l'appareil.

- 2.1. Quel est le nombre de pixels contenus dans une image ?
- 2.2. En déduire la taille de l'image en bit au format RAW. Après conversion au format JPEG, calculer la nouvelle taille de l'image en bit.
- 2.3. Déterminer la valeur de la durée qui sépare deux prises de vue.
- 2.4. Un photographe souhaite prendre des photographies au format RAW en mode rafale. Sachant que la taille d'une image RAW est de l'ordre de  $6,4 \times 10^8$  bits, montrer que la vitesse d'écriture du fichier sur la carte mémoire n'est pas suffisante, pour le mode rafale, au vu des valeurs indiquées par le fabricant. Justifier votre réponse.
- 2.5. Quelle(s) solution(s) est-il possible d'envisager pour rendre exploitable le mode rafale ?

## 3. Transmission des photographies vers un ordinateur grâce au Wi-Fi

### Caractéristiques de la transmission wifi d'un appareil photographique numérique

- normes : IEEE 802.11b, IEEE 802.11g ;
- puissance d'émission maximale : 7,08 mW ;
- portée (sans obstacle) : environ 10 m sans interférence : la portée peut varier selon l'intensité du signal et la présence ou non d'obstacles.

*D'après <https://www.nikon.fr>*

## Atténuation des transmissions Wi-Fi

La qualité d'une transmission est caractérisée par l'atténuation  $A$  exprimée en décibel (dB) qui traduit l'affaiblissement du signal. Elle est donnée par :

$$A = 10 \log \frac{P_e}{P_r} \quad \text{avec} \quad \left\{ \begin{array}{l} P_e \text{ puissance d'émission} \\ P_r \text{ puissance de réception} \end{array} \right.$$

Dans un espace libre, sans obstacle, l'expression de l'atténuation en fonction de la distance s'écrit :

$$A = 32,5 + 20 \log F + 20 \log D \quad \text{avec} \quad \left\{ \begin{array}{l} F \text{ fréquence du signal Wi-Fi en gigahertz (GHz)} \\ D \text{ distance entre l'émetteur et le récepteur en mètre} \end{array} \right.$$

Il est possible de transférer ses photographies de l'appareil photographique vers son ordinateur grâce au Wi-Fi.

Dans la norme IEEE 802.11g, norme la plus répandue actuellement, la fréquence du signal vaut 2,4 GHz, le débit maximal théorique est de 54 Mbit/s.

- 3.1. Calculer la valeur de l'atténuation du signal lorsque l'appareil photographique se trouve à 10,0 m de l'ordinateur.
- 3.2. En déduire la valeur maximale de la puissance que peut recevoir l'ordinateur lorsqu'il est situé à 10,0 m de l'appareil photographique.
- 3.3. Que dire de la valeur de la puissance réellement reçue dans le cas d'une transmission à l'intérieur d'un logement ?
- 3.4. Suite à une prise de vue en mode rafale, 20 photographies ont été prises.
  - 3.4.1. Calculer la valeur de la durée nécessaire pour transférer ces photographies au format RAW dans la norme IEEE 802.11g de l'appareil photographique vers l'ordinateur sachant que la taille moyenne de chaque image est de l'ordre  $6,4 \cdot 10^8$  bits.
  - 3.4.2. Au début des années 2000, la norme la plus courante avait un débit maximal théorique de 11 Mbit/s. Calculer la valeur de la durée qui était alors nécessaire pour transférer ces 20 photographies. Commenter.

## 4. Utilisation du mode rafale pour étudier une trajectoire parabolique

On utilise l'appareil photographique étudié précédemment pour photographier le saut d'un skateur.

Pour cette étude, on se place dans un repère orthonormé  $(xOz)$ .  $(Ox)$  est un axe horizontal et  $(Oz)$  est vertical ascendant.

L'étude est réalisée dans le référentiel terrestre et on néglige les frottements. Le système d'étude considéré est le skateur que l'on modélisera par un point matériel M.

À l'instant initial :

- le skateur se trouve au point O ;
- son vecteur vitesse forme un angle  $\alpha$  égal à  $15^\circ$  par rapport à l'horizontale et sa valeur est  $v_0 = 20 \text{ km.h}^{-1}$  ;
- le mode rafale de l'appareil photographique est déclenché, sa cadence est de 9 vues par seconde.

- 4.1. Schématiser la situation à l'instant initial en faisant apparaître les grandeurs physiques pertinentes.
- 4.2. En appliquant la deuxième loi de Newton, déterminer les composantes du vecteur accélération du skateur.
- 4.3. Montrer, en détaillant chaque étape de votre raisonnement, que les équations horaires du point M représentant le système étudié lors du saut dans le champ de pesanteur s'écrivent :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ z(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t \end{cases}$$

- 4.4. Déterminer la valeur de l'instant  $t_1$  à laquelle le skateur atteint sa hauteur maximale et celle de l'instant  $t_2$  où il retombe au sol.
- 4.5. Déterminer le nombre de photographies obtenues entre le début du saut et l'arrivée du skateur sur le sol. Commenter.

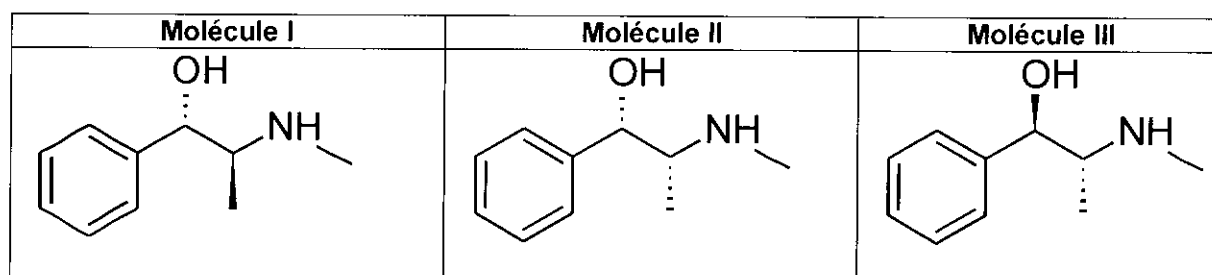
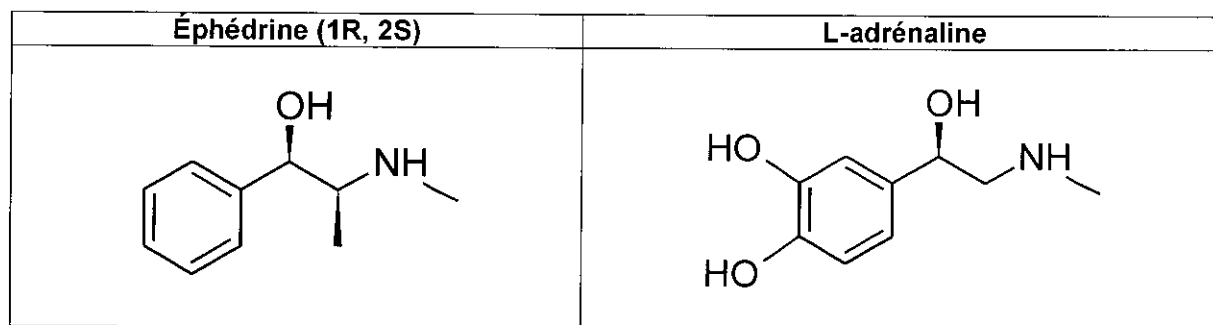
### EXERCICE 2 : LE CASSE-TÊTE DES SPORTIFS POUR SOIGNER UN RHUME (4 points)

« Gros mal de tête. Sans vous poser de question, vous allez vers votre armoire à pharmacie pour prendre un cachet. Sans le savoir, vous êtes un privilégié. En effet, les sportifs de haut niveau, eux, ne peuvent prendre ni d'Actifed®, ni de Dolirhume®, ni de Celestamine®, ni de Nurofen® ou d'Humex®. Les deux derniers cités contiennent, en effet, de l'éphédrine ou de la pseudoéphédrine considérés comme dopants par l'Agence mondiale antidopage (AMA).

D'après le site : <https://www.nouvelobs.com/rue89/rue89-sport/20111222.RUE6571/une-aspirine-c-est-du-dopage-la-galere-des-sportifs-pour-se-soigner.html>

L'objectif de cet exercice est d'étudier deux des molécules proscrites pour les sportifs : l'éphédrine et la pseudoéphédrine. Elles constituent le principe actif de médicaments indiqués en cas de congestion nasale, ou de chute de tension. Cependant, leurs structures voisines de celle de l'adrénaline, leur confère des effets similaires à l'adrénaline, voire des effets indésirables potentiellement graves : hypertension, augmentation des risques d'infarctus.

Structure de quelques molécules :



Données :

- L'éphédrine pourra être notée B et son acide conjugué  $BH^+$  ;
- $pK_a$  du couple  $BH^+/B$  mettant en jeu l'éphédrine :  $pK_a = 9,65$  à  $25\text{ }^\circ\text{C}$  ;
- Valeurs de  $pH$  du sang comprises entre  $7,32$  et  $7,42$  ;
- Le sang sera considéré dans l'exercice comme une solution aqueuse ;
- On transforme les principes actifs des médicaments en espèces ioniques afin de les rendre plus hydrosolubles, pour faciliter leur absorption dans l'organisme et augmenter leur durée de vie.

#### 1. Structure de l'éphédrine

1.1. Justifier que l'éphédrine a une structure voisine de celle de l'adrénaline.

1.2. Recopier la formule de la molécule d'éphédrine, entourer les groupes caractéristiques et nommer les fonctions associées.

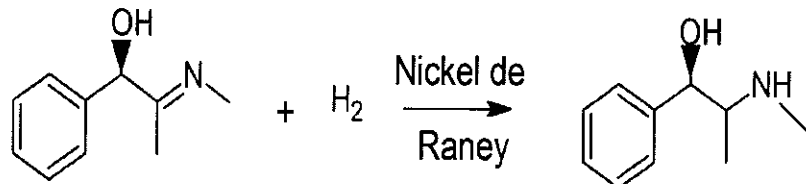
1.3. La molécule d'éphédrine est-elle chirale ? Justifier.

1.4. Parmi les molécules I, II, et III, identifier l'énantiomère de la molécule d'éphédrine (1R, 2S). Justifier.

1.5. Les deux autres molécules sont appelées pseudo-éphédrine. Quelle relation de stéréoisomérisie existe-t-il entre l'éphédrine (1R, 2S) et ces deux pseudo-éphédrines ? Justifier.

## 2. Synthèse racémique de l'éphédrine

Une des voies de synthèse de l'éphédrine peut s'effectuer à partir du benzaldéhyde. La dernière étape de cette synthèse est modélisée par la réaction d'équation ci-dessous :



2.1. À quelle catégorie de réaction cette dernière étape correspond-elle ? Justifier la réponse.

2.2. Quel est le rôle du nickel de Raney ?

2.3. Le produit obtenu est sous forme d'un mélange racémique. Si on obtient 10 g de produit purifié, quelle masse d'éphédrine contient-il ?

## 3. Absorption de l'éphédrine dans l'organisme

Les propriétés basiques de l'éphédrine sont dues au doublet non liant porté par l'atome d'azote.

3.1. Donner la formule topologique de l'acide conjugué de l'éphédrine.

3.2. Proposer un réactif permettant de passer de l'éphédrine à son acide conjugué et écrire l'équation de la réaction mise en jeu.


3.3. La forme prédominante de l'éphédrine dans le sang peut-elle être correctement absorbée par l'organisme ?

**EXERCICE 3 : LA QUALITÉ DE L'EAU DU ROBINET, UN ENJEU DE SANTÉ PUBLIQUE ! (5 POINTS)**



Pour être consommée, l'eau, en France, doit répondre à des critères de qualité stricts fixés par le ministère des solidarités et de la santé. Les normes de potabilité imposent, par exemple, que la concentration massique en ions chlorure ne dépasse pas 250 mg/L. Il existe des laboratoires habilités à effectuer le contrôle sanitaire de l'eau.

Des élèves, dans le cadre d'un projet expérimental, décident de vérifier expérimentalement, au laboratoire du lycée, un des critères de potabilité, la concentration en ions chlorure Cl<sup>-</sup> de l'eau du robinet. Ils effectuent pour cela, des recherches sur le site du ministère des solidarités et de la santé et recueillent les informations ci-dessous :

 <p align="center"><b>Ministère chargé de la santé - Résultats des analyses du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine</b></p> <p align="center">MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ</p>			
<b>Critères de recherche</b>			
<b>Département</b>		<b>GARD</b>	
<b>Informations générales</b>			
Date de prélèvement		03 / 05 / 2018 à 13 h 03	
Responsable de distribution		SAEAU du Grau du Roi	
<b>Conformité</b>			
Conclusions sanitaires		Eau d'alimentation conforme aux exigences de qualité en vigueur pour l'ensemble des paramètres mesurés.	
Conformité bactériologique et physico-chimique		oui	
<b>Paramètres analytiques (liste non exhaustive)</b>			
<b>Paramètre</b>	<b>Valeur</b>	<b>Limite de qualité</b>	<b>Référence de qualité</b>
Ammonium (en NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	< 0,05 mg.L <sup>-1</sup>		< 0,1 mg.L <sup>-1</sup>
Bact. aér. revivifiables	4 n.mL <sup>-1</sup>		
Conductivité à 25°C	581 μS.cm <sup>-1</sup>		> 200 et < 1100 μS.cm <sup>-1</sup>
Chlorure (en Cl <sup>-</sup> )	23,0 mg.L <sup>-1</sup>	< 250 mg.L <sup>-1</sup>	
Nitrates (en NO <sub>3</sub> )	20,3 mg.L <sup>-1</sup>	< 50 mg.L <sup>-1</sup>	
<a href="https://orobnat.sante.gouv.fr">https://orobnat.sante.gouv.fr</a>			

### Protocole mis en œuvre par les élèves dans le cadre de leur projet et résultats :

Titration avec un suivi conductimétrique :

- Volume de prise d'essai : 50,0 mL d'eau du robinet.
- Ajout de 100 mL d'eau déminéralisée dans le bécher.
- Solution titrante : solution aqueuse de nitrate d'argent ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) de concentration molaire égale à  $2,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- La méthode utilisée permet de titrer les ions chlorure par les ions argent par une réaction support du titrage conduisant à la formation d'un précipité blanc de chlorure d'argent,  $\text{AgCl}$ , qui noircit à la lumière.
- Les mesures réalisées figurent ci-dessous :

Conductivité de la solution en $\mu\text{S.cm}^{-1}$	Volume de nitrate d'argent versé en mL
510	0,0
490	2,0
470	4,0
455	6,0
435	8,0
420	10,0
400	12,0
440	14,0
480	16,0
525	18,0
560	20,0
595	22,0
635	24,0

Données :

	Conductivités molaires ioniques en $\text{S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ à 25 °C
$\text{Na}^+$	$5,01 \times 10^{-3}$
$\text{Cl}^-$	$7,63 \times 10^{-3}$
$\text{NO}_3^-$	$7,14 \times 10^{-3}$
	Masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Na	23,0
Cl	35,5
O	16,0
N	14,0
Ag	107

Questions :

1. Établir une liste argumentée du matériel nécessaire pour réaliser le titrage, puis schématiser et légendier le dispositif de titrage.
2. Écrire l'équation de la réaction support du titrage.

**Problème :**

L'eau testée remplit-elle le critère de potabilité testé ?

*Le candidat est invité à prendre des initiatives, à indiquer les hypothèses qu'il est amené à formuler et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.*

*La démarche suivie est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*