Antilles septembre 2019

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2019

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 10 pages numérotées de 1 à 10.

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

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Page 1 / 10

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Antilles septembre 2019

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 $\lambda = 560$ 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 θ de diffraction a pour expression : $\theta = 1{,}22\frac{\lambda}{d}$.

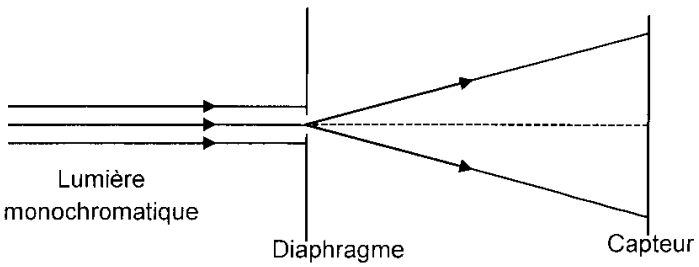


Figure 1 : Diffraction de la lumière par l'objectif

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Antilles septembre 2019

1.2.1 Recopier le schéma précédent et faire apparaître les longueurs f, d, r et l'angle θ.

1.2.2 L'angle θ est assez petit pour que l'on puisse utiliser l'approximation des petits angles : $\tan\theta \approx \theta$.

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

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 µm, 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 × 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 fabriquant. 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

Antilles septembre 2019

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 :

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

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

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

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 $6{,}4.10^8$ 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 α égal à 15° par rapport à l'horizontale et sa valeur est $v_0 = 20$ 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 :

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

Antilles septembre 2019

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.

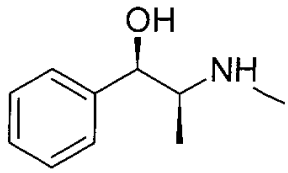
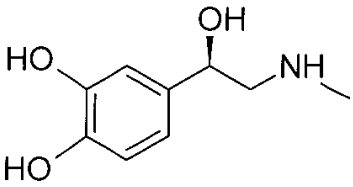
EXERCICE 2 : LE CASSE-TÊTE DES SPORTIFS POUR SOIGNER UN RHUME (4 points)

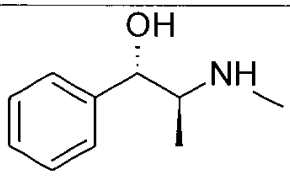
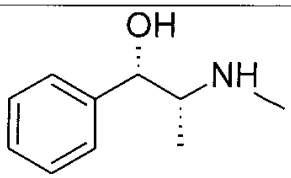
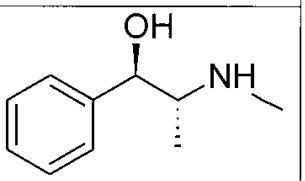
« Gros mal de tête. Sans vous poser de question, vous allez vers votre armoire à pharmacie pour prendre un cachet. Sans le savoir, vous êtes un privilégié. En effet, les sportifs de haut niveau, eux, ne peuvent prendre ni d'Actifed®, ni de Dolirhume®, ni de Celestamine®, ni de Nurofen® ou d'Humex®. Les 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 :

Éphédrine (1R, 2S)	L-adrénaline
	

Molécule I	Molécule II	Molécule III
		

Données :

- L'éphédrine pourra être notée B et son acide conjugué BH^+ ;
- pKa du couple BH^+/B mettant en jeu l'éphédrine : $pKa = 9{,}65$ à 25 °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.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Antilles septembre 2019

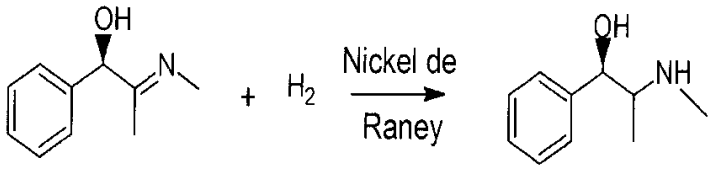
1.3. La molécule d'éphédrine est-elle chirale ? Justifier.

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 stéréoisomérie 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. Sachant que dans le réactif, le carbone portant le groupement hydroxyle a la même configuration que celui de l'éphédrine, 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 ?

Antilles septembre 2019

EXERCICE 3 : BOISSONS ÉNERGISANTES OU ÉNERGÉTIQUES (5 points)

L'appellation « boissons énergisantes » est un terme marketing qui n'a pas de définition sur le plan réglementaire mais qui met en avant des propriétés stimulantes, tant au niveau physique qu'intellectuel. Ces boissons contiennent des espèces chimiques telles que la caféine, la taurine, le glucuronolactone, des sucres, des vitamines ainsi que des extraits de plantes (ginseng, guarana).
Il ne faut pas les confondre avec les « boissons énergétiques » qui sont des boissons de l'effort, spécifiquement formulées pour répondre aux besoins nutritionnels dans le cadre d'une activité sportive intense.

Dans cet exercice, on se propose d'étudier qualitativement ces deux types de boisson. Le tableau ci-dessous présente la composition partielle de 100 mL de différentes boissons.

	Boisson énergisante A	Boisson énergétique B	Boisson énergétique C
Caféine	32 mg		
Taurine	400 mg		
Glucuronolactone	240 mg		
Sucre	10,8 g	4,1 g	5,7 g
Vitamines	B6 : 5 mg B2 : 1,5 mg B12 : 0,005 mg		C : 5,3 mg B1 : 0,1 mg
Acide α-aminés			Valine : 75 mg Leucine : 150 mg Isoleucine : 75 mg
Sels minéraux		Oui	Oui

Données :

- Masse molaire : taurine $M(C_2H_7NO_3S)$ = 125 g.mol^{-1} ; glucose $M(C_6H_{12}O_6)$ = 180 g.mol^{-1};
- Dose journalière admissible (DJA) : quantité d'espèce chimique que peut ingérer un homme par jour sans risque appréciable pour sa santé. Elle s'exprime en mg de produit absorbable par kg de masse corporelle et par jour.

	Taurine	Caféine	Glucuronolactone
DJA (mg.kg^{-1}.jour^{-1})	3	5	17 à 34

Spectroscopie infra-rouge

Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Intensité
O-H alcool libre	3500 - 3700	forte, fine
O-H alcool lié	3200 - 3400	forte, large
O-H acide carboxylique	2500 - 3200	forte à moyenne, large
N-H amine	3100 - 3500	moyenne
N-H amide	3100 - 3500	forte
N-H	1560 - 1640	forte ou moyenne
C = O ester	1700 -1740	forte
C = O amide	1650 - 1740	forte
C = C	1620 - 1690	moyenne
C-H	2900 - 3100	moyenne à forte
S=O	1200 - 1350	moyenne à forte

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Antilles septembre 2019

1. Dangers de la surconsommation de boissons énergisantes.

En France, depuis la commercialisation des boissons dites énergisantes en 2008 et dans le cadre du dispositif de nutrivigilance, 257 cas d'événements indésirables ont été portés à la connaissance de l'ANSES. Les principaux symptômes observés sont essentiellement cardiovasculaires, psycho-comportementaux, neurologiques et gastro-intestinaux.

D'après www.anses.fr (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail)

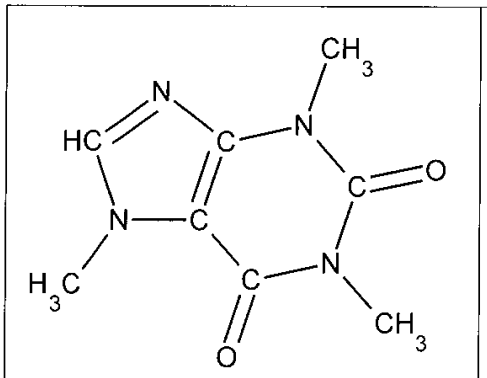
1.1. Quelle(s) différence(s), d'un point de vue de la composition chimique, existe-t-il entre boisson énergisante et boisson énergétique ?

1.2. Quel volume de boisson énergisante A un jeune adulte peut-il consommer par jour sans que les espèces chimiques contenues dans cette boisson ne présentent un risque sur la santé ? Commenter le résultat obtenu et expliquer pourquoi la commercialisation des boissons énergisantes a fait l'objet d'un dispositif de surveillance.

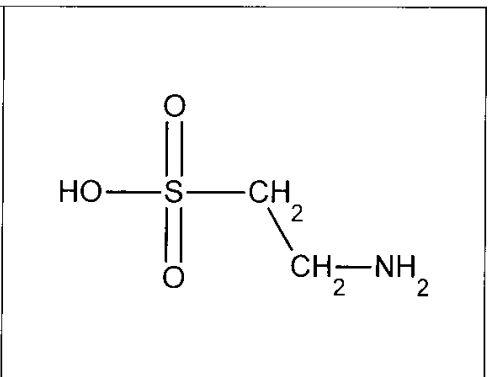
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

2. La caféine et la taurine

Chez l'homme, la caféine, dont la formule semi-développée est donnée ci-dessous, agit comme stimulant du système nerveux central et du système cardio-vasculaire, elle contribue à diminuer la somnolence et à augmenter l'attention.



Formule semi-développée de la caféine



Formule semi-développée de la taurine

2.1. Dessiner la caféine en utilisant un autre mode de représentation dont on précisera le nom.

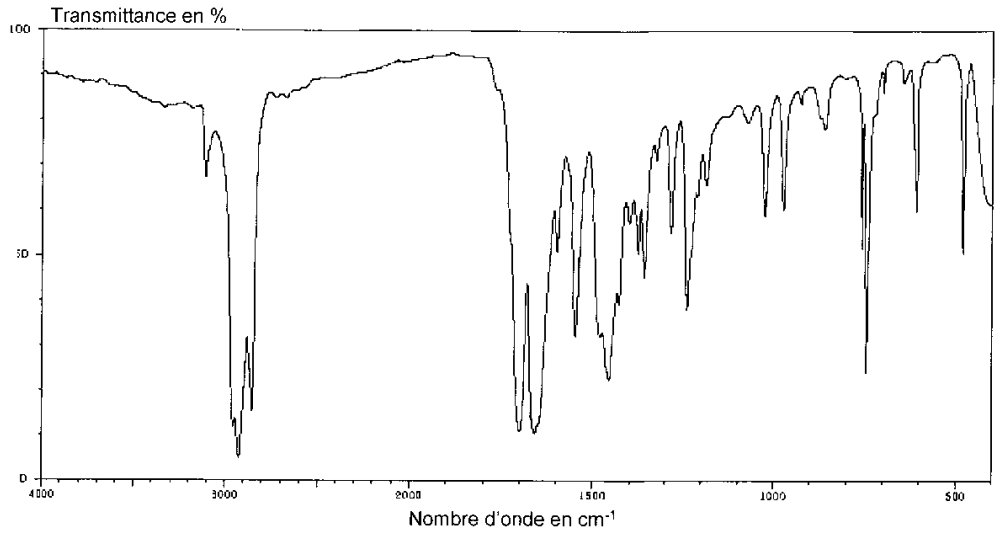
2.2. Prévoir le nombre de signaux présents dans le spectre RMN de la caféine ainsi que leurs multiplicités. Justifier la réponse en utilisant un vocabulaire adapté.

2.3. Montrer que le spectre infrarouge ci-après peut être celui de la caféine.

2.4. La spectroscopie infrarouge permet-elle de distinguer la caféine de la taurine ? Argumenter votre réponse.

Antilles septembre 2019

Figure 1 : Spectre infrarouge de la caféine

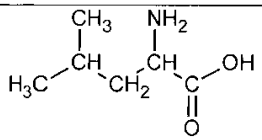
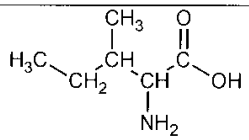
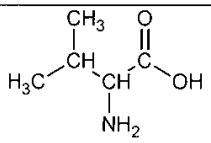


3. Les acide α-aminés

Certaines boissons énergétiques comme la boisson C contiennent des acides α-aminés. De nombreuses équipes de recherche spécialisées en Sciences du Sport portent un grand intérêt à la consommation de certains acide α-aminés comme la leucine, l'isoleucine et la valine lors de la réalisation d'un exercice de longue durée. On qualifie ces acides aminés d'acides aminés essentiels car l'organisme ne sait pas les synthétiser.

D'après https://www.nicolas-aubineau.com/bcaa/

Ces trois acides aminés sont particulièrement importants dans la biosynthèse des protéines.

Leucine (Leu)	Isoleucine (Ileu)	Valine (Val)
		

3.1. Justifier que la leucine, l'isoleucine et la valine appartiennent à la famille des acides α-aminés.

3.2. Propriétés acido-basiques de la valine.

On se propose d'étudier les propriétés acido-basiques de la valine par analogie avec l'acide éthanoïque et l'ammoniac.

Données : pK_a à 25 °C

- pK_a pour le couple associé à l'acide éthanoïque : 4,8 ;
- pK_a pour les couples associés à la valine : $pK_{A1} = 2,3$ et $pK_{A2} = 9,7$.

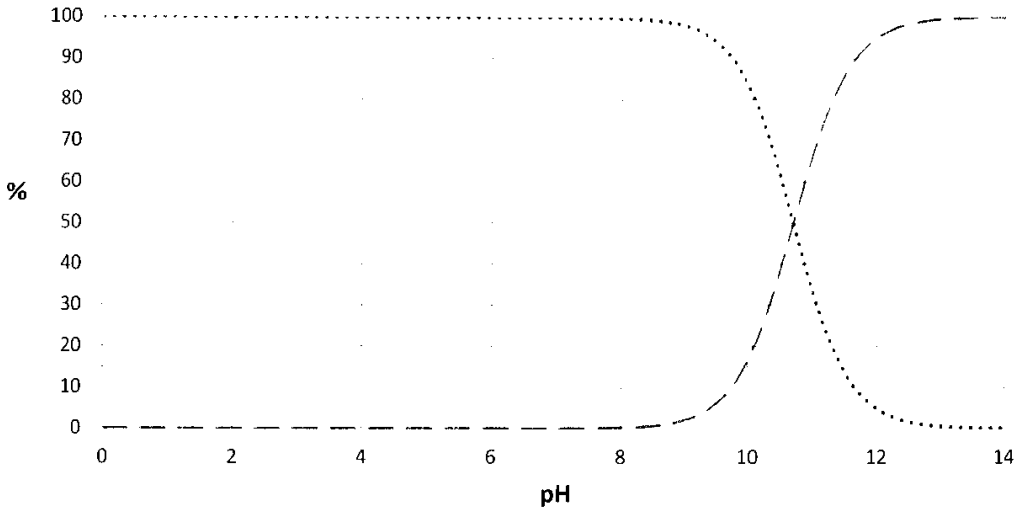
3.2.1. Donner la formule semi-développée de l'acide éthanoïque et de sa base conjuguée, l'ion éthanoate, puis établir sur un axe gradué en pH les domaines de prédominance des formes acide et basique de ce couple.

3.2.2. Le diagramme de distribution du couple $CH_3NH_3^+$ / CH_3NH_2 figure ci-après.

Identifier la courbe correspondant à l'ion méthylammonium, $CH_3NH_3^+$ et celle correspondant à la méthylamine, CH_3NH_2 et déterminer le pK_a de ce couple en explicitant la démarche mise en œuvre.

Antilles septembre 2019

Diagramme de distribution du couple $CH_3NH_3^+$ / CH_3NH_2



3.2.3. En vous aidant éventuellement des deux questions précédentes, associer les deux valeurs de pK_a de la valine aux deux couples acide/base correspondants.

3.2.4. Établir sur un axe gradué en pH les domaines de prédominance des trois formes associées à la valine.

La boisson C a un pH voisin de 7,5.

3.2.5. Déterminer la forme prédominante de la valine dans la boisson C.

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