BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2015

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

L'usage de la calculatrice est autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

Obligatoire

Le sujet comporte trois exercices présentés sur 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12, y compris celle-ci.

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

EXERCICE I. TRANSMISSION DE L'INFORMATION (10 points)

Lancé au printemps 2013, le Plan France Très Haut Débit vise à couvrir l'intégralité du territoire français en très haut débit d'ici 2022. Le Très haut débit correspond à un débit descendant supérieur à 30 Mbit.s^{-1}. Pour atteindre cet objectif, le plan s'appuie prioritairement sur le déploiement de réseaux mutualisés de fibres optiques. Ce plan concerne aussi les écoles qui doivent disposer d'un débit d'au moins 8 Mbit.s^{-1} en réception, afin de répondre à leur besoin croissant en ressources numériques. Les solutions technologiques alternatives au déploiement de réseaux filaires, notamment réseau hertzien satellitaire ou terrestre, peuvent être mises en œuvre rapidement et sans investissement lourd pour répondre aux besoins en permettant d'accéder à des débits de 16 Mbit.s^{-1} en métropole.

La fibre optique

La lumière se propage dans la fibre optique à environ 200 000 kilomètres par seconde, vitesse équivalente à celle des ondes « électroniques » dans un câble électrique. L'intérêt de la fibre optique réside non pas dans sa « vitesse », mais dans la possibilité d'y propager des données […] à un débit, c'est-à-dire un nombre de bits par seconde, largement supérieur à celui accessible dans les autres matériaux connus. La fibre optique est un milieu privilégié pour transmettre l'information sur de longues distances. Aujourd'hui, les systèmes à fibre optique quadrillent le monde, sur la terre ferme, autour ou entre les grandes villes, et sous les mers, sur des milliers de kilomètres. Les satellites complètent les réseaux de télécommunications mondiaux, pour amener l'information dans des régions d'accès difficile, ou pour établir des liaisons à haut débit temporaire entre deux points. […]

Une autre raison du succès de la fibre optique tient à sa compatibilité naturelle avec les amplificateurs optiques. En effet, bien que faibles, les pertes* de 4% par kilomètre de fibre se cumulent, si bien qu'après la traversée de l'Atlantique, il ne resterait de l'énergie injectée** que…10^{-130}. Autrement dit, les meilleures photodiodes ne pourraient détecter aucun signal à New-York dans aucune fibre optique, même si on y concentrait à Brest toute l'énergie de l'Univers. Des amplificateurs optiques sont nécessaires, afin de redonner un coup de fouet au signal optique et le ramener à son niveau initial.

Pour la science « la fibre optique embobine la Terre » dossier n°53

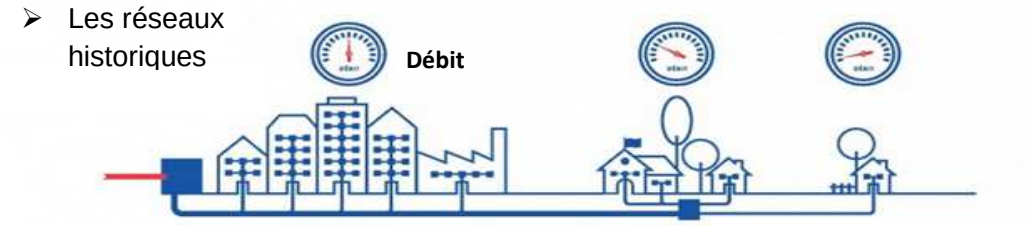
* perte en puissance ou en énergie

** comprendre « il ne resterait en sortie de la fibre que 10^{-130} de l'énergie injectée »

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

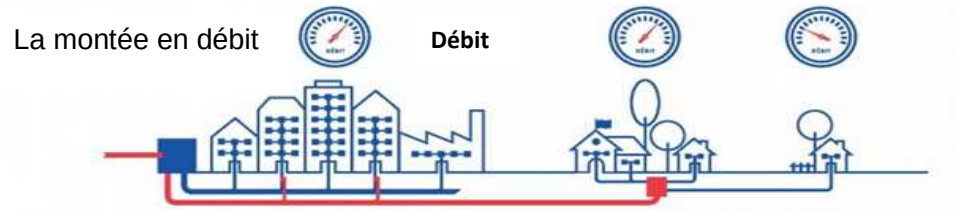
Transmission de l'information

➢ Les réseaux historiques



Le réseau cuivre permet d'apporter un accès haut débit aux usagers des centraux téléphoniques, voire du très haut débit pour les habitations proches (avec la technologie VDSL2), mais est insuffisant pour généraliser le très haut débit à l'ensemble des habitations et entreprises.

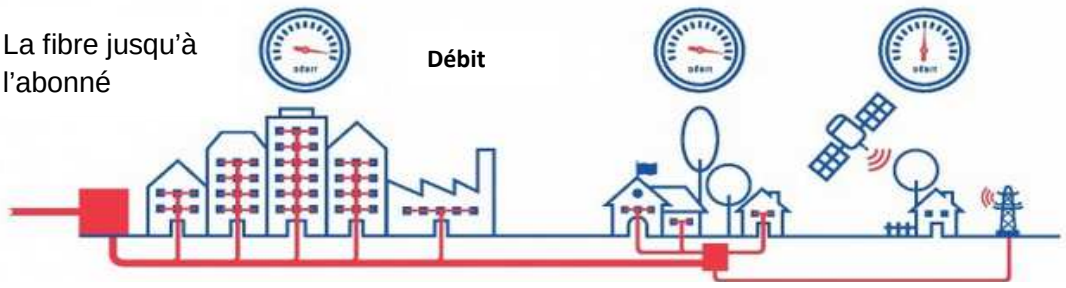
➢ La montée en débit



La montée en débit consiste à remplacer partiellement les réseaux historiques (cuivre ou câble coaxial) par des réseaux de fibre optique, afin d'améliorer les débits offerts et d'apporter le très haut débit[1] à une partie des usagers. Plus rapides et moins coûteuses à déployer, de telles opérations peuvent constituer des solutions transitoires avant le déploiement à terme de la fibre jusqu'à l'abonné.

[1] Le très haut débit correspond au débit descendant supérieur à 30 Mbit.s^{-1}.

➢ La fibre jusqu'à l'abonné



Les réseaux de fibre jusqu'à l'abonné (FttH pour Fibre to the Home) permettent de bénéficier des avantages de la fibre optique sur l'ensemble de la ligne (très haut débit, stabilité du signal) pour tous les usagers concernés. Là où de tels déploiements seraient trop onéreux ou trop difficiles (habitats très isolés notamment), des solutions alternatives mobilisant des technologies hertziennes (satellites, relais terrestres, réseaux mobiles) pourront également être mises en œuvre.

http://www.francethd.fr/comprendre-le-tres-haut-debit/

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Données

- **Latence**

La latence est le délai minimum de transmission dans les communications informatiques. Ce délai correspond à la durée de transmission ajoutée à la durée de propagation.

- La durée de transmission Δt est le temps nécessaire pour transmettre une quantité de données :

$$\Delta t = \frac{n}{D}$$ avec D débit binaire en bit.s^{-1} et n taille du message en bit.

- La durée de propagation correspond à la durée nécessaire pour que les données aillent de l'émetteur au récepteur.

- **Atténuations**

- Atténuation A (en dB) d'un signal de puissance P à travers une chaîne de transmission :

$$A = 10 \log \frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}}$$

- Atténuation linéique α (en dB.km^{-1}) d'une fibre optique de longueur L : $\alpha = \frac{A}{L}$

- $\log(10^x) = x$;
- 1 octet = 8 bits, 1 Ko = 1024 octets, 1 Mo = 1024 Ko, 1 Mbit.s^{-1} = 1000 kbit.s^{-1} ;
- indice de réfraction du verre constituant le cœur de la fibre optique : $n_{verre} = 1{,}5$;
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^8$ m.s^{-1} ;
- $n_{\text{verre}} = \frac{c}{v_{\text{verre}}}$ où v_{verre} est la célérité de la lumière dans le verre.

1. Les différents procédés de transmission de l'information.

1.1. Indiquer, à l'aide d'un tableau, les trois procédés de transmission de l'information évoqués ainsi que leurs avantages et inconvénients.

1.2. Quels modes de transmission correspondent à une propagation guidée ou libre ? Justifier votre réponse à partir d'un des procédés du tableau de la question 1.1.

1.3. La communication optique pour la transmission d'information utilise un faisceau laser. Rappeler les principales propriétés d'un faisceau laser.

1.4. La fréquence des signaux transmis par satellite pour la communication internet est de l'ordre de 20 GHz.

1.4.1. Quelle est la longueur d'onde de ces signaux ?

1.4.2. Ces signaux sont-ils susceptibles d'être significativement diffractés par des objets à la surface de la Terre tels que des immeubles ou des collines ?

1.4.3. En déduire quelle doit être l'orientation des antennes des relais terrestres par rapport aux satellites géostationnaires pour permettre la transmission internet.

2. Transmission à longue distance.

2.1. Retrouver la valeur de la vitesse de propagation de la lumière dans une fibre optique donnée dans l'article du magazine.

2.2. Vérifier que l'atténuation linéique d'un signal transmis par fibre optique est de 0,18 dB.km^{-1}. Comparer cette valeur à celle d'un signal transmis par un câble électrique qui est de 10 dB.km^{-1}. Conclure sur un des intérêts de la fibre optique.

2.3. La longueur d'un système de communication par fibre optique qui relie New-York à Brest est d'environ 7500 km. Quelle atténuation devrait-on constater sans amplificateur optique sur un signal transmis entre ces deux villes ? En déduire la perte en puissance correspondant à cette atténuation. Comparer cette valeur avec celle indiquée dans le document sur la fibre optique.

3. Latence.

Les élèves d'un lycée newyorkais ont réalisé un blog hébergé sur un serveur aux États-Unis. La taille moyenne d'une page du blog est de 1000 Ko.

3.1. À l'aide des notions de durée de propagation et de durée de transmission, interpréter la phrase : « L'intérêt de la fibre optique réside non pas dans sa « vitesse », mais dans la possibilité d'y propager des données […] à un débit, c'est-à-dire un nombre de bits par seconde, largement supérieur à celui accessible dans les autres matériaux connus ».

3.2. Quelle est la durée de transmission d'une page du blog lorsque 15 élèves d'un établissement offrant un débit à 3 Mbits.s^{-1} se connectent individuellement et simultanément à celle-ci ? Quel est l'intérêt du Très Haut Débit pour les établissements scolaires ?

3.3. Estimer la durée de propagation qu'observerait un élève résidant en France pour consulter la page du blog hébergé aux États-Unis.

3.4. Doubler le débit d'un établissement français permettra-t-il de diviser par deux la latence observée pour consulter une page du blog hébergé aux États-Unis ?
Vous justifierez votre réponse de manière quantitative en considérant le chargement de la page du blog depuis un établissement ayant un débit de 100 Mbit.s^{-1}.

EXERCICE II. CHIMIE ET ALIMENTATION (5 points)

Louis Maillard rend publique sa découverte fortuite le 27 novembre 1911, dans une communication : « L'action des sucres sur les acides aminés ». La « réaction » qu'il y décrit fait intervenir une succession de transformations chimiques au cours desquelles réagissent des acides aminés avec des sucres réducteurs pour conduire à la formation de mélanoïdines insolubles, composés de couleur caractéristique jaune-orangé, et à d'autres produits volatils et odorants. Cette « réaction » se produit dans presque toutes les préparations culinaires, en particulier pendant la cuisson des viandes.

Plus la coloration des mélanoïdines est importante, plus le processus est avancé.

Le but de l'exercice est de montrer comment la connaissance et le contrôle de la « réaction » de Maillard permettent d'agir sur le goût et l'aspect d'un aliment.

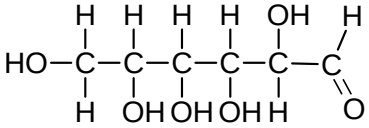
Données :

- électronégativité (échelle de Pauling) de quelques éléments chimiques : H : 2,2 ; C : 2,6 ; N : 3,0 ; O : 3,4 ;
- masse molaire moléculaire : $M_{glucose}$ = 180 g.mol^{-1} ; $M_{alanine}$ = 89 g.mol^{-1} ;
- masse volumique de l'eau : ρ = 1,0 g.mL^{-1} ;
- arômes générés par la « réaction » de Maillard, en fonction des conditions expérimentales :

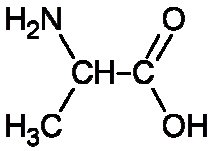
Acide aminé	Sucre	Arôme ou goût généré à 100°C	Arôme ou goût généré à 180°C
Cystéine	ribose	bœuf rôti	
Lysine	glucose	pain (pH = 5,2) tisane (pH = 1)	
Valine	glucose	pain de seigle	chocolat fort
Alanine	glucose	caramel	sucre brûlé
Méthionine	glucose	pomme de terre (pH = 5,2) viande (pH = 1)	
Phénylalanine	glucose	rose	violette

Partie I : Étude de la « réaction » de Maillard

1. Les réactifs



glucose



alanine

1.1. Justifier que l'alanine soit un acide aminé.

1.2. Justifier le fait que l'alanine possède des stéréoisomères**.** Donner une représentation de Cram de chacun de ces stéréoisomères. Préciser le type de relation, énantiomérie ou diastéréoisomérie, entre ces stéréoisoméres.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

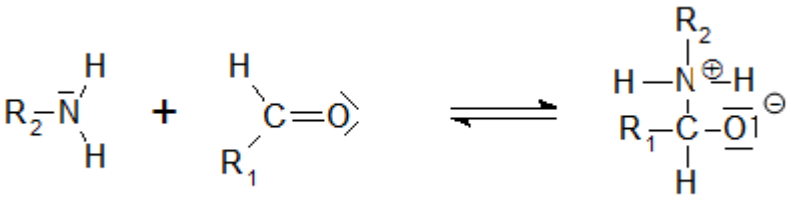
2. Mécanisme d'une partie de la « réaction » de Maillard.

Un des mécanismes proposé pour la « réaction » de Maillard fait intervenir trois étapes représentées figure 1**.** Les molécules de glucose et d'alanine sont respectivement représentées par les formules simplifiées suivantes :

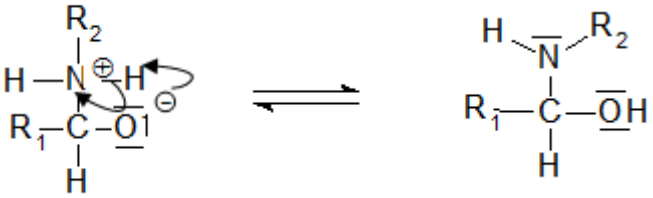


Figure 1

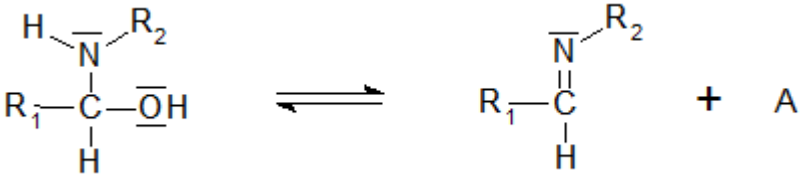
Étape 1



Étape 2



Étape 3



2.1. Identifier, en justifiant votre réponse, les sites donneurs et accepteurs de doublets d'électrons présents dans les molécules de glucose et d'alanine représentées dans le mécanisme.

2.2. Recopier et compléter les étapes 1 et 3 avec une ou plusieurs flèches courbes pour rendre compte de ces étapes.

2.3. Donner la formule de l'espèce chimique A intervenant dans l'étape 3.

Partie II : Suivi de la « réaction » de Maillard.

Dans le but d'étudier et d'optimiser la « réaction » de Maillard, on effectue un suivi en laboratoire de la réaction conduisant aux mélanoïdines afin de déterminer les facteurs qui influencent sa cinétique.

Étude expérimentale

Produits, solutions :

glucose solide ; alanine solide ;

solution tampon phosphate : pH = 7,8 ;

solution tampon acétique pH = 4,8 ;

solution de glucose de concentration molaire c, dans chacune des solutions tampon ;

solution d'alanine de concentration molaire c, dans chacune des solutions tampon.

Lors des expériences, plusieurs tubes à essais fermés contenant un mélange équimolaire (solide ou en solution) de glucose et d'alanine ont été préparés et placés dans un bain-marie.

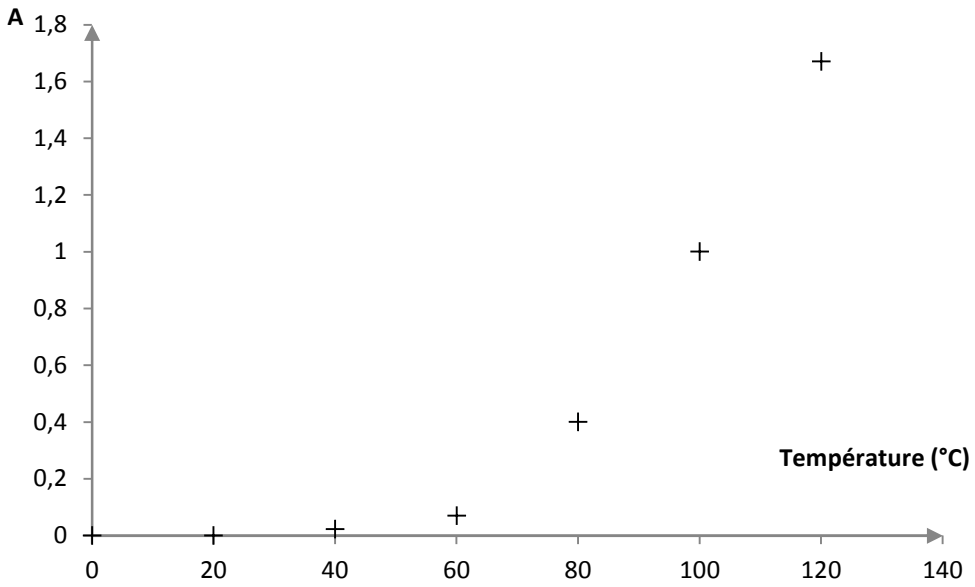
Différents paramètres ont été modifiés ou différentes substances ont été ajoutées, en fonction du facteur à tester.

Pour suivre l'évolution de la « réaction » de Maillard, une fois le tube à essais sorti de l'eau du bain-marie, on le plonge dans un bain eau - glace.

On introduit ensuite une partie du mélange dans la cuve d'un spectrophotomètre réglé sur une longueur d'onde de 420 nm. On relève l'absorbance A du mélange.

Les résultats obtenus pour chaque expérience sont retranscrits ci-dessous sous forme de graphiques **:**

Expérience 1 : mélange équimolaire de glucose et d'alanine dans une solution tampon phosphate, 80 min de chauffage à différentes températures.

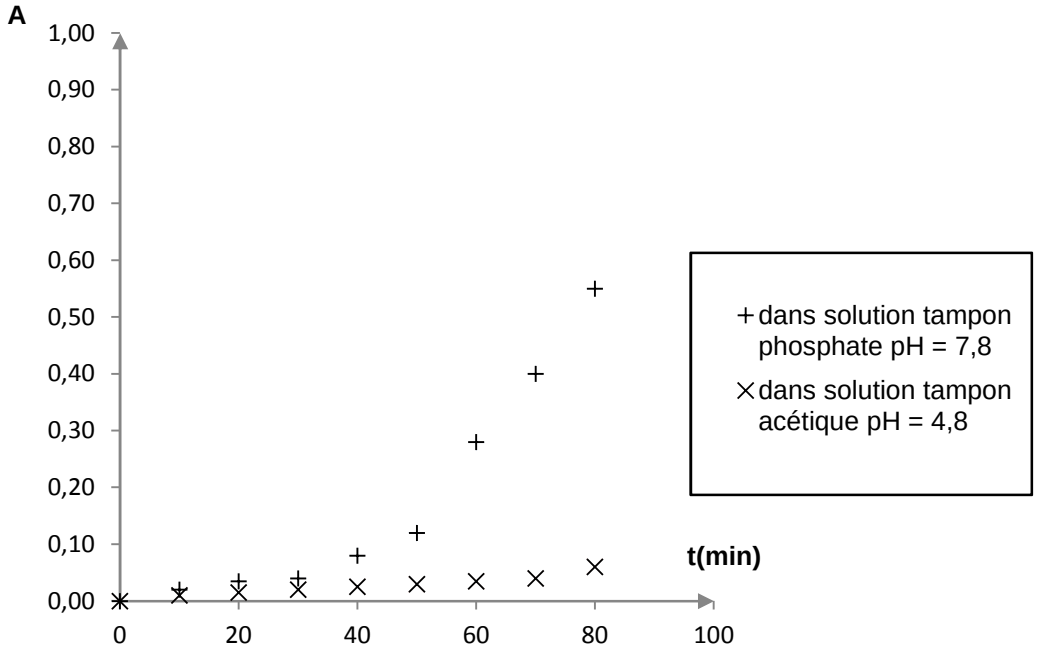


Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

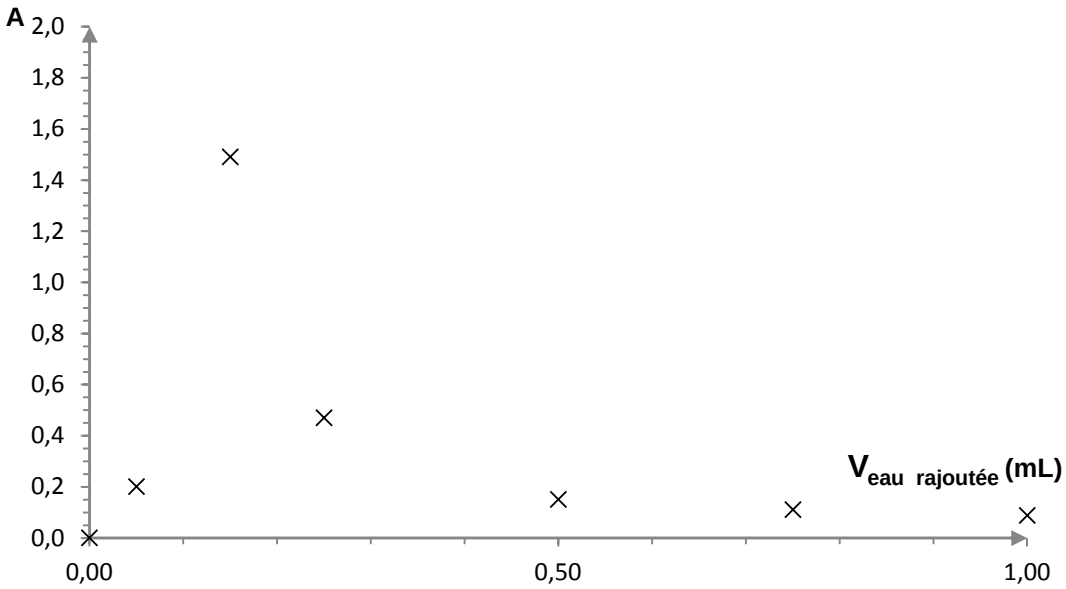
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Expérience 2 : mélange équimolaire de glucose et d'alanine à la température 80°C.



Expérience 3 : mélange équimolaire à 2,0 x 10^{-3} mol de glucose solide et d'alanine solide dissous dans différents volumes d'eau ($V_{eau\ rajoutée}$), 80 min de chauffage à la température de 80°C.



1. Avant chaque analyse, les tubes à essais sont plongés dans un bain eau - glace. Quel est le rôle de cette opération ?

2. Justifier qualitativement le fait que des mesures d'absorbance permettent de suivre l'évolution de la « réaction » de Maillard.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

3. À l'aide des résultats expérimentaux, et en justifiant les réponses, déterminer les facteurs qui influent sur la « réaction » de Maillard et décrire leurs actions.

4. Déterminer les masses des réactifs et d'eau à prélever pour réaliser le mélange équimolaire et avoir une réaction optimale à 80°C. Déterminer le pourcentage massique d'eau.

5. À l'aide du mécanisme réactionnel, expliquer pourquoi la « réaction » de Maillard est favorisée par un pH supérieur à 11. On pourra s'aider d'un diagramme de prédominance.

Partie III : Conclusion

En quoi la « réaction » de Maillard permet d'expliquer qu'un aliment doré à la poêle n'a pas le même aspect ni le même goût que le même aliment cuisiné à la vapeur ?

Vous vous baserez sur les différentes informations fournies et sur les conclusions apportées précédemment pour argumenter vos réponses.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Page 10 / 12

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

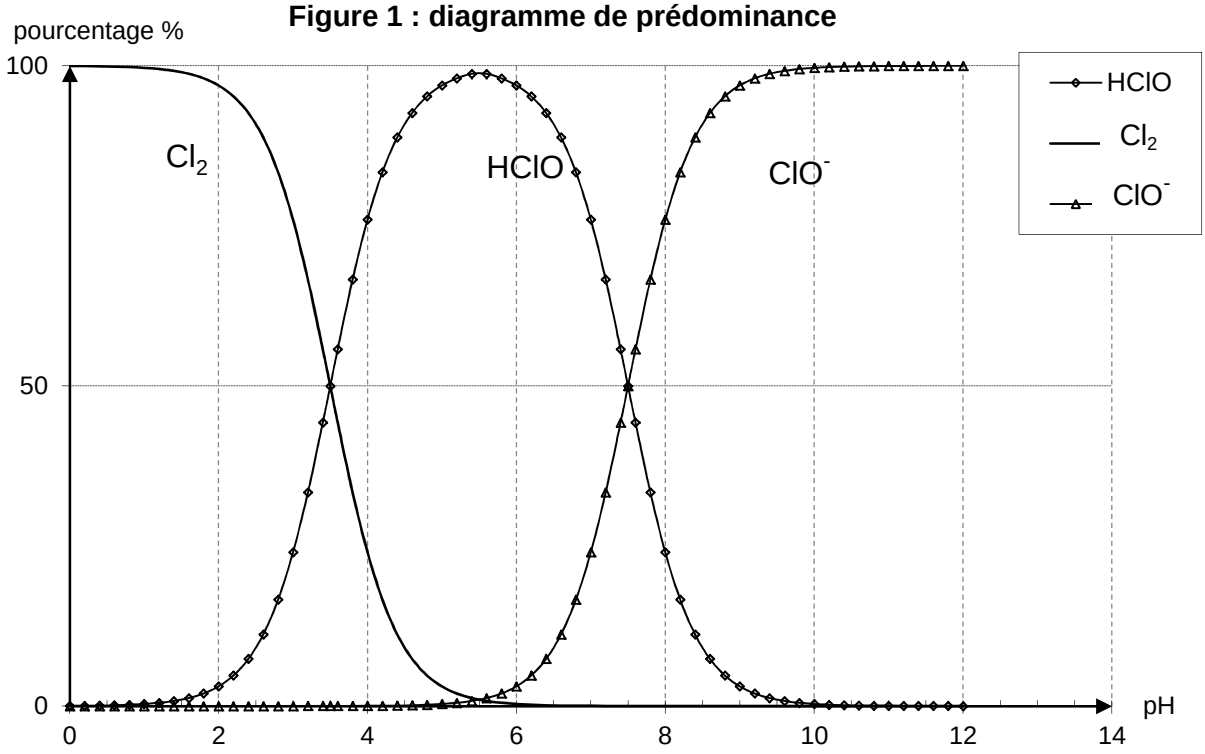
EXERCICE III. CHIMIE ET PISCINE (5 points)

L'électrolyse de sel est une des techniques utilisées dans le traitement des eaux d'une piscine. Cette technique permet d'éviter l'utilisation souvent excessive de produits chlorés pour le traitement de l'eau.
Un électrolyseur de sel pour piscine est constitué d'un boîtier électronique et d'une cellule d'électrolyse insérée dans le circuit de filtration. La cellule contient des électrodes de titane recouvertes de métaux précieux : ruthénium et iridium. Quand l'eau circule entre les électrodes aux bornes desquelles est appliquée une tension continue, un courant électrique continu s'établit et l'électrolyse du chlorure de sodium dissous ($Na^+_{(aq)}$ + $Cl^-_{(aq)}$) se produit. De l'acide hypochloreux $HClO_{(aq)}$ (appelée chlore actif) est généré indirectement *in situ*. Cette espèce est particulièrement efficace pour désinfecter l'eau de la piscine.

1. Influence du pH de l'eau de piscine

Les quantités de dichlore et des formes acide ou basique de l'acide hypochloreux, en solution, sont fonction du pH de la solution. Ainsi, à 25°C, les proportions de ces espèces en fonction du pH sont données par les courbes de la figure 1.

Figure 1 : diagramme de prédominance



Le *pH* d'une eau de piscine doit être compris entre 7,2 et 7,6 pour le confort de la baignade. Pour les deux bornes de cet intervalle de pH, estimer les proportions de chacune des espèces chimiques. Ces proportions correspondent-elles à une désinfection optimale ?

2. Dosage des ions chlorure

Pour que l'électrolyse soit efficace, l'eau de piscine doit contenir entre 3 et 5 grammes de sel par litre. Pour s'assurer du bon fonctionnement du système de désinfection de sa piscine, un chimiste prélève un échantillon d'eau de piscine qu'il va analyser dans son laboratoire. Il procède à un dosage conductimétrique des ions chlorure présents dans l'eau de piscine par les ions argent. L'équation de la réaction support du titrage est la suivante :

$$Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$$

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Protocole du dosage :

- Remplir la burette graduée avec la solution aqueuse titrante de nitrate d'argent ($Ag^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$) de concentration en soluté apporté c = 0,050 mol.L^{-1}.
- Dans un bécher de 200 mL, introduire précisément 10,0 mL d'eau de piscine prélevée et ajouter 90 mL d'eau distillée.
- Placer, dans le bécher, la cellule conductimétrique reliée au conductimètre.
- Verser des volumes successifs de 2,0 mL de solution de nitrate d'argent dans le bécher en maintenant en permanence une agitation. Relever après chaque addition la conductivité σ de la solution obtenue et rassembler les résultats dans un tableau.

Données :

- **Loi de Kohlrausch**

La conductimétrie est une méthode d'analyse qui permet de mesurer la conductivité d'une solution, c'est-à-dire son aptitude à conduire le courant électrique.

La conductivité σ d'une solution ionique dépend de la nature des ions X_i présents dans la solution et de leur concentration molaire $[X_i]$.

Ainsi, pour une solution ne contenant que des ions monochargés, notés X_1, X_2, X_3 …, l'expression de la conductivité s'écrit :

$\sigma = \lambda_1.[X_1] + \lambda_2.[X_2] + \lambda_3.[X_3] + \ldots$ avec σ en S.m^{-1} ; λ_i (conductivité molaire de l'ion X_i) en S.m².mol^{-1} et $[X_i]$ en mol.m^{-3}.

- Conductivités molaires ioniques des ions à prendre en considérations pour l'étude :

Ion	Na^+	Ag^+	Cl^-	NO_3^-
λ (mS.m^2.mol^{-1})	5,01	6,19	7,63	7,14

- Masses molaires atomiques en g.mol^{-1}: M(Cl) = 35,5 ; M(Na) = 23,0.

2.1. Schématiser et légender le montage expérimental réalisé pour effectuer le dosage conductimétrique.

2.2. Quelles verreries doit-on utiliser pour introduire dans le bécher les 10,0 mL d'eau de piscine à doser, puis les 90 mL d'eau distillée ? Justifier.

2.3. Donner l'expression de la conductivité σ du mélange avant l'équivalence, puis celle après l'équivalence.

2.4. Interpréter qualitativement les variations de la conductivité avant et après l'équivalence.

2.5. Donner l'allure de la courbe de titrage $\sigma = f(V_{Ag+})$ représentant la conductivité σ du mélange en fonction du volume de solution de nitrate d'argent versé et justifier la position du point d'équivalence sur cette courbe.

Le volume versé à l'équivalence est V_E = 15,0 mL.

2.6. En explicitant votre démarche, déterminer la concentration molaire en ions chlorure de l'eau de piscine.

2.7. Est-il nécessaire de rajouter du sel dans la piscine ? Justifier.

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