Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BTS ABM

Sciences physiques et chimiques

Session 2019 • Code sujet : **19ABE3SPC1** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. L'urée et dosage au laboratoire (13 questions) **Page 3**

2. La méthode du biuret (12 questions) **Page 8**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://btsabm.fr/assets/annales/bts-abm/E3 - Sciences physiques et chimiques/2019/BTS ABM - E3 - Sciences physiques et chimiques - Session 2019 - 1-Sujet.pdf

1. L’urée et dosage au laboratoire

L’exercice étudie l’urée, principale forme d’élimination des déchets azotés, ses caractéristiques moléculaires et sa décomposition en solution aqueuse. Il aborde ensuite la mesure de l’urémie, l’équilibre du tampon bicarbonate sanguin et les compétences de chimie organique, de cinétique et d’analyse.

Partie A - Caractéristiques de la molécule d’urée

Question Q1.1. À partir des formules de l’urée et de l’eau, déterminer si les liaisons N-H, C=O et O-H sont polarisées. Pour chaque liaison polarisée, indiquer l’atome portant la charge partielle négative et justifier.

Une liaison est polarisée si les deux atomes ont des électronégativités différentes. L’atome le plus électronégatif porte la charge partielle négative : N est plus électronégatif que H, et O l’est plus que C et H.

✓ RÉPONSE À RETENIR

N-H : N porte δ^-. C=O et O-H : O porte δ^-.

Question Q1.2. Proposer une explication à la grande solubilité de l’urée dans l’eau.

Les groupes N-H et C=O de l’urée peuvent former des liaisons hydrogène avec les molécules d’eau. Ces interactions entre l’urée et l’eau favorisent sa dissolution.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L’urée est très soluble dans l’eau grâce aux liaisons hydrogène qu’elle forme avec elle.

Question Q2. À partir du spectre infrarouge de l’urée en annexe, relever les nombres d’onde supérieurs à 1500 cm⁻¹ et identifier les liaisons dont les vibrations correspondent à ces bandes.

Le spectre montre plusieurs bandes au-dessus de $1500\ \mathrm{cm}^{-1}$. Leurs nombres d’onde sont lus approximativement, puis les liaisons correspondantes sont attribuées à l’aide de la table IR.

Nombre d’onde approximatif (cm^{-1})	Liaison vibrante
3450 et 3350	N-H d’une amide
1680	C=O d’une amide
1620 et 1580	N-H d’une amine ou d’une amide

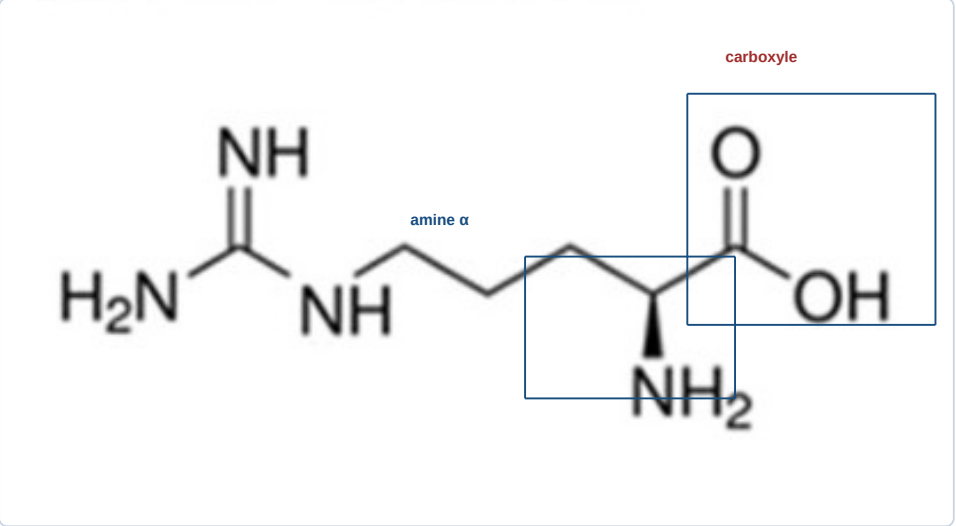
✓ RÉPONSE À RETENIR

Bandes : environ 3450 et 3350 (N-H), 1680 (C=O), 1620 et 1580 cm^{-1} (N-H).

Question Q3. Recopier la formule topologique de l'arginine, puis entourer et nommer le ou les groupes fonctionnels caractéristiques d'un acide α-aminé.

Un acide α-aminé porte un groupe amine et un groupe carboxyle liés au carbone α. Sur l'arginine, entourer le groupe $-\mathrm{NH_2}$ lié au carbone α et le groupe $-\mathrm{COOH}$. Le groupe guanidine de la chaîne latérale n'est pas l'un de ces groupes caractéristiques.

Groupes caractéristiques de l'arginine



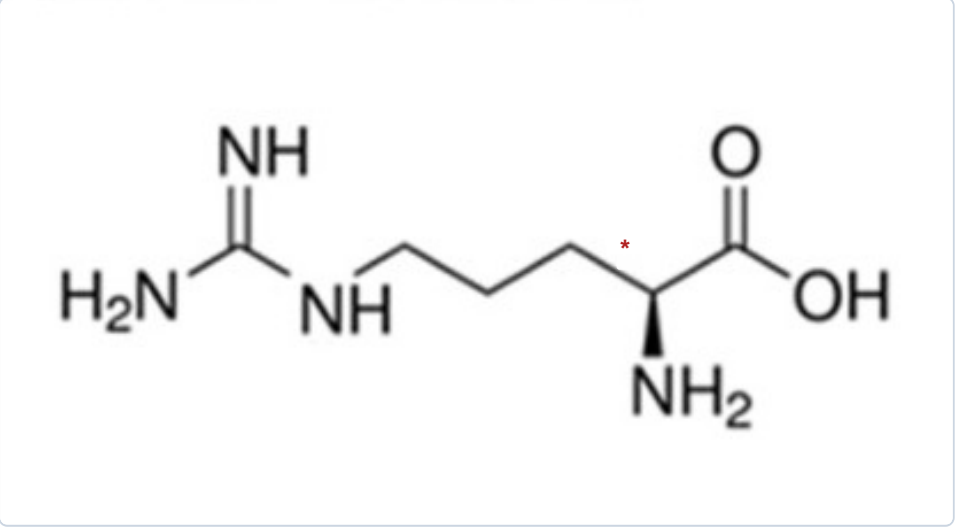
✓ RÉPONSE À RETENIR

Entourer le groupe amine $-\mathrm{NH_2}$ du carbone α et le groupe carboxyle $-\mathrm{COOH}$.

Question Q4. Définir un atome de carbone asymétrique et identifier par un astérisque le ou les atomes de carbone asymétriques de l'arginine sur la formule recopiée.

Un carbone asymétrique est un atome de carbone tétraédrique lié à quatre substituants différents. Dans l'arginine, le carbone α porte H, NH_2, COOH et la chaîne latérale : ces quatre groupes sont différents. Les autres carbones de la formule ne répondent pas à cette définition.

Carbone asymétrique de l'arginine



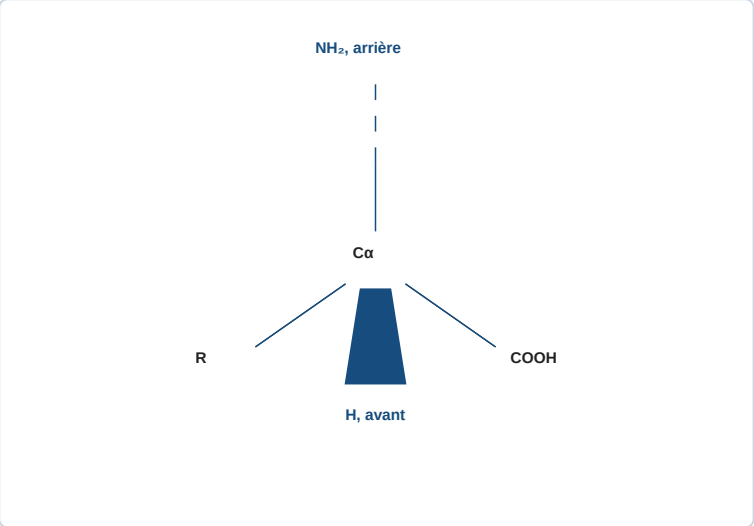
✓ RÉPONSE À RETENIR

Un seul carbone asymétrique : le carbone α, lié à H, NH_2, COOH et à la chaîne latérale.

Question Q5. À partir de la formule simplifiée fournie, représenter en convention de Cram l'isomère S de l'arginine et justifier l'ordre de priorité des groupes.

Selon les règles CIP, NH_2 est prioritaire (N a le plus grand numéro atomique). Entre les deux groupes carbonés, COOH passe avant R, car son carbone est lié à des oxygènes. L'ordre est donc $NH_2 > COOH > R > H$. Avec H en avant, le sens apparent 1 → 2 → 3 doit être inversé pour obtenir la configuration S.

Arginine en convention de Cram, isomère S



✓ RÉPONSE À RETENIR

Priorités : $NH_2 > COOH > R > H$. H vers l'avant donne ici l'isomère S.

Partie B - Cinétique de décomposition de l'urée

Question Q6. La vitesse de la réaction étant définie comme la vitesse de disparition de l'urée, donner son expression en fonction de la concentration C en urée.

La concentration en urée diminue au cours de la réaction. La vitesse de sa disparition est donc l'opposé de la variation de cette concentration par unité de temps.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$v = -\frac{dC}{dt}.$$

Question Q7. À partir du graphe de concentration en fonction du temps, déterminer graphiquement le temps de demi-réaction, défini comme la durée au bout de laquelle la moitié de la quantité de matière initiale d'urée a disparu.

La concentration initiale est $0{,}100\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. À la demi-réaction, il en reste la moitié, soit $0{,}050\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. La lecture de l'intersection avec la courbe I donne un temps proche de 4,8 h.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $t_{1/2} \approx 4{,}8\ \mathrm{h}$.

Question Q8. Montrer, en explicitant la méthode mise en œuvre à partir des résultats, que l'ordre de la réaction par rapport à l'urée est α = 1.

Pour une réaction d'ordre 1, l'intégration de la loi de vitesse conduit à $\ln C = \ln C_i - kt$. On examine donc la représentation de $\ln C$ en fonction du temps : sa linéarité valide cette loi. Le graphe II est une droite, avec l'ajustement indiqué $\ln C = -0{,}144t - 2{,}301$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le graphe $\ln C = f(t)$ est une droite : $\alpha = 1$.

Partie C - Analyse de l'urée au laboratoire

Question Q9.1. Déterminer la masse molaire moléculaire de l'urée.

La formule de l'urée est $\mathrm{CH_4N_2O}$. On additionne les masses molaires des atomes qui la composent, en tenant compte de leur nombre dans la formule.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $M(\mathrm{CH_4N_2O}) = 12 + 4 \times 1 + 2 \times 14 + 16 = 60\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$.

Question Q9.2. À partir de la concentration mesurée de 0,65 g·L⁻¹, déterminer si l'urémie de la patiente de 70 ans se situe dans l'intervalle normal fourni.

La concentration molaire s'obtient en divisant la concentration massique par la masse molaire : $c = 0{,}65/60 = 0{,}0108\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$, soit $10{,}8\ \mathrm{mmol\,L^{-1}}$. Cette valeur dépasse la limite supérieure normale de $8{,}1\ \mathrm{mmol\,L^{-1}}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Urémie : $10{,}8\ \mathrm{mmol\,L^{-1}}$, au-dessus de l'intervalle normal.

Question Q10. Pour un pH sanguin de 7,4 au niveau des tissus, identifier l'espèce prédominante du couple CO_2, H_2O / HCO_3^- et justifier la réponse.

Pour le couple $\mathrm{CO_2, H_2O / HCO_3^-}$, $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a + \log([HCO_3^-]/[CO_2, H_2O])$. Comme le pH (7,4) dépasse le $\mathrm{p}K_a$ (6,3), le rapport base/acide est supérieur à 1 : la forme basique prédomine.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'espèce prédominante est $\mathrm{HCO_3^-}$.

Question Q11. Proposer une explication au conseil de consommer des boissons contenant des ions hydrogénocarbonate en cas d'insuffisance rénale.

En cas d'insuffisance rénale, le sang tend à s'acidifier. Les ions hydrogénocarbonate captent des ions oxonium selon $\mathrm{HCO_3^- + H_3O^+ \rightarrow CO_2, H_2O + H_2O}$. Ils limitent ainsi la baisse du pH en contribuant à l'action du tampon bicarbonate.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\mathrm{HCO_3^-}$ neutralise une partie de l'acidité et contribue au maintien du pH sanguin.

2. La méthode du biuret

L'exercice présente le dosage des protéines par formation d'un complexe coloré avec les ions cuivre II en milieu alcalin et explique le rôle du réactif de Gornall. Il mobilise ensuite l'étalonnage spectrophotométrique, la loi de Beer-Lambert et l'étude du pouvoir de résolution d'un réseau de diffraction.

Partie A - Étude de la méthode du biuret

Question Q12.1. Écrire la réaction de précipitation des ions cuivre II en hydroxyde de cuivre, puis donner l'expression de sa constante d'équilibre K en fonction des concentrations à l'équilibre en ions hydroxyde et cuivre II.

La formation du précipité consomme un ion cuivre II et deux ions hydroxyde. L'équation équilibrée est : $Cu^{2+}(aq) + 2\ HO^{-}(aq) \rightleftharpoons Cu(OH)_2(s)$. Pour cette réaction, l'activité du solide pur vaut 1. La constante d'équilibre est donc l'inverse du produit des concentrations des ions présents à l'équilibre, chacune étant élevée à son coefficient stœchiométrique.

$K = 1 / ([Cu^{2+}]_{eq} \times [HO^{-}]_{eq}^2)$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Cu^{2+} + 2\ HO^{-} \rightleftharpoons Cu(OH)_2(s)$; $K = 1 / ([Cu^{2+}]_{eq}[HO^{-}]_{eq}^2)$.

Question Q12.2. En notant Ks le produit de solubilité de l'hydroxyde de cuivre, justifier la relation Ks = 1/K.

Le produit de solubilité correspond à la réaction de dissolution, inverse de la précipitation écrite en Q12.1 :

1. $Cu(OH)_2(s) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + 2\ HO^{-}(aq)$.
2. Sa constante vaut $K_s = [Cu^{2+}]_{eq}[HO^{-}]_{eq}^2$.
3. Les constantes des réactions inverses sont réciproques, d'où $K_s = 1/K$.

Le solide n'intervient pas dans l'expression, car son activité est égale à 1.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La dissolution est la réaction inverse de la précipitation, donc leurs constantes vérifient $K_s = 1/K$.

Question Q12.3. À partir du pKs de l'hydroxyde de cuivre et des concentrations fournies en ions cuivre II et hydroxyde, montrer que le précipité pourrait se former dans le réactif de Gornall en l'absence de tartrate.

Le produit ionique des concentrations fournies est $Q = [Cu^{2+}][HO^{-}]^2 = 3{,}0 \times 10^{-3} \times (0{,}20)^2 = 1{,}2 \times 10^{-4}$. Le produit de solubilité vaut $K_s = 10^{-pK_s} = 10^{-19.3} \approx 5{,}0 \times 10^{-20}$.

Comme Q est très supérieur à K_s, le mélange est sursaturé : la précipitation de $Cu(OH)_2$ est possible en l'absence de tartrate.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$Q = 1{,}2 \times 10^{-4}$, supérieur à $K_s \approx 5{,}0 \times 10^{-20}$: $Cu(OH)_2$ peut précipiter sans tartrate.

Question Q13. Écrire la réaction de complexation des ions cuivre II par deux ions tartrate $C_4H_4O_6^{2-}$, notés T^{2-}.

Le document indique que deux ions tartrate piègent un ion cuivre II. En notant T^{2-} l'ion tartrate, on écrit la complexation sous la forme :

1. $Cu^{2+}(aq) + 2\ T^{2-}(aq) \rightleftharpoons [CuT_2]^{2-}(aq)$.

La charge du complexe est −2 : la charge totale des réactifs vaut $+2 - 2 \times 2 = -2$. Les atomes et les charges sont ainsi conservés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$Cu^{2+}(aq) + 2\ T^{2-}(aq) \rightleftharpoons [CuT_2]^{2-}(aq)$.

Partie B - Dosage des protéines par la méthode du biuret

Question Q14. Expliquer en quoi la modélisation expérimentale $A = 4{,}8 \times 10^{-2} \times C$ vérifie la loi de Beer-Lambert.

À longueur d'onde et dans les mêmes conditions expérimentales, la loi de Beer-Lambert s'écrit $A = \varepsilon \ell C$. L'absorbance est donc proportionnelle à la concentration, avec une droite passant par l'origine. Le modèle expérimental $A = 4{,}8 \times 10^{-2} \times C$ est bien de cette forme : le coefficient $4{,}8 \times 10^{-2}$ est constant. Les mesures étant réalisées à 540 nm, les conditions spectrophotométriques sont fixées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le modèle est une proportionnalité entre A et C, conforme à la loi de Beer-Lambert à longueur d'onde fixée.

Question Q15. À partir de l'absorbance mesurée et de la modélisation fournie, déterminer la concentration en protéines Cp de l'échantillon dosé.

Pour l'échantillon, l'absorbance mesurée est $A = 0{,}165$. La droite d'étalonnage donne $A = 4{,}8 \times 10^{-2} \times C$, donc :

$C_p = A / (4{,}8 \times 10^{-2}) = 0{,}165 / 0{,}048 = 3{,}4375\ mg \cdot mL^{-1}$.

Avec la précision des mesures, on retient deux chiffres significatifs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La concentration en protéines de l'échantillon dosé est $C_p \approx 3{,}4\ mg \cdot mL^{-1}$.

Question Q16. À partir du volume de plasma prélevé et du volume de l'échantillon préparé, déterminer le facteur de dilution, puis en déduire la concentration en protéines dans le plasma.

1. Le facteur de dilution est le volume final divisé par le volume de plasma : F = 1,0 mL / 50 µL = 1000 µL / 50 µL = 20.
2. La concentration du plasma est donc vingt fois celle de l'échantillon : $C_{protéines}$ = 3,4375 × 20 = 68,75 mg·mL^{-1}.

On exprime le résultat final avec deux chiffres significatifs, comme les mesures expérimentales.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Facteur de dilution : 20. Concentration en protéines du plasma : environ 69 mg·mL^{-1}.

Question Q17. Expliquer à quoi est due l'obtention de spectres continus sur l'écran lorsque le réseau est éclairé en lumière blanche.

La lumière blanche est constituée d'un ensemble continu de longueurs d'onde visibles. Le réseau diffracte chacune d'elles sous un angle qui lui est propre. Les différentes longueurs d'onde sont ainsi étalées spatialement sur l'écran et forment une bande colorée continue pour chaque ordre de diffraction. L'ordre zéro reste au centre, tandis que les spectres des ordres non nuls apparaissent de part et d'autre.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La lumière blanche contient un continuum de longueurs d'onde, que le réseau sépare en spectres continus pour chaque ordre.

Question Q18. Expliquer le terme lumière monochromatique appliqué au faisceau produit par le laser rouge.

Une lumière est dite monochromatique lorsqu'elle ne comporte qu'une seule longueur d'onde, ou une bande spectrale très étroite. Le laser rouge émet ainsi une lumière pratiquement d'une seule longueur d'onde. Elle correspond à une seule couleur, contrairement à la lumière blanche, qui rassemble de nombreuses longueurs d'onde.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Monochromatique signifie que la lumière est constituée d'une seule longueur d'onde, ou d'une bande très étroite.

Question Q19. Décrire ce que l'on observe sur l'écran lorsque le réseau est éclairé par le laser rouge.

Le réseau diffracte le faisceau rouge monochromatique sans le décomposer en un spectre de couleurs. Sur l'écran, l'ordre 0 apparaît au centre. Des taches rouges correspondant aux ordres non nuls sont observées de part et d'autre, symétriquement. Le nombre d'ordres visibles dépend des conditions de l'expérience.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> On observe une tache rouge centrale d'ordre 0 et des taches rouges symétriques correspondant aux autres ordres visibles.

Question Q20. Pour le réseau comportant 2000 traits par millimètre et éclairé sur une largeur de 5 cm, calculer son pouvoir de résolution à l'ordre 2.

Le réseau compte 2000 traits par millimètre et la largeur éclairée est L = 5 cm = 50 mm. Le nombre de traits éclairés est donc N = 2000 × 50 = 100 000. À l'ordre k = 2, le pouvoir de résolution est R = kN :

R = 2 × 100 000 = 200 000.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le pouvoir de résolution du réseau à l'ordre 2 vaut $R = 2{,}0 \times 10^5$.

Question Q21. Déterminer si le réseau peut séparer, à l'ordre considéré, les deux raies jaunes du doublet D du sodium de longueurs d'onde 589 nm et 589,9 nm.

À l'ordre considéré, l'écart minimal résoluble est $\Delta\lambda_{min} = \lambda/R$. Pour $\lambda \approx 589$ nm et R = 200 000, $\Delta\lambda_{min} = 589/200\,000 \approx 0{,}0029$ nm. L'écart entre les raies est $\Delta\lambda = 589{,}9 - 589 = 0{,}9$ nm. Comme cet écart dépasse largement l'écart minimal résoluble, le réseau peut distinguer les deux raies.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui. L'écart des raies (0,9 nm) dépasse $\Delta\lambda_{min} \approx 0{,}0029$ nm : elles sont séparables à l'ordre 2.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2019)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve E3-U3 de Sciences physiques et chimiques du BTS Analyses de Biologie Médicale, session 2019, porte le code 19ABE3SPC1 et dure 2 heures, coefficient 2. Elle étudie l'urée, sa structure, sa cinétique de décomposition et son analyse biologique, puis le dosage des protéines par la méthode du biuret. Les compétences évaluées couvrent chimie, cinétique, solutions, spectrophotométrie et diffraction.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Une liaison est polarisée lorsque les atomes liés ont des électronégativités différentes; l'atome le plus électronégatif porte la charge partielle δ−.
- Pour une réaction d'ordre 1, ln(C) varie linéairement avec le temps et la pente de la droite est égale à −k.
- La loi de Beer-Lambert relie l'absorbance à la concentration par proportionnalité, à longueur de trajet et longueur d'onde constantes.
- Le pouvoir de résolution d'un réseau vaut R = kN = λ/Δλ, où k est l'ordre et N le nombre de traits éclairés.

Points de vigilance & attentes du jury

- Pour la vitesse de disparition de l'urée, distinguer la dérivée de concentration de la vitesse volumique et préciser le signe approprié.
- Pour le tampon bicarbonate, comparer le pH au pKa et identifier clairement les formes acide et basique du couple.
- Dans le calcul de dilution, exprimer le volume final et le volume de plasma prélevé dans des unités identiques.
- Pour la résolution du réseau, calculer le nombre de traits éclairés et le comparer à la résolution nécessaire pour séparer les raies.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment vérifier graphiquement qu'une réaction est d'ordre 1 ?

On examine la représentation de ln(C) en fonction du temps. Si les points s'alignent sur une droite, cela est compatible avec un ordre 1. La pente de cette droite vaut −k, avec une unité de temps cohérente avec celle utilisée pour k.

Q : Comment savoir quelle espèce d'un couple acide-base prédomine dans le sang ?

On compare le pH au pKa avec la relation de Henderson-Hasselbalch. Si le pH est supérieur au pKa, la forme basique prédomine; s'il est inférieur au pKa, c'est la forme acide qui prédomine.

Q : Comment calculer la dilution de l'échantillon de plasma ?

On divise le volume final de l'échantillon par le volume de plasma prélevé, en utilisant les mêmes unités. La concentration du plasma s'obtient en multipliant la concentration mesurée dans l'échantillon par ce facteur de dilution.

Q : Comment conclure sur la séparation des deux raies du sodium ?

On calcule le pouvoir de résolution du réseau à l'ordre demandé, puis la résolution minimale λ/Δλ requise pour les deux raies. La séparation est possible si le pouvoir du réseau est au moins égal à cette valeur.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsabm.fr/assets/annales/bts-abm/E3 - Sciences physiques et chimiques/2019/BTS ABM - E3 - Sciences physiques et chimiques - Session 2019 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Analyses de Biologie Médicale : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.