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 BIORP • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

BTS BioRP

Sciences physiques et chimiques

Session 2014 • Code sujet : **BOE1SC** • Durée : **2h** • Coefficient : **1**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Chimie organique (15 questions) **Page 3**

2. Chimie générale (10 questions) **Page 8**

3. Viscosimétrie et optique (14 questions) **Page 12**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 17**

Sujet officiel (PDF) : https://btsbiorp.fr/assets/annales/bts-biorp/E1.2 - Sciences physiques et chimiques/2014/BTS BioRP - E1.2 - Sciences physiques et chimiques - Session 2014 - 1-Sujet.pdf

1. Chimie organique

La première partie étudie la stéréochimie de la testostérone et sa comparaison avec l'épitestostérone dans le contexte du contrôle du dopage. La seconde suit la synthèse de l'éthylbenzène à partir de l'éthanal, en passant par la formation d'un acide carboxylique et l'acylation du benzène.

Stéréochimie

Question 1.1. Définir ce qu'est un atome de carbone asymétrique.

Un atome de carbone asymétrique est un carbone tétraédrique lié à quatre substituants différents. Pour le reconnaître, on compare les groupes attachés à ce carbone en suivant leur structure jusqu'au premier point de différence. Cette disposition peut donner lieu à plusieurs configurations spatiales distinctes. On le note aussi souvent « carbone chiral » dans ce contexte.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Carbone tétraédrique lié à quatre substituants différents.

Question 1.2. Donner les numéros de quatre atomes de carbone asymétriques de la molécule de testostérone représentée.

Carbone	Repérage sur la molécule
8	Jonction de cycles
9	Jonction de cycles
10	Jonction de cycles portant un substituant
13	Jonction de cycles portant un substituant

Sur la structure numérotée de la testostérone, chacun de ces carbones est tétraédrique et possède quatre environnements différents. La molécule comporte également les carbones asymétriques 14 et 17, mais quatre numéros seulement sont demandés. Les numéros indiqués sont ceux du schéma original.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 8, 9, 10 et 13.

Question 1.3. Donner le nombre maximal de stéréoisomères d'une molécule comportant six atomes de carbone asymétriques.

Chaque carbone asymétrique peut prendre deux configurations. Pour six centres, le nombre maximal de combinaisons est donc

$$N_{\max} = 2^6 = 64.$$

Ce maximum suppose qu'aucune symétrie de la molécule ne rende certaines configurations identiques, comme cela peut arriver pour des formes méso. Il s'agit bien du nombre maximal demandé, et non nécessairement du nombre de stéréoisomères distincts de toute molécule particulière à six centres.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> 64 stéréoisomères au maximum.

Question 1.4. **La testostérone et l'épitestostérone ne diffèrent que par la configuration du carbone 17. Indiquer si ces deux molécules sont énantiomères et justifier.**

Des énantiomères sont deux molécules images l'une de l'autre dans un miroir et non superposables. Pour former une telle paire, toutes les configurations des centres stéréogènes doivent être inversées. Ici, l'énoncé précise que seule la configuration du carbone 17 change : les autres centres conservent leur configuration. Les deux molécules ne sont donc pas des énantiomères, mais des stéréoisomères diastéréoisomères.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non : ce sont des diastéréoisomères, car seul le carbone 17 change de configuration.

Synthèse de l'éthylbenzène

Question 2.1. **Écrire la formule semi-développée de l'éthanal et indiquer à quelle famille de composés organiques il appartient.**

L'éthanal, aussi appelé acétaldéhyde, comporte deux atomes de carbone. Son groupe carbonyle est en bout de chaîne et lié à un hydrogène. Sa formule semi-développée s'écrit $\mathrm{CH_3-CHO}$, soit $\mathrm{CH_3-C(=O)H}$. Un carbonyle terminal lié à un hydrogène caractérise la famille des aldéhydes, à distinguer des cétones dont le carbonyle est entre deux groupes carbonés.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\mathrm{CH_3-CHO}$: aldéhyde.

Question 2.2.1. **À partir de l'éthanal, on peut obtenir un acide carboxylique comportant le même nombre d'atomes de carbone. Donner le type de réaction correspondant à cette transformation.**

1. L'éthanal est un aldéhyde.
2. Son groupe terminal $-\mathrm{CHO}$ est transformé en groupe $-\mathrm{COOH}$.

Cette transformation correspond à une oxydation de l'aldéhyde en acide carboxylique. Elle conserve le nombre d'atomes de carbone : l'éthanal et l'acide obtenu possèdent chacun deux carbones. Il ne s'agit donc pas d'un allongement de la chaîne carbonée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oxydation de l'éthanal en acide carboxylique.

Question 2.2.2. Donner le nom et la formule semi-développée de l'acide carboxylique A obtenu à partir de l'éthanal.

L'oxydation de l'éthanal conserve sa chaîne à deux atomes de carbone et transforme le groupe aldéhyde en groupe carboxyle. L'acide correspondant est donc l'acide éthanoïque, également appelé acide acétique. Sa formule semi-développée montre le groupe méthyle relié au groupe carboxyle. Elle s'écrit $CH_3 - COOH$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Acide éthanoïque : $CH_3 - COOH$.

Question 2.3.1. L'acide A réagit avec un agent chlorurant pour former le chlorure d'éthanoyle B, également appelé chlorure d'acétyle. Écrire la formule semi-développée de B.

Le chlorure d'éthanoyle est le chlorure d'acyle correspondant à l'acide éthanoïque. Pour l'obtenir, le groupe $-OH$ de l'acide est remplacé par un atome de chlore, tandis que le groupe acétyle $CH_3 - CO-$ est conservé. La formule semi-développée doit donc présenter le chlore lié au carbone du carbonyle.

$$CH_3 - COCl$$

✓ RÉPONSE À RETENIR

$CH_3 - COCl$.

Question 2.3.2. Proposer la formule brute d'un agent chlorurant utilisable pour former le chlorure d'éthanoyle B.

Le chlorure de thionyle est un agent chlorurant adapté à la transformation d'un acide carboxylique en chlorure d'acyle. Sa formule brute est $SOCl_2$. Il peut ainsi convertir l'acide éthanoïque A en chlorure d'éthanoyle B. La question demandant un agent possible, cette formule suffit ; d'autres agents chlorurants peuvent également convenir.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$SOCl_2$, chlorure de thionyle.

Question 2.4.1. **Identifier le type de réaction de l'acylation du benzène par le composé B, qui conduit au composé C.**

Lors de la réaction, un hydrogène du benzène est remplacé par le groupe acétyle CH_3CO- provenant du chlorure d'éthanoyle. Le cycle aromatique est ainsi conservé. Cette transformation est une acylation de Friedel-Crafts, classée comme une substitution électrophile aromatique. Elle forme l'acétophénone, composé C, qui sera ensuite réduit pour obtenir l'éthylbenzène.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Substitution électrophile aromatique, ou acylation de Friedel-Crafts.

Question 2.4.2. **Indiquer un catalyseur que l'on peut utiliser pour l'acylation du benzène par le composé B.**

Un catalyseur usuel de l'acylation de Friedel-Crafts est le chlorure d'aluminium anhydre. Cet acide de Lewis active le chlorure d'éthanoyle et favorise la formation de l'électrophile acylium qui réagit avec le benzène. Il s'agit d'un catalyseur possible parmi les catalyseurs utilisés pour cette acylation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $AlCl_3$ anhydre.

Question 2.4.3. **Écrire l'équation de la réaction d'acylation du benzène par le composé B.**

Le benzène réagit avec le chlorure d'éthanoyle : un hydrogène du cycle est substitué par le groupe acétyle. Le produit organique est l'acétophénone et le chlore forme du chlorure d'hydrogène avec l'hydrogène déplacé. L'équation est équilibrée en atomes. Le catalyseur $AlCl_3$, s'il est utilisé, n'est pas consommé.

$$C_6H_6 + CH_3COCl \rightarrow C_6H_5COCH_3 + HCl$$

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $C_6H_6 + CH_3COCl \rightarrow C_6H_5COCH_3 + HCl$.

Question 2.4.4. **Le mécanisme réactionnel fait intervenir un ion qui attaque le cycle benzénique. Écrire la formule semi-développée de cet ion.**

L'ion qui attaque le cycle benzénique est l'électrophile acylium, formé à partir du chlorure d'éthanoyle par départ de l'ion chlorure. Sa formule semi-développée s'écrit $CH_3 - C \equiv O^+$. Une représentation mésomère équivalente est $CH_3 - C^+ = O$, la charge positive étant délocalisée entre le carbone et l'oxygène.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ion acylium : $CH_3 - C \equiv O^+$, en résonance avec $CH_3 - C^+ = O$.

Question 2.4.5. Indiquer la fonction chimique caractéristique du composé C obtenu après l'acylation du benzène.

Le composé C est l'acétophénone, de formule $C_6H_5 - CO - CH_3$. Son groupe carbonyle est lié à deux groupes carbonés : un groupe phényle et un groupe méthyle. Cette disposition caractérise la fonction cétone. Le groupe carbonyle n'étant pas terminal avec un hydrogène, le composé n'est pas un aldéhyde.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Fonction cétone.

Question 2.5. Une réduction de Clemmensen conduit à l'éthylbenzène D. Écrire la formule semi-développée de D.

La réduction de Clemmensen transforme le groupe carbonyle de l'acétophénone en groupe méthylène $-CH_2-$. Le groupe phényle reste attaché à la chaîne, qui devient un groupe éthyle. Le produit D est donc l'éthylbenzène. Sa formule semi-développée s'écrit $C_6H_5 - CH_2 - CH_3$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Éthylbenzène D : $C_6H_5 - CH_2 - CH_3$.

2. Chimie générale

La première partie porte sur l'acide cyanhydrique et l'ion cyanure : équilibre acido-basique, prévention du dégagement de gaz toxique et oxydation en ions cyanate. La seconde étudie la formation du complexe dicyanoargentate(I), puis exploite une mesure de potentiel et un tableau d'avancement pour déterminer des concentrations et une constante de formation.

Acide cyanhydrique et ions cyanure

Question 1.1. Donner le schéma de Lewis de la molécule d'acide cyanhydrique HCN. Utiliser les numéros atomiques fournis : Z(H) = 1, Z(C) = 6 et Z(N) = 7.

Les électrons de valence sont au nombre de 10 : 1 pour H, 4 pour C et 5 pour N. H forme une liaison simple avec C, puis C forme une liaison triple avec N. Les trois liaisons C≡N et la liaison H-C utilisent 8 électrons. Les 2 électrons restants forment un doublet non liant sur N. H respecte ainsi la règle du duet, tandis que C et N respectent celle de l'octet.

Le schéma de Lewis est donc celui d'une chaîne H-C≡N portant un doublet libre sur l'azote.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\mathrm{H-C\equiv N}$:, avec un doublet non liant sur N.

Question 1.2. Dans une solution aqueuse de cyanure utilisée pour la lixiviation de l'or, le pH est maintenu à 10,5 afin d'éviter tout dégagement de cyanure d'hydrogène. Calculer le rapport [HCN(aq)]/[CN⁻(aq)] à l'aide du pKa égal à 9,3, puis commenter le résultat.

Pour le couple $\mathrm{HCN/CN^-}$, la relation de Henderson-Hasselbalch donne $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a + \log([\mathrm{CN^-}]/[\mathrm{HCN}])$. En isolant le rapport demandé : $[\mathrm{HCN}]/[\mathrm{CN^-}] = 10^{\mathrm{p}K_a - \mathrm{pH}} = 10^{9,3-10,5} = 6,3 \times 10^{-2}$.

La concentration de HCN est donc environ 16 fois plus faible que celle de CN⁻. Le pH supérieur au pKa favorise la forme CN⁻ et limite la présence de HCN, sans l'éliminer totalement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $[\mathrm{HCN}]/[\mathrm{CN^-}] = 6,3 \times 10^{-2}$: HCN est minoritaire.

Oxydation des ions cyanure

Question 1.3.1. La destruction des ions cyanure implique leur oxydation en ions cyanate $\mathrm{CNO^-}$. Écrire la demi-équation électronique de cette oxydation en milieu acide.

On équilibre d'abord les atomes autres que H et O : C et N sont déjà conservés. Une molécule d'eau à gauche apporte l'atome O manquant, puis deux ions $\mathrm{H^+}$ à droite équilibrent les hydrogènes. Enfin, deux électrons à droite équilibrent la charge électrique. Leur présence du côté des produits caractérise l'oxydation.

La demi-équation en milieu acide est ainsi équilibrée en atomes et en charges.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\mathrm{CN^- + H_2O \rightarrow CNO^- + 2H^+ + 2e^-}$

Question 1.3.2. Établir la demi-équation électronique de l'oxydation des ions cyanure en ions cyanate dans le milieu basique réellement utilisé, en faisant intervenir des ions hydroxyde.

À partir de la demi-équation en milieu acide, on élimine les ions $\mathrm{H^+}$ pour obtenir l'équation en milieu basique.

1. Ajouter $2\,\mathrm{OH^-}$ de chaque côté.
2. Associer $2\,\mathrm{H^+}$ et $2\,\mathrm{OH^-}$ à droite pour former $2\,\mathrm{H_2O}$.
3. Réduire l'eau présente des deux côtés.

La charge totale vaut -3 de chaque côté, et les atomes sont conservés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\mathrm{CN^- + 2OH^- ightarrow CNO^- + H_2O + 2e^-}$

Complexe dicyanoargentate(I)

Question 2.1. Deux ions cyanure $\mathrm{CN^-}$ jouent le rôle de ligands autour d'un ion argent(I) pour former l'ion dicyanoargentate(I). Écrire l'équation de la réaction de formation du complexe.

La formation du complexe associe un ion argent(I) à deux ligands cyanure. Le bilan des charges permet de vérifier la formule du complexe : les réactifs ont une charge totale de $+1 + 2(-1) = -1$, identique à celle de l'ion dicyanoargentate(I). La réaction de formation est un équilibre entre ions en solution aqueuse.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\mathrm{Ag^+(aq) + 2CN^-(aq) \rightleftharpoons [Ag(CN)_2]^-(aq)}$

Question 2.2. Exprimer la constante de formation KF de ce complexe.

La loi d'action des masses s'applique à la réaction de formation du complexe. La concentration de l'espèce formée figure au numérateur. Au dénominateur, chaque concentration des réactifs est élevée à son coefficient stœchiométrique : la concentration en ions cyanure est donc au carré. Les concentrations utilisées sont celles à l'équilibre.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$K_F = \frac{[\mathrm{Ag(CN)_2^-}]}{[\mathrm{Ag^+}][\mathrm{CN^-}]^2}$$

Équilibre du complexe

Question 2.3.1. Écrire la demi-équation électronique associée au couple Ag⁺(aq)/Ag(s).

Dans le couple $\mathrm{Ag^+(aq)/Ag(s)}$, l'ion argent(I) se réduit en argent métallique en captant un électron. Un atome d'argent est présent de chaque côté. La charge $+1$ de l'ion est compensée par la charge -1 de l'électron ; l'argent solide est neutre.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\mathrm{Ag^+(aq) + e^- ightarrow Ag(s)}$

Question 2.3.2. À partir du potentiel mesuré E(Ag⁺(aq)/Ag(s)) = -0,28 V et des données fournies, montrer que la concentration molaire des ions argent(I) à l'équilibre vaut 1,0 × 10⁻¹⁸ mol·L⁻¹.

Pour le couple $\mathrm{Ag^+/Ag}$, la relation de Nernst fournie s'écrit $E = E^\circ + 0,06\log[\mathrm{Ag^+}]$, l'activité du solide étant constante. Ainsi, $\log[\mathrm{Ag^+}] = (E - E^\circ)/0,06 = (-0,28 - 0,80)/0,06 = -18$. On prend l'antilogarithme pour obtenir la concentration d'équilibre. Les potentiels sont exprimés en volts.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $[\mathrm{Ag^+}]_{\text{éq}} = 1,0 \times 10^{-18}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$

Question 2.3.3. Dans le mélange contenant initialement des ions argent(I) à 1,0 × 10⁻² mol·L⁻¹ et des ions cyanure à 3,0 × 10⁻² mol·L⁻¹, établir un tableau d'avancement et calculer les concentrations à l'équilibre des ions complexes formés et des ions cyanure restants.

On note x la concentration de complexe formée. La concentration d'argent libre à l'équilibre, déterminée à la question précédente, vaut $1,0 \times 10^{-18}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. Le tableau d'avancement en concentrations est :

État	$[\mathrm{Ag^+}]$	$[\mathrm{CN^-}]$	$[\mathrm{Ag(CN)_2^-}]$
Initial (mol·L⁻¹)	$1,0 \times 10^{-2}$	$3,0 \times 10^{-2}$	0
Variation	$-x$	$-2x$	$+x$
Équilibre (mol·L⁻¹)	$1,0 \times 10^{-18}$	$1,0 \times 10^{-2} + 2,0 \times 10^{-18}$	$1,0 \times 10^{-2} - 1,0 \times 10^{-18}$

Aux chiffres significatifs des données, les deux dernières concentrations valent chacune $1,0 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $[\mathrm{Ag(CN)_2^-}]_{éq} \simeq 1,0 \times 10^{-2}$ et $[\mathrm{CN^-}]_{éq} \simeq 1,0 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$.

Question 2.3.4. Déduire des concentrations à l'équilibre la valeur de la constante de formation KF.

La constante de formation vaut $K_F = [\mathrm{Ag(CN)_2^-}]/([\mathrm{Ag^+}][\mathrm{CN^-}]^2)$. À l'équilibre, les concentrations sont respectivement $1,0 \times 10^{-2}$, $1,0 \times 10^{-18}$ et environ $1,0 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$ pour le complexe, l'argent libre et le cyanure libre. Le rapport fournit K_F, avec l'unité correspondant à cette expression en concentrations.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$K_F \simeq 1,0 \times 10^{20}\ \mathrm{L^2\,mol^{-2}}$

3. Viscosimétrie et optique

Un laboratoire utilise un viscosimètre à capillaire thermostaté pour mesurer le débit d'eau puis la viscosité d'un échantillon sanguin, en s'appuyant sur la loi de Poiseuille et sur une courbe expérimentale en annexe. La seconde partie porte sur l'observation du capillaire à l'œil nu puis à la loupe, avec calculs d'angle, de distance focale et de grossissement, ainsi qu'un tracé de rayons.

Mesure de la viscosité

Question 1.1. Le capillaire est thermostaté par circulation d'eau provenant d'un bain extérieur. Expliquer pourquoi cette précaution est indispensable.

La viscosité d'un liquide dépend de sa température. Si le capillaire se réchauffe ou se refroidit pendant l'essai, la viscosité change et le débit peut varier, même à surpression constante. Le bain thermostaté maintient donc une température stable dans le capillaire. Cela permet d'attribuer les variations de débit aux propriétés du liquide étudié plutôt qu'à une variation de température, et rend les mesures reproductibles.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le thermostat maintient une température stable pour que la viscosité et les mesures restent constantes et comparables.

Question 1.2. Pour un capillaire de dimensions fixes soumis à une surpression constante, indiquer si le débit volumique augmente ou diminue lorsque la viscosité du liquide augmente, et justifier brièvement.

La loi de Poiseuille s'écrit $Q_V = \frac{\pi D^4 \Delta P}{128 \eta L}$. À diamètre, longueur et surpression fixés, les autres grandeurs restent constantes : le débit est donc inversement proportionnel à la viscosité. Une hausse de η augmente la résistance à l'écoulement et réduit le débit volumique dans le capillaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le débit volumique diminue lorsque la viscosité augmente, à dimensions et surpression constantes.

Question 1.3. À partir de la loi de Poiseuille fournie, exprimer l'unité SI de la viscosité dynamique, appelée poiseuille, en fonction des unités de base kg, m et s.

On isole la viscosité dans la loi de Poiseuille : $\eta = \frac{\pi D^4 \Delta P}{128 L Q_V}$. En unités de base, $[D] = [L] = \mathrm{m}$, $[\Delta P] = \mathrm{kg\,m^{-1}\,s^{-2}}$ et $[Q_V] = \mathrm{m^3\,s^{-1}}$. Ainsi, $[\eta] = \frac{\mathrm{m^4\,kg\,m^{-1}\,s^{-2}}}{\mathrm{m\,m^3\,s^{-1}}} = \mathrm{kg\,m^{-1}\,s^{-1}}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'unité SI de la viscosité dynamique est le poiseuille : $1\ \mathrm{P\ell} = 1\ \mathrm{kg\,m^{-1}\,s^{-1}}$.

Question 1.4. À 30 °C, la technicienne mesure le débit volumique de l'eau pour différentes surpressions. La courbe et la régression linéaire sont fournies en annexe. Dire si la courbe obtenue est en accord avec la loi de Poiseuille et expliquer pourquoi.

Pour un liquide donné et un capillaire fixe, la loi de Poiseuille prévoit $Q_V = k\Delta P$, avec une pente k constante. L'annexe indique une régression $Q_V = 2{,}0 \times 10^{-12}\Delta P$ et $R^2 = 0{,}9974$. Le coefficient de détermination proche de 1 et l'alignement des points avec la droite montrent que le débit est pratiquement proportionnel à la surpression.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui, la courbe est en accord avec la loi de Poiseuille : elle est quasi linéaire et son R^2 vaut $0{,}9974$.

Question 1.5. En utilisant la loi de Poiseuille et les données de l'annexe, calculer le diamètre du capillaire. Données : L = 400 mm et η eau à 30 °C = 0,798 × 10⁻³ Pℓ.

La pente de l'annexe vaut $k = 2{,}0 \times 10^{-12}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}\,Pa^{-1}}$. D'après Poiseuille, $k = \frac{\pi D^4}{128\eta L}$, donc $D = \left(\frac{128\eta L k}{\pi}\right)^{1/4}$. Avec $L = 400\ \mathrm{mm} = 0{,}400\ \mathrm{m}$ et $\eta = 0{,}798 \times 10^{-3}\ \mathrm{P\ell}$, on obtient le diamètre du capillaire.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le diamètre calculé est $D \approx 4{,}02 \times 10^{-4}\ \mathrm{m}$, soit $0{,}40\ \mathrm{mm}$ à deux chiffres significatifs.

Question 1.6.1. Un échantillon sanguin à 37 °C met 203 s à s'écouler pour recueillir 1,00 mL, sous une surpression de 12,5 kPa. Calculer le débit volumique.

Le débit volumique est le volume recueilli divisé par la durée : $Q_V = V/t$. En unités SI, $1{,}00\ \mathrm{mL} = 1{,}00 \times 10^{-6}\ \mathrm{m^3}$. Pour un temps de $203\ \mathrm{s}$, le calcul donne $Q_V = \frac{1{,}00\times10^{-6}}{203}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$. Le résultat est arrondi à trois chiffres significatifs, comme les données.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le débit volumique de l'échantillon sanguin est $4{,}93 \times 10^{-9}\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$.

Question 1.6.2. En admettant que la loi de Poiseuille reste vérifiée, déduire la viscosité de l'échantillon sanguin à 37 °C, avec L = 400 mm et D = 0,40 mm.

On réarrange la loi de Poiseuille : $\eta = \frac{\pi D^4 \Delta P}{128 L Q_V}$. On convertit les données : $D = 0{,}40\ \mathrm{mm} = 4{,}0 \times 10^{-4}\ \mathrm{m}$, $L = 0{,}400\ \mathrm{m}$, $\Delta P = 12{,}5\ \mathrm{kPa} = 1{,}25 \times 10^4\ \mathrm{Pa}$ et $Q_V = 1{,}00 \times 10^{-6}/203\ \mathrm{m^3\,s^{-1}}$. L'unité obtenue est $\mathrm{Pa\,s} = \mathrm{P\ell}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> À $37\ ^\circ\mathrm{C}$, la viscosité de l'échantillon vaut environ $4{,}0 \times 10^{-3}\ \mathrm{P\ell} = 4{,}0\ \mathrm{mP\ell}$.

Contrôle optique

Question 2.1. À l'œil nu, la technicienne observe le capillaire de diamètre D = 0,40 mm à une distance d = 25 cm. Calculer, en radians, l'angle α sous lequel elle le voit, en utilisant le schéma et l'approximation tan α ≈ α.

Le schéma donne $\tan\alpha = D/d$ et l'énoncé autorise $\tan\alpha \approx \alpha$ en radians. On convertit les longueurs dans la même unité : $D = 0{,}40\ \text{mm} = 4{,}0 \times 10^{-4}\ \text{m}$ et $d = 25\ \text{cm} = 0{,}25\ \text{m}$. Ainsi, $\alpha \approx D/d$. L'angle est sans dimension et s'exprime ici en radians.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'angle apparent du capillaire à l'œil nu est $\alpha \approx 1{,}6 \times 10^{-3}\ \text{rad}$, soit $1{,}6\ \text{mrad}$.

Question 2.2. Comparer l'angle α calculé au pouvoir de résolution de l'œil humain, égal à 0,3 mrad, puis conclure.

Le pouvoir de résolution de l'œil est $0{,}3\ \text{mrad}$, tandis que l'angle apparent calculé est $1{,}6\ \text{mrad}$. L'angle sous lequel le capillaire est vu dépasse donc le seuil de résolution de l'œil. Son diamètre peut être distingué à l'œil nu dans les conditions de l'observation décrites.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Comme $1{,}6\ \text{mrad} > 0{,}3\ \text{mrad}$, le capillaire est résoluble à l'œil nu.

Question 2.3. La loupe est assimilée à une lentille mince de vergence 12 dioptries. Calculer sa distance focale en centimètres.

La vergence C d'une lentille mince et sa distance focale image f' vérifient $C = 1/f'$, lorsque C est exprimée en dioptries et f' en mètres. Pour $C = 12\ \delta$, on a $f' = 1/12\ \text{m}$. On convertit ensuite en centimètres pour donner la distance focale demandée.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La distance focale de la loupe est $f' = 8{,}3\ \text{cm}$.

Question 2.4. Indiquer comment positionner le capillaire par rapport à la loupe pour que celle-ci en donne une image virtuelle.

La loupe est une lentille convergente. Pour qu'elle donne une image virtuelle, l'objet doit être placé entre la lentille et son foyer objet F. Sa distance à la lentille est alors inférieure à la distance focale. Dans le cas particulier de l'observation à l'infini demandé ensuite, le point A doit être placé dans le plan focal objet.

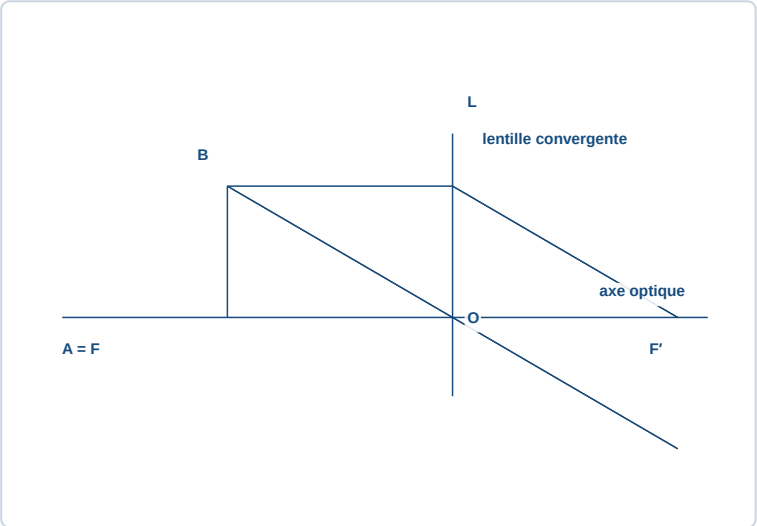
✓ RÉPONSE À RETENIR

Placer le capillaire entre la loupe et son foyer objet, à une distance inférieure à la distance focale.

Question 2.5. Pour une observation de l'image à l'infini, représenter sur un schéma, sans souci d'échelle, la lentille, son axe optique et le capillaire AB, avec A sur l'axe optique. Compléter le schéma en traçant le trajet de deux rayons lumineux issus de B.

Pour une image à l'infini, le capillaire est placé dans le plan focal objet : $A = F$. Depuis B, le rayon parallèle à l'axe ressort de la lentille en passant par F'. Le rayon passant par le centre optique O n'est pas dévié. Les deux rayons émergents sont parallèles, ce qui correspond à une image à l'infini.

Lentille convergente et capillaire dans le plan focal objet



✓ RÉPONSE À RETENIR

Placer A en F : les deux rayons issus de B ressortent parallèles après la lentille.

Question 2.6. Pour une observation à l'infini, calculer en radians l'angle α' sous lequel la technicienne observe le capillaire à travers la loupe.

Pour une observation à l'infini, le capillaire est placé dans le plan focal objet de la loupe. Pour les petits angles, $\tan \alpha' \approx \alpha' = D/f'$. On utilise $D = 0{,}40\ \text{mm} = 4{,}0 \times 10^{-4}\ \text{m}$ et $f' = 1/12\ \text{m}$, calculé à la question 2.3. Le résultat est exprimé en radians.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'angle apparent à travers la loupe est $\alpha' \approx 4{,}8 \times 10^{-3}\ \text{rad}$, soit $4{,}8\ \text{mrad}$.

Question 2.7. À partir des angles calculés aux questions 2.1 et 2.6, déduire le grossissement de la loupe.

Le grossissement angulaire est le rapport entre l'angle sous lequel le capillaire est vu à travers la loupe et l'angle de vision à l'œil nu : $G = \alpha' / \alpha$. Avec $\alpha' = 4{,}8 \times 10^{-3}\ \text{rad}$ et $\alpha = 1{,}6 \times 10^{-3}\ \text{rad}$, les radians se simplifient. Le grossissement est sans unité.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le grossissement angulaire de la loupe est $G = 3{,}0$, sans unité.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2014)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de BTS Biotechnologies, session 2014, code BOE1SC, dure 2 heures et a un coefficient 1. Elle comporte trois parties notées sur 16, 16 et 18 points : chimie organique, chimie générale, puis viscosimétrie et optique. Les compétences évaluées vont de l'analyse de structures et d'équilibres chimiques aux calculs expérimentaux, à l'exploitation d'un graphique et au tracé optique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Une molécule ayant n carbones asymétriques possède au maximum 2^n stéréoisomères, sauf cas de symétrie interne.
- Pour le couple HCN/CN^-, $pH = pKa + \log([CN^-]/[HCN])$.
- La loi de Poiseuille relie débit et surpression : $Qv = \pi D^4 \Delta P/(128\eta L)$.
- Pour une lentille mince convergente, la vergence C et la distance focale f' vérifient $C = 1/f'$, avec f' en mètres.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer énantiomères et diastéréoisomères : l'inversion d'un seul centre parmi plusieurs ne donne pas des énantiomères.
- Équilibrer chaque demi-équation redox en vérifiant séparément atomes, charges et milieu acide ou basique.
- Convertir longueurs, pressions et volumes en unités SI avant les calculs de viscosité et de débit.
- Pour obtenir une image à l'infini avec une loupe, placer l'objet dans le plan focal objet.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment exploiter le pKa pour comparer HCN et CN^- dans la solution ?

Utilisez la relation de Henderson-Hasselbalch : $pH = pKa + \log([CN^-]/[HCN])$. Isolez le rapport demandé en respectant l'ordre des concentrations, puis interprétez-le pour déterminer quelle forme est majoritaire.

Q : Comment retrouver l'unité de la viscosité dans la loi de Poiseuille ?

Isolez η dans la loi, puis remplacez les grandeurs par leurs unités SI : débit en $m^3 \cdot s^{-1}$, longueur et diamètre en m, et surpression en Pa, avec 1 Pa = 1 $kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$.

Q : Comment organiser les calculs de viscosimétrie pendant l'épreuve ?

Convertissez d'abord toutes les données en unités SI. Calculez le débit à partir du volume recueilli et du temps, puis utilisez la loi de Poiseuille avec le diamètre, la longueur et la surpression.

Q : Quels critères de présentation et de notation le sujet signale-t-il ?

Le sujet insiste sur la clarté du raisonnement, la rédaction des lois, la précision adaptée aux données, le soin des représentations graphiques et la qualité du français scientifique. Présentez les unités et les conclusions clairement.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsbiorp.fr/assets/annales/bts-biorp/E1.2 - Sciences physiques et chimiques/2014/BTS BioRP - E1.2 - Sciences physiques et chimiques - Session 2014 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS BioRP : 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.