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

U22 - Sciences physiques

Session 2011 • Code sujet : **QAPHY** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Indice d’acide d’une huile d’olive vierge** (12 questions) — **Page 3**
2. **Indice d’iode d’une huile d’olive** (7 questions) — **Page 7**
3. **Acheminement des crus jusqu’à la cuve d’assemblage** (8 questions) — **Page 9**
4. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://btsera.fr/assets/annales/bts-era/E3.2 - Physique-Chimie/2011/BTS ERA - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2011 - 1-Sujet.pdf

1. Indice d’acide d’une huile d’olive vierge

L’exercice étudie les triglycérides, le glycérol et la stéréoisomérie de l’acide oléique. Il porte ensuite sur le dosage des acides gras libres d’une huile d’olive et le calcul de son indice d’acide selon la norme ISO 660.

1.1

Question 1.1 a). En utilisant le nom systématique du glycérol et/ou la formule générale d’un triglycéride, donner la formule semi-développée du glycérol.

Le propan-1,2,3-triol porte un groupe hydroxyle sur chacun des trois atomes de carbone : $HO\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}OH$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $HO\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}OH$

Question 1.1 b). En notant R_1 et R_2 les groupements alkyles nécessaires, donner la formule générale d’un ester.

Une fonction ester relie un groupe carbonyle à un atome d’oxygène lié à un second groupement carboné. Sa formule générale est $R_1\text{-}C(=O)\text{-}O\text{-}R_2$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $R_1\text{-}C(=O)\text{-}O\text{-}R_2$

Question 1.1 c). Justifier l’emploi du terme « triester » pour désigner un triglycéride.

Le glycérol possède trois groupes hydroxyles. Chacun peut être estérifié par un acide gras : le triglycéride contient donc trois fonctions ester.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un triglycéride est un triester du glycérol et de trois acides gras.

1.2

Question 1.2 a). L’acide oléique présente une stéréoisomérie. Indiquer l’origine de cette stéréoisomérie.

La double liaison C=C bloque la rotation. Chacun de ses carbones étant lié à deux substituants différents, deux dispositions sont possibles : Z et E.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Stéréoisomérie Z/E due à la rotation bloquée autour de C=C.

Question 1.2 b). Donner la formule topologique du stéréoisomère de l'acide oléique ainsi que son nom.

Le sujet donne l'acide oléique comme isomère Z. Dans l'autre isomère, les groupes carbonés de part et d'autre de C=C sont opposés : la configuration est E, dite trans.

✓ RÉPONSE À RETENIR

CH_3-$(CH_2)_7$-CH=CH-$(CH_2)_7$-COOH, configuration E : acide (E)-octadéc-9-énoïque.

Question 1.2 c). Une énergie d'au moins 200 kJ·mol⁻¹ est nécessaire pour passer d'un stéréoisomère à l'autre, tandis que l'énergie moyenne d'agitation thermique d'une mole d'acide oléique vaut environ 3RT. À l'aide des données fournies, expliquer pourquoi ce passage est impossible à 25 °C.

À 25 °C, T = 25 + 273 = 298 K. L'énergie moyenne vaut 3RT = 3 × 8,3 × 298 = 7420 J·mol⁻¹, soit 7,4 kJ·mol⁻¹. Elle est très inférieure aux 200 kJ·mol⁻¹ requis : l'agitation thermique ne permet pas le passage d'un stéréoisomère à l'autre.

✓ RÉPONSE À RETENIR

3RT ≈ 7,4 kJ·mol⁻¹, très inférieur à 200 kJ·mol⁻¹ : le passage est impossible à 25 °C.

1.3

Question 1.3 a). Rappeler l'expression de la constante d'acidité K_a du couple acide-base R-COOH/R-COO^-.

Pour la réaction R-COOH + H_2O ⇌ R-COO^- + H_3O^+, l'eau étant le solvant, elle n'apparaît pas dans l'expression de la constante : $K_a = [R\text{-}COO^-][H_3O^+]/[R\text{-}COOH]$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$K_a = [R\text{-}COO^-][H_3O^+]/[R\text{-}COOH]$

Question 1.3 b). À partir des pK_a fournis pour les couples R-COOH/R-COO^- et H_2O/HO^-, exprimer la constante d'équilibre K de la réaction de dosage, puis calculer sa valeur à 25 °C.

Pour R-COOH + HO^- ⇌ R-COO^- + H_2O, la constante de la réaction vaut $K = K_a/K_e$. Ainsi, $K = 10^{-5}/10^{-14} = 10^9$ à 25 °C.

✓ RÉPONSE À RETENIR

K = 1,0 × 10^9 à 25 °C.

Question 1.3 c). Dire si la réaction de dosage peut effectivement servir de support à un dosage et justifier la réponse.

Comme K = 10^9 est très supérieur à 1, la réaction est pratiquement totale dans le sens du dosage. Elle convient donc à un dosage quantitatif.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oui : la réaction est quasi totale, car K = 10^9.

Question 1.3 d). À l'équivalence du dosage, identifier l'espèce majoritaire, en dehors de l'eau et des ions spectateurs potassium K^+, et justifier. En déduire une indication sur la valeur du pH à l'équivalence.

À l'équivalence, l'acide gras a été consommé et sa base conjuguée R-COO^- est l'espèce majoritaire, hors eau et ions spectateurs. Cette base réagit avec l'eau en formant HO^- : le pH à l'équivalence est donc supérieur à 7.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Espèce majoritaire : R-COO^- ; pH à l'équivalence supérieur à 7.

Question 1.3 e). Choisir, parmi l'hélianthine et le rouge de crésol du tableau, l'indicateur coloré approprié au dosage et justifier le choix à partir de sa zone de virage.

Le rouge de crésol est approprié : sa zone de virage, de pH 7,2 à 8,8, correspond à l'équivalence basique. L'hélianthine vire entre 3,1 et 4,4 et ne convient pas.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rouge de crésol : zone de virage pH 7,2-8,8.

Question 1.3 f). La quantité d'ions hydroxyde versée à l'équivalence, égale à celle des acides gras libres présents dans 20 mL d'huile, est nAL = 1,74 mmol. Calculer l'indice d'acide de l'huile d'olive vierge étudiée, puis déterminer si sa valeur respecte la norme, en utilisant la masse volumique fournie et le seuil de 3,3 %.

La masse d'huile vaut 0,91 × 20 = 18,2 g. La masse d'acide oléique équivalente est 1,74 × 10^{-3} × 282 = 0,491 g. L'indice d'acide vaut donc 100 × 0,491/18,2 = 2,70 %. Cette valeur est inférieure au seuil de 3,3 %.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Indice d’acide : 2,70 % ; l’huile respecte la norme.

2. Indice d’iode d’une huile d’olive

Une masse de 0,20 g d’huile réagit avec du diiode, qui se fixe sur les insaturations des molécules d’acides gras. Un dosage au thiosulfate, comparé à un témoin sans huile, permet de déterminer la quantité de diiode consommée puis l’indice d’iode de l’huile.

Question 2.1. À partir de l’équation de réaction entre une double liaison C=C et le diiode, identifier la nature de la réaction en choisissant parmi les propositions données, puis justifier brièvement.

La double liaison C=C est rompue et deux atomes d’iode se fixent sur les deux carbones, comme le montre l’équation. Il n’y a donc ni remplacement d’un atome ni intervention d’un nucléophile : c’est une addition. Le diiode se polarise au voisinage de la liaison riche en électrons, ce qui caractérise une addition électrophile. Parmi les propositions, il faut choisir cette nature de réaction.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Addition électrophile.

Question 2.2. En passant par les demi-équations électroniques des couples I_2/I^- et $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$, établir l’équation chimique de la réaction de dosage du diiode par les ions thiosulfate.

Pour le couple I_2/I^-, le diiode est réduit : $\mathrm{I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-}$. Pour le couple $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$, les ions thiosulfate sont oxydés : $\mathrm{2S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-}$. En additionnant ces demi-équations, les deux électrons s’éliminent ; l’équation globale est équilibrée en atomes et en charges.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$\mathrm{I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}}$

Question 2.3. Donner la relation entre la quantité de matière n_r de diiode ayant réagi avec les molécules insaturées de l’huile, la quantité n_d dosée dans le mélange ayant contenu l’huile et la quantité n_t de diiode introduite.

Le témoin permet de connaître la quantité de diiode introduite, puisque, sans huile, le diiode n’est pas consommé par des molécules insaturées. Dans l’essai avec l’huile, le diiode introduit se répartit entre la quantité ayant réagi avec les insaturations et la quantité restante, ensuite dosée. Le bilan de matière porte sur le diiode : quantité introduite égale quantité consommée plus quantité dosée.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$n_t = n_r + n_d$, donc $n_r = n_t - n_d$.

Question 2.4. **Exprimer, en fonction de la concentration c_thio et des volumes appropriés, les quantités de matière n_d et n_t. Justifier les expressions.**

La réaction de dosage montre qu'une mole de diiode réagit avec deux moles d'ions thiosulfate. À l'équivalence, $n(\mathrm{I_2}) = c_{\mathrm{thio}} V / 2$. Le volume équivalent du mélange avec huile est $V_E = 8{,}1\ \mathrm{mL}$, tandis que celui du témoin est $V_T = 21{,}8\ \mathrm{mL}$. En litres, on obtient respectivement $n_d = 0{,}10 \times 0{,}0081/2$ et $n_t = 0{,}10 \times 0{,}0218/2$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n_d = 4{,}05 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol}$; $n_t = 1{,}09 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol}$.

Question 2.5. **Déduire des relations précédentes que $n_r = c_{\mathrm{thio}}(V_T - V_E)/2$, où V_T et V_E sont les volumes équivalents du témoin et du mélange contenant l'huile.**

Le bilan établi précédemment est $n_r = n_t - n_d$. En remplaçant chaque quantité par son expression issue du dosage, on a $n_r = c_{\mathrm{thio}} V_T/2 - c_{\mathrm{thio}} V_E/2$. On factorise la concentration et le facteur $1/2$, ce qui donne la relation demandée. Les volumes doivent être dans la même unité, ici convertis en litres pour le calcul numérique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n_r = c_{\mathrm{thio}}(V_T - V_E)/2 = 6{,}85 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol}$.

Question 2.6. **Déduire la masse m_r de diiode ayant réagi, en utilisant la masse molaire atomique de l'iode fournie.**

Le diiode contient deux atomes d'iode, donc sa masse molaire est $M(\mathrm{I_2}) = 2M(\mathrm{I}) = 2 \times 126{,}9 = 253{,}8\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$. La masse ayant réagi se calcule avec $m_r = n_r M(\mathrm{I_2})$. En utilisant $n_r = 6{,}85 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol}$, on obtient la masse de diiode fixée par les insaturations de l'échantillon.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $m_r = 0{,}174\ \mathrm{g}$ de diiode.

Question 2.7. **Déterminer l'indice d'iode de l'huile d'olive, défini comme la masse de diiode en grammes capable de se fixer sur les insaturations présentes dans 100 g d'huile.**

L'indice d'iode est la masse, en grammes, de diiode fixée par les insaturations présentes dans 100 g d'huile. L'échantillon contient $0{,}20\ \mathrm{g}$ d'huile et a fixé $0{,}174\ \mathrm{g}$ de diiode. On rapporte cette masse à 100 g d'huile par proportionnalité : $I = 0{,}173913 \times 100/0{,}20$. Le résultat est exprimé en grammes de diiode pour 100 g d'huile.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Indice d'iode : $87\ \mathrm{g\ de\ I_2\ pour\ 100\ g\ d'huile}$.

3. Acheminement des crus jusqu'à la cuve d'assemblage

Le schéma représente le transfert d'huile d'olive depuis une cuve de cru vers une cuve d'assemblage au moyen d'une canalisation et d'une pompe. Les questions portent sur le débit volumique, les pertes de charge et l'application du théorème de Bernoulli généralisé pour déterminer la pression dans la conduite.

Question 3.1. Donner l'origine physique des pertes de charge entre les points B et C de la canalisation.

Dans la conduite, la viscosité de l'huile provoque des frottements entre les couches de fluide et contre la paroi. Ces frottements dissipent une partie de l'énergie mécanique au cours de l'écoulement : ils sont à l'origine des pertes de charge entre B et C.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les pertes de charge sont dues aux frottements visqueux dans l'huile et contre les parois de la canalisation.

3.2

Question 3.2 a). Le régime étant stationnaire, indiquer ce que l'on peut dire du débit volumique Q_v de l'écoulement.

En régime stationnaire, les grandeurs d'écoulement en un point ne varient pas au cours du temps. Le débit volumique mesuré en une section donnée reste donc constant au cours du temps. Comme l'huile est incompressible, le débit est également le même dans les différentes sections de la canalisation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le débit volumique reste constant au cours du temps et, pour cette huile incompressible, d'une section à l'autre.

Question 3.2 b). Rappeler l'expression du débit volumique dans le cas d'un fluide incompressible. En déduire que la vitesse d'écoulement est constante le long de la canalisation.

Pour un fluide incompressible, le débit volumique est le volume traversant une section par unité de temps : $Q_v = Sv$, où v est la vitesse moyenne. En régime stationnaire, le débit est constant. La canalisation ayant un diamètre constant, sa section S est constante aussi. Ainsi, $v = Q_v/S$ reste constante le long de la canalisation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Q_v = Sv = \frac{\pi D^2}{4} v$. Le débit et la section étant constants, la vitesse l'est aussi.

Question 3.2 c). Calculer la valeur du débit volumique Q_v de l'huile à partir du diamètre de la canalisation et de la vitesse d'écoulement données.

La section de la canalisation circulaire est $S = \pi D^2/4$. Avec $D = 10,0\ \text{cm} = 0,100\ \text{m}$ et $v = 0,50\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, on obtient $Q_v = Sv = \pi(0,100)^2/4 \times 0,50 = 3,93 \times 10^{-3}\ \text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. Cela correspond à environ $3,9\ \text{L}\cdot\text{s}^{-1}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Q_v = 3,93 \times 10^{-3}\ \text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, soit environ $3,9\ \text{L}\cdot\text{s}^{-1}$.

3.3

Question 3.3 a). Déterminer, en mètres, la valeur des pertes de charge J entre B et C à partir de la perte de charge indiquée par mètre de canalisation et de la longueur de la conduite.

La perte de charge linéique vaut $2,0\ \text{cm}$ par mètre et la longueur BC est d'environ $20,0\ \text{m}$. La perte totale est donc $J = 2,0 \times 20,0 = 40\ \text{cm}$. En mètres, $J = 0,40\ \text{m}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $J = 0,40\ \text{m}$ entre B et C.

Question 3.3 b). Donner l'expression du théorème de Bernoulli entre B et C, puis simplifier cette expression en tenant compte de la réponse à la question 3.2 a).

Entre B et C, le théorème de Bernoulli généralisé s'écrit $\frac{v_C^2}{2g} + z_C + \frac{P_C}{\rho g} - \left(\frac{v_B^2}{2g} + z_B + \frac{P_B}{\rho g}\right) = h_{MT} - J$. La pompe est située en amont de B, donc $h_{MT} = 0$ sur ce tronçon. Le régime stationnaire et l'incompressibilité impliquent une vitesse identique en B et C : les termes cinétiques s'annulent.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $z_C - z_B + \frac{P_C - P_B}{\rho g} = -J$.

Question 3.3 c). Rappeler le nom de l'unité du système international de pression.

L'unité de pression du système international est le pascal, de symbole Pa. Elle correspond à un newton par mètre carré : $1\ \text{Pa} = 1\ \text{N}\cdot\text{m}^{-2}$. Le bar est une unité usuelle, mais ce n'est pas l'unité SI.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'unité SI de pression est le pascal (Pa), équivalent à $1\ \text{N}\cdot\text{m}^{-2}$.

Question 3.3 d). Sachant que la pression en C est égale à la pression atmosphérique, P_C = P_atm = 1,01 bar, calculer la pression en B.

Entre B et C, la relation simplifiée donne $P_B = P_C + \rho g(z_C - z_B + J)$. Le schéma indique $z_C - z_B = h = 8,0\ \mathrm{m}$, et la perte calculée vaut $J = 0,40\ \mathrm{m}$. Avec $\rho = 0,91\ \mathrm{g\cdot mL^{-1}} = 910\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$, $P_C = 1,01 \times 10^5\ \mathrm{Pa}$ et $g = 9,8\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$, on obtient $P_B = 1,759 \times 10^5\ \mathrm{Pa}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P_B \approx 1,76 \times 10^5\ \mathrm{Pa} = 1,76\ \mathrm{bar}$.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2011)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de sciences physiques du BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries, session 2011, porte le code QAPHY et dure deux heures, coefficient 3. Elle étudie les indices d'acide et d'iode de l'huile d'olive, puis son transfert entre cuves. Les compétences évaluées couvrent chimie organique, dosages, stéréoisomérie, calculs de débit et application de Bernoulli.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Un triglycéride est un triester formé par réaction du glycérol avec trois acides gras.
- Pour R-COOH + HO^- → $R\text{-}COO^-$ + H_2O, K = 10^($pK_a(H_2O/HO^-)$ - $pK_a(R\text{-}COOH/R\text{-}COO^-)$).
- Dans le dosage du diiode par le thiosulfate, 1 mol de I_2 réagit avec 2 mol de $S_2O_3^{2-}$.
- Pour un fluide incompressible en régime stationnaire, $Q_v = S \cdot v$; Bernoulli généralisé tient compte des pertes de charge.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer formule semi-développée et formule topologique, et représenter correctement la géométrie Z ou E.
- Pour l'indice d'acide, convertir le volume d'huile en masse avec la masse volumique avant de calculer le pourcentage massique.
- Écrire et équilibrer les demi-équations avant d'établir l'équation globale du dosage rédox.
- Dans Bernoulli, convertir les unités, utiliser des altitudes cohérentes et inclure les pertes de charge avec le bon signe.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment choisir l'indicateur coloré pour le dosage de l'huile ?

Repérez le pH à l'équivalence, puis choisissez un indicateur dont la zone de virage contient ce pH. Il faut aussi que le saut de pH autour de l'équivalence permette un changement de couleur net.

Q : Pourquoi le dosage du diiode utilise-t-il un facteur deux ?

La réaction équilibrée est $I_2 + 2\ S_2O_3^{2-} \rightarrow 2\ I^- + S_4O_6^{2-}$. Deux moles de thiosulfate correspondent donc à une mole de diiode, d'où la division par deux pour calculer $n(I_2)$.

Q : Comment organiser le temps dans cette épreuve de deux heures ?

Répartissez le temps selon le poids des exercices : 9 points pour l'indice d'acide, puis 5,5 points pour chacun des deux autres thèmes. Gardez quelques minutes pour vérifier les unités, les calculs et les réponses justifiées.

Q : Qu'attend-on pour les calculs et les justifications ?

Présentez la relation utilisée, remplacez les grandeurs par leurs valeurs avec des unités cohérentes, puis donnez un résultat accompagné de son unité. Justifiez les choix chimiques et l'utilisation des modèles demandés.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsera.fr/assets/annales/bts-era/E3.2 - Physique-Chimie/2011/BTS ERA - E3.2 - Physique-Chimie - Session 2011 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Étude et Réalisation d\ : 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.