BURHAN

Contrôle de l'évolution des systèmes chimiques : exercices, entraînement

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/controle-de-l-evolution-des-systemes-chimiques/exercices/entrainement

Chapitre	Palier	Exercices
Contrôle de l'évolution des systèmes chimiques	Entraînement	7

Exercice 1

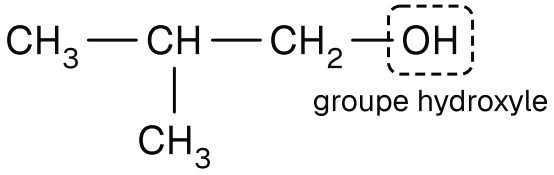
Éthanoate de 2-méthylpropyle et son rendement

L'éthanoate de 2-méthylpropyle sent la framboise. On le prépare en chauffant à reflux $20{,}0\,\text{mL}$ de 2-méthylpropan-1-ol avec $0{,}300\,\text{mol}$ d'anhydride éthanoïque.

Espèce	Formule	M (g · mol^{-1})	ρ (g · mL^{-1})
2-méthylpropan-1-ol	$(CH_3)_2CH-CH_2-OH$	74,0	0,802
éthanoate de 2-méthylpropyle	$CH_3-COO-C_4H_9$	116,0	0,875

1.

Le document représente la formule semi-développée du 2-méthylpropan-1-ol. Écrire l'équation de la réaction, sachant que la chaîne C_4H_9 de l'ester est celle de cet alcool.



Formule semi-développée du 2-méthylpropan-1-ol ; le groupe hydroxyle est entouré et la formule brute est calculée.
Formule brute : $C_4H_{10}O$.

INDICE

L'anhydride éthanoïque cède une partie acyle à l'alcool et donne aussi un acide carboxylique.

2.

Calculer la quantité initiale d'alcool. Dresser le tableau d'avancement et en déduire le réactif limitant.

INDICE

La masse d'un liquide pur se déduit de sa masse volumique et de son volume ; n'arrondis pas les valeurs intermédiaires, seulement le résultat final.

3.

On recueille $21{,}4\,\text{g}$ d'ester purifié. Calculer le rendement.

INDICE

L'ester a un coefficient stœchiométrique égal à un : sa quantité maximale vaut l'avancement maximal.

4.

Un camarade affirme qu'en doublant la quantité d'anhydride, on obtiendrait plus d'ester. A-t-il raison ?

INDICE

Regarde quel réactif fixe l'avancement maximal.

Exercice 2

Savon d'huile d'olive à partir de la trioléine

L'huile d'olive est assimilée ici à de la trioléine pure, triester du glycérol et de l'acide oléique. On chauffe à reflux $22{,}1\ \mathrm{g}$ de trioléine avec $25{,}0\ \mathrm{mL}$ de solution d'hydroxyde de sodium à $6{,}0\ \mathrm{mol\cdot L^{-1}}$ et de l'éthanol.

Espèce	Formule	M ($\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$)
trioléine	$(\mathrm{C_{17}H_{33}-COO)_3C_3H_5}$	$884{,}0$
oléate de sodium	$\mathrm{C_{17}H_{33}-COONa}$	$304{,}0$

1.

Écrire l'équation de la saponification de la trioléine. La formule $(\mathrm{C_{17}H_{33}-COO)_3C_3H_5}$ désigne trois groupes $\mathrm{C_{17}H_{33}-COO-}$ liés au squelette $\mathrm{C_3H_5}$ du glycérol.

INDICE

Chaque groupe ester consomme un ion hydroxyde et libère un ion carboxylate ; il reste le glycérol.

2.

Calculer les quantités initiales, dresser le tableau d'avancement et identifier le réactif limitant.

INDICE

Pour la solution, la quantité d'ions hydroxyde vient de la concentration et du volume ; compare ensuite chaque quantité divisée par son coefficient.

3.

Calculer la masse maximale de savon, puis le rendement si l'on recueille $19{,}5\ \mathrm{g}$ d'oléate de sodium sec.

INDICE

Le coefficient trois de l'ion carboxylate intervient dans la quantité maximale de savon.

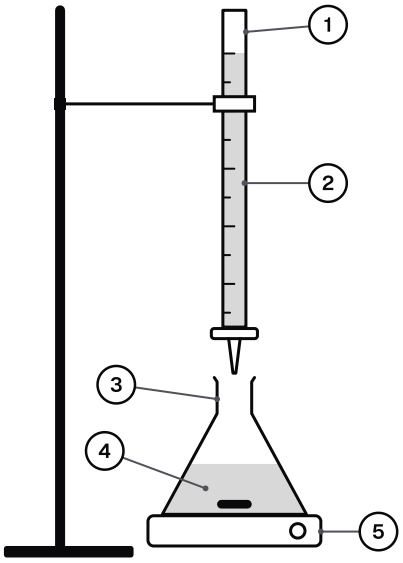
Exercice 3

Tributyrine d'un corps gras : dosage de la base en excès

Un corps gras modèle contient de la tributyrine $(\mathrm{C_3H_7{-}COO)_3C_3H_5}$ ($M = 302{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$) et des matières qui ne réagissent pas avec les ions hydroxyde. On chauffe à reflux un échantillon de $1{,}00\,\mathrm{g}$ de ce corps gras avec $20{,}0\,\mathrm{mL}$ de solution alcoolique d'hydroxyde de sodium à $0{,}500\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$. Après refroidissement, on dose les ions hydroxyde restants par une solution d'acide chlorhydrique à $0{,}250\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$, en présence de phénolphtaléine : la teinte rose disparaît pour un volume versé $V_E = 10{,}0\,\mathrm{mL}$.

1.

Écrire l'équation de la saponification de la tributyrine, puis celle de la réaction de dosage.



Dosage colorimétrique des ions hydroxyde restants après la saponification.

1 : burette graduée
2 : solution d'acide chlorhydrique
3 : erlenmeyer
4 : mélange saponifié et phénolphtaléine
5 : agitateur magnétique

INDICE

La tributyrine porte trois groupes ester ; le dosage est une réaction entre les ions oxonium et les ions hydroxyde.

2.

Calculer la quantité d'ions hydroxyde introduite, puis celle qui reste après la saponification.

INDICE

À l'équivalence du dosage, les ions oxonium versés et les ions hydroxyde restants sont dans les proportions de l'équation.

3.

À l'aide d'un tableau d'avancement de la saponification, déterminer la quantité puis la masse de tributyrine de l'échantillon, et sa part en masse.

INDICE

La saponification est totale et les ions hydroxyde sont en excès : c'est la tributyrine qui fixe l'avancement final.

4.

Pourquoi faut-il introduire les ions hydroxyde en excès ? Pourquoi les dose-t-on seulement après refroidissement ?

INDICE

Demande-toi ce que mesure le dosage, et ce que deviendrait cette mesure si la saponification se poursuivait pendant le dosage.

5.

Quelles précautions de sécurité faut-il prendre avec la solution alcoolique d'hydroxyde de sodium, pendant le chauffage puis pendant le dosage ?

INDICE

Pense aux propriétés d'une base concentrée et à celles de son solvant.

Exercice 4

Propanoate de propyle : voie acide ou voie anhydride

On veut préparer du propanoate de propyle $\mathrm{C_2H_5-COO-C_3H_7}$ ($M = 116{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$) à partir de $0{,}250\,\mathrm{mol}$ de propan-1-ol $\mathrm{CH_3-CH_2-CH_2-OH}$, par deux voies.

Voie	Second réactif	Quantité	Constante ou caractère	Durée à reflux
acide	acide propanoïque	$0{,}400\,\mathrm{mol}$	$K = 4$	plusieurs heures
anhydride	anhydride propanoïque	$0{,}250\,\mathrm{mol}$	totale	environ trente minutes

1.

Voie acide : écrire l'équation de l'estérification de l'acide propanoïque $\mathrm{C_2H_5-COOH}$ par le propan-1-ol.

INDICE

L'estérification est limitée : la double flèche s'impose, et il se forme de l'eau.

2.

Dresser le tableau d'avancement de la voie acide et calculer l'avancement final à l'équilibre, avec $K = 4$.

INDICE

Exprime la constante d'équilibre avec les quantités de matière à l'équilibre : tu obtiens une équation du second degré en x_f.

3.

En déduire le rendement de la voie acide sans perte et la masse d'ester correspondante.

INDICE

Compare la quantité d'ester présente à l'équilibre à la quantité maximale que fixe le réactif limitant.

4.

Voie anhydride : écrire l'équation et calculer la masse maximale d'ester, sans perte.

INDICE

La réaction de l'anhydride est totale : l'avancement final atteint l'avancement maximal.

5.

Quelle voie choisir ? Argumenter à l'aide de la durée et du rendement.

INDICE

Compare les deux voies sur deux critères : la durée pour atteindre l'état final et la quantité d'ester obtenue.

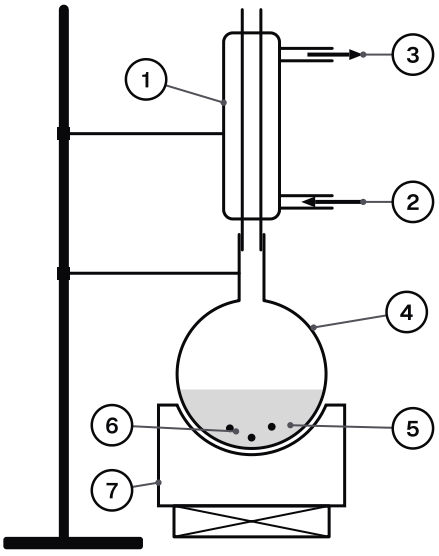
Exercice 5

Montage à reflux de l'éthanoate de géranyle

L'éthanoate de géranyle $CH_3-COO-C_{10}H_{17}$, à odeur de rose, se prépare à partir du géraniol $C_{10}H_{17}-OH$ et d'anhydride éthanoïque. Le géraniol bout à $230\,^\circ C$, l'ester à $240\,^\circ C$; l'anhydride est corrosif et ses vapeurs irritantes.

1.

Nommer les parties numérotées de 1 à 7 du montage.



Montage de la synthèse de l'éthanoate de géranyle ; les parties numérotées sont à nommer.

INDICE

Suis le trajet de l'eau froide et celui des vapeurs, du chauffage jusqu'en haut du montage.

2.

Justifier l'emploi de ce montage : rôle du chauffage, du réfrigérant et de la pierre ponce.

INDICE

Le chauffage agit sur la vitesse ; demande-toi ce que deviendraient les vapeurs sans réfrigérant.

3.

Citer les règles de sécurité à respecter pendant cette synthèse.

INDICE

Relis l'introduction : quels dangers présente chacun des produits employés, et à quel moment de la synthèse ?

4.

Proposer un protocole de la synthèse et de la récupération de l'ester, en justifiant chaque étape.

INDICE

Pour chaque étape, demande-toi quelle espèce elle apporte, transforme ou retire du mélange.

5.

Pourquoi ne lave-t-on pas la phase organique avec une solution concentrée et chaude d'hydroxyde de sodium ?

INDICE

Pense à la réaction d'un ester avec les ions hydroxyde.

Exercice 6

Distillation fractionnée de l'éthanoate d'hexyle

On fait réagir $0{,}100\,\text{mol}$ d'anhydride éthanoïque avec $18{,}8\,\text{mL}$ d'hexan-1-ol $\text{C}_6\text{H}_{13}-\text{OH}$, puis on sépare le mélange obtenu par distillation fractionnée.

Espèce	M **(g · mol^{-1})**	ρ **(g · mL^{-1})**	$\theta_{\text{éb}}$ **(°C)**
acide éthanoïque	$60{,}0$	$1{,}05$	118
hexan-1-ol	$102{,}0$	$0{,}814$	157
éthanoate d'hexyle	$144{,}0$	$0{,}873$	171

1.

Écrire l'équation de la réaction et calculer la quantité initiale d'hexan-1-ol.

INDICE

La quantité d'un liquide pur se calcule avec sa masse volumique, son volume et sa masse molaire.

2.

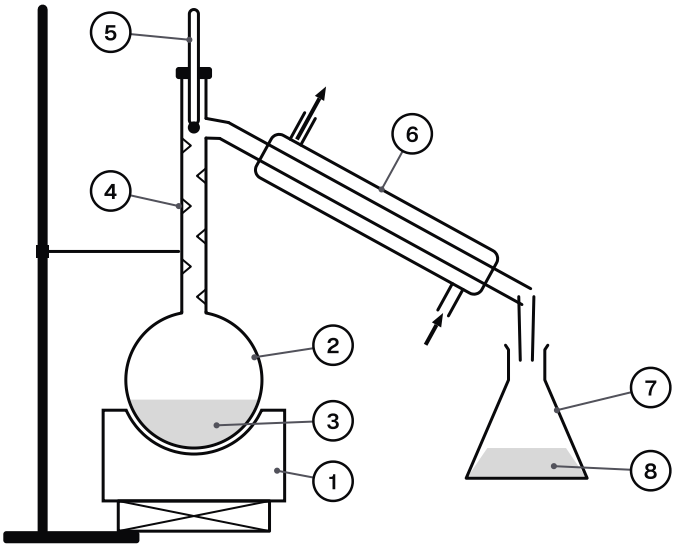
Dresser le tableau d'avancement et donner la composition du mélange à l'état final.

INDICE

La réaction est totale : cherche le réactif qui disparaît le premier.

3.

Le mélange final est distillé avec le montage représenté. Indiquer l'ordre dans lequel les trois espèces passent dans le distillat, et la température lue au thermomètre pendant chaque passage.



Distillation fractionnée du mélange obtenu après la synthèse de l'éthanoate d'hexyle.

1 : chauffe-ballon
2 : ballon
3 : mélange final et pierre ponce
4 : colonne de Vigreux
5 : thermomètre
6 : réfrigérant droit
7 : récipient de recueil
8 : distillat

INDICE

En tête de colonne, la vapeur la plus riche est celle de l'espèce la plus volatile.

4.

Expliquer le rôle de la colonne et pourquoi le réservoir du thermomètre est placé à la hauteur de la sortie des vapeurs.

INDICE

Pense à ce que subissent les vapeurs au contact de la colonne, plus froide en haut qu'en bas, et à la vapeur dont la température compte pour le recueil.

5.

La dernière fraction contient $12{,}4\,\text{g}$ d'ester pur. Calculer le rendement de la synthèse.

INDICE

La quantité maximale d'ester se déduit de l'avancement maximal du tableau.

Exercice 7

Monoxyde de carbone et dihydrogène : nickel ou cuivre

Dans un réacteur chauffé, un mélange gazeux de monoxyde de carbone CO et de dihydrogène $\mathrm{H_2}$ passe sur un catalyseur solide. On pèse le catalyseur avant et après plusieurs heures de fonctionnement et on identifie le produit carboné majoritaire.

Essai	Catalyseur	Produit carboné majoritaire	Masse avant	Masse après
1	nickel	méthane $\mathrm{CH_4}$	$5{,}00\,\mathrm{g}$	$5{,}00\,\mathrm{g}$
2	cuivre sur oxyde de zinc	méthanol $\mathrm{CH_3{-}OH}$	$8{,}00\,\mathrm{g}$	$8{,}00\,\mathrm{g}$

1.

Écrire l'équation de la réaction de chaque essai. Dans l'essai 1, il se forme aussi de l'eau.

INDICE

Les réactifs sont les mêmes ; ajuste les nombres de dihydrogène pour conserver les atomes d'hydrogène et d'oxygène.

2.

Quel rôle du catalyseur ces deux essais mettent-ils en évidence ? Quel est le type de catalyse ?

INDICE

Compare les produits obtenus avec deux catalyseurs différents, puis les phases du catalyseur et des réactifs.

3.

Que montrent les masses mesurées ? Pourquoi le catalyseur n'apparaît-il dans aucune des deux équations ?

INDICE

Compare la masse avant et après plusieurs heures de fonctionnement.

4.

Pour produire davantage de méthanol, un opérateur propose de doubler la masse de nickel. Que penser de cette proposition ?

INDICE

Compare ce que change la nature du catalyseur à ce que change sa quantité.