

CHAPITRE 5 : SYNTHÈSE D'UNE ESPÈCE CHIMIQUE

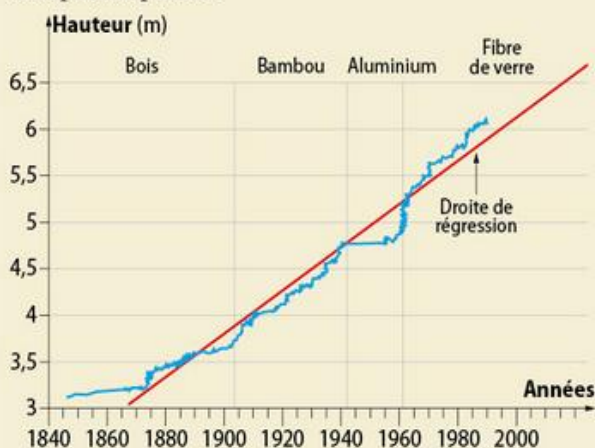
EXERCICES EN + pour s'entraîner



13 Saut à la perche

Doc. 1 | Records de saut à la perche

Le graphique suivant représente l'évolution du record du monde de saut à la perche en fonction des matériaux utilisés pour la perche :



Y. Rémond, J.-F. Caron, « Les matériaux composites dans le sport », *La Chimie et le Sport*, EDP sciences, 2011.

En février 2014, le record du monde est de 6,16 m.

Doc. 2 | Pour des réceptions sans dommage

« Rappelons qu'il n'y a pas que la perche qui fasse appel à la Chimie, car si en dessous de la barre à 3,50 m le bac de réception était en sable, au-delà les tapis et blocs de réception sont indispensables. Ils sont en mousse de polypropylène expansé ou de polyuréthane et également en mousse de latex microcellulaire (caoutchouc traité spécialement) et en mousse de polymère croisé pour recevoir sans dommage le sauteur qui tombe de près de deux étages. »

<http://www.societechimiquedefrance.fr/produit-du-jour/les-sauts.html>

1. Parmi les matériaux utilisés pour la perche et le bac de réception, indiquer ceux qui sont naturels ou synthétiques, sachant que l'aluminium n'existe pas à l'état natif sur Terre.

2. Si les performances continuaient à être améliorées au même rythme, en quelle année la barre des 6,5 m serait-elle franchie ?

3. Cette prévision vous semble-t-elle réalisable ?

Synthèse argumentée COM

En s'appuyant sur les deux documents, rédiger une synthèse argumentée de 10 lignes maximum expliquant l'apport de la chimie dans les performances des sauteurs à la perche.

14 Les nanoparticules dans les crèmes solaires

On peut trouver sur Internet des « recettes » pour fabriquer soi-même une crème solaire. L'une d'elles préconise d'utiliser 10 % en masse de dioxyde de titane, de formule TiO_2 , sous forme de particules de quelques micromètres de diamètre : la surface de ces particules réfléchit les rayons UV. Cependant, à l'échelle micrométrique, le dioxyde de titane est un pigment blanchissant qui peut donner un effet « masque de pierrot » aux crèmes solaires. Afin de résoudre ce problème, les laboratoires ont décidé de réduire la taille des particules de dioxyde de titane dans les crèmes solaires, jusqu'à les rendre invisibles à l'œil nu.

1. a. Les particules utilisées dans la recette de cette crème sont-elles des nanoparticules ? Justifier la réponse.

b. Quelle masse de dioxyde de titane doit être utilisée pour préparer 250 g de crème solaire ?

c. On considère un échantillon de masse $m = 1,0$ g de dioxyde de titane. À quel volume V_t de dioxyde de titane cela correspond-il ?

d. Calculer le volume V et la surface S d'une particule sphérique de dioxyde de titane de rayon $R = 1,0 \mu\text{m}$.

e. En négligeant l'espace entre les particules, calculer le nombre N de particules de dioxyde de titane dans l'échantillon.

f. Calculer la surface totale S_t de ces particules.

g. Reprendre les questions 1.c. à 1.f. pour des particules de rayon $R' = 1,0$ nm.

h. Compléter la phrase suivante : « Pour une même masse de dioxyde de titane, plus les particules sont petites, plus la surface de chacune est ..., mais comme leur nombre est beaucoup plus ..., leur surface totale est beaucoup plus ... »

2. Citer deux intérêts d'utiliser des nanoparticules de dioxyde de titane plutôt que des particules plus grosses.

3. Existe-t-il un inconvénient à l'utilisation des particules nanométriques dans les produits cosmétiques ?

Données. $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$; $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$.

Volume d'une sphère de rayon R : $V = \frac{4}{3} \pi R^3$.

Surface d'une sphère de rayon R : $S = 4 \pi R^2$.

Masse volumique du dioxyde de titane : $\rho = 4,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

15 Extraction lors d'une synthèse

Doc. 1 | Synthèse de la benzocaïne

La benzocaïne est un anesthésique local que l'on peut fabriquer au laboratoire, en mélangeant dans un ballon 30 mL d'éthanol, 2 g d'acide 4-aminobenzoïque et 1 mL d'acide sulfurique, puis en chauffant à reflux pendant 1 heure. Une fois la réaction terminée, le ballon refroidi contient un mélange homogène liquide de substances : benzocaïne, acide sulfurique et éthanol.

Doc. 2 | Caractéristiques des espèces chimiques

Éthanol	Benzocaïne	Acide sulfurique
<ul style="list-style-type: none">liquide à 25 °C$\rho = 0,79 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$soluble dans l'eau	<ul style="list-style-type: none">très soluble dans l'éther diéthyliquenon soluble dans l'eau	<ul style="list-style-type: none">soluble dans l'eau

L'éther diéthylique, de densité $d = 0,7$, n'est pas miscible à l'eau.

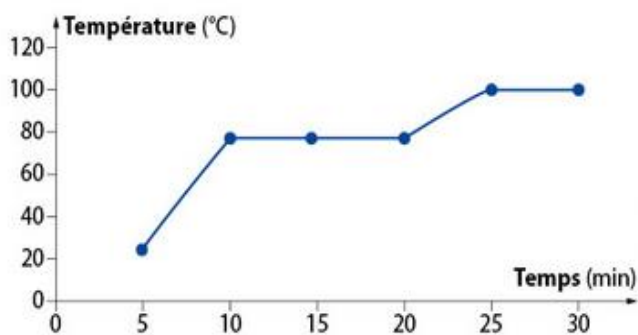
Doc. 3 | Matériel

Filtre Büchner • fiole à vide • trompe à eau • support • ampoule à décanter • entonnoir • papier-filtre • divers supports

1. Quels sont les réactifs de cette synthèse ?
2. Faire un schéma annoté du montage de chauffage à reflux.
3. En utilisant les documents 2 et 3, rédiger la suite de la synthèse expliquant comment on va procéder à l'extraction de la benzocaïne.

16 | Distillation de l'alcool médical

L'alcool médical à 70° est une solution aqueuse d'éthanol, l'éthanol représentant 70 % du volume de la solution. On souhaite extraire l'éthanol de l'alcool médical contenu dans un flacon de 250 mL en procédant à une distillation. La température a été relevée lors de la distillation :



Données. Caractéristiques physiques de l'éthanol : température d'ébullition $T_{eb} = 78 \text{ °C}$; densité $d = 0,79$.

1. Schématiser le montage en le légendant.
2. a. À l'aide du relevé de température, justifier que l'on peut penser que l'éthanol a bien été distillé.
b. Pourquoi doit-on changer le récipient qui recueille le distillat après 20 minutes de distillation ?
On a recueilli un volume $V = 175 \text{ mL}$ de distillat au bout de 20 minutes.
c. La pesée de ce volume de distillat indique 138,3 g. L'hypothèse de la question 2.a est-elle confirmée ?
d. Tout l'éthanol du flacon a-t-il été distillé ? Justifier.

17 | Extraction de la caféine

Le thé contient environ 5 % de caféine (improprement appelée « théine ») et d'autres substances, comme des sucres et des pigments. L'extraction de la caféine du thé se fait en quatre étapes.

Étape 1 : Dans un ballon surmonté d'un réfrigérant à eau, on introduit des feuilles de thé et de l'eau distillée. Le chauffage et l'agitation durent 2 heures.

On récupère un mélange liquide à la sortie du réfrigérant.

Étape 2 : Le mélange est refroidi et la phase aqueuse est mélangée à du dichlorométhane. Après décantation, seule la phase organique est recueillie.

Étape 3 : La phase organique est mélangée à du sulfate de magnésium anhydre, puis filtrée.

Étape 4 : Après évaporation du solvant, on obtient une poudre blanche qui contient principalement de la caféine.

Le dichlorométhane, à l'état liquide dans les conditions de l'expérience, n'est pas miscible à l'eau.

1. Lors de l'étape 1, quel est le rôle du réfrigérant ? Faire un schéma du montage utilisé en indiquant le sens de circulation de l'eau dans le réfrigérant.
2. Utiliser les données pour justifier le chauffage dans cette première étape.
3. Pour l'étape 2, dessiner le dispositif permettant de séparer la phase organique de la phase aqueuse et indiquer la position de chacune de ces phases. Dans quelle phase se trouve la quasi-totalité de la caféine extraite ? Justifier.
4. Que signifie « anhydre » ? Quel est le rôle du sulfate de magnésium anhydre ?
5. On considère que les grands consommateurs de café ont besoin d'au moins 200 mg de caféine pour obtenir un effet notable. À quel volume de café à 65 °C cela correspondrait-il, si l'eau était à la limite de la saturation en caféine ?

Données.

	Dichlorométhane	Eau à 25 °C	Eau à 65 °C
Solubilité de la caféine	grande	faible	$180 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
Densité	1,3	1,0	1,0