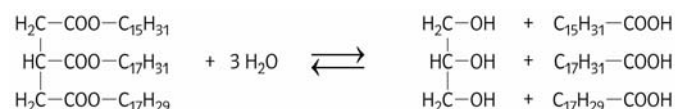


Lösungen (ohne Aufgabenstellungen)

Aufgaben

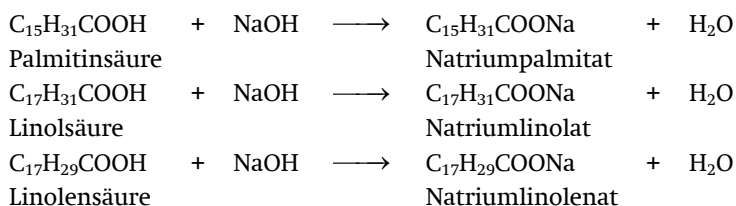
A 1

Die Hydrolyse eines Fetts entspricht einer Esterspaltung (\nearrow Kap. 16.8) und ist damit eine Gleichgewichtsreaktion. Die Reaktionsgleichung lautet:



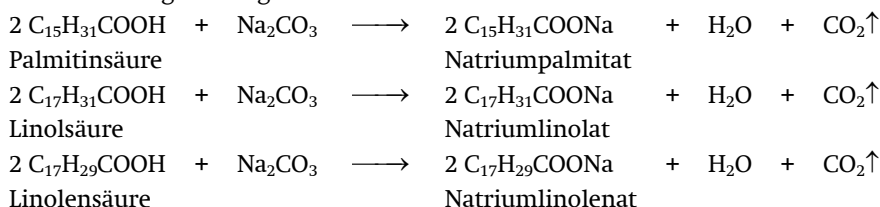
Bei der Neutralisation von Fettsäuren mit Natronlauge (wässrige Lösung von NaOH) werden die Hydroxid-Ionen der Lauge von den Fettsäure-Molekülen protoniert. Da es sich beim OH^- -Ion um eine sehr starke Base handelt, läuft die Reaktion praktisch vollständig ab.

Die Reaktionsgleichungen für die Umsetzung der obigen Fettsäuren mit Natronlauge lauten:



Wird zur Neutralisation der Fettsäuren Natriumcarbonat (Soda) verwendet, so reagiert das Carbonat-Ion als Base: Es nimmt zwei Protonen (H^+) auf und wird dabei in ein Kohlensäure-Molekül umgewandelt. Wegen der geringen Basenstärke des Carbonat-Ions würde man erwarten, dass sich ein Protolysegleichgewicht einstellt. Die bei der Neutralisation gebildete Kohlensäure ist jedoch instabil und zerfällt zum grössten Teil in H_2O und CO_2 . Da das gasförmige CO_2 laufend aus dem System entweicht, kann die Rückreaktion nicht ablaufen. Somit kann sich kein Gleichgewicht einstellen: Die Reaktion läuft vollständig ab, und wir schreiben in der Reaktionsgleichung einen gewöhnlichen Reaktionspfeil.

Die Reaktionsgleichungen lauten damit:



A 2

Die Salze der Fettsäuren (Seifen) sind aufgrund der polaren (ionischen) Bindungsverhältnisse an der funktionellen Gruppe der Seifen-Anionen ($-\text{COO}^-\text{Na}^+$) gut in Wasser und anderen polaren Lösungsmitteln löslich. Dagegen ist Stearinsäure in diesen Lösungsmitteln unlöslich, da Stearinsäure-Moleküle weitgehend unpolar sind. Die geringe Löslichkeit in Ethanol erklärt sich dadurch, dass das Ethanol-Molekül aufgrund des unpolaren Alkylrests auch lipophile Eigenschaften aufweist (↗ S. 329).

A 3

Die unterschiedlichen Temperaturbereiche, bei denen Schmier- und Kernseifen erweichen, werden allein durch die in den Seifen enthaltenen Metall-Kationen bestimmt. Bei Schmierseifen sind dies K^+ -Ionen, bei Kernseifen dagegen Na^+ -Ionen. Der Durchmesser der Na^+ -Ionen ist kleiner als derjenige der K^+ -Ionen, da sie eine Schale weniger haben. Da die Anziehungskraft zwischen entgegengesetzt geladenen Ionen bei kleinerem Abstand der Ladungszentren grösser wird (Coulombgesetz), herrschen bei Kernseifen (Natriumseifen) stärkere Gitterkräfte: Sie erweichen erst oberhalb der Zimmertemperatur. Bei den Schmierseifen (Kaliseifen) wirken entsprechend kleinere Coulombkräfte zwischen Metall-Kationen und Seifen-Anionen: Sie erweichen schon bei Zimmertemperatur.

A 4

Ja, sie leiten den elektrischen Strom, da Seifen Salze sind (Alkalisalze der Fettsäuren). In der Seifenlösung befinden sich damit frei bewegliche Ladungsträger: Seifen-Anionen und Metall-Kationen. Beim Anlegen einer elektrischen Gleichspannung wandern die Ionen zu den entgegengesetzt geladenen Polen, die Ionenwanderung schliesst den Stromkreis.

A 5

Aufgrund der Wasserstoffbrücken werden die Wasser-Moleküle besonders stark zusammengehalten. Wasser hat daher eine sehr grosse Grenzflächenspannung. Zwischen den Hexan-Molekülen wirken dagegen nur vergleichsweise schwache Van-der-Waals-Kräfte, die Grenzflächenspannung ist damit deutlich geringer als beim Wasser.

A 6

Die Seifen-Anionen lagern sich an der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft an und bilden eine monomolekulare Schicht mit dem polaren Teil zum Wasser und mit dem unpolaren Teil zur Luft hin. Zwischen den Seifen-Anionen in der monomolekularen Schicht wirken nur sehr schwache Anziehungskräfte (Abstossung zwischen den negativ geladenen Kopfgruppen, Van-der-Waals-Kräfte zwischen den Alkylresten). Da zwischen Seifen-Anionen schwächere Anziehungskräfte wirken als zwischen Wasser-Molekülen, nimmt die Grenzflächenspannung ab.

A 7

	Tensid?	Grund
a)	nein	Zu wenig polare Gruppe (Estergruppe).
b)	nein	Das unpolare Ende des Anions ist nicht genügend lang.
c)	nein	Zu wenig polare Gruppe (Hydroxygruppe).
d)	nein	Der unpolare Alkylrest ist zu lang.
e)	ja	Es handelt sich um ein nichtionisches Tensid (ein Fettalkoholethoxylat).

A 8

Verschmutzungen, die mit Bleichmitteln entfernt werden sollen, sind oftmals Farbstoffe:

- rote bis blaue Anthocyanfarbstoffe aus Kirschen und Heidelbeeren
- gelbe Curcumafarbstoffe aus Curry und Senf
- braune Gerbstoffe von Tee, Obst und Rotwein
- tiefbraune Huminsäuren aus Kaffee und Kakao
- rotes Betanin der Roten Bete
- orangerotes β -Carotin der Möhre und Tomate
- grünes Chlorophyll
- technische Farbstoffe aus Kosmetika und Farbstiften

Die oxidative Bleiche, die sich zur Entfernung dieser Verschmutzungen bewährt hat, beruht im Wesentlichen auf der Zerstörung der Struktur dieser Farbstoffe. Die konjugierten Doppelbindungen, die für die Absorption des Lichts und damit für die Farbigkeit verantwortlich sind (\nearrow S. 317), werden gespalten oder hydroxyliert (mit OH-Gruppen versehen). Der Farbstoff verliert damit seine farbgebenden Eigenschaften und seine Haftung auf der Faser. Dies würde auch mit den Farbstoffen auf den zu waschenden farbigen Textilien geschehen, ein Ausbleichen der Farben wäre die Folge. Deshalb ist in Waschmitteln für Buntwäsche (Colorwaschmitteln) kein Bleichmittel enthalten.

A 9

Wasserlösliche Silicate (Natriumsilicate) wirken als *Fällungsenthärter*: Sie bilden mit den in hartem Wasser vorhandenen Calcium-Ionen unlösliches Calciumsilicat. Als Enthärter werden auch die wasserunlöslichen Zeolithe (Natriumaluminiumsilicate) eingesetzt: Sie wirken als *Komplexbildner*, welche die Calcium-Ionen in käfigartigen Strukturen binden. Natriumsilicate wirken auch als *Korrosionsinhibitoren*: Sie schützen diejenigen Stahlteile der Waschmaschine, die mit der Waschlauge in Berührung kommen.

Lösungen zum Kapitel «Überprüfung und Vertiefung»

Ü 1

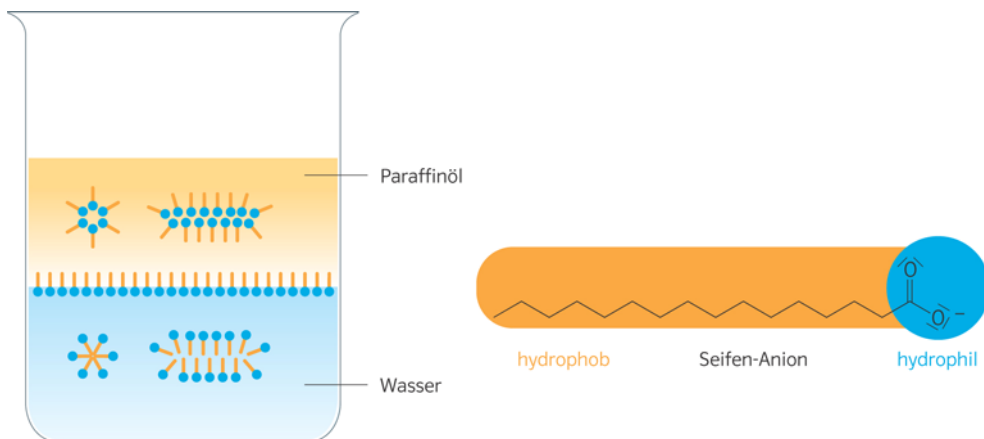
Die Anwendung der Flotation bei der Erzaufbereitung beruht auf der unterschiedlichen Benetzbarkeit der Erzteilchen und der restlichen Gesteinsbestandteile («Gangart», ↗ S. 250). Durch Zugabe von Tensiden werden die Erzteilchen hydrophobiert. Sie lagern sich dann an den Luftbläschen an und schwimmen als Schaum auf. An der Oberfläche des Flotationsbads können sie mit einer Räumereinrichtung abgeschöpft werden. Die hydrophilen Teilchen der Gangart werden vom Wasser benetzt und sinken ab.

Ü 2

Die Grenzflächenspannung von tensidhaltigem Wasser ist sehr viel geringer als diejenige von Leitungswasser. Deshalb ist auch seine «Benetzungsfähigkeit» viel grösser. Dieser Effekt ist erwünscht, wenn man einen Brand mit Wasser löschen möchte. Tensidhaltige Löschschäume ersticken Feuer durch die Unterbindung der Sauerstoffzufuhr und machen die oben genannte Benetzung möglich (Beispiel: Schaumteppich auf Flughäfen).

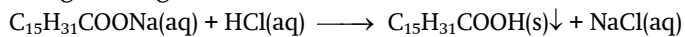
Spezielle Tenside bewirken, dass wässriger Schaum auf brennendem Benzin schwimmt, obwohl Wasser eine grössere Dichte als Benzin hat.

Ü 3



Ü 4

Stoffgleichung:



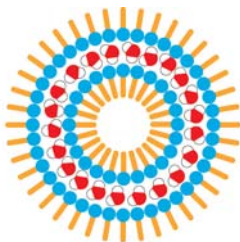
Teilchengleichung:



Bei der Protonierung der Palmitat-Ionen bilden sich Palmitinsäure-Moleküle. Die Ionenverbindung Natriumpalmitat ist wasserlöslich, da zwischen Palmitat-Ionen und Wassermolekülen Ion-Dipol-Wechselwirkungen auftreten. Zwischen Palmitinsäure- und Wassermolekülen treten solche Wechselwirkungen jedoch nicht auf und die hydrophile Carboxygruppe ist im Verhältnis zum Gesamtmolekül sehr klein: Der hydrophobe Charakter des Moleküls überwiegt. Palmitinsäure ist daher in Wasser praktisch unlöslich.

Ü 5

a)

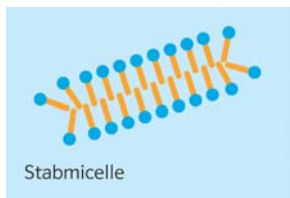


Seifenblase

b)



Kugelmicelle

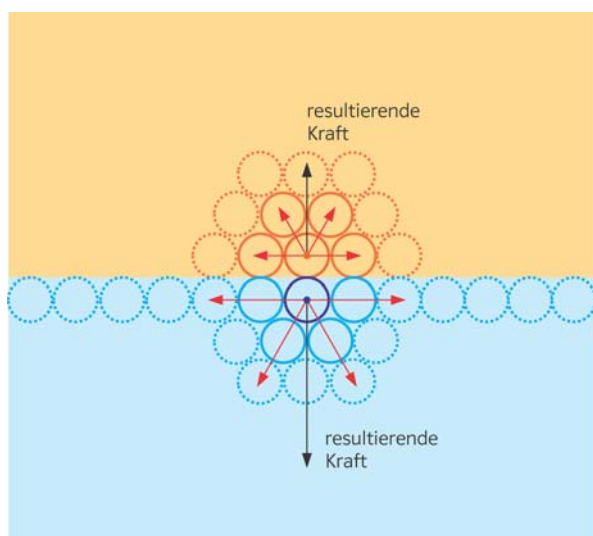


Stabmicelle

c)



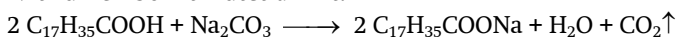
Ü 6



Zwischen den Wasser-Molekülen wirken stärkere Anziehungskräfte als zwischen Öl-Molekülen: Jedes Wasser-Molekül kann sich über vier Wasserstoffbrücken mit benachbarten Wasser-Molekülen verbinden, zwischen Öl-Molekülen wirken dagegen fast ausschliesslich die schwächeren Van-der-Waals-Kräfte. Die resultierende Nettokraft, die auf ein Teilchen an der Flüssigkeitsoberfläche wirkt, ist daher beim Wasser deutlich stärker als beim Öl: Zwischen Wasser und Öl tritt eine relativ grosse Grenzflächenspannung auf.

Ü 7

Bei der Reaktion von Stearinsäure mit Natriumcarbonat reagiert das Carbonat-Ion (CO_3^{2-}) als zweiwertige Base. Durch zweifache Protonierung eines Carbonat-Ions bildet sich ein Kohlensäure-Molekül (H_2CO_3), das jedoch instabil ist und sogleich in ein CO_2 - und ein H_2O -Molekül zerfällt. Die Gesamtgleichung für die Umsetzung von Stearinsäure mit Natriumcarbonat lautet damit:

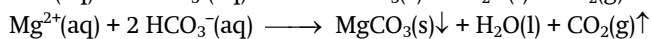
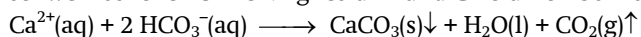


Da das entstehende gasförmige CO_2 laufend aus dem Reaktionsgemisch entweicht, kann sich kein Protolysegleichgewicht einstellen.

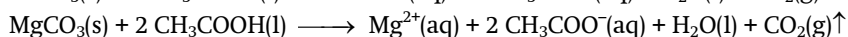
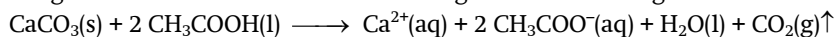
Das gebildete Salz (Natriumstearat) ist eine Seife.

Ü 8

Hartes Leitungswasser hat einen hohen Anteil an Calcium- und Magnesium-Ionen. Diese bilden beim Auskristallisieren mit den Hydrogencarbonat- und Carbonat-Ionen die schwer löslichen Salze Magnesium- und Calciumcarbonat:

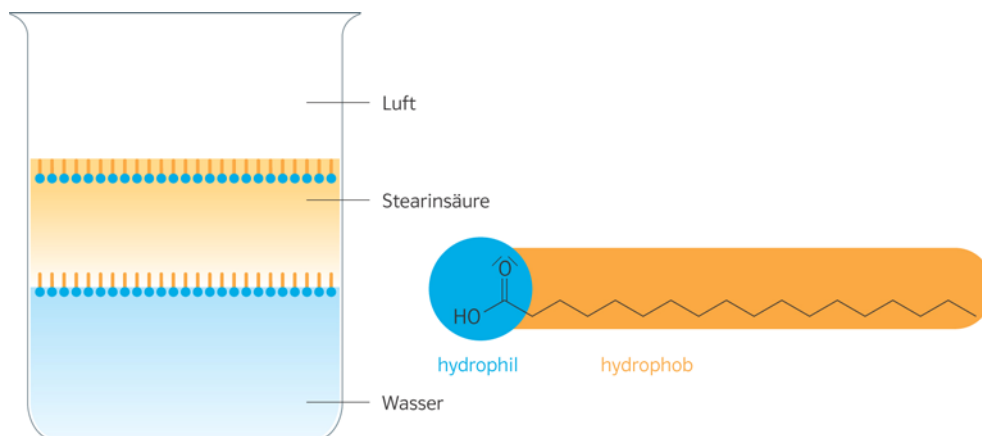


Essigsäure «löst» Carbonate unter Bildung von Acetatlösungen und Kohlenstoffdioxid:



Ü 9

In geschmolzener Stearinsäure sind die Moleküle beweglich, sodass sie sich auf dem warmen Wasser mit ihrem polaren Molekülteil ($-\text{COOH}$) wie Seifen-Anionen anordnen können. Auf der der Luft zugewandten Seite erfolgt die Anordnung so, dass der unpolare Molekülteil (Alkyrest) sich an der Oberfläche anlagert (Luft kann als ein hydrophober Stoff angesehen werden). Beim Erkalten bleibt die Orientierung der Stearinsäure-Moleküle erhalten, damit erhält die Stearinsäureplatte eine hydrophobe und eine hydrophile Oberfläche mit unterschiedlichen Benetzbarkeiten.



Ü 10

Wichtiger Hinweis: Diese Aufgabe ist eine Wiederholung von Aufgabe A 3 in diesem Kapitel. Die Aufgabe wurde deshalb im korrigierten Nachdruck (1. Auflage 2008²) entfernt.