

12 Carbonsäuren und Ester

12.18 Zusammenfassung und Übung (S. 409/410)

Zu den Aufgaben

A1

- a) Bei der Herstellung von Essig aus Wein wird Ethanol von Essigsäurebakterien (*Acetobacter aceti*) zu Essigsäure oxidiert. Diese benötigen dazu Sauerstoff aus der Luft. Die Verwendung flacher Pfannen mit großem Durchmesser bewirkt eine schnelle Aufnahme von Luftsauerstoff, da die Kontaktfläche der Flüssigkeit mit der Luft groß ist.
- b) Bei heutigen Verfahren siedelt man die Essigsäurebakterien auf großen Oberflächen (z. B. auf Buchenholzspänen) an und bläst mithilfe einer Pumpe Luft ein.

A2 Die höhere Siedetemperatur der Essigsäure weist auf stärkere zwischenmolekulare Kräfte hin, verursacht durch die stark polare Carboxygruppe. Die Carboxygruppe enthält die polare CO-Doppelbindung und die ebenfalls polare O-H-Einfachbindung. Dadurch können sich zwei Essigsäure-Moleküle über Wasserstoffbrücken zu einem Essigsäuredimer (mit der doppelten Teilchenmasse $m_t = 120$ u) zusammenlagern.

Das Ethanal-Molekül hat keine Hydroxygruppe und kann daher keine Wasserstoffbrücken ausbilden, die Siedetemperatur ist wesentlich tiefer (20 °C gegenüber 118 °C).

A3

Name	Strukturformel
Ameisensäure	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \end{array}$
Propionsäure	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Buttersäure	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

A4

- a) Milchsäure weist zwei Hydroxygruppen und eine Carbonylgruppe auf.
- b) Der IUPAC-Name lautet 2-Hydroxypropansäure.
- c) Durch die beiden Hydroxygruppen können jeweils Wasserstoffbrücken zu Wasser-Molekülen gebildet werden. Daher ist Milchsäure in jedem Verhältnis in Wasser löslich.

A5

Gegeben: Essigessenz mit dem Massenanteil $w(\text{Essigsäure}) = 25\%$

Gesucht: Masse der Essigessenz $m(\text{Essigessenz})$,

die zur Herstellung von 1 Liter Essig mit $w(\text{Essigsäure}) = 5\%$ benötigt wird

Berechnung der benötigten Masse von Essigsäure für 1 kg Essig:

$$w(\text{Essigsäure}) = \frac{m(\text{Essigsäure})}{m(\text{Essig})} \quad \Leftrightarrow \quad m(\text{Essigsäure}) = w(\text{Essigsäure}) \cdot m(\text{Essig})$$

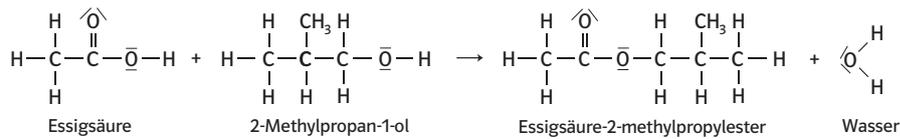
$$\Rightarrow m(\text{Essigsäure}) = 5\% \cdot 1 \text{ kg} = 0,05 \cdot 1 \text{ kg} = 0,05 \text{ kg}$$

Berechnung der Masse von Essigessenz, die 0,05 kg Essigsäure enthält:

$$w(\text{Essigsäure}) = \frac{m(\text{Essigsäure})}{m(\text{Essigessenz})} \quad \Leftrightarrow \quad m(\text{Essigessenz}) = \frac{m(\text{Essigsäure})}{w(\text{Essigsäure})}$$

$$\Rightarrow m(\text{Essigsäure}) = \frac{0,05 \text{ kg}}{25\%} = \frac{0,05 \text{ kg}}{0,25} = 0,2 \text{ kg}$$

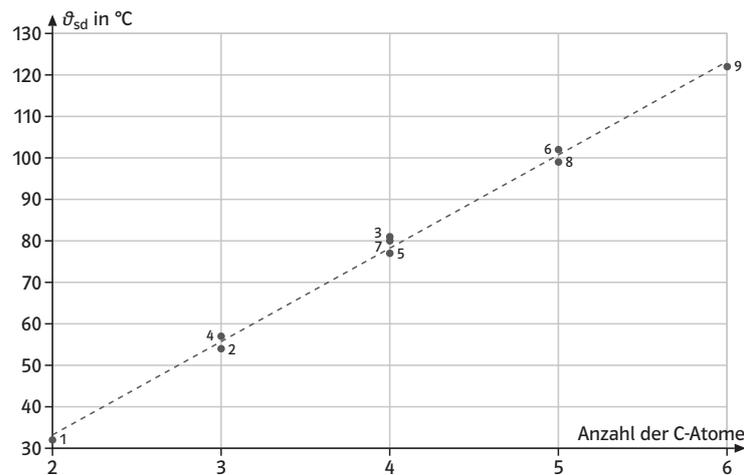
Um 1 kg Essig mit $w = 5\%$ zu erhalten, benötigt man 0,2 kg Essigessenz mit $w = 25\%$ und 0,8 kg Wasser. Nimmt man vereinfachend an, dass die Dichte von Essig $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ ist, entspricht dies auch 1 Liter Essig.

A6

Ein Essigsäure-Molekül reagiert mit einem 2-Methylpropan-1-ol-Molekül unter Abspaltung eines Wasser-Moleküls zu einem Essigsäure-2-methylpropylester-Molekül. Man bezeichnet diese Reaktion als Veresterung. Da insgesamt aus zwei Molekülen ein größeres Molekül unter Abspaltung eines kleinen Moleküls (H_2O) gebildet wird, spricht man von einer Kondensationsreaktion.

A7

a) und b)



c) Das Diagramm zeigt, dass die Siedetemperatur eines Carbonsäureesters hauptsächlich von der Anzahl der C-Atome seiner Moleküle abhängig ist. Isomere wie z. B. Ameisensäureethylester und Essigsäuremethylester haben sehr ähnliche Siedetemperaturen. Außerdem erkennt man eine annähernd lineare Abhängigkeit der Siedetemperatur von der Anzahl der C-Atome. Bestimmt man die Steigung der Geraden, so erkennt man, dass pro zusätzlichem C-Atom die Siedetemperatur um etwa $22,5^\circ\text{C}$ höher wird.

A8

Das Fett-Molekül ist aus einem Glycerin-Molekül und drei verschiedenen Fettsäuren aufgebaut. Bei den Fettsäuren handelt es sich

- um die gesättigte Fettsäure Octadecansäure (Stearinsäure),
- die einfach ungesättigte Octadecansäure (Ölsäure),
- um die gesättigte Fettsäure Hexadecansäure (Palmitinsäure).

A9

a) Buttersäure

b) Methansäure (Ameisensäure)

c) ... ungesättigten Fettsäuren.

d) Essigsäureethyl- bzw. butylester

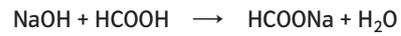
e) Palmitinsäure ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$) ist gesättigt. Ölsäure ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$) nicht.**A10**

a) Gib 5 g des Entkalkers in einen Erlenmeyerkolben und verdünne mit dest. Wasser auf etwa 50 ml Flüssigkeit.

Tropfe zu der Flüssigkeit 5 Tropfen Thymolphthalein-Lösung oder Phenolphthalein-Lösung.

Fülle ein Bürette mit Natronlauge der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$ und titriere die Lösung im Erlenmeyerkolben bis zur ersten bleibenden Blaufärbung bzw. Rotviolett färbung. Wiederhole die Titration zur Überprüfung der ersten Titration.

b) Beispiel: Zur Neutralisation der Entkalkerprobe sind $V(\text{NaOH}) = 21 \text{ ml}$ der Konzentration $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$ der Natronlauge gebraucht worden.



$$n(\text{NaOH}) = n(\text{HCOOH})$$

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$$

$$= 1 \text{ mol/l} \cdot 0,021 \text{ l} = 0,021 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCOOH}) = 0,021 \text{ mol}$$

$$m(\text{HCOOH}) = n(\text{HCOOH}) \cdot M(\text{HCOOH}) = 0,021 \text{ mol} \cdot 46 \text{ g/mol} = 0,966 \text{ g}$$

$$w(\text{HCOOH}) = \frac{m(\text{HCOOH})}{m(\text{Entkalker})} = \frac{0,966 \text{ g}}{5 \text{ g}} = 0,193 \text{ oder } 19,3 \%$$

Bei diesem Titrationsergebnis läge der Massenanteil der Ameisensäure knapp unter 20%.