

Klassenarbeit Chemie Klasse 10

Thema: Alkanole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester

Name: _____ Datum: _____

Punkte: _____ / 52,5 Note: _____ Unterschrift: _____

Viel Erfolg!

1 Alkanole

a) Zeichne die Valenzstrichformeln der folgenden Alkanole in die Felder.
(4 P.)

Butan-2-ol	Butan-1,3-diol
Butan-1,2,4-triol	2-Methylbutan-2-ol

b) Kennzeichne in deinen Formeln aus a) jedes Kohlenstoff-Atom als primär (p), sekundär (s) oder tertiär (t). (3,5 P.)

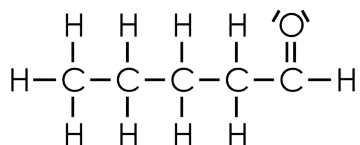
c) Gib an, ob die Alkanole aus a) einwertig, zweiwertig oder dreiwertig sind. Kreuze an. (4 P.)

Alkanol	einwertig	zweiwertig	dreiwertig
Butan-2-ol	☐	☐	☐
Butan-1,3-diol	☐	☐	☐
Butan-1,2,4-triol	☐	☐	☐
2-Methylbutan-2-ol	☐	☐	☐

____ / 11,5

2 Isomere Carbonylverbindungen

Pentanal ist ein Aldehyd mit der Summenformel $C_5H_{10}O$. Zeichne die Valenzstrichformeln von drei Isomeren des Pentanals und benenne sie.



Isomer 1: _____

Isomer 2:

Isomer 3:

____ / 4

3 Löslichkeit von Octan-1-ol

Die Hydroxygruppe eines Octan-1-ol-Moleküls kann mit Wassermolekülen Wasserstoffbrücken ausbilden. Trotzdem lässt sich Octan-1-ol praktisch nicht mit Wasser mischen. Erkläre diese Beobachtung.

____/3

4 Ameisensäure

Zeichne die Valenzstrichformel der Ameisensäure und erkläre kurz, woher ihr Name stammt.

____ / 2

5

Leitet man Butan-2-ol-Dampf über erhitztes Kupfer(II)-oxid (CuO), entstehen Butanon, Kupfer und Wasser.

- a)** Stelle die Reaktionsgleichung mit Halbstrukturformeln auf. Zeichne die funktionellen Gruppen als Valenzstrichformeln. (4 P.)

- b)** Gib an, welcher Stoff oxidiert und welcher reduziert wird. Begründe mithilfe der Oxidationszahlen. (2 P.)

/ 6

6

Pentan, Pentan-2-on und Pentan-1-ol haben ähnlich große Moleküle, aber deutlich verschiedene Siedetemperaturen.

- a)** Ordne die drei Stoffe nach steigender Siedetemperatur. (3 P.)

< <

- b)** Begründe deine Reihenfolge ausführlich mit den zwischenmolekularen Kräften. (5 P.)

/ 8

7

Essigsäure (Ethansäure) ist eine schwache Säure.

- a)** Zeichne die Valenzstrichformel der Essigsäure und umrahme die funktionelle Gruppe. (1 P.)

- b)** Begründe, warum Essigsäure im Gegensatz zu Ethanol sauer reagiert.
(2 P.)

- c) Essigsäure siedet bei 118 °C, das ähnlich große Propan-1-ol schon bei 97 °C. Begründe die vergleichsweise hohe Siedetemperatur der Essigsäure. (3 P.)

16

8

Manche Carbonsäuren lösen sich gut in Wasser, andere eher in unpolaren Lösungsmitteln wie Heptan. Nenne die Faktoren, die darüber entscheiden, und erkläre ihren Einfluss auf die Löslichkeit.

____ / 3

9 Ester

Butansäure reagiert mit Ethanol zu einem Ester und Wasser.

- a)** Benenne den entstehenden Ester. (1 P.)

- b)** Zeichne die Valenzstrichformel des Esters. (2 P.)

- c)** Formuliere die Reaktionsgleichung für die Bildung des Esters und für seine Hydrolyse (Halbstrukturformeln, funktionelle Gruppen als Valenzstrichformeln). (4 P.)

- d)** Ester-Moleküle sind größer als die Moleküle der Carbonsäure, aus der sie entstehen. Trotzdem siedet Butansäureethylester (121 °C) deutlich niedriger als Butansäure (164 °C). Erkläre. (2 P.)

Lösung: Klassenarbeit Chemie Klasse 10

Insgesamt sind 52,5 Punkte erreichbar, halbe Punkte sind möglich.

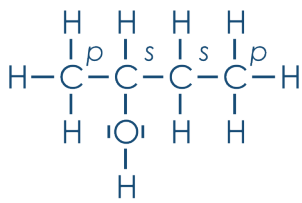
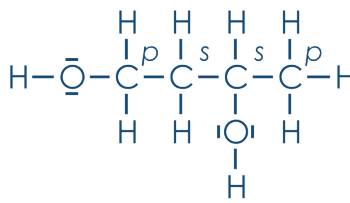
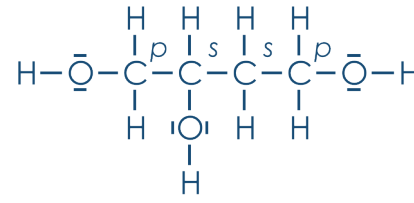
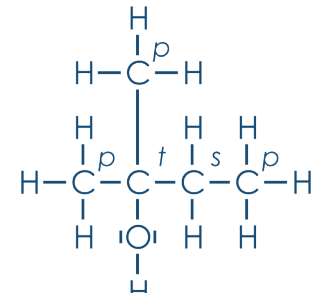
Notenschlüssel (Vorschlag)

Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5	Note 6
52,5–44,5 P.	44–37 P.	36,5–29 P.	28,5–21,5 P.	21–10,5 P.	10–0 P.

11,5 / 11,5

1 Alkanole

a) Zeichne die Valenzstrichformeln der folgenden Alkanole in die Felder. (4 P.)

Butan-2-ol 	Butan-1,3-diol 
Butan-1,2,4-triol 	2-Methylbutan-2-ol 

b) Kennzeichne in deinen Formeln aus a) jedes Kohlenstoff-Atom als primär (p), sekundär (s) oder tertiär (t). (3,5 P.)

p = primär: an genau ein C-Atom gebunden; s = sekundär: an zwei C-Atome gebunden; t = tertiär: an drei C-Atome gebunden (siehe Kennzeichnung in den Formeln). Ein tertiäres C-Atom besitzt nur 2-Methylbutan-2-ol.

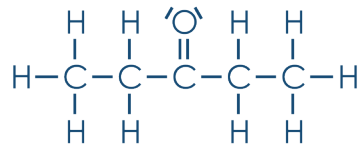
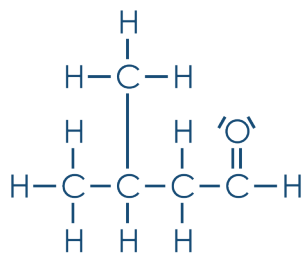
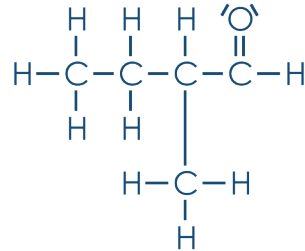
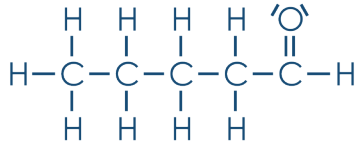
c) Gib an, ob die Alkanole aus a) einwertig, zweiwertig oder dreiwertig sind. Kreuze an. (4 P.)

Alkanol	einwertig	zweiwertig	dreiwertig
Butan-2-ol	☒	☐	☐
Butan-1,3-diol	☐	☒	☐
Butan-1,2,4-triol	☐	☐	☒
2-Methylbutan-2-ol	☒	☐	☐

4 / 4

2) Isomere Carbonylverbindungen

Pentanal ist ein Aldehyd mit der Summenformel $C_5H_{10}O$. Zeichne die Valenzstrichformeln von drei Isomeren des Pentanals und benenne sie.



Auch richtig sind z. B. 2,2-Dimethylpropanal, Pentan-2-on oder 3-Methylbutan-2-on.

3 / 3

3) Löslichkeit von Octan-1-ol

Die Hydroxygruppe eines Octan-1-ol-Moleküls kann mit Wassermolekülen Wasserstoffbrücken ausbilden. Trotzdem lässt sich Octan-1-ol praktisch nicht mit Wasser mischen. Erkläre diese Beobachtung.

Das Octan-1-ol-Molekül besteht aus einer kleinen polaren Hydroxygruppe und einem langen unpolaren Alkylrest (C_8H_{17}).

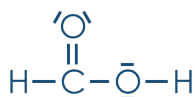
Der unpolare Molekülteil überwiegt deutlich: Zwischen ihm und den Wassermolekülen wirken nur schwache Van-der-Waals-Kräfte, aber keine Wasserstoffbrücken.

Beim Mischen müssten viele Wasserstoffbrücken zwischen den Wassermolekülen gelöst werden, ohne dass gleich starke neue Anziehungskräfte entstehen. Der hydrophobe Charakter überwiegt, deshalb mischen sich die Stoffe nicht.

2 / 2

4 Ameisensäure

Zeichne die Valenzstrichformel der Ameisensäure und erkläre kurz, woher ihr Name stammt.

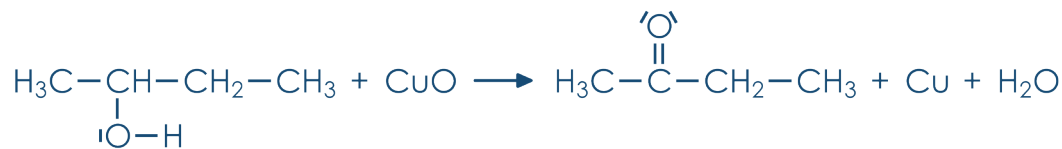


Ameisensäure (Methansäure, HCOOH) wurde zuerst aus Ameisen gewonnen. Ameisen versprühen die Säure aus einer Giftdrüse zur Verteidigung.

5 Oxidation eines Alkanols

Leitet man Butan-2-ol-Dampf über erhitztes Kupfer(II)-oxid (CuO), entstehen Butanon, Kupfer und Wasser.

- a) Stelle die Reaktionsgleichung mit Halbstrukturformeln auf. Zeichne die funktionellen Gruppen als Valenzstrichformeln. (4 P.)



- b) Gib an, welcher Stoff oxidiert und welcher reduziert wird. Begründe mithilfe der Oxidationszahlen. (2 P.)

C-Atom 2 im Butan-2-ol (trägt die OH-Gruppe): Oxidationszahl 0 → im Butanon: +II. Die Oxidationszahl steigt, Butan-2-ol wird oxidiert.

Kupfer im CuO: +II → elementares Kupfer: 0. Die Oxidationszahl sinkt, Kupfer(II)-oxid wird reduziert.

6 Siedetemperaturen

Pentan, Pentan-2-on und Pentan-1-ol haben ähnlich große Moleküle, aber deutlich verschiedene Siedetemperaturen.

- a) Ordne die drei Stoffe nach steigender Siedetemperatur. (3 P.)

Pentan < Pentan-2-on < Pentan-1-ol

- b) Begründe deine Reihenfolge ausführlich mit den zwischenmolekularen Kräften. (5 P.)

Pentan: unpolare Moleküle, zwischen ihnen wirken nur Van-der-Waals-Kräfte (niedrigste Siedetemperatur, ca. 36 °C).

Pentan-2-on: Die Carbonylgruppe C=O ist stark polar, die Moleküle sind Dipole. Zusätzlich zu den Van-der-Waals-Kräften wirken Dipol-Dipol-Kräfte; Wasserstoffbrücken sind nicht möglich, weil kein H-Atom an ein O-Atom gebunden ist (ca. 102 °C).

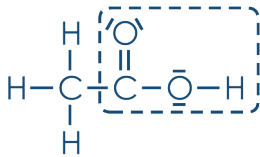
Pentan-1-ol: Die Hydroxygruppe bildet zwischen den Molekülen Wasserstoffbrücken, die stärksten zwischenmolekularen Kräfte (ca. 138 °C).

Da die Moleküle ähnlich groß sind (ähnlich starke Van-der-Waals-Kräfte), bestimmt die Art der zusätzlichen Kräfte die Reihenfolge: Je stärker die Anziehung zwischen den Molekülen, desto höher die Siedetemperatur.

7 Essigsäure

Essigsäure (Ethansäure) ist eine schwache Säure.

- a) Zeichne die Valenzstrichformel der Essigsäure und umrahme die funktionelle Gruppe. (1 P.)



Funktionelle Gruppe: Carboxygruppe -COOH

- b) Begründe, warum Essigsäure im Gegensatz zu Ethanol sauer reagiert. (2 P.)

In der Carboxygruppe zieht das benachbarte, stark elektronegative Carbonyl-O-Atom Elektronen ab. Die O-H-Bindung ist dadurch stärker polarisiert als im Ethanol, das Proton wird leichter abgegeben (Protonendonator).

Das entstehende Acetat-Ion ist stabilisiert, weil sich die negative Ladung auf beide O-Atome verteilt: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

- c) Essigsäure siedet bei 118°C , das ähnlich große Propan-1-ol schon bei 97°C . Begründe die vergleichsweise hohe Siedetemperatur der Essigsäure. (3 P.)

Die Carboxygruppe enthält eine polare O-H-Bindung und ein C=O-Sauerstoff-Atom. Je zwei Essigsäure-Moleküle verbinden sich über zwei Wasserstoffbrücken zu einem Doppelmolekül (Dimer).

Diese Doppelmoleküle sind doppelt so groß, zwischen ihnen wirken deshalb stärkere Van-der-Waals-Kräfte. Zum Sieden muss mehr Energie aufgewendet werden.

8 Löslichkeit von Carbonsäuren

Manche Carbonsäuren lösen sich gut in Wasser, andere eher in unpolaren Lösungsmitteln wie Heptan. Nenne die Faktoren, die darüber entscheiden, und erkläre ihren Einfluss auf die Löslichkeit.

Entscheidend sind die polare Carboxygruppe (hydrophil, bildet Wasserstoffbrücken zu Wassermolekülen) und der unpolare Alkylrest (lipophil, nur Van-der-Waals-Kräfte), also die Kettenlänge.

Kurzkettige Carbonsäuren (bis Butansäure) sind gut wasserlöslich, weil die Carboxygruppe überwiegt. Mit zunehmender Kettenlänge überwiegt der unpolare Rest: Die Löslichkeit in Wasser nimmt ab, die in unpolaren Lösungsmitteln nimmt zu.

In unpolaren Lösungsmitteln bilden Carbonsäuren Doppelmoleküle, deren polare Gruppen nach innen zeigen; nach außen sind sie unpolar.

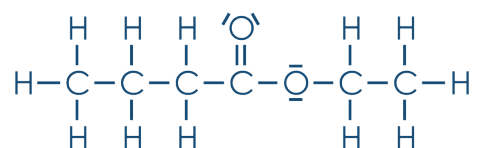
9 Ester

Butansäure reagiert mit Ethanol zu einem Ester und Wasser.

- a) Benenne den entstehenden Ester. (1 P.)

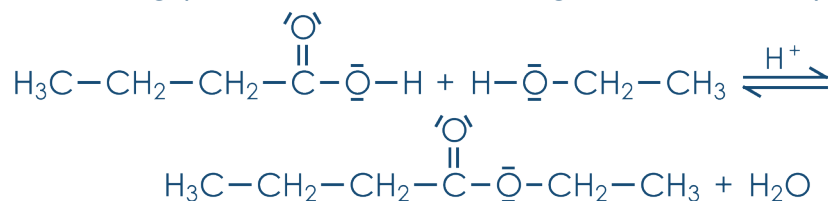
Butansäureethylester (Ethylbutanoat)

- b) Zeichne die Valenzstrichformel des Esters. (2 P.)

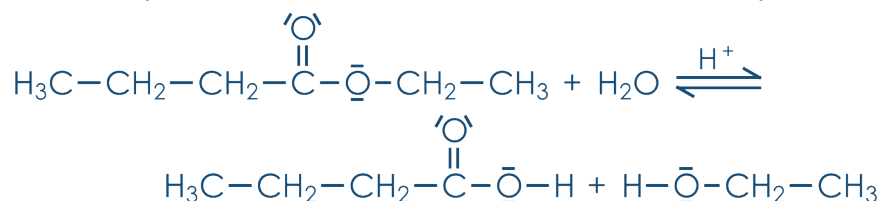


- c) Formuliere die Reaktionsgleichung für die Bildung des Esters und für seine Hydrolyse (Halbstrukturformeln, funktionelle Gruppen als Valenzstrichformeln). (4 P.)

Veresterung (säurekatalysiert, Gleichgewichtsreaktion):



Hydrolyse (Rückreaktion, ebenfalls säurekatalysiert):



- d) Ester-Moleküle sind größer als die Moleküle der Carbonsäure, aus der sie entstehen. Trotzdem siedet Butansäureethylester (121 °C) deutlich niedriger als Butansäure (164 °C). Erkläre. (2 P.)

Im Ester ist kein H-Atom an ein O-Atom gebunden. Die Ester-Moleküle können untereinander keine Wasserstoffbrücken ausbilden, es wirken nur Van-der-Waals- und schwache Dipol-Dipol-Kräfte.

Zwischen Butansäure-Molekülen wirken dagegen starke Wasserstoffbrücken (Doppelmoleküle). Die zwischenmolekularen Kräfte sind beim Ester trotz größerer Moleküle schwächer.