

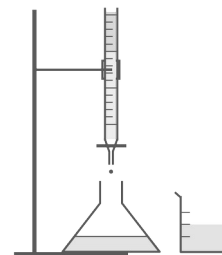
Chemie Klasse 12

Thema: Übung zum Abitur – Organik, Gleichgewicht, Säuren und Basen, Elektrochemie

Name: _____ Datum: _____

Punkte: _____ / 42 Note: _____

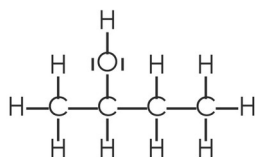
Unterschrift: _____



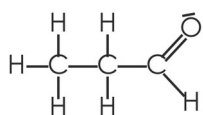
1 Organische Stoffklassen und Siedetemperaturen

M1 Strukturformeln der Stoffe A bis D

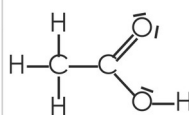
A



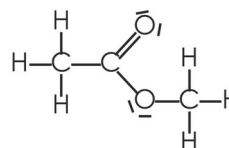
B



C



D



- a) **Geben** Sie für A bis D die Stoffklasse und den systematischen Namen an.
- b) **Ordnen** Sie die Siedetemperaturen 49 °C, 57 °C, 100 °C und 118 °C **zu** (Spalte Sdp.).

Stoff	M in g/mol	Stoffklasse	Name	Sdp.
A	74			
B	58			
C	60			
D	74			

- c) **Begründen** Sie Ihre Zuordnung. Vergleichen Sie dabei besonders A und D.

____ / 8

2 Veresterung

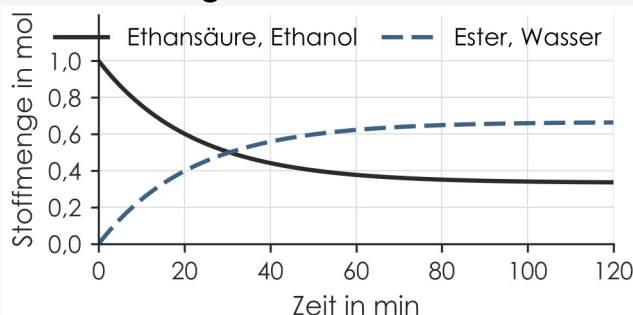
Stoff D aus M1 lässt sich durch eine Veresterung herstellen. **Formulieren** Sie die Reaktionsgleichung mit Halbstrukturformeln und **benennen** Sie die Edukte.

____ / 2

3 Chemisches Gleichgewicht: Veresterung

In einem geschlossenen Kolben werden 1,0 mol Ethansäure und 1,0 mol Ethanol mit wenig konzentrierter Schwefelsäure bei konstanter Temperatur erhitzt (M2).

M2 Stoffmengen während der Reaktion



Reaktion: Ethansäure + Ethanol $\rightleftharpoons$ Ethansäureethylester + Wasser

Alle Stoffe liegen im selben flüssigen Gemisch vor.

- a) **Stellen** Sie das Massenwirkungsgesetz **auf** und **berechnen** Sie K_c mithilfe von M2.

- b) Bei gleicher Temperatur werden 1,0 mol Ethansäure und 3,0 mol Ethanol eingesetzt. **Berechnen** Sie die Stoffmenge an Ester im Gleichgewicht.

- c) **Kreuzen** Sie für jede Aussage an, ob sie richtig oder falsch ist.

Aussage	richtig	falsch
Mehr Schwefelsäure (Katalysator) erhöht die Ausbeute an Ester.	☐	☐
Entfernt man laufend das Wasser, steigt die Ausbeute an Ester.	☐	☐
Im Gleichgewicht laufen Hin- und Rückreaktion nicht mehr ab.	☐	☐

___ / 9

4 Säuren und Basen: pH-Wert einer schwachen Säure

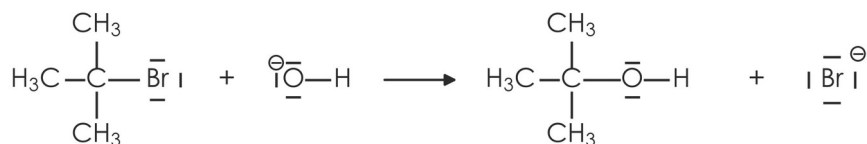
Berechnen Sie den pH-Wert einer Ethansäure-Lösung mit $c = 0,10 \text{ mol/l}$ ($pK_s = 4,76$).

___ / 2

5 Nucleophile Substitution: Kinetik und Mechanismus

2-Brom-2-methylpropan reagiert in wässriger Lösung mit Hydroxid-Ionen. In drei Versuchen wurde die Anfangsgeschwindigkeit v gemessen (M3).

M3 Reaktionsgleichung und Messwerte (25 °C)



Versuch	$c(\text{R-Br})$ in mol/l	$c(\text{OH}^-)$ in mol/l	v in mol/(l · s)
1	0,10	0,10	$2,0 \cdot 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$4,0 \cdot 10^{-4}$
3	0,10	0,20	$2,0 \cdot 10^{-4}$

- a) **Werfen** Sie die Messwerte **aus**: Leiten Sie das Geschwindigkeitsgesetz ab und ordnen Sie die Reaktion dem $\text{S}_{\text{N}}1$ - oder $\text{S}_{\text{N}}2$ -Mechanismus zu.

- b) **Formulieren** Sie den Reaktionsmechanismus mit Strukturformeln. Kennzeichnen Sie Elektronenverschiebungen und den geschwindigkeitsbestimmenden Schritt.

___ / 7

6 Säuren und Basen: Salzlösungen

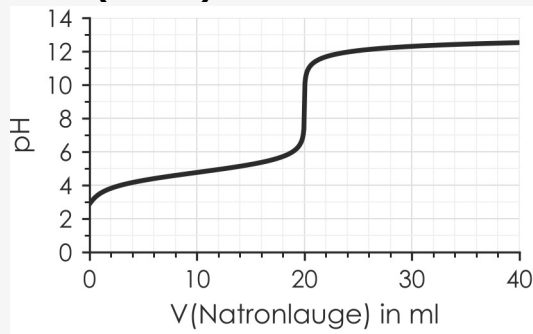
Erklären Sie mit einer Reaktionsgleichung, warum eine Natriumacetat-Lösung basisch reagiert.

___ / 2

7 Säure-Base-Titration: Titrationskurve

20,0 ml der Lösung aus Aufgabe 4 werden mit Natronlauge titriert.

M4 $c(\text{NaOH}) = 0,10 \text{ mol/l}$



a) **Kreuzen** Sie den geeignetsten Indikator **an**.

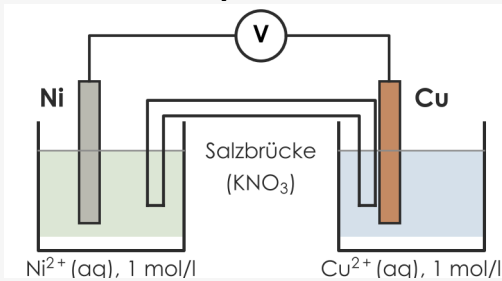
- ☐ Methylorange (3,1 – 4,4)
☐ Methylrot (4,4 – 6,2)
☐ Bromthymolblau (6,0 – 7,6)
☐ Phenolphthalein (8,2 – 10,0)

b) **Kennzeichnen** Sie in M4 Äquivalenzpunkt (ÄP) und Halbäquivalenzpunkt (HÄP). **Bestimmen** Sie damit pK_s grafisch und **begründen** Sie.

___ / 4

8 Elektrochemie: galvanisches Element (25 °C)

M5 Nickel-Kupfer-Element



M6 Spannungsreihe

Redoxpaar	E° in V
$\text{Zn} / \text{Zn}^{2+}$	-0,76
$\text{Ni} / \text{Ni}^{2+}$	-0,23
$\text{H}_2 / 2 \text{H}^+$	0,00
$\text{Cu} / \text{Cu}^{2+}$	+0,34
Ag / Ag^+	+0,80

a) **Formulieren** Sie für M5 Oxidation, Reduktion und Gesamtgleichung; **geben** Sie den Minuspol **an**.

b) **Berechnen** Sie ΔE° und (Nernst-Gleichung) ΔE für $c(\text{Ni}^{2+}) = 0,010 \text{ mol/l}$.

___ / 8

Lösung: Übung zum Abitur Chemie

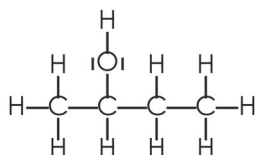
Insgesamt sind 42 Punkte erreichbar, halbe Punkte sind möglich.

Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5	Note 6
42–38 P.	37,5–34 P.	33,5–27,5 P.	27–21 P.	20,5–13 P.	12,5–0 P.

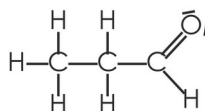
1 Organische Stoffklassen und Siedetemperaturen

M1 Strukturformeln der Stoffe A bis D

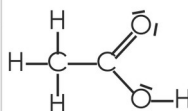
A



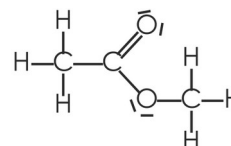
B



C



D



- a) **Geben** Sie für A bis D die Stoffklasse und den systematischen Namen an.
- b) **Ordnen** Sie die Siedetemperaturen 49 °C, 57 °C, 100 °C und 118 °C zu (Spalte Sdp.).

Stoff	M in g/mol	Stoffklasse	Name	Sdp.
A	74	Alkanol	Butan-2-ol	100 °C
B	58	Alkanal	Propanal	49 °C
C	60	Alkansäure	Ethansäure	118 °C
D	74	Ester	Ethansäuremethylester	57 °C

- c) **Begründen** Sie Ihre Zuordnung. Vergleichen Sie dabei besonders A und D.
- A und D haben dieselbe molare Masse (ähnliche Van-der-Waals-Kräfte). A bildet über die Hydroxygruppe Wasserstoffbrücken, D (Ester) nicht → A siedet viel höher (100 °C gegenüber 57 °C).
 - B und D: nur Dipol-Dipol- und Van-der-Waals-Kräfte; B ist kleiner → niedrigste Siedetemperatur (49 °C).
 - C: Die Carboxygruppe bildet besonders starke Wasserstoffbrücken (Dimere) → höchste Siedetemperatur (118 °C), obwohl die molare Masse klein ist.

8 / 8

2 Veresterung

Stoff D aus M1 lässt sich durch eine Veresterung herstellen. **Formulieren** Sie die Reaktionsgleichung mit Halbstrukturformeln und **benennen** Sie die Edukte.

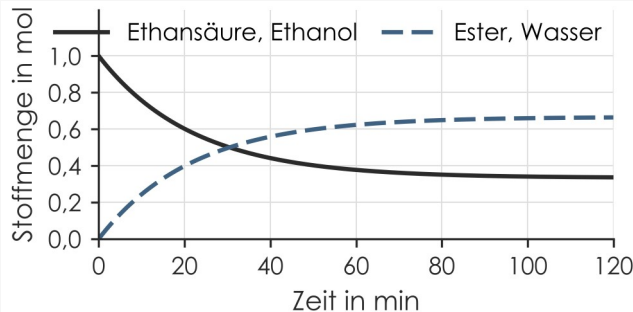
- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- Edukte: Ethansäure (Essigsäure) und Methanol; Katalysator: wenig konzentrierte Schwefelsäure

2 / 2

3 Chemisches Gleichgewicht: Veresterung

In einem geschlossenen Kolben werden 1,0 mol Ethansäure und 1,0 mol Ethanol mit wenig konzentrierter Schwefelsäure bei konstanter Temperatur erhitzt (M2).

M2 Stoffmengen während der Reaktion



Reaktion: Ethansäure + Ethanol $\rightleftharpoons$ Ethansäureethylester + Wasser

Alle Stoffe liegen im selben flüssigen Gemisch vor.

- a) **Stellen** Sie das Massenwirkungsgesetz **auf** und **berechnen** Sie K_c mithilfe von M2.
- $K_c = c(\text{Ester}) \cdot c(\text{Wasser}) / (c(\text{Ethansäure}) \cdot c(\text{Ethanol}))$; im Gleichgewicht (ab etwa 100 min konstant): je 0,67 mol bzw. 0,33 mol
 - Das Volumen kürzt sich heraus: $K_c = (0,67 \cdot 0,67) / (0,33 \cdot 0,33) \approx 4$
- b) Bei gleicher Temperatur werden 1,0 mol Ethansäure und 3,0 mol Ethanol eingesetzt. **Berechnen** Sie die Stoffmenge an Ester im Gleichgewicht.
- Mit $x = n(\text{Ester}) = n(\text{Wasser})$: $4 = x^2 / ((1,0 - x) \cdot (3,0 - x)) \rightarrow 3x^2 - 16x + 12 = 0$
 - $x = (16 - \sqrt{112}) / 6 \approx 0,90$ mol (die zweite Lösung 4,4 mol ist größer als 1,0 mol und entfällt).
 - Ausbeute bezogen auf Ethansäure $\approx 90\%$ (statt 67 % beim Ansatz 1 : 1).
- c) **Kreuzen** Sie für jede Aussage an, ob sie richtig oder falsch ist.

Aussage	richtig	falsch
Mehr Schwefelsäure (Katalysator) erhöht die Ausbeute an Ester.	☐	☒
Entfernt man laufend das Wasser, steigt die Ausbeute an Ester.	☒	☐
Im Gleichgewicht laufen Hin- und Rückreaktion nicht mehr ab.	☐	☒

9 / 9

4 Säuren und Basen: pH-Wert einer schwachen Säure

Berechnen Sie den pH-Wert einer Ethansäure-Lösung mit $c = 0,10$ mol/l ($pK_s = 4,76$).

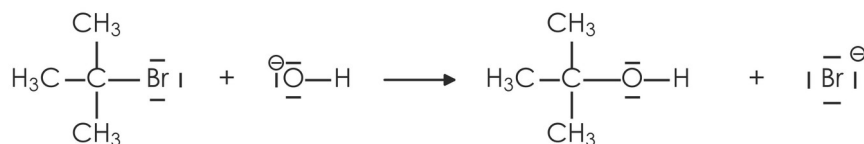
- $pH = \frac{1}{2} \cdot (pK_s - \lg c_0) = \frac{1}{2} \cdot (4,76 - \lg 0,10) = \frac{1}{2} \cdot (4,76 + 1)$
- $pH \approx 2,88$

2 / 2

5 Nucleophile Substitution: Kinetik und Mechanismus

2-Brom-2-methylpropan reagiert in wässriger Lösung mit Hydroxid-Ionen. In drei Versuchen wurde die Anfangsgeschwindigkeit v gemessen (M3).

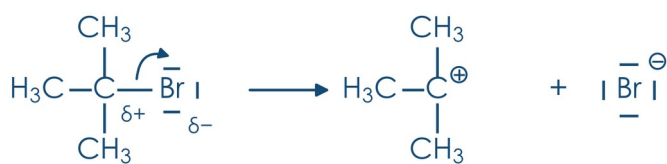
M3 Reaktionsgleichung und Messwerte (25 °C)



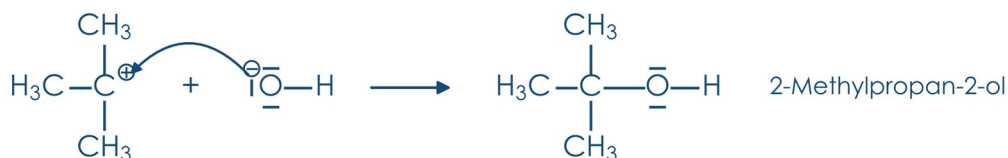
Versuch	$c(\text{R-Br})$ in mol/l	$c(\text{OH}^-)$ in mol/l	v in mol/(l · s)
1	0,10	0,10	$2,0 \cdot 10^{-4}$
2	0,20	0,10	$4,0 \cdot 10^{-4}$
3	0,10	0,20	$2,0 \cdot 10^{-4}$

- a) **Werfen** Sie die Messwerte **aus**: Leiten Sie das Geschwindigkeitsgesetz ab und ordnen Sie die Reaktion dem $\text{S}_{\text{N}}1$ - oder $\text{S}_{\text{N}}2$ -Mechanismus zu.
- Verdoppelung von $c(\text{R-Br})$ verdoppelt v ($V1/V2$); Verdoppelung von $c(\text{OH}^-)$ ändert v nicht ($V1/V3$) $\rightarrow v = k \cdot c(\text{R-Br})$
 - Der geschwindigkeitsbestimmende Schritt ist monomolekular $\rightarrow \text{S}_{\text{N}}1$. Grund: Das tertiäre Carbokation wird durch den +I-Effekt der drei Methylgruppen stabilisiert.
- b) **Formulieren** Sie den Reaktionsmechanismus mit Strukturformeln. Kennzeichnen Sie Elektronenverschiebungen und den geschwindigkeitsbestimmenden Schritt.

1. Schritt (langsam): Heterolyse



2. Schritt (schnell): Angriff des Nucleophils



6 Säuren und Basen: Salzlösungen

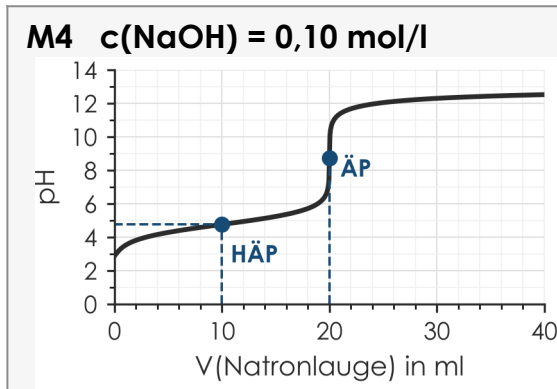
Erklären Sie mit einer Reaktionsgleichung, warum eine Natriumacetat-Lösung basisch reagiert.

- Acetat-Ionen sind die korrespondierende Base der schwachen Ethansäure: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$
- Es entstehen Hydroxid-Ionen; Na^+ -Ionen reagieren nicht mit Wasser $\rightarrow \text{pH} > 7$.

2 / 2

7 Säure-Base-Titration: Titrationskurve

20,0 ml der Lösung aus Aufgabe 4 werden mit Natronlauge titriert.



a) **Kreuzen** Sie den geeignetsten Indikator **an**.

- ☐ Methylorange (3,1 – 4,4)
- ☐ Methylrot (4,4 – 6,2)
- ☐ Bromthymolblau (6,0 – 7,6)
- ☒ Phenolphthalein (8,2 – 10,0)

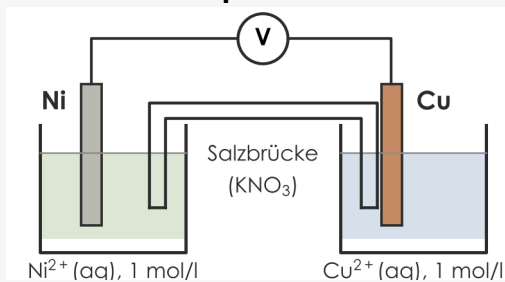
b) **Kennzeichnen** Sie in M4 Äquivalenzpunkt (ÄP) und Halbäquivalenzpunkt (HÄP). **Bestimmen** Sie damit pK_s grafisch und **begründen** Sie.

- ÄP bei 20 ml ($\text{pH} \approx 8,7$, Wendepunkt im steilen Anstieg); HÄP bei 10 ml.
- Am HÄP gilt $c(\text{HA}) = c(\text{A}^-)$, nach Henderson-Hasselbalch also $\text{pH} = \text{pK}_s \approx 4,8$ (siehe M4).

4 / 4

8 Elektrochemie: galvanisches Element (25 °C)

M5 Nickel-Kupfer-Element



M6 Spannungsreihe

Redoxpaar	E° in V
$\text{Zn} / \text{Zn}^{2+}$	-0,76
$\text{Ni} / \text{Ni}^{2+}$	-0,23
$\text{H}_2 / 2 \text{H}^+$	0,00
$\text{Cu} / \text{Cu}^{2+}$	+0,34
Ag / Ag^+	+0,80

- a) **Formulieren** Sie für M5 Oxidation, Reduktion und Gesamtgleichung; **geben** Sie den Minuspol **an**.
- Oxidation (Anode, Minuspol: Nickel): $\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2 \text{e}^-$
 - Reduktion (Kathode, Pluspol: Kupfer): $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
 - Gesamt: $\text{Ni} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + \text{Cu}$
- b) **Berechnen** Sie ΔE° und (Nernst-Gleichung) ΔE für $c(\text{Ni}^{2+}) = 0,010 \text{ mol/l}$.
- Standard: $\Delta E^\circ = E^\circ(\text{Cu}) - E^\circ(\text{Ni}) = +0,34 \text{ V} - (-0,23 \text{ V}) = 0,57 \text{ V}$
 - $E(\text{Ni}) = E^\circ + (0,059 \text{ V} / 2) \cdot \lg c(\text{Ni}^{2+}) = -0,23 \text{ V} + 0,0295 \text{ V} \cdot (-2) \approx -0,29 \text{ V}$
 - $\Delta E = +0,34 \text{ V} - (-0,29 \text{ V}) \approx 0,63 \text{ V}$