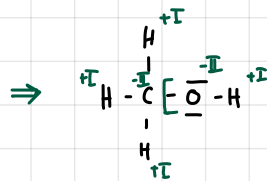
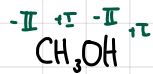
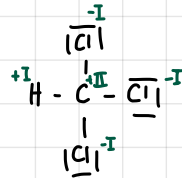
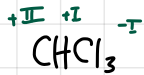
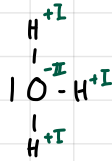
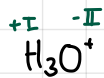


I Redoxreaktionen

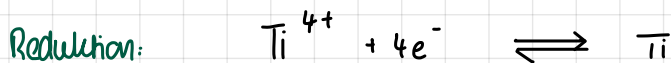
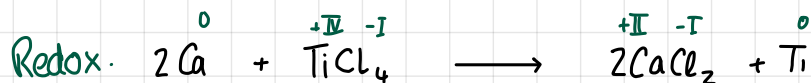
Marie Königer
3498130
Medizintechnik

1

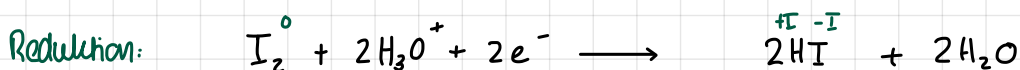
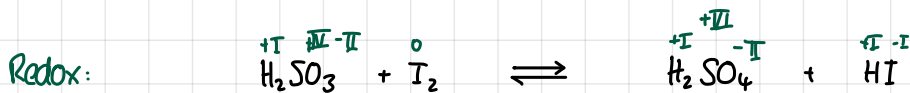


2.

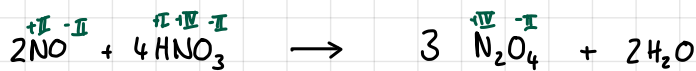
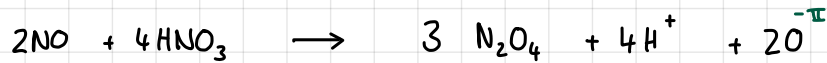
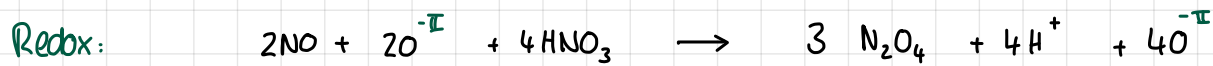
a) Calcium reagiert mit Titanchlorid zu Calcium(II)chlorid und Titan



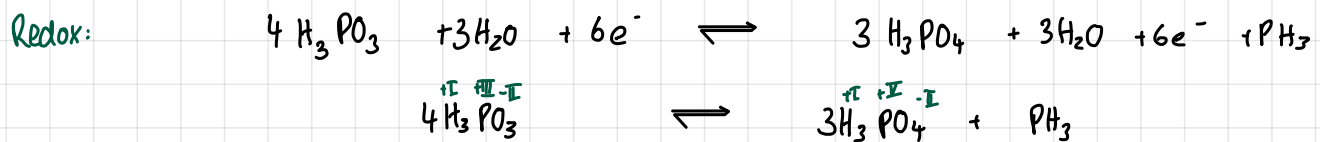
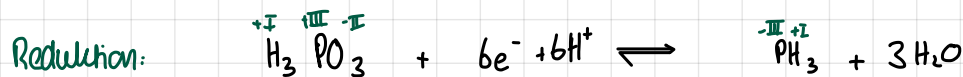
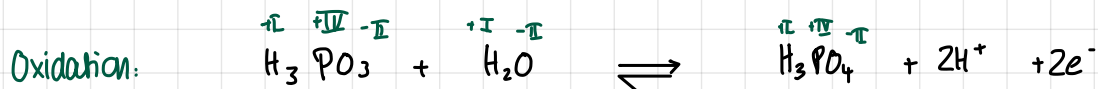
b) Schweflige Säure reagiert mit Iod im Wasser zu Schwefelsäure und Jodwasserstoff



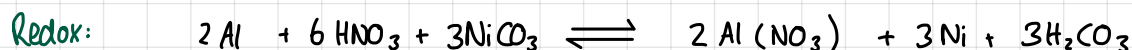
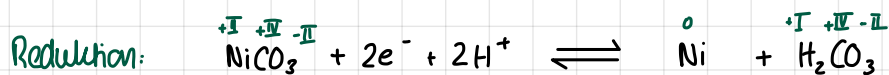
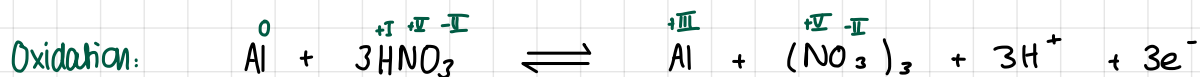
c) Stickstoffmonoxid und Salpetersäure reagieren zu Distickstofftetroxid und Wasser



d) H_3PO_3 reagiert zu Phosphorsäure und Phosphor (III)wasserstoff



3. a) Aluminium mit niedrigerem Standardhalbzellenpotential oxidiert



b) Elektromotorische Kraft unter Standardbedingungen

$$\Delta E = -0,28\text{V} - (-1,66\text{V}) = 1,38\text{V}$$

4.

Leerlaufspannung

Nernstgleichung Kathode $\text{Cu} / \text{Cu}^{2+}$ - Halbzelle

$$\sqrt{z} = 0,34 \text{ V} + \frac{0,059 \text{ V}}{2} \cdot \log (0,2) = 0,319 \text{ V}$$

$$\Delta E = 0,319 \text{ V} - (-0,773 \text{ V}) = 1,092 \text{ V}$$

Nernstgleichung Anode $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+}$ - Halbzelle

$$\sqrt{z} = -0,76 \text{ V} + \frac{0,059}{2} \cdot \log (0,35) = -0,773 \text{ V}$$

5.

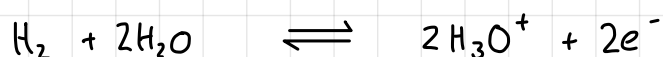
Potential einer Wasserstoffelektrode in einer Wasserstoffatmosphäre

$$\text{pH} = -\log (c(\text{H}_3\text{O}^+))$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{pH} = 7 \rightarrow c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

Oxidation von Wasserstoff

Potential der Wasserstoffelektrode bei $\text{pH} = 7$

$$E = E_0 + \frac{0,059 \text{ V}}{2} \cdot \log \frac{c^2(\text{H}_3\text{O}^+)}{p(\text{H}_2)}$$

$$E = 0 + \frac{0,059}{2} \cdot \log \left(\frac{(10^{-7})}{1,013} \right)$$

$$E = -0,413 \text{ V}$$

1. Äquivalenzpunkt, $\text{pH} = \underline{\underline{7,0}}$

2. Äquivalenzpunkt, $\text{pH} = \underline{\underline{8,6}}$

Ein geeigneter Indikator wäre Phenolphthalein

(Äquivalenzpunkt entspricht Umschlagpunkt)

3. Berechnung des pK_s von Essigsäure

a) CH_3COOH schwache Säure:

$$\text{pH} = \frac{1}{2} [\text{pK}_s - \log(c(\text{CH}_3\text{COOH}))]$$

$$\text{pK}_s = 2\text{pH} + \log(c(\text{CH}_3\text{COOH})) = 2 \cdot 2,88 + \log(0,1) = \underline{\underline{4,76}}$$

b) pH - Wert im Pufferbereich

Henderson- Hasselbach- Gleichung

$$\text{pH} = \text{pK}_s + \log\left(\frac{\text{A}^-}{\text{HA}}\right)$$

$$\text{mit } \text{A}^- = c(\text{NaOH}) \text{ und } \text{HA} = c(\text{CH}_3\text{COOH})$$

$$\text{Im Pufferbereich gilt: } c(\text{A}^-) = c(\text{HA})$$

$$\rightarrow \text{pH} = \text{pK}_s + \log(1)$$

$$\text{pH} = \text{pK}_s$$

$$\Rightarrow \underset{\text{abgelesen}}{\text{pK}_s} = 4,76$$

c) pK_s - Wert bei Äquivalenzpunkt $\text{pH} = 8,6$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pOH} = 14 - 8,6 = 5,4$$

$$\text{Es gilt: } \text{pK}_b + \text{pK}_s = 14$$

Ermittlung des pK_a -Werts: CH_3COOH schwache Säure:

Marie Königer
3498130
Medizintechnik

$$pOH = \frac{1}{2} (pK_b - \log(c(CH_3COOH)))$$

$$pK_b = 14 - pOH + \log(0,05) = 9,3$$

$$pK_s = 14 - pK_b = 14 - 9,3 = \underline{4,7}$$

4. Berechnung des pH-Werts am Äquivalenzpunkt

Verwendung von $pK_s = 4,76$

$$pOH = \frac{1}{2} (pK_b - \log(c(CH_3COOH))) = \frac{1}{2} ((14 - 4,76) - \log(0,05)) = 5,27$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 5,27 = \underline{8,73} \quad \rightarrow \text{graphisch ermittelt: } pH = 8,6$$

Die Abweichung des graphischen vom rechnerisch ermittelten pH-Wert beträgt ca. 1,5%.

Begründet kann diese Abweichung mit Rundungsfeldern oder ungenauem Zeichnen werden.

5. Berechnung des pH-Werts für 0,1 molare Natriumacetatlösung

Natriumacetat = $C_2H_3NaO_2$

$$pK_s = 4,76$$

$$c(C_2H_3NaO_2) = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$pK_b = 14 - pK_s = 14 - 4,76 = 9,24$$

$$pOH = \frac{1}{2} (pK_b - \log(c(C_2H_3NaO_2))) = \frac{1}{2} (9,24 - \log(0,1)) = 5,12$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 5,12 = \underline{8,88}$$

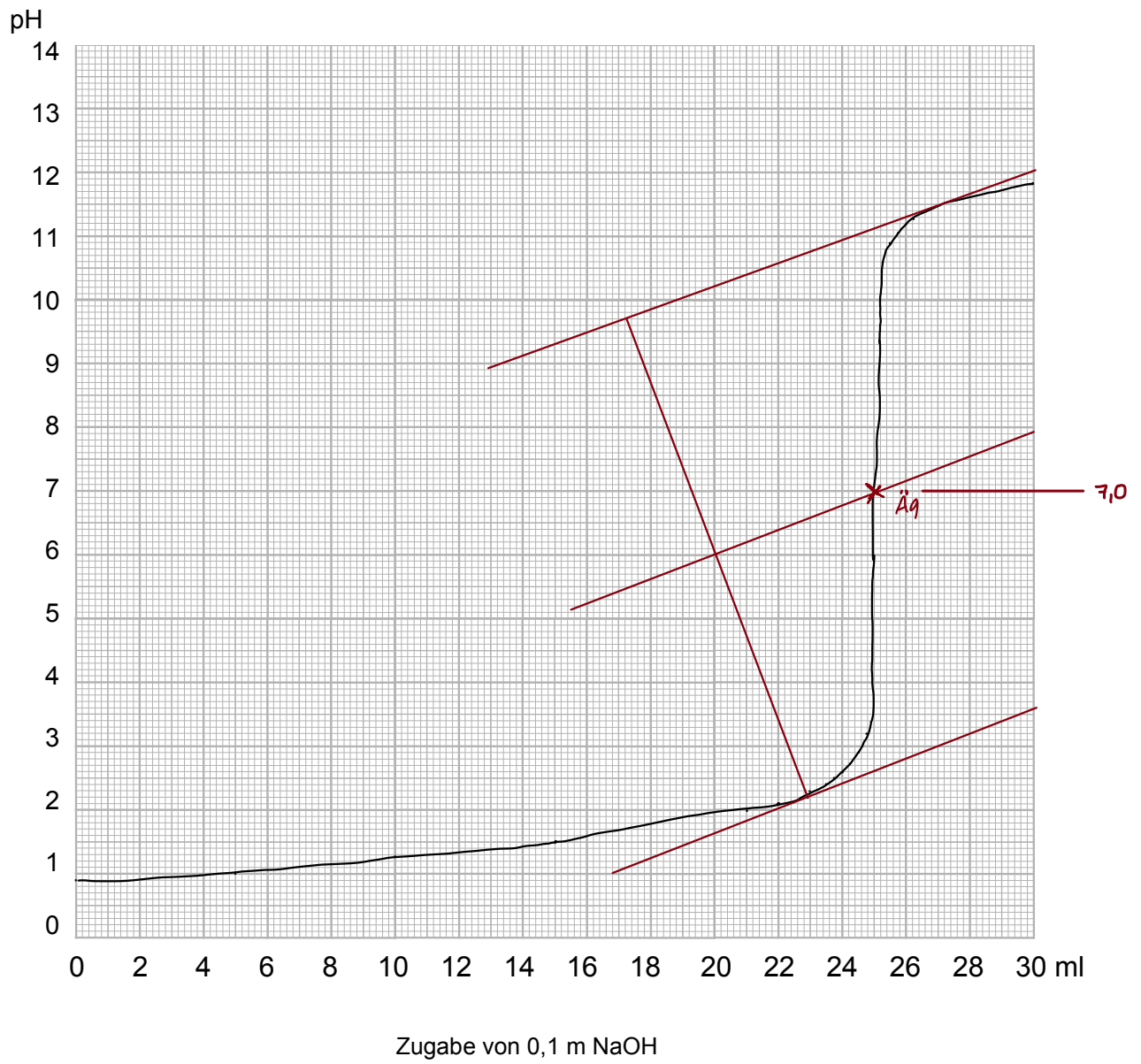


Versuch 1: Säure/Base/Puffer

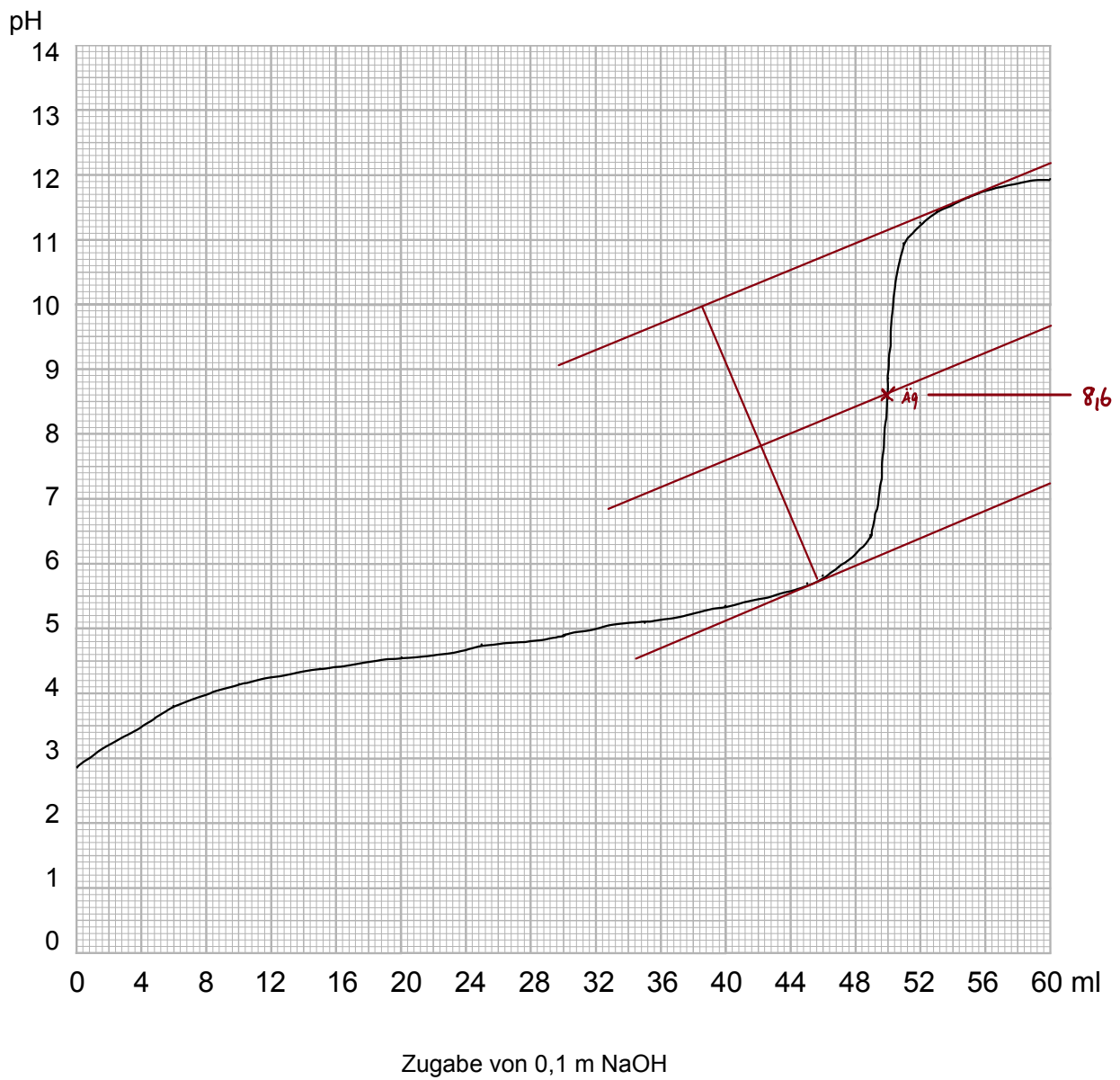
Versuchsergebnisse (zur Auswertung im Protokollheft erforderliche Daten)

Salzsäure		Essigsäure					
HCl-Titration		AcOH-Titration		CH ₃ COOH			
ml	pH	ml	pH	ml	pH		
0,00	0,91	0,00		0	2,88		
5,00	1,09609	5,00		5	3,80576		
10,00	1,27798	10,00		10	4,15794		
15,00	1,51206	15,00		15	4,39202		
20,00	1,86424	20,00		20	4,58391		
21,00	1,9707	25,00		25	4,76		
22,00	2,10498	30,00		30	4,93609		
23,00	2,29021	35,00		35	5,12798		
23,25	2,35046	40,00		40	5,36206		
23,50	2,41965	45,00		45	5,71424		
23,75	2,50106	46,00		46	5,8207		
24,00	2,6002	47,00		47	5,95498		
24,25	2,72734	48,00		48	6,14021		
24,50	2,90564	49,00		49	6,4502		
24,75	3,20885	50,00		50	8,88		
25,00	6,91	51,00		51	10,99568		
25,25	10,6068	52,00		52	11,29243		
25,50	10,90568	53,00		53	11,46428		
25,75	11,07963	54,00		54	11,58503		
26,00	11,20243	55,00		55	11,67778		
26,25	11,29722	60,00		60	11,95861		
26,50	11,37428						
26,75	11,43943						
27,00							
30,00	11,86861						
Umschlagspunkte/-bereiche:							

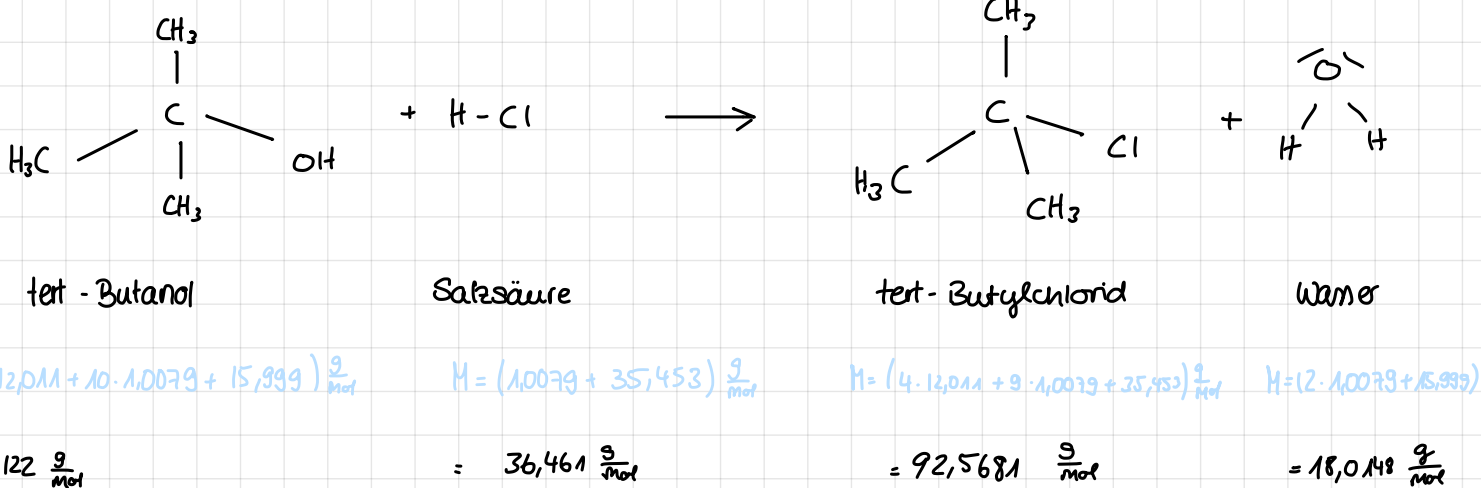
Titration von 0,1 m HCl mit 0,1 m NaOH



Titration von 0,1 m CH_3COOH mit 0,1 m NaOH



1. Reaktionsgleichung



2. Ansatz der Reaktanden

• tert Butanol:	0,39 mol	25 g	32 ml	0,78 $\frac{\text{g}}{\text{ml}}$
	Stoffmenge	Masse	Volumen	Dichte
• Salzsäure:	1,04 mol	37,74 g	85 ml	1,20 $\frac{\text{g}}{\text{ml}}$
(37%)				
	$n = \frac{0,37 \cdot 102 \text{ g}}{36,461}$			

3. Durchführung (aus Video)

Zunächst werden 85ml konzentrierte Salzsäure mit 25g tert-Butanol bei Raumtemperatur in einen Scheideichter gegeben. Daraufhin wird abwechselnd geschüttelt und der Druck ausgeglichen. Desweiteren wird 20 Minuten gewartet bis zwei Phasen entstehen. Die wässrige Phase wird hierbei verworfen und die organische Phase erst mit 25ml destilliertem Wasser, dann mit 25ml gesättigter Natriumhydrogencarbonatlösung und am Schluss wieder mit dest. Wasser gewaschen. Hierbei werden Spuren von Säure neutralisiert. Im Anschluss daran wird wieder geschüttelt und der Druck abgelassen. Zum Töden der organischen Phase wird Calciumchlorid verwendet. Anschließend wird das Calciumchlorid abfiltriert. Zur Aufreinigung des Produktes wird die Lösung destilliert (51°C). Man erhält 18,2 ml tert-Butylchlorid.

Im Unterschied zur Versuchsanleitung wird in dem gegebenen Video geschüttelt statt gerührt und nicht nur mit NaHCO_3 -Lösung gewaschen.

4. Ausbeuteberechnung

Ausbeute in g: $m(\text{tert BuCl}) = V \cdot \rho = 18,2 \text{ ml} \cdot 0,851 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 15,488 \text{ g}$

Ausbeute in mol: $n(\text{tert BuCl}) = \frac{m(\text{tert BuCl})}{M(\text{tert BuCl})} = \frac{15,488 \text{ g}}{92,5691 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,167 \text{ mol}$

Ausbeute in %: $\frac{n(\text{tert BuCl})}{n_{\text{theor}}(\text{tert BuCl})} \cdot 100\% = 49\%$

5. Siedepunkt und Brechungsindex

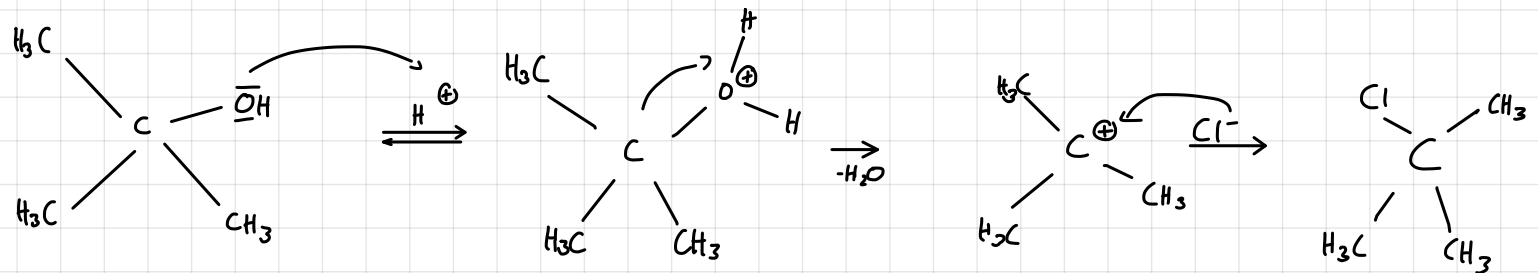
aus dem Video:

Sdp. 51°C $\hat{=}$ $\rightarrow$ Literaturwert: Sdp. 51°C

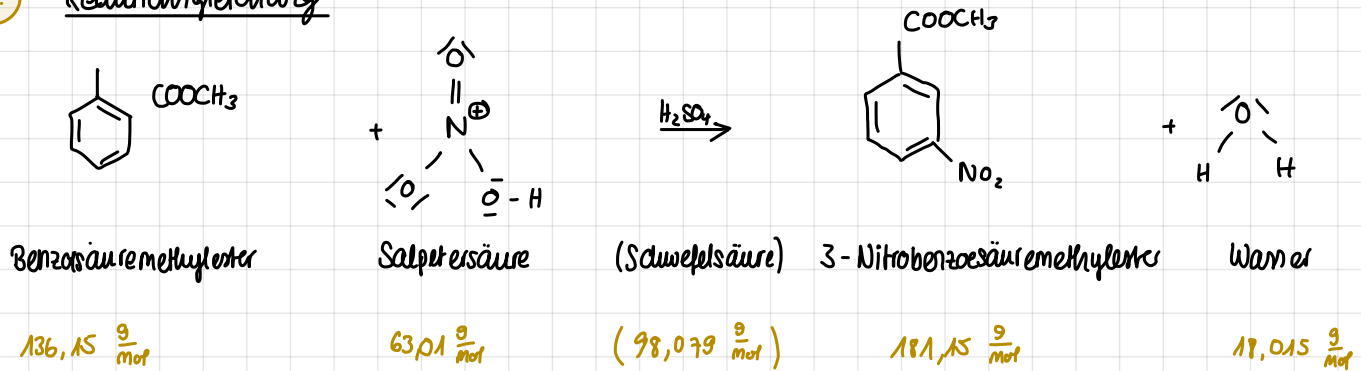
$n_{D, \text{prod}} = 1,386$ $\rightarrow$ Literaturwert: $n_D^{20} = 1,3848$

Mögliche Fehlerquellen könnten sich durch eventuelle Ungenauigkeit beim Messen, eventuelle Reste nach der Destillation im Glas oder beispielsweise ungenauer Trennung der Phasen ergeben.

6. Reaktionsmechanismus



1. Reaktionsgleichung



2. Ansatz der Reaktanden

	Stoffmenge n	Masse m	Volumen V	Dichte ρ
Benzoesäuremethylester	0,05 mol	6,7 g	6,2 ml	1,08 $\frac{\text{g}}{\text{ml}}$
Salpetersäure	0,07 mol	4,4 g	4,5 ml	1,39 $\frac{\text{g}}{\text{ml}}$
Schwefelsäure	0,08 mol	7,9 g	4,5 ml	1,83 $\frac{\text{g}}{\text{ml}}$

3. Durchführung

In einem Dreihalskolben wird 4,5 ml konzentrierte Schwefelsäure auf 0°C abgekühlt und Benzoesäuremethylester dazugegeben. In einem weiteren Dreihalskolben entsteht aus konzentrierter Salpeter- und Schwefelsäure die Nitriersäuremischung. Hierbei wird die Schwefelsäure langsam zur Salpetersäure, die im Eisbad gekühlt wird, hinzutropft. Zur Benzoesäuremethylester-Lösung, die nicht wärmer als 10°C werden sollte, wird nun Nitriersäure getropft. Das dabei entstandene Reaktionsgemisch wird anschließend bei Raumtemperatur für 2-3 Stunden ausreagiert. Diese Suspension wird, unter Rühren auf Eis gegossen, abfiltriert und mit Wasser bis zur pH-Neutralität gewaschen. Das restliche Wasser wird dem Produkt mit Nudenschaum entzogen.

Neben Abweichungen der Mengenangaben im Video zur Anleitung beträgt die Temperaturgrenze im Video 10°C statt 15°C. Des Weiteren wird das Produkt in der Anleitung 20 Minuten gerührt anstatt 2-3 Stunden stehen gelassen zu werden. Der Wandvorgang findet im Video mit Wasser, in der Anleitung hingegen zusätzlich mit NaCO₃-Lösung und eiskaltem Methanol statt.

4. Ausbeute

Ausbeute in g: $m = 7,19 \text{ g}$

Ausbeute in mol: $n = 0,04 \text{ mol}$

Ausbeute in %: $\frac{n}{n_{\text{theor}}} \cdot 100\% = 79,4\% \rightarrow \text{Lit.wert: } 80\% \text{ (Abweichung von } 0,75\%)$

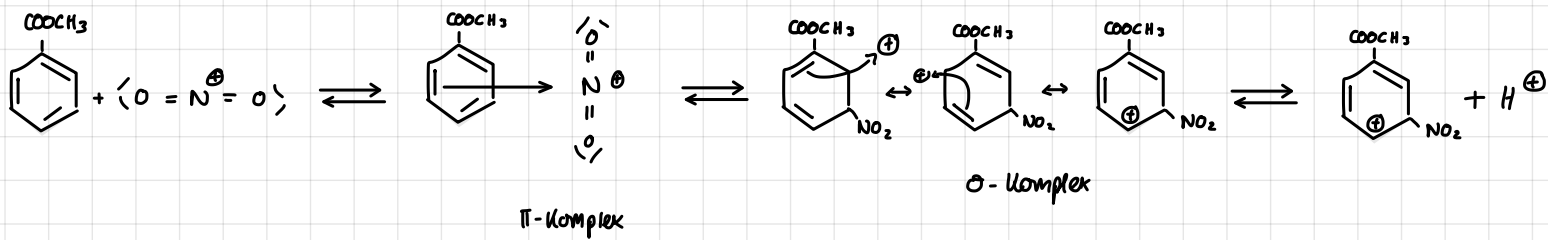
5. Gemeinere Werte

Schmelzpunkt: 78°C

Literaturwert: 78°C $\rightarrow$ keine Abweichung

Mögliche Fehlerquellen, die entstehen könnten, wären beispielsweise mit Gefäßrückständen beim Abfüllen oder zu kurzem Abkühlen erklärbar. Außerdem kann zu schnelles Rühren oder allgemeine Messungsrausglücken zu verfälschten Ergebnissen führen.

6. Reaktionsmechanismus



Nitritsäure:

