



Washington, D.C. • USA



# Practical Examination

44th International  
Chemistry Olympiad

July 24, 2012

United States  
of America

# Allgemeine Instruktionen (Aufgabe 1)

- Dieses Aufgabenheft umfasst 11 Seiten für Aufgabe 1 und die entsprechenden Antwortblätter.
- Sie haben 15 Minuten Zeit um dieses Aufgabenheft zu lesen, bevor das Experiment beginnt.
- Sie haben **2 Stunden und 15 Minuten** Zeit, um die **Aufgabe 1** zu lösen.
- Beginnen Sie erst mit der Aufgabe, wenn das **START**-Signal gegeben wurde. Beenden Sie Ihre Arbeit sofort, wenn das **STOP**-Signal gegeben wird. Wenn Sie die vorgegebene Zeit um mehr als 5 Minuten überschreiten, so führt dies zur Disqualifikation. **Warten Sie nach dem STOP-Signal an Ihrem Arbeitsplatz.** Dieser wird von der Laboraufsicht kontrolliert. Folgendes muss **auf dem Arbeitsplatz liegen bleiben:**
  - Dieses Aufgabenheft mit den Antwortblättern
- Es wird von Ihnen erwartet, die **Sicherheitsregeln** gemäß der ICHO-Regulations zu befolgen. Während der Arbeit im Labor müssen entsprechende **Schutzbrillen** getragen werden. Für die Arbeit mit den Chemikalien können **Handschuhe** verwendet werden.
- Bei **erstmaliger Verletzung** der Sicherheitsregeln werden Sie von der Laboraufsicht **verwarnt**. Bei einer zweiten Verletzung erfolgt Disqualifikation (0 Punkte).
- Wenn Sie Fragen bezüglich der Sicherheitsregeln haben oder den Raum verlassen müssen, wenden Sie sich bitte an die Laboraufsicht.
- Arbeiten Sie nur an Ihrem zugewiesenen Arbeitsplatz.
- Verwenden Sie nur den bereitgestellten Kugelschreiber für die Beantwortung der Aufgaben und nicht den Bleistift.
- Verwenden Sie den zur Verfügung gestellten Taschenrechner.
- Alle Antworten müssen in die dafür vorgesehenen Bereiche der Antwortblätter geschrieben werden. Antworten an anderen Stellen werden nicht berücksichtigt. Verwenden Sie die Rückseiten der Antwortblätter als Schmierpapier.
- Verwenden Sie den mit **“Used Vials”** beschrifteten Behälter für die Entsorgung der verschlossenen kleinen Schraubdeckelgefäße mit den Reaktionslösungen.
- Verwenden Sie den mit **“Liquid Waste”** beschrifteten Behälter für die Entsorgung der übrigen Lösungen.
- Verwenden Sie den mit **“Broken Glass Disposal”** beschrifteten Behälter für die Entsorgung der Ampullenreste.

- 
- Labormaterial oder Chemikalien werden **einmalig** ohne Punkteabzug **ersetzt oder nachgefüllt**. Jeder weitere Bezug von Labormaterial oder Chemikalien führt **zum Abzug von 1 Punkt** der 40 Punkte des praktischen Wettbewerbs.
  - Bei Unklarheiten ist die offizielle englische Version dieser Aufgaben auf Nachfrage bei der Laboraufsicht einsehbar.

## Chemikalien und Geräte (Aufgabe 1)

Chemikalien (die tatsächliche Beschriftung jedes Gefäßes ist fett gedruckt)

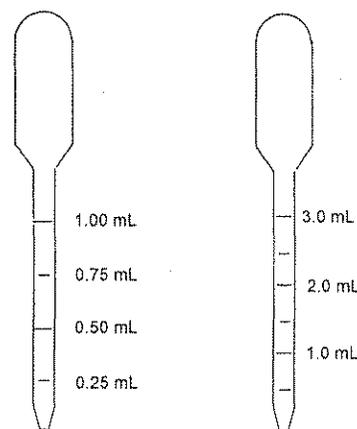
	Gefahrenhinweise <sup>+</sup>	Sicherheitsratschläge <sup>+</sup>
~2 M <b>HCl</b> , <sup>*</sup> wässrige Lösung, 50 mL in einer Flasche	R34, R37	S26, S45
~0,01 M <b>KI<sub>3</sub></b> , <sup>*</sup> wässrige Lösung, 10 mL in einer Flasche, beschriftet mit " <b>I<sub>2</sub></b> ".		
Aceton, <b>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO</b> , M = 58,08 g mol <sup>-1</sup> , Dichte = 0,791 g mL <sup>-1</sup> , 10,0 mL in einem kleinen Schraubdeckelgefäß	R11, R36, R66, R67	S9, S16, S26
<b>Aceton-d<sub>6</sub></b> , (CD <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO, M = 64,12 g mol <sup>-1</sup> , Dichte = 0,872 g mL <sup>-1</sup> , 3,0 mL in einer Ampulle	R11, R36, R66, R67	S9, S16, S26

<sup>+</sup> Siehe Seite 3

<sup>\*</sup> Die genaue Konzentration ist auf dem Schild gegeben.

### Ausrüstung - Kit #1

- Eine Glasflasche mit destilliertem Wasser.
- Fünfzehn 20-mL Schraubgläser mit Deckel und Tefloneinlage.
- Zehn 1-mL Polyethylen-Pipetten, graduiert in 0,25 mL-Schritten (siehe rechts).
- Zehn 3-mL Polyethylen-Pipetten, graduiert in 0,5 mL-Schritten (siehe rechts).
- Eine digitale Stoppuhr



---

## Gefahrenhinweise und Sicherheitsratschläge (Aufgabe 1)

R11 Highly flammable

R34 Causes burns

R36 Irritating to eyes

R37 Irritating to respiratory system

R66 Repeated exposure may cause skin dryness or cracking

R67 Vapors may cause drowsiness and dizziness

S9 Keep container in a well-ventilated place

S16 Keep away from sources of ignition

S26 In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice

S45 In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately

**Aufgabe 1****18% der Gesamtpunkte**

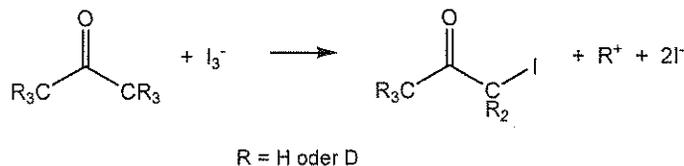
a	b	c	d	e	f	g	Aufgabe 1	18%
10	2	10	12	16	12	8	70	

### Kinetik, Isotopeneffekt und der Mechanismus der Iodierung von Aceton

Entdeckungen von Reaktionsmechanismen unterliegen den Fortschritten in der Katalyse und der Synthese. Zu den wichtigsten Methoden für die Aufklärung von Reaktionsmechanismen zählen kinetische Untersuchungen. Die Art, mit der Reaktionsgeschwindigkeiten sich mit den Reaktionsbedingungen ändern, ist durch den Reaktionsmechanismus bedingt.

Eine weitere wichtige Methode ist das Studium von isotopenmarkierten Molekülen. Während Isotope eine ähnliche Reaktivität zeigen, ergeben sich kleine Differenzen in der Reaktionsgeschwindigkeit als Funktion der Kernmasse.

In dieser Aufgabe werden Sie sowohl die Kinetik als auch einen Isotopeneffekt ausnutzen, um Informationen über die Iodierung von Aceton in saurer Lösung zu erhalten:



Die Reaktionsgeschwindigkeit folgt dem Gesetz:

$$v = k[\text{Aceton}]^m[\text{I}_3^-]^n[\text{H}^+]^p$$

wobei  $k$  die Geschwindigkeitskonstante und  $m$ ,  $n$  und  $p$  die ganzzahligen Reaktionsordnungen sind. Sie werden die Reaktivität von Aceton mit der von Aceton- $d_6$  vergleichen, in dem die sechs Wasserstoffatome ( $^1\text{H}$ ) durch Deuterium ( $^2\text{H}$ , D) ersetzt sind. Dadurch können Sie den Isotopeneffekt ( $k_{\text{H}}/k_{\text{D}}$ ) der Reaktion bestimmen. Mit Hilfe dieser Daten werden Sie Aussagen über den Reaktionsmechanismus beurteilen können.

*Lesen Sie die gesamte Arbeitsanleitung dieser Aufgabe durch, bevor Sie mit der Planung der Experimente beginnen.*

## Arbeitsvorschrift

Reaktionsgeschwindigkeiten hängen von der Temperatur ab. Notieren Sie die Raumtemperatur an Ihrem Arbeitsplatz (fragen Sie die Laboraufsicht):

°C

### Anleitung für den Gebrauch der Stoppuhr

- (1) Drücken Sie [MODE] bis COUNT UP erscheint.
- (2) Zum Start drücken Sie [START/STOP].
- (3) Zum Stoppen, drücken Sie wieder [START/STOP].
- (4) Um auf 0 zurück zu kommen, drücken Sie [CLEAR].

### Allgemeine Arbeitsvorschrift

Pipettieren Sie die von Ihnen gewählten Volumina von Salzsäure, destilliertem Wasser und der Kaliumtriiodid-Lösung (Etikett "I<sub>2</sub>") in das Reaktionsgefäß.

Die Anfangskonzentrationen der Reagenzien in der Mischung sollten in den unten gegebenen Intervallen liegen (dabei müssen Sie nicht den gesamten Bereich abdecken, aber Ihre Werte sollten nicht signifikant abweichen):

[H<sup>+</sup>]: Zwischen 0,2 und 1,0 M

[I<sub>3</sub><sup>-</sup>]: Zwischen 0,0005 und 0,002 M

[Aceton]: Zwischen 0,5 und 1,5 M

Schreiben Sie die verwendeten Volumina der Reagenzien in die vorbereitete Tabelle (a).

Um die Reaktion zu starten, geben Sie das von Ihnen gewählte Volumen Aceton zu der Mischung der anderen Reagenzien. Dann verschließen Sie das Reaktionsgefäß schnell, starten die Stoppuhr, schütteln einmal das Schraubdeckelgefäß kräftig und stellen es anschließend auf einen weißen Untergrund.

Halten (oder berühren) Sie das Schraubdeckelgefäß bei einem Reaktionsdurchlauf nicht unterhalb des Flüssigkeitsspiegels. Der Reaktionsfortschritt kann durch das Verschwinden der gelb-braunen Farbe von Triiodids verfolgt werden. Notieren Sie die Zeit, die bis zum vollständigen Verschwinden der Färbung verstreicht. Nach abgelaufener Reaktion stellen Sie das Gefäß verschlossen weg, damit Sie die Dämpfe des Iodacetons nicht einatmen.

Wiederholen Sie den Vorgang mit verschiedenen Konzentrationen der Reagenzien so oft, wie Sie es für notwendig erachten.

Notieren Sie die Konzentrationen der verwendeten Reagenzien in Tabelle (c). *Hinweis: Ändern Sie pro Durchgang immer nur eine Konzentration.*

Wenn Sie die Reaktionsgeschwindigkeit bei Aceton ermittelt haben, untersuchen Sie die Reaktionsgeschwindigkeit von Aceton- $d_6$ . (Bedenken Sie, dass Sie zwar ausreichend Aceton, aber nur 3,0 mL Aceton- $d_6$  bekommen haben, da dieses aufgrund der Isotopenmarkierung wesentlich teurer ist. Daher wird jede Nachfüllung von Aceton- $d_6$  mit einem Abzugspunkt bestraft.)

**Wenn Sie das auf Ihrem Platz befindliche Aceton- $d_6$  benötigen, melden Sie sich und die Laboraufsicht wird die Ampulle für Sie öffnen.**

Reaktionen mit deuterierten Verbindungen sind generell langsamer als die mit entsprechenden  $^1\text{H}$ -Verbindungen. Sie sind daher gut beraten, Reaktionsbedingungen zu wählen, die rasche Reaktionen mit  $(\text{CD}_3)_2\text{CO}$  unterstützen.

Nach der Arbeit:

- Entleeren Sie die Wasserflasche und stellen Sie sie zusammen mit anderer nicht gebrauchter Ausrüstung zurück in die Schachtel mit der Aufschrift "Kit #1";
- Geben Sie die gebrauchten Pipetten und die verschlossenen Schraubdeckelgefäße in die bezeichneten Container unter den Abzügen.
- Verwenden Sie den Container "**Broken Glass Disposal**" um alle Teile der leeren Ampulle zu entsorgen.

Sie können Ihren Arbeitsplatz nach dem STOP-Zeichen aufräumen.

a. Notieren Sie die Ergebnisse für Aceton,  $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ , in der Tabelle unten.

*Sie müssen nicht alle Zeilen in der Tabelle ausfüllen.*

Durchgang #	Volumen HCl in mL	Volumen $\text{H}_2\text{O}$ in mL	Volumen $\text{I}_3^-$ -Lösung in mL	Volumen $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ in mL	Zeit bis zum Verschwinden von $\text{I}_3^-$ in s
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

b. Notieren Sie die Ergebnisse für Aceton- $d_6$ ,  $(\text{CD}_3)_2\text{CO}$ , in der Tabelle unten.

*Sie müssen nicht alle Zeilen in der Tabelle ausfüllen.*

Durchgang #	Volumen HCl in mL	Volumen $\text{H}_2\text{O}$ in mL	Volumen $\text{I}_3^-$ -Lösung in mL	Volumen $(\text{CD}_3)_2\text{CO}$ in mL	Zeit bis zum Verschwinden von $\text{I}_3^-$ in s
1d					
2d					
3d					
4d					

c. Verwenden Sie die folgende Tabelle zum Notieren der berechneten Konzentrationen und der durchschnittlichen Geschwindigkeiten. Nehmen Sie an, dass das Gesamtvolumen der jeweiligen Mischung die Summe der einzelnen Volumina der Komponenten ist.

Zur Berechnung von  $k$  (Aufgabenteile e und f) müssen Sie nicht alle Durchgänge heranziehen. Sie müssen aber jenen Durchgang (jene Durchgänge), die Sie zu Ihrer Berechnung verwenden, in der rechten Spalte angeben.

$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ :

Durchgang #	$[\text{H}^+]$ , M Anfang	$[\text{I}_3^-]$ , M Anfang	$[(\text{CH}_3)_2\text{CO}]$ , M Anfang	Mittlere Geschwindigkeit des Verschwindens von $\text{I}_3^-$ in $\text{M s}^{-1}$	Durchgang zur Berechnung von $k_{\text{H}}$ verwendet?	
					Ja	Nein
1					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

$(\text{CD}_3)_2\text{CO}$ :

Durchgang #	$[\text{H}^+]$ , M Anfang	$[\text{I}_3^-]$ , M Anfang	$[(\text{CD}_3)_2\text{CO}]$ , M Anfang	Mittlere Geschwindigkeit des Verschwindens von $\text{I}_3^-$ in $\text{M s}^{-1}$	Durchgang zur Berechnung von $k_{\text{D}}$ verwendet?	
					Ja	Nein
1d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4d					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

d. Geben Sie die ganzzahligen Reaktionsordnungen von Aceton, Triiodid und  $H^+$  an.

$$v = -\frac{d[I_3^-]}{dt} = k[(CH_3)_2CO]^m [I_3^-]^n [H^+]^p$$

$m =$

$n =$

$p =$

e. Berechnen Sie die Geschwindigkeitskonstante  $k_H$  für die Reaktion von Aceton,  $(CH_3)_2CO$ , mit den entsprechenden Einheiten.

$k_H =$

f. Berechnen Sie die Geschwindigkeitskonstante  $k_D$  für die Reaktion von Aceton- $d_6$ ,  $(CD_3)_2CO$ , und berechnen Sie den Wert  $k_H/k_D$  (Isotopeneffekt der Reaktion).

$k_D =$

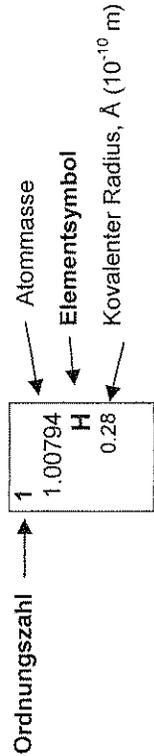
$k_H/k_D =$

# Allgemeine Instruktionen (Aufgabe 2)

- Dieses Aufgabenheft umfasst ein Periodensystem, 14 Seiten für Aufgabe 2 und die entsprechenden Antwortblätter.
- Sie haben 15 Minuten Zeit um dieses Aufgabenheft zu lesen, bevor das Experiment beginnt.
- Sie haben **2 Stunden und 45 Minuten** Zeit, um die **Aufgabe 2** zu lösen. Beachten Sie bei der Planung des Experiments, dass einer der Schritte 30 Minuten benötigt.
- Beginnen Sie erst mit der Aufgabe, wenn das **START**-Signal gegeben wurde. Beenden Sie Ihre Arbeit sofort, wenn das **STOP**-Signal gegeben wird. Wenn Sie die vorgegebene Zeit um mehr als 5 Minuten überschreiten, so führt dies zur Disqualifikation. **Warten** Sie nach dem **STOP-Signal an Ihrem Arbeitsplatz**. Dieser wird von der Laboraufsicht kontrolliert. Folgendes muss **auf dem Arbeitsplatz liegen bleiben**:
  - Dieses Aufgabenheft mit den Antwortblättern
  - Eine DC-Platte in dem verschließbaren Plastikbeutel mit Ihrer Startnummer.
  - Das mit "Product" beschriftete kleine Schraubdeckelgefäß
- Es wird von Ihnen erwartet, die **Sicherheitsregeln** gemäß der ICHO-Regulations zu befolgen. Während der Arbeit im Labor müssen entsprechende **Schutzbrillen** getragen werden. Verwenden Sie zum Pipetieren nur den zur Verfügung gestellten Pipettierball (Peleusball). Für die Arbeit mit den Chemikalien können **Handschuhe** verwendet werden.
- Bei **erstmaliger Verletzung** der Sicherheitsregeln werden Sie von der Laboraufsicht **verwarnt**. Bei einer zweiten Verletzung erfolgt Disqualifikation (0 Punkte).
- Wenn Sie Fragen bezüglich der Sicherheitsregeln haben oder den Raum verlassen müssen, wenden Sie sich bitte an die Laboraufsicht.
- Arbeiten Sie nur an Ihrem zugewiesenen Arbeitsplatz.
- Verwenden Sie nur den bereitgestellten Kugelschreiber für die Beantwortung der Aufgaben und nicht den Bleistift.
- Verwenden Sie den zur Verfügung gestellten Taschenrechner.
- Alle Antworten müssen in die dafür vorgesehenen Bereiche der Antwortblätter geschrieben werden. Antworten an anderen Stellen werden nicht berücksichtigt. Verwenden Sie die Rückseiten der Antwortblätter als Schmierpapier.
- Verwenden Sie den mit "**Liquid Waste**" beschrifteten Behälter für die Entsorgung der Lösungen.

- 
- Verwenden Sie den mit **“Broken Glass Disposal”** beschrifteten Behälter für die Entsorgung der kleinen Schraubdeckelgefäße.
  - Labormaterial oder Chemikalien werden **einmalig** ohne Punkteabzug **ersetzt oder nachgefüllt**. Jeder weitere Bezug von Labormaterial oder Chemikalien führt **zum Abzug von 1 Punkt** der 40 Punkte des praktischen Wettbewerbs.
  - Bei Unklarheiten ist die offizielle englische Version dieser Aufgaben auf Nachfrage bei der Laboraufsicht einsehbar.

1	1.00794 H 0.28	2	4	9.01218 Be	10	18	2	4.00260 He																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
2	3	6.941 Li	12	24.3050 Mg	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
3	11	22.9898 Na	19	39.0983 K	20	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
4	37	85.4678 Rb	39	88.9059 Y	40	87.62 Sr	41	88.9059 La-Lu	42	87.62 Ba	43	88.9059 Ac-Lr	44	88.9059 Ra	45	88.9059 Fr	46	88.9059 La-Lu	47	88.9059 Ac-Lr	48	88.9059 Ra	49	88.9059 Fr	50	88.9059 La-Lu	51	88.9059 Ac-Lr	52	88.9059 Ra	53	88.9059 Fr	54	88.9059 La-Lu	55	88.9059 Ac-Lr	56	88.9059 Ra	57	88.9059 Fr	58	88.9059 La-Lu	59	88.9059 Ac-Lr	60	88.9059 Ra	61	88.9059 Fr	62	88.9059 La-Lu	63	88.9059 Ac-Lr	64	88.9059 Ra	65	88.9059 Fr	66	88.9059 La-Lu	67	88.9059 Ac-Lr	68	88.9059 Ra	69	88.9059 Fr	70	88.9059 La-Lu	71	88.9059 Ac-Lr	72	88.9059 Ra	73	88.9059 Fr	74	88.9059 La-Lu	75	88.9059 Ac-Lr	76	88.9059 Ra	77	88.9059 Fr	78	88.9059 La-Lu	79	88.9059 Ac-Lr	80	88.9059 Ra	81	88.9059 Fr	82	88.9059 La-Lu	83	88.9059 Ac-Lr	84	88.9059 Ra	85	88.9059 Fr	86	88.9059 La-Lu	87	88.9059 Ac-Lr	88	88.9059 Ra	89	88.9059 Fr	90	88.9059 La-Lu	91	88.9059 Ac-Lr	92	88.9059 Ra	93	88.9059 Fr	94	88.9059 La-Lu	95	88.9059 Ac-Lr	96	88.9059 Ra	97	88.9059 Fr	98	88.9059 La-Lu	99	88.9059 Ac-Lr	100	88.9059 Ra	101	88.9059 Fr	102	88.9059 La-Lu	103	88.9059 Ac-Lr	104	88.9059 Ra	105	88.9059 Fr	106	88.9059 La-Lu	107	88.9059 Ac-Lr	108	88.9059 Ra	109	88.9059 Fr	110	88.9059 La-Lu	111	88.9059 Ac-Lr	112	88.9059 Ra	113	88.9059 Fr	114	88.9059 La-Lu	115	88.9059 Ac-Lr	116	88.9059 Ra	117	88.9059 Fr	118	88.9059 La-Lu	119	88.9059 Ac-Lr	120	88.9059 Ra	121	88.9059 Fr	122	88.9059 La-Lu	123	88.9059 Ac-Lr	124	88.9059 Ra	125	88.9059 Fr	126	88.9059 La-Lu	127	88.9059 Ac-Lr	128	88.9059 Ra	129	88.9059 Fr	130	88.9059 La-Lu	131	88.9059 Ac-Lr	132	88.9059 Ra	133	88.9059 Fr	134	88.9059 La-Lu	135	88.9059 Ac-Lr	136	88.9059 Ra	137	88.9059 Fr	138	88.9059 La-Lu	139	88.9059 Ac-Lr	140	88.9059 Ra	141	88.9059 Fr	142	88.9059 La-Lu	143	88.9059 Ac-Lr	144	88.9059 Ra	145	88.9059 Fr	146	88.9059 La-Lu	147	88.9059 Ac-Lr	148	88.9059 Ra	149	88.9059 Fr	150	88.9059 La-Lu	151	88.9059 Ac-Lr	152	88.9059 Ra	153	88.9059 Fr	154	88.9059 La-Lu	155	88.9059 Ac-Lr	156	88.9059 Ra	157	88.9059 Fr	158	88.9059 La-Lu	159	88.9059 Ac-Lr	160	88.9059 Ra	161	88.9059 Fr	162	88.9059 La-Lu	163	88.9059 Ac-Lr	164	88.9059 Ra	165	88.9059 Fr	166	88.9059 La-Lu	167	88.9059 Ac-Lr	168	88.9059 Ra	169	88.9059 Fr	170	88.9059 La-Lu	171	88.9059 Ac-Lr	172	88.9059 Ra	173	88.9059 Fr	174	88.9059 La-Lu	175	88.9059 Ac-Lr	176	88.9059 Ra	177	88.9059 Fr	178	88.9059 La-Lu	179	88.9059 Ac-Lr	180	88.9059 Ra	181	88.9059 Fr	182	88.9059 La-Lu	183	88.9059 Ac-Lr	184	88.9059 Ra	185	88.9059 Fr	186	88.9059 La-Lu	187	88.9059 Ac-Lr	188	88.9059 Ra	189	88.9059 Fr	190	88.9059 La-Lu	191	88.9059 Ac-Lr	192	88.9059 Ra	193	88.9059 Fr	194	88.9059 La-Lu	195	88.9059 Ac-Lr	196	88.9059 Ra	197	88.9059 Fr	198	88.9059 La-Lu	199	88.9059 Ac-Lr	200	88.9059 Ra	201	88.9059 Fr	202	88.9059 La-Lu	203	88.9059 Ac-Lr	204	88.9059 Ra	205	88.9059 Fr	206	88.9059 La-Lu	207	88.9059 Ac-Lr	208	88.9059 Ra	209	88.9059 Fr	210	88.9059 La-Lu	211	88.9059 Ac-Lr	212	88.9059 Ra	213	88.9059 Fr	214	88.9059 La-Lu	215	88.9059 Ac-Lr	216	88.9059 Ra	217	88.9059 Fr	218	88.9059 La-Lu	219	88.9059 Ac-Lr	220	88.9059 Ra	221	88.9059 Fr	222	88.9059 La-Lu	223	88.9059 Ac-Lr	224	88.9059 Ra	225	88.9059 Fr	226	88.9059 La-Lu	227	88.9059 Ac-Lr	228	88.9059 Ra	229	88.9059 Fr	230	88.9059 La-Lu	231	88.9059 Ac-Lr	232	88.9059 Ra	233	88.9059 Fr	234	88.9059 La-Lu	235	88.9059 Ac-Lr	236	88.9059 Ra	237	88.9059 Fr	238	88.9059 La-Lu	239	88.9059 Ac-Lr	240	88.9059 Ra	241	88.9059 Fr	242	88.9059 La-Lu	243	88.9059 Ac-Lr	244	88.9059 Ra	245	88.9059 Fr	246	88.9059 La-Lu	247	88.9059 Ac-Lr	248	88.9059 Ra	249	88.9059 Fr	250	88.9059 La-Lu	251	88.9059 Ac-Lr	252	88.9059 Ra	253	88.9059 Fr	254	88.9059 La-Lu	255	88.9059 Ac-Lr	256	88.9059 Ra	257	88.9059 Fr	258	88.9059 La-Lu	259	88.9059 Ac-Lr	260	88.9059 Ra	261	88.9059 Fr	262	88.9059 La-Lu	263	88.9059 Ac-Lr	264	88.9059 Ra	265	88.9059 Fr	266	88.9059 La-Lu	267	88.9059 Ac-Lr	268	88.9059 Ra	269	88.9059 Fr	270	88.9059 La-Lu	271	88.9059 Ac-Lr	272	88.9059 Ra	273	88.9059 Fr	274	88.9059 La-Lu	275	88.9059 Ac-Lr	276	88.9059 Ra	277	88.9059 Fr	278	88.9059 La-Lu	279	88.9059 Ac-Lr	280	88.9059 Ra	281	88.9059 Fr	282	88.9059 La-Lu	283	88.9059 Ac-Lr	284	88.9059 Ra	285	88.9059 Fr	286	88.9059 La-Lu	287	88.9059 Ac-Lr	288	88.9059 Ra	289	88.9059 Fr	290	88.9059 La-Lu	291	88.9059 Ac-Lr	292	88.9059 Ra	293	88.9059 Fr	294	88.9059 La-Lu	295	88.9059 Ac-Lr	296	88.9059 Ra	297	88.9059 Fr	298	88.9059 La-Lu	299	88.9059 Ac-Lr	300	88.9059 Ra	301	88.9059 Fr	302	88.9059 La-Lu	303	88.9059 Ac-Lr	304	88.9059 Ra	305	88.9059 Fr	306	88.9059 La-Lu	307	88.9059 Ac-Lr	308	88.9059 Ra	309	88.9059 Fr	310	88.9059 La-Lu	311	88.9059 Ac-Lr	312	88.9059 Ra	313	88.9059 Fr	314	88.9059 La-Lu	315	88.9059 Ac-Lr	316	88.9059 Ra	317	88.9059 Fr	318	88.9059 La-Lu	319	88.9059 Ac-Lr	320	88.9059 Ra	321	88.9059 Fr	322	88.9059 La-Lu	323	88.9059 Ac-Lr	324	88.9059 Ra	325	88.9059 Fr	326	88.9059 La-Lu	327	88.9059 Ac-Lr	328	88.9059 Ra	329	88.9059 Fr	330	88.9059 La-Lu	331	88.9059 Ac-Lr	332	88.9059 Ra	333	88.9059 Fr	334	88.9059 La-Lu	335	88.9059 Ac-Lr	336	88.9059 Ra	337	88.9059 Fr	338	88.9059 La-Lu	339	88.9059 Ac-Lr	340	88.9059 Ra	341	88.9059 Fr	342	88.9059 La-Lu	343	88.9059 Ac-Lr	344	88.9059 Ra	345	88.9059 Fr	346	88.9059 La-Lu	347	88.9059 Ac-Lr	348	88.9059 Ra	349	88.9059 Fr	350	88.9059 La-Lu	351	88.9059 Ac-Lr	352	88.9059 Ra	353	88.9059 Fr	354	88.9059 La-Lu	355	88.9059 Ac-Lr	356	88.9059 Ra	357	88.9059 Fr	358	88.9059 La-Lu	359	88.9059 Ac-Lr	360	88.9059 Ra	361	88.9059 Fr	362	88.9059 La-Lu	363	88.9059 Ac-Lr	364	88.9059 Ra	365	88.9059 Fr	366	88.9059 La-Lu	367	88.9059 Ac-Lr	368	88.9059 Ra	369	88.9059 Fr	370	88.9059 La-Lu	371	88.9059 Ac-Lr	372	88.9059 Ra	373	88.9059 Fr	374	88.9059 La-Lu	375	88.9059 Ac-Lr	376	88.9059 Ra	377	88.9059 Fr	378	88.9059 La-Lu	379	88.9059 Ac-Lr	380	88.9059 Ra	381	88.9059 Fr	382	88.9059 La-Lu	383	88.9059 Ac-Lr	384	88.9059 Ra	385	88.9059 Fr	386	88.9059 La-Lu	387	88.9059 Ac-Lr	388	88.9059 Ra	389	88.9059 Fr	390	88.9059 La-Lu	391	88.9059 Ac-Lr	392	88.9059 Ra	393	88.9059 Fr	394	88.9059 La-Lu	395	88.9059 Ac-Lr	396	88.9059 Ra	397	88.9059 Fr	398	88.9059 La-Lu	399	88.9059 Ac-Lr	400	88.9059 Ra



57	138.906 La	58	140.115 Ce	59	140.908 Pr	60	144.24 Nd	61	144.91 Pm	62	150.36 Sm	63	151.965 Eu	64	157.25 Gd	65	158.925 Tb	66	162.50 Dy	67	164.930 Ho	68	167.26 Er	69	168.934 Tm	70	173.04 Yb	71	174.04 Lu
89	(227.03) Ac	90	232.038 Th	91	231.036 Pa	92	238.029 U	93	(237.05) Np	94	(244.06) Pu	95	(243.06) Am	96	(247.07) Cm	97	(247.07) Bk	98	(251.08) Cf	99	(252.08) Es	100	(257.10) Fm	101	(258.10) Md	102	(259.1) No	103	(260.1) Lr

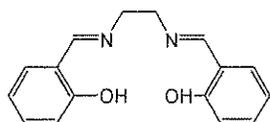
## Chemikalien und Geräte (Aufgabe 2)

Chemikalien und Geräte (die jeweilige Beschriftung ist fett gedruckt)

	Gefahrenhinweise <sup>+</sup>	Sicherheitsratschläge <sup>+</sup>
<b>(salen)H<sub>2</sub></b> , <sup>a</sup> ~1,0 g <sup>b</sup> in einem Schraubdeckelgefäß	R36/37/38	S26 S28A S37 S37/39 S45
<b>Mn(OOCCH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 4H<sub>2</sub>O</b> , ~1,9 g <sup>b</sup> in einem Schraubdeckelgefäß	R36/37/38 R62 R63	S26 S37/39
<b>Lithium chloride solution</b> (Lithiumchlorid-Lösung), 1M Lösung in Ethanol, 12 mL in einer Flasche	R11 R36/38	S9 S16 S26
<b>Ethanol</b> , 70 mL in einer Flasche	R11	S7 S16
Aceton, <b>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO</b> , 100 mL in einer Flasche	R11 R36 R66 R67	S9 S16 S26
<b>(salen*)MnCl<sub>x</sub></b> , <sup>c</sup> ~32 mL einer Lösung mit ~3.5 mg/mL <sup>b</sup> in einer Flasche		
KI <sub>3</sub> , ~0,010 M wässrige Lösung, <sup>b</sup> 50 mL in einer Flasche, beschriftet mit "I <sub>2</sub> ".		
<b>Ascorbic Acid</b> (Ascorbinsäure), ~0,030 M wässrige Lösung, <sup>b</sup> 20 mL in einer Flasche		
<b>1% Starch</b> (Stärke), wässrige Lösung, 2 mL in einer Flasche		
<b>TLC plate</b> – eine 5 cm × 10 cm Silicagel-DC-Platte in einem verschließbaren Plastikbeutel		

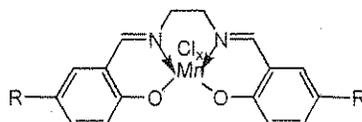
<sup>+</sup> Siehe Seite 6 für Gefahrenhinweise und Sicherheitsratschläge.

<sup>a</sup> (salen)H<sub>2</sub>:



<sup>b</sup> Die exakten Werte sind auf den Gefäßen angegeben.

<sup>c</sup> (salen\*)MnCl<sub>x</sub> (beide R-Gruppen sind identisch und sind entweder H oder COOH oder SO<sub>3</sub>H):



**Geräte:**

Zur gemeinsamen Benutzung: Waage

- Zwei **Stative** mit **entsprechenden Klammern** unter dem Abzug mit der Platznummer.
- Ein **beheizbarer Magnetrührer**
- Ein **Lineal 300mm**
- Ein **Bleistift**

**Kit #2:**

- Zwei **250 mL Erlenmeyer-Kolben** (einer für die Synthese, einer für die Kristallisation)
- Einen **50 mL Messzylinder**
- Ein **Magnetrührstäbchen (eiförmig)**
- Einen **Porzellantrichter mit Siebplatte**
- **Filterpapier** für den Porzellantrichter und die DC-Kammer
- Eine **125 mL Saugflasche für die Vakuumfiltration**
- **Gummimanschette** (Gummikonus) für die Saugflasche
- Ein **0,5 L Plastik-Eisbad**
- Ein **Glasstab**
- Zwei **1 mL Plastik-Transfer-Pipetten** (siehe Abbildung rechts)
- Ein **Plastikspatel**
- Ein leeres **4 mL Schnappdeckelgefäß**, beschriftet mit "Product", für das Reaktionsprodukt

**Kit #3:**

- Drei leere **kleine Schraubdeckelgefäße** für die DC-Lösungen
- Zehn **Kapillaren (100 mm)** zum Auftragen der Lösungen für die DC
- Ein **Uhrglas** (zum Abdecken der DC-Kammer)
- Ein **250 mL Becherglas** als DC-Kammer

**Kit #4:**

- Eine **25 mL Bürette**
- Ein kleiner **Plastiktrichter**
- Vier **125 mL Erlenmeyer-Kolben**
- Ein **Pipettierball (Peleusball)**
- Eine **10 mL Vollpipette**
- Eine **5 mL Vollpipette**

---

## Gefahrenhinweise und Sicherheitsratschläge (Aufgabe 2)

R11 Highly flammable

R36/37/38 Irritating to eyes, respiratory system and skin

R62 Possible risk of impaired fertility

R63 Possible risk of harm to the unborn child

R66 Repeated exposure may cause skin dryness or cracking

R67 Vapors may cause drowsiness and dizziness

S7 Keep container tightly closed

S9 Keep container in a well-ventilated place

S16 Keep away from sources of ignition

S26 In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.

S28A After contact with skin, wash immediately with plenty of water.

S37 Wear suitable gloves.

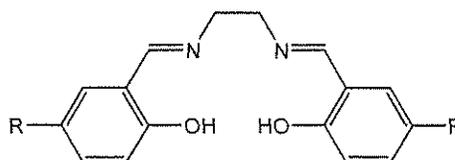
S37/39 Wear suitable gloves and eye/face protection.

S45 In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately

## Synthese eines Salen-Mangan-Komplexes und Bestimmung der Formel des Produktes

A	B-i	B-ii	C-i	C-ii	Aufgabe 2	22%
10	15	4	4	2	35	

Übergangsmetallkomplexe der 3d-Block-Elemente mit Bis(Salicyliden)ethylendiamin-Liganden (Salen-Liganden) haben sich als wirksame Katalysatoren bei diversen Redox-Reaktionen in der organischen Synthese-Chemie erwiesen.



(Salen) $H_2$ , R = H

(Salen\*) $H_2$ , R = H, COOH, or SO<sub>3</sub>H

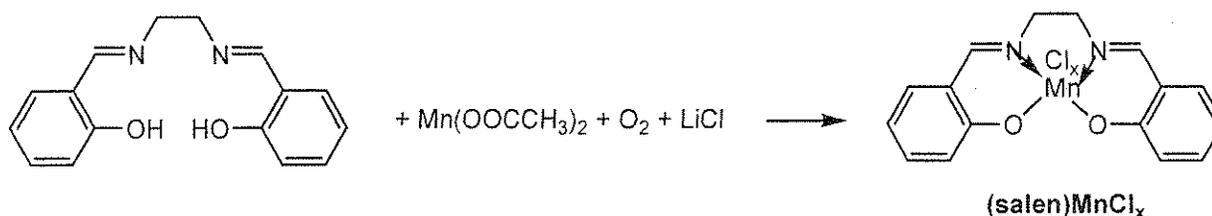
Besonders wichtig ist hierbei ist Eigenschaft des Salen-Liganden höhere Oxidationszustände der 3d-Block-Elemente zu stabilisieren. Die genauen Reaktionsbedingungen bei der Synthese eines Mangan-Salen-Komplexes bestimmen die Oxidationszahl von Mangan im erhaltenen Komplex. Diese kann von +2 bis +5 reichen.

In dieser Aufgabe sollen Sie einen Mangan-Salen-Komplex synthetisieren. Dabei reagiert (Salen) $H_2$  mit Mn(II)-acetat in Ethanol an der Luft in Gegenwart von Lithiumchlorid. Unter diesen Reaktionsbedingungen können Komplexe der Formel (Salen) $MnCl_x$ , ( $x = 0, 1, 2$  oder  $3$ ) entstehen.

Ihre Aufgaben sind:

- i) Bestimmen Sie die Masse des hergestellten Produktes
- ii) Bestimmen Sie die Reinheit ihres Produktes mit Hilfe von Dünnschicht-Chromatographie (DC)
- iii) Bestimmen Sie die Oxidationsstufe des Metalls im Komplex durch eine iodometrische Redox-Titration. Für diese Redox-Titration erhalten Sie eine Referenz-Probe eines Mangan-Salen-Komplexes (Salen\*) $MnCl_x$ . In dieser Referenz-Probe hat Mangan die gleiche Oxidationsstufe wie Ihr Produkt-Komplex, und der Substituent R an den Benzen-Ringen ist -H, -COOH oder -SO<sub>3</sub>H. (Dieser Komplex wurde vorher analog synthetisiert.)

*Lesen Sie die gesamte Aufgabenstellung vor Beginn Ihrer Arbeiten durch. Planen Sie Ihre Arbeitsschritte und berücksichtigen Sie, dass einige Arbeitsschritte parallel durchgeführt werden müssen, um die Aufgabe in der vorgegebenen Zeit zu vollenden.*

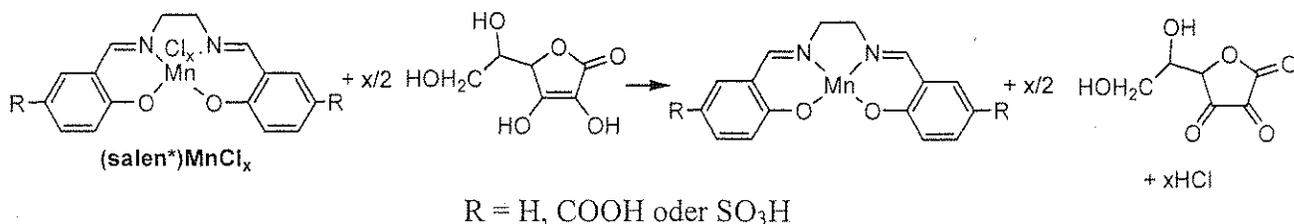
**Arbeitsvorschrift:****A. Synthese von (Salen)MnCl<sub>x</sub>**

- 1) Geben Sie 2-3 Kristalle von (Salen)H<sub>2</sub> in ein kleines Schraubdeckelgefäß und bewahren Sie diese Probe für spätere DC-Versuche auf.
- 2) Überführen Sie die bereits abgewogene (Salen)H<sub>2</sub>-Probe (~1,0 g) in den 250 mL Erlenmeyerkolben. Geben Sie ein Magnetrührstäbchen, sowie 35 mL absolutes Ethanol zu.
- 3) Stellen Sie den Erlenmeyerkolben auf den beheizbaren Magnetrührer. Erwärmen Sie den Inhalt unter ständigem Rühren bis sich der Feststoff gelöst hat (typischerweise ist der Feststoff gelöst, kurz bevor das Ethanol siedet). Erniedrigen Sie dann die Temperatur leicht, so dass die Mischung gerade nicht siedet. Die Lösung soll nicht kochen und daher der Hals des Erlenmeyerkolbens kühl bleiben. Verwenden Sie Papiertücher, falls Sie den Kolben nicht mehr mit den Händen anfassen können.
- 4) Nehmen Sie den Erlenmeyerkolben von der Heizplatte und geben Sie die bereits abgewogene Probe Mn(OAc)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O (~1,9 g) hinzu. Die Reaktionsmischung färbt sich dunkelbraun. Stellen Sie den Erlenmeyerkolben sofort wieder auf die Heizplatte zurück und erhitzen Sie unter Rühren 15 min lang. Die Mischung darf nicht siedet und der Hals am Erlenmeyerkolben soll kühl bleiben.
- 5) Nehmen Sie den Erlenmeyerkolben von der Heizplatte und geben Sie die bereitgestellte Lösung von 1M LiCl in Ethanol (12 mL, Überschuss) zu. Stellen Sie den Erlenmeyerkolben wieder auf die Heizplatte zurück und erhitzen Sie unter Rühren 10 min lang. Die Mischung soll nicht siedet und der Hals am Erlenmeyerkolben soll kühl bleiben.
- 6) Nehmen Sie den Erlenmeyerkolben von der Heizplatte und stellen Sie ihn zur Kristallisation für 30 min in ein Eisbad. Um die Kristallisation des (Salen)MnCl<sub>x</sub>-Komplexes zu

- beschleunigen, sollen Sie alle 5 min mit dem Glasstab an der Glaswand leicht kratzen. Die ersten Kristalle können direkt nach dem Abkühlen oder auch erst nach 10-15 min entstehen.
- 7) Der kristalline Feststoff wird durch eine Vakuum-Filtration mit Hilfe einer Saugflasche und eines kleinen Porzellan-Trichters (Hirsch-Trichter) isoliert. Verwenden Sie dazu den Vakuumanschluss im Abzug (der entsprechende Anschluss ist mit "Vacuum" gekennzeichnet). Waschen Sie den Filterkuchen mit einigen Tropfen Aceton (Verwenden Sie hierzu eine Plastikpipette und stellen Sie das Vakuum nicht ab). Saugen Sie anschließend 10-15 min trocken.
  - 8) Füllen Sie das feste Produkt in ein tariertes Schraubdeckelgefäß (bezeichnet mit "Product") und bestimmen und notieren Sie die Masse ( $m_p$ ) in den Kasten auf der nächsten Seite. Notieren Sie dort auch die Einwaagen von  $(\text{Salen})\text{H}_2$  ( $m_s$ , auf der Flasche) und  $\text{Mn}(\text{OOCCH}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  ( $m_{Mn}$ , auf der Flasche).
  - 9) Geben Sie das Schraubdeckelgefäß (bezeichnet mit "Product") in den wiederverschließbaren Plastik-Beutel.

Masse des leeren Schraubdeckelgefäßes für das Produkt:	_____ g
Masse des Schraubdeckelgefäßes mit dem getrockneten Produkt:	_____ g
Masse des Produktes ( $m_p$ ):	_____ g
Masse von $(\text{Salen})\text{H}_2$ (Übertrag vom Etikett) ( $m_s$ ):	_____ g
Masse von $\text{Mn}(\text{OOCCH}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Übertrag vom Etikett) ( $m_{Mn}$ ):	_____ g

## B. Volumetrische Analyse der bereitgestellten Probe (Salen\*)MnCl<sub>x</sub>



### Verwendung des Peleus-Balls

- 1) Befestigen Sie den Peleus-Ball an der Pipette
- 2) Drücken Sie den Peleus-Ball fest zusammen
- 3) Drücken Sie auf das "Pfeil-nach-oben (↑)" Ventil um Flüssigkeit in die Pipette zu saugen
- 4) Drücken Sie auf das "Pfeil-nach-unten (↓)" Ventil um Flüssigkeit aus der Pipette abzulassen

**Hinweis:** Die Pipetten und die Bürette sind bereits gebrauchsfertig und müssen NICHT gespült werden.

### Arbeitsvorschrift

- 1) Füllen Sie mit der Vollpipette 10,00 mL der bereitgestellten (Salen\*)MnCl<sub>x</sub>-Lösung in einen 125 mL Erlenmeyerkolben.
- 2) Geben Sie 5,00 mL der Ascorbinsäure-Lösung zu und durchmischen Sie gut. Lassen Sie die Lösung für 3-4 Minuten stehen.
- 3) Um eine Oxidation der Ascorbinsäure durch Luftsauerstoff (O<sub>2</sub>) zu verhindern, müssen Sie die folgende Titration **SOFORT** durchführen. Titrieren Sie mit der KI<sub>3</sub>-Lösung und verwenden Sie 5 Tropfen Stärke-Lösung (1%) als Indikator. Der blaue bis blaugrüne Endpunkt sollte mindestens 30 Sekunden beständig sein.
- 4) Wenn es die Zeit erlaubt, können Sie 1-2 Wiederholungs-Titrations durchzuführen um die Genauigkeit Ihrer Bestimmung zu erhöhen.

Tragen Sie die Ergebnisse ihrer Titration(en) in die folgende Tabelle ein:

#	Füllstand Bürette (KI <sub>3</sub> -Lösung) vor der Titration in mL	Füllstand Bürette (KI <sub>3</sub> -Lösung) nach der Titration in mL	Verbrauch an KI <sub>3</sub> -Lösung in mL
1			
2			
3			

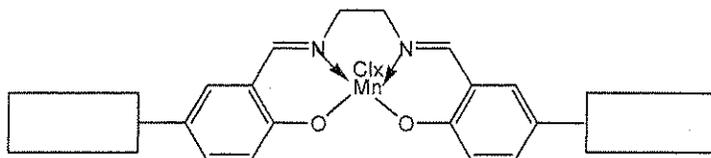
i. Geben Sie das Volumen an KI<sub>3</sub>-Lösung (ausgewählter Wert oder Durchschnittswert) an, welches Sie für die Berechnung der molaren Masse von (Salen\*)MnCl<sub>x</sub> verwenden:

Volumen KI<sub>3</sub>-Lösung für die Berechnung: \_\_\_\_\_ mL

Konzentration von (Salen\*)MnCl<sub>x</sub> (Übertrag vom Flaschenetikett): \_\_\_\_\_ mg/mL

Konzentration von Ascorbinsäure (Übertrag vom Flaschenetikett): \_\_\_\_\_ M

ii. Bestimmen Sie die Zahl  $x$ , die Oxidationsstufe von Mangan im Komplex (vor der Titration) und identifizieren Sie den Substituenten R (R = -H, -COOH, -SO<sub>3</sub>H) im Salen-Liganden. Verwenden Sie hierzu unten stehenden Tabelle und ihre Titrationsergebnisse. Tragen Sie Ihre Ergebnisse in den folgenden Kasten ein:



$x =$  \_\_\_\_\_

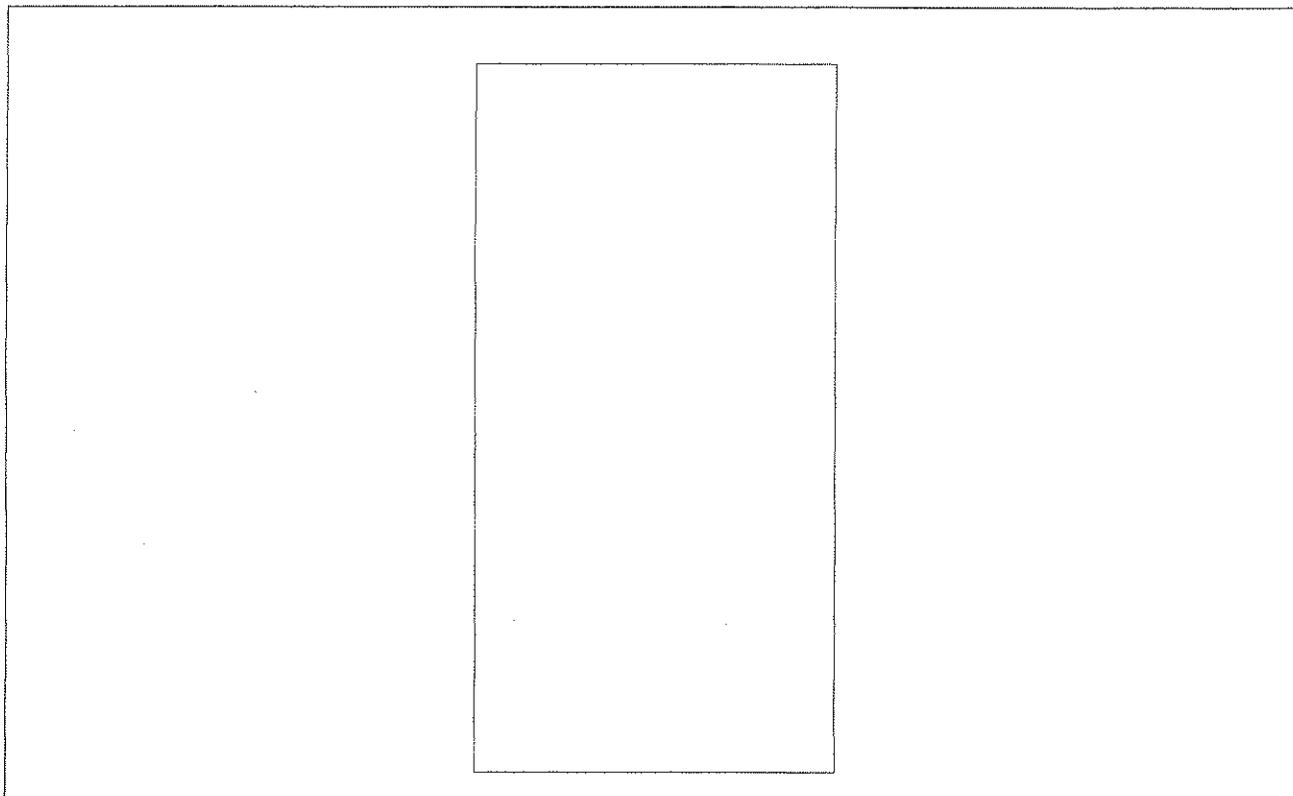
Oxidationsstufe von Mangan: \_\_\_\_\_

R	x	(Berechnete Molmasse)/x, g/mol
H	1	357
H	2	196
H	3	143
COOH	1	445
COOH	2	240
COOH	3	172
SO <sub>3</sub> H	1	517
SO <sub>3</sub> H	2	276
SO <sub>3</sub> H	3	196

### C. Dünnschichtchromatographie (DC) von (Salen) $\text{MnCl}_x$

- 1) Lösen Sie einige Kristalle Ihres hergestellten (Salen) $\text{MnCl}_x$  –Komplexes in einigen Tropfen absolutem Ethanol auf. Verwenden Sie dazu eine Plastikpipette und ein kleines Schraubdeckelgefäß.
- 2) Lösen Sie einige Kristalle von (Salen) $\text{H}_2$  in einigen Tropfen absolutem Ethanol auf. Verwenden Sie dazu eine Plastikpipette und weiteres kleines Schraubdeckelgefäß.
- 3) Gegebenenfalls müssen Sie die DC-Platte auf eine passende Größe für die DC-Kammer (Becherglas+Uhrglas) zurechtschneiden. Verwenden Sie hierzu eine Schere (auf Anfrage bei der Laboraufsicht erhältlich).
- 4) Verwenden Sie ein Filterpapier um die DC-Kammer mit Ethanol Dampf zu sättigen (Das Rundfilter-Papier kann gefaltet oder zurechtgeschnitten werden, so dass es fast die ganze Höhe des Becherglases ausfüllt). Geben Sie Ethanol in das Becherglas (3-4 mm hoch) und befeuchten Sie das Rundfilterpapier. Decken Sie das Becherglas mit dem Uhrglas zu.
- 5) Markieren Sie die Startlinie auf der DC-Platte.
- 6) Verwenden Sie Kapillaren um die beiden Lösungen auf die DC-Platte aufzubringen.
- 7) Stellen Sie die DC-Platte in das Becherglas und decken Sie mit dem Uhrglas zu. Die Chromatographie dauert 10-15 min.
- 8) Markieren Sie die Lösungsmittelfront und die farbigen Flecken auf der DC-Platte mit einem Bleistift.
- 9) Trocknen Sie die DC-Platte an der Luft und geben Sie sie in einen wiederverschließbaren Plastik-Beutel.
- 10) Berechnen Sie die  $R_f$ –Werte von (Salen) $\text{H}_2$  und (Salen) $\text{MnCl}_x$ .

i. Skizzieren Sie ihre DC-Platte im folgenden Kasten:



ii. Tragen Sie die  $R_f$ -Werte für  $(\text{Salen})\text{H}_2$  und  $(\text{Salen})\text{MnCl}_x$  ein:

$R_f$ , $(\text{Salen})\text{H}_2$ :	_____
$R_f$ , $(\text{Salen})\text{MnCl}_x$ :	_____

Nachdem Sie ihre Arbeiten beendet haben:

- Entsorgen Sie alle flüssigen Abfälle in den Behälter "**Liquid Waste**".
- Entsorgen Sie alle benutzten Schraudeckelgefäße in den Behälter "**Broken Glass Disposal**".
- Verstauen Sie die benutzten Glasgeräte in die entsprechenden Boxen "Kit #2", "Kit #3" und "Kit #4".