

40. Internationale  
Chemie Olympiade

# Praktische Aufgaben

15. Juli 2008  
Budapest, Ungarn

# Hinweise

- Diese Klausur hat **10** Seiten Aufgaben und **5** Seiten Antwortblätter (8+4 für die Aufgaben 1-2, 2+1 für Aufgabe 3).
- Sie haben **3 Stunden** Zeit um die **Aufgaben 1** und **2** durchzuführen. Danach verlassen Sie das Labor für eine kurze **Pause**, während der die Laborassistenten Glasgeräte und Chemikalien austauschen. Danach haben Sie **2 Stunden** Zeit um **Aufgabe 3** durchzuführen.
- Beginnen Sie erst, wenn das **START-Kommando** gegeben wird. Sie müssen sofort ihre Arbeit beenden, wenn das **STOP-Kommando** gegeben wird. Eine Überschreitung dieses Zeitpunktes von 3 Minuten oder mehr führt zur Nichtbewertung Ihrer praktischen Arbeit.
- Befolgen Sie die **Sicherheitsregeln**, die in den ICHO-Regulations gegeben sind. Sie müssen die ganze Zeit über die vorhandenen oder die eigenen (wenn sie als geeignet geprüft wurden) **Schutzbrillen** im Labor tragen. Sie müssen immer die **Pipettierhilfe** verwenden. Verwenden Sie **Schutzhandschuhe**, wenn Sie mit organischen Flüssigkeiten arbeiten.
- Wenn Sie die Regeln brechen, erhalten Sie nur **EINE WARNUNG** von einer Aufsicht. Beim zweiten Mal werden Sie des Labors verwiesen und erhalten 0 Punkte auf die praktische Prüfung.
- Zögern Sie nicht eine Aufsichtsperson zu fragen, wenn Sie Fragen in Bezug auf die Sicherheit haben oder das Labor verlassen wollen.
- Verwenden Sie nur den zur Verfügung gestellten Schreibstift und den ausgeteilten Rechner.
- Schreiben Sie Ihren **Namen und Code auf jedes Antwortblatt**. Nehmen Sie die Antwortblätter nicht auseinander.
- Alle Ergebnisse müssen in die entsprechenden Felder der Antwortblätter geschrieben werden, alles andere wird nicht bewertet. Benützen Sie die Rückseite der Antwortblätter als Konzeptpapier.
- Einige Glasgeräte werden Sie während der Klausur mehrmals benötigen. Reinigen Sie diese sorgfältig beim nächst gelegenen Abguss.
- Benützen Sie die gekennzeichneten **Abfallbehälter** im Abzug um organische Flüssigkeiten von Aufgabe 1 und alle Flüssigkeiten von Aufgabe 3 zu entsorgen. Abfall von Aufgabe 2 wird in den Abguss entsorgt.
- Die Anzahl von **signifikanten Stellen** in numerischen Antworten muss mit den Regeln der Evaluation von Experimentierfehlern konform gehen. Fehler werden durch Punktabzug geahndet, auch wenn ihre praktische Arbeit fehlerfrei war.
- Es ist nicht vorgesehen, dass Chemikalien und Laborgeräte **nachgereicht** oder **ersetzt** werden. Sollte dieses doch notwendig sein, erfolgt das beim ersten Mal ohne Punktabzug, im Weiteren aber zum Abzug von **einem Punkt** von den 40 zu erreichenden Punkten.
- Wenn Sie mit einem Prüfungsteil fertig sind, müssen Sie die Antwortblätter in den vorhandenen Umschlag stecken. Kleben Sie den Umschlag nicht zu.
- Die offizielle Englische Version dieser Klausur steht auf Verlangen nur zur Klärung zur Verfügung.

# Geräte

<b>Für den gemeinsamen Gebrauch im Labor:</b>
Heizblock im Abzug, voreingestellt auf 70°C
Destilliertes Wasser in Vorratsgefäßen
Gummihandschuhe (fragen Sie im Falle einer Latexallergie nach Ersatz)
Beschriftete Abfallbehälter für Aufgabe 1 (organische Flüssigkeiten) und Aufgabe 3 (alle Flüssigkeiten)
Behälter für Glasbruch und Kapillaren
<b>Auf jedem Arbeitsplatz:</b>
Schutzbrillen
Heißluft-Fön
wasserfester Stift
Bleistift und Lineal
Stoppuhr, fragen Sie die Aufsicht bei Problemen (Sie können die Uhr behalten)
Pinzette
Spatel
Glasstab
keramische Fliese
Papiertücher
Spritzflasche mit destilliertem Wasser
9 Eppendorfgefäße in einem Schaumblock
DC-Platte in einem verschließbaren Plastikbeutel
Plastikspritze (100 cm <sup>3</sup> ) mit einer Filterplatte aus Polypropylen
Pipettierhilfe
14 graduierte Plastik-Pasteurpipetten
Petrischale mit eingraviertem Code
Bürette auf Stativ
Pipette (10 cm <sup>3</sup> )
2 Bechergläser (400 cm <sup>3</sup> )
Becherglas mit Uhrglas als Deckel und mit Filterpapier für die DC
10 Kapillaren
2 Messzylinder (25 cm <sup>3</sup> )
3 Erlenmeyerkolben (200 cm <sup>3</sup> )
Becherglas (250 cm <sup>3</sup> )
2 Bechergläser (100 cm <sup>3</sup> )
Trichter
Messkolben (100 cm <sup>3</sup> )
30 Reagenzgläser in einem Ständer*
pH-Papier und Skala in einem verschließbaren Plastikbeutel *
Reagenzglasklammer aus Holz*
2 Stopfen für Reagenzgläser*

\* werden erst für Aufgabe 3 ausgegeben

# Chemikalien

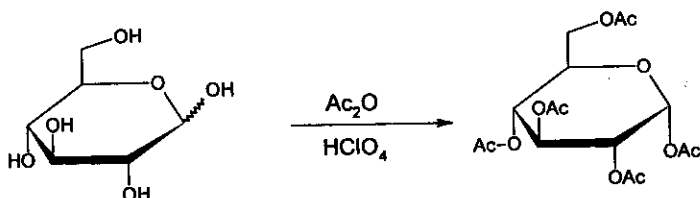
Für 4-6 Personen	R Sätze	S Sätze
0,025 mol/dm <sup>3</sup> Ferroin-Lösung	52/53	
0,2 % Diphenylamin, (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH-Lösung in konz. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	23/24/25-33-35-50/53	26-30-36/37-45-60-61
0,1 mol/dm <sup>3</sup> K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]-Lösung	32	
Siedesteine (pumice stone)		
<b>Auf jedem Arbeitsplatz:</b>		
50 mg wasserfreies ZnCl <sub>2</sub> in einem dünnen Reagenzglas (im Schaumblock mit Code)	22-34-50/53	36/37/39-26-45-60-61
100 mg β-D-Glucopyranosepentaacetat (bezeichnet als BPAG)		
3,00 g wasserfreie Glucose, C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> , eingewogen im Fläschchen		
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O im Erlenmeyerkolben (12 cm <sup>3</sup> )	10-20/22-34	26-36/37/39-45
(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O im Gefäß (10 cm <sup>3</sup> )	10-20/22-34	26-36/37/39-45
CH <sub>3</sub> COOH im Gefäß (15 cm <sup>3</sup> )	10-35	23-26-45
CH <sub>3</sub> OH im Gefäß (10 cm <sup>3</sup> )	11-23/24/25-39	7-16-36/37-45
30 % HClO <sub>4</sub> in CH <sub>3</sub> COOH im Gefäß (1 cm <sup>3</sup> )	10-35	26-36/37/39-45
1:1 Isobutylacetat – Isoamylacetat im Gefäß (20 cm <sup>3</sup> ), bezeichnet als ELUENT	11-66	16-23-25-33
feste Probe K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]·3H <sub>2</sub> O mit Code in einem kleinen Kolben	32	22-24/25
ZnSO <sub>4</sub> Lösung mit Code und Konzentrationsangabe (200 cm <sup>3</sup> )	52/53	61
0,05136 mol/dm <sup>3</sup> Ce <sup>4+</sup> -Lösung (80 cm <sup>3</sup> )	36/38	26-36
1,0 mol/dm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -Lösung (200 cm <sup>3</sup> )	35	26-30-45
Probelösungen für Aufgabe 3 (werden erst nach der Pause ausgegeben)	1-26/27/28-32-35-50/53	24/25-36/39-61

# Risk and Safety Phrases

<b>Indication of Particular Risks</b>			
1	Explosive when dry	33	Danger of cumulative effects
10	Flammable	34	Causes burns
11	Highly Flammable	35	Causes severe burns
22	Harmful if swallowed	39	Danger of very serious irreversible effects
32	Contact with concentrated acids liberates very toxic gas		
<b>Combination of Particular Risks</b>			
20/22	Harmful by inhalation and if swallowed	36/38	Irritating to eyes and skin
23/24/25	Toxic by inhalation, in contact with skin and if swallowed	50/53	Very toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment
26/27/28	Very Toxic by inhalation, in contact with skin and if swallowed	52/53	Harmful to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment
<b>Indication of Safety Precautions</b>			
7	Keep container tightly closed	30	Never add water to this product
16	Keep away from sources of ignition - No smoking	33	Take precautionary measures against static discharges
22	Do not breathe dust	36	Wear suitable protective clothing
23	Do not breathe fumes/vapour	45	In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show label where possible)
25	Avoid contact with eyes	60	This material and/or its container must be disposed of as hazardous waste
26	In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice	61	Avoid release to the environment.
<b>Combination of Safety Precautions</b>			
24/25	Avoid contact with skin and eyes	36/37/39	Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection
36/37	Wear suitable protective clothing and gloves		

# Aufgabe 1

## Synthese von $\alpha$ -D-Glucopyranose-pentaacetat

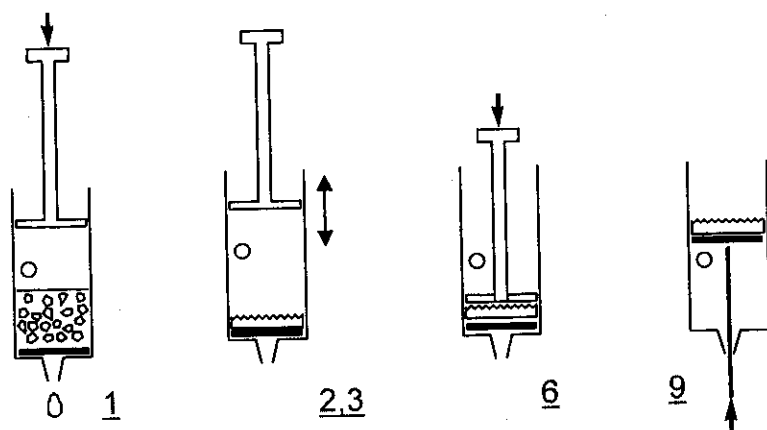


Achtung: Benutzen Sie Handschuhe wenn Sie mit Essigsäure und Essigsäureanhydrid arbeiten. Verständigen Sie die Laboraufsicht, falls Sie etwas verschüttet haben.

Vermischen Sie 12 cm<sup>3</sup> reine Essigsäure mit 12 cm<sup>3</sup> Essigsäureanhydrid (bereits abgefüllt in einem Erlenmeyerkolben) und geben Sie 3,00 g Glucose zu. (Essigsäureanhydrid liegt im Überschuss vor.) Mit einer Pasteur-Pipette werden 5 Tropfen einer 30%igen HClO<sub>4</sub>-Lösung (gelöst in Essigsäure) zugetropft. Nach der Zugabe des Katalysators kann sich die Lösung deutlich erwärmen.

Lassen Sie die Mischung für 10 Minuten zugedeckt stehen und schwenken Sie den Kolben von Zeit zu Zeit um. Gießen Sie die Reaktionsmischung anschließend in ein Becherglas mit 100 cm<sup>3</sup> Wasser. Kratzen Sie mit dem Glasstab an der Wand des Becherglases um die Kristallisation zu erleichtern. Warten Sie 10 Minuten bis die Kristallisation vollständig ist. Filtrieren Sie anschließend und waschen Sie das Produkt zweimal mit 10 cm<sup>3</sup> Wasser. Benutzen Sie dazu die Spritze mit dem porösen Polypropylenfilter.

### Filtration mit der Plastikspritze

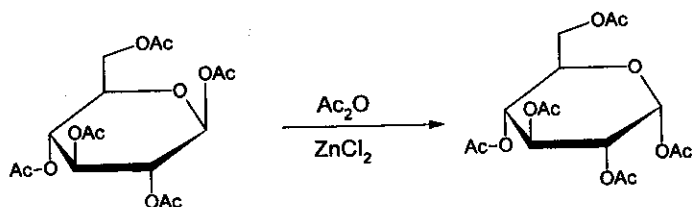


- Ziehen Sie den Kolben heraus. Füllen Sie die Spritze von oben mit der Suspension. Die Spritze kann bis zur Höhe des Loches gefüllt werden. Setzen Sie den Kolben wieder ein.
- Verschließen Sie das Loch mit dem Finger und drücken Sie den Kolben bis zum Loch hinunter.
- Öffnen Sie das Loch und ziehen Sie den Kolben wieder zurück. Achten Sie dabei darauf keine Luft durch den Filter einzusaugen.
- Wiederholen Sie die Schritte 2-3 mehrmals, um die Flüssigkeit vollständig hinaus zu drücken.
- Wiederholen Sie die Schritte 1 – 4, bis der gesamte Feststoff auf dem Filter aufgebracht ist.**

6. Pressen Sie den Kolben gegen den Filterkuchen, um die restliche Flüssigkeit herauszudrücken.
  7. Waschen Sie das Produkt zweimal mit 10 cm<sup>3</sup> Wasser, wobei Sie die Schritte 1-4 jedesmal wiederholen.
  8. Pressen Sie den Kolben gegen den Filterkuchen, um die restliche Flüssigkeit herauszudrücken.
  9. Verschließen Sie das Loch mit dem Finger und ziehen Sie den Kolben mit dem Filterkuchen heraus. (Helfen Sie eventuell durch Schieben mit dem Spatel nach.)
- a) Füllen Sie Ihr Produkt in die offene Petrischale, die mit Ihrem Code markiert ist. Lassen Sie die Schale auf dem Tisch stehen. Die Organisatoren werden das Produkt trocknen, wiegen und die Reinheit überprüfen.
- b) Berechnen Sie die theoretische Ausbeute (Masse) in g. ( $M(C) = 12$  g/mol,  $M(O) = 16$  g/mol,  $M(H) = 1,0$  g/mol)

### Synthese von $\alpha$ -D-Glucopyranose-pentaacetat aus $\beta$ -D-Glucopyranose-pentaacetat

Eine alternative Synthese von  $\alpha$ -D-Glucopyranose-pentaacetat geht vom leicht zugänglichen  $\beta$ -D-Glucopyranose-pentaacetat aus. Im folgenden Experiment wird die Kinetik dieser Reaktion mittels Dünnschichtchromatographie untersucht.



Geben Sie 1,5 cm<sup>3</sup> Essigsäureanhydrid zu 50 mg wasserfreiem ZnCl<sub>2</sub> (bereits abgewogen in einem Reagenzglas). Fügen Sie 100 mg reines  $\beta$ -D-Glucopyranose-pentaacetat (BPAG) zu und schütteln Sie, bis sich alles gelöst hat. Geben Sie drei Tropfen der Mischung in ein Eppendorf-Röhrchen, fügen Sie 0,5 cm<sup>3</sup> Methanol zu und heben Sie es für später auf.

Stecken Sie Ihr Reagenzglas in den auf 70°C vorgeheizten Heizblock im Abzug, der Ihrem Arbeitsplatz am nächsten ist. Schütteln Sie das Reagenzglas von Zeit zu Zeit kurz durch. Entnehmen Sie der Reaktionsmischung nach 2, 5, 10 und 30 Minuten jeweils drei Tropfen mit einer Pasteur-Pipette. Mischen Sie jede dieser Proben im Eppendorf-Röhrchen sofort mit 0,5 cm<sup>3</sup> Methanol, um die Reaktion zu stoppen.

Zur Untersuchung der Reaktionskinetik wird mit den entnommenen Proben eine Dünnschichtchromatographie (Kieselgel) durchgeführt. Tragen Sie dazu auch alle notwendigen Referenzverbindungen auf, um die Flecken auf der Platte identifizieren zu können. Markieren Sie die Startlinie mit Bleistift und entwickeln Sie die DC-Platte in einem Laufmittelgemisch (ELUENT) aus Isobutylacetat und Isoamylacetat (1:1). Erhitzen Sie die DC-Platte mit dem Heißluftfön (im Abzug!) um die Flecken sichtbar zu machen (die Verfärbung ist dauerhaft). Sollte eine brauchbare Auswertung nicht möglich sein, können Sie eine zweite DC-Platte anfordern (ohne Strafpunkte).

- c) Kopieren Sie Ihre DC-Platte auf das Antwortblatt und stecken Sie sie anschließend in den markierten verschließbaren Plastikbeutel.
- d) Interpretieren Sie Ihre experimentellen Ergebnisse, indem Sie die Fragen auf dem Antwortblatt beantworten.

## Aufgabe 2

Achtung: Die Vollpipette hat 2 Eichmarken. Lassen Sie nur bis zur unteren Eichmarke ab (dann sind es  $10,00 \text{ cm}^3$ ). Lassen Sie die Pipette nicht vollständig auslaufen.

Gibt man Kaliumhexacyanoferrat(II),  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , in eine Lösung mit Zink-Ionen, bildet sich ein sehr schwer löslicher Niederschlag. Ihre Aufgabe ist es, die stöchiometrische Zusammensetzung des Niederschlages, der kein Kristallwasser enthält, zu bestimmen. Die Fällungsreaktion ist vollständig und läuft so schnell ab, dass sie in einer Titration verwendet werden kann. Der Endpunkt kann mit Hilfe eines Redoxindikators erkannt werden. Vorher müssen Sie allerdings die genaue Konzentration der Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung bestimmen.

### Herstellen der $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ -Lösung und Bestimmung der genauen Konzentration

Lösen Sie die feste Probe von  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ( $M = 422,41 \text{ g/mol}$ ) im kleinen Erlenmeyerkolben und überführen Sie die Lösung quantitativ in den  $100,00 \text{ cm}^3$  Messkolben. Entnehmen Sie eine  $10,00 \text{ cm}^3$  Portion der Hexacyanoferrat(II)-Lösung. Geben Sie vor der Titration  $20 \text{ cm}^3$  Schwefelsäure ( $1 \text{ mol/dm}^3$ ) und zwei Tropfen der Ferroin-Indikatorlösung zu jeder Probe. Titrieren Sie mit  $0,05136 \text{ mol/dm}^3 \text{ Ce}^{4+}$ -Lösung. Wiederholen Sie die Bestimmung so oft wie nötig. Cer(IV) ist in saurer Lösung ein starkes Oxidationsmittel und bildet in der Redoxreaktion Ce(III).

- Geben Sie einen geeigneten Mittelwert des Verbrauchs an  $\text{Ce}^{4+}$ -Lösung an!
- Formulieren Sie die Gleichung für die Titrationsreaktion. Bestimmen Sie die Masse ihrer  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ -Probe.

### Reaktion zwischen Zink-Ionen und Kaliumhexacyanoferrat(II)

Überführen Sie mit der Vollpipette  $10,00 \text{ cm}^3$  der Hexacyanoferrat(II)-Lösung in einen Erlenmeyerkolben und geben Sie  $20 \text{ cm}^3$  Schwefelsäure ( $1 \text{ mol/dm}^3$ ) zu. Fügen Sie 3 Tropfen Indikatorlösung (Diphenylamin) sowie 2 Tropfen  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ -Lösung zu. Der Indikator funktioniert nur in der Gegenwart von wenig Hexacyanoferrat(III),  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ . Titrieren Sie langsam mit der Zinklösung bis eine blau-violette Färbung auftritt. Wiederholen Sie die Bestimmung so oft wie nötig.

- Geben Sie einen geeigneten Mittelwert des Verbrauchs an  $\text{Zn}^{2+}$ -Lösung an.
- Interpretieren Sie die Titration, indem Sie die Fragen auf den Antwortblättern beantworten.
- Bestimmen Sie die Formel des Niederschlages.

Vorsicht: Maximale Punkte werden nicht unbedingt für Messungen vergeben, die sich aus den theoretisch erwarteten Werten errechnen lassen.



# Aufgabe 3

Achtung: Behandeln Sie alle Lösungen so, als wären sie toxisch und ätzend. Verwenden Sie die vorgesehenen Abfallbehälter!

Der Heißluftfön erreicht Temperaturen bis zu 500°C. Richten Sie den Fön nicht auf brennbare Materialien und Körperteile. Seien Sie vorsichtig mit der heißen Metallöffnung am Fön.

Geben Sie vor dem Erhitzen immer ein Siedesteinchen (pumice stone) zu den Lösungen, um Siedeverzüge zu vermeiden. Richten Sie beim Erhitzen niemals die Öffnung eines Reagenzglases in Richtung anderer Personen.

Sie haben acht unbekannte wässrige Lösungen. Jede Lösung enthält nur eine Verbindung. Das gleiche Ion kann in mehreren Lösungen vorkommen. Jede Verbindung besteht formal aus einem Kation und einem Anion aus der folgenden Liste:

Kationen:  $\text{H}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$

Anionen:  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$

Sie haben Reagenzgläser, eine Heizquelle, Wasser und pH-Papier, jedoch keine weiteren Reagenzien zu Verfügung.

Identifizieren Sie die Verbindungen in den Lösungen 1-8. Auf der nächsten Seite finden Sie eine Löslichkeitstabelle einiger Anionen, die Sie als Hilfestellung verwenden können. Falls es Ihnen nicht möglich ist ein Ion exakt zu identifizieren, geben Sie die kleinstmögliche in Frage kommende Auswahl an.

## Anmerkungen:

Die unbekanntes Lösungen können geringfügige Verunreinigungen enthalten, welche durch den Einfluss von Luft entstanden sind. Die Konzentration aller Lösungen beträgt etwa 5% (Massenprozent) und es sind gut zu beobachtende Niederschläge der Hauptkomponenten zu erwarten. In einigen Fällen erfolgt die Niederschlagsbildung nicht sofort. Es können sich übersättigte Lösungen bilden, aus denen erst nach einiger Zeit ein Niederschlag ausfällt. Treffen Sie keine voreiligen Schlussfolgerungen, warten Sie, wenn nötig, 1-2 Minuten. Achten Sie gewissenhaft auf alle Anzeichen etwaiger Reaktionen. Beachten Sie, dass das Erhitzen alle Prozesse beschleunigt, die Löslichkeit der meisten Verbindungen erhöht und Reaktionen stattfinden können, die bei Raumtemperatur nicht ablaufen.

### Löslichkeitstabelle bei 25 °C

	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Sn <sup>4+</sup>	Sb <sup>3+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Bi <sup>3+</sup>	
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>														HR			1,0	↓	↓	↓				↓
C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			3,6	↓										↓	↓			↓	↓	↓		↓	↓	↓
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	HR				HR					↓	↓			HR	↓			0,41	↓	↓				↓
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>																								
F <sup>-</sup>		0,13		↓	0,5		↓	4,0	1,0	↓	↓	1,4	2,6	↓	1,6	↓						0,16	↓	↓
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>							0,21											0,84	↓	↓		↓	↓	↓
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	HR	↓		↓	↓	↓		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		↓		↓	↓	↓		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↓	↓	↓	↓	HR	↓	↓
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>					HR	HR	1,0	HR	HR		↓	HR		↓	↓			↓	↓	↓				↓
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>						2,1																		
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HR							HR	↓	R		HR					0,91	R	R		R	↓	R	
Br <sup>-</sup>																		↓	↓	↓				↓
I <sup>-</sup>											R			↓	↓			↓	↓	↓				↓

**Kein Eintrag:** Lösliche Verbindung ↓: Unlösliche Verbindung R: Redoxreaktion bei Raumtemperatur  
**HR:** Löslich bei Raumtemperatur. In heißer Lösung erfolgt allerdings eine beobachtbare Reaktion (nicht zwangsläufig eine Niederschlagsbildung). Löslichkeiten in g (Substanz) / 100 g Wasser. Es sind nur Werte zwischen 0.1 und 4 angegeben.  
**Niederschläge,** deren Farbe signifikant von der Farbe der Ionen abweicht: (S) = schwarz, (V) = violett, (W) = weiß, ((G)) = hellgelb, (G) = gelb.

Name: \_\_\_\_\_

Code: GER- \_\_\_\_\_

# Aufgabe 1

10% der Gesamtpunkte

1a	1b	1c	1d	Aufgabe 1
30	2	12	4	48

a) Ausbeute des Produktes in g (wird von den Organisatoren bestimmt):

b) Berechnen Sie die theoretische Ausbeute Ihres Produktes in g.

Theoretische Ausbeute:

c) Zeichnen Sie Ihre entwickelte DC-Platte in das Kästchen und lassen Sie das Original im Plastikbeutel auf Ihrem Tisch.

Name:

Code: GER-

---

d) Interpretieren Sie Ihr Experiment und kreuzen Sie die richtigen Antworten an.

Die Acetylierung von Glucose ist exotherm.

- a) Ja
- b) Nein
- c) Kann aufgrund des Experiments nicht entschieden werden

Die Isomerisierung von  $\beta$ -D-Glucopyranose-pentaacetat kann für die Herstellung von reinem  $\alpha$ -D-Glucopyranose-pentaacetat verwendet werden.

- a) Ja
- b) Nein
- c) Kann aufgrund des Experiments nicht entschieden werden

Name: \_\_\_\_\_

Code: GER- \_\_\_\_\_

## Aufgabe 2

15 % der Gesamtpunkte

2a	2b	2c	2d	2e	Aufgabe 2
25	4	25	6	5	65

a)  $\text{Ce}^{4+}$ -Verbrauch:

Geeigneter Mittelwert des Titrationsvolumens ( $V_1$ ):

b) Gleichung für die Titrationsreaktion:

Berechnung der Probenmasse:

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  Masse ( $m$ ):

c) Zinkverbrauch:

Geeigneter Mittelwert des Titrationsvolumens ( $V_2$ ):

d) Kreuzen Sie die richtige Antwort an.

Der Diphenylamin-Indikator ändert die Farbe beim Endpunkt,

- a) weil die Konzentration der Zinkionen zunimmt,  
 b) weil die Konzentration der  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  Ionen abnimmt,  
 c) weil die Konzentration der  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  Ionen zunimmt,  
 d) weil der Indikator aus seinem Komplex frei gesetzt wird.

Name:

Code: GER-

Welche Form des Indikators ist vor dem Endpunkt vorhanden?

- a) oxidierte Form
- b) reduzierte Form
- c) komplexiert an ein Metallion

Am Beginn der Titration ist das Redoxpotenzial des Hexacyanoferrat(II)/Hexacyanoferrat(III)-Systems niedriger als das Redoxpotenzial des Diphenylindikators.

- a) richtig
- b) falsch

e) Ermitteln Sie die Summenformel des Niederschlages, zeigen Sie Ihre Berechnungen.

Formel des Niederschlages:

Items replaced or refilled:

Student signature:

Supervisor signature:

Name:

Code: GER-

# Aufgabe 3

15 % der Gesamtpunkte

Aufgabe 3
108

Füllen Sie diese Tabelle erst dann aus, wenn Sie mit allen Ihren Analysen und Zuordnungen fertig sind.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Kation								
Anion								