

July 21, 2004

**36th International
Chemistry Olympiad
Kiel – Germany 2004**

Practical Examination



36th IChO 実験問題

- 安全規則 準備問題の冒頭に示したことを守ること。特に、常に安全めがねをかけること。実験室内では飲食は厳禁である。
- 違反した場合 警告は一回だけ、再度違反した場合には退場になる。
- 問題冊子 問題は2問、13ページある。まず、問題1から開始すること。そして問題2を開始するためのヒントが与えられるまで問題1の実験をつづけること。
- 時間 試験時間は5時間、終了時刻30分前に予告がある。
- 解答用紙 3ページある。
- 氏名と生徒コード番号 解答用紙のすべてのページに記入すること。
- 解答の注意 解答用紙の定められた解答欄の中だけに記入すること。その他の場所にも書いても採点されない。根拠となる計算も記入して示すこと。
- ペンと与えられた計算機だけを使用すること
- 結果 数値を解答する際の有効数字のケタ数は実験誤差を評価する規則にしたがうこと。実験の操作に誤りがなくても表記をミスすると減点される。
- ビュレット できるだけ正確に読み取ること。
- 試薬の追加 超伝導材料の溶液、超伝導材料の固体、ポリカーボネート、ビスフェノールAの追加をどうしても希望する時は試験官に申し出ること。ただし、これらの試薬一つにつき5点減点される。
- 質問 安全、実験器具、試薬、全般的な問題など、またトイレに行きたいときは**担当の試験官**に申し出ること。
- 試薬の廃棄 決められた容器にのみ捨てること
- 公式な英語バージョン 意味がはっきりしない場合のみ参考にするために見ることができる。その際は試験官に申し出ること。
- 止めの指示があった後 解答用紙を封筒に入れ（封はしないこと）所定の試験官室まで提出。問題冊子、筆記用具、計算機はいっしょに持ち帰る。

止めの合図があったら、ただちに作業を止めること。5分たってもやめなかった場合には、実験問題は0点となる。

Periodic table of elements

with atomic masses / u

1 H 1.01																2 He 4.00	
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc 98.91	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.3	57-71 La	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po 208.98	85 At 209.99	86 Rn 222.02
87 Fr 223	88 Ra 226	89-103 Ac	104 Rf 261	105 Db 262	106 Sg 263	107 Bh 264	108 Hs 265	109 Mt 268									
			57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm 144.92	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
			89 Ac 227	90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np 237	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 262

実験装置

実験問題では、いくつかのガラス器具は二回以上使わなければならないので、注意深く洗浄すること。

ドラフト（フード）とその中においてある装置などは何人かの生徒で共用する。自分の使用するドラフトと担当の試験官室は実験台の上に記載されている。

器具

2 ビーカー(100 mL)
 1 ビーカー(計量済, “beaker A”と記載)
 1 ビーカー (計量済, “beaker B”と記載)
 1 ビーカー (400 mL)
 1 熱いビーカーを持つためのゴム製指あて

1 脱イオン水の入った、洗ビン(500 mL)
 2 冷却管とフラスコ用のクランプ
 1 ビュレット用のクランプ取付け金具付き
 1 ビュレット (25 mL)
 1 吸引ロート(90 mm)
 1 冷却管(NS 29)
 1 摺りつき三角フラスコ(100 mL, NS 29)
 4 三角フラスコ(300 mL)
 1 g グラスファイバー
 6 問題 1 用のろ紙
 6 問題 2 用のろ紙
 1 漏斗台
 2 問題 1 用のひだ折りろ紙
 1 分析用のロート 直径 = 80 mm
 1 液体用のロート 直径 = 100 mm
 1 粉末用のロート 直径 = 80 mm
 1 ビュレット用のロート
 2 ガラス棒 15 cm
 1 ガラス棒 21 cm
 1 メスシリンダー (10 mL)
 1 メスシリンダー(100 mL)

器具

1 ホットプレート付きスターラー
 1 磁気回転子
 3 試験管に入った融点測定用毛細管
 (“tube B”とラベルに記載)
 1 融点測定用毛細管用のものさし
 1 パスツールピペット(2 mL 目盛り入り)
 吸引用ボール付き
 1 吸引用のボール
 1 ホールピペット (25 mL)
 1 プラスチック製のふた(NS 29)
 1 セラミックプレート(Ceran™)
 1 安全めがね
 1 pH 試験紙巻
 2 shards (2.5 cm x 2.5 cm)素焼き板
 2 取付け金具
 1 スパチュラ
 1 ミクロスパチュラ
 2 スタンド
 1 吸引ビン(500 mL) 玉付き
 1 テフロンパッキン(NS 29)
 4 試験管
 1 試験管立て
 1 メスフラスコ(100 mL)
 1 メスフラスコ (250 mL)
 75 cm ガラス管
 1 試験管はさみ
 1 ワイパー
 1 試験管ブラシ

各生徒に支給される試薬

No	試薬名	化学式	濃度	量	R フレーズ	S フレーズ
1	Polycarbonate ポリカーボネート (Makrolon 製)	-	固体	2.54 g	-	-
2	Ethanol エタノール	C ₂ H ₅ OH	96 %	150 mL	11	7-16
3	hydrochloric acid 塩酸	HCl	25 %	60 mL	36/37/38	26
4	sodium chloro acetate クロロ酢酸ナトリウム	ClCH ₂ COONa	固体	5 g	25-38-50	22-37-45-61
5	sodium hydroxide 水酸化ナトリウム	NaOH	固体	4 g	35	26-37/39-45

6	sodium-hydroxide solution 水酸化ナトリウム水溶液	NaOH	10%	100 mL	35	26-36/37/39-45
7	disodium-EDTA solution EDTA二ナトリウム水溶液	Na ₂ -EDTA	0.1000 mol L ⁻¹	100 mL	22-36/37/38	26-36
8	sodium acetate 酢酸ナトリウム	CH ₃ COONa	固体	10 g	-	-
9	sodium-iodide solution ヨウ化ナトリウム水溶液	NaI	10 %	80 mL	-	22-24/25 *
10	sodium-thiosulfate solution チオ硫酸ナトリウム水溶液	Na ₂ S ₂ O ₃	0.01000 mol L ⁻¹	100 mL	-	-
11	starch solution デンプン水溶液	-	-	20 mL	-	-
12	sulfuric acid 硫酸	H ₂ SO ₄	2 mol L ⁻¹	50 mL	35	26-30-45
13	superconductor solution 超伝導材料の水溶液	La _x M _(2-x) CuO ₄	-	-	22 ¹⁾	22-24/25 ¹⁾
14	superconductor solid 超伝導材料の固体	La _x M _(2-x) CuO ₄	固体	250 mg	22	22-24/25
15	xylene orange indicator キシレノールオレンジ指示薬	-	固体	500 mg	8	16-41
27	bisphenol A ビスフェノール A ²⁾	C ₁₅ H ₁₆ O ₂	固体		36/37/38-43	24-26-37
28	bisphenol A ビスフェノール A ³⁾	C ₁₅ H ₁₆ O ₂	固体		36/37/38-43	24-26-37

¹⁾固体試料としての注意事項

²⁾問題 1 において試験官に申し出ると与えられる。

³⁾問題 1 の最初のステップを終えた後、試験官室で与えられる。

共通で使用する試薬 (ドラフト内に置いてある)

No	試薬	化学式	濃度		R フレーズ	S フレーズ
16	acetic acid 酢酸	CH ₃ COOH	2 mol L ⁻¹		10-35	23.2-26-45
17	ammonia solution アンモニア水	NH ₃ (aq)	25 %		34-50	26-36/37/39-45-61
18	ammonium-carbonate solution 炭酸アンモニウム水溶液	(NH ₄) ₂ CO ₃	2 mol L ⁻¹		36/37/38 *	26-37/39 *
19	ammonium-oxalate solution シュウ酸アンモニウム水溶液	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	0.25 mol L ⁻¹		21/22 *	24/25 *
20	ammonium-sulfate solution 硫酸アンモニウム水溶液	(NH ₄) ₂ SO ₄	1 mol L ⁻¹		-	-
21	calcium-sulfate solution 硫酸カルシウム水溶液	CaSO ₄	飽和		-	-
22	perchloric acid 過塩素酸	HClO ₄	10 %		34	23-26-36-45
23	potassium-dichromate solution 二クロム酸カリウム水溶液	K ₂ Cr ₂ O ₇	0.05 mol L ⁻¹		43	24-37-45-60

*固体試料としての注意事項

試験官からブランクテストをする時にもらう試薬

No	chemicals	formula	conc.		R phrases	S phrases
24	barium-chloride dihydrate 塩化 バリウム二水和物	BaCl ₂ · 2 H ₂ O	固体		20-25	45
25	calcium-chloride hexahydrate 塩化カルシウム六水和物	CaCl ₂ · 6 H ₂ O	固体		36	22-24
26	strontium-chloride hexahydrate 塩化ストロンチウム六水和物	SrCl ₂ · 6 H ₂ O	固体		-	22-24/25

R フレーズ (Risk)

- R 8 可燃性物質と接触すると火災を起すことがある。
- R 10 引火性である。
- R 11 引火性が高い。
- R 20 吸入すると有害である。
- R 22 飲み込むと有害である。
- R 25 飲み込むと有毒である。
- R 34 火傷を引き起こす。
- R 35 重度の火傷を引き起こす。
- R 36 眼を刺激する。
- R 37 呼吸器系を刺激する。
- R 38 皮膚を刺激する。
- R 43 皮膚接触により過敏性になる。
- R 50 粘膜などの水でぬれた組織に対して非常に高い毒性を示す。

R フレーズの組み合わせ項目

- R 21/22 吸入したときおよび皮膚に接触したとき有害である。
- R 36/37/38 眼、呼吸器系および皮膚を刺激する。

S フレーズ (Safety)

- S 7 容器を気密して保管する。
- S 16 発火源から離して保管する 禁煙。
- S 22 粉塵を吸入してはならない。
- S 23 ガス/煙/蒸気/スプレーを吸入してはならない。
- S 23.2 蒸気を吸入してはならない。
- S 24 皮膚に触れないようにする。
- S 26 眼に入った時は、直ちに多量の水で洗い流し医師の診察を受ける。
- S 30 この製品に水を加えてはならない。
- S 36 適切な保護衣を着用する。
- S 37 適切な手袋を着用する。
- S 41 火災や爆発の場合、煙や蒸気を吸入してはならない。
- S 45 事故が起きたときあるいは気分が悪い場合、直ちに医師の診察を受ける（できればラベルを見せる）。
- S 60 この物質や容器は有害廃棄物として処理する。
- S 61 環境中への放出を避ける。特別な指示/製品安全データシート（MSDS）を参照する。

S フレーズの組み合わせ項目

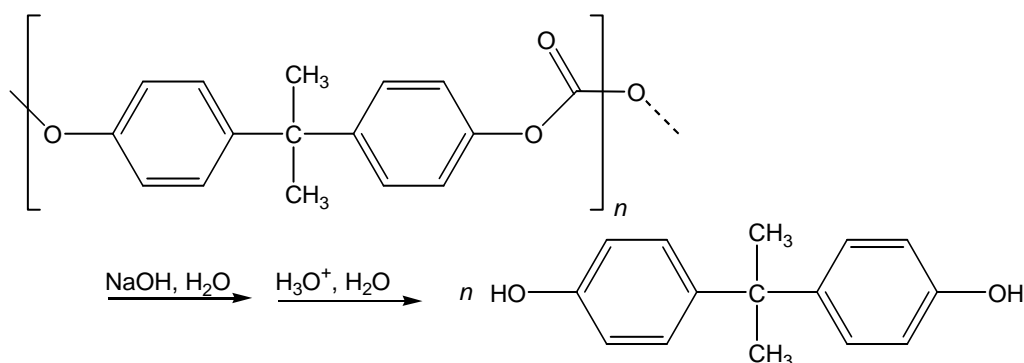
- S 24/25 皮膚および眼との接触を避ける。
- S 36/37/39 適切な保護衣、手袋および眼/顔面保護具を着用する。
- S 37/39 適切な手袋および眼/顔面保護具を着用する。

1. 2,2-ビス(パラ-フェニレンオキシ酢酸)プロパン (ビスフェノール A ビス(カルボキシメチル)エーテル) の二段階反応による合成

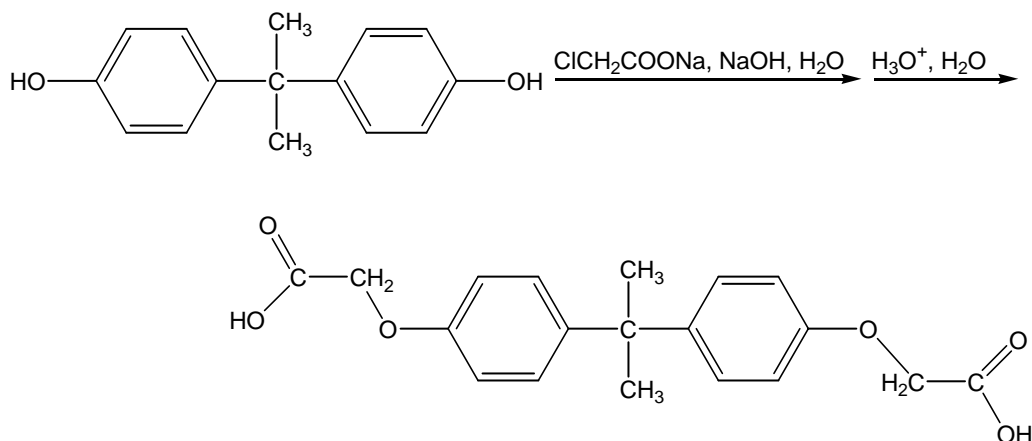
(100 点)

イントロダクション

最初のステップでは、ポリカーボネートのアルカリ加水分解による中間体としてビスフェノール A のナトリウム塩が生成する。酸を加えることによりこの塩は 2,2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン = ビスフェノール A になる。



第二段階では、ビスフェノール A はクロロ酢酸ナトリウムと反応してフェノールエーテル、すなわちビスフェノール A ビス(カルボキシメチル)エーテルになる。



- それぞれのステップで生成物を単離しなければならない。
(乾燥や計量は試験委員がおこなう)
- ステップ 2 の生成物の融点を測定する際、3 つの測定用毛細管すべてに所定量まで試料を詰めること
(ステップ 1 生成物の試料を融点測定管に詰める作業は試験委員がおこなう)
(融点の測定は試験委員がおこなう)
- ステップ 1 で合成した生成物をいれたビーカー A を試験官に提出すると、2 g のビスフェノール A を次のステップの出発原料として渡されるのでそれを用いること。
- 解答用紙 P 1 に書かれている質問についても解答せよ。
- セラミックプレートをマグネチックスターラーから取り外してはならない。

実験操作

ステップ1 ポリカーボネートのアルカリ加水分解によるビスフェノールAの合成

合成：

- 摺り付きの 100mL 三角フラスコの中に、すでに計量してある 2.54 g のポリカーボネート(No. 1)、4.0 g の水酸化ナトリウム(No. 5)、3 mL の脱イオン水 (demineralized water) を入れる。
- プラスチック製の栓でフタをしてフラスコを閉じ、ガラスの摺り合わせ部分に液がつかないようにゆっくりとかき混ぜる。ときどきプラスチックのフタを開けて空気の入れ替えをする。水酸化ナトリウムが徐々に溶解するにつれて激しく発熱する。
- 4分後、プラスチックのフタを取り除き、磁気回転子を入れ、フラスコを加熱プレートの上に置く。フラスコの口に還流冷却管を取り付ける。ただし、フラスコと冷却管の接続部分にはテフロン製のアダプターを用いること。これらの装置はスタンドにしっかりと固定すること。
- 最後に、攪拌を続けながら冷却管の上部から 20 mL のエタノール(No. 2)を加える。
- 還流を続けながら反応混合物を 60 分間加熱する。最初にホットプレートのサーモスタットを最大値に設定する。反応液が沸騰し始めたら、注意深く加熱を弱める。すると、反応液は穏やかに還流をするようになる。
- すると白色の沈殿が生成する。

反応の途中で待っている間を利用して、次の分析化学実験を開始することを強く勧める。

単離：

- 一時間後、加熱を止め室温まで戻し、冷却管を取り除き、25 mL の脱イオン水を加え、400 mL のビーカーに移す。25 mL の脱イオン水を用いてフラスコを洗浄してビーカーに移す。
- 最後に全量が 150 mL になるように脱イオン水を加える。
- もし反応液が透明でないならばグラスファイバーを用いてろ過して別の三角フラスコへ移す。
- 反応液をガラス棒を用いてかきまぜながら、ゆっくりと 15 mL の塩酸(No. 3)を加える。すると、かなりねばねばした固体 (時には結晶) が沈殿する。
- 結晶化を促進するために入れるビスフェノールA(No. 27)のタネ結晶を試験官に貰う。
- ガラス棒を用いて反応液をよくかき混ぜる。完全に結晶を生成させるため、上澄みの水溶液がほとんど透明になるまで、時々攪拌を続ける。
- 粗生成物を吸引ろ過により集め、10 mL の脱イオン水で2回洗浄する。そして、生成物をあらかじめ質量を量って「ビーカー-A」とラベルに記載されているビーカーに全部移す
- **試験官の部屋にビーカー-Aを持っていき、乾燥し計量してもらおう。**
- その後、2.00 g のビスフェノールA (No. 28)が入った小さなピンを試験官から受け取る。それを第二段階の反応の出発原料にする。

- 生成物を持っていったときと出発原料を受け取る時には、署名しなければならない。たとえビスフェノール A がまったく取れなくても、空のビーカー A を試験官の部屋へ持っていきステップ 2 で使用する出発原料をもらうこと。

ステップ 2 クロロ酢酸とビスフェノール A との反応による 2,2-ビス(パラ-フェニレンオキシ酢酸)プロパン (ビスフェノール A ビス(カルボキシメチル)エーテル)の合成

合成：

- ステップ 1 の合成後に試験官から受け取ったビスフェノール A(No. 28)を 100 mL の摺り合わせのついた三角フラスコへ入れる。
- 10 mL の水酸化ナトリウム水溶液(No. 6), 1 mL の脱イオン水、磁気回転子を加える。
- フラスコをホットプレートの上に置く。還流冷却管をフラスコに取り付ける。その際、テフロン製のパッキンをフラスコと冷却管の間の接続部で用いる。装置をスタンドにしっかりと取り付ける。
- 透明の溶液が得られるまで反応液をゆっくりと攪拌しながら加熱する。
- ホットプレートと冷却管を取り除き、5.0 g のクロロ酢酸ナトリウム塩(No. 4)を反応液に加える。
- 再びフラスコに還流冷却管を取り付けた後、反応液を激しく攪拌しながら 30 分間加熱還流する。
- 最初は加熱することにより透明な溶液が得られる。場合によっては白色の沈殿が析出することもある。もし反応の途中で混合物が完全に固体として析出してしまえば加熱を停止しなければならない。
- その後、50 mL のエタノール(No. 2)を冷却管の上部から注意深く加える。(突沸に注意すること!)混合物を 5 分間加熱して攪拌すると、白色沈殿が生成する。(または、すでに始まっていた結晶化がさらに進む)

単離：

- 5 分かけて冷却した後に 50 mL のエタノール(No. 2)を用いてビーカーにすべてを移す。混合物をよくかき混ぜたほうがよい。
- 磁気回転子を取り除き吸引ロートで反応混合物をろ過する。ろ液からさらに析出した固体は一緒にしない。ビーカーを 10 mL のエタノール(No. 2)を用いて洗い込む。沈殿を 10 mL ずつのエタノール(No. 2)で 2 回洗う。(ろ液は有機廃液入れに捨てること)
- 沈殿物をビーカーにすべて移す。磁気回転子を入れ、150 mL の脱イオン水に溶かす。混合物は激しく攪拌しなければならない。大きなかたまりはスパチュラを用いてつぶさなければならない。
- 透明な溶液にならない場合、ひだ折りろ紙を用いて三角フラスコの中をろ過しなければならない。
- 5 mL の塩酸(No. 3)を反応液中に攪拌しながらゆっくりと加えると白色の沈殿を生じる。
- 得られた粗生成物を吸引ろ過により集め、10 mL ずつの脱イオン水を用いて 2 回洗い、あらかじめ計量して「ビーカー B」と書いてあるビーカーにすべて移す。

- ミクロスパチュラを用いて少量の生成物を取り、素焼き板 (shard) の上で細かくつぶして乾燥させる。この均一につぶして乾燥した試料を 3 つの融点測定用毛细管に入れる。5 mm の高さにぎっしりと詰めるために 75 cm のガラス管を用い、高さをメジャーで確認する。
- すべての融点測定用毛细管を生徒コード番号がラベルに記されている試験管 B に入れ、生成物を入れたビーカー B といっしょに試験官に提出する。提出の際に署名しなければならない。

2. 超電導材料の定性・定量分析 (113 点)

はじめに

La_2CuO_4 をもとにして作られる超電導材料の一般的な組成は、 $\text{La}_x\text{M}_{(2-x)}\text{CuO}_4$ ($\text{M} = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$) です。

この問題は、ふたつの部分からできています。

- ・ 含まれているアルカリ土類金属の定性分析
- ・ 含まれているランタンと銅の定量分析

ビュレットの値を正確に読み取りましょう。結果を解答用紙に記入してください。設問にも答えてください。結果は、必要かつ十分な正確さを持って書いてください。

定性実験と定量実験は、どちらから先にやっても構いません。

操作

2.1 アルカリ土類金属の定性分析

(もし、ドラフトを他の人が使っている場合には、2.2 の滴定を先にやっても構いません。)

この実験には、固体の超電導材料($\text{La}_x\text{M}_{(2-x)}\text{CuO}_4$; No.14)を使用します。まず、ランタンを沈殿にして取り除きます。この実験はドラフトの中で行ってください。

試料をすべてビーカーの中に取り、約 5mL の過塩素酸(No.22)を加え、加熱しながら溶かします。続いて、5mL の脱イオン水(demineralized water)を加えます。ある程度さめるまで放置します。

5mL の脱イオン水を加え、さらに、アンモニア水(No.7)を溶液が塩基性になるまで加えます。ランタンが水酸化物として沈殿し、銅は濃い青色のテトラアンミン錯体を作ります。沈殿をろ過して少量の脱イオン水で数回洗います。

過剰の炭酸アンモニウム水溶液(No.18)をろ液に加え、その溶液を数分間沸騰させます。アルカリ土類金属は、炭酸塩になって沈殿します。沈殿をろ過して少量の脱イオン水で数回洗います。

次にその沈殿を酢酸(No.16)に溶かして、酢酸ナトリウム(No.8)と過剰の二クロム酸カリウム水溶液(No.23)を加えます。バリウムが存在すれば、黄色い BaCrO_4 の沈殿ができます。混合物を 1 分間加熱した後、クロム酸バリウムをろ過して、脱イオン水で洗ってください。(もし、クロム酸バリウムの沈殿ができなくても、沈殿が生成したものとして次に進みなさい。)

無色のろ液に、溶液が塩基性を示すまでアンモニア水(No.17)を加えます。さらに、過剰の炭酸アンモニウム水溶液(No.18)を加えた後、混合物を数分間沸騰さ

せませす。ストロンチウムやカルシウム（片方もしくは両方）が存在すれば、白色の炭酸塩が沈殿します。

生成した沈殿を脱イオン水で2～3回洗います。

沈殿を、約2mLの脱イオン水に2～3滴の塩酸(No.3)を加えた溶液に溶かします。そして、この溶液を2本の試験管に分けます。

- そのうち1本の試験管に、硫酸カルシウムの飽和水溶液(No.21)を加えます。もし、ストロンチウムが存在すれば、硫酸ストロンチウムの白色沈殿が少量生成します。沈殿の生成を速めるには、ガラス棒で試験管の内側を数回こすると良いでしょう。
- もう1本の試験管には硫酸アンモニウム水溶液(No.20)を加えます。もし、ストロンチウムやカルシウム（片方もしくは両方）が存在すれば、白色の硫酸塩沈殿が生成します。沈殿をろ過して、ごく少量の脱イオン水で洗います。ろ液にシュウ酸アンモニウム水溶液(No.19)を1mL加えます。もし、カルシウムが存在すれば、2～3分後に、シュウ酸カルシウムの白色沈殿が生成します。

超電導物質の母液の調整

メスフラスコの中に超電導材料($\text{La}_x\text{M}_{(2-x)}\text{CuO}_4$;No.13)の溶液が入っています。これに脱イオン水を加えて250mLにします。これ以降、この溶液を「母液」と呼びます。

2.2 ランタンと銅の総量の定量

母液のうち25.00 mLを三角フラスコに移します。
この溶液に、スパチュラおよそ5～6杯分の酢酸ナトリウム(CH_3COONa ;No.8)とマイクロスパチュラ2杯分のキシレノールオレンジ指示薬(No.15)を加え、さらに脱イオン水を加えて、全量を約75mLにします。
分析に入る前に、溶液のpHは約6でなければなりません。そうでなければ、酢酸ナトリウムをさらに加えてください。
この溶液を、 Na_2 -EDTA水溶液(No.7)で滴定します。溶液の色が、明るい紫色から非常に明るい緑色に変わります。(この過程で、2～3回の色の変化があります。)

この操作を、必要なだけ繰り返してください。

2.3 銅の定量

母液(No.13)のうち25.00 mLを100 mLのメスフラスコに移し、脱イオン水を加えて全量を100.0 mLにします。
滴定を行うたびに、この溶液のうち25.00 mLを三角フラスコに移し、溶液が塩基性を示すまで水酸化ナトリウム水溶液(No.6)を加えます。この操作の間に青い沈殿が生じま

す。その青い沈殿が溶解するまで、硫酸(No. 12)を加えます。すると、少量の白色沈殿を含んだ酸性(pH 1-2)の溶液となります。

10 mL のヨウ化ナトリウム水溶液(No. 9)を加え、約 1 分間三角フラスコを振ります。その溶液をチオ硫酸ナトリウム水溶液(No. 10)で滴定します。滴定の終点近くになったところで指示薬としてデンプン水溶液(No. 11)を加えます。終点では、少なくとも 60 秒間、無色になります。

この操作を、必要なだけ繰り返さない。

P1₂

Name: _____

Student code: _____

P1₂

1.1 2.54 g のポリカーボネートで反応した時、ビスフェノール A の理論的な収量は何 g か？ (2 点)

ビスフェノール A の理論収量：

 g

1.2 2.00 g のビスフェノール A から得られる、ビスフェノール A ビス(カルボキシメチル)エーテルの理論的な収量は何 g か？ (2 点)

ビスフェノール A ビス(カルボキシメチル)エーテルの理論収量：

 g

1.3 ステップ 2 では、不必要な副生成物もいくつか生じる可能性がある。そのうち最も可能性の高い二つの副生成物を構造式で書け。(6 点)

1.4 ステップ 1 生成物の収量測定。(試験委員が記入) (30 点)

1.5 ステップ 1 生成物の融点測定。(試験委員が記入) (10 点)

1.6 ステップ 2 生成物の収量測定。(試験委員が記入) (30 点)

1.7 ステップ 2 生成物の融点測定。(試験委員が記入) (20 点)

P2₁

Name: _____

Student code: _____

P2₁

2.1 超電導材料に含まれているアルカリ土類金属は次のうちどれか？ 正しいものをひとつ選び、に印をつけよ。(30)

- Ca Sr Ba
 Ca and Sr Ca and Ba Sr and Ba
 Ca and Sr and Ba

次の化学反応式を完成させよ。(2)



2.2 ランタンと銅の総量の定量 (35)

滴定実験 No.	滴定前の目盛(mL)	滴定終了後の目盛(mL)	要した体積 V (mL)
1			
2			
3			
...			
...			
...			

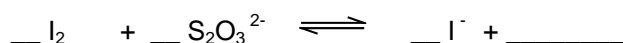
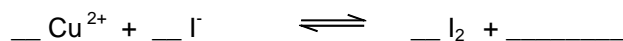
滴定に要した 0.1000 mol L⁻¹ EDTA 溶液の体積はいくらか？ V = _____ mL

2.3 銅含量の定量 (35)

滴定実験 No.	滴定前の目盛(mL)	滴定後の目盛(mL)	要した体積 V (mL)
1			
2			
3			
...			
...			
...			

滴定に要した 0.01000 mol L⁻¹ Na₂S₂O₃ 溶液の体積はいくらか？ V = _____ mL

次の化学反応式を完成させよ。(3)



P2₂

Name: _____

Student code: _____

P2₂

2.4 母液に含まれていた銅の質量は何 mg か？
母液に含まれていたランタンの質量は何 mg か？

(3)

計算：

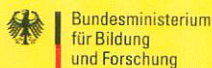
銅の質量 = _____ mg

ランタンの質量 = _____ mg

2.5 滴定に要した $0.1000 \text{ mol L}^{-1}$ EDTA 溶液の体積を 39.90 mL 、 $0.01000 \text{ mol L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液の体積を 35.00 mL とした時、 $\text{La}_x\text{M}_{(2-x)}\text{CuO}_4$ (M は Ca、Sr、Ba のいずれか、もしくは複数) の X の値を求めよ。そして、超電導材料の正確な化学式を書け。 (5)

計算：

X の値： _____ 化学式： _____



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Verband der
Chemischen
Industrie e.V.

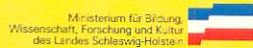


Fonds der
Chemischen
Industrie



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

INITIATIVE CHEMIE IM DIALOG Initiativegemeinschaft
der Chemischen Industrie



Ministerium für Bildung,
Wissenschaft, Forschung und Kultur
des Landes Schleswig-Holstein



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



IPN

Leibniz Institute for Science Education (IPN)

at the University of Kiel

Olshausenstr. 62 | D – 24098 Kiel

Phone: + 49 431 / 880 31 68

Fax: + 49 431 / 880 54 68

www.icho.de