

成果物一覧

- (1) カリキュラム (p.119～p.128)
- (2) 受講者用 Web サイト使用説明書 (p.129～p.138)
- (3) 管理者用 Web サイト使用説明書 (p.139～p.144)
- (4) 評価試験問題一覧 (p.145～p.235)
- (5) 講義資料 (p.236～p.314)
- (6) 第 1 回実証講座受講者アンケート調査票 (p.315～p.319)
- (7) 第 2 回実証講座 e ラーニング用アンケート調査票 (p.320～p.324)
- (8) 第 2 回実証講座スクーリング用アンケート調査票 (p.325～p.326)

テーマ：I	学習項目：化学実験の実務操作向上	講師：
-------	------------------	-----

概要 化学実験の実務を、安全にかつ正しく取り組むために必要な試薬・器具の取扱方法の学び直しを行う。また、実験室でのルールを再認識する機会とする。

学習時間 9.0 時間 (540 分間)

実施形態 ① e ラーニング 4.5 時間 (270 分間)
② スクーリング 4.5 時間 (270 分間)

学習内容 ① e ラーニング

No	標 題	内 容	目安時間
1	基本の所作	自己管理と身だしなみ, 実験室での基本的な行動	30 分間
2	汎用的事項	整理整頓と実験準備, 基本的な安全対策, 廃液処理	30 分間
3	器具の扱い	全般事項, 測容器, バーナー, 天秤, 水浴・温浴, 顕微鏡など	75 分間
4	試薬の扱い	試薬の保管と取扱い, 危険な試薬, 試薬の特性, 試薬の廃棄	45 分間
5	機器類の扱い	全般事項, クロマトグラフ, 吸光分析, pH 分析など	60 分間
6	確認テスト※1	No1~No5 に関する問題 (多肢選択問題: 30 問)	30 分間

② スクーリング

No	標 題	内 容	目安時間
7	ガイダンス	実験内容説明, 安全上の諸注意など	30 分間
8	実験準備	試薬調製, 器具類の洗浄など	30 分間
9	実験	標定, アセチルサリチル酸の定量 (既知試料) [中和滴定法]	90 分間
10	実技テスト	アセチルサリチル酸の定量 (未知試料) [中和滴定法]	60 分間
11	後片付け	器具の洗浄と保管, 廃液等の分別廃棄など	30 分間
12	まとめ	実技テスト結果の連絡, 講評など	30 分間

評価方法 ① e ラーニング: 確認テストの正解率 80% で合格
② スクーリング: 実技テストの定量誤差 10% 以内で合格

テキスト ① e ラーニング:
・映像教材「化学実験の実務操作向上」
・日本分析化学専門学校 (2012)「分析化学のべからず 171」JIPM ソリューション
② スクーリング:
・日本分析化学専門学校 (2018)「実験－化学実験の実務操作向上編」
・今日の授業シート※5

特記事項 スクーリングへの参加条件: e ラーニングの確認テストに合格していること。

テーマ：I	学習項目：化学分析・機器分析の実務操作向上	講師：
-------	-----------------------	-----

概要	各業界での製品開発・品質管理・安全性評価、および各種試験・検査・測定・管理を正しく遂行するために必要な化学分析・機器分析の原理・方法の学び直しを行う。																																		
学習時間	9.0 時間 (540 分間)																																		
実施形態	① e ラーニング 4.5 時間 (270 分間) ② スクーリング 4.5 時間 (270 分間)：テーマ A～G の中から選択※6																																		
学習内容	① e ラーニング																																		
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>標 題</th> <th>内 容</th> <th>目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>単位操作</td> <td>ろ過, 透析, 沈殿, 抽出, 乾燥, 粉碎, 温度・圧力調整など</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>サンプリング</td> <td>環境試料, 食品試料, 生体試料, 試料の溶解</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>統計処理</td> <td>標準偏差, 端数処理, 検定, 不確かさなど</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>定性分析</td> <td>陽イオンの系統的分離 (第 1 族～第 6 族)</td> <td>45 分間</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>定量分析</td> <td>標準試薬, 標準液の標定, 各種滴定法, 重量分析法</td> <td>45 分間</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>機器分析</td> <td>UV, AAS, GC, HPLC, FT-IR など</td> <td>60 分間</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>確認テスト※1</td> <td>№1～№6 に関する問題 (多肢選択問題: 30 問)</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>			No	標 題	内 容	目安時間	1	単位操作	ろ過, 透析, 沈殿, 抽出, 乾燥, 粉碎, 温度・圧力調整など	30 分間	2	サンプリング	環境試料, 食品試料, 生体試料, 試料の溶解	30 分間	3	統計処理	標準偏差, 端数処理, 検定, 不確かさなど	30 分間	4	定性分析	陽イオンの系統的分離 (第 1 族～第 6 族)	45 分間	5	定量分析	標準試薬, 標準液の標定, 各種滴定法, 重量分析法	45 分間	6	機器分析	UV, AAS, GC, HPLC, FT-IR など	60 分間	7	確認テスト※1	№1～№6 に関する問題 (多肢選択問題: 30 問)	30 分間
No	標 題	内 容	目安時間																																
1	単位操作	ろ過, 透析, 沈殿, 抽出, 乾燥, 粉碎, 温度・圧力調整など	30 分間																																
2	サンプリング	環境試料, 食品試料, 生体試料, 試料の溶解	30 分間																																
3	統計処理	標準偏差, 端数処理, 検定, 不確かさなど	30 分間																																
4	定性分析	陽イオンの系統的分離 (第 1 族～第 6 族)	45 分間																																
5	定量分析	標準試薬, 標準液の標定, 各種滴定法, 重量分析法	45 分間																																
6	機器分析	UV, AAS, GC, HPLC, FT-IR など	60 分間																																
7	確認テスト※1	№1～№6 に関する問題 (多肢選択問題: 30 問)	30 分間																																
	② スクーリング																																		
	[テーマ A: 定性分析]																																		
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>標 題</th> <th>内 容</th> <th>目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>ガイダンス</td> <td>実験内容説明, 安全上の諸注意など</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>実験準備</td> <td>器具類の洗浄など</td> <td>15 分間</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>実験</td> <td>陽イオンの系統的分離 (既知試料)</td> <td>105 分間</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>実技テスト</td> <td>陽イオンの系統的分離 (未知試料)</td> <td>75 分間</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>後片付け</td> <td>器具の洗浄と保管, 廃液等の分別廃棄など</td> <td>15 分間</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>まとめ</td> <td>実技テスト結果の連絡, 講評など</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>			No	標 題	内 容	目安時間	8	ガイダンス	実験内容説明, 安全上の諸注意など	30 分間	9	実験準備	器具類の洗浄など	15 分間	10	実験	陽イオンの系統的分離 (既知試料)	105 分間	11	実技テスト	陽イオンの系統的分離 (未知試料)	75 分間	12	後片付け	器具の洗浄と保管, 廃液等の分別廃棄など	15 分間	13	まとめ	実技テスト結果の連絡, 講評など	30 分間				
No	標 題	内 容	目安時間																																
8	ガイダンス	実験内容説明, 安全上の諸注意など	30 分間																																
9	実験準備	器具類の洗浄など	15 分間																																
10	実験	陽イオンの系統的分離 (既知試料)	105 分間																																
11	実技テスト	陽イオンの系統的分離 (未知試料)	75 分間																																
12	後片付け	器具の洗浄と保管, 廃液等の分別廃棄など	15 分間																																
13	まとめ	実技テスト結果の連絡, 講評など	30 分間																																
	[テーマ B: 定量分析 (酸化還元滴定)]																																		
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>標 題</th> <th>内 容</th> <th>目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>ガイダンス</td> <td>実験内容説明, 安全上の諸注意など</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>実験準備</td> <td>試薬調製, 器具類の洗浄など</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>実験</td> <td>標定, 過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定 (既知試料)</td> <td>90 分間</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>実技テスト</td> <td>過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定 (未知試料)</td> <td>60 分間</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>後片付け</td> <td>器具の洗浄と保管, 廃液等の分別廃棄など</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>まとめ</td> <td>実技テスト結果の連絡, 講評など</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>			No	標 題	内 容	目安時間	8	ガイダンス	実験内容説明, 安全上の諸注意など	30 分間	9	実験準備	試薬調製, 器具類の洗浄など	30 分間	10	実験	標定, 過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定 (既知試料)	90 分間	11	実技テスト	過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定 (未知試料)	60 分間	12	後片付け	器具の洗浄と保管, 廃液等の分別廃棄など	30 分間	13	まとめ	実技テスト結果の連絡, 講評など	30 分間				
No	標 題	内 容	目安時間																																
8	ガイダンス	実験内容説明, 安全上の諸注意など	30 分間																																
9	実験準備	試薬調製, 器具類の洗浄など	30 分間																																
10	実験	標定, 過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定 (既知試料)	90 分間																																
11	実技テスト	過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定 (未知試料)	60 分間																																
12	後片付け	器具の洗浄と保管, 廃液等の分別廃棄など	30 分間																																
13	まとめ	実技テスト結果の連絡, 講評など	30 分間																																
	[テーマ C: 機器分析 (紫外可視分光光度計)]																																		
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>標 題</th> <th>内 容</th> <th>目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>ガイダンス</td> <td>実験内容説明, 安全上の諸注意</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>実験準備</td> <td>機器の立ち上げ, 試薬調製, 器具類の洗浄</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>実験</td> <td>吸光光度法による金属成分の定量 (既知試料)</td> <td>90 分間</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>実技テスト</td> <td>吸光光度法による金属成分の定量 (未知試料)</td> <td>60 分間</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>後片付け</td> <td>機器の終了操作, 器具の洗浄と保管, 廃液等の分別廃棄など</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>まとめ</td> <td>実技テスト結果の連絡, 講評</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>			No	標 題	内 容	目安時間	8	ガイダンス	実験内容説明, 安全上の諸注意	30 分間	9	実験準備	機器の立ち上げ, 試薬調製, 器具類の洗浄	30 分間	10	実験	吸光光度法による金属成分の定量 (既知試料)	90 分間	11	実技テスト	吸光光度法による金属成分の定量 (未知試料)	60 分間	12	後片付け	機器の終了操作, 器具の洗浄と保管, 廃液等の分別廃棄など	30 分間	13	まとめ	実技テスト結果の連絡, 講評	30 分間				
No	標 題	内 容	目安時間																																
8	ガイダンス	実験内容説明, 安全上の諸注意	30 分間																																
9	実験準備	機器の立ち上げ, 試薬調製, 器具類の洗浄	30 分間																																
10	実験	吸光光度法による金属成分の定量 (既知試料)	90 分間																																
11	実技テスト	吸光光度法による金属成分の定量 (未知試料)	60 分間																																
12	後片付け	機器の終了操作, 器具の洗浄と保管, 廃液等の分別廃棄など	30 分間																																
13	まとめ	実技テスト結果の連絡, 講評	30 分間																																

[テーマ D：機器分析（原子吸光光度計）]

No	標 題	内 容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬調製，器具類の洗浄	60 分間
10	実験	標準添加法による栄養成分の定量（既知試料）	60 分間
11	実技テスト	標準添加法による栄養成分の定量（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

[テーマ E：機器分析（ガスクロマトグラフ）]

No	標 題	内 容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬調製，器具類の洗浄	60 分間
10	実験	内標準法による有機溶剤の定量（既知試料）	60 分間
11	実技テスト	内標準法による有機溶剤の定量（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

[テーマ F：機器分析（高速液体クロマトグラフ）]

No	標 題	内 容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬調製，器具類の洗浄	60 分間
10	実験	検量線法による防腐剤成分の定量（既知試料）	60 分間
11	実技テスト	検量線法による防腐剤成分の定量（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，廃液等の分別廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

[テーマ G：機器分析（赤外分光光度計）]

No	標 題	内 容	目安時間
8	ガイダンス	実験内容説明，安全上の諸注意	30 分間
9	実験準備	機器の立ち上げ，試薬・器具類の準備	30 分間
10	実験	KBr 法・ATR 法による赤外吸収スペクトル測定（既知試料）	90 分間
11	実技テスト	ATR 法による赤外吸収スペクトル測定（未知試料）	60 分間
12	後片付け	機器の終了操作，器具の洗浄と保管，試薬等の廃棄など	30 分間
13	まとめ	実技テスト結果の連絡，講評	30 分間

評価方法

- ① e ラーニング：確認テストの正解率 90%で合格
 ②スクーリング：テーマ A・G 未知成分 3 種類中 2 種類の正解で合格
 テーマ B～F 実技テストの定量誤差 10%以内で合格

テキスト

- ① e ラーニング：
 ・映像教材「化学分析・機器分析の実務操作向上」
 ・日本分析化学会（2004）「分析化学実験の単位操作法」朝倉書店
 ・日本分析化学専門学校（2018）「実験－化学分析・機器分析の実務操作向上編」
 ②スクーリング：
 ・日本分析化学専門学校（2018）「実験－化学分析・機器分析の実務操作向上編」
 ・今日の授業シート

特記事項

スクーリングへの参加条件：e ラーニングの確認テストに合格していること。

テーマ：Ⅱ	学習項目：実験室での安全保護実務	講師：
-------	------------------	-----

概要	化学関係の実務を行う上で、事故等を未然に防ぐために必要な安全作業、災害対策の学び直しを行う。また、事故等発生時の応急処置法を再認識する機会とする。																				
学習時間	3.0 時間（180 分間）																				
実施形態	e ラーニング 3.0 時間（180 分間）																				
学習内容	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>標 題</th> <th>内 容</th> <th>目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>装置の取扱い</td> <td>電気装置，レーザー，放射線発生装置，機械装置，高圧装置，高温・低温装置，ガラス器具，静電気対策</td> <td>60 分間</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>応急処置法</td> <td>薬品による障害，外傷，やけど，凍傷，電撃傷，放射線被ばく，心肺蘇生法</td> <td>45 分間</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>災害対策</td> <td>保護具，火災対策，地震対策</td> <td>45 分間</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>確認テスト※1</td> <td>No1～No3 に関する問題（多肢選択問題：30 問）</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>	No	標 題	内 容	目安時間	1	装置の取扱い	電気装置，レーザー，放射線発生装置，機械装置，高圧装置，高温・低温装置，ガラス器具，静電気対策	60 分間	2	応急処置法	薬品による障害，外傷，やけど，凍傷，電撃傷，放射線被ばく，心肺蘇生法	45 分間	3	災害対策	保護具，火災対策，地震対策	45 分間	4	確認テスト※1	No1～No3 に関する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間
No	標 題	内 容	目安時間																		
1	装置の取扱い	電気装置，レーザー，放射線発生装置，機械装置，高圧装置，高温・低温装置，ガラス器具，静電気対策	60 分間																		
2	応急処置法	薬品による障害，外傷，やけど，凍傷，電撃傷，放射線被ばく，心肺蘇生法	45 分間																		
3	災害対策	保護具，火災対策，地震対策	45 分間																		
4	確認テスト※1	No1～No3 に関する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間																		
評価方法	確認テストの正解率 80%で合格																				
テキスト	<ul style="list-style-type: none"> 映像教材「実験室での安全保護実務」 化学同人編集部（2017）「実験を安全に行うために」株式会社化学同人 																				

テーマ：Ⅱ	学習項目：化学薬品と法規の関係性	講師：
-------	------------------	-----

概要	化学関係の実務を行う上で、取扱う物質の区分、取扱・保管上の法的要求事項の学び直しを行う。また、廃棄物に関する法的要求事項を再認識する機会とする。																
学習時間	3.0 時間（180 分間）																
実施形態	e ラーニング 3.0 時間（180 分間）																
学習内容	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>標 題</th> <th>内 容</th> <th>目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>危険な物質 有害な物質</td> <td>危険な物質と有害な物質の区分と法規，労働安全衛生法，消防法，高圧ガス保安法，毒物及び劇物取締法，環境法規制（環境基準・排出基準・その他），化学物質の保管・管理・リスク管理</td> <td>90 分間</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>廃棄物</td> <td>廃棄物の処理及び清掃に関する法律（産業廃棄物の種類と委託処理，廃液の貯留，実験室からの排水，一般廃棄物）</td> <td>60 分間</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>確認テスト※1</td> <td>No1・No2 に関する問題（多肢選択問題：30 問）</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>	No	標 題	内 容	目安時間	1	危険な物質 有害な物質	危険な物質と有害な物質の区分と法規，労働安全衛生法，消防法，高圧ガス保安法，毒物及び劇物取締法，環境法規制（環境基準・排出基準・その他），化学物質の保管・管理・リスク管理	90 分間	2	廃棄物	廃棄物の処理及び清掃に関する法律（産業廃棄物の種類と委託処理，廃液の貯留，実験室からの排水，一般廃棄物）	60 分間	3	確認テスト※1	No1・No2 に関する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間
No	標 題	内 容	目安時間														
1	危険な物質 有害な物質	危険な物質と有害な物質の区分と法規，労働安全衛生法，消防法，高圧ガス保安法，毒物及び劇物取締法，環境法規制（環境基準・排出基準・その他），化学物質の保管・管理・リスク管理	90 分間														
2	廃棄物	廃棄物の処理及び清掃に関する法律（産業廃棄物の種類と委託処理，廃液の貯留，実験室からの排水，一般廃棄物）	60 分間														
3	確認テスト※1	No1・No2 に関する問題（多肢選択問題：30 問）	30 分間														
評価方法	確認テストの正解率 80%で合格																
テキスト	<ul style="list-style-type: none"> 映像教材「化学薬品と法規の関係性」 化学同人編集部（2017）「実験を安全に行うために」株式会社化学同人 																

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と反応（元素・無機化学）	講師：
-------	---------------------------	-----

概要	化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「無機化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、この「無機化学」領域での物質の反応とその利用方法を再確認する機会とする。																								
学習時間	3.0 時間（180 分間）																								
実施形態	e ラーニング 3.0 時間（180 分間）																								
学習内容	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>標 題</th> <th>内 容</th> <th>目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>物質の構造</td> <td>原子構造，周期表，結合と構造，結晶の構造と性質</td> <td>60 分間</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>典型元素</td> <td>典型元素の性質，典型元素の反応</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>遷移元素</td> <td>遷移元素の性質，遷移元素の反応</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>錯体</td> <td>錯体の構造，錯体の性質，錯体の反応</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>確認テスト</td> <td>No1～No4 に関する問題（多肢選択問題：15 問）</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>	No	標 題	内 容	目安時間	1	物質の構造	原子構造，周期表，結合と構造，結晶の構造と性質	60 分間	2	典型元素	典型元素の性質，典型元素の反応	30 分間	3	遷移元素	遷移元素の性質，遷移元素の反応	30 分間	4	錯体	錯体の構造，錯体の性質，錯体の反応	30 分間	5	確認テスト	No1～No4 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間
No	標 題	内 容	目安時間																						
1	物質の構造	原子構造，周期表，結合と構造，結晶の構造と性質	60 分間																						
2	典型元素	典型元素の性質，典型元素の反応	30 分間																						
3	遷移元素	遷移元素の性質，遷移元素の反応	30 分間																						
4	錯体	錯体の構造，錯体の性質，錯体の反応	30 分間																						
5	確認テスト	No1～No4 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間																						
評価方法	確認テストの正解率 60%で合格																								
テキスト	<ul style="list-style-type: none"> 映像教材「物質の構造・性質と反応（元素・無機化学）」 齋藤勝裕・長尾宏隆（2009）「ステップアップ 大学の無機化学」裳華房 																								

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と反応（有機化学）	講師：
-------	------------------------	-----

概要	化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「有機化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、この「有機化学」領域での物質の反応とその利用方法を再確認する機会とする。																				
学習時間	3.0 時間（180 分間）																				
実施形態	e ラーニング 3.0 時間（180 分間）																				
学習内容	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>標 題</th> <th>内 容</th> <th>目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>原子と結合</td> <td>原子構造，共有結合</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>有機化合物の構造</td> <td>構造と命名，異性体，脂肪族化合物，芳香族化合物</td> <td>45 分間</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>有機化合物の性質と反応</td> <td>炭化水素，アルコール・エーテル，アルデヒド・ケトン，カルボン酸，ベンゼン及び置換基，高分子化合物</td> <td>75 分間</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>確認テスト</td> <td>No1～No3 に関する問題（多肢選択問題：15 問）</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>	No	標 題	内 容	目安時間	1	原子と結合	原子構造，共有結合	30 分間	2	有機化合物の構造	構造と命名，異性体，脂肪族化合物，芳香族化合物	45 分間	3	有機化合物の性質と反応	炭化水素，アルコール・エーテル，アルデヒド・ケトン，カルボン酸，ベンゼン及び置換基，高分子化合物	75 分間	4	確認テスト	No1～No3 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間
No	標 題	内 容	目安時間																		
1	原子と結合	原子構造，共有結合	30 分間																		
2	有機化合物の構造	構造と命名，異性体，脂肪族化合物，芳香族化合物	45 分間																		
3	有機化合物の性質と反応	炭化水素，アルコール・エーテル，アルデヒド・ケトン，カルボン酸，ベンゼン及び置換基，高分子化合物	75 分間																		
4	確認テスト	No1～No3 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間																		
評価方法	確認テストの正解率 60%で合格																				
テキスト	<ul style="list-style-type: none"> 映像教材「物質の構造・性質と反応（有機化学）」 齋藤勝裕（2009）「ステップアップ 大学の有機化学」裳華房 																				

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と探究（物理化学）	講師：
-------	------------------------	-----

概要 化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「物理化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、物質の探究における「物理化学」の利用方法を再確認する機会とする。

学習時間 3.0 時間（180 分間）

実施形態 e ラーニング 3.0 時間（180 分間）

No	標 題	内 容	目安時間
1	原子の構造と性質	原子構造, 原子の性質	30 分間
2	物質の構造と状態	化学結合, 分子構造, 物質の状態	45 分間
3	化学熱力学	熱・仕事・エネルギー, エントロピー, ギブズエネルギー	45 分間
4	溶液の性質と反応速度	溶液の性質, 反応速度	30 分間
5	確認テスト	No1～No4 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法 確認テストの正解率 60%で合格

テキスト

- ・映像教材「物質の構造・性質と探究（物理化学）」
- ・齋藤勝裕・林久夫（2009）「ステップアップ 大学の物理化学」裳華房

テーマ：Ⅲ	学習項目：物質の構造・性質と探究（分析化学）	講師：
-------	------------------------	-----

概要 化学関係の専門的な実務を行う上で、各分野での高度な専門知識を身に付けるために必要となる「分析化学」領域での物質の構造・性質について学び直しを行う。また、物質の探究における「分析化学」の利用方法を再確認する機会とする。

学習時間 3.0 時間（180 分間）

実施形態 e ラーニング 3.0 時間（180 分間）

No	標 題	内 容	目安時間
1	溶液と平衡	溶解と濃度, 平衡反応	45 分間
2	容量分析	中和滴定, 沈殿滴定, 酸化還元滴定, キレート滴定	60 分間
3	重量分析	溶解平衡と溶解度積, 沈殿の生成と精製・重量測定	45 分間
4	確認テスト	No1～No3 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間

評価方法 確認テストの正解率 60%で合格

テキスト

- ・映像教材「物質の構造・性質と探究（分析化学）」
- ・齋藤勝裕・藤原学（2008）「ステップアップ 大学の分析化学」裳華房

テーマ：V	学習項目：キャリアチェンジに必要な化学基礎	講師：
-------	-----------------------	-----

概要 文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で使いこなせることが望ましい「基礎的な化学」について学習する。

学習時間 6.0 時間（360 分間）

実施形態 e ラーニング 6.0 時間（360 分間）

No	標 題	内 容	目安時間
1	科学と人間生活	科学技術の発展, 人間生活の中の科学 (物質の科学), これからの科学と人間生活 (関連事例)	40 分間
2	化学基礎	化学と人間生活, 物質の構成, 物質の変化	50 分間
3	物質の状態と平衡	物質の状態とその変化, 溶液と平衡	50 分間
4	物質の変化と平衡	化学反応とエネルギー, 化学反応と化学平衡	50 分間
5	無機物質の性質と利用	無機物質, 無機物質と人間生活	40 分間
6	有機化合物の性質と利用	有機化合物, 有機化合物と人間生活	40 分間
7	高分子化合物の性質と利用	高分子化合物, 高分子化合物と人間生活	40 分間
8	確認テスト	No1~No7 に関する問題 (多肢選択問題: 25 問)	50 分間

評価方法 確認テストの正解率 60%で合格

テキスト

- ・映像教材「キャリアチェンジに必要な化学基礎」
- ・高等学校教科書「科学と人間生活」「化学基礎」「化学」

テーマ：V	学習項目：工業製品素材と化学	講師：
-------	----------------	-----

概要 文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「石油・石炭の化学工業」について学習する。また、「工業製品素材」に関する分野について興味を持つための機会とする。

学習時間 3.0 時間（180 分間）

実施形態 e ラーニング 3.0 時間（180 分間）

No	標 題	内 容	目安時間
1	石油の精製	石油製品の分離, 石油留分の化学的処理, 脱硫	50 分間
2	石油化学工業	オレフィンガス, BB 留分, 水素, BTX	50 分間
3	天然ガス・石炭の化学工業	天然ガス, 石炭, C1 化学	50 分間
4	確認テスト	No1~No3 に関する問題 (多肢選択問題: 15 問)	30 分間

評価方法 確認テストの正解率 60%で合格

テキスト

- ・映像教材「工業製品素材と化学」
- ・足立吟也ほか (2013)「工業化学 2」実教出版

テーマ：V	学習項目：各種工業材料と化学	講師：
--------------	-----------------------	------------

概要	文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「工業材料と新素材」について学習する。また、「各種工業材料」に関する分野について興味を持つための機会とする。																				
学習時間	3.0 時間（180 分間）																				
実施形態	e ラーニング 3.0 時間（180 分間）																				
学習内容	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 20%;">標 題</th> <th style="width: 55%;">内 容</th> <th style="width: 20%;">目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>セラミックス材料</td> <td>ガラス，セメント，ファインセラミックス</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>金属材料</td> <td>金属の精錬方法，鉄鋼，銅，アルミニウム，その他の金属，金属系機能材料</td> <td>60 分間</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>高分子材料</td> <td>高分子化合物，プラスチック，合成ゴム，合成繊維，機能性高分子，複合材料</td> <td>60 分間</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>確認テスト</td> <td>No1～No3 に関する問題（多肢選択問題：15 問）</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>	No	標 題	内 容	目安時間	1	セラミックス材料	ガラス，セメント，ファインセラミックス	30 分間	2	金属材料	金属の精錬方法，鉄鋼，銅，アルミニウム，その他の金属，金属系機能材料	60 分間	3	高分子材料	高分子化合物，プラスチック，合成ゴム，合成繊維，機能性高分子，複合材料	60 分間	4	確認テスト	No1～No3 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間
No	標 題	内 容	目安時間																		
1	セラミックス材料	ガラス，セメント，ファインセラミックス	30 分間																		
2	金属材料	金属の精錬方法，鉄鋼，銅，アルミニウム，その他の金属，金属系機能材料	60 分間																		
3	高分子材料	高分子化合物，プラスチック，合成ゴム，合成繊維，機能性高分子，複合材料	60 分間																		
4	確認テスト	No1～No3 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間																		
評価方法	確認テストの正解率 60%で合格																				
テキスト	<ul style="list-style-type: none"> ・映像教材「各種工業材料と化学」 ・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版 																				

テーマ：V	学習項目：生命支援技術と化学	講師：
--------------	-----------------------	------------

概要	文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「生命と化学工業」について学習する。また、「生命支援技術」に関する分野について興味を持つための機会とする。																								
学習時間	3.0 時間（180 分間）																								
実施形態	e ラーニング 3.0 時間（180 分間）																								
学習内容	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 20%;">標 題</th> <th style="width: 55%;">内 容</th> <th style="width: 20%;">目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>食品と化学</td> <td>タンパク質，炭水化物，油脂，加工食品，食品添加物</td> <td>45 分間</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>肥料と農薬</td> <td>肥料，農薬</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>バイオテクノロジー</td> <td>発酵，培養，遺伝子組換え，細胞融合技術，バイオリアクター，環境浄化とバイオテクノロジー</td> <td>45 分間</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>医薬品</td> <td>予防薬，治療薬，診断薬など</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>確認テスト</td> <td>No1～No4 に関する問題（多肢選択問題：15 問）</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>	No	標 題	内 容	目安時間	1	食品と化学	タンパク質，炭水化物，油脂，加工食品，食品添加物	45 分間	2	肥料と農薬	肥料，農薬	30 分間	3	バイオテクノロジー	発酵，培養，遺伝子組換え，細胞融合技術，バイオリアクター，環境浄化とバイオテクノロジー	45 分間	4	医薬品	予防薬，治療薬，診断薬など	30 分間	5	確認テスト	No1～No4 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間
No	標 題	内 容	目安時間																						
1	食品と化学	タンパク質，炭水化物，油脂，加工食品，食品添加物	45 分間																						
2	肥料と農薬	肥料，農薬	30 分間																						
3	バイオテクノロジー	発酵，培養，遺伝子組換え，細胞融合技術，バイオリアクター，環境浄化とバイオテクノロジー	45 分間																						
4	医薬品	予防薬，治療薬，診断薬など	30 分間																						
5	確認テスト	No1～No4 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間																						
評価方法	確認テストの正解率 60%で合格																								
テキスト	<ul style="list-style-type: none"> ・映像教材「生命支援技術と化学」 ・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版 																								

テーマ：V	学習項目：生活関連製品と化学	講師：
--------------	-----------------------	------------

概要	文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で理解しておくことが望ましい「生活と化学工業」について学習する。また、「生活関連製品」に関する分野について興味を持つための機会とする。																								
学習時間	3.0 時間（180 分間）																								
実施形態	e ラーニング 3.0 時間（180 分間）																								
学習内容	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 30%;">標 題</th> <th style="width: 55%;">内 容</th> <th style="width: 10%;">目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>セッケンと界面活性剤</td> <td>セッケンと界面活性剤，イオン性界面活性剤，非イオン性界面活性剤</td> <td>45 分間</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>色素材料と塗料</td> <td>色素材料，塗料</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>紙・印刷・写真</td> <td>紙，印刷，銀塩写真</td> <td>30 分間</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>情報と材料</td> <td>半導体，情報の伝達・表示と材料，情報の記録と材料</td> <td>45 分間</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>確認テスト</td> <td>No1～No4 に関する問題（多肢選択問題：15 問）</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>	No	標 題	内 容	目安時間	1	セッケンと界面活性剤	セッケンと界面活性剤，イオン性界面活性剤，非イオン性界面活性剤	45 分間	2	色素材料と塗料	色素材料，塗料	30 分間	3	紙・印刷・写真	紙，印刷，銀塩写真	30 分間	4	情報と材料	半導体，情報の伝達・表示と材料，情報の記録と材料	45 分間	5	確認テスト	No1～No4 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間
No	標 題	内 容	目安時間																						
1	セッケンと界面活性剤	セッケンと界面活性剤，イオン性界面活性剤，非イオン性界面活性剤	45 分間																						
2	色素材料と塗料	色素材料，塗料	30 分間																						
3	紙・印刷・写真	紙，印刷，銀塩写真	30 分間																						
4	情報と材料	半導体，情報の伝達・表示と材料，情報の記録と材料	45 分間																						
5	確認テスト	No1～No4 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間																						
評価方法	確認テストの正解率 60%で合格																								
テキスト	<ul style="list-style-type: none"> ・映像教材「生活関連製品と化学」 ・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版 																								

テーマ：V	学習項目：有害・危険物質と取扱い	講師：
--------------	-------------------------	------------

概要	文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で使いこなせることが望ましい「有害・危険物質とその取扱い」について学習する。																
学習時間	3.0 時間（180 分間）																
実施形態	e ラーニング 3.0 時間（180 分間）																
学習内容	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 30%;">標 題</th> <th style="width: 55%;">内 容</th> <th style="width: 10%;">目安時間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>物質の有害性</td> <td>有害物質，中毒と薬傷</td> <td>50 分間</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>危険性物質</td> <td>危険性物質，燃焼と爆発，混合危険，自己反応性物質，高圧ガス</td> <td>100 分間</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>確認テスト</td> <td>No1，No2 に関する問題（多肢選択問題：15 問）</td> <td>30 分間</td> </tr> </tbody> </table>	No	標 題	内 容	目安時間	1	物質の有害性	有害物質，中毒と薬傷	50 分間	2	危険性物質	危険性物質，燃焼と爆発，混合危険，自己反応性物質，高圧ガス	100 分間	3	確認テスト	No1，No2 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間
No	標 題	内 容	目安時間														
1	物質の有害性	有害物質，中毒と薬傷	50 分間														
2	危険性物質	危険性物質，燃焼と爆発，混合危険，自己反応性物質，高圧ガス	100 分間														
3	確認テスト	No1，No2 に関する問題（多肢選択問題：15 問）	30 分間														
評価方法	確認テストの正解率 60%で合格																
テキスト	<ul style="list-style-type: none"> ・映像教材「有害・危険物質と取扱い」 ・足立吟也ほか（2013）「工業化学 2」実教出版 																

テーマ：V	学習項目：実験基礎技術	講師：
-------	-------------	-----

概要 文系・理系出身を問わず、キャリアチェンジを志向する社会人等が、基本的な実務の中で使いこなせることが望ましい「基礎的な実験技術」について学習する。

学習時間 9.0 時間 (540 分間)

実施形態 ① e ラーニング 4.5 時間 (270 分間)
② スクーリング 4.5 時間 (270 分間)

学習内容 ① e ラーニング

No	標 題	内 容	目安時間
1	実験を行うための心構え	実験の計画と予習, 服装と保護具, 実験室と実験台, 実験操作、観察と記録, 廃棄物, 相談など	30 分間
2	器具類の種類と用途	ビーカー, 試験管, フラスコ, 各種瓶, 冷却管, 漏斗, バーナー, 乾燥器, 測容器, 磁性器具など	60 分間
3	器具類の洗浄と水	ガラス器具の洗浄方法, 乾かし方, 置き方, 保管方法, 水の種類と使い分け, 共洗い	60 分間
4	基本的な実験操作	真空, 粉碎, 加熱, 冷却, 溶解・融解, 攪拌, 抽出, ろ過と遠心分離, 乾燥, 蒸留・濃縮, 再結晶, 秤量, 温度の測定, pH の測定, ピペット操作, 滴定	60 分間
5	集合学習に向けて	酸と塩基, pH 指示薬, 実験内容と原理, 操作の概略	30 分間
6	確認テスト	No1~No5 に関する問題 (多肢選択問題: 30 問)	30 分間

② スクーリング

No	標 題	内 容	目安時間
7	ガイダンス	安全上の諸注意など	15 分間
8	実験準備・試薬調製	器具類の選択, 器具類の洗浄, 秤量・試薬調製など	45 分間
9	測容器の取扱い	測容器の取扱い、滴定基本操作	30 分間
10	標定	標準溶液の標定、ファクター算出	45 分間
11	実験	食酢中の有機酸の定量 (既知試料) [中和滴定]	45 分間
12	実技テスト	食酢中の有機酸の定量 (未知試料) [中和滴定]	30 分間
13	後片付け	器具の洗浄と保管, 廃液等の分別廃棄など	30 分間
14	まとめ	実技テスト結果の連絡, 講評など	30 分間

評価方法 ① e ラーニング: 確認テストの正解率 80% で合格
② スクーリング: 実技テストの定量結果、器具類の取扱いと実験操作で総合評価

テキスト ① e ラーニング
・映像教材「実験基礎技術」
・化学同人編集部 (2017)「続 実験を安全に行うために」株式会社化学同人
② スクーリング
・日本分析化学専門学校 (2019)「実験－実験基礎技術編」

特記事項 スクーリングへの参加条件: e ラーニングの確認テストに合格していること。

e ラーニングを活用した化学分野学び直し講座

e ラーニングプラットフォーム

使用説明書

(受講者用)

目次

1. 機能構成	2
(1) 受講登録・ログイン	2
(2) 学習・試験	2
(3) 学習支援	2
2. ご利用にあたっての注意事項	2
3. 受講登録	3
4. ログイン	4
5. 学習	5
6. 評価試験	6
7. お知らせ	7
8. 質疑/問合せ	8
9. 学習履歴	9

1. 機能構成

本システムは「受講登録・ログイン」「学習・試験」「学習支援」の3分類の機能群で構成されます。各機能の概略は次の通りです。それぞれの機能のご利用方法は次項以降をご参照ください。

(1) 受講登録・ログイン

① 受講登録 (→ p.3)

受講者の個人情報を登録し、ログインに必要な「ユーザー名」「パスワード」を取得する機能。

② ログイン (→ p.4)

「ユーザー名」「パスワード」を使って各受講者専用ページにログインする機能。

(2) 学習・試験

① 学習 (→ p.5)

テーマ・学習項目別に用意された教材（講義映像・講義資料・小テスト）を利用する機能。

② 評価試験 (→ p.6)

学習内容に関わる知識の理解度を測定するための試験を受験するための機能。

(3) 学習支援

① お知らせ (→ p.7)

講座事務局（学校）・システム管理者からのお知らせ事項を通知・閲覧する機能。

② 質疑/問合せ (→ p.8)

学習内容に関連する質問やシステムの利用方法等の問合せ等ができる機能。

③ 学習履歴 (→ p.9)

学習の進捗状況や過去の評価試験の受験結果を閲覧できる機能。

2. ご利用にあたっての注意事項

- ① 本システムのご利用にあたって ブラウザや端末の「戻る」ボタンは使用しないようご注意ください。 前の画面やトップページ等に戻る場合はサイト上の「戻る」ボタンやサイドメニューボタン  をご利用ください。これは、システムの意図しない動作を防止するための措置です。
- ② スマートフォン、タブレットなどで 講義映像を視聴する際には、Wifi 環境でのご利用を推奨します。 講義映像は1本30mb~50mbとなっておりますので、通信容量の圧迫にご注意ください。
- ③ 学習方法については、別紙「学習の手引き」をご参照ください。

3. 受講登録

- ① お手持ちのスマートフォン、タブレット、パソコン等の端末で以下の URL にアクセスしてください。

eラーニングを活用した化学分野学び直し講座
eラーニングプラットフォーム
<http://www.jei.ne.jp/cheel/>



- ② 「受講申込」を選択してください。
③ 氏名、所属などの個人情報の入力を行ってください。全項目入力必須です。
④ 入力が完了したら、「申込内容確認」を選択してください。
⑤ 入力内容を確認いただいた後、お間違えなければ「送信」を選択してください。修正する場合は「戻る」を選択してください。
⑥ お申込み頂いた内容を確認した後、管理者からご登録頂いたメールアドレスに「ユーザー名」と「パスワード」をお送り致します。

化学学び直し講座
eラーニングサイト

ユーザー名

パスワード

ログインを保存する。

ログイン

受講申込

日本分析化学専門学校
COLLEGE OF ANALYTICAL CHEMISTRY, JAPAN

化学学び直し講座
受講申込フォーム

1. 受講申請者氏名

2. 受講申請者氏名フリガナ

3. 所属（企業名・団体名・学校名等）

4. メールアドレス

5. メールアドレス（確認）

6. 電話番号（ハイフン不要）

7. 化学系業務経験年数

申込内容確認

戻る

化学学び直し講座
受講申込フォーム

1. 受講申請者氏名
分析 太郎

2. 受講申請者氏名フリガナ
ブンセキ タロウ

3. 所属（企業名・団体名・学校名等）
日本分析化学専門学校

4. メールアドレス
bunseki@kagaku.co.jp

5. メールアドレス（確認）
bunseki@kagaku.co.jp

6. 電話番号（ハイフン不要）
06-6353-0347

7. 化学系業務経験年数
3年

入力内容をご確認の上、お間違いがなければ
送信ボタンを押してください。

送信

戻る

※ここでご入力頂いた個人情報は受講者の管理を目的に使用します。
許可なく他の目的に使用することはありません。

4. ログイン

- ⑦ お手持ちのスマートフォン、タブレット、パソコン等の端末で以下の URL にアクセスしてください。

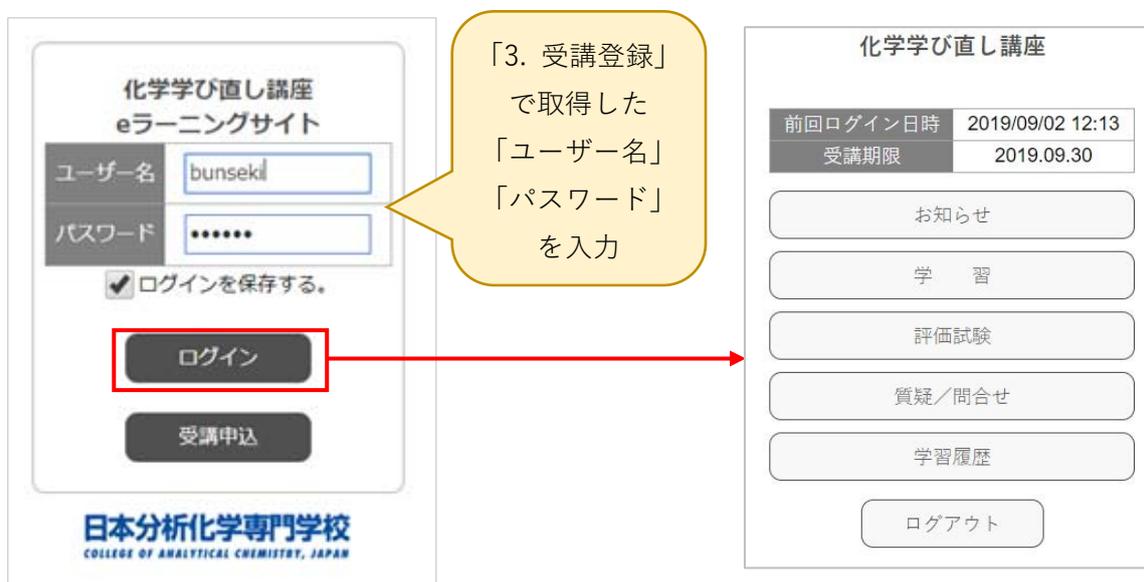
e ラーニングを活用した化学分野学び直し講座

e ラーニングプラットフォーム

<http://www.jei.ne.jp/cheel/>



- ⑧ 「3. 受講登録」で取得した「ユーザー名」「パスワード」を入力し、「ログイン」を押すと受講者用サイトのトップページに移動します。



化学学び直し講座
eラーニングサイト

ユーザー名

パスワード

ログインを保存する。

ログイン

受講申込

日本分析化学専門学校
COLLEGE OF ANALYTICAL CHEMISTRY, JAPAN

「3. 受講登録」
で取得した
「ユーザー名」
「パスワード」
を入力

化学学び直し講座

前回ログイン日時	2019/09/02 12:13
受講期限	2019.09.30

お知らせ

学習

評価試験

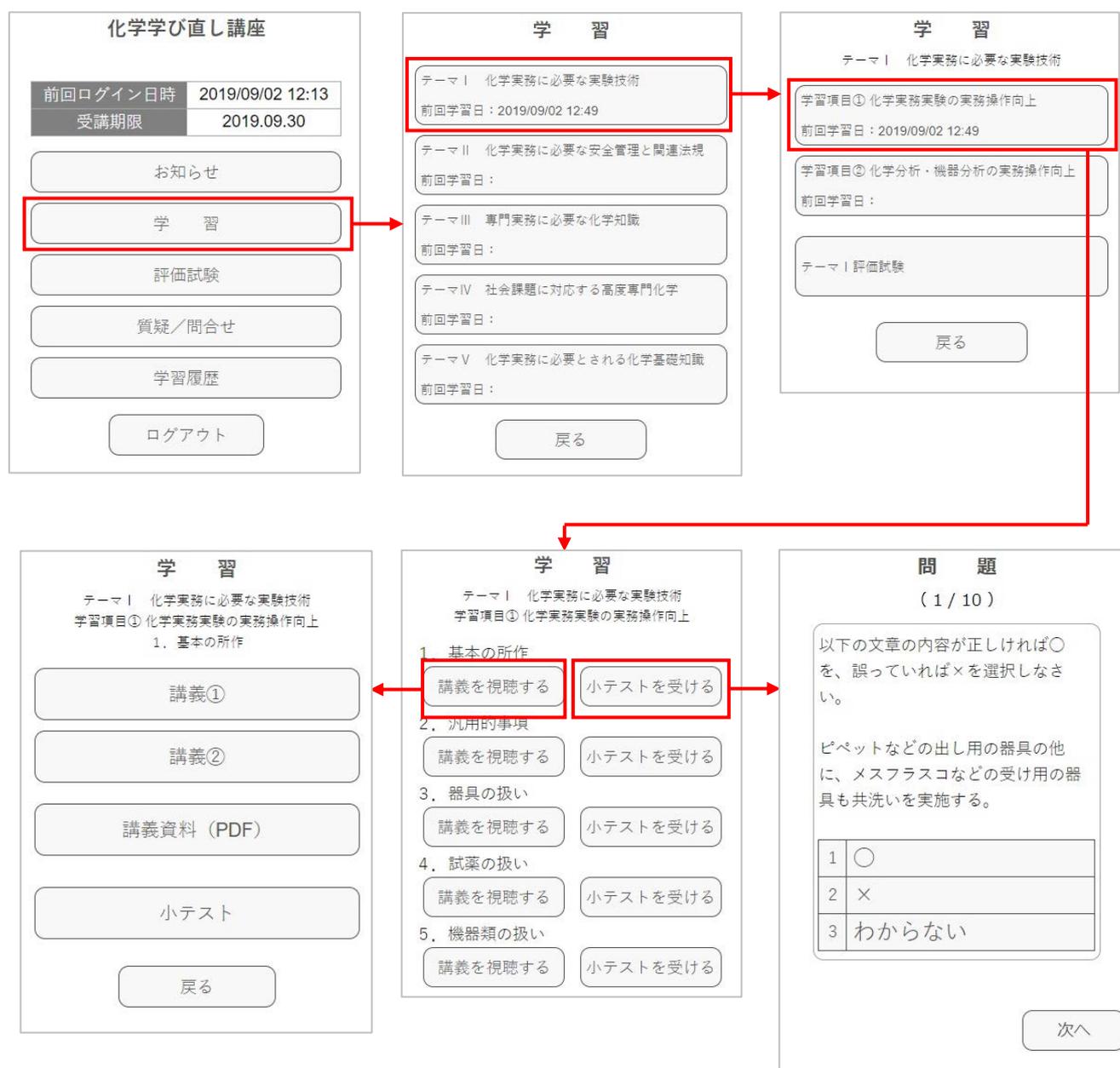
質疑/問合せ

学習履歴

ログアウト

5. 学習

- ① トップページから「学習」を選択してください。
- ② 学習テーマの一覧が表示されるので、学習したいテーマを選択してください。
- ③ テーマを構成する学習項目の一覧が表示されるので、学習したい項目を選択してください。
- ④ 講義映像を視聴する場合は、任意の項目の「講義を視聴する」を選択すると、講義映像を選択する画面に移動します。当該講義で使用する講義資料（パワーポイント資料）のPDFファイルのダウンロードも可能ですので、必要に応じてご活用ください。
- ⑤ 小テストを受験する場合は、任意の項目の「小テストを受ける」を選択すると、出題が開始されます。



6. 評価試験

- ① トップページから「学習」を選択すると、評価試験の一覧が表示されるので、受験したい項目を選択してください。(※)
- ② 注意事項が表示されます。すべての注意事項を確認し、問題がなければ「注意事項を確認しました。」にチェックを入れて、「試験を開始する」を選択してください。出題が開始されます。
- ③ 問題・選択肢が表示されるので、選択肢を選択してください。「次へ」を押すと次の問題が表示されます。同様に解答を行ってください。「前へ」を押すと前問に戻ることができます。
- ④ 左上に問題のプルダウンリストが表示されます。解答済みの問題には「★」が付きます。番号を選択することで当該問題に移動することもできます。
- ⑤ 右上に試験の残り時間が表示されます。時間内に全ての問題への解答を終えるようにしてください。
- ⑥ 全ての問題への解答が終了したら、「解答終了」を選択してください。また、所定の試験時間が経過すると、未解答の設問があっても自動的に解答終了となります。

The image shows a three-step process for starting an evaluation exam:

- Step 1: Main Menu**
The user is on the 'Chemistry Learning Center' page. The '評価試験' (Evaluation Exam) button is highlighted with a red box. A red arrow points from this button to the next screen.
- Step 2: Exam Details**
The '評価試験' (Evaluation Exam) screen shows a list of exam topics. 'テーマI 評価試験' (Theme I Evaluation Exam) is highlighted with a red box. A red arrow points from this box to the next screen.
- Step 3: Exam Start**
The '評価試験' (Evaluation Exam) screen shows the exam details. The '注意事項を確認しました。' (I have read the instructions) checkbox is checked and circled in red. The '試験を開始する' (Start Exam) button is highlighted with a red box. A red arrow points from this button to the final screen.

Final Exam Screen:

- Question 01 (1/30)
- Remaining time: 59:55
- Question text: 化学実験を行う際の服装などについて、内容に誤りのあるものを次の選択肢より選びなさい。
- Options:
 - A 白衣の前ボタンや、作業着のファスナーは、薬品の転倒などの危険性を考慮して必ず閉める
 - B 危険性の高い薬品を使用しない場合は、肌を露出する服装や靴で実験を行っても問題はない
 - C 引火性の高い薬品等の使用を考慮して、できる限り天然素材100%の衣類の着用が望ましい
 - D 実験室では転倒や非常時の避難などを想定して、足元が安定した動きやすい履物を着用する
 - E わからない
- Buttons: '次へ' (Next) and '解答終了' (End Answer)

Callouts:

- Yellow callout: 問題プルダウンリスト 解答済みに★が付く (Question dropdown list, ★ is attached to completed answers)
- Yellow callout: 試験時間 (Exam time)

7. お知らせ

- ① トップページから「お知らせ」を選択してください。
- ② お知らせの一覧が表示されますので、閲覧したい項目を選択してください。
- ③ 未読の項目は白地で表示され、既読の項目はグレーになります。

The image shows a three-step navigation process:

- Step 1: Course Page**
Title: 化学学び直し講座
前回のログイン日時: 2019/09/02 12:13
受講期限: 2019.09.30
Buttons: お知らせ, 学 習, 評価試験, 質疑/問合せ, 学習履歴, ログアウト
- Step 2: Notice List**
Title: お知らせ
List of notices:
 - 送信者: 事務局 2019年07月12日 第2回スクーリング開催のご案内
 - 送信者: 事務局 2019年07月05日 第1回スクーリング開催のご案内 (highlighted with a red box)
 - 送信者: 事務局 2019年07月01日 新着メッセージがあります。
 - 送信者: 事務局 2019年07月01日 学習の進め方
 - 送信者: 事務局 2019年07月01日 お申込みありがとうございます。
 - 送信者: 事務局 2019年07月01日 お申込みありがとうございます。Button: 戻る
- Step 3: Notice Detail**
Title: お知らせ
受信日時: 2019年07月05日
タイトル: 第1回スクーリング開催のご案内
送信者: 事務局
Content:

第1回スクーリング開催のご案内

お世話になっております。化学学び直し講座事務局です。

第1回スクーリングの実施日時が決定致しましたのでご連絡差し上げます。

実施日: 07月20日(土)
会 場: 日本分析化学専門学校本館
時間帯: 10:00~17:00 ※昼食休憩含む
テーマ: 化学分析の初歩
・実験室の服装
・実験室のマナー
・化学分析実験演習 他

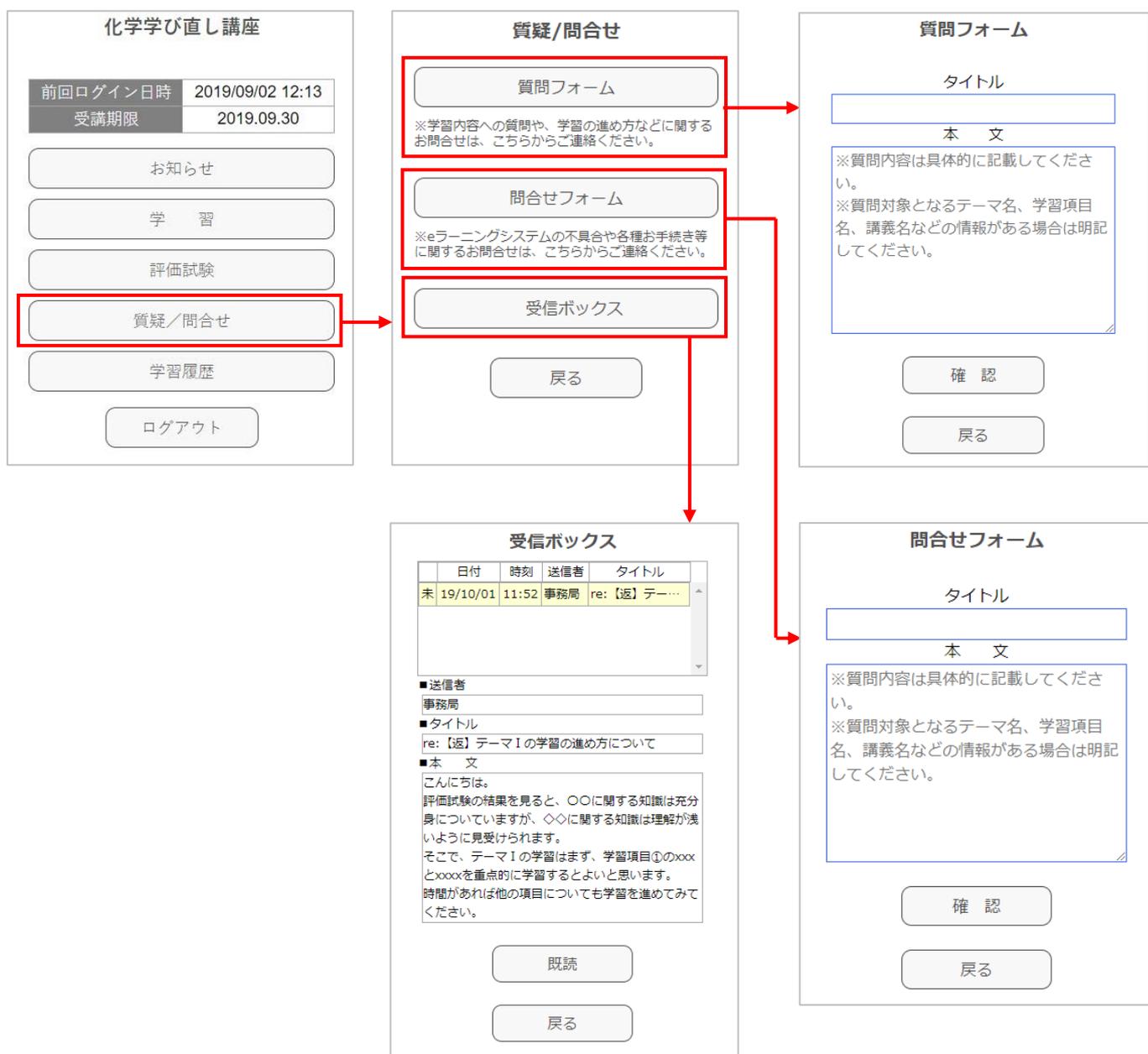
第1回スクーリングへの参加可否を下記のメールアドレスまでご連絡ください。
admin_01@bunseki.co.jp

Button: リストに戻る

A yellow callout box points to the second notice in the list, stating: 既読メッセージは薄くなる (Read messages become lighter).

8. 質疑/問合せ

- ① トップページから「質疑/問合せ」を選択してください。
- ② 学習内容等に関する質問を行う場合は、「質問フォーム」を選択し、質問する内容を記入してください。「確認」を押すと記入内容が表示されるので、お間違いがなければ「送信」を押してください。
- ③ システムの操作方法や不具合等に関する問い合わせを行う場合は、「問合せフォーム」を選択し、問合せする内容を記入してください。「確認」を押すと記入内容が表示されるので、お間違いがなければ「送信」を押してください。
- ④ 質問または問合せに対する回答を閲覧する場合は、「受信ボックス」を選択すると、メッセージの一覧が表示されます。任意のメッセージを選択すれば、詳細を閲覧することができます。なお、新着メッセージがある場合は、「受信ボックス」のボタンに「NEW!」が表記されるほか、トップページに「新しいメッセージが、〇件あります。」という表示がでます。



9. 学習履歴

- ① トップページから「学習履歴」を選択してください。
- ② 学習の進捗状況を確認する場合は、「学習進捗確認」を選択してください。テーマを選択する画面に遷移し、閲覧したいテーマを選ぶと、当該テーマの学習項目の各講義の小テストの受験日と点数が表示されます。
- ③ 評価試験の結果を確認する場合は、「評価試験結果確認」を選択してください。評価試験の種類を選択する画面に遷移し、閲覧したい試験を選ぶと、当該試験の受験結果（受験日・点数）の一覧が表示されます。さらに詳細を閲覧したい場合、特定の受験結果を選択すると、答案と点数を閲覧することができます。



e ラーニングを活用した化学分野学び直し講座

e ラーニング管理サイト

使用説明書

(講師用)

目次

1. 機能構成	2
(1) 申込管理機能	2
(2) 学習フォロー機能	2
(3) 学習履歴管理機能	2
2. ご利用にあたっての注意事項	2
3. 管理サイトへのログイン	3
4. 申込管理	4
5. お知らせ管理.....	5
6. 質疑対応	6
7. 学習履歴管理.....	7

1. 機能構成

本システムは学習者用のシステムと対応して、「ログイン」「申込対応」「学習フォロー」「学習管理」の4分類の機能群で構成されます。各機能の概略は次の通りです。それぞれの機能のご利用方法は次項以降をご参照ください。

(1) ログイン

① 管理者ログイン (→ p.3)

管理者用の「ユーザー名」「パスワード」を使って各管理者専用ページにログインする機能。

(2) 申込管理機能

① 申し込み情報確認 (→p.4)

受講申込者の本システム登録情報を確認する機能。

(3) 学習フォロー機能

① お知らせ管理 (→p.5)

受講者の一斉配信するお知らせ情報の新規登録、編集、削除等を行う機能。

② 質疑対応 (→p.6)

受講者の質問メッセージの確認および返信を行う機能。

(4) 学習履歴管理機能

① 学習進捗確認 (→ p.7)

受講者の各講義に対応した小テストの点数、学習日時を確認する機能。

② 評価試験受験結果確認 (→ p.7)

受講者の評価試験の受験結果について、点数と受験日、答案を確認する機能。

2. ご利用にあたっての注意事項

- ① 本管理システムは、受講者用システムとは異なり、パソコンでの利用を推奨します。
- ② 本管理システムのご利用にあたって ブラウザや端末の「戻る」ボタンは使用しないようご注意ください。前の画面やトップページ等に戻る場合はサイト上の「戻る」ボタンをご利用ください。これは、システムの意図しない動作を防止するための措置です。

3. 管理サイトへのログイン

- ① お手持ちのパソコン等の端末で以下の URL にアクセスしてください。

e ラーニングを活用した化学分野学び直し講座

e ラーニング管理サイト



- ② 下記の事務局用ユーザー名・パスワードを入力してログインしてください。

<事務局専用アカウント>	
ユーザー名：	■■■■■
パスワード：	■■■■■



4. 申込管理

- ① トップページから「申込管理」を選択してください。
- ② 画面上段に受講申込者の一覧が表示されます。任意の受講者を選択してください。
- ③ 画面下段に選択した受講者が入力した登録情報、およびシステムが自動登録した当該受講者のユーザー名・パスワードが表示されます。
- ④ なお、受講者のユーザー名・パスワードはシステムの自動返信により、各受講者に通知されます。

申込管理

受講申込者一覧

開始日付	開始時刻	受講申請者氏名	登録
2019/10/07	17:14	化学 太郎	未
2019/10/04	13:04	化学 テスト	済

登録情報

申込日時	2019/10/04 13:04
受講申請者氏名	化学 テスト
受講申請者フリガナ	カガク テスト
所属	株式会社ABC
メールアドレス	test.mext2019@gmail.com
電話番号	1122223333
化学系業務経験年数	0

ユーザー名
パスワード

ユーザー名	test.mext2019@gmail.com
パスワード	9039

5. お知らせ管理

- ① トップページから「お知らせ管理」を選択してください。
- ② お知らせを新規作成する場合、下記の手順で操作を行ってください。
 - (1) 中段の「新規追加」のボタンを押し、モードが【新規追加】になったことを確認。
 - (2) 「開始日時」の空欄からお知らせを受講者に通知を開始する日時を選択。
 - (3) 「タイトル」の空欄に任意のお知らせのタイトルを入力。
 - (4) 「本文」の空欄に受講者に通知する情報を入力。
 - (5) 作成するお知らせに表示期限をつける場合、「終了日時」の空欄から通知を終了する日時を選択。
※表示期限を設けない場合は「終了日時」は空欄のまま構いません。
 - (6) 入力内容を確認して「保存」ボタンを選択。
- ③ 既存のお知らせを編集する場合、編集するお知らせを上段の一覧から選択して、中段の「編集」ボタンを押し、任意の項目を編集して「保存」ボタンを押してください。なお編集を行った場合、受講者側で当該既読になっていても未読状態に変更されます。
- ④ 既存のお知らせを削除する場合、削除するお知らせを上段の一覧から選択して、中段の「削除」ボタンを押してください。なお削除を行った場合、管理者側のお知らせ一覧、および受講者側のお知らせ一覧から当該項目が削除されます。
- ⑤ 既存のお知らせを管理者側に残留させ、受講者側には非表示にする場合は、非表示にするお知らせを上段の一覧から選択して、中段の「編集」ボタンを押し、「非表示」のチェックボックスにチェックを入れて、「保存」をおしてください。

お知らせ

戻る

開始日付	開始時刻	タイトル	送信者	終了日付	終了時刻	非表示
------	------	------	-----	------	------	-----

お知らせ項目一覧

モード切替ボタン

新規追加

編集

削除

モード 【新規追加】

開始日時 2019/10/15 00:00

タイトル 第1回スクーリング開催のご案内

本文

お世話になっております。化学学び直し講座事務局です。

第1回スクーリングの実施日時が決定いたしましたので、ご連絡差し上げます。
実施要項は下記の通りです。

実施日：2019年10月20日（日）
時間帯：日本分析化学専門学校本館
会場：10:00～17:00 ※昼食休憩含む

終了日時

非表示 非表示にする

保存

6. 質疑対応

- ① トップページから「質疑対応」を選択してください。
- ② 未返信の質疑の確認および返信を行う場合は、下記の手順で操作を行ってください。
 - (1) 上段の「モード切替」から「未返信」を選択。
 - (2) 未返信のメッセージの一覧が表示されるので、確認または返信するメッセージを選択。
 - (3) 中段にメッセージの送信者、受信時刻、内容等が表示。
 - (4) 「返信」ボタンを押すと、返信内容の編集画面が表示。
 - (5) 「タイトル」「本文」に任意の内容を入力して、「送信」を選択。
- ③ 返信済みのメッセージを確認する場合は、上段のモード切替から「返信済み」を選択してください。返信済みメッセージの一覧が表示されるので、任意のメッセージを選択すると、受講者のメッセージ内容等および返信内容が表示されます。

The screenshot shows the '質疑' (Inquiry) interface with the following components:

- モード切替ボタン (Mode Switch Button):** Located at the top left, it includes radio buttons for '未返信' (Unreplied), '返信済み' (Replied), and '全て' (All). '未返信' is selected.
- 受信メッセージ一覧 (Received Message List):** A table listing messages with columns for date, time, sender, title, reply status, reply date, and reply time. The third message is highlighted in yellow.
- 受信メッセージ内容 (Received Message Content):** A detailed view of the selected message, showing sender, date, title, and body text.
- 返信メッセージ内容 (返信メッセージ内容 (編集画面)) (Reply Message Content (Edit Screen)):** A form for composing a reply, including a title field and a large text area for the body.

日付	時刻	送信者	タイトル	返信	返信日付	返信時刻
2019/10/01	11:47	ユーザー2	第1回スクーリングについて	0		
2019/10/01	11:45	ユーザー2	評価試験について	0		
2019/10/01	11:41	ユーザー2	テーマIの学習の進め方について	0		

受信メッセージ内容:
 送信者: ユーザー2 日付時刻: 2019/10/01 11:41
 タイトル: テーマIの学習の進め方について
 本文: テーマIの学習の進め方について教えてください。よろしくお願致します。
 返信: 未 日付時刻: []

返信メッセージ内容 (編集画面):
 タイトル: re:【返】テーマIの学習の進め方について
 本文: こんにちは。評価試験の結果を見ると、〇〇に関する知識は充分身についていますが、◇◇に関する知識は理解が浅いように見受けられます。そこで、テーマIの学習はまず、学習項目①のxxxとxxxxを重点的に学習するとよいと思います。時間があれば他の項目についても学習を進めてみてください。

7. 学習履歴管理

- ① トップページから「学習履歴管理」を選択してください。
- ② 全受講者の各テーマの学習進捗状況、および評価試験受験結果が表示されます。それぞれの表記は次の数字が記載されています。

学習：テーマ内小テストの獲得点数合計、満点数総計、および最新学習日

評価試験：当該評価試験の獲得点数、満点数、および最新受験日

- ③ 各テーマの学習進捗状況の詳細を閲覧する場合は、任意の受講者を選択し、上段の「学習」ボタンを押してください。ここでは、各学習項目の講義ごとの学習日時や小テスト獲得点数を閲覧できます。
- ④ 評価試験の受験結果の詳細を閲覧する場合は、任意の受講者を選択し、上段の「評価試験」ボタンを押してください。ここでは、各評価試験の過去すべての受験結果、受験日時、答案等を閲覧できます。

ユーザー		学習					評価試験					
ID	氏名	テーマI	テーマII	テーマIII	テーマIV	テーマV	総合	テーマI	テーマII	テーマIII	テーマIV	テーマV
admin1	事務局											
bunseki	受講者 1											
u001	ユーザー-1	7点(50) 10/04						10点(30) 10/04				
u002	ユーザー-2											
u003	ユーザー-3											

受講者情報
学習進捗状況 (小テスト獲得点数総計)
評価試験受験結果 (評価試験獲得点数)

ユーザーを選択して
「学習」ボタン

ユーザーを選択して
「評価試験」ボタン

学習進捗確認詳細【ユーザー-1】

テーマI 化学実務に必要な実験技術

学習項目① 化学実務実験の実務操作向上			
No.	項目	前回学習日	小テスト
01	基本の所作	19/10/04	7点
02	汎用的事項		
03	器具の扱い	19/10/04	
04	試薬の扱い		
05	機器類の扱い	19/10/04	

学習項目② 化学分析・機器分析の実務操作向上			
No.	項目	前回学習日	小テスト
01	単位操作		
02	サンプリング		
03	統計処理		
04	定性分析		
05	定量分析		
06	機器分析		

戻る

評価試験結果確認【ユーザー-1】

テーマI 評価試験

第1回 受験日:2019/10/04 試験結果 (10点)

戻る

評価試験結果確認【ユーザー-1】

テーマI 評価試験

10点/30点

No.	答案	正解	問題
1	A:白衣の前ボタンや、作業着のファスナー	B:危険性の高い薬品を使用しない場合は、肌を露出する服装や靴で実験を行っても問題はない	問題を見る
2	A:ネックレスや指輪の着用はせず、腕時計が必要な場合でも白衣	D:実験中の保護メガネ着用は必須ではあるが、危険性の低い作業	問題を見る

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 1節 状態変化
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	物質には、気体、液体、固体、固体の3つの状態がある。では、固体における構成粒子の状態の説明として最も適当なものはどれか。
選択肢	A 構成粒子が動くことなく規則正しく並んでいる B 構成粒子が規則正しく並び、決まった位置で細かく振動している C 構成粒子が互いに接近した状態で自由に位置を変えている。 D 構成粒子が粒子間の引力を振り切り飛び出している。 Z わからない
解答	B 構成粒子が規則正しく並び、決まった位置で細かく振動している
解説	固体における構成粒子は規則正しく並んでいるが、決まった場所で細かく振動する熱運動をしている。 ちなみに、Cは液体、Dは気体における構成粒子の状態の説明である。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 1節 状態変化
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	無極性分子をはじめ、すべての分子間に働く弱い引力と、極性同士の間にはたらく静電気的な引力をまとめて何というか。
選択肢	A クーロン力 B 共有結合 C ファンデルワールス力 D 水素結合 Z わからない
解答	C ファンデルワールス力
解説	無極性分子をはじめ、すべての分子間に働く弱い引力と、極性同士の間にはたらく静電気的な引力をまとめてファンデルワールス力という。ファンデルワールス力は分子間力の一つである。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 1節 状態変化
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	固体1molが液体になるときに吸収する熱量を何というか。
選択肢	A 融解熱 B 液化熱 C 転移熱 D 反応熱 Z わからない
解答	A 融解熱
解説	固体1molが液体になるときに吸収する熱量を融解熱という。この融解熱により粒子の規則正しい配列を崩して液体にする。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 1節 状態変化
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	フッ素、酸素、窒素のような電気陰性度の大きな原子が、水素原子と結合して分子をつくると、分子中のフッ素、酸素、窒素の原子と近くの分子中の水素原子との間に、特に強い分子間力が働く。このような水素原子を仲立ちとしてできる結合を何というか。
選択肢	A 共有結合 B イオン結合 C ジスルフィド結合 D 水素結合 Z わからない
解答	D 水素結合
解説	水素原子を仲立ちとしてできる結合を水素結合という。 ちなみに、水素結合の結合力はイオン結合や共有結合と比べると弱い。

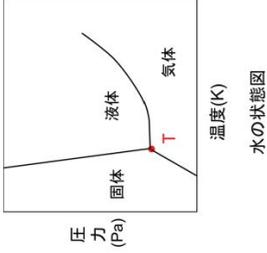
	ファンデルワールス力よりは強い。また、分子間で水素結合をつくる化合物は同族元素の水素化合物に比べ、分子同士の結びつきが強くなるため、融点・沸点が高い。
--	---

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 1節 状態変化
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	無極性分子の沸点・融点は(①)が大きくなるほど高くなる。また、極性分子では分子間に静電的な引力が働くなめ、無極性分子と同程度の(①)の場合、無極性分子と比べて沸点・融点は高くなる。(①)に当てはまる語句は何か。
選択肢	A 原子の直径 B 電気陰性度 C 分子量 D 吸熱量 Z わからない C 分子量
解答	無極性分子の沸点・融点は分子量の大きさに比例して高くなる。また、極性分子は電荷のかたよりによって分子間に静電的な引力がはたらいたため、無極性分子と同程度の分子量の場合、極性分子の沸点・融点の方が高くなる。

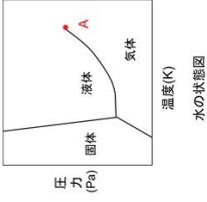
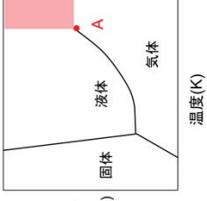
問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 1節 状態変化
学習項目	物質の状態とその変化
問題文	
図のような温度と蒸気圧の関係を示す曲線を何というか。	

選択肢	A 温度蒸気圧相関 B 蒸気圧曲線 C 気液平衡曲線 D 気化曲線 Z わからない B 蒸気圧曲線
解答	温度と蒸気圧の関係を示す曲線を蒸気圧曲線という。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 1節 状態変化
学習項目	物質の状態とその変化
問題文	
富士山の山頂で水を沸かそうとしたとき、水の沸騰する温度について最も適切なものはどれか。	
選択肢	A 100°C B 100°Cよりも高くなる C 100°Cよりも低くなる D 山頂では沸騰しない Z わからない C 100°Cよりも低くなる
解答	一般に、沸点は外圧が 1.013×10^5 Paの時の値で示す。富士山の山頂は 6.3×10^4 Paと外圧が小さくなる。外圧が大きくなると蒸気圧を外圧と等しくするために温度をさらに高くする必要があるので、外圧が小さくなれば沸点は低くなる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 1節 状態変化
学習項目	物質の状態とその変化
問題文	<p>図の点Tにおける水の状態として最も適切なものはどれか。</p>  <p>水の状態図</p>
選択肢	<p>A 気体と液体の区別がつかない状態 B 全て気体として存在している状態 C 全て液体として存在している状態 D 固体、液体、気体の区別がつかない状態 Z わからない D 固体、液体、気体の区別がつかない状態</p>
解答	3つの曲線の交点である点Tは三重点と呼ばれ、固体、液体、気体の区別がつかない状態である。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 1節 状態変化
学習項目	物質の状態とその変化

問題文	<p>水の状態図において、点Aで示される部分を何というか。</p>  <p>水の状態図</p>
選択肢	<p>A 三重点 B 極原点 C 臨界点 D 限界点 Z わからない</p>
解答	C 臨界点
解説	<p>温度と圧力を高めていくと、点Aの温度と圧力から液体と気体の区別がつかない状態となることから、点Aを臨界点という。また、液体と気体の区別がつかない図の赤い部分を臨界状態という。</p>  <p>水の状態図</p>

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 2節 気体の性質
学習項目	物質の状態とその変化
問題文	<p>温度一定のとき、一定量の気体の体積は圧力に反比例するという法則は何か。</p>
選択肢	<p>A ボイルの法則 B シャルルの法則 C ヘスの法則 D 分圧の法則 Z わからない</p>
解答	A ボイルの法則

解説	温度一定のとき、一定量の気体の体積は圧力に反比例するという関係をボイルの法則といい、次の式で表される。 $p_1V_1 = p_2V_2 = a$ (一定) p : 圧力 V : 体積 a : 温度と物質量によって決まる定数
----	--

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 2 節 気体の性質
学習項目	物質の状態とその変化
問題文	
選択肢	一定の圧力において、一定量の気体の体積は、絶対温度に比例するという法則は何か。 A ボイルの法則 B シャルルの法則 C ヘスの法則 D エネルギー保存の法則 Z わからない B シャルルの法則
解説	一定の圧力において、一定量の気体の体積は、絶対温度に比例するという関係をシャルルの法則といい、次の式で表される。 $\frac{V}{T} = b \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = b \text{ (一定)}$ V : 体積 T : 絶対温度 b = 圧力と物質量によって決まる定数

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 2 節 気体の性質
学習項目	物質の状態とその変化
問題文	
選択肢	ボイル・シャルルの法則の説明として最も適切なものはどれか。 A 一定の圧力において、一定量の気体の体積は、絶対温度に比例する B 一定の圧力において、一定量の気体の体積は、絶対温度に反比例する

	C 一定量の気体の体積は、絶対温度に反比例し、圧力に比例する D 一定量の気体の体積は、圧力に反比例し、絶対温度に比例する Z わからない
解答	D
解説	ボイル・シャルルの法則とは一定量の気体の体積は、圧力に反比例し、絶対温度に比例する 対温度に比例するというものであり、次の式で表される。 変化前 変化後 $\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$ P : 絶対圧力 V : 体積 T : 絶対温度 ちなみに、A はシャルルの法則である。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 2 節 気体の性質
学習項目	物質の状態とその変化
問題文	
選択肢	1 atm は何 hPa か。 A 1 hPa B 760 hPa C 1013 hPa D 1.013×10^5 hPa Z わからない C 1013 hPa
解説	1 atm は 1013 hPa である。また、1 atm は 760 mmHg でもある。 1 atm = 1013 hPa = 760 mmHg

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 2 節 気体の性質
学習項目	物質の状態とその変化

問題	
問題文	気体の状態方程式として正しいのはどれか。
選択肢	A $pV = nT$ B $Rl = \rho T$ C $pV = nRT$ D $Rl = \rho T$ Z わからない
解答	C $pV = nRT$
解説	気体の状態方程式は気体の状態は圧力、体積、温度、物質量で決まるとい うもので、次の式で表される。 $pV = nRT$

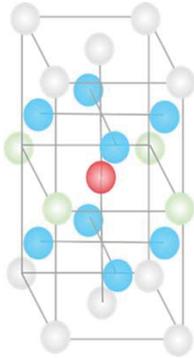
問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 2節 気体の性質
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	混合気体において、温度・体積が一定の場合、成分気体の物質量の比と成 分気体の分圧の比の間にはどのような関係が成り立つか。以下の(①) に当てはまる記号として正しいものを選びなさい。 成分気体の物質量の比 (①) 成分気体の分圧の比
選択肢	A > B = C < D ≦ Z わからない
解答	B =
解説	混合気体において、温度・体積が一定の場合、成分気体の物質量の比と成 分気体の分圧の比は等しくなる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 2節 気体の性質

問題情報	
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	理想気体において、無いものとして仮定されるものの組み合わせとして正 しいものはどれか。
選択肢	A 分子自体の体積、分子間力 B 分子自体の体積、温度 C 分子間力、分圧 D 分圧、温度 Z わからない
解答	A 分子自体の体積、分子間力
解説	理想気体とは、分子間力がなく、分子自体の体積を0とした仮想的な気体 のことである。これにより、気体の状態方程式 $pV = nRT$ に完全に従うこ とができる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 3節 固体の構造
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	物質の構成粒子が規則的に配列している固体を何というか。
選択肢	A 氷 B ダイヤモンド C 結晶 D アモルファス Z わからない
解答	C 結晶
解説	物質の構成粒子が規則的に配列している固体を結晶という。 ちなみに、この配列構造を結晶格子といい、その最小単位を単位格子とい う。また、結晶は構成粒子や粒子間の引力の違いに寄り、金属結晶、イオ ン結晶、共有結合の結晶、分子結晶に分かれている。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 3節 固体の構造
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	面心立方格子の配位数はいくつか。
選択肢	A 4 B 8 C 10 D 12 Z わからない
解答	D 12
解説	面心立方格子の配位数を考えると、単位格子を2つつなげて考える。図の赤い原子を中心とし、4つの頂点にある原子(緑)と両サイドの面の中心にある原子(青)4つずつと隣接しているため、赤い原子が隣接している原子は12個となる。よって配位数は12である。



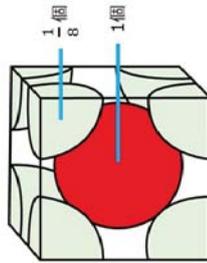
問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 3節 固体の構造
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	それぞれの結晶構造から、最も融点が低いと考えられる結晶はどれか。
選択肢	A 金属結晶 B イオン結晶 C 分子結晶 D 共有結合の結晶

解答	Z わからない
解説	C 分子結晶 融点は結晶粒子間の結合が強いほど高く、弱いほど低くなる。金属結晶の結合は金属結合、イオン結晶の結合はイオン結合、共有結合の結晶の結合は共有結合である。分子結晶の結合は分子内では共有結合を有しているが分子と分子の繋がりには他の3つの結晶のものより弱い分子間力である。よって、最も融点が低いと考えられる結晶は分子結晶である。 ちなみに、これらの中で最も強い結合が共有結合であることから、最も融点が高い結晶は共有結合の結晶である。

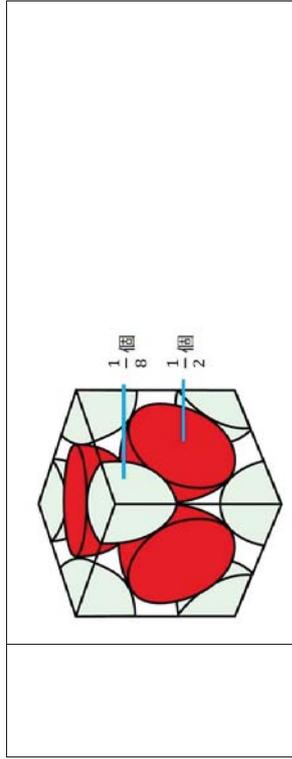
問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 3節 固体の構造
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	次の選択肢のうち、共有結合の結晶はどれか。
選択肢	A 塩化ナトリウム B ダイヤモンド C ヨウ素 D 銅 Z わからない
解答	B ダイヤモンド
解説	共有結合の結晶はダイヤモンドである。共有結合の結晶には非常に硬く融点が非常に高いという特徴がある。 ちなみに、Aの塩化ナトリウムはイオン結晶、Cのヨウ素は分子結晶、Dの銅は金属結晶である。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 3節 固体の構造
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	体心立方格子の単位格子中に含まれる原子の数はいくつか。

選択肢	A 2 B 4 C 8 D 9 Z わからない
解答	A 2
解説	体心立方格子の単位格子において、原子は真ん中に1個、8つの頂点に1/8個ずつ存在している。よって、2個となる。 $1 + 1/8 \times 8 = 2$



問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 3節 固体の構造
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	面心立方格子の単位格子中に含まれる原子の数はいくつか。
選択肢	A 2 B 4 C 8 D 9 Z わからない
解答	B 4
解説	面心立方格子の単位格子において、原子は6つの面に1/2個ずつ、8つの頂点に1/8個ずつ存在している。よって、4個となる。 $1/2 \times 6 + 1/8 \times 8 = 4$



問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 3節 固体の構造
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	次の物質のうち、共有結合の結晶ではないものはどれか。
選択肢	A 黒鉛 B 石英ガラス C ダイアモンド D 氷晶 Z わからない
解答	B 石英ガラス
解説	石英ガラスはアモルファス(非晶体)である。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 3節 固体の構造
学習項目	物質の状態とその変化
問題	
問題文	構成粒子の配列に規則性のない固体を何というか。
選択肢	A アモルファス B クリスタル C アモルファージ

	D アイソトープ Z わからない
解答	A アモルファス
解説	構成粒子の配列に規則性のない固体をアモルファス(非晶体)という。 ちなみに、石英からつくられる石英ガラスやソーダ石灰ガラスがこれにあ たる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	次の物質のうち、弱電解質はどれか。
選択肢	A 塩酸 B 水酸化ナトリウム C 酢酸 D 硫酸 Z わからない
解答	C 酢酸
解説	水に溶けてイオンを生じる物質を電解質といい、水に溶けて全て電離する 物質を強電解質、溶けた一部だけが電離する物質を弱電解質という。 酢酸は溶けた一部が CH_3COO^- と H^+ に電離するが、それ以外は分子のまま 存在する弱電解質である。 ちなみに、それ以外の塩酸、水酸化ナトリウム、硫酸は強電解質である。 また、弱電解質には硫化水素やアンモニアなどがある。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	イオン結晶は水に溶けやすい。これは、極性をもつ水分子とイオンの間に 静電的な引力が働き、イオンが水分子に囲まれて水中に分散するためで

	ある。このように、溶質の粒子が水分子に囲まれる現象を何というか。
選択肢	A 溶媒和 B 水包括 C 包括水 D 水和 Z わからない
解答	D 水和
解説	溶質が溶媒によって取り囲まれることを一般に溶媒和という。その中で も、水が溶媒の時を水和というため、今回は水分子に囲まれる現象を問わ れているため水和が正解となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	一定量の溶媒に溶ける溶質の量には限度があり、その限界までとけた溶液 を何というか。
選択肢	A 飽和溶液 B 限界溶液 C 過剰溶液 D 臨界溶液 Z わからない
解答	A 飽和溶液
解説	一定量の溶媒に溶ける溶質の量には限度があり、その限界までとけた溶液 を飽和溶液という。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	硫酸銅(II)五水和物のように、水和した水分子を含む結晶を(①)とい

	い、このような水分子を(②)という。(①)、(②)にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A ①水合物 ②水素水 B ①加水結晶 ②水素水 C ①加水結晶 ②水和水 D ①水合物 ②水和水 Z わからない
解答	D ①水合物 ②水和水
解説	硫酸銅(II)水合物($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)のように、水和した水分子を含む結晶を水合物といい、このような水分子を水和水(もしくは結晶水)という。 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ←この下線部分のこと)

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	一般に、一定量の溶媒に溶ける気体の質量(または物質量)は、一定温度のもとでは、その気体の圧力(混合気体の場合には分圧)に比例する。この関係を何というか。
選択肢	A ルジャトリエの法則 B ヘンリーの法則 C ボイルの法則 D シャルルの法則 Z わからない
解答	B ヘンリーの法則
解説	溶解度の小さい気体における溶媒に溶ける気体の質量と圧力の関係では、一般に、一定量の溶媒に溶ける気体の質量(または物質量)は、一定温度のもとでは、その気体の圧力(混合気体の場合には分圧)に比例する。この関係をヘンリーの法則という。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液

学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	不揮発性物質が溶けている溶液では、溶液全体の分子の数に対する溶媒分子の数の割合が低くなり、純粋な溶媒に比べて液体表面から蒸発する溶媒分子の数が少なくなる。このため、溶液の蒸気圧は同じ温度の純粋な溶媒の蒸気圧に比べて低くなる。この現象を何というか。
選択肢	A 共沸 B 沸点上昇 C 蒸気圧低下 D モル沸点上昇 Z わからない
解答	C 蒸気圧低下
解説	不揮発性物質が溶けている溶液では、溶液全体の分子の数に対する溶媒分子の数の割合が低くなり、純粋な溶媒に比べて液体表面から蒸発する溶媒分子の数が少なくなる。このため、溶液の蒸気圧は同じ温度の純粋な溶媒の蒸気圧に比べて低くなる。この現象を蒸気圧低下という。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	純粋な溶媒の凝固点に比べ、溶液の凝固点は低くなる。この現象を何というか。
選択肢	A 凝固点低下 B 凝固点転移 C 固化温度 D ガラス転移点 Z わからない
解答	A 凝固点低下
解説	純粋な溶媒の凝固点に比べ、溶液の凝固点が低くなる現象を凝固点低下という。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	純粋な溶媒を冷却していくと、温度が下ががり、凝固点を過ぎてても凝固が起らないことがある。この状態を何というか。
選択肢	A 過降下 B 過冷却 C 過凝固 D 過溶媒 Z わからない
解答	B 過冷却
解説	純粋な溶媒を冷却した時、凝固点を過ぎてても凝固が起らないことを過冷却という。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	粒子の種類によって透過性が異なる膜を何というか。
選択肢	A 半透膜 B 選択膜 C 分子膜 D 浸透膜 Z わからない
解答	A 半透膜
解説	粒子の種類によって透過性が異なる膜を半透膜という。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液

学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	希薄溶液において、浸透圧は溶液のモル濃度と絶対温度に比例する。この法則を何というか。
選択肢	A 慣性の法則 B ファントホッフの法則 C 化学平衡の法則 D キルヒホッフの法則 Z わからない
解答	B ファントホッフの法則
解説	希薄溶液において、浸透圧は溶液のモル濃度と絶対温度に比例する。この法則をファントホッフの法則である。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	半透膜で仕切った溶媒と溶液において、溶媒が溶液に移動しようとする現象を抑えるために溶液側に加える圧力のことを何というか。
選択肢	A 調整圧 B 加圧 C 透過圧 D 浸透圧 Z わからない
解答	D 浸透圧
解説	半透膜で仕切った溶媒と溶液において、溶媒が溶液に移動しようとする現象を抑えるために溶液側に加える圧力を浸透圧という。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡

問題	
問題文	石けん水のようにある濃度以上になると、多数のイオンが集まり、コロイド粒子を作ってコロイド溶液になるようなコロイドを何とよいか。
選択肢	A セミコロイド B イオンコロイド C ミセルコロイド D グラジエントコロイド Z わからない
解答	C ミセルコロイド
解説	石けん水のようにある濃度以上になると、多数のイオンが集まり、コロイド粒子を作ってコロイド溶液になるようなコロイドをミセルコロイド、もしくは含合コロイドという。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 1節 化学反応と熱・光エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー(化学反応と熱・光)
問題	
問題文	エネルギーの変換が起こっても、その前後のエネルギーの総量は変わらない法則を何とよいか。
選択肢	A エネルギー不変の法則 B 反応保存の法則 C エネルギー保存の法則 D エネルギー一定の法則 Z わからない
解答	C エネルギー保存の法則
解説	エネルギーの変換が起こっても、その前後のエネルギーの総量は変わらないことをエネルギー保存の法則という。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 1節 化学反応と熱・光エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー(化学反応と熱・光)

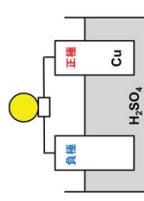
問題	
問題文	エネルギーにおける熱量の単位は何か。
選択肢	A J(ジュール) B A(アンペア) C V(ボルト) D W(ワット) Z わからない
解答	A J(ジュール)
解説	熱量の単位はJ(ジュール)である。 ちなみに、A(アンペア)は電流の大きさ、V(ボルト)は電圧の大きさ、W(ワット)は仕事量の単位である。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 1節 化学反応と熱・光エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー(化学反応と熱・光)
問題	
問題文	水素 1 mol が燃焼して水ができるとき、286 kJ の発熱があった。これを熱力学方程式で書こうとしたところ、以下のように書いたが間違っていた。間違っている部分はどこか。
	$\text{H}_2(\text{気}) + 1/2\text{O}_2(\text{気}) = \text{H}_2\text{O}(\text{液}) - 286 \text{ kJ}$
選択肢	A 気体であることは(気)と書く必要があるが、液体は書く必要がない B そもそも反応式を間違えている C 左右を"→"ではなく"="でつないでいる D 発熱反応なのに -286kJ と書いて吸熱反応にしている Z わからない
解答	D 発熱反応なのに -286kJ と書いて吸熱反応にしている
解説	発熱反応のように熱が放出する場合は熱量を + とし、吸熱反応のように熱が必要なる場合は熱量を " - " でかかなければならない。 よって $\text{H}_2(\text{気}) + 1/2\text{O}_2(\text{気}) = \text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 286 \text{ kJ}$ が正解となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 1節 化学反応と熱・光エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー(化学反応と熱・光)
問題	
問題文	血痕の検出法として用いられている光化学反応を何というか。
選択肢	A ルミエール反応 B ルミノール反応 C ルテニウム反応 D 青色発光反応 Z わからない
解答	B ルミノール反応
解説	血痕検出法として用いられている光化学反応はルミノール反応である。これはルミノールと過酸化水素の反応の触媒として溶液中の鉄や銅が働いたためである。ルミノールの酸化に寄り高エネルギー状態の生成物ができる。その生成物が低エネルギー状態に変化する時、エネルギーが青白い光となって放出されている。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 1節 化学反応と熱・光エネルギー
学習項目	化学反応とエネルギー(電池)
問題	
問題文	電池の(①)では酸化反応が起こり、(②)では還元反応が起こっている。そして、この両極間の電位差(電圧)を(③)という。(①)～(③)にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A ①正極 ②抵抗 ③起電力 B ①負極 ②抵抗 ③発光 C ①負極 ②正極 ③起電力 D ①正極 ②負極 ③起電力 Z わからない
解答	C ①負極 ②正極 ③起電力
解説	電池は酸化還元反応により化学エネルギーを電気エネルギーとして外部に

取り出す装置である。電池の負極では酸化反応が起こり、正極では還元反応が起こっている。そして、この両極間の電位差(電圧)を起電力という。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 2節 電池と電気分解
学習項目	化学反応とエネルギー(電池)
問題	
問題文	図のような電池の正極として銅(Cu)を用いた場合、負極となれないものはどれか。 
選択肢	A 白金(Pt) B 鉄(Fe) C 亜鉛(Zn) D アルミニウム(Al) Z わからない
解答	A 白金(Pt)
解説	銅を正極とした電池をつくる場合、負極は銅よりもイオンになりやすい金属にしなければならない。イオン化傾向において、銅よりもイオン化傾向が小さいもの(イオンになりにくいもの)は白金である。 イオン化傾向 大 ←————→ 小 K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb (H ₂) Cu Hg Ag Pt Au

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 2節 電池と電気分解
学習項目	化学反応とエネルギー(電池)
問題	
問題文	鉛蓄電池のように充電が可能な電池のことを何電池というか。

選択肢	A 燃料電池 B 可逆電池 C 一次電池 D 二次電池 Z わからない
解答	D 二次電池
解説	充電可能な電池のことを二次電池という。車のバッテリーに用いられている鉛蓄電池やケイタイやノートパソコンなどのリチウムイオン電池などがこれにあたる。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 2節 電池と電気分解
学習項目	化学反応とエネルギー(電池)
問題	
問題文	私たちの身近にはさまざまな電池が使われているが、次の中で一次電池でないものはどれか。
選択肢	A アルカリマンガン電池 B リチウムイオン電池 C 酸化銀電池 D リチウム電池 Z わからない
解答	B リチウムイオン電池
解説	アルカリマンガン電池、酸化銀電池、リチウム電池は放電のみができる一次電池である。リチウムイオン電池は放電と充電のできる二次電池である。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 2節 電池と電気分解
学習項目	化学反応とエネルギー(電気分解)
問題	
問題文	電気分解において、電源の正極につないだ電極を陽極といい、負極とな

	いた電極を陰極という。陽極・陰極で起こる反応の説明として最も適切なものはどれか。
選択肢	A 陽極ではイオンや分子が電子を失う酸化反応が起こる B 陽極ではイオンや分子が電子を受け取る還元反応が起こる C 陰極ではイオンや分子が電子を失う還元反応が起こる D 陰極ではイオンや分子が電子を受け取る酸化反応が起こる Z わからない
解答	A 陽極ではイオンや分子が電子を失う酸化反応が起こる
解説	電気分解では、陽極において外部に電子が流れ出し、陰極において外部から電子が流れ込む。よって、陽極でイオンや分子が電子を失う酸化反応が起こり、陰極でイオンや分子が電子を受け取る還元反応が起こる。ちなみに、電池では負極で酸化反応、正極で還元反応が起こるため混同しないようにしなければならない。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 2節 電池と電気分解
学習項目	化学反応とエネルギー(電気分解)
問題	
問題文	電気分解において、陰極や陽極で変化した物質の物質量は、流れた電気量に比例するという法則を何というか。
選択肢	A ヘンリーの法則 B シャルルの法則 C ファラデーの法則 D ファントホッフの法則 Z わからない
解答	C ファラデーの法則
解説	電気分解において、陰極や陽極で変化した物質の物質量は、流れた電気量に比例するという法則をファラデーの法則という。また、電子1 molあたりの電気量の絶対値 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ をファラデー定数という。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 2節 電池と電気分解

学習項目	化学反応とエネルギー(電気分解)
問題	
問題文	純度の高い銅を得る方法として陰極に純銅、陽極に粗銅を用い、硫酸銅(II)水溶液を電気分解する方法がある。このような電気分解を用いた金属の精錬方法を何というか。
選択肢	A 金属精錬 B 金属電気分解 C 電解精錬 D 電解分離 Z わからない
解答	C 電解精錬
解説	電気分解を利用して純度の高い金属を得る方法を電解精錬という。 ちなみに、銅における電解精錬では99.99%以上の純度のものが陰極に析出して得られる。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 3節 反応のはやさとしくみ
学習項目	化学反応と化学平衡(反応速度)
問題	
問題文	反応速度の式として以下の(①)にあてはまる語句は何か。 反応速度 = _____ (①)
選択肢	A 反応エネルギー B 反応物(または生成物)の初期濃度 C 触媒量 D 反応時間 Z わからない
解答	D 反応時間
解説	反応の速さは単位時間に減少する反応物の変化量、あるいは単位時間に増加する生成物の変化量で表す。よって、単位時間当たりを計算するために反応にかかった時間(反応時間)があてはまる。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 3節 反応のはやさとしくみ
学習項目	化学反応と化学平衡(反応速度)
問題	
問題文	反応の前後で自身は変化せず、少量で反応速度を大きくする物質を何というか。
選択肢	A 活性 B 触媒 C 触媒 D 白金 Z わからない
解答	B 触媒
解説	反応の前後で自身は変化せず、少量で反応速度を大きくする物質を触媒という。 ちなみに、反応物と均一に混合しない状態で作用する触媒を不均一触媒といい、反応物と均一に混じって作用する触媒を均一触媒という。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 3節 反応のはやさとしくみ
学習項目	化学反応と化学平衡(反応速度)
問題	
問題文	反応速度を変える条件の説明として誤っているものはどれか。
選択肢	A 触媒を入れると反応速度を大きくする B ほかの条件が一定ならば、濃度が大きいほど反応速度は大きい C ほかの条件が一定ならば、温度が高いほど反応速度は小さい D ほかの条件が一定ならば、気体の分圧が大きいほど反応速度も大きい Z わからない
解答	C ほかの条件が一定ならば、温度が高いほど反応速度は小さい
解説	反応速度は温度が高くなるほど、濃度が濃くなるほど大きくなる。また、気体の分圧が高くなるということは気体の濃度も濃くなるため反応速度が大きくなる。また、触媒は自身は変化しないが、少量加えることで反応速度を大きくする物質である。

問題情報
科目 化学
章・節 2章 物質の変化と平衡 4節 化学平衡
学習項目 化学反応と化学平衡(化学平衡)
問題
問題文 密閉容器に同じ物質量の H_2 と I_2 を入れて加熱すると HI を生成する可逆反応が起きる。この反応における H_2 、 I_2 、HI の濃度変化を図に示す。この可逆反応が平衡となったのは①～④のどの時か。
選択肢 A ① B ② C ③ D ④ Z わからない
解答 D ④
解説 可逆反応では、実際には両方の反応が起こっているに問わず、見かけ上反応が止まって見える。図のグラフにおいて HI と $H_2 + I_2$ の量が変化せず一定となる部分が平衡であるので、グラフの④が平衡である。

問題文 密閉容器に同じ物質量の H_2 と I_2 を入れて加熱すると HI を生成する可逆反応が起きる。この反応における正反応 ($H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$) と逆反応 ($2HI \rightarrow H_2 + I_2$) の反応速度の変化を図に示す。この可逆反応が平衡となったのは①～④のどの時か。
問題情報
科目 化学
章・節 2章 物質の変化と平衡 4節 化学平衡
学習項目 化学反応と化学平衡(化学平衡)
問題
問題文 一般に、可逆反応が平衡状態にあるとき、反応条件(濃度・圧力・温度など)を変化させると、その変化をよわらげざる方向に反応が進み、新しい平衡状態となる。これを何というか。
選択肢 A ルシャトリエの原理 B メンデレーエフの原理 C ヘスの原理 D カロザースの原理 Z わからない
解答 A ルシャトリエの原理
解説 一般に、可逆反応が平衡状態にあるとき、反応条件(濃度・圧力・温度など)を変化させると、その変化をよわらげざる方向に反応が進み、新しい平衡状態となる。これを何というか。

問題情報
科目 化学
章・節 2章 物質の変化と平衡 4節 化学平衡
学習項目 化学反応と化学平衡(化学平衡)
問題
問題文 一般に、可逆反応が平衡状態にあるとき、反応条件(濃度・圧力・温度など)を変化させると、その変化をよわらげざる方向に反応が進み、新しい平衡状態となる。これを何というか。
選択肢 A ルシャトリエの原理 B メンデレーエフの原理 C ヘスの原理 D カロザースの原理 Z わからない
解答 A ルシャトリエの原理
解説 一般に、可逆反応が平衡状態にあるとき、反応条件(濃度・圧力・温度など)を変化させると、その変化をよわらげざる方向に反応が進み、新しい平衡状態となる。これを何というか。

平衡状態となることをルシャトリエの原理という。	
外部から与えられた変化	平行移動の方向
濃度を増やす	濃度が減少する方向
濃度を減らす	濃度が増加する方向
圧力を上げる	気体の分子数が減少する方向
圧力を下げる	気体の分子数が増加する方向
温度を上げる	吸熱反応が起こる方向
温度を下げる	発熱反応が起こる方向
触媒を加える	異動しない

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 4節 化学平衡
学習項目	化学反応と化学平衡(電離平衡)
問題	
問題文	電解質を水に溶かすと、電離して生じたイオンと、電離していないものと物質が平衡状態になる。このような平衡を何というか。
選択肢	A 溶解平衡 B 分離平衡 C 電離平衡 D 遮蔽平衡 Z わからない
解答	C 電離平衡
解説	電解質を水に溶かすと、電離して生じたイオンと、電離していないものと物質が平衡状態になることを電離平衡という。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 4節 化学平衡
学習項目	化学反応と化学平衡(電離平衡)
問題	
問題文	25°Cにおける水のイオン積(K_w)はいくつか。

選択肢	A 1.0×10^{-7} (mol/L) ² B 1.0×10^{-14} (mol/L) ² C 1.0×10^7 (mol/L) ² D 1.0×10^{14} (mol/L) ² Z わからない
解答	B 1.0×10^{-14} (mol/L) ²
解説	25°Cの純粋な水の中のH ⁺ とOH ⁻ は1Lあたり 1.0×10^{-7} mol/Lであり、わずかにしか電離していない。そこで、電離の前後で水の濃度[H ₂ O]はほとんど一定とみなせる。よって、[H ⁺][OH ⁻] = K_w となり、この K_w を水のイオン積という。つまり、[H ⁺][OH ⁻] = K_w となるので、水のイオン積(K_w)は 1.0×10^{-14} (mol/L) ² である。

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化と平衡 4節 化学平衡
学習項目	化学反応と化学平衡(電離平衡)
問題	
問題文	水素イオン指数を表す記号は何か。
選択肢	A pH B ϕ C λ D K_w Z わからない
解答	A pH
解説	酸性・塩基性の強さの程度を水素イオン濃度の数値の常用対数を用いて表したものを水素イオン指数といい、pHで表す。水素イオンは酸性になるほど多く、塩基性になるほど少なく(水酸化物イオンが多く)なる。

問題情報																																																																																																																																																									
科目	化学																																																																																																																																																								
章・節	3章 無機物質 1節 周期表																																																																																																																																																								
学習項目	典型元素																																																																																																																																																								
問題																																																																																																																																																									
問題文	<p>周期表において、典型元素にあてはまらない族は①～④のどれか。</p> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>①</th> <th>②</th> <th>③</th> <th>④</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>H</td> <td></td> <td></td> <td>He</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Li</td> <td>Be</td> <td>B C N O F Ne</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Na</td> <td>Mg</td> <td>Al Si P S Cl Ar</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Cs Ba ^{ラジウム}Ra ^{アクチン}Ac Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Fr Ra ^{ラジウム}Ra ^{アクチン}Ac Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn Nh Fl Mc Lv Ts Og</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		①	②	③	④	1	H			He	2	Li	Be	B C N O F Ne		3	Na	Mg	Al Si P S Cl Ar		4	K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr				5	Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe				6	Cs Ba ^{ラジウム} Ra ^{アクチン} Ac Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn				7	Fr Ra ^{ラジウム} Ra ^{アクチン} Ac Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn Nh Fl Mc Lv Ts Og																																																																																																																			
	①	②	③	④																																																																																																																																																					
1	H			He																																																																																																																																																					
2	Li	Be	B C N O F Ne																																																																																																																																																						
3	Na	Mg	Al Si P S Cl Ar																																																																																																																																																						
4	K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr																																																																																																																																																								
5	Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe																																																																																																																																																								
6	Cs Ba ^{ラジウム} Ra ^{アクチン} Ac Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn																																																																																																																																																								
7	Fr Ra ^{ラジウム} Ra ^{アクチン} Ac Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn Nh Fl Mc Lv Ts Og																																																																																																																																																								
選択肢	<p>A ① B ② C ③ D ④ Z わからない</p>																																																																																																																																																								
解答																																																																																																																																																									
解答	<p>B ② 周期表において、典型元素は1、2族と12～18族(黄色で囲った部分)のことであり、3～11族を遷移元素(青色で囲った部分)という。よって、4族は典型元素ではない。</p> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> <th>13</th> <th>14</th> <th>15</th> <th>16</th> <th>17</th> <th>18</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>H</td> <td></td> <td>He</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Li</td> <td>Be</td> <td></td> <td>B</td> <td>C</td> <td>N</td> <td>O</td> <td>F</td> <td>Ne</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Na</td> <td>Mg</td> <td></td> <td>Al</td> <td>Si</td> <td>P</td> <td>S</td> <td>Cl</td> <td>Ar</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>K</td> <td>Ca</td> <td>Sc</td> <td>Ti</td> <td>V</td> <td>Cr</td> <td>Mn</td> <td>Fe</td> <td>Co</td> <td>Ni</td> <td>Cu</td> <td>Zn</td> <td>Ga</td> <td>Ge</td> <td>As</td> <td>Se</td> <td>Br</td> <td>Kr</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Rb</td> <td>Sr</td> <td>Y</td> <td>Zr</td> <td>Nb</td> <td>Mo</td> <td>Tc</td> <td>Ru</td> <td>Rh</td> <td>Pd</td> <td>Ag</td> <td>Cd</td> <td>In</td> <td>Sn</td> <td>Sb</td> <td>Te</td> <td>I</td> <td>Xe</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Cs</td> <td>Ba</td> <td>^{ラジウム}Ra ^{アクチン}Ac</td> <td>Hf</td> <td>Ta</td> <td>W</td> <td>Re</td> <td>Os</td> <td>Ir</td> <td>Pt</td> <td>Au</td> <td>Hg</td> <td>Tl</td> <td>Pb</td> <td>Bi</td> <td>Po</td> <td>At</td> <td>Rn</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Fr</td> <td>Ra</td> <td>^{ラジウム}Ra ^{アクチン}Ac</td> <td>Rf</td> <td>Db</td> <td>Sg</td> <td>Bh</td> <td>Hs</td> <td>Mt</td> <td>Ds</td> <td>Rg</td> <td>Cn</td> <td>Nh</td> <td>Fl</td> <td>Mc</td> <td>Lv</td> <td>Ts</td> <td>Og</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	H																	He	2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	6	Cs	Ba	^{ラジウム} Ra ^{アクチン} Ac	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	7	Fr	Ra	^{ラジウム} Ra ^{アクチン} Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																							
1	H																	He																																																																																																																																							
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne																																																																																																																																							
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar																																																																																																																																							
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																																																																																																																																							
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																																																																																																																																							
6	Cs	Ba	^{ラジウム} Ra ^{アクチン} Ac	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																																																																																																																																							
7	Fr	Ra	^{ラジウム} Ra ^{アクチン} Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og																																																																																																																																							

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	典型元素
問題	
問題文	<p>典型元素の価電子の数は18族を除いて(①)の数と等しくなる。また、このことから典型元素の同族元素は価電子数が同じであるため、(②)が似ている。 (①)、(②)にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。</p>
選択肢	<p>A ①族番号の1の位 ②化学的性質 B ①族番号の1の位 ②物理的性質 C ①電子の数から中性子の数を引いたもの ②化学的性質 D ①電子の数から中性子の数を引いたもの ②物理的性質 Z わからない</p>
解答	
解答	<p>A ①族番号の1の位 ②化学的性質 典型元素の価電子の数は18族を除いて族番号の1の位の数と等しくなる。また、典型元素の同族元素は価電子数が同じであるため、化学的性質が似ている。</p>

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	典型元素
問題	
問題文	<p>水素に関する説明として誤っているものはどれか。</p>
選択肢	<p>A 常温において無色であり、わずかではあるが独特の刺激臭を持つ最も軽い気体である B 亜鉛などのイオン化傾向の大きい金属に、希硫酸などの酸を加えて発生させ、水上置換で集めることができる C 1族で唯一の非金属元素である D 宇宙に一番多く存在している元素である Z わからない</p>
解答	
解答	<p>A 常温において無色でありわずかではあるが独特の刺激臭を持つ最も軽い気体である</p>

解説	水素は1族で唯一の非金属元素である。亜鉛などのイオン化傾向の大きい金属に、希硫酸などの酸を加えて発生させ、水上置換で集めることができる。常温で無色・無臭の最も軽い気体であり、宇宙に一番多く存在する元素でもある。
----	---

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	典型元素
問題	
問題文	周期表の18族のことを何というか。
選択肢	A ハロゲン B 遷移元素 C 金属元素 D 貴ガス Z わからない
解答	D 貴ガス
解説	周期表の18族のことを貴ガス(希ガス)という。希ガス単体は無色・無臭の気体で、空气中にわずかに存在している。また、貴ガスは単原子分子であり、融点・沸点は非常に低い。また、価電子の数は0とみなす。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	典型元素
問題	
問題文	17族のことを(①)という。(①)は反応性が(②)、酸化剤として働き陰イオンになりやすい。また、その酸化力は原子番号が小さいものほど(③)。 (①)～(③)にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A ①ハロゲン ②小さい ③弱い B ①ハゲロン ②小さい ③強い

	C ①ハロゲン ②大きい ③強い D ①ハゲロン ②大きい ③弱い Z わからない
解答	C ①ハロゲン ②大きい ③強い
解説	17族のことをハロゲンという。ハロゲンは反応性が大きく、単体は天然には存在しない。ハロゲンの単体はそれぞれ特有の色を持ち、有毒である。その性質は原子番号が大きくなるにつれて順に変化する。また、ハロゲンの単体は酸化剤として働き陰イオンになりやすく、その酸化力は以下に示すように原子番号が小さいものほど強くなる。 酸化力の強さ $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

問題情報																																																																																																																																																									
科目	化学																																																																																																																																																								
章・節	3章 無機物質 1節 周期表																																																																																																																																																								
学習項目	典型元素																																																																																																																																																								
問題																																																																																																																																																									
問題文	図の色をつけた部分の元素をまとめて何というか。																																																																																																																																																								
	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>H</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>He</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Li</td><td>Be</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>B</td><td>C</td><td>N</td><td>O</td><td>F</td><td>Ne</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Na</td><td>Mg</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Al</td><td>Si</td><td>P</td><td>S</td><td>Cl</td><td>Ar</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>K</td><td>Ca</td><td>Sc</td><td>Ti</td><td>V</td><td>Cr</td><td>Mn</td><td>Fe</td><td>Co</td><td>Ni</td><td>Cu</td><td>Zn</td><td>Ga</td><td>Ge</td><td>As</td><td>Se</td><td>Br</td><td>Kr</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Rb</td><td>Sr</td><td>Y</td><td>Zr</td><td>Nb</td><td>Mo</td><td>Tc</td><td>Ru</td><td>Rh</td><td>Pd</td><td>Ag</td><td>Cd</td><td>In</td><td>Sn</td><td>Sb</td><td>Te</td><td>I</td><td>Xe</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Cs</td><td>Ba</td><td><small>ラザ</small></td><td>Hf</td><td>Ta</td><td>W</td><td>Re</td><td>Os</td><td>Ir</td><td>Pt</td><td>Au</td><td>Hg</td><td>Tl</td><td>Pb</td><td>Bi</td><td>Po</td><td>At</td><td>Rn</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Fr</td><td>Ra</td><td><small>アク</small></td><td>Rf</td><td>Db</td><td>Sg</td><td>Bh</td><td>Hs</td><td>Mt</td><td>Ds</td><td>Rg</td><td>Cn</td><td>Nh</td><td>Fl</td><td>Mc</td><td>Lv</td><td>Ts</td><td>Og</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	H																	He	2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	6	Cs	Ba	<small>ラザ</small>	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	7	Fr	Ra	<small>アク</small>	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																							
1	H																	He																																																																																																																																							
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne																																																																																																																																							
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar																																																																																																																																							
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																																																																																																																																							
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																																																																																																																																							
6	Cs	Ba	<small>ラザ</small>	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																																																																																																																																							
7	Fr	Ra	<small>アク</small>	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og																																																																																																																																							
選択肢	A アルカリ金属 B アルカリ土類金属 C ハロゲン D 貴ガス Z わからない																																																																																																																																																								
解答	A アルカリ金属																																																																																																																																																								
解説	水素を除く1族元素をアルカリ金属という。アルカリ金属は価電子を1個もち、電子を1個放出して1価の陽イオンになりやすい。																																																																																																																																																								

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	典型元素
問題	
問題文	(①)族の元素をアルカリ土類金属という。単体は(②)の光沢を持ち、アルカリ金属の単体と比べて密度がやや大きく(③)が高い。また、空气中で加熱すると激しく燃焼して酸化物となる。 (①)～(③)にあてはまる語句として正しいものはどれか。
選択肢	A ①1 ②銀白色 ③沸点 B ①1 ②黒色 ③融点 C ①2 ②黒色 ③沸点 D ①2 ②銀白色 ③融点 Z わからない
解答	D ①2 ②銀白色 ③融点
解説	2族の元素をアルカリ土類金属という。アルカリ金属の単体と比べて密度がやや大きく融点が高い。また、空气中で加熱すると激しく燃焼して酸化物となる。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	典型元素
問題	
問題文	アルカリ金属を含む化合物を炎の中に入れてみると、その元素の種類によって特有の色を示す。この反応のことを何というか。また、アルカリ金属であるナトリウム(Na)を燃やすと何色を示すか。反応と色の組み合わせとして正しいものを選びなさい。
選択肢	A 反応：炎色反応 色：緑 B 反応：炎色反応 色：黄 C 反応：金属反応 色：赤 D 反応：金属反応 色：オレンジ Z わからない
解答	B 反応：炎色反応 色：黄

解説	アルカリ金属に限らず、アルカリ土類金属や銅などの金属を炎の中に入れてみると、その元素特有の色を示す。これを炎色反応という。 ただ、一般に金属は燃えにくいいため、炎色反応には金属塩などといった化合物が用いられる。 主な炎色反応の元素と色は以下の通りである。																				
	<table border="1"> <tr><td colspan="6">炎色反応</td></tr> <tr><td>リチウム Li</td><td>ナトリウム Na</td><td>カリウム K</td><td>カルシウム Ca</td><td>ストロンチウム Sr</td><td>バリウム Ba</td><td>銅 Cu</td></tr> <tr><td>赤</td><td>黄</td><td>赤紫</td><td>橙赤</td><td>赤</td><td>黄緑</td><td>青緑</td></tr> </table>	炎色反応						リチウム Li	ナトリウム Na	カリウム K	カルシウム Ca	ストロンチウム Sr	バリウム Ba	銅 Cu	赤	黄	赤紫	橙赤	赤	黄緑	青緑
炎色反応																					
リチウム Li	ナトリウム Na	カリウム K	カルシウム Ca	ストロンチウム Sr	バリウム Ba	銅 Cu															
赤	黄	赤紫	橙赤	赤	黄緑	青緑															

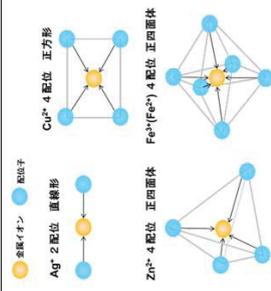
問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	典型元素
問題	
問題文	アルミニウム、亜鉛、スズ、鉛など金属元素の単体は酸とも塩基とも反応して水素を発生する。このような金属のことを何というか。
選択肢	A 中性金属 B 可溶金属 C 両性金属 D 良反応性金属 Z わからない
解答	C 両性金属
解説	酸とも塩基とも反応する金属のことを両性金属という。この性質は両性金属である金属元素の酸化物や水酸化物でも同様を示す。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	典型元素
問題	
問題文	以下の元素の共通した性質として、最も適したものはどれか。

	【 B、C、N、Si、P 】																																																																																																																																																					
選択肢	A 単体は常温・常圧で固体である B 単体には同素体が存在する C 遷移元素である D 典型元素の非金属元素である Z わからない																																																																																																																																																					
解答	D																																																																																																																																																					
解説	B、C、N、Si、Pは典型元素の非金属元素である。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>H</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>He</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>Li</td><td>Be</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>B</td><td>C</td><td>N</td><td>O</td><td>F</td><td>Ne</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>Na</td><td>Mg</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Al</td><td>Si</td><td>P</td><td>S</td><td>Cl</td><td>Ar</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>K</td><td>Ca</td><td>Sc</td><td>Ti</td><td>V</td><td>Cr</td><td>Mn</td><td>Fe</td><td>Co</td><td>Ni</td><td>Cu</td><td>Zn</td><td>Ga</td><td>Ge</td><td>As</td><td>Se</td><td>Br</td><td>Kr</td> </tr> <tr> <td>5</td><td>Rb</td><td>Sr</td><td>Y</td><td>Zr</td><td>Nb</td><td>Mo</td><td>Tc</td><td>Ru</td><td>Rh</td><td>Pd</td><td>Ag</td><td>Cd</td><td>In</td><td>Sn</td><td>Sb</td><td>Te</td><td>I</td><td>Xe</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>Cs</td><td>Ba</td><td>^{ラセ}</td><td>Hf</td><td>Ta</td><td>W</td><td>Re</td><td>Os</td><td>Ir</td><td>Pt</td><td>Au</td><td>Hg</td><td>Tl</td><td>Pb</td><td>Bi</td><td>Po</td><td>At</td><td>Rn</td> </tr> <tr> <td>7</td><td>Fr</td><td>Ra</td><td>^{ラセ}</td><td>Rf</td><td>Db</td><td>Sg</td><td>Bh</td><td>Hs</td><td>Mt</td><td>Ds</td><td>Rg</td><td>Cn</td><td>Nh</td><td>Fl</td><td>Mc</td><td>Lv</td><td>Ts</td><td>Og</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	H																	He	2	Li	Be										B	C	N	O	F	Ne	3	Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl	Ar	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	6	Cs	Ba	^{ラセ}	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	7	Fr	Ra	^{ラセ}	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																					
1	H																	He																																																																																																																																				
2	Li	Be										B	C	N	O	F	Ne																																																																																																																																					
3	Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl	Ar																																																																																																																																					
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																																																																																																																																				
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																																																																																																																																				
6	Cs	Ba	^{ラセ}	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																																																																																																																																				
7	Fr	Ra	^{ラセ}	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og																																																																																																																																				

学習項目	遷移元素
問題	
問題文	遷移元素の特徴として誤っているものはどれか。
選択肢	A 単体は融点が高く、硬度・密度も大きい B 複数の酸化数を示す。 C 同族元素は性質が似ていることが多い D イオンや化合物の水溶液は特有の色をもつものが多い Z わからない
解答	C
解説	遷移元素の原子は、原子番号が増えても最外殻より内側の電子殻に電子が入るため、最外殻電子の数があまり変化しない。よって、周期表の隣り合う元素同士で性質が似ていることが多い。 ちなみに、同族元素の性質が似ているのは典型元素である。(理解しにくい場合は周期表のそれぞれの原子の価電子数を考えてみてください。)

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	遷移元素
問題	
問題文	遷移元素とは何族に属する元素のことか。
選択肢	A 1、2族 B 3～11族 C 3～12族 D 10～17族 Z わからない
解答	B
解説	遷移元素とは3～11族に属する元素全てのことである。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	遷移元素
問題	
問題文	金属イオンに非共有電子対をもつ電子、または陰イオンが配位結合して図のようなイオンを形成する。このようなイオンを何というか。 
選択肢	A 金属イオン B 配位イオン C 錯イオン D 配位結合イオン Z わからない

解答	C 錯イオン
解説	金属イオンに非共有電子対をもつ電子、または陰イオンが配位結合してできたイオンを錯イオンという。 ちなみに、錯イオンの立体構造や溶液の色は、金属イオンの電子配置と配位子の数や配置によって決まる。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	遷移元素
問題	
問題文	8族の元素である鉄(Fe)は酸化数が+2(Fe^{2+})と+3(Fe^{3+})の状態をとり、その化合物を含む水溶液は特有の色を示す。それぞれの化合物とその水溶液の色の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A 酸化鉄(II) FeO 黄褐色 B 硫酸鉄(II)七水和物 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 黒色 C 酸化鉄(III) Fe_2O_3 赤褐色 D 水酸化鉄(III) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 緑白色 Z わからない
解答	C 酸化鉄(III) Fe_2O_3 赤褐色
解説	酸化鉄(III) Fe_2O_3 の水溶液は赤褐色である。 鉄を含む化合物の水溶液において多くの場合、鉄の酸化数が+2の時は淡緑色～黒色、酸化数が+3の時は黄褐色～赤褐色である。 酸化鉄(II) FeO は黒色、硫酸鉄(II)七水和物 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ は淡緑色、水酸化鉄(III) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ は赤褐色である。 ちなみに、鉄を含む錯イオンの溶液の場合、酸化数に関わらず濃青色の沈殿が析出する。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	遷移元素
問題	

問題文	11族の元素である銅(Cu)の酸化数として正しいものはどれか。
選択肢	A +3 B +1、+2 C +2、+3 D -1、-2 Z わからない
解答	B +1、+2
解説	銅(Cu)の酸化数は+1と+2の状態をとり、化合物としては+2のものが多い。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	遷移元素
問題	
問題文	金(Au)や白金(Pt)はイオン化傾向が極めて小さく、反応性に乏しい。これらを溶かすものとして王水があるが、これは何と何を混合したものか。
選択肢	A 濃塩酸+濃硝酸 B 濃硫酸+濃硝酸 C 塩酸+硫酸 D 硫酸+塩酸 Z わからない
解答	A 濃塩酸+濃硝酸
解説	王水とは濃塩酸と濃硝酸を体積比3:1で混合した液体である。 金属を溶かすだけでなく、実験においてガラス器具の精密洗浄などにも用いられる。また、濃塩酸と塩酸、濃硝酸と硝酸のように濃がつくつかないかで意味が変わることに注意が必要である。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	遷移元素
問題	

問題文	硝酸銀(AgNO ₃)水溶液にCl ⁻ やBr ⁻ を含む水溶液を加えると、それぞれ塩化銀(AgCl)や臭化銀(AgBr)の沈殿ができる。この沈殿に光を当てるとどうなるか。
選択肢	A 赤褐色に変化する B 黒色に変化する C 沈殿が消える D 変化しない Z わからない
解答	B 黒色に変化する
解説	塩化銀(AgCl)や臭化銀(AgBr)の沈殿に光を当てると、銀の微粒子が遊離して沈殿が黒色に変化する。 ちなみに、この反応を利用したのがフィルム写真である。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	遷移元素
問題	
問題文	6族元素のクロムや7族元素のマンガンは色々な(①)をとることから強い(②)剤として利用されている。
選択肢	(①)、(②)にあてはまる語句は何か。 A ①酸化数 ②酸化 B ①還元数 ②還元 C ①酸化数 ②還元 D ①還元数 ②中和 Z わからない
解答	A ①酸化数 ②酸化
解説	6族元素のクロムや7族元素のマンガンは色々な酸化数をとることから、強い酸化剤となる。ニクロム酸カリウムや過マンガン酸カリウムなどは酸化剤として実験にもよく用いられている。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表

問題情報	
学習項目	遷移元素
問題	
問題文	十円玉を外に置いて風雨にさらすと、だんだんと十円玉の表面が緑色になってくる。これを何というか。
選択肢	A 青錆 B 緑錆 C 緑症 D 緑青 Z わからない
解答	D 緑青
解説	10円玉は銅でできている。銅の表面が酸化されて緑色の緑青(ろくしよ)と呼ばれる錆が生じる。

問題情報	
科目	化学
章・節	3章 無機物質 1節 周期表
学習項目	遷移元素
問題	
問題文	次の錯イオンの名称は何か。 [Cu(NH ₃) ₄] ²⁺
選択肢	A テトラアンミン銅(IV)イオン B テトラアンミン銅(II)イオン C ジ銅(II)アンミンイオン D トリ銅(IV)アンミンイオン Z わからない
解答	B テトラアンミン銅(II)イオン
解説	1つの銅に4つのアンミンが配位して2価の錯イオンを形成していることから、テトラアンミン銅(II)イオンとなる。

① 配位子の数	② 配位子	③ 中心金属
③	②	①④

	<p>④ 錯イオンの価数(中心金属と配位子の荷電の総和)</p> <p>① から順に並べると錯イオンの命名となる。 ちなみに、錯イオンが陽イオンなら“イオン”、陰イオンなら“酸イオン”という。</p>
--	--

37.

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	分散媒が液体のコロイドをコロイド溶液、または(①)という。この(①)の中で加熱や冷却により流動性を失って固まるものを(②)といい、(②)を乾燥させて水分を除いたものを(③)という。(①)～(③)にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A ①ゲル ②キセロゲル ③ゾル B ①ゲル ②ゾル ③キセロゲル C ①ゾル ②ゲル ③キセロゲル D ①ゾル ②キセロゲル ③ゲル Z わからない
解答	C ①ゾル ②ゲル ③キセロゲル
解説	分散媒が液体のコロイドをコロイド溶液、またはゾルという。このゾルの中で加熱や冷却により流動性を失って固まるものをゲルといい、ゲルを乾燥させて水分を除いたものをキセロゲルという。

38.

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	コロイド中でコロイド粒子が光を散乱させ、光の通路が輝やいで見える現象を何というか。
選択肢	A ブラウン運動 B スリット C 天竺の道 D チンダル現象 Z わからない
解答	D チンダル現象

解説	コロイド中でコロイド粒子が光を散乱させ、光の通路が輝やいで見える現象をチンダル現象という。
39.	
問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	コロイド粒子が、熱運動する分散媒の粒子に衝突されて行う不規則な運動のことを何というか。
選択肢	A チンダル現象 B ブラウン運動 C 分散運動 D 平衡運動 Z わからない
解答	B ブラウン運動
解説	コロイド粒子が、熱運動する分散媒の粒子に衝突されて行う不規則な運動のことをブラウン運動という。

40.

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶液と平衡
問題	
問題文	保護コロイドの説明として最も適切なものはどれか。
選択肢	A 疎水コロイドを凝析しにくくするためにいれる親水コロイドのこと B 親水コロイドを凝析しにくくするためにいれる疎水コロイドのこと C 疎水コロイドが他の物質と反応するのを止めるためにいれる試薬のこと D 親水コロイドが他の物質と反応するのを止めるためにいれる試薬のこと Z わからない
解答	A 疎水コロイドを凝析しにくくするためにいれる親水コロイドのこと

47

解説	疎水コロイドは電解質を少し加えると電氣的な反発力を失い凝析する。そこで凝析しにくくするためにいれる親水性コロイドのことを保護コロイドという。
----	--

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 1節 有機化合物の特徴と分類
学習項目	炭化水素
問題	
問題文	炭素と水素だけからなる有機化合物を炭化水素という。また、炭化水素は炭素原子間の結合が全て単結合からできている(①)炭化水素と二重結合や三重結合を含む(②)炭化水素、環状に結合した部分をもつ(③)炭化水素に分けることができる。 (①)～(③)にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A ①飽和 ②不完全 ③完全 B ①飽和 ②不飽和 ③環式 C ①不飽和 ②飽和 ③環式 D ①不飽和 ②共役 ③飽和 Z わからない
解答	B ①飽和 ②不飽和 ③環式
解説	炭素と水素だけからなる有機化合物を炭化水素という。また、炭化水素は炭素原子間の結合が全て単結合からできている飽和炭化水素と二重結合や三重結合を含む不飽和炭化水素、環状に結合した部分をもつ環式炭化水素に分けることができる。

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 1節 有機化合物の特徴と分類
学習項目	炭化水素
問題	
問題文	エタノールの化学式での表し方として、次の①～③の式をそれぞれ何というか。

48

問題	
問題文	分子中に三重結合を1個含む鎖式の不飽和炭化水素を何とよいか。
選択肢	A アルカン B アルケン C アルキン D キラル Z わからない
解答	C アルキン
解説	鎖式の飽和炭化水素をアルカン、分子中に二重結合を1個含む鎖式の不飽和炭化水素をアルケン、分子中に三重結合を1個含む不飽和炭化水素をアルキンという。

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 2節 脂肪族炭化水素
学習項目	脂肪族
問題	
問題文	官能基などの構造とその一般名の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A -OH ヒドロキシ基 B -CHO カルボニル基 C -COO- カルボキシ基 D -COOH エーテル Z わからない
解答	A -OH ヒドロキシ基
解説	-OH はヒドロキシ基である。 ちなみに、 -CHO はアルデヒド基、 -COO- はエステル結合、 -COOH はカルボキシ基である。

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 2節 脂肪族炭化水素
学習項目	脂肪族
問題	

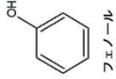
問題文	アルコールの性質として誤っているものはどれか。
選択肢	A 分子量が同程度の炭化水素に比べて融点や沸点が高い B メタノール、エタノールは水とよく混ざる C 1価の高級アルコールは水に溶けにくい D アルコールの水溶液は酸性を示す Z わからない
解答	D アルコールの水溶液は酸性を示す
解説	アルコールのヒドロキシ基は水中でほとんど電離しないためアルコールは中性を示す。 ちなみに、高級アルコールとは炭素数の多いアルコールのことであり、メタノールやエタノールのように炭素数の少ないアルコールを低級アルコールという。

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 2節 脂肪族炭化水素
学習項目	脂肪族
問題	
問題文	アルコールに共通した性質として、アルコールにナトリウムを加えるとナトリウムアルコキシドと(①)を生成する。 (①)にあてはまる物質として正しいものはどれか。
選択肢	A 窒素 B 酸素 C 水素 D 二酸化炭素 Z わからない
解答	C 水素
解説	アルコールにナトリウムを加えるとナトリウムアルコキシドと水素を発生させる。この反応はヒドロキシ基(-OH)の有無を調べるのに用いられている。

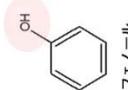
問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 2節 脂肪族炭化水素

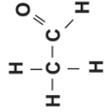
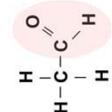
学習項目	脂防族
問題文	アルコールを酸化させるとき、第一級アルコールはアルデヒドを経て(①)に、第二級アルコールは(②)に、第三級アルコールは酸化されにくい。 (①)、(②)にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A ①カルボン酸 ②ケトン B ①カルボン酸 ②水 C ①ケトン ②アルデヒド D ①アルデヒド ②水 Z わからない
解答	A ①カルボン酸 ②ケトン
解説	アルコールの酸化反応では、第一級アルコールはアルデヒドを経てカルボン酸に、第二級アルコールはケトンになる。 $\text{1級アルコール} \quad \text{R-CH}_2\text{-OH} \longrightarrow \text{R-C-H} \xrightarrow{\text{O}} \text{R-C-OH}$ $\text{アルデヒド} \quad \text{カルボン酸}$ $\text{2級アルコールの酸化反応} \quad \text{R-CH(OH)-R}' \longrightarrow \text{R-C(=O)-R}'$ ケトン

	D 1, 2-ブタジエン Z わからない
解答	B エチレン
解説	エタノールに濃硫酸を加えて加熱した場合、130～140℃で加熱するとジエチルエーテルを生成し、160～170℃で加熱するとエチレンを生成する。 ちなみに、これらのように水分子がとれる反応を脱水反応といい、ジエチルエーテルができるような2の分子から水などの簡単な分子がとれて1つの分子ができることを縮合反応という。 $\text{分子間脱水} \quad \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & & \text{H} & \text{H} & & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & & & \\ \text{H-C-O-H} & + & \text{H-O-C-H} & \xrightarrow{130\sim 140^\circ\text{C}} & \text{H-O-C-C-O-C-H} & + & \text{H}_2\text{O} \\ & & & & & & & \\ \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & \text{H} \end{array}$ $\text{分子内脱水} \quad \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H-C-O-H} & \xrightarrow{170\sim 180^\circ\text{C}} & \text{H}_2\text{C=C} & + & \text{H}_2\text{O} \\ & & & & \\ \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \end{array}$

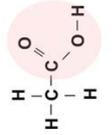
問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 1節 有機化合物の特徴と分類
学習項目	官能基を持つ化合物
問題	
問題文	フェノールが有する官能基は何か。 
選択肢	A ベンジル基 B ヒドロキシ基 C カルボニル基 D カルボキシ基 Z わからない B ヒドロキシ基
解答	B ヒドロキシ基

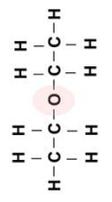
問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 2節 脂肪族炭化水素
学習項目	脂防族
問題	
問題文	エタノールに濃硫酸を加えて加熱すると、その加熱温度によって生成物が異なる。160～170℃で加熱した場合の生成物は何か。
選択肢	A ジエチルエーテル B エチレン C ブタノール

解説	フェノールが有する官能基はヒドロキシ基である。  フェノール
----	---

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 3節 脂肪族炭化水素
学習項目	官能基を持つ化合物
問題	
問題文	アセトアルデヒドが有する官能基は何か。  アセトアルデヒド
選択肢	A ベンジル基 B ヒドロキシ基 C カルボニル基 D カルボキシ基 Z わからない C カルボニル基
解答	アセトアルデヒドが有する官能基はアルデヒド基である。
解説	 アセトアルデヒド

問題情報	
科目	化学

章・節	4章 有機化合物 3節 脂肪族炭化水素
学習項目	官能基を持つ化合物
問題	
問題文	酢酸が有する官能基は何か。
選択肢	A ベンジル基 B ヒドロキシ基 C カルボニル基 D カルボキシ基 Z わからない D カルボキシ基
解答	酢酸が有する官能基はカルボキシ基である。
解説	

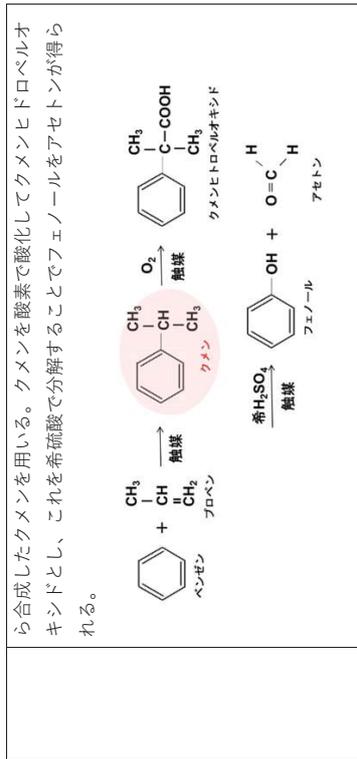
問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 3節 脂肪族炭化水素
学習項目	官能基を持つ化合物
問題	
問題文	ジエチルエーテルが有する官能基は何か。
選択肢	A エステル結合 B エーテル結合 C アミノ基 D ニトロ基 Z わからない B エーテル結合
解答	ジエチルエーテルが有する官能基はエーテル結合である。
解説	

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 3節 脂肪族炭化水素
学習項目	官能基を持つ化合物
問題	
問題文	エチルアミンが有する官能基は何か。
選択肢	A エステル結合 B エーテル結合 C アミノ基 D ニトロ基 Z わからない
解答	C アミノ基
解説	エチルアミンが有する官能基はアミノ基である。 

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 4節 芳香族化合物
学習項目	芳香族化合物
問題	
問題文	ベンゼン環をもつ化合物のことを何とよぶか。
選択肢	A 芳香族化合物 B ベンゼン環化合物 C シクロ環化合物 D 環状化合物 Z わからない
解答	A 芳香族化合物
解説	ベンゼン環を持つ化合物のことを芳香族化合物という。 ちなみに、炭化水素のみで構成されたものを芳香族炭化水素、環構造に炭素以外の元素を含むものを複素芳香族化合物という。

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 4節 芳香族化合物
学習項目	芳香族化合物
問題	
問題文	図の化合物を何とよぶか。 
選択肢	A フェノール B トルエン C キシレン D ナフタレン Z わからない
解答	D ナフタレン
解説	図の化合物はナフタレンである。防虫剤や染料の原料として用いられている。

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 4節 芳香族化合物
学習項目	芳香族化合物
問題	
問題文	フェノールの工業的製造法を何とよぶか。
選択肢	A インプロ法 B フリーデル法 C クメン法 D フェノール法 Z わからない
解答	C クメン法
解説	フェノールの工業的製造法はクメン法である。 フェノールを工業的に合成する場合、触媒を用いてベンゼンとプロペンか

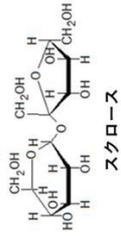


問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 4節 芳香族化合物
学習項目	芳香族化合物
問題	アニリンの構造はどれか。
選択肢	A ① B ② C ③ D ④ Z わからない
解答	D ④
解説	アニリンはベンゼン環にアミノ基が直接結合した芳香族アミンである。ちなみに、①はトルエン、②は安息香酸、③はニトロベンゼンの構造である。

問題情報	
科目	化学
章・節	4章 有機化合物 4節 芳香族化合物
学習項目	芳香族化合物
問題	安息香酸の構造はどれか。
選択肢	A ① B ② C ③ D ④ Z わからない
解答	B ②
解説	安息香酸はベンゼン環にカルボキシ基が直接結合した芳香族カルボン酸である。ちなみに、①はトルエン、③はフェノール、④はニトロベンゼンの構造である。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
学習項目	天然高分子化合物
問題	単糖ではないものはどれか。
選択肢	A スクロース B フルクトース C ガラクトース D グルコース Z わからない
解答	A スクロース

解説	それ以上小さな分子に加水分解されない糖を単糖という。スクロースはグルコースとフルクトースからなる二糖類である。
----	---



問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
学習項目	天然高分子化合物
問題	
問題文	セルロースを構成する化合物は何か。
選択肢	A ガラクトース B セルビオース C β-グルコース D α-グルコース Z わからない
解答	C β-グルコース
解説	セルロースはβ-グルコースが縮合重合した構造をもつ多糖である。

	B ② C ③ D ④ Z わからない
解答	A ①
解説	α-グルコースの構造は①である。 ちなみに右端のヒドロキシ基(-OH)が下になっているものがα-グルコース、上になっている③がβ-グルコースである。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
学習項目	天然高分子化合物
問題文	α-グルコースの構造として正しいものはどれか。
選択肢	
解答	A ①

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
学習項目	天然高分子化合物
問題	
問題文	生体の主要な構成成分であるタンパク質を加水分解すると、約20種類のα-アミノ酸が得られる。このアミノ酸とは、何と何を同一分子内にもつ化合物か。
選択肢	A ニトロ基とカルボニル基 B ニトロ基とカルボキシ基 C アミノ基とヒドロキシ基 D アミノ基とカルボキシ基 Z わからない
解答	D アミノ基とカルボキシ基
解説	アミノ酸はアミノ基とカルボキシ基が同一炭素に結合している。

問題情報	化学
科目	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
章・節	天然高分子化合物
学習項目	
問題	多数のアミノ酸のカルボキシ基と別のアミノ酸のアミノ基が脱水縮合してできた高分子化合物を(①)といい、このとき生じたアミド結合-CO-NH-を(②)結合という。(①)、(②)にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。
問題文	A ①ポリペプチド ②アミノ酸 B ①ポリペプチド ②ペプチド C ①ポリマー ②ペプチド D ①ペプチド ②アミノ酸 Z わからない
選択肢	B ①ポリペプチド ②ペプチド
解答	多数のアミノ酸のカルボキシ基と別のアミノ酸のアミノ基が脱水縮合してできた高分子化合物をポリペプチドといい、このとき生じたアミド結合-CO-NH-をペプチド結合という。

問題情報	化学
科目	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
章・節	天然高分子化合物
学習項目	
問題	タンパク質の分子構造の二次構造の説明として最もできているのはどれか。
問題文	A タンパク質中のアミノ酸の配列順序 B ポリペプチド中の水素結合による部分的に規則的な立体構造 C ポリペプチド鎖全体の立体構造 D サブユニットが複数個集めた立体配置 Z わからない
選択肢	B ポリペプチド中の水素結合による部分的に規則的な立体構造
解答	タンパク質の分子構造において、二次構造とはポリペプチド中の水素結合

問題情報	化学
科目	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
章・節	天然高分子化合物
学習項目	
問題	卵白の水溶液について、変性を起こさないものはどれか。
問題文	A 冷やす B 加熱する C アルコールを加える D 酸を加える Z わからない
選択肢	A 冷やす
解答	タンパク質の立体構造が変化して生理的機能を失う現象をタンパク質の変性という。卵白の変性は加熱や、アルコール・酸・重金属イオンなどを加えることで起こるが、冷やすことでは変性は起こらない。

問題情報	化学
科目	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
章・節	天然高分子化合物
学習項目	
問題	タンパク質の分子構造の二次構造の説明として最もできているのはどれか。
問題文	A タンパク質中のアミノ酸の配列順序 B ポリペプチド中の水素結合による部分的に規則的な立体構造 C ポリペプチド鎖全体の立体構造 D サブユニットが複数個集めた立体配置 Z わからない
選択肢	B ポリペプチド中の水素結合による部分的に規則的な立体構造
解答	タンパク質の分子構造において、二次構造とはポリペプチド中の水素結合

問題情報	化学
科目	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
章・節	天然高分子化合物
学習項目	
問題	デオキシリボ核酸(DNA)とリボ核酸(RNA)で共通しない塩基の組み合わせとして正しいものはどれか。
問題文	A チミン(T)とシトシン(C) B アデニン(A)とウラシル(U) C チミン(T)とウラシル(U) D アデニン(A)とシトシン(C)
選択肢	

問題情報	化学
科目	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
章・節	天然高分子化合物
学習項目	
問題	タンパク質の分子構造の二次構造の説明として最もできているのはどれか。
問題文	A タンパク質中のアミノ酸の配列順序 B ポリペプチド中の水素結合による部分的に規則的な立体構造 C ポリペプチド鎖全体の立体構造 D サブユニットが複数個集めた立体配置 Z わからない
選択肢	B ポリペプチド中の水素結合による部分的に規則的な立体構造
解答	タンパク質の分子構造において、二次構造とはポリペプチド中の水素結合

解答	Z わからない
解説	C チミン(T)とウラシル(U) DNAを構成する塩基はアデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)であり、RNAを構成する塩基はアデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、ウラシル(U)である。よって、チミンはDNAにしか存在しておらず、ウラシルはRNAにしか存在していない。

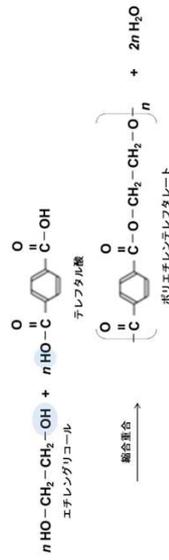
問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
学習項目	天然高分子化合物
問題	
問題文	DNAは2本のポリヌクレオチド(ヌクレオチド鎖)がらせん状に巻きあった構造をとっている。この構造を何というか。
選択肢	A 二重らせん構造 B ヘリックス構造 C DNA構造 D シート構造 Z わからない
解答	A 二重らせん構造
解説	DNAは2本のポリヌクレオチド(ヌクレオチド鎖)がらせん状に巻きあった二重らせん構造をとっている。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 2節 天然高分子化合物
学習項目	天然高分子化合物
問題	
問題文	次の繊維素材のうち、天然高分子化合物として存在しないものはどれか
選択肢	A セルロース B ケラチン C ポリウレタン D フィブロイン

65

解答	Z わからない
解説	C ポリウレタン 天然高分子化合物でないものはポリウレタンである。 セルロースは綿の主成分であり多糖である。ケラチンは羊毛の主成分、フィブロインは絹の主成分であり、どちらもタンパク質である。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 3節 合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物
問題	
問題文	エチレングリコールとテレフタル酸を縮合重合して得られる合成高分子化合物は何か。
選択肢	A ポリ塩化ビニル(PVC) B メタクリル酸樹脂(PMMA) C ナイロン66(PA66) D ポリエチレンテレフタレート(PET) Z わからない
解答	D ポリエチレンテレフタレート(PET)
解説	ポリエチレンテレフタレートはエチレングリコールとテレフタル酸を縮合重合して得られる。ポリエチレンテレフタレートは乾きやすくシワになりにくいため、ワイシャツなどの衣料品に広く用いられている。



問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 3節 合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物

66

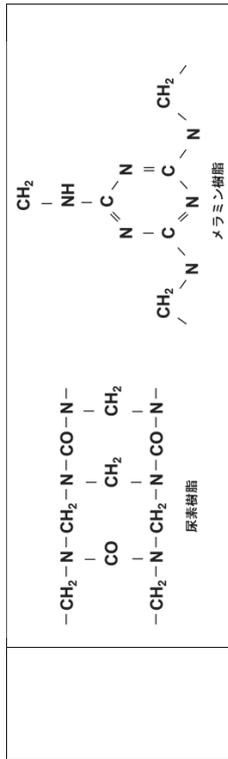
章・節	5章 高分子化合物 3節 合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物
問題	
問題文	熱を加えると柔らかくなって変形し、冷却してもその変形が維持される性質をもつ樹脂を何とよぶか。
選択肢	A 熱可塑性樹脂 B 熱変形性樹脂 C 熱動性樹脂 D 熱可逆性樹脂 Z わからない
解答	A 熱可塑性樹脂
解説	熱を加えると柔らかくなって変形し、冷却してもその変形が維持される性質をもつ樹脂を熱可塑性樹脂という。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 3節 合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物
問題	
問題文	合成樹脂の中には、重合度が低いうちには粉末、または液状をしているが、さらに過熱して重合が進むと三次元網目状の分子構造となって硬化するものがある。硬化した樹脂は、その後は加熱しても軟化することはない。このような樹脂を何とよぶか。
選択肢	A 熱不変性樹脂 B 完全硬化樹脂 C 熱硬化性樹脂 D 完全不変性樹脂 Z わからない
解答	C 熱硬化性樹脂
解説	熱により硬化し、その後加熱しても軟化しない樹脂のことを熱硬化性樹脂という。

問題情報	
------	--

科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 3節 合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物
問題	
問題文	フェノール樹脂はフェノールとホルムアルデヒドが付加反応と縮合反応を繰り返すことで得られる。このような重合反応をなんとよぶか。
選択肢	A 連鎖反応 B 反復反応 C 付加縮合 D 縮合付加 Z わからない
解答	C 付加縮合
解説	付加反応と縮合反応を繰り返す重合反応を付加縮合という。

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 3節 合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物
問題	
問題文	アミノ酸樹脂は三次元網目状の分子構造をもつ(①)性樹脂であり、アミノ基をもつ化合物とホルムアルデヒドを付加縮合させることで得られる。アミノ酸樹脂には尿素樹脂や(②)樹脂などがある。(①)、(②)にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A ①熱硬化 ②フェノール B ①熱硬化 ②メラミン C ①熱可塑 ②ナイロン D ①熱可塑 ②アクリル Z わからない
解答	B ①熱硬化 ②メラミン
解説	アミノ酸樹脂は熱硬化性樹脂であり、尿素樹脂やメラミン樹脂がこれにあたる。



問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 3節 合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物
問題	
問題文	<p>酸性または塩基性の基をもつ多孔質の合成樹脂には、電解質水溶液に入れると、水溶液中のイオンと樹脂中のイオンが入れ替わる性質をもつものがある。このような樹脂を何というか。</p>
選択肢	<p>A イオン交換樹脂 B ベークライト樹脂 C ノボラック樹脂 D イオン交換樹脂 Z わからない</p>
解答	D イオン交換樹脂
解説	<p>水溶液中のイオンと樹脂中のイオンを入れ替える性質をもつ樹脂をイオン交換樹脂という。中でも、酸性基をもつて溶液中の陽イオンと結合してH⁺を放出するものを陽イオン交換樹脂、塩基性基をもつて溶液中の陰イオンと結合してOH⁻を放出するものを陰イオン交換樹脂という。</p>

問題情報	
科目	化学
章・節	5章 高分子化合物 3節 合成高分子化合物
学習項目	合成高分子化合物
問題	
問題文	<p>炭素原子ではなくケイ素原子と酸素原子の—Si—O—Si—結合からなる合成高分子化合物を何というか。</p>

選択肢	<p>A シリコーン B ゴム C メラミン D セルロース Z わからない</p>
解答	A シリコーン
解説	<p>炭素原子ではなくケイ素原子と酸素原子の—Si—O—Si—結合からなる合成高分子化合物をシリコーンという。 ちなみに、シリコーンに架橋構造を導入して弾性をもたせたものをシリコーンゴムという。シリコーンゴムはケイ素を含むため、無機化合物としての特性もっており、耐熱性が高く医療材料やホース、実験器具などに利用されている。</p>

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	濃度
問題	
問題文	<p>2 molの塩化ナトリウムを1 kgの水に溶かした。この時、できる塩化ナトリウム水溶液は何 g できるか。最も近い値を選びなさい。 ただし、Naの原子量を23、Clの原子量を35.5とする。</p>
選択肢	<p>A 1.2 g B 1000 g C 1120 g D 1580 g Z わからない</p>
解答	C 1120g
解説	<p>塩化ナトリウム1 molは58.5 gである。 塩化ナトリウムの分子量：Na+Cl=23+35.5=58.5 よって、塩化ナトリウム2 molと水1000 gより総質量は1117 gとなるため、最も近い値は1120 gとなる。 58.5 g×2 mol+1000 g=1117 g</p>

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	濃度
問題	
問題文	水酸化ナトリウム(NaOH)と塩化ナトリウム(NaCl)をそれぞれ水1 Lに100 gずつ溶かした。溶けた物質が多いのはどちらで、その物質はいくらか。組み合わせとして最も適切なものを選びなさい。ただし、Hの原子量を1、Oの原子量を16、Naの原子量を23、Clの原子量を35.5とする。
選択肢	A 物質は等しい 2.5 mol B 塩化ナトリウム 2.5 mol C 塩化ナトリウム 2.8 mol D 水酸化ナトリウム 2.8 mol Z わからない
解答	C 塩化ナトリウム 2.8 mol
解説	水酸化ナトリウムの分子量は40、塩化ナトリウムの分子量は35.5である。 NaOHの分子量： $\text{Na} \times 1 + \text{O} \times 1 + \text{H} \times 1 = 23 + 16 + 1 = 40$ NaClの分子量： $\text{Cl} \times 1 + \text{Na} \times 1 = 35.5 + 23 = 35.5$ それぞれ100 gあたりの物質量は水酸化ナトリウムが2.5 mol、塩化ナトリウムが2.8 molである。 NaOHの物質量： $100 \text{ g} / 40 = 2.5 \text{ mol}$ NaClの物質量： $100 \text{ g} / 35.5 = 2.8 \text{ mol}$ よって、溶かした100 gにおいて物質量が多いのは塩化ナトリウムであり、物質量は2.8 molである。

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	モル濃度
問題	

73

問題文	硝酸カリウム4.0 molを0.5 Lの水に溶かした。この時のモル濃度はいくらか。 ただし、Nの原子量を14、Oの原子量を16、Kの原子量を39とする。
選択肢	A 0.5 mol/L B 2.0 mol/L C 4.0 mol/L D 8.0 mol/L Z わからない D 8.0 mol/L
解答	モル濃度は1.0 L中に何mol溶けているかである。 0.5 L中に4.0 mol溶けているので、モル濃度は8.0 mol/Lである。 4 mol / 0.5 L = 8.0 mol/L

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	モル濃度
問題	
問題文	硝酸カリウム20.2 gを100 mLの水に溶かした。この時のモル濃度はいくらか。 ただし、Nの原子量を14、Oの原子量を16、Kの原子量を39とする。
選択肢	A 1.0 mol/L B 2.0 mol/L C 4.0 mol/L D 5.0 mol/L Z わからない B 2.0 mol/L
解答	モル濃度は1.0 L中に何mol溶けているかである。 硝酸カリウムの分子量は101である。 KNO_3 の分子量： $\text{K} \times 1 + \text{N} \times 1 + \text{O} \times 3 = 39 + 14 + 16 \times 3 = 101$ つまり、硝酸カリウムの物質量は0.2 molである。

74

20.2 g / 101 = 0.2 mol
よって、100 mL に 0.2 mol 含まれているので、モル濃度は 2.0 mol/L である。
0.2 mol / 0.1 L = 2.0 mol/L

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	モル濃度
問題	
問題文	2.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL に水を 300 mL 加えた。水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度はいくらになるか。 ただし、H の原子量を 1、O の原子量を 16、Na の原子量を 23 とする。
選択肢	A 0.2 mol/L B 0.5 mol/L C 1.2 mol/L D 1.5 mol/L Z わからない
解答	B 0.5 mol/L
解説	モル濃度は 1.0 L 中に何 mol 溶けているかである。 2.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL なので、100 mL 中に水酸化ナトリウムが 0.2 mol 溶けている。 水酸化ナトリウムの物質量：2 × 0.1 L = 0.2 mol 水を 300 mL 加えるので、水溶液の総量は 400 mL となる。 よって、400 mL に 0.2 mol 溶けているので、モル濃度は 0.5 mol/L となる。 $0.2 \text{ mol} / 0.4 \text{ L} = 0.5 \text{ mol/L}$

問題情報

75

科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	モル濃度
問題	
問題文	2.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 400 mL と 4.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL を混ぜた。できた水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度はいくらになるか。 ただし、H の原子量を 1、O の原子量を 16、Na の原子量を 23 とする。
選択肢	A 1.8 mol/L B 2.2 mol/L C 2.4 mol/L D 3.0 mol/L Z わからない
解答	C 2.4 mol/L
解説	モル濃度は 1.0 L 中に何 mol 溶けているかである。 2.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 400 mL なので、400 mL 中に水酸化ナトリウムが 0.8 mol 溶けている。 水酸化ナトリウムの物質量：2 mol/L × 0.4 L = 0.8 mol 4.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL なので、100 mL 中に水酸化ナトリウムが 0.3 mol 溶けている。 水酸化ナトリウムの物質量：4 mol/L × 0.1 L = 0.4 mol よって、500 mL に 1.2 mol 溶けた水酸化ナトリウム水溶液となるので、 2.4 mol/L となる。 $\frac{0.8 \text{ mol} + 0.4 \text{ mol}}{0.4 \text{ L} + 0.1 \text{ L}} = 2.4 \text{ mol/L}$

問題情報	
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	モル濃度
問題	

76

問題文	0.2 mol の水酸化ナトリウムを用いて 8.0 mol/L の溶液をつくるには何 mL の水を加えたらよいか。
選択肢	A 25 mL B 30 mL C 40 mL D 50 mL Z わからない
解答	A 25 mL
解説	モル濃度は 1.0 L 中に何 mol 溶けているかである。 8.0 mol の時 1 L 必要ならば、0.2 mol の時何 mL 必要かを計算する。 8.0 mol : 1000 mL = 0.2 mol : X mL X mL = 25 mL よって、水 25 mL を加えたらよい。

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 4 節 溶液
学習項目	モル濃度
問題	
問題文	モル濃度 1.8 mol/L の濃硫酸を希釈してモル濃度 0.54 mol/L の硫酸を 2 L つくるとき、希釈する水は何 mL 必要か。
選択肢	A 800 mL B 1000 mL C 1200 mL D 1400 mL Z わからない
解答	D 1400 mL
解説	モル濃度は 1.0 L 中に何 mol 溶けているかである。 1.8 mol/L の濃硫酸を X L 用いて 0.54 mol/L の硫酸を 2 L つくるので、濃硫酸は 0.6 L 必要である。 1.8 mol : 1 L = 0.54 mol × 2 : X X L = 0.6 L

	よって、2 L のうち 0.6 L が濃硫酸なので、水は 1400 mL 必要となる。 2000 mL - 600 mL = 1400 mL
--	---

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 4 節 溶液
学習項目	質量パーセント濃度
問題	
問題文	水 900 g に水酸化ナトリウム(NaOH)を 100 g を溶かしてできる水溶液の質量パーセント濃度はいくらか。 ただし、H の原子量を 1、O の原子量を 16、Na の原子量を 23 とする。
選択肢	A 25% B 20% C 15% D 10% Z わからない
解答	D 10%
解説	溶液の質量(g)に対する溶質の質量(g)の割合をパーセントで表したものが質量パーセント濃度である。 溶液の質量は 1000 g、溶質の質量は 100 g なので、この水溶液の質量パーセント濃度は 10% である。 溶液の質量 = 900 g + 100 g = 1000 g 100 g / 1000 g × 100 = 10%

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 4 節 溶液
学習項目	質量パーセント濃度
問題	
問題文	質量パーセント濃度 20% の水酸化ナトリウム水溶液において密度が 1.1

	g/cm ³ のとき、モル濃度はいくらか。 ただし、Hの原子量を1、Oの原子量を16、Naの原子量を23とする。
選択肢	A 5.0 mol/L B 5.5 mol/L C 10.0 mol/L D 20.0 mol/L Z わからない
解答	B 5.5 mol/L
解説	<p>溶液の質量(g)に対する溶質の質量(g)の割合をパーセントで表したものが質量パーセント濃度であり、モル濃度は1.0 L中に何 mol 溶けているかである。</p> <p>水酸化ナトリウム水溶液 1 L 中の水酸化ナトリウムの量は 220 g である。 $1000 \text{ g} \times 0.2 \times 1.1 \text{ g/cm}^3 = 220 \text{ g}$</p> <p>水酸化ナトリウムの分子量は 40 である。 水酸化ナトリウム：Na + O + H = 23 + 16 + 1 = 40</p> <p>よって、1 L 中の水酸化ナトリウムの物質量は 5.5 mol となるので、モル濃度も 5.5 mol/L となる。 $220 \text{ g} / 40 = 5.5 \text{ mol}$</p>

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 4 節 溶液
学習項目	質量パーセント濃度
問題	
問題文	20 g の炭酸ナトリウム十水和物を 100 g の水に溶かした時の質量パーセント濃度はいくらか。 ただし、炭酸ナトリウムの分子量を 106、水の分子量を 16 とする。
選択肢	A 6.7% B 10.0% C 13.4%

79

	D 16.7% Z わからない
解答	A 6.7%
解説	<p>溶液の質量(g)に対する溶質の質量(g)の割合をパーセントで表したものが質量パーセント濃度である。</p> <p>水和物の質量パーセント濃度を計算する時は、水和水の部分は溶質の質量とし、無水塩の部分を溶質とする。</p> <p>炭酸ナトリウム十水和物の分子量は 266 であり、無水塩の分子量は 106 となるので、20 g 中の無水塩の質量は 8 g となる。 炭酸ナトリウム十水和物の式量：106 + 16 × 10 = 266 $20 \text{ g} \times 106 / 266 = 7.969 \approx 8.0 \text{ g}$</p> <p>よって、炭酸ナトリウム十水和物の質量パーセント濃度は 6.7 となる。 $\frac{8 \text{ g}}{20 \text{ g} + 100 \text{ g}} \times 100 = 6.666 \approx 6.7\%$</p>

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 4 節 溶液
学習項目	質量パーセント濃度
問題	
問題文	一般的な濃硫酸は質量パーセント濃度 98%、密度 1.84 g/cm ³ である。この濃硫酸のモル濃度はいくらか。 ただし、硫酸の分子量は 98 とする。
選択肢	A 4.6 mol/L B 9.2 mol/L C 18.4 mol/L D 36.8 mol/L Z わからない
解答	C 18.4 mol/L
解説	溶液の質量(g)に対する溶質の質量(g)の割合をパーセントで表したものが

80

質量パーセント濃度であり、モル濃度は1.0 L中に何 mol 溶けているかである。
濃硫酸 1 L 中の濃硫酸の量は 1803.2 g である。 $1000 \text{ g} \times 0.98 \times 1.84 \text{ g/cm}^3 = 1803.2 \text{ g}$
よって、硫酸の分子量が 98 であることから 1.0 L 中の硫酸は 18.4 mol となり、モル濃度は 18.4 mol/L である。 $1803.2 \text{ g} / 98 = 18.4 \text{ mol}$

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 4 節 溶液
学習項目	質量パーセント濃度
問題	
問題文	10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の密度が 1.3 g/cm^3 のとき、この水酸化ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度はいくらか。もっとも近い値を選びなさい。ただし、水酸化ナトリウムの分子量は 40 とする。
選択肢	A 31% B 25% C 19% D 15% Z わからない
解答	A 31%
解説	溶液の質量(g)に対する溶質の質量(g)の割合をパーセントで表したものが質量パーセント濃度である。 密度から、1000 mL の水酸化ナトリウム水溶液全体の重さは 1300g である。 $1000 \text{ mL} \times 1.3 \text{ g/cm}^3 = 1300 \text{ g}$ 1L あたり水酸化ナトリウムが 10 mol 溶けているため、1000 mL 中の水酸化ナトリウムの量は 400 g である。 $40 \times 10 \text{ mol} = 400 \text{ g}$

よって、質量パーセント濃度は約 31% となる。 $400 \text{ g} / 1300 \text{ g} \times 100 = 30.769$
--

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 4 節 溶液
学習項目	質量パーセント濃度
問題	
問題文	30 g のグルコースを水に溶かして 200 mL とした時、密度は 1.03 g/cm^3 であった。この時の質量パーセント濃度はいくらか。最も近い値を選びなさい。
選択肢	A 8% B 10% C 15% D 20% Z わからない
解答	C 15%
解説	溶液の質量(g)に対する溶質の質量(g)の割合をパーセントで表したものが質量パーセント濃度である。 密度 1.03 g/cm^3 から、できた水溶液は 206 g である。 $200 \text{ mL} \times 1.03 \text{ g/cm}^3 = 206 \text{ g}$ よって、質量パーセント濃度は 14.6% なので、最も近い値は 15% である。 $30 \text{ g} / 206 \text{ g} \times 100 = 14.563$

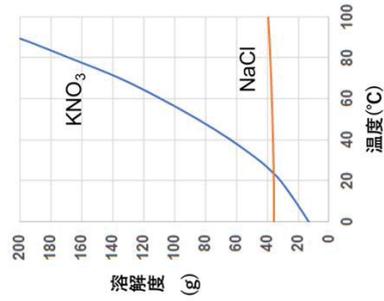
問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 4 節 溶液
学習項目	溶解度
問題	
問題文	水に対する塩化ナトリウム水溶液の溶解度は 20°C で 20、 60°C で 40 である。 60°C の塩化ナトリウム水溶液 200g を 20°C まで冷却すると、析出する塩化

選択肢	ナトリウムの結晶の量はいくらか。 A 27.6 g B 31.1 g C 38.7 g D 42.9 g Z わからない
解答	D 42.9 g
解説	60°Cの水100 gに溶ける塩化ナトリウムの量は40 gであり、飽和水溶液の量は140 gである。20°Cの水100 gに溶ける塩化ナトリウムの量は20 gであり、飽和水溶液量は120 gである。よって、この差20 gが結晶として析出する。 つまり、60°Cの水溶液300 gの時の析出量は42.9 gである。 140 g : 20 g = 300 g : X g X = 42.857 g

問題情報	化学
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶解度
問題	
問題文	ある物質を70°Cの水100 gに溶かして飽和水溶液をつくった。この飽和水溶液を0°Cまで冷やしたところ、85 gの結晶が析出した。この物質の0°Cにおける溶解度が20のとき、70°Cにおける溶解度はいくらか。
選択肢	A 95 B 85 C 70 D 105 Z わからない
解答	A 95
解説	溶解度とは、その温度において100 gの水に溶けることのできる物質の最大量をグラムで表したものである。 70°Cの飽和水溶液を0°Cにすると85 g析出したが、まだ20 g溶けることができるため、70°Cにおける溶解度は95となる。 20 g + 85 g = 95 g

選択肢	B 180 g C 150 g D 100 g Z わからない
解答	B 180 g
解説	80°Cの水100 gに溶ける硝酸カリウムの量は約170 gであり、30°Cの水100 gに溶ける硝酸カリウムの量は約50 gである。よって、この差120 gが析出する。 80°Cの400 gの飽和硝酸カリウム水溶液を30°Cまで冷却すると、結晶は178 g析出するため、最も近い値は180 gとなる。 100 g + 170 g : 120 g = 400 g : X g X g = 177.777 g

問題情報	化学
科目	化学
章・節	1章 物質の状態と平衡 4節 溶液
学習項目	溶解度
問題	
問題文	80°Cの飽和硝酸カリウム水溶液400 gを30°Cまで冷却した時、析出する硝酸カリウムの結晶はいくらか。最も近い値を選びなさい。
選択肢	A 200 g

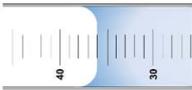


問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 4 節 溶液
学習項目	溶解度
問題	
問題文	硫酸銅(II)の溶解度は20°Cで20、60°Cで40である。20°Cの硫酸銅(II)五水和物の飽和水溶液200g中に含まれる硫酸銅(II)五水和物は何gか。ただし、硫酸銅(II)の式量は160、水の式量は18とする。
選択肢	A 48.1 g B 52.5 g C 57.3 g D 62.5 g Z わからない
解答	D 62.5 g
解説	水和物を計算する場合、水和水は溶媒としてあつかう。 硫酸銅(II)五水和物の式量は250である。よって、250gの硫酸銅(II)五水和物において160gが硫酸銅(II)であり、90gが溶媒(水和水)である。 硫酸銅(II)五水和物：160+18×5=250 20°Cにおける溶解度が20であることから、飽和水溶液200mLに必要な40gの硫酸銅(II)を含む硫酸銅(II)五水和物は62.5gである。 160g：250g=40g：Xg Xg=62.5g

選択肢	A 100 g B 124 g C 147 g D 169 g Z わからない
解答	B 124 g
解説	水和物を計算する場合、水和水は溶媒としてあつかう。 硫酸銅(II)水合物100gに含まれる硫酸銅(II)は64g、溶媒(水和水)は36gである。 250g：160g=100g：Xg Xg=64g 60°Cにおける溶解度は40なので、64gの硫酸銅(II)に必要な水の量は160gである。 100g：40g=Xg：64g Xg=160g ただし、水和水が36gあるので、必要な水の量は124gである。 160g-36g=124g

問題情報	
科目	化学
章・節	1 章 物質の状態と平衡 4 節 溶液
学習項目	溶解度
問題	
問題文	硫酸銅(II)の溶解度は20°Cで20、60°Cで40である。 60°Cの飽和硫酸銅(II)水溶液400gを20°Cに冷却した時、何gの硫酸銅(II)五水和物の結晶が析出するか。 ただし、硫酸銅(II)の式量は160、水の式量は18とする。
選択肢	A 80 g B 100 g C 125 g D 155 g Z わからない

解答	C 125g
解説	<p>水和物を計算する場合、水和水は溶媒としてあつかう。 60°Cの飽和硫酸銅(II)水溶液 400 g に含まれている硫酸銅(II)は 160 g であり、20°Cの飽和硫酸銅(II)水溶液 400 g に含むことのできる硫酸銅(II)は 80 g である。 60°Cの時の硫酸銅(II) : $40\text{ g} \times 4 = 160\text{ g}$ 20°Cの時の硫酸銅(II) : $20\text{ g} \times 4 = 80\text{ g}$ 80 g の硫酸銅(II)を水和物にすると 125 g となる。 $160\text{ g} : 250\text{ g} = 80\text{ g} : X\text{ g}$ $X\text{ g} = 125\text{ g}$</p>

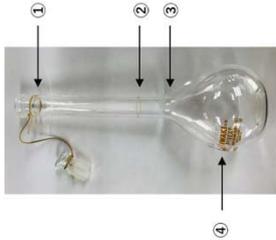
問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	メスシリンダー
問題	
問題文	<p>メスシリンダーに水を入れたら図のようになった。この水の体積として最も適当なものはどれか。</p> 
選択肢	<p>A 36 mL B 36.0 mL C 35 mL D 35.5 mL Z わからない B 36.0 mL</p>
解答	B 36.0 mL
解説	メスシリンダーを用いる場合、目盛りの1/10の値まで読む。図の場合、液面が目盛りの36にピッタリのため、36.0 mLが答えとなる。

問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	メスシリンダー
問題	
問題文	<p>写真に示すメスシリンダーを用いるとき、正しくは かるのに適した温度は何$^{\circ}\text{C}$か。</p> 
選択肢	<p>A 0°C B 10°C C 20°C D 37°C Z わからない C 20°C</p>
解答	C 20°C
解説	<p>水は温度によって少しずつ体積が変わる。このメスシリンダーでは、20°Cの時、最も正確な体積がはかれる。ただし、メスシリンダー自体は精度がやや低い測定器具である。</p>

問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	メスフラスコ
問題	
問題文	<p>この器具の名称は何か。</p> 

選択肢	A 丸底フラスコ B ナスフラスコ C メスフラスコ D ビュレット Z わからない
解答	C メスフラスコ
解説	これはメスフラスコである。メスフラスコは一定の体積の溶液をはかり取るために用いられるため、はかる量によってメスフラスコをかえなければならぬ。

問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	メスフラスコ
問題	
問題文	メスフラスコで体積をはかるとき、溶液は図の①～④のどこまで入れるのが正しいか。
選択肢	A ① B ② C ③ D ④ Z わからない
解答	B ②
解説	メスフラスコには標線がついている。メニスカスの下面が標線と合うように溶液を入れる。この画像における標線は②の部分である。



問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	メスピペット
問題	
問題文	メスピペットを使う時、誤飲防止のために上部に写真のようなゴム製のアダプターを着けて使用することが推奨されている。このアダプターのことを何とよいか。
選択肢	A ピペットアダプター B ピペットキャップ C 安全キャップ D 安全ビベット Z わからない D 安全ビベット
解答	D 安全ビベット
解説	ピペット上部に着けて使用するゴム製のアダプターのことを安全ビベットという。

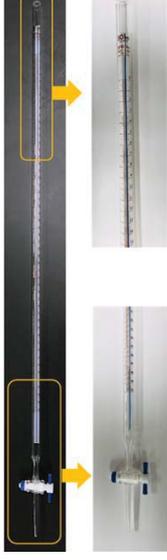


問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	メスピペット
問題	
問題文	メスピペットで試験瓶に入っている溶液を試験管にはかる時、以下の手順で操作を行った。メスピペットの使い方として間違っているのはどこか。 ① ピペットの先を試験瓶の底まで入れる。 ② 溶液を十分に吸い上げて吸い出す操作を何度か繰り返す。 ③ 目的の量よりも少し多めに溶液を吸い上げた後、目的の量に合わせて液を戻す。 ④ 試験管の側面にピペットの先をつけて液を入れる。
選択肢	A ①

	B ② C ③ D ④ Z わからない
解答	A ①
解説	メスピベットで溶液を吸う時は、メスピベットの先を溶液の液面に少しだけ用いる。スピベットの先を試薬瓶の底まで入れてはいけない。

問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ホールビベット
問題	
問題文	図の定量器具の中で最も精度が高いものの名称はどれか ①  ②  ③  ④ 
選択肢	A ①コニカルビーカー B ②メートルグラス C ③メスシリンダー D ④ホールビベット Z わからない
解答	D ④ホールビベット
解説	写真の中で測定精度が最も高いのはホールビベットである。 ちなみに、精度は①コニカルビーカー、②三角フラスコ<③メスシリンダー<④ホールビベットの順に高くなる。

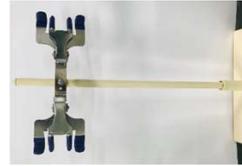
問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ホールビベット
問題	
問題文	ホールビベットを用いてはかり取った時、最後の一滴までホールビベットから出すにはどのようにしたらいいか。
選択肢	A ホールビベットに着けた安全ピペッターの液を出すボタンを押し続ける B ホールビベットを手で温める C ホールビベットを固定し、最後の一滴が流れるまで放置しておく D ホールビベットを振る Z わからない
解答	B ホールビベットを手で温める
解説	ホールビベットの膨らんだ部分を手で握り、体温でホールビベット内の空気を膨張させることで最後の一滴をだす。

問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ビュレット
問題	
問題文	この写真の器具は何か。 
選択肢	A ホールビベット B メスピベット C 駒込ビベット D ビュレット Z わからない

解答	D ビュレット
解説	写真の器具はビュレットである。滴定の時に使用し、滴下した液の容量を秤量するために用いる。

問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ビュレット
問題	
問題文	ビュレットをすぐに使いたいのが水で濡れていた。どうやって用いたらいいか。
選択肢	A ビュレットを振って極力残った水分をとばしてから使う B そのまま使う C 使用する溶液で共洗いしてからつかう D 乾くまで実験を中断する Z わからない
解答	C 使用する溶液で共洗いしてからつかう
解説	ビュレットが水で濡れていた場合、使用する溶液で共洗いしてから用いる。

問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ビュレット台
問題	
問題文	滴定の時、ビュレットを固定する写真の器具を何とよぶか。



選択肢	A ビュレット台 B 支柱 C 実験スタンド D 支持台 Z わからない
解答	A ビュレット台
解説	ビュレットを固定する器具をビュレット台という。また、ビュレットはビュレット台に鉛直に固定する。

問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ビュレット台
問題	
問題文	ビュレットをビュレット台に固定する時、図の①～④のどの状態に固定するのが正しいか。

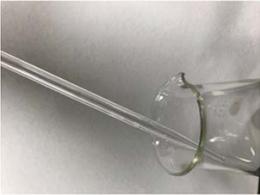


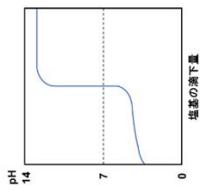
選択肢	A ① B ② C ③ D ④ Z わからない
解答	A ①
解説	ビュレットはビュレット台と鉛直に設置して用いる。

問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ホールビペット
問題	
問題文	ホールビペットを用いて溶液をはかり取った時、先端に残る最後の一滴までホールビペットから出すにはどのような方がいいか。
選択肢	A ホールビペットに着けた安全ピペッターの液を出すボタンを押し続ける B ホールビペットの膨らんだ部分を手で温める C ホールビペットを固定し、最後の一滴が流れ出るまで放置しておく D ホールビペットを振る Z わからない
解答	B
解説	ホールビペットの最後の一滴まで出し切りたい場合、ホールビペットの膨らんだ部分を手で握って温める。すると、ホールビペット内部の空気が温められて膨張し、内部に残っていた溶液を押し出すことができる。

問題情報	
科目	化学
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ホールビペット
問題	
問題文	安全ピペッターを使わずにホールビペットで溶液をはかりとったとき、その溶液をコニカルピッカーに出す方法として正しいものはどれか。
選択肢	A ホールビペットの先端がコニカルピッカーの内壁に当たらない状態で自然に流下させる B ホールビペットの先端をコニカルピッカーの内壁に当て、自然に流下させる C ホールビペットの先端がコニカルピッカーの内壁に当たらない状態でホールビペットに息を吹き込んで溶液を押し出す D ホールビペットの先端をコニカルピッカーの内壁に当て、ホールビペットに息を吹き込んで溶液を押し出す

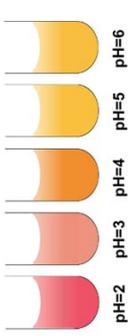
95

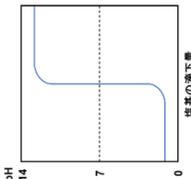
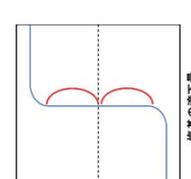
Z	わからない
B	ホールビペットの先端をピッカーに当て、自然に流下させる
解説	ホールビペットではかり取った溶液をピッカーに移す場合、ホールビペットの先端を容器の内壁に当て、自然に流下させる。 

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化
学習項目	滴定曲線
問題	
問題文	中和滴定を行ったところ、滴定曲線は図のようになった。この実験に用いた溶液の組み合わせとして当てはまるものはどれか。 
選択肢	A 強酸+強塩基 B 強酸+弱塩基 C 弱酸+強塩基 D 弱酸+弱塩基 Z わからない
解答	C

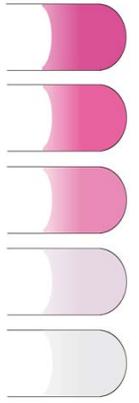
96

解説	<p>滴定曲線の酸性側 pH が 1 よりも大きく(赤丸)、中和点付近での酸性側の pH の変化が小さい(緑丸)ことから、酸は弱酸である。また、中和付近での塩基性側の pH 変化が大きいことから、塩基は強塩基である。よって、この滴定は弱酸と強塩基によるものである。</p>
----	--

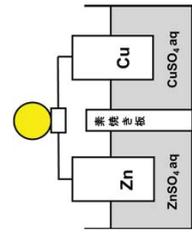
問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化
学習項目	中和滴定での指示薬の変化
問題	
問題文	<p>ある溶液にメチルオレンジを入れるとこの図のような色となった。 この溶液の pH として考えられるものはどれか。</p> 
選択肢	<p>A pH 2 B pH 5 C pH 7 D pH 10 Z わからない</p>
解答	A pH 2
解説	<p>メチルオレンジは中和滴定でよく用いられる酸性の指示薬である。酸性の時は赤色を示し、pH 4 くらいから黄色っぽくなり、中性、塩基性の時は黄色を示す。よって、選択肢の中で赤色の可能性があるのは pH 2 のみである。</p> 

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化
学習項目	滴定曲線
問題	
問題文	<p>中和滴定を行ったところ、滴定曲線は図のようになつた。この実験に用いた溶液の組み合わせとして当てはまるものはどれか。</p> 
選択肢	<p>A 強酸+強塩基 B 強酸+弱塩基 C 弱酸+強塩基 D 弱酸+弱塩基 Z わからない</p>
解答	A 強酸+強塩基
解説	<p>中和点付近での pH 変化が大きく、中和点がほぼ pH 7 であることから、強酸と強塩基を用いた中和滴定である。</p> 

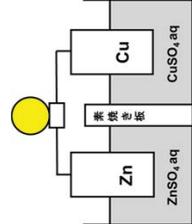
問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化
学習項目	中和滴定での指示薬の変化
問題	
問題文	<p>ある溶液にフェノールフタレインを入れると呈色しなかった。この溶液の pH としてあてはまらないものはどれか。</p>
選択肢	<p>A pH 1 B pH 4 C pH 7</p>

D pH10 Z わからない	
D pH10	
解答	フェノールフタレインは中和滴定でよく用いられる試薬であり、塩基性の指示薬である。塩基性時は赤色を示し、pHが小さくなるとともに色が薄くなり、pH 8以下は全て無色である。よって、選択肢の中で無色の可能性とならないものは pH 10のみである。
	 <p>pH=7 pH=8 pH=9 pH=10 pH=11</p>

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化
学習項目	ダニエル電池の現象
問題	
問題文	図に示すようなダニエル電池を作った。各電極で発生する物質の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A Zn：何も発生しない、Cu：水素 B Zn：何も発生しない、Cu：銅 C Zn：水素、Cu：何も発生しない D Zn：銅、Cu：何も発生しない Z わからない
解答	B Zn：何も発生しない、Cu：銅
解説	ダニエル電池はボルタ電池の分極を抑えるために発明されたものである。分極とはボルタ電池の正極表面上に水素が発生することによって電子と水素イオンの反応が阻害されてしまい、急激に電圧が小さくなる現象のこと



	である。ダニエル電池では正極で水素が発生しないかわりに正極活物質(今回は銅)の析出が起こる。
--	--

問題情報	
科目	化学
章・節	2章 物質の変化
学習項目	ダニエル電池の現象
問題	
問題文	図に示すようなダニエル電池を作りたいが、素焼き板がない。素焼き板の代わりに用いることができるものはどれか
	
選択肢	A 鉄板 B 木製のコップ C スポンジ D セロハンチューブ Z わからない D セロハンチューブ
解答	D セロハンチューブ
解説	素焼き板のはたらきはイオンの拡散速度を抑えて両水溶液の混合を遅らせることである。つまり、硫酸亜鉛や硫酸銅の水溶液に耐えられるだけでなく、ゆっくりとイオンの移動が起こるものを持ちなければならないため、その両方が可能であるセロハンチューブが代用品となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	化学の特徴
問題	
問題文	物質を構成する最も基本的な成分を何というか。

選択肢	A 原子 B 元素 C 粒子 D 分子 Z わからない
解答	B 元素
解説	物質を構成する最も基本的な成分を元素という。元素は天然のもので約 90 種類、人工的につくられたものも合わせると約 110 種類がわかっている。

問題情報																																					
科目	化学基礎																																				
章・節	1 章 物質の構成 1 節 物質の探求																																				
学習項目	化学の特徴																																				
問題																																					
問題文	空気はいくつもの純物質が混じり合った混合物である。その 8 割近くを占めている主成分は何か。																																				
選択肢	A 酸素 B 二酸化炭素 C 窒素 D ヘリウム Z わからない																																				
解答	C 窒素																																				
解説	乾燥空気の構成成分を表に示す。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>成分</th> <th>体積割合(%)</th> <th>質量割合(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>窒素</td> <td>78.084</td> <td>75.534</td> </tr> <tr> <td>酸素</td> <td>20.9476</td> <td>23.130</td> </tr> <tr> <td>アルゴン</td> <td>0.934</td> <td>1.286</td> </tr> <tr> <td>二酸化炭素</td> <td>0.0314</td> <td>0.0477</td> </tr> <tr> <td>ネオン</td> <td>0.001818</td> <td>0.00127</td> </tr> <tr> <td>ヘリウム</td> <td>0.000524</td> <td>0.00072</td> </tr> <tr> <td>クリプトン</td> <td>0.00114</td> <td>0.00053</td> </tr> <tr> <td>キセノン</td> <td>0.000087</td> <td>0.000039</td> </tr> <tr> <td>水素</td> <td>0.00005</td> <td>0.00003</td> </tr> <tr> <td>メタン</td> <td>0.0002</td> <td>0.0001</td> </tr> <tr> <td>一酸化窒素</td> <td>N₂O</td> <td>0.00026</td> </tr> </tbody> </table>	成分	体積割合(%)	質量割合(%)	窒素	78.084	75.534	酸素	20.9476	23.130	アルゴン	0.934	1.286	二酸化炭素	0.0314	0.0477	ネオン	0.001818	0.00127	ヘリウム	0.000524	0.00072	クリプトン	0.00114	0.00053	キセノン	0.000087	0.000039	水素	0.00005	0.00003	メタン	0.0002	0.0001	一酸化窒素	N ₂ O	0.00026
成分	体積割合(%)	質量割合(%)																																			
窒素	78.084	75.534																																			
酸素	20.9476	23.130																																			
アルゴン	0.934	1.286																																			
二酸化炭素	0.0314	0.0477																																			
ネオン	0.001818	0.00127																																			
ヘリウム	0.000524	0.00072																																			
クリプトン	0.00114	0.00053																																			
キセノン	0.000087	0.000039																																			
水素	0.00005	0.00003																																			
メタン	0.0002	0.0001																																			
一酸化窒素	N ₂ O	0.00026																																			

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1 章 物質の構成 1 節 物質の探求

学習項目	化学の特徴
問題	
問題文	いくつかの純物質が混じり合った物質を何というか。
選択肢	A 化合物 B 混合物 C 純物質 D 錯体 Z わからない
解答	B 混合物
解説	いくつかの純物質が混じり合った物質を混合物という。身近な空気や海水も混合物である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1 章 物質の構成 1 節 物質の探求
学習項目	化学の特徴
問題	
問題文	物質を構成する基本単位を元素記号で表した式を何というか。
選択肢	A 化学式 B 組成式 C 反応式 D 分子式 Z わからない
解答	A 化学式
解説	化学式は含まれる元素とその数を表したものである。ちなみに、組成式は含まれる元素とその比を、反応式は物質の化学変化を分子式は化学式の一つであるが物質の構造にそって表す方法である。例えば、酢酸を例にすると 化学式 C ₂ H ₄ O ₂ 組成式 CH ₂ O 反応式 CH ₃ OH+CO→CH ₃ COOH 分子式 CH ₃ COOH

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	化学の特徴
問題	
問題文	純物質はそれぞれ固有の(①)・(②)・(③)などを示す。 (①)は固体が液体に変わる温度のことであり、(②)は液体が気体 に変わる温度のことである。また、(③)は一定体積当たりの物質の質 量のことである。それぞれに当てはまる語句の組み合わせとして最も適当 なものどれか。
選択肢	A ①溶解点 ②沸点 ③充填率 B ①転移温度 ②蒸発点 ③密度 C ①融点 ②蒸発点 ③充填率 D ①融点 ②沸点 ③密度 Z わからない
解答	D ①融点 ②沸点 ③密度
解説	固体が溶けて液体になる温度を融点、液体が沸騰する温度を沸点、一定体 積当たりの物質の質量を密度という。

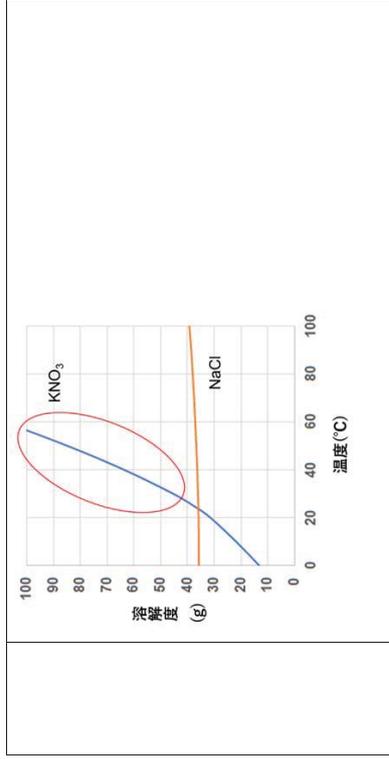
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	物質の分離・精製
問題	
問題文	ヨウ素と砂の混合物を分離するのに最も適した操作はどれか。
選択肢	A 昇華 B 抽出 C 再結晶 D 蒸留 Z わからない
解答	A 昇華
解説	ヨウ素も砂も固体である。しかし、ヨウ素は加熱すると液体の状態を經ず に直接気体となり、この気体を冷却するとヨウ素は再び固体に戻り、純粋 なヨウ素を得ることができる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	物質の分離・精製
問題	
問題文	温度による溶解度の違いを利用して純度の高い物質を得る操作は何か。
選択肢	A ろ過 B 蒸留 C 再結晶 D クロマトグラフィー Z わからない
解答	C 再結晶
解説	ろ過は固体と液体を濾紙などを用いて分離する操作、蒸留は沸点の差を利 用して分離する操作、クロマトグラフィーは濾紙などの吸着剤に対する物 質の吸着されやすさの違いを利用して分離する操作のことである。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	物質の分離・精製
問題	
問題文	原油は製油所において沸点の差を利用して石油ガス、ナフサ、灯油、軽 油、重油などになどに分けられる。この分離操作は何か。
選択肢	A 抽出 B 分留 C 昇華 D 再結晶 Z わからない
解答	B 分留
解説	2種類以上の液体を含む混合物をその沸点の差を利用して蒸留を行い、そ の成分を別々に取り出す操作を分留(分別蒸留)という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	物質の分離・精製
問題	
問題文	クロマトグラフィーの説明として最も適切なものはどれか。
選択肢	A 沸点の差を利用した分離方法 B 温度による溶解度の違いを利用した分離方法 C 溶媒への溶けやすさの違いを利用した分離方法 D 固体物質への吸着しやすさの違いを利用した分離方法 Z わからない
解答	D
解説	クロマトグラフィーは固体物質への吸着しやすさの違いを利用した分離方法である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	物質の分離・精製
問題	
問題文	硝酸カリウム(KNO ₃)に塩化ナトリウム(NaCl)が少量混ざっているとき、硝酸カリウムの固体を取り出す方法として最も適している操作はどれか。
選択肢	A 少量の熱湯に溶かし、ゆっくりと冷却して析出させる B 大量の水に溶かし、溶けなかった部分をろ過する C 加熱し、気化した部分を冷やして析出させる D ヘキサミンに溶かし、溶けなかった部分をろ過する Z わからない
解答	A
解説	硝酸カリウムと塩化ナトリウムではおんどによって水への溶解度が大きく変化する。これを利用して再結晶させることで硝酸カリウムだけを取り出す。(図の赤丸で囲んだ部分を析出させる)



問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	単体と化合物
問題	
問題文	塩素、酸素、ナトリウム、水のうち単体ではないものはどれか。
選択肢	A 塩素 B 酸素 C ナトリウム D 水 Z わからない
解答	D
解説	単体とはそれ以上ほかの物質に分解できないものである。塩素(Cl ₂)、酸素(O ₂)、ナトリウム(Na)は単体であるが、水(H ₂ O)は水素(H ₂)と酸素(O ₂)に分解することができる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	単体と化合物
問題	

問題文	アンモニア、空気、水、ダイヤモンドのうち単体はどれか。
選択肢	A アンモニア B 空気 C 水 D ダイヤモンド Z わからない
解答	D ダイヤモンド
解説	ダイヤモンドは炭素(C)のみからできている単体である。アンモニアと水は化合物であり、空気は混合物である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	単体と化合物
問題	
問題文	同素体の関係でないものはどれか。
選択肢	A ダイヤモンドと黒鉛 B 黄リンと赤リン C ゴムと硫黄 D 酸素とオゾン Z わからない
解答	C ゴムと硫黄
解説	ダイヤモンドと黒鉛は炭素(C)、黄リンと赤リンはリン(P)、酸素とオゾンは酸素(O)の同素体であるが、ゴムは高分子化合物であり硫黄(S)とは同素体の関係ではない。 ただし、ゴム状硫黄と放射硫黄、単斜硫黄は硫黄(S)の同素体である。

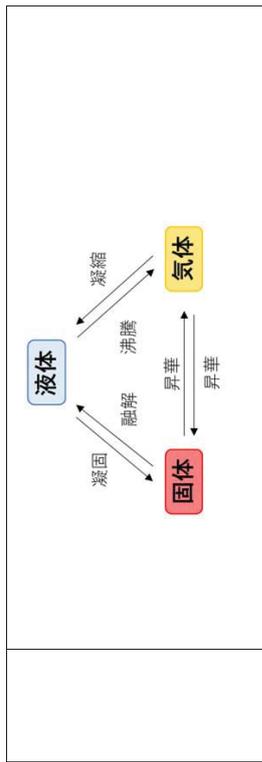
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	単体と化合物
問題	
問題文	成分元素の検出方法として、元素の種類により特有の炎の色を示す性質を

利用する方法を何とよいか。	
選択肢	A 燃焼反応 B 炎色反応 C 白金法 D 火色法 Z わからない
解答	B 炎色反応
解説	元素の種類により、特有の炎の色を示す性質を利用する元素検出方法を炎色反応という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	単体と化合物
問題	
問題文	塩素の検出において用いられる指示薬は何か。
選択肢	A BTB B 石灰水 C フェノールフタレイン D 硝酸銀水溶液 Z わからない
解答	D 硝酸銀水溶液
解説	塩素検出に用いられる指示薬は硝酸銀水溶液である。 ちなみに、BTBとフェノールフタレインは酸塩基、石灰水は二酸化炭素(炭素)の指示薬である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	熱運動と物質の三態
問題	
問題文	熱エネルギーによって物質を構成する粒子がつねに不規則な運動をしているために拡散という現象が起こる。このような粒子の運動を何とよいか。

選択肢	A 熱運動 B エネルギー運動 C 拡散運動 D 粒子運動 Z わからない
解答	A 熱運動
解説	熱エネルギーによる粒子の運動を熱運動という。



問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	熱運動と物質の三態
問題	
問題文	図は物質の三態間の状態変化を表したものである。空欄の①と②に当てはまる語句として正しい組み合わせはどれか。
選択肢	A ① 凝固 ② 凝集 B ① 沈殿 ② 冷却 C ① 昇華 ② 凝集 D ① 冷却 ② 飽和 Z わからない
解答	C ① 昇華 ② 凝集
解説	図は物質の三態の状態変化を表している。気体から固体への状態変化を昇華という。気体から液体への変化を凝縮という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	熱運動と物質の三態
問題	
問題文	物理変化の説明として最も適切なものはどれか。
選択肢	A 物質の種類は変化せず、その状態だけが変化する現象 B 物質の種類を変化させることで、その状態を変化させる現象 C 物質を構成する原子が組み変わり、もとの物質が別の物質に変わる現象 D 物質を構成する原子が組み変わるが、その状態は変化しない現象 Z わからない
解答	A 物質の種類は変化せず、その状態だけが変化する現象
解説	物質の種類は変わらないが状態だけが変化する現象を物理変化という。ちなみに、Cは化学変化の説明である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	熱運動と物質の三態
問題	
問題文	水の状態変化において、すべての粒子が密集した状態で自由に位置を変えられる状態にあるのはどの状態のときか。
選択肢	A 固体

	B 液体 C 液体+気体 D 気体 Z わからない
解答	B 液体
解説	液体状態では、熱運動により粒子が密に集合した状態で自由に位置を変えられることができる。 ちなみに、固体状態では決まった位置で細かく振動し、気体状態では全ての粒子が自由に動くことができる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 1節 物質の探求
学習項目	熱運動と物質の三態
問題	
問題文	絶対零度とは何°Cのことか。
選択肢	A -1000 °C B -273 °C C 0 °C D 273 °C Z わからない
解答	B -273 °C
解説	我々が日頃目にする温度は摂氏温度のことであり、標準大気圧のもとで水が水になる温度を0°C、水が沸騰して水蒸気になる温度を100°Cとしている。しかし、摂氏0°Cは絶対温度にすると273°Cのことである。つまり、絶対温度における零度は-273°Cとなる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 2節 物質の構成粒子
学習項目	原子の構造
問題	
問題文	質量数は陽子の数と中性子の数の和で表される。では、原子番号は何で表

	されるか。
選択肢	A 電子の数 B 中性子の数 C フォトンの数 D 電子の数+陽子の数 Z わからない
解答	A 電子の数
解説	原子番号は陽子の数である。本来は陽子の数が正解であるが選択肢にな
	い。そこで、陽子の数と電子の数が等しいことから、電子の数が解答とな
	る。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 2節 物質の構成粒子
学習項目	原子の構造
問題	
問題文	同位体の説明として正しいものを選べ。
選択肢	A 中性子の数は同じだが電子の数が異なるもの。 B 原子番号は同じだが中性子の数が異なるもの。 C 同位体の化学的性質は全く異なっている。 D すべての同位体は放射線を放出する。 Z わからない
解答	B 原子番号は同じだが中性子の数が異なるもの。
解説	同位体とは原子番号、陽子の数、元素が同じであるが、中性子の数が異なるため質量も異なっている。しかし、同位体の化学的性質もほとんど同じである。また、同位体の中には放射線を放つものもある(放射性同位体)。

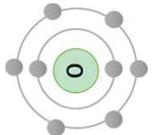
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 2節 物質の構成粒子
学習項目	原子の構造
問題	
問題文	原子番号17、質量数35の塩素(Cl)の中性子の数はいくつか。

選択肢	A 17 B 18 C 34 D 35 Z わからない
解答	B 18
解説	原子番号 = 電子の数 = 陽子の数であり、 質量数 = 陽子の数 + 中性子の数なので $35 - 17 = 18$

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 2節 物質の構成粒子
学習項目	原子の構造
問題	
問題文	ナトリウム(Na)の陽子、中性子、電子の数として正しい組み合わせはどれか。 ${}_{11}^{23}\text{Na}$
選択肢	A 陽子 11、中性子 12、電子 23 B 陽子 23、中性子 0、電子 11 C 陽子 11、中性子 12、電子 11 D 陽子 12、中性子 11、電子 12 Z わからない
解答	C 陽子 11、中性子 12、電子 11
解説	図から Na の質量数 23、原子番号 11 ということがわかる。原子番号は陽子の数もしくは電子の数と等しく、質量数は陽子の数と中性子の数の和であることから、陽子数 11、中性子数 12、電子数 11 となる。 $\begin{array}{c} \text{質量数(=陽子数+中性子数)} \\ \boxed{23} \\ \text{Na} \\ \boxed{11} \\ \text{原子番号(=陽子数)} \end{array}$

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 2節 物質の構成粒子
学習項目	原子の構造
問題	
問題文	原子番号の説明として誤っているものはどれか。
選択肢	A 原子核中の陽子の数と等しい B 原子核中の中性子の数と等しい C 原子核の電子の数と等しい D 元素によって固有である。 Z わからない
解答	B 原子核中の中性子の数と等しい
解説	原子番号とは原子核のもつ陽子の数に等しい。つまり、核外電子数とも等しくなる。しかし、陽子と中性子の数は同じではないため、B が誤りである。また、原子番号はその元素における化学的性質も表し元素固有のものであるため、一般には省略されることが多い。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 2節 物質の構成粒子
学習項目	電子配置と周期表
問題	
問題文	原子核のまわりの電子は電子殻と呼ばれるいくつかの層に分かれて存在している。では、酸素(${}_{8}\text{O}$)の最外殻と最外殻の電子数の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A K 殻に 2 個 B L 殻に 2 個 C L 殻に 6 個 D N 殻に 2 個 Z わからない
解答	C L 殻に 6 個

解説	 <p>電子殻は内側から K 殻、L 殻、M 殻、N 殻…と呼ばれ、電子の入る数は順に 2 個、8 個、18 個、32 個と決まっている。</p>
----	--

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1 章 物質の構成 2 節 物質の構成粒子
学習項目	電子配置と周期表
問題	
問題文	価電子数が 0 であるものはどれか。
選択肢	A ${}_{7}\text{N}$ B ${}_{8}\text{O}$ C ${}_{10}\text{Ne}$ D ${}_{13}\text{Al}$ Z わからない
解答	C ${}_{10}\text{Ne}$
解説	He、Ne、Ar などの希ガス(貴ガス)原子の最外殻電子は電子で全て満たされている(閉殻)ため、価電子の数は 0 とみなす。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1 章 物質の構成 2 節 物質の構成粒子
学習項目	電子配置と周期表
問題	
問題文	最外殻電子が最も多いものはどれか。
選択肢	A ${}_{2}\text{He}$ B ${}_{5}\text{B}$ C ${}_{10}\text{Ne}$ D ${}_{11}\text{Na}$ Z わからない

解答	C ${}_{10}\text{Ne}$
解説	He(K 殻に 2 個)、B(K 殻に 2 個、L 殻に 5 個)、Ne(K 殻に 2 個、L 殻に 8 個)、Na(K 殻に 2 個、L 殻 8 個、M 殻に 1 個)であるため、下線を引いた最外殻に最も電子が入っているのは Ne となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1 章 物質の構成 2 節 物質の構成粒子
学習項目	電子配置と周期表
問題	
問題文	単原子分子の説明として最も適切なものはどれか。
選択肢	A 1 個の原子が分子としてふるまうこと B 同一の原子がいくつも集まって分子となっているもの C 単一分子が集合したもの D 単一物質でできた結晶のこと Z わからない
解答	A 1 個の原子が分子としてふるまうこと
解説	貴ガス原子のように最外殻電子が全て埋まると、安定ではかの原子と反応しにくくなる。このような原子は 1 個の原子が分子のようにふるまうことから単原子分子と呼ばれている。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1 章 物質の構成 2 節 物質の構成粒子
学習項目	電子配置と周期表
問題	
問題文	価電子の数が異なる組み合わせはどれか。
選択肢	A ${}_{4}\text{Be}$ 、 ${}_{5}\text{B}$ B ${}_{6}\text{C}$ 、 ${}_{14}\text{Si}$ C ${}_{8}\text{O}$ 、 ${}_{16}\text{S}$ D ${}_{2}\text{He}$ 、 ${}_{18}\text{Ar}$ Z わからない
解答	A ${}_{4}\text{Be}$ 、 ${}_{5}\text{B}$

解説	Beの価電子数は2、Bの最外殻電子数は3である。 ちなみに、他の価電子数はCとSiが4、OとSが6、HeとArは最外殻が 全て電子で埋まるため0とみなすため同じとなる。
----	--

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 2節 物質の構成粒子
学習項目	イオンとイオン結合
問題	
問題文	イオンについての説明として正しいものはどれか。
選択肢	A 金属元素は陰イオン、非金属元素は陽イオンになりやすい。 B 希ガスもイオン化することができる。 C 周期表において右下側の元素ほど陽イオンになりやすい。 D 元素は陽イオンと陰イオンのどちらかのイオンにしかならない。 Z わからない
解答	C 周期表において右下側の元素ほど陽イオンになりやすい。
解説	金属元素は陽イオンになりやすく、非金属元素は陰イオンになりやすい。 また、元素には陽イオンにも陰イオンにもなれるものがあるが、希ガスは イオン化しない。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 2節 物質の構成粒子
学習項目	イオンとイオン結合
問題	
問題文	原子の電子親和力の説明として最も適切なものはどれか
選択肢	A 原子内の電子同士が引き付けあう力のこと B 原子が1つの電子を放出して1価の陽イオンになるときに放出するエ ネルギーのこと C 原子が1つの電子を受け取って1価の陰イオンになるときに放出する D 原子が必要な数の電子を受け取って安定なイオンになるときに放出す るエネルギーのこと Z わからない

解答	C 原子が1つの電子を受け取って1価の陰イオンになるときに放出する
解説	原子が1つの電子を受け取って1価の陰イオンになるときに放出するエネ ルギーを原子の電子親和力という。また、電子親和力が大きいほど電子を 取り込みやすく1価の陰イオンになりやすい。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	1章 物質の構成 2節 物質の構成粒子
学習項目	イオンとイオン結合
問題	
問題文	単原子イオンどうし、もしくは多原子イオンどうしの組み合わせはどれ か。
選択肢	A 水素イオン、硫酸イオン B 鉄(III)イオン、リン酸イオン C 水酸化物イオン、フッ化物イオン D カルシウムイオン、酸化物イオン Z わからない
解答	D カルシウムイオン、酸化物イオン
解説	それぞれをイオン式で書いてみると分かりやすい。 Dは Ca^{2+} 、 O^{2-} となりどちらでも単原子イオンである。 ちなみにAは H^+ 、 SO_4^{2-} 、Bは Fe^{3+} 、 PO_4^{3-} 、Cは OH^- 、 F^- となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 1節 イオン結合
学習項目	イオンとイオン結合
問題	
問題文	イオン結合からできている物質はどれか
選択肢	A 塩化ナトリウム B 水 C グルコース D 酸素 Z わからない

解答	A 塩化ナトリウム
解説	塩化ナトリウムは水に溶かすと Na^+ と Cl^- のイオン結合によってできている。ちなみに、水や酸は共有結合である。また、グルコースは水に溶かしてもイオンとならない非電解質である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 1節 イオン結合
学習項目	イオンとイオン結合
問題	
問題文	イオン結合により塩化カルシウムをつくるとき、カルシウムイオン1つに対して塩化物イオンはいくつ必要か。
選択肢	A 1個 B 2個 C 3個 D 4個 Z わからない
解答	B 2個
解説	イオン結合では必ず次の式が成り立つ 陽イオンの価数×陽イオンの数=陰イオンの価数×陰イオンの数 カルシウムは2価の陽イオンであるため、1価の塩化物イオンは2つ必要となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 2節 共有結合と分子間力
学習項目	分子と共有結合
問題	
問題文	共有結合の説明として正しいものはどれか。
選択肢	A 全ての非金属元素の原子どうしが分子を作るときの結合 B 原子が出し合った価電子を共有する結合

	C 静電的な引力によって引き合って結びつく結合 D 自由電子による結合 Z わからない
解答	B 原子が出し合った価電子を共有する結合
解説	共有結合は希ガス以外の非金属原子どうしが価電子を共有する結合のことである。ちなみに、Cはイオン結合、Dは金属結合の説明である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 2節 共有結合と分子間力
学習項目	分子と共有結合
問題	
問題文	電気陰性度の最も大きいものはどれか。
選択肢	A H B He C S D F Z わからない
解答	D F
解説	希ガスを除き、周期表で右上側にある非金属元素ほど電気陰性度が大きく、Fは最も電気陰性度が大きい元素である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 2節 共有結合と分子間力
学習項目	分子と共有結合
問題	
問題文	共有結合では原子間に(①)電子対がつくられる。①に当てはまる言葉は何か。
選択肢	A 共有 B 非共有 C 不对 D 共同

解答	Z わからない
解説	A 共有 共有結合はとなりありあり2つの原子がいくつかの価電子を共有することでつくられる。この時、原子間につくられる電子対を共有電子対という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 2節 共有結合と分子間力
学習項目	分子と共有結合
問題	
問題文	炭素や水素、酸素などからなる分子でできてくる化合物のことを何とよぶか。
選択肢	A 錯体化合物 B 結晶化合物 C 無機化合物 D 有機化合物 Z わからない
解答	D 有機化合物
解説	炭素や水素、酸素などからなる化合物を有機化合物という。有機化合物は燃やすと水と二酸化炭素ができる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 2節 共有結合と分子間力
学習項目	分子と共有結合
問題	
問題文	炭素を含まない化合物や一酸化炭素、二酸化炭素など単純な一部の炭素化合物のことを何とよぶか。
選択肢	A 無機化合物 B 炭化合物 C 有機化合物 D 錯体化合物 Z わからない

解答	A 無機化合物
解説	炭素を含まない化合物や一酸化炭素、二酸化炭素など単純な一部の炭素化合物のことを無機化合物という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 3節 金属結合
学習項目	金属と金属結合
問題	
問題文	金属結合に関わるものとして最も適当なものはどれか。
選択肢	A 自由電子 B 分子間力 C ファンデルワールス力 D 電気陰性度 Z わからない
解答	A 自由電子
解説	全ての金属原子に共有されている価電子である自由電子により金属原子どうしが結合することを金属結合という。この自由電子により、金属は熱や電気を伝え、展性・延性を有している。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 3節 金属結合
学習項目	金属と金属結合
問題	
問題文	金属の性質として誤っているものはどれか。
選択肢	A 金属光沢をもっている B 電気伝導性が大きい C 熱伝導性が小さい D 展性・延性をもっている Z わからない
解答	C 熱伝導性が小さい
解説	金属は金属光沢をもち、自由電子により熱や電気を伝え、叩くと薄く広が

	り(展性)、引っ張ると伸びる(延性)性質を有している。
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 3節 金属結合
学習項目	金属と金属結合
問題	
問題文	合金の一種であるジュラルミンをつくる組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A 鉄 + ニッケル + クロム B アルミニウム + 銅 C 鉛 + 錫 D 銅 + 錫 Z わからない
解答	B アルミニウム + 銅
解説	ジュラルミンはアルミ合金のことである。ちなみに A はステンレス、C ははんだ、D は青銅をつくる組み合わせである。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 3節 金属結合
学習項目	金属と金属結合
問題	
問題文	図のような結晶構造を何とよいか。
図	
選択肢	A 体心立方格子 B 面心立方格子

	C 六方最密構造 D 面心最密構造 Z わからない
解答	A 体心立方格子
解説	それぞれの構造は以下の通りである。
体心立方格子	
面心立方格子	
六方最密構造	

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	2章 物質と化学結合 3節 金属結合
学習項目	金属と金属結合
問題	
問題文	面心立方格子の構造をとる金属はどれか
選択肢	A ナトリウム B カリウム C マグネシウム D 銅 Z わからない
解答	D 銅
解説	面心立方格子の構造をとるのは銅である。銅以外にもナトリウムとカリウムは体心立方格子構造であり、マグネシウムは六方最密構造である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質質量
問題	

問題文	原子の質量は(①)という値を用いて表す。これは特定の原子を基準として、ほかの原子の質量がその原子の質量の何倍にあたるかを表した値である。①にあてはまる言葉は何か。
選択肢	A 相対質量 B 理想質量 C 絶対質量 D 想定質量 Z わからない
解答	A 相対質量
解説	原子の質量は相対質量という値を用いて表す。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質
問題	
問題文	相対質量の基準に用いられている元素とその元素1個の質量はいくらか。正しい組み合わせを選択肢から選びなさい。
選択肢	A 元素：水素 質量：1 B 元素：酸素 質量：16 C 元素：酸素 質量：12 D 元素：炭素 質量：12 Z わからない
解答	D 元素：炭素 質量：12
解説	現在は質量数12の炭素1個の質量を12として基準に用いられている。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質
問題	
問題文	元素を構成する同位体の相対質量と、その存在比から求められる相対質量の平均値を何というか。

選択肢	A 平均原子量 B 原子量 C 元素量 D 相対元素量 Z わからない
解答	B 原子量
解説	元素を構成する同位体の相対質量と、その存在比から求められる相対質量を原子量という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質
問題	
問題文	アボガドロ定数の説明として最も適切なものはどれか。
選択肢	A 物質1個あたりの重さ B 物質1gあたりの粒子の数 C 物質1molあたりの重さ D 物質1molあたりの粒子の数 Z わからない
解答	D 物質1molあたりの粒子の数
解説	物質1molあたりの粒子の数をアボガドロ定数という。 アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ つまり、粒子を 6.02×10^{23} 個集めたものが1molである。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質
問題	
問題文	アボガドロ定数の値はいくつか。
選択肢	A $N_A = 6.02 \times 10^{18}$ B $N_A = 2.06 \times 10^{20}$

	C $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ D $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ Z わからない
解答	C $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$
解説	アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ と定められている。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質
問題	
問題文	水分子 1 mol には水分子が何個含まれているか。ただし、水素の質量数を 1、酸素の質量数を 16 とする。
選択肢	A 18×10^{23} 個 B 18 個 C 6.02×10^{23} 個 D 6.02 個 Z わからない
解答	C 6.02×10^{23} 個
解説	どの物質であっても、1 mol に含まれる粒子の数は 6.02×10^{23} 個である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質
問題	
問題文	物質と質量の関係において、次の式の①に当てはまる語句は何か。 $\text{物質}(\text{mol}) = \frac{\text{物質の質量}(\text{g})}{(\text{①})}$
選択肢	A 体積 B アボガドロ定数

	C モル質量 D 原子量 Z わからない
解答	C モル質量
解説	物質量は物質の質量をモル質量で割ったものである。 $\text{物質}(\text{mol}) = \frac{\text{物質の質量}(\text{g})}{\text{モル質量}(\frac{\text{g}}{\text{mol}})}$

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質
問題	
問題文	標準状態(0°C、1気圧)において、物質 1 mol あたりの気体の体積は何 L か。
選択肢	A 2.24 L B 6.02 L C 10 L D 22.4 L Z わからない
解答	D 22.4 L
解説	標準状態(0°C、1気圧)において、気体 1 mol の体積は 22.4 L である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質
問題	
問題文	標準状態(0°C、1気圧)において、ある物質の分子数 6.02×10^{23} 個の体積は何 L か。
選択肢	A 2.24 L B 6.02 L

	C 10 L D 22.4 L Z わからない
解答	D 22.4 L
解説	物質 1 mol の分子の数は 6.02×10^{23} 個である。よって、標準状態(0°C、1 気圧)における体積は 22.4 L である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	物質
問題	
問題文	硫酸銅を水に溶かすと青色の液体となる。この時、硫酸銅のように水に溶けている物質を(①)、水のように溶かしている液体を(②)とい い、(②)に(①)を溶かしたものを(③)という。①、②、③に当 てはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A ①溶媒 ②溶質 ③水溶液 B ①溶質 ②溶媒 ③溶液 C ①溶質 ②溶媒 ③水溶液 D ①溶媒 ②溶質 ③溶液 Z わからない
解答	B ①溶質 ②溶媒 ③溶液
解説	水などに溶ける物質のことを溶質、溶質を溶かす液体を溶媒、溶質を溶媒 に溶かすことでできた液体を溶液という。また、溶媒が水の場合に限り、 できた溶液を水溶液という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	物質
問題	
問題文	モル濃度を求める式はどれか。
選択肢	A

	物質の質量(g) モル質量(g/mol)
B	溶質の質量(B) × 100 溶液の質量(B)
C	物質の質量(mol) 溶液の体積(L)
D	モル濃度 $\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right) \times$ 溶液の体積(L)
Z	わからない
解答	C
解説	モル濃度は物質の物質量を溶液の体積で割ったもので表されるため、式は 以下の通りである。 $\text{モル濃度}(\text{mol/L}) = \frac{\text{物質の質量}(\text{mol})}{\text{溶液の体積}(\text{L})}$ ちなみに、A は物質量(mol)、B は質量パーセント濃度(%), D は溶質の物 質量(mol)を求める式である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	化学反応式
問題	
問題文	反応物と生成物の関係を化学式を用いて表したものを何というか。
選択肢	A 化学反応式 B 化学変化式 C 生成式 D 状態変化式 Z わからない
解答	A 化学反応式
解説	反応前の物質と反応後の物質の関係を化学式を用いて表したものを化学反 応式、もしくは反応式という。

解答	C $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
解説	イオン反応式なので、イオン化できるものはイオン化すると、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は1個の Ca^{2+} と2個の OH^- にわかれる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	化学反応式
問題	
問題文	硝酸銀(AgNO_3)水溶液と塩化ナトリウム(NaCl)を混ぜると塩化銀(AgCl)の沈殿が生じる。この時のイオン反応式として正しいものはどれか。
選択肢	A $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ B $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- + \text{Na}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ C $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- + \text{Na}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$ D $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$ Z わからない
解答	D $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$
解説	Aは反応式である。これをイオン化できるものを全てイオン化すると次のようになる。 $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- + \text{Na}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NO}_3^- + \text{Na}^+$ $\text{NO}_3^- + \text{Na}^+$ は式の両辺にあるので消すと $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	化学反応式
問題	
問題文	メタンと酸素を反応させて二酸化炭素と水を生成するときの化学反応式として正しいものはどれか。
選択肢	A $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ B $2\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ C $2\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	化学反応式
問題	
問題文	窒素と水素を反応させてアンモニアを生成させた。この時、(①)、(②)、(③)に当てはまる係数として正しい組み合わせはどれか。 (①) N_2 +(②) H_2 →(③) NH_3
選択肢	A ① 1 ② 2 ③ 2 B ① 1 ② 3 ③ 2 C ① 2 ② 2 ③ 1 D ① 2 ② 3 ③ 3 Z わからない
解答	B ① 1 ② 3 ③ 2
解説	化学反応式は式の両側でそれぞれの原子の数が等しくなるようにしなければならない。よって、窒素分子1個と水素分子3個からできるのはアンモニア2個となる。 $\text{N}_2 + \text{H}_2 + \text{H}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{NH}_3$ 窒素原子2個と水素原子6個 = 窒素原子2個と水素原子6個

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	化学反応式
問題	
問題文	水酸化カルシウム($\text{Ca}(\text{OH})_2$)水溶液に二酸化炭素(CO_2)を通すと炭酸カルシウム(CaCO_3)の沈殿が生じる。この時のイオン反応式として正しいものはどれか。
選択肢	A $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ B $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ C $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ D $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$ Z わからない

	D $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Z わからない
解答	A $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
解説	メタン1分子を考えた時、炭素原子1個に酸素原子2個、水素原子4個に酸素原子2個が必要である。つまり、酸素分子が2個必要であり、水分子が2個できる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	化学反応式
問題	
問題文	水素と酸素を反応させて水を生成するときの化学反応式として正しいものはどれか。
選択肢	A $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ B $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ C $\text{H}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ D $2\text{H}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ Z わからない
解答	B $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
解説	水素と酸素を分子として考え、2個の水素分子と1個の酸素分子を反応させると2個の水分子ができる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	青色リトマス紙を赤色に変え、酸味をもち、金属と反応して水素を発生させる水溶液の性質を何というか。
選択肢	A 酸性 B 塩性 C 塩基性

	D 中性 Z わからない
解答	A 酸性
解説	青色リトマス紙を赤色に変え、酸味をもち、金属と反応して水素を発生させる水溶液の性質を酸性といい、酸性を示す物質を酸という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	次に示す身近な物質のうち塩基性を示すものはどれか。
選択肢	A ヨーグルト B レモン汁 C 石けん D お酢 Z わからない
解答	C 石けん
解説	塩基性は石けんである。また、ヨーグルト、レモン汁、お酢は酸性である。身近な塩基性物質としては石けん以外にも重曹などがある。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	アレニウスの定義における酸の説明として最も適当なものはどれか。
選択肢	A 相手に H^+ を与える物質 B 相手から H^+ を受け取る物質 C 水に溶かすと電離して H^+ を生じる物質 D 水に溶かすと OH^- を生じる物質 Z わからない
解答	C 水に溶かすと電離して H^+ を生じる物質

解説	AとBはブレンステッド・ローリーの定義の説明で、CとDはアレニウスの定義の説明である。 Aがブレンステッド・ローリーの酸、Bがブレンステッド・ローリーの塩基、Cがアレニウスの酸、Dがアレニウスの塩基についてである。
----	--

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	ブレンステッド・ローリーの定義における塩基の説明として最も適当なものどれか。
選択肢	A 相手にH ⁺ を与える物質 B 相手からH ⁺ を受け取る物質 C 水に溶かすと電離してH ⁺ を生じる物質 D 水に溶かすとOH ⁻ を生じる物質 Z わからない
解答	B 相手からH ⁺ を受け取る物質
解説	AとBはブレンステッド・ローリーの定義の説明で、CとDはアレニウスの定義の説明である。 Aがブレンステッド・ローリーの酸、Bがブレンステッド・ローリーの塩基、Cがアレニウスの酸、Dがアレニウスの塩基についてである。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	“水に溶かすとOH ⁻ を生じる物質”とは何の説明か。
選択肢	A アレニウスの定義における酸 B アレニウスの定義における塩基 C ブレンステッド・ローリーの定義における酸 D ブレンステッド・ローリーの定義における塩基

解答	Z わからない
解説	B アレニウスの定義における塩基 アレニウスの定義において、水に溶かすと電離してH ⁺ を生じる物質が酸であり、水に溶かすとOH ⁻ を生じる物質が塩基である。ブレンステッド・ローリーの定義において、相手にH ⁺ を与える物質が酸であり、相手からH ⁺ を受け取る物質が塩基である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	“相手にH ⁺ を与える物質”とは何の説明か。
選択肢	A アレニウスの定義における酸 B アレニウスの定義における塩基 C ブレンステッド・ローリーの定義における酸 D ブレンステッド・ローリーの定義における塩基 Z わからない
解答	C ブレンステッド・ローリーの定義における酸
解説	アレニウスの定義において、水に溶かすと電離してH ⁺ を生じる物質が酸であり、水に溶かすとOH ⁻ を生じる物質が塩基である。ブレンステッド・ローリーの定義において、相手にH ⁺ を与える物質が酸であり、相手からH ⁺ を受け取る物質が塩基である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	水酸化物イオンを表すイオン式はどれか。
選択肢	A OH ⁻ B H ₃ O ⁺ C H ⁺

	D CO_3^{2-} Z わからない
解答	A OH ⁻
解説	水酸化物イオンのイオン式はOH ⁻ である。 ちなみに、Bはオキソニウムイオン、Cは水素イオン、Dは炭酸イオンのイオン式である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	電離して水素イオンになることができるHの数を何としようか。
選択肢	A 酸の価数 B プロトン傾向 C イオン化傾向 D 塩基の価数 Z わからない
解答	A 酸の価数
解説	電離して水素イオンになることができるHの数を酸の価数という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	水に溶かした酸や塩基のうち、電離するものの割合を何としようか。
選択肢	A 電離傾向 B 電離割合 C 分離傾向 D 電離度 Z わからない
解答	D 電離度

解説	水に溶かした酸や塩基のうち、電離するものの割合を電離度という。 ちなみに、電離度は温度、濃度によって値が変わる。 電離度 $\alpha = \frac{\text{電離した電解質の物質質量}}{\text{溶解した電解質の物質質量}}$
----	---

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	電離度が大きく、同じモル濃度で多くのH ⁺ を生じるものを何としようか。
選択肢	A 強酸 B 弱酸 C 強塩基 D 弱塩基 Z わからない
解答	A 強酸
解説	弱塩基は電離度が小さい。また、塩基も酸と同様に、電離度が大きい塩基を強塩基、電離度の小さい塩基を弱塩基という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	$[\text{H}^+] > 1.0 \times 10^{-7} > [\text{OH}^-]$ と表される水溶液は酸性、塩基性、中性のどれか。
選択肢	A この表示では酸性、塩基性、中性はわからない B 塩基性 C 中性 D 酸性 Z わからない
解答	D 酸性

解説	<p>1.0×10^{-7} を中性とし、1.0×10^{-7} よりも $[H^+]$ が多く、少ない $[OH^-]$ ことから、水溶液は酸性となる。</p> <p>$[H^+] > 1.0 \times 10^{-7} > [OH^-]$ は酸性</p> <p>$[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} = [OH^-]$ は中性</p> <p>$[H^+] < 1.0 \times 10^{-7} < [OH^-]$ は塩基性を表している。</p>
----	---

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	pH の値において、中性水溶液をとして中心となる値はいくつか。
選択肢	<p>A pH 1</p> <p>B pH 6</p> <p>C pH 7</p> <p>D pH 10</p> <p>Z わからない</p>
解答	C pH 7
解説	中性水溶液の pH の値は 7 が中心である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	pH 指示薬の中でも塩基性の指示薬はどれか。
選択肢	<p>A フェノールフタレイン</p> <p>B BTB</p> <p>C メチルオレンジ</p> <p>D 硝酸銀水溶液</p> <p>Z わからない</p>
解答	A フェノールフタレイン
解説	フェノールフタレインは塩基性の場合、透明から赤紫色に変化する。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	酸と塩基がたがいの性質を打ち消しあって塩を形成することを何というか。
選択肢	<p>A 無極化</p> <p>B 中性化</p> <p>C 酸化</p> <p>D 中和</p> <p>Z わからない</p>
解答	D 中和
解説	酸と塩基がたがいの性質を打ち消しあって塩を形成することを中和、もしくは中和反応という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	中和反応において必ず生成するものは何か。
選択肢	<p>A 水</p> <p>B 塩</p> <p>C 酸素</p> <p>D 水素</p> <p>Z わからない</p>
解答	B 塩
解説	中和反応では酸の陰イオンと塩基の陽イオンから必ず塩が生成される。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 2節 酸と塩基
学習項目	酸・塩基と中和
問題	
問題文	弱酸と弱塩基を用いた中和滴定において、pH指示薬として適当なのはフェノールオレンジとメチルオレンジのどちらか。
選択肢	A フェノールフタレイン B メチルオレンジ C フェノールフタレインもメチルオレンジも使える D フェノールフタレインもメチルオレンジも使えない Z わからない
解答	D フェノールフタレインもメチルオレンジも使えない
解説	<p>弱酸+弱塩基の場合、中和点付近でのpHの変化域が小さく、フェノールフタレインもメチルオレンジも変色域が対応できない。(赤い丸で囲んだ部分の変色域を持つ指示薬を用いる)</p>

	C 酸性側に偏る D 塩基性に偏る Z わからない
解答	C 酸性側に偏る
解説	強酸と弱塩基を用いた中和滴定では、pHは酸性側に偏る。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題	
問題文	銅を空気中で加熱すると黒色の酸化銅(II)ができる。このような反応を何というか。
選択肢	A 炭化 B 酸化 C 還元 D 置換 Z わからない
解答	B 酸化
解説	銅は酸素と結合して酸化銅になる。 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ このように物質が酸素を受け取る反応を酸化という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題	
問題文	酸化銅(II)を水素と反応させると銅が得られる。このような反応を何というか。
選択肢	A 還元 B 置換 C 脱離

	D 求核 Z わからない
解答	A 還元
解説	酸化銅(II)は水素と反応すると酸素を失う。 $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ このように物質が酸素を失う反応を還元という。ちなみに、今回の反応では、水素は酸素を受け取るので酸化されている。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題文	水(H_2O)の酸化数はいくつか。
選択肢	A 0 B 1 C 2 D 3 Z わからない
解答	A 0
解説	化合物の酸化数は化合物の構成原子の酸化数から計算する。水の場合、水素原子の酸化数は+1、酸素の酸化数は-2であることから、 $+1 \times 2 + (-2) \times 1 = 0$ となり酸化数は0となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題文	銅イオン(Cu^{2+})の酸化数はいくつか。
選択肢	A 0 B 1

	C 2 D 3 Z わからない
解答	C 2
解説	単原子イオンの原子の酸化数や多原子イオン中の原子の酸化数の総和は、そのイオンの価数に等しくなるため、銅イオンの酸化数は2となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題文	相手を酸化するはたらきのある物質を(①)といい、相手を還元するはたらきのある物質を(②)という。(①)、(②)に当てはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。
選択肢	A ①酸化剤 ②求引剤 B ①求引剤 ②酸化剤 C ①還元剤 ②求引剤 D ①酸化剤 ②還元剤 Z わからない
解答	D ①酸化剤 ②還元剤
解説	相手を酸化するはたらきのある物質を酸化剤といい、相手を還元するはたらきのある物質を還元剤という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題文	水中または水溶液中で、金属の単体の金属イオンへのなりやすさの傾向を金属の(①)といい、イオンになりやすいものから金属を並べたものを(②)という。(①)、(②)に当てはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。

選択肢	A ①イオン化傾向 ②傾向列 B ①イオン化傾向 ②イオン化列 C ①電子放出傾向 ②傾向列 D ①電子放出傾向 ②イオン化列 Z わからない
解答	B ①イオン化傾向 ②イオン化列
解説	水中または水溶液中で、金属の単体が金属イオンになる傾向を金属のイオン化傾向といい、金属をイオン化傾向の大きい順に並べたものをイオン化列という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題	特定の金属は希塩酸、希硫酸や希硝酸と反応させると溶けるが、濃硝酸の場合、表面に緻密な酸化物の被膜をつくってそれ以上溶けなくなる。このような状態を何というか。
選択肢	A ガード態 B 不動態 C 不動態 D 強固体 Z わからない
解答	C 不動態
解説	濃硝酸の中に金属を入れると表面に酸化被膜をつくり、溶けることができなくなる現象を不動態という。ちなみに、不動態となりえる金属にはAl、Fe、Niなどがある。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題	

問題文	電流は、電子の流れとは逆に正極から負極に流れる。このとき、正極と負極間に生じる電位差を何というか。
選択肢	A 誘導電流 B 電極間力 C 起電力 D 充電 Z わからない
解答	C 起電力
解説	正極と負極間に生じる電位差を起電力といい、単位はV(ボルト)で表される。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題	電池は放電が進むと起電力が低下する。この時、外部から放電と逆向きの電流を流すと充電できるものがある。このような電池を何というか。
選択肢	A 一次電池 B 蓄電池 C 乾電池 D エネループ Z わからない
解答	B 蓄電池
解説	充電ができる電池のことを二次電池、もしくは蓄電池という。ちなみに、充電できない電池のことを一次電池という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 3節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題	赤鉄鉱や磁鉄鉱などの鉄鉱石はコークスと共に溶鉱炉に入れると鉄が得ら

選択肢	れる。このような操作のことを何というか。 A 精錬 B 製鉄 C 還元 D 精製 Z わからない
解答	A 精錬
解説	鉄鉱石をコークスとともに溶鉱炉に入れると還元されて鉄がえられる。このような操作を精錬という。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 3 節 酸化還元反応
学習項目	酸化と還元
問題	
問題文	フアラデー定数の説明として最も適切なものはどれか。
選択肢	A 電気分解において、陰極や陽極で変化した物質の物質量は、流れた電流量に比例する B 1mol あたりの粒子の数は 6.02×10^{23} である C 同じ化合物の成分元素の質量比は、つねに一定である D 化学反応の前で物質の総質量はかわらない Z わからない
解答	A 電気分解において、陰極や陽極で変化した物質の物質量は、流れた電流量に比例する
解説	フアラデー定数とは電気分解において、陰極や陽極で変化した物質の物質量は、流れた電流量に比例するというものである。ちなみに、B はアボガドロ定数、C は定比例の法則、D は質量保存の法則の説明である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量

問題	
問題文	ある原子は酸素原子の 2 倍の質量であることが分かった。この時、この原子は何か。 それぞれの原子量は次のものとする。 N : 14、O : 16、Si : 28、S : 32、Ca : 40
選択肢	A 窒素 B ケイ素 C 硫黄 D カルシウム Z わからない
解答	C 硫黄
解説	酸素の原子量は 16 である。ある物質の質量が酸素原子の 2 倍ということから 32 ということがわかる。原子量を与えられた物質のうち当てはまるものは S : 32 より、ある物質は硫黄となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	プロパン(C_3H_8)の分子量を求めよ。 ただし、C の原子量を 12、H の原子量を 1 とする。
選択肢	A 20 B 39 C 44 D 104 Z わからない
解答	C 44
解説	プロパン(C_3H_8)は C が 3 個、H が 8 個で構成されている。 よって分子量は $\text{C} \times 3 + \text{H} \times 8 = 12 \times 3 + 1 \times 8 = 44$

問題情報	
科目	化学基礎

章・節	3章 物質の変化 1節 物質質量と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	エタノールの分子量を求めよ。 ただし、Oの原子量を16、Cの原子量を12、Hの原子量を1とする。
選択肢	A 41 B 46 C 47 D 62 Z わからない
解答	B 46
解説	エタノールの化学式は $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ である。 よって分子量は $\text{C} \times 2 + \text{H} \times 6 + \text{O} \times 1 = 46$ となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質質量と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	窒素の分子量を求めよ。 ただし、Nの原子量は14とする。
選択肢	A 7 B 14 C 28 D 42 Z わからない
解答	C 28
解説	窒素分子はN原子2つで構成されている。 よって分子量は $\text{N} \times 2 = 28$ となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質質量と化学反応式

学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	ある分子は酸素原子と同じ質量であることが分かった。この時、この分子は何か。 それぞれの原子量は次のものとする。 H : 1.0、C : 12、N : 14、O : 16、Na : 23、Cl : 35.5
選択肢	A 水 B アンモニア C メタン D 塩化ナトリウム Z わからない
解答	C メタン
解説	それぞれの化学式と分子量は次の通りである。 A : 水 化学式は H_2O 分子量は $\text{H} \times 2 + \text{O} = 1.0 \times 2 + 16 = 18$ B : アンモニア 化学式は NH_3 分子量は $\text{N} + \text{H} \times 3 = 14 + 3 = 17$ C : メタン 化学式は CH_4 分子量は $\text{C} + \text{H} \times 4 = 12 + 4 = 16$ D : 塩化ナトリウム 化学式は NaCl 分子量は $\text{Na} + \text{Cl} = 23 + 35.5 = 58.5$ よって、酸素の原子量16と等しいのはメタンである。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質質量と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	ナトリウムイオン(Na^+)の式量を求めよ。 ただし、Naの原子量は23とする。
選択肢	A 22 B 23 C 24 D 12 Z わからない
解答	B 23
解説	式量は組成式やイオン式を構成する原子の原子量の総和である。電子はとも軽いのので無視する。 よって、ナトリウムイオンは1個のナトリウム原子からできているので

	23 となる。
--	---------

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)の式量を求めよ。 ただし、S の原子量を 32、O の原子量を 16 とする。
選択肢	A 32 B 64 C 94 D 96 Z わからない
解答	D 96
解説	式量は組成式やイオン式を構成する原子の原子量の総和である。この時、電子はととも軽いので無視する。 よって、硫酸イオンは 1 個の S と 4 個の O からできているので $32 \times 1 + 16 \times 4 = 96$ となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	塩化ナトリウムの式量を求めよ。 ただし、Na の原子量を 23、Cl の原子量を 35.5 とする。
選択肢	A 58.5 B 81.5 C 94 D 117 Z わからない
解答	A 58.5

解説	塩化ナトリウムは 1 個の塩素 1 個のナトリウムからできているので $35.5 + 23 = 58.5$ となる。
----	---

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	エタン(CH ₃ CH ₃)、二酸化炭素(CO ₂)、カルシウムイオン(Ca ²⁺)、アンモニア(NH ₃)の 2 中で分子またはイオン 1 個の質量が一番大きいものを選べ。 ただし、C の原子量を 12、O の原子量を 16、N の原子量を 14、Ca の原子量を 40、H の原子量を 1 とする。
選択肢	A エタン B 二酸化炭素 C カルシウムイオン D アンモニア Z わからない
解答	B 二酸化炭素
解説	それぞれの質量は次の通りである。 CH ₃ CH ₃ = 30、CO ₂ = 44、Ca ²⁺ = 40、NH ₃ = 17 よって、二酸化炭素分子(CO ₂)の質量が一番大きい。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	炭酸ナトリウム十水和物(Na ₂ CO ₃ ・10H ₂ O)の式量を求めよ。 ただし、Na の原子量を 23、C の原子量を 12、O の原子量を 16、H の原子量を 1 とする。
選択肢	A 106 B 124 C 214

	D 286 Z わからない
解答	D 286
解説	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ は 1 つの Na_2CO_3 と 10 個の水分子 (H_2O) からできている。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	塩素の同位体において ^{35}Cl が 75%、 ^{37}Cl が 25% の割合で存在しているとす。この時、塩素の原子量を求めよ。 ただし、 ^{35}Cl の原子量を 35、 ^{37}Cl の原子量を 37 とする。
選択肢	A 35 B 35.5 C 36 D 36.5 Z わからない
解答	B 35.5
解説	同位体の相対質量と存在比より 原子量 35 の塩素が 75%、原子量 37 の塩素が 25% なので以下のよう求める。 $35 \times \frac{75}{100} + 37 \times \frac{25}{100} = 35.5$

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	塩素には 2 種類の同位体が存在し、相対質量 37 の ^{37}Cl が 25% を占めている。塩素の原子量が 35.5 であるとき、もう一つの塩素の相対質量を求め

153

	よ。 A 35 B 36 C 37 D 38 Z わからない
解答	A 35
解説	同位体の分からない方の相対質量を X とし、存在比、及び原子量から以下のように求める。 $X \times \frac{75}{100} + 37 \times \frac{25}{100} = 35.5$ X = 35

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	天然のホウ素には ^{10}B と ^{11}B の同位体が存在している。ホウ素の原子量が 10.8 であるとき、 ^{10}B の存在比として最も近いものを選びなさい。 ただし、 ^{10}B の相対質量を 10、 ^{11}B の相対質量を 11 とする。
選択肢	A 5% B 10% C 20% D 30% Z わからない
解答	C 20%
解説	同位体の片方の存在比を X とし、原子量とそれぞれの相対質量から以下のように求める。 $10 \times \frac{X}{100} + 11 \times \frac{100-X}{100} = 10.8$ X = 20

問題情報	
科目	化学基礎

154

章・節	3章 物質の変化 1節 物質質量と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	6.0×10^{23} 個の酸素分子の物質質量は何 mol か。 ただし、アボガドロ定数は $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ である。
選択肢	A 0.1 mol B 1 mol C 6 mol D 10 mol Z わからない
解答	B 1 mol
解説	アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ より 6.0×10^{22} 個の分子は 1 mol。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質質量と化学反応式
学習項目	原子量、分子量、式量
問題	
問題文	180gの水(H_2O)に含まれる水素原子は何個か。 ただし、アボガドロ定数は $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ 、Hの原子量は1.0、Oの原子量は16とする。
選択肢	A 6.0×10^{23} 個 B 1.8×10^{24} 個 C 6.0×10^{25} 個 D 1.2×10^{26} 個 Z わからない
解答	D 1.2×10^{26} 個
解説	水 1 mol は $\text{H}_2\text{O} = 1.0 \times 2 + 16 = 18$ より 18g であるため、水 180g は 10 mol である。 ここで、水 1 分子の反応式は $\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ である。1 mol の水素分子から 1 mol の水ができることから、10 mol の水を生成するには 10 mol の水素分子が必要である。 よって、水素分子の個数は $10 \text{ mol} \times 6.0 \times 10^{23} = 6.0 \times 10^{24}$ 個 ただ、今回の問題で求められているのは水素原子の数である。水素分子は水素原子 2 個からできているため、水素分子の個数を 2 倍しなければなら

	ない。
--	-----

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質質量と化学反応式
学習項目	物質質量、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	3×10^{24} 個のカリウムイオン(K^+)の物質質量は何 mol か。 ただし、アボガドロ定数は $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。
選択肢	A 0.5 mol B 2 mol C 5 mol D 20 mol Z わからない
解答	C 5 mol
解説	アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ よりカリウムの個数をアボガドロ定数で割って求める。 $3.0 \times 10^{24} / 6.0 \times 10^{23} = 5 \text{ mol}$

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質質量と化学反応式
学習項目	物質質量、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	4 molの水素に含まれる水素分子の数はいくつか。 ただし、アボガドロ定数は $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。
選択肢	A 3.0×10^{23} 個 B 2.4×10^{23} 個 C 4.0×10^{23} 個 D 2.4×10^{24} 個 Z わからない
解答	C 4.0×10^{23} 個

解説	アボガドロ定数より $1 \text{ mol} = 6.0 \times 10^{23}$ なので $4 \text{ mol} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = 2.4 \times 10^{24}$ 個となる。
----	---

	$20 \text{ mol} \times 4 \text{ g} = 80 \text{ g}$ となる。
--	---

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	物質、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	二酸化炭素(CO_2)22 g は何 mol か。 ただし、C の原子量を 12、O の原子量を 16 とする。
選択肢	A 0.5 mol B 1.0 mol C 2.5 mol D 5.0 mol Z わからない
解答	A 0.5 mol
解説	二酸化炭素の分子量は 44 である。よって、 $1 \text{ mol} = 44 \text{ g}$ から $22/44 = 0.5 \text{ mol}$ となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	物質、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	標準状態において 11.2 L の窒素は何 mol か。 ただし、窒素の原子量を 14 とする。
選択肢	A 0.1 mol B 0.5 mol C 1.0 mol D 1.5 mol Z わからない
解答	B 0.5 mol
解説	1 mol の気体の体積は標準状態において 22.4 L である。 よって $11.2/22.4 = 0.5 \text{ mol}$ となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	物質、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	20 mol のヘリウム(He)の質量はいくつか。 ただし、ヘリウムの原子量を 4 とする。
選択肢	A 20 g B 40 g C 60 g D 80 g Z わからない
解答	D 80 g
解説	ヘリウムの原子量が 4 ということから、 $1 \text{ mol} = 4 \text{ g}$ なので、

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	物質、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	標準状態において 56 L の水素(H_2)は何 mol か。 ただし、水素の原子量を 1.0 とする。
選択肢	A 1.0 mol B 2.0 mol C 2.5 mol D 3.0 mol Z わからない
解答	C 2.5 mol
解説	1 mol の気体の体積は標準状態において 22.4 L である。 よって $56/22.4 = 2.5 \text{ mol}$ となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	銅原子(Cu) 12×10^{22} 個の物質は何 mol か。 ただし、銅原子の原子量は 63.5、アボガドロ定数は $M_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。
選択肢	A 0.2 mol B 1.0 mol C 2.0 mol D 20 mol Z わからない
解答	A 0.2 mol
解説	アボガドロ定数より $1 \text{ mol} = 6.0 \times 10^{23}$ なので、 $\frac{12 \times 10^{22}}{6.0 \times 10^{23}} = 0.2 \text{ mol}$ となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	鉄イオン(Fe^{2+}) 0.5 mol は何個か。
選択肢	A 0.5×10^{23} 個 B 3.0×10^{23} 個 C 5.0×10^{23} 個 D 6.0×10^{23} 個 Z わからない
解答	B 3.0×10^{23} 個
解説	アボガドロ定数より $1 \text{ mol} = 6.0 \times 10^{23}$ 個なので $0.5 \text{ mol} \times 6.0 \times 10^{23} \text{ 個} = 3.0 \times 10^{23}$ 個となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	水分子(H_2O) 5.0 mol に含まれる酸素分子の物質は何 mol か。 ただし、水素の原子量は 1、酸素の原子量は 16 とする。
選択肢	A 0.5 mol B 2.0 mol C 2.5 mol D 5.0 mol Z わからない
解答	C 2.5 mol
解説	水 1 分子の反応式は $\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ である。 1 mol の水分子の生成には 0.5 mol の酸素分子が必要であることから、 5.0

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質と化学反応式
学習項目	物質、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	酸素(O_2) 0.75 mol は標準状態で何 L か。
選択肢	A 7.5 L B 15.0 L C 16.8 L D 22.3 L Z わからない
解答	C 16.8 L
解説	標準状態で物質 $1 \text{ mol} = 22.4 \text{ L}$ より $1/0.75 \times 22.4 \text{ L} = 16.8 \text{ L}$ となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質量と化学反応式
学習項目	物質量、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	標準状態において、1 L の質量が 5 g の気体の分子量を求めよ。
選択肢	A 112 B 156 C 500 D 5000 Z わからない
解答	A 112
解説	1 mol = 22.4 L なので、22.4 L の質量を計算するとそれが気体の分子量となる。 よって、 $5 \text{ g} \times 22.4 \text{ L} = 112$ となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質量と化学反応式
学習項目	物質量、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	メタン(CH ₄) 4 mol は標準状態で何 L か。 ただし、C の原子量を 12、H の原子量を 1 とする。
選択肢	A 16 B 22.4 C 64 D 89.6 Z わからない
解答	D 89.6
解説	標準状態で物質 1 mol = 22.4 L より $4 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} = 89.6 \text{ L}$ となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質量と化学反応式
学習項目	物質量、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	標準状態で 2.8 L の酸素は何 mol で何 g か。 ただし、酸素の原子量は 16 とする。
選択肢	A 0.125 mol 2 g B 0.125 mol 4 g C 0.25 mol 4 g D 0.25 mol 8 g Z わからない
解答	B 0.125 mol 4 g
解説	標準状態において 1 mol = 22.4 L なので、2.8 L は $2.8 \text{ L} / 22.4 \text{ L} = 0.125 \text{ mol}$ である。 酸素の分子量は $16 \times 2 = 32$ なので、 $32 \times 0.125 \text{ mol} = 4 \text{ g}$

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3章 物質の変化 1節 物質量と化学反応式
学習項目	物質量、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	標準状態で 0.5 L の質量が 0.2 g の気体がある。この気体の分子量はいくらか。分子量に最も近い値を選びなさい。
選択肢	A 1 B 5 C 9 D 14 Z わからない
解答	C 9
解説	標準状態において、1 mol は 22.4 L である。 $22.4 \text{ L} : 0.5 \text{ L} = X \text{ g} : 0.2 \text{ g}$ $X = 8.96 \text{ g}$

	つまり、22.4 L のとき 8.96 g なので、この気体 1 mol の分子量は 8.96 と なる。
--	--

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	3 章 物質の変化 1 節 物質と化学反応式
学習項目	物質、気体の体積、モルの概念
問題	
問題文	ドライアイスが昇華した時の体積が 11.2 L であった。これに含まれる二酸化炭素の物質量は何 mol か。 ただし、C の原子量を 12、酸素の原子量を 16 とする。
選択肢	A 0.5 mol B 1.0 mol C 11.2 mol D 28 mol Z わからない
解答	A 0.5 mol
解説	ドライアイスは二酸化炭素の固体状態のことである。 標準状態において、1 mol = 22.4 L である。よって、11.2 L は 0.5 mol であり、これがこの二酸化炭素の物質量となる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	天秤の使い方
問題	
問題文	電子天秤には画像のような水準器がついている。 これは何を確認するためのものか。
選択肢	A 天秤ではかる物質の重さが置れる限界を超えていないか



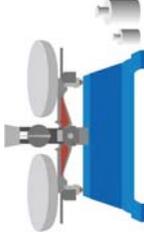
	B 天秤が水平に置かれているか C 天秤の設置されている場所の室温が測定に適しているか D 天秤に異常が起きていないか Z わからない
解答	B 天秤が水平に置かれているか
解説	電子天秤は天秤に垂直方向にかかる力(質量×重力)を検出するため、斜めに設置されていると正確に測定することができない。そこで、水平に置かれていることを確認しなければならない。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	天秤の使い方
問題	
問題文	この電子天秤には側面に図のような表示があった。この電子天秤を用いて図ることのできないものはどれか。
選択肢	A イチゴ(30 g) B ミカン(120 g) C バナナ 3 本(1 本 70 g) D リンゴ(320 g) Z わからない
解答	D リンゴ(320 g)
解説	この天秤の測定限界は Max220 g より 220 g である。そのため、測定限界を超えるリンゴを測定することはできない。

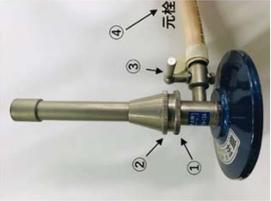


問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	天秤の使い方
問題	

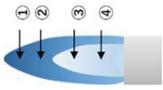
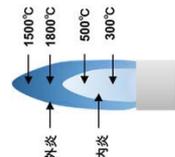
問題文	電子天秤を用いてある試料の質量を測定したい。次の①～④を操作の順番にそって並べなおしたとき、3番目に行う操作はどれか。 ① 電子天秤の電源を入れる ② ゼロ点調整スイッチを押す ③ 葉包紙をのせる ④ 試料をゆっくりとのせる
選択肢	A ① B ② C ③ D ④ Z わからない
解答	B ②
解説	操作手順は ① 電子天秤の電源を入れる→③葉包紙をのせる→②ゼロ点調整スイッチを押す→④試料をゆっくりとのせるとなる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	天秤の使い方
問題	
問題文	上皿天秤の使い方について間違っているものはどれか。 
選択肢	A 分銅をのせるときは指で静かにのせる B 指針は針が止まるまで待たずとも左右の振れ幅が同じであれば釣り合ったとみなしてよい C 一定量の物質をはかり取るときは先に分銅をのせる D 物質の質量をはかるときは先に物質をのせる Z わからない

解答	A 分銅をのせるときは指で静かにのせる
解説	分銅は素手で触れるときびびり汚がついて質量が変わってしまうので、ピセットで扱わなければならない。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ガスバーナーの使い方
問題	
問題文	ガスバーナーに点火する操作手順として4番目に操作するのは図の①～④のうちどれか。 
選択肢	A ① B ② C ③ D ④ Z わからない
解答	B ②
解説	ガスバーナーを点火する時は火から遠い順に操作していく。 ④元栓をあけ、③コックをあけ、①ガス調節ねじをひらき点火し、ガス調節ねじを抑えながら②空気調節ねじを回して炎の色を調整する。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ガスバーナーの使い方
問題	

問題文	<p>ガスバーナーの炎において最も温度が高いのは①～④のどの部分か。</p> 
選択肢	<p>A ① B ② C ③ D ④ Z わからない</p>
解答	B ②
解説	<p>ガスバーナーは外炎の中心部分の温度が最も高い。</p> 

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ガスバーナーの使い方
問題	
問題文	<p>ガスバーナーの炎が絵のような状態であった時の説明として最も適切なものはどれか。</p> 
選択肢	<p>A 実験に適した状態なのでそのままがいい B 空気が多すぎるので空気調節ねじを回して調節する C 空気が不足しているので空気調節ねじを回して調節する。</p>

167

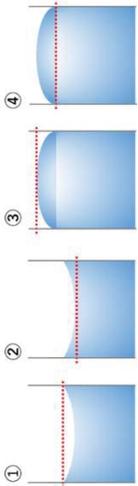
	<p>D ガスが多すぎるのでガス調節ねじを回して調節する。 Z わからない</p>
解答	C 空気が不足しているので空気調節ねじを回して調節する。
解説	<p>ガスバーナーの炎が赤いときは空気が不足している。そのため、空気調節ねじを回して空気の量を増やす必要がある。</p>

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ガスバーナーの使い方
問題	
問題文	<p>ガスバーナーの火を消火するとき、最初に操作するのは図のA～Dのどこか。</p> 
選択肢	<p>A ① B ② C ③ D ④ Z わからない</p>
解答	B ②
解説	<p>消火は点火の逆の手順で行う。火に近いところからしめていくため、最初に空気調節ねじをしめる。</p>

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ピーカー

168

問題	
問題文	画像のガラス器具の名称は何か。 
選択肢	A ビュレット B 三角フラスコ C メスフラスコ D コニカルビーカー Z わからない
解答	D コニカルビーカー
解説	コニカルビーカーは口がやや細くなったビーカーで、ビーカーと三角フラスコの間くらい形状である。口が細くなっているため、溶液を攪拌するとき内部の溶液がこぼれにくい。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ビーカー
問題	
問題文	ビーカーに水を入れた場合、水の量を見るのはどの位置(赤い線)か。 
選択肢	A ① B ② C ③ D ④ Z わからない

解答	B ②
解説	容器と水の相互作用により、水面の屈曲が起こる。これをメニスカスという。水のメニスカスは凹型なので選択肢A、Bが水あてはまり、凹型の場合はメニスカスの下面の値を読む。ちなみに、メニスカスが凸型の場合は選択しCのようにメニスカスの上面の値を読む

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	フラスコ
問題文	写真のようなガラス器具の名称は何か。 
選択肢	A ナスフラスコ B ナシ型フラスコ C 平底フラスコ D トールフラスコ Z わからない
解答	C 平底フラスコ
解説	写真のような底辺が平らとなっているものを平底フラスコという。

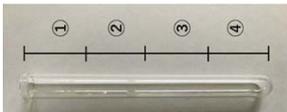
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	フラスコ
問題	
問題文	 <p>丸底フラスコは底面が平らとなっていないため、台の上に置くことは難しい。このような形状のフラスコが適している操作は何か。</p>
選択肢	<p>A 冷凍保管 B 常温保存 C 加圧 D 減圧 Z わからない</p>
解答	D 減圧
解説	丸底フラスコは薬品の反応で生じる圧力や衝撃に耐えるためにガラスが肉厚になっている。よって加熱や減圧操作に適している。ただし、ガラスは往々にして減圧には強いが加圧には弱いので注意が必要である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	三角フラスコ
問題	
問題文	三角フラスコはビーカーと同様に、溶液の調整や一時保管、小分けなど様々な用途に用いることができる。画像のように三角フラスコは口が細くなっていることから、ビーカーよりも三角フラスコの方が一時保管に適している液体はどれか。

	
選択肢	<p>A アセトン B 水 C 海水 D オレンジジュース Z わからない</p>
解答	A アセトン
解説	口の細い三角フラスコはビーカーに比べて攪拌時にこぼれにくいだけでなく、揮発性の高い溶液が蒸発しにくいという利点ももっている。アセトンは沸点56°Cと水に比べて揮発性が高い液体である。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	試験管
問題	
問題文	 <p>試験管に薬さじで粉末を入れる方法として、最も適切なものはどれか</p>
選択肢	<p>A 試験管を斜めにし、試験管の口より中に薬さじを入れずにしながら試験管に粉末を移す B 試験管をまっすぐ立てたまま、試験管の口より中に薬さじを入れない</p>

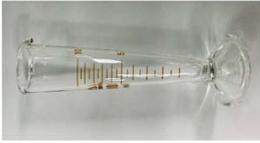
	<p>ようにしながら試験管に粉末を移す</p> <p>C 試験管を斜めにし、試験管の底まで薬さじを入れて粉末を試験管に移す。</p> <p>D 試験管をまっすぐ立てたまま、試験管の底まで薬さじを入れて粉末を試験管に移す</p> <p>Z わからない</p>
解答	C 試験管を斜めにし、試験管の底まで薬さじを入れて粉末を試験管に移す。
解説	<p>薬さじで粉末を取り、試験管を斜めに傾けた状態で薬さじを試験管の奥まで入れて粉末を移す。</p> 

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	試験管
問題	
問題文	<p>試験管に液を入れる場合、入れる液の量の目安は図の①～④のどの辺りまでか。</p> 
選択肢	<p>A ①</p> <p>B ②</p> <p>C ③</p> <p>D ④</p>

	Z わからない
解答	D ④
解説	試験管に液を入れる場合、入れる液の量は1/4を目安とする。

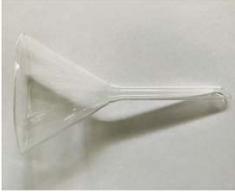
問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	試験管
問題	
問題文	試験管の扱い方として、間違っている説明はどれか
選択肢	<p>A 試験管を持つときは試験管上部を親指、人差し指、中指の3本で軽くつまむように持つ</p> <p>B 試験管に液体を入れて振り混ぜるときは、底で円をかくように混ぜる</p> <p>C 試験管内の液体を激しく混ぜるときは、こぼれないよう指で線をして振る</p> <p>D 試験管に入れた液体を加熱する場合は沸騰石を入れ、振りながら加熱する</p> <p>Z わからない</p>
解答	C 試験管内の液体を激しく混ぜるときは、こぼれないよう指で線をして振る
解説	試験管を激しく振るとき、指で栓をすと試験管が指について危険である。ご無線などで栓をして振らなければならない。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ガラス器具
問題	

問題文	写真のガラス器具の名前は何か。 
選択肢	A メスシリンダー B メートルガラス C コニカルピーカー D 円錐シリンダー Z わからない
解答	B メートルガラス
解説	円錐状しておりメートルガラスという。取手がついているものなどもあるが、酸やアルカリなど様々なものを加えるとき、1つの容器で相対的な精度を落とさずにはかり取れるものである。特に粘度の高い液体にはメートルガラスを用いる。ただし、メスシリンダーよりも測定精度は落ちる。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ガラス器具
問題	
問題文	この中でホールピペットはどれか。 

選択肢	A ① B ② C ③ D ④ Z わからない
解答	B ②
解説	ホールピペットは②である。 ちなみに、①は駒込ピペット、③はメスピペット、④はバスツールピペットである。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ガラス器具
問題	
問題文	このガラス器具の名称は何か。 
選択肢	A フィルター B 漏斗 C キリヤマ D 活栓 Z わからない
解答	B 漏斗
解説	このガラス器具を漏斗という。液体、または粉体を口径の小さな穴、または管を通して投入する際に用いる。また、ガラス以外の素材でできたものもある。

問題情報	
科目	化学基礎
章・節	序章 実験の基礎
学習項目	ガラス器具
問題	
問題文	<p>ピペットに付けて使うシリコンなどでできた写真の道具を何というか。</p> 
選択肢	<p>A ニップル B スポイト C 駒込 D ツマミ Z わからない</p>
解答	A ニップル
解説	ピペットに付けて使う写真の道具をニップルという。

化学分野社会人対象・学び直し講座 (eラーニング)

テーマ：化学実務に必要な実験技術
学習項目：化学分析・機器分析の実務操作向上

学校法人重里学園 日本分析化学専門学校

1

0. テーマの概要

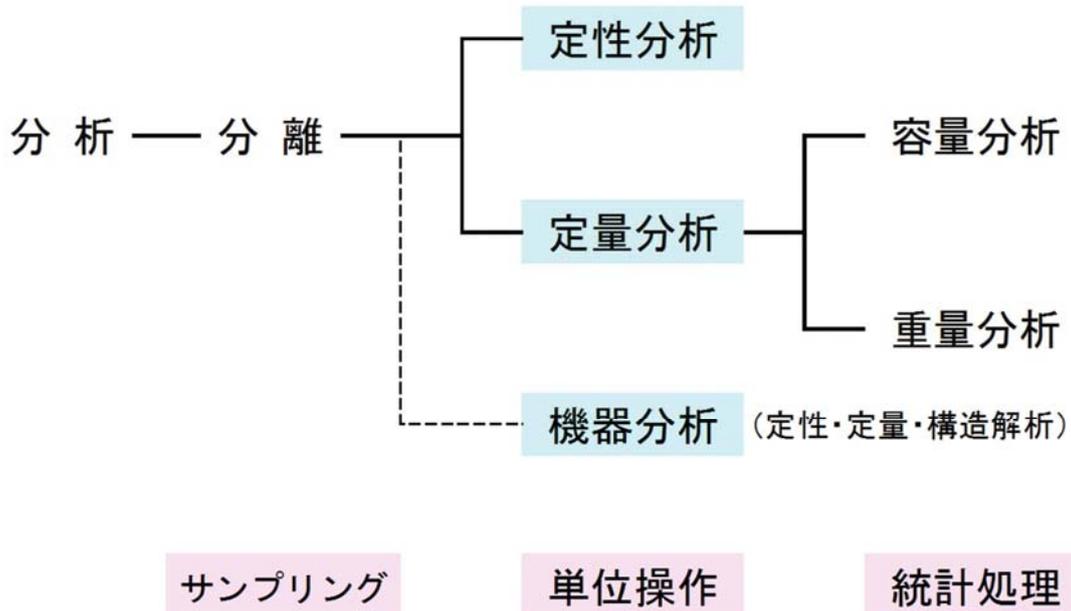
各業界で試験・検査・測定・管理等を正しく遂行するために必要な化学分析・機器分析の原理・方法等についての学び直しを行います。大凡の学習内容と学習時間は以下の通りです。

1. 単位操作 (約30分間)
2. サンプルング (約30分間)
3. 統計処理 (約30分間)
4. 定性分析 (約45分間)
5. 定量分析 (約45分間)
6. 機器分析 (約60分間)
7. 確認テスト (約30分間)

2

0. テーマの概要

○学習内容の位置付け



3



4

1. 単位操作

ここでの学び直し内容は以下の通りです。

- ・ 化学実験の基礎となる単位操作の知識
 - ・ ろ 過
 - ・ 透 析
 - ・ 沈 殿
 - ・ 抽 出
 - ・ 乾 燥
 - ・ 粉 砕
 - ・ 脱 気
 - ・ 濃 縮
 - ・ 温度調整
 - ・ 圧力調整

5

ろ 過

ろ過

液体試料中の固形物と、溶存物質とを分離する操作である。ただし、固形物と溶存物質の大きさについては定義がなく、各分野に操作上の定義がある。

例：環境水の浮遊物質(0.45 μ m孔径のフィルターを使用)

- ・ フィルターを通過する → 溶存成分
- ・ フィルターを通過せず → 懸濁成分

1) ろ紙

通常 11cm の円形のものを使用する。
沈殿の性質に適したものを使用する。

- ・ 5A : $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ など
- ・ 5C : BaSO_4 など



6

ろ過

2) ろ過器具と固液分離



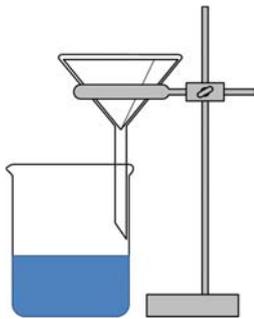
漏斗



ブフナー漏斗



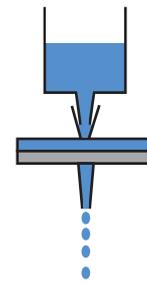
シリジフィルター



通常ろ過



減圧ろ過



加圧ろ過

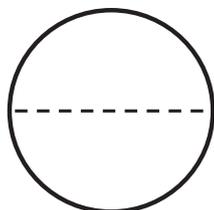
7

ろ過

3) ろ過の方法

- ・ ガラス棒は、ろ紙が三重になっている部分に当てる。
- ・ ろ紙を漏斗に密着させる。

ろ紙の折り方



少しずらして半分に折る



外側を少しちぎる

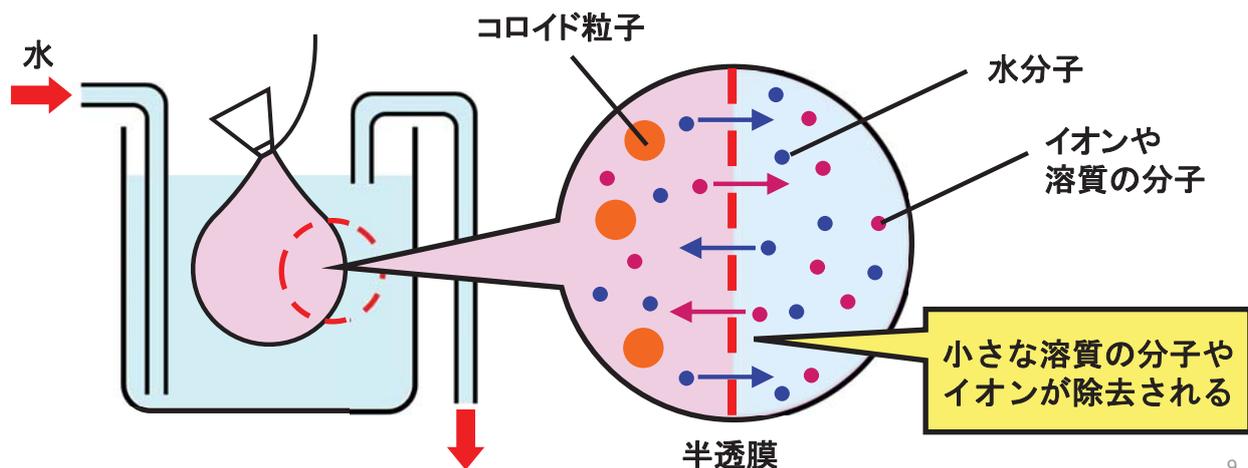
- ・ 上澄み液からガラス棒へと伝わらせて徐々に注ぐ。
- ・ 溶液をろ紙の8分目以上に入れないよう注意する。
- ・ 足は受け器に付ける。
- ・ ろ過の前に洗浄液で液柱をつくり、足の部分に気泡が入らないようにする。

8

透析

透析

コロイド溶液や高分子溶液を半透膜で包み、多量の溶媒に接しておくこと、イオンや低分子物質が透過し、**半透膜内のコロイド粒子や高分子化合物のみを取り出す**ことができる。タンパク質や酵素等の高分子物質の分離精製に用いられる。



9

沈殿

沈殿生成

化学分析における沈殿生成の主な目的は次の2点である。

- **重量分析**：最も正確度に優れた定量分析法である。
→次第に用いられなくなっている。
- **沈殿分離**：分離に加えて、精製プロセスでもある。
→実験の中でも重要なプロセスの一つ。

1) 沈殿の生成

不純物のない、ろ過しやすい結晶をつくる。

- **試料、沈殿剤溶液の液温を高く保つ。**
→溶解度を高くする。
- **濃度の低い沈殿剤を少量ずつ加える。**
→局所的な過飽和状態を防ぐ。



10

沈 殿

2) 沈殿の熟成

湯浴上で加熱する等、**沸とうさせず**におだやかに加熱して沈殿を熟成させる。



3) 沈殿の洗浄

解こうを防ぐために0.01~0.1M程度の**揮発性電解質溶液で洗浄する**。NH₄Cl溶液、NH₄NO₃溶液がよく用いられる。**少量の洗浄液を用い、繰り返し洗浄するのが効果的である。**

4) 均質沈殿法

沈殿物質と直接反応せず、**沈殿剤を徐々に放出するような物質を使用**して、均一な溶液中から沈殿させる方法である。

5) 共沈殿(担体沈殿法)

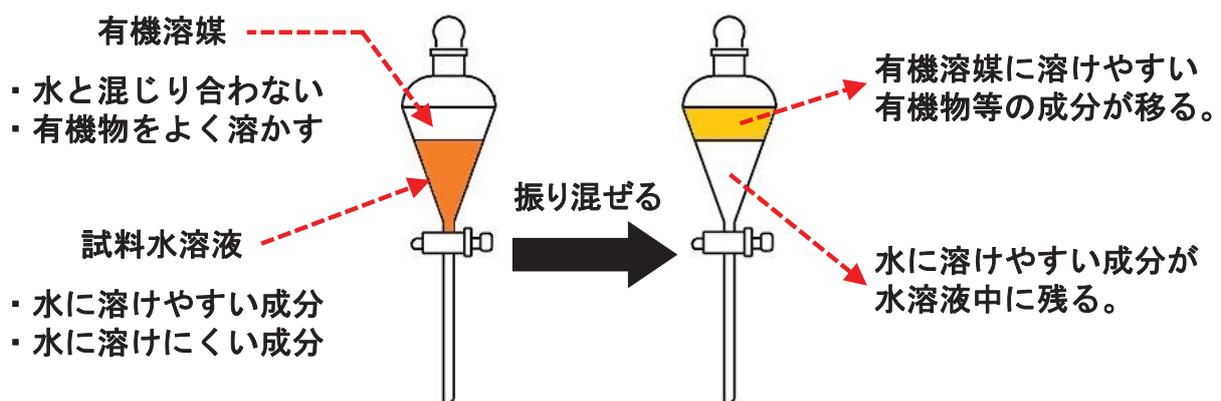
沈殿の汚染現象を利用して微量成分を水酸化物や硫化物に共沈殿させる方法で、機器分析の前処理に広く用いられる。

11

抽 出

1) 液液抽出(液体分配・溶媒抽出)

溶液状または溶液化した**試料中の目的成分や、妨害物質を別の溶媒中に移行させる操作**。精製度の向上や分析機器に適合した溶媒の溶液とする、濃縮する等の目的で行われる。

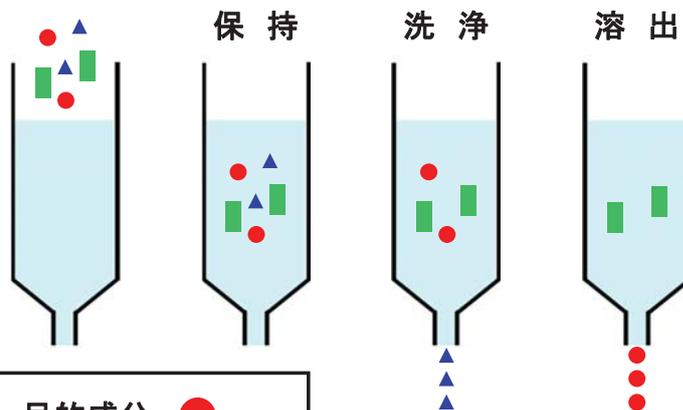


12

2) 固相抽出

粉末状、多孔性の固体の層(固相)に試料溶液を通過させて抽出・精製・濃縮等を行う操作である。

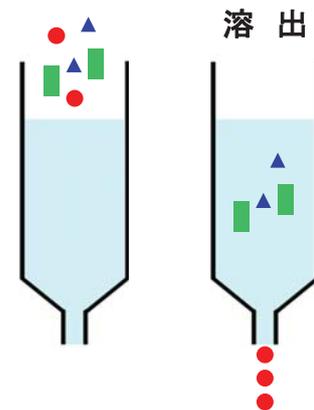
<目的成分が固相に保持される場合>



目的成分: ●

不要物質: ▲ ■

<保持されない場合>



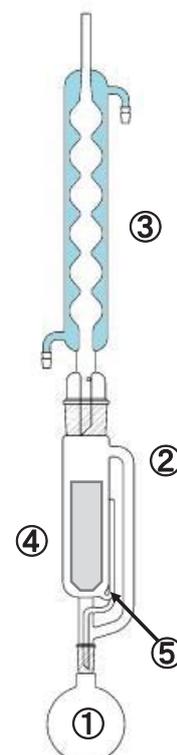
13

3) 固形物からの抽出

試料を溶媒と合わせて粉碎・細切・均一化する、または振とう機で混合する方法が一般的である。

比較的少量の溶媒で、効率よく、連続的に抽出できるソックスレー抽出器を用いることも多い。

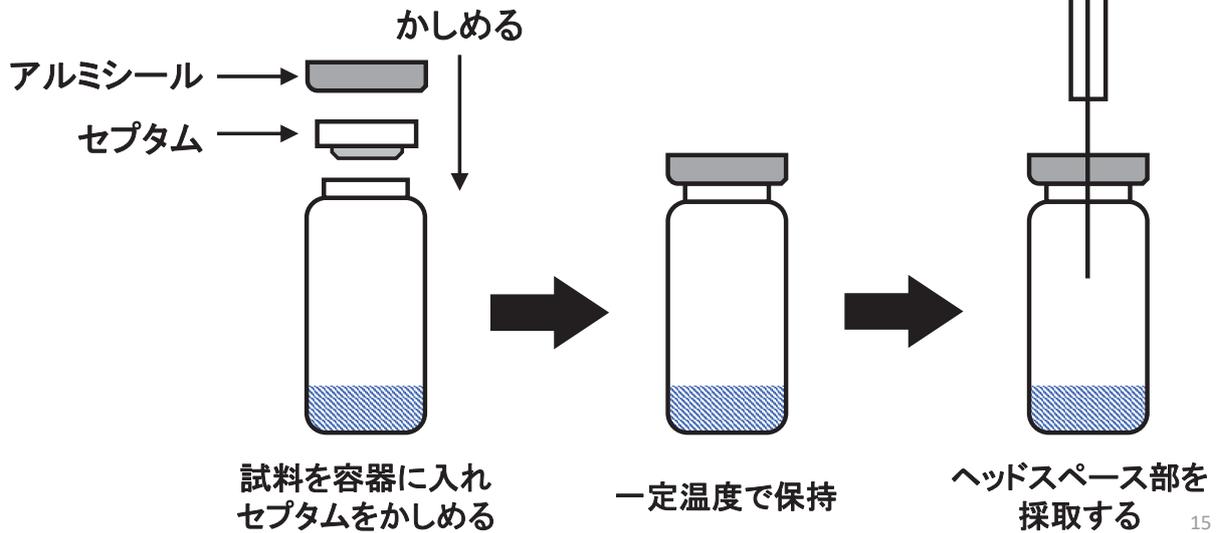
- ①に抽出溶媒を入れて加熱、蒸発させる。
- ②をその蒸気が通過して③まで上昇する。
- ③で蒸気は冷却されて凝集して滴下する。
- ④の円筒ろ紙等に入れられた試料を抽出。
- ⑤のサイホン部から抽出液は①へと戻る。



14

4) ヘッドスペース(静的)抽出

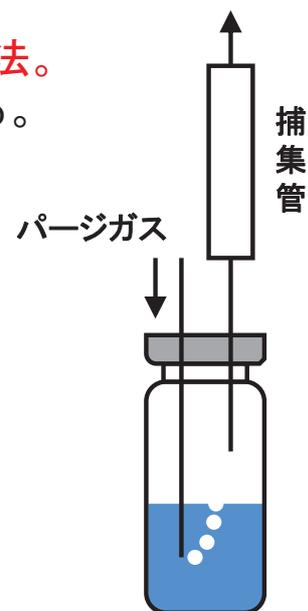
固体、液体、固溶体中に含まれる揮発性成分を、気-液(固)分配を利用して取り出すガス抽出法。
 主にGCのための試料処理・導入に用いられる。



5) パージ&トラップ

試料中の揮発性成分をGCに導入する方法。
 主に微量成分の高感度分析に用いられる。

- ・ パージ(追い出す)
揮発性成分を含む試料を容器に入れて、不活性ガスを連続して容器内に流し、追い出す。
- ・ トラップ(捕まえる)
揮発性成分を含む不活性ガスを吸着剤を充填している捕集管に通して集める。



※捕集管に集めた試料は加熱し、移動相でGCに導入する。

乾燥

化学分野での乾燥とは、物質に付着、溶解、混合している水分を除去することをいい、液体の脱水も乾燥に含まれる。
適切な乾燥剤を使用しなければ、逆に害になる場合もある。

1) 液体の乾燥

液量の1/20～1/30程度の固体乾燥剤を液中加入し振り混ぜ、数時間～一晩放置する。一般的に以下の乾燥剤を使用する。

- ・ 無水 Na_2SO_4 , 無水 MgSO_4 …… ほとんど全ての物質に使用
(乾燥温度 30°C 以下で使用)
- ・ 粒状 KOH , 粒状 NaOH …… アミン・エーテルに使用
- ・ 塩化カルシウム …… 炭化水素・エーテルに使用
- ・ モレキュラーシーブ …… 広範な物質の簡便な乾燥に使用

17

2) 固体の乾燥

多量的水分または有機溶媒を含む個体は、
先ず風乾(自然乾燥)し、完全な乾燥には
デシケータを用いるか加熱乾燥を行う。
その他として、以下の方法も使用される。



- ・ 凍結乾燥(フリーズドライ)
 $-10\sim-40^\circ\text{C}$ で凍結させた後に真空ポンプで減圧して、
水を昇華させる。熱に弱い試料などの乾燥に適している。

3) 気体の乾燥

固体乾燥剤(塩化カルシウム、シリカゲルなど)を充填した
カラム管か、濃硫酸を入れた洗気瓶に気体を通過させる。

18

粉 碎

粉碎

試料を分析するには、これを計量し、処理しやすいように粉碎する必要がある。細かい方が分解し、溶液にしやすい利点もあるが、表面積が大きくなり試料中のガスや水分の損失や、空気中での酸化、粉碎器からの汚染も考えられる。



磁性乳鉢



めのう乳鉢

- ・押しつぶすようにする。
- ・試料を叩いてはいけない。



鉄製乳鉢

- ・鉄の分析には 使用できない。

19

脱 気

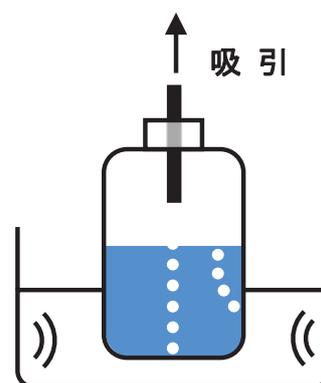
脱気

HPLCにおいては、移動相溶媒中の溶存酸素がポンプ内や検出セル内での気泡の発生につながる。電気化学的検出、屈折率検出、紫外領域での吸光度検出ではノイズの増大を招くため、このような場合は溶媒の脱気が不可欠である。

例：超音波照射／減圧による脱気

- ・溶媒の入った容器を超音波洗浄機に入れて振動させながら吸引し、脱気。
- ・小さな気泡が出はじめ、その勢いなくなったら容器の減圧装置を外す。

※吸引を続けると大きな気泡が出るが、これは主に気化した溶媒である。



超音波洗浄機

20

濃縮

濃縮

溶液から溶媒を取り除いて、目的の溶質濃度を高めること。
低濃度で分析機器の適用範囲に満たない場合は濃縮が必要。

例：加熱濃縮法（ロータリーエバポレーター）

ロータリーエバポレーターは、試料液の加熱、回転、減圧、気化物の冷却、分離した溶媒の捕集を一体的に行う装置である。

- ・ 汚染を防ぐためにトラップを装着する。
- ・ 試料液が急に飛散する突沸に注意する。
- ・ ナスフラスコの首を持って落下を防ぐ。
- ・ 終了時は真空の開放後にポンプを停止。



21

温度調整

温度調整

1) 恒温

試料を一定の制御された温度に保つことをいう。前処理に用いられる恒温装置として、定温乾燥器、カラムオーブン、冷凍・冷蔵庫のほか、以下の装置も汎用的に使用される。



電気炉



湯浴(オイルバス)



恒温水槽

22

2) 冷却

冷却の原理として、高温側から低温側に自然と熱が流れることを利用した放熱による冷却、各種冷媒を用いた冷却、冷凍機や電子冷却機を用いる電氣的な冷却がある。

① 空気や水道水による冷却

簡易かつ安価であるが、**室温以下への冷却はできない。**

② 冷浴による冷却

- ・ 媒体の熱容量が大きい。
 - ・ 試料との接触面積が大きい。
 - ・ 試料間での熱伝導性が高い。
 - ・ 直接的な電力が不要である。
- などのメリットがある反面で**長時間の冷却等には適さない。**



23

2) 冷却

③ 冷凍機による冷却

広い温度範囲の冷却が可能である。冷凍機本体から離れたところでの冷媒の冷却も可能である。冷媒が循環する配管等の劣化に注意する。



④ 電子冷却機による冷却

完全に電子式の冷却方式である。冷媒は不要であるが、冷却効率を上げるために試料との接触面積を増大させるなど、熱のやりとりを効率的にさせる工夫が必要がある。



24

3) 加熱

加熱方式は以下の2つに大別される。

①直接加熱方式

- ・ 外的要因により試料自身を発熱させる。
- ・ 加熱用の熱源に試料を直接接触させる。



マイクロ波前処理装置



マントルヒーター



ガスバーナー

②間接加熱方式

例：定温乾燥機・電気炉・油浴・恒温水槽・砂浴など

25

圧力調整

1) 加圧(ガスボンベからの送気)

高圧ボンベは、ガスの購入時には15MPaという高圧ガスを充填しており、元バルブを破損すると大きな災害が生じる。
屋外に専用の収納場所を設け、集中配管するのが望ましい。

※減圧調整器(レギュレータ)

高圧ガスボンベと配管に取り付けて使用する。ガスボンベからの圧力を減圧する特性(減圧機能)と供給側の圧力変動を抑える特性(調圧機能)によって、ボンベから安全に安定したガスを供給することが可能となる。



26

圧力調整

2) 減圧

①アスピレーター

最も手軽で安価な減圧装置である。水道栓に取り付け、水を勢いよく流すことでアスピレーター内部の空気を排気し、接続した容器内の気体を排気することができる。



②真空ポンプ

アスピレーターより高い真空度を得る際に用いる。よく使用される油回転ポンプは1 Paくらいまでの減圧度が容易に得られる。



27

1. 単位操作

小テスト

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [] 大きな沈殿物をろ過する場合、孔径の細かい5 Cなどのろ紙を選ぶことに特別な問題はない。
- [] ろうとにろ紙を密着させるには、90° から少しずらして折り、その外側を少しちぎるとよい。
- [] 透析は高分子物質の分離精製に用いられ、応用例として医療分野での透析治療が挙げられる。
- [] 不純物の少ない沈殿を得るには、濃度の高い沈殿剤を用いて、短時間に添加する必要がある。
- [] 沈殿は揮発性の電解質溶液で洗浄するが、一度に多くの液量で洗浄した方が洗浄効果が高い。
- [] 液液抽出は溶媒抽出とも呼ばれ、妨害物質の除去や、目的成分の濃縮等の目的で実施される。
- [] 固形物からの抽出は、振とう混合以外にクデルナ・ダニッシュ濃縮装置を用いる場合が多い。
- [] 液体の乾燥に用いる無水硫酸ナトリウムは、結晶水の放出温度を考慮して30°C以下で使用する。
- [] 熱に弱い固体試料の乾燥には、凍結後に減圧して水を昇華させるフリーズドライ法を用いる。
- [] 試料を粉碎すると分解処理をしやすくなるが、空気酸化や汚染等に注意しなければならない。
- [] 超音波照射／減圧による脱気では、大きな気泡が生じたことを確認してから減圧装置を外す。
- [] ロータリーエバポレーターの使用後は、逆流を防ぐため真空を開放してからポンプを止める。
- [] 冷浴での冷却は、長時間の冷却に適しており、また電力を必要としない等のメリットもある。
- [] 直接的な加熱方式の事例として、定温乾燥機・電気炉・油浴等を利用した加熱が挙げられる。
- [] 減圧調整器の減圧・調圧機能によって、ボンベから安全に安定したガスを得ることができる。

28

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [×] 大きな沈殿物をろ過する場合、**孔径の細かい50などのろ紙**を選ぶことに特別な問題はない。
- [○] ろうとにろ紙を密着させるには、90° から少しずらして折り、その外側を少しちぎるとよい。
- [○] 透析は高分子物質の分離精製に用いられ、応用例として医療分野での透析治療が挙げられる。
- [×] 不純物の少ない沈殿を得るには、**濃度の高い沈殿剤を用いて、短時間に添加する**必要がある。
- [×] 沈殿は揮発性の電解質溶液で洗浄するが、**一度に多くの液量で洗浄した方が洗浄効果が高い**。
- [○] 液液抽出は溶媒抽出とも呼ばれ、妨害物質の除去や、目的成分の濃縮等の目的で実施される。
- [×] 固形物からの抽出は、振とう混合以外に**クデルナ・ダニッシュ濃縮装置**を用いる場合が多い。
- [○] 液体の乾燥に用いる無水硫酸ナトリウムは、結晶水の放出温度を考慮して30℃以下で使用する。
- [○] 熱に弱い固体試料の乾燥には、凍結後に減圧して水を昇華させる**フリーズドライ法**を用いる。
- [○] 試料を粉碎すると分解処理をしやすくなるが、空気酸化や汚染等に注意しなければならない。
- [×] 超音波照射／減圧による脱気では、**大きな気泡が生じたことを確認**してから減圧装置を外す。
- [○] ロータリーエバポレーターの使用後は、逆流を防ぐため真空を開放してからポンプを止める。
- [×] 冷浴での冷却は、**長時間の冷却に適しており**、また電力を必要としない等のメリットもある。
- [×] 直接的な加熱方式の事例として、**定温乾燥機・電気炉・油浴等を利用した加熱**が挙げられる。
- [○] 減圧調整器の減圧・調圧機能によって、ボンベから安全に安定したガスを得ることができる。

29



2. サンプリング

30

2. サンプルング

ここでの学び直し内容は以下の通りです。

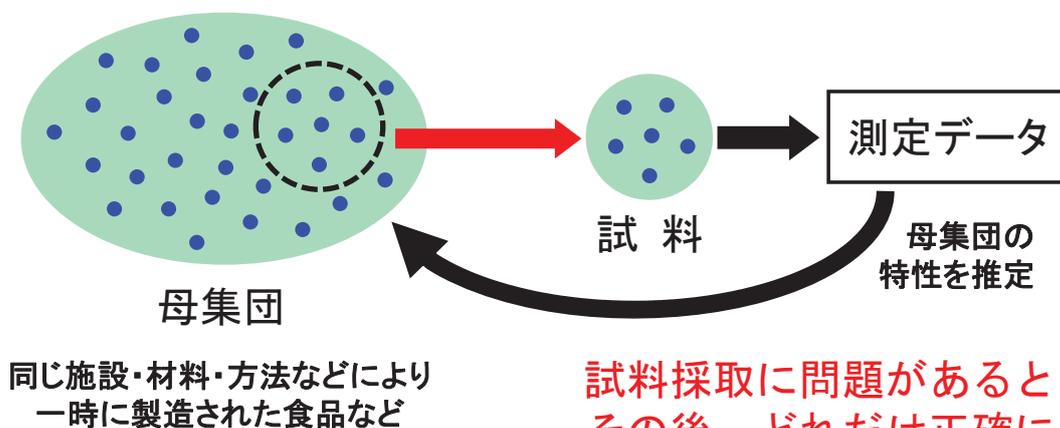
- ・ サンプルング (試料採取) とは
- ・ 試料の特徴、採取方法と注意点
 - ・ 環境試料 (気体試料・水試料・固体試料)
 - ・ 食品試料 (加工食品・農作物 など)
 - ・ 生体資料 (尿・血液)
 - ・ 工業試料
- ・ 試料の溶解

31

定 義

サンプルング (試料採取) とは

- ・ JIS K0211 (分析化学用語) 「サンプルング」
→ 母集団から分析・試験を目的とした試料を取る操作。



試料採取に問題があるとその後、どれだけ正確に測定しても無意味である。

32

環境試料

空気や水など環境試料の組成は、採取地点、天候、気温、人為的な営みや、採取方法等の影響を受けて変動する。

1) 気体試料－粒子状物質

- ・粗大粒子 (直径100 μ m以上)
- ・降下ばいじん (直径 10 μ m以上)
- ・浮遊粒子状物質 (直径 10 μ m未満)
- ・微小粒子状物質 (直径 2.5 μ m以下)

ポンプによる吸引とフィルターによる捕集

- ・試料→(分粒装置)→
捕集材(フィルター等)→
流量制御装置→ポンプ



33

2) 気体試料－ガス状物質

①容器捕集(直接容器に入れる)

- ・試料→ポンプ→(流量計)→容器
- ・試料→流量制御装置→真空容器

②液体捕集：液体に溶解させる

- ・試料→フィルター→捕集液→ポンプ→流量計

③固体捕集：吸着材で捕集する

- ・試料→フィルター→固相吸着剤→ポンプ→流量計



キャニスター

内部を真空にしておき、採取する場所で開放して気体を捕集する。



インピンジャー

吸収液を入れ、試料の気体を通気して成分を捕集する。

34

3) 水試料

河川水、湖沼水、地下水、海水、各種の用水・排水など、**対象とする水域によって成分の濃度や共存物質が異なる。**
水質の変動、分布のパターンにもそれぞれの特徴がある。

- ・対象となる水の特質への十分な理解
- ・調査目的と方法（特に測定項目と分析方法）



ハイロート採水器

- ・深度10m程度まで
- ・採水瓶は滅菌が可能
- ・空気と水が激しく接触



バンドーン採水器

- ・かなりの深度に対応
- ・水と空気が接触しない
- ・水の流通がよい

35

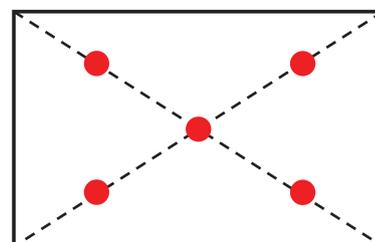
4) 固体試料

土壌、底質、廃棄物等があり、**組成が不均一な場合が多い**
（母集団を代表する試料の採取が特に困難な試料である）。

土壌分析の例

少量の土壌で含有成分の量を判定するため、分析に用いる土壌の採土位置等に注意し、母集団を代表するようにする（複数箇所の土壌の混合等）。

対角線採土法



ダブルスコップ(腹式スコップ)

- ・少ない面積を深く掘る場合に便利。
- ・土をはさみこんで持ち上げて掘る。

36

食品試料

食品中の汚染物や添加物等の分析は、得られた数値が法に基づく取り締りの根拠として使用される例が多く、それに基づいて輸入・販売等の経済的な影響を与えることがある。



法律や厚生労働省通知により定めがある場合はそれに従う。

- ・ 食品添加物公定書：食品添加物の規格基準
- ・ 食品衛生検査指針：食品添加物や汚染物の分析

※その他、標準試験法として使用されているものもある。

- ・ 衛生試験法・注解（日本薬学会編）
- ・ 基準油脂分析試験法（日本油化学会編）

37

食品試料

1) 加工食品

- ・ 偏らない箇所から、多めに採取する。
- ・ 通常、可食部のみを試験対象とする。
- ・ 試料は細切、混合、さらにミキサーやホモジナイザーなどを利用して均一化。



2) 農作物

- ・ 水分量が変わらないように保存する（密封してフリーザー等に貯蔵する）。
- ・ 調理時の処理は規定以外実施しない。
- ・ 果実、野菜は1kgを精秤し、細切、混合、均一化する。
- ・ 穀類、豆類等は420 μ mの標準網ふるいを通るよう粉碎。
- ・ 抹茶以外の茶は100 $^{\circ}$ Cの水に浸し、5分放置後ろ過する。



38

食品試料

3) 食肉類

- ・ 肝臓と腎臓はそのまま、筋肉と脂肪は他の部位をできる限り取り除く。
- ・ 可食部が300g～500gとなるように採取。
- ・ 細切、混合、ミキサー等で均一化する。



4) 魚介類

- ・ 小魚類は無作為に10匹、中魚類は5匹、大魚類は3匹を選択し、可食部を採取。
- ・ 貝、甲殻類は可食部300g～500gを採取。
- ・ 細切、混合、ミキサー等で均一化する。



39

生体試料

生体試料は検査項目によって日内変動が大きいものが多い。
また、生体試料を取扱う際は病原体の感染に十分注意する。

1) 尿

尿は細菌が繁殖しやすく、成分が変化するので24時間尿や長期保存では分析を妨害しない防腐剤を添加して採尿する。

2) 血液

採血部位で毛細管血、静脈血、動脈血に分類され、検査項目に応じて全血、血漿、血清を用いる。血液成分の多くは日内の変動や食事、運動等によっても変動するため、一般的に早朝の空腹時に採血する。

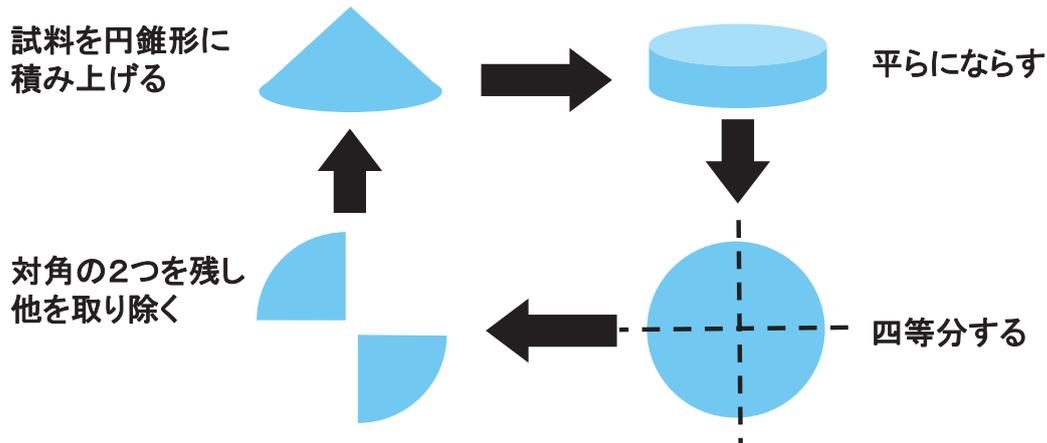


40

工業試料

大量の固体からの試料採取で最も簡単かつ信頼できるのは、試料が移動している段階で、ラインを流れている製品から、「何個に1個」や「何m³に1回」などの頻度で抜き取る。

セメント等の粉塊試料には四分法を用いる。



41

試料の溶解

試料の溶解

水溶性医薬品や食品添加物、オイル状食品や工業製品等の多くは、単に水や有機溶媒に溶解することで均質な溶液が得られる。一方で、**強酸や強塩基の使用や、加熱や加圧をしなければ溶液化できない試料も多い。**

例：金属試料の酸分解に用いる酸

- ①**塩酸**：イオン化傾向が水素より大きい金属を分解。
- ②**硝酸**：イオン化系列のAgまで分解が可能。
- ③**王水**：**V,Ir,Pt,Au,Hg**や**合金の分解も可能。**
- ④**硫酸**：低温では酸化力がなく鉄は2価で溶解。
濃硫酸よりも希硫酸の方が溶解力が大。
沸点が高く塩酸、硝酸等の除去が可能。

42

2. サンプリング

小テスト

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [] サンプリングとは試料採取ともいい、母集団からその特性を推定する試料を得る操作である。
- [] 試料の採取方法に問題があっても、その後の前処理・分析操作などで挽回すれば問題はない。
- [] 環境試料は、採取地点、天候、気温による変動はあるが、試料採取方法による影響は小さい。
- [] 気体試料の粒子状物質は、粒子の直径によって分粒する装置を設置し、捕集するが多い。
- [] 気体試料のガス状物質は、容器への直接捕集、液体への捕集、吸着剤に捕集する方法がある。
- [] 水試料は、水域により成分濃度や共存物質が異なり、水質の変動等にそれぞれの特徴がある。
- [] バンドーン採水器は、採取時に空気と水が接触するため、溶存酸素の測定には使用できない。
- [] 固体試料には土壌や底質等があり、組成が均一で母集団を代表する試料の採取が容易である。
- [] 食品試料は、公定法や標準試験法に従って、試料採取を含めた分析操作を進める必要がある。
- [] 食品試料は、主に可食部以外からも採取し、細切・混合してホモジナイザー等で均一化する。
- [] 農作物試料では、水分量の変化を自然的な条件変化と捉え、その変化を防ぐ処置は行わない。
- [] 生体試料は、病原体の感染に注意を必要とするが、その日内変動を考慮する必要はほぼない。
- [] 工業試料の中でセメント等の粉塊試料には、試料が適量になるまで四分法を繰り返して行う。
- [] 試料は水や有機溶媒に溶解するものが非常に多く、酸等を使用して分解することは稀である。
- [] 酸分解での硫酸の使用には、高沸点の性質を利用して塩酸や硝酸などを除去する目的もある。

43

2. サンプリング

小テスト

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [○] サンプリングとは試料採取ともいい、母集団からその特性を推定する試料を得る操作である。
- [×] **試料の採取方法に問題があっても、その後の前処理・分析操作などで挽回すれば問題はない。**
- [×] **環境試料は、採取地点、天候、気温による変動はあるが、試料採取方法による影響は小さい。**
- [○] 気体試料の粒子状物質は、粒子の直径によって分粒する装置を設置し、捕集するが多い。
- [○] 気体試料のガス状物質は、容器への直接捕集、液体への捕集、吸着剤に捕集する方法がある。
- [○] 水試料は、水域により成分濃度や共存物質が異なり、水質の変動等にそれぞれの特徴がある。
- [×] **バンドーン採水器**は、採取時に空気と水が接触するため、溶存酸素の測定には使用できない。
- [×] 固体試料には土壌や底質等があり、**組成が均一で母集団を代表する試料の採取が容易である。**
- [○] 食品試料は、公定法や標準試験法に従って、試料採取を含めた分析操作を進める必要がある。
- [×] 食品試料は、**主に可食部以外からも採取し**、細切・混合してホモジナイザー等で均一化する。
- [×] 農作物試料では、**水分量の変化を自然的な条件変化と捉え、その変化を防ぐ処置は行わない。**
- [×] 生体試料は、病原体の感染に注意を必要とするが、その**日内変動を考慮する必要はほぼない。**
- [○] 工業試料の中でセメント等の粉塊試料には、試料が適量になるまで四分法を繰り返して行う。
- [×] 試料は水や有機溶媒に溶解するものが非常に多く、**酸等を使用して分解することは稀である。**
- [○] 酸分解での硫酸の使用には、高沸点の性質を利用して塩酸や硝酸などを除去する目的もある。

44



3. 統計処理

45

3. 統計処理

ここでの学び直し内容は以下の通りです。

- 端数処理 (有効数字と数値の丸め方)
- 標準偏差 (代表値と散布度、標準偏差の活用)
- 母集団と標本 (全数調査・標本調査)
- 誤差 (定義、偶然誤差と系統誤差)
- 最小二乗法 (検量線と最小二乗法、相関係数)
- 検定 (分析法の比較、異常値の取扱い)
- 不確かさ (誤差との違い、不確かさの求め方)

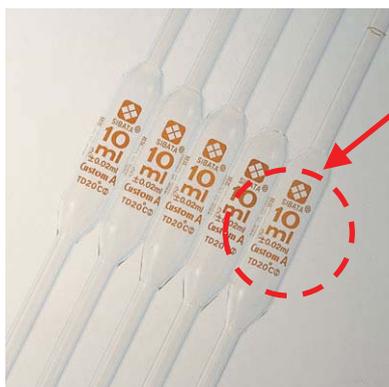
46

1) 有効数字

定義－JIS K0211：2013(分析化学用語)

⇒測定結果などを表す数字のうちで、**位取りを示すだけのゼロを除いた意味のある数字。**

※測定器具や装置には性質上の限界があるため化学計算で扱う数値の有効数字はたいてい3桁か4桁程度である。



例：10mLのホールピペット

・許容誤差 $\pm 0.02\text{mL}$

・有効数字 10.00mL



・有効桁数 4桁

47

2) 数値の丸め方

①四捨五入

- ・切り捨て： 1, 2, 3, 4
- ・切り上げ： 5, 6, 7, 8, 9

※切り上げる場合が多く、偏りが生じる。



②JIS法

1 2 3 4 5 6 7 8 9
(切り捨て) ↓ (切り上げ)

切り捨て or 切り上げ
(5の後に数字がない場合)



例 1.025 (→3桁) 1.02 前の数字が偶数→切り捨て
1.035 (→3桁) 1.04 前の数字が奇数→切り上げ

48

3) 計算結果の有効数字

①加減算

$$\underline{15.3} + 0.296 + 7.4182 = 23.0142 \doteq \underline{23.0}$$

有効数字の末尾が最も高い位にある数字に合わせる。

②乗除算

$$\underline{0.078} \times 26.8 \times 1.023 = 2.1384792 \doteq \underline{2.1}$$

有効数字の桁数が最も少ない数字に合わせる。

49

1) 代表値

与えられたデータの特徴を表す代表的な値。

①平均値

左右対称の分布を示すデータでは最もよい代表値となる。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \cdots + x_n)$$

②中央値(中位数・メジアン)

データを大きさ順に並べて中央にくる数値。データ数が偶数個の場合は中央の2つの数値の平均値。左右対称の分布を示さないデータの代表値として用いることが多い。

③最頻値(モード)

データの中で最も頻度の多い数値。

50

標準偏差

2) 散布度

「代表値」だけではデータの特徴を表すことができない。
データのばらつき「散布度」も併せて用いる必要がある。

①範囲：データの最大値(x_{\max})と最小値(x_{\min})の差

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

②分散

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2$$

偏差（それぞれの数値と平均値の差）を二乗してその平均を取ったもの。

③標準偏差

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

元データと同じ単位

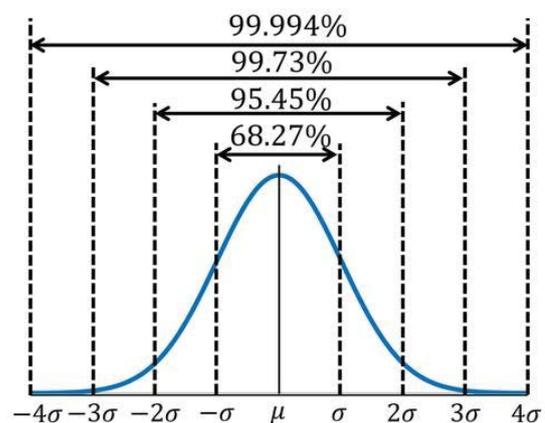
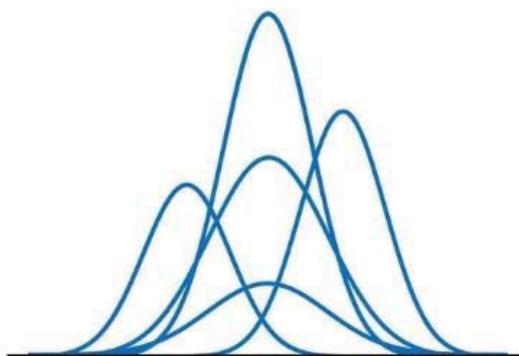
51

標準偏差

<標準偏差を使うメリット>

正規分布の性質が利用できる

→平均値・ばらつきの大小に関係なく、データの分布が一定している。



※平均値の変化

→グラフの中心が左右に動く。

※標準偏差の変化

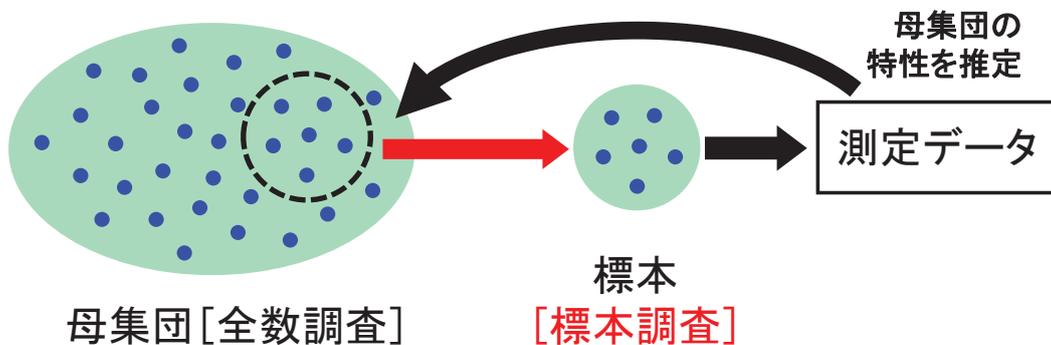
→グラフの形(鋭さ)が変わる。

52

母集団と標本

1) 母集団と標本

- ・ 母集団：統計対象となる全てのデータ
- ・ 標本：母集団から抽出したデータの部分集合



母平均 : μ
母分散 : σ^2
母標準偏差 : σ

標本平均 : \bar{x}
標本分散 : s^2
標本標準偏差 : s

53

誤差

1) 誤差とは

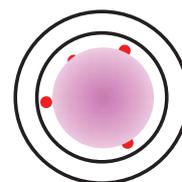
定義 - JIS K0211 : 2013 (分析化学用語)

⇒ 測定値から真の値を差し引いた値

- ・ ある特定の量の定義と合致する値 (JIS Z8103)
備考：観念的な値で実際に求められない場合が多い。

2) 偶然誤差 (偶然の要因)

- ・ 多数回の平均は真の値に近づく。



精度不良
真度良好

3) 系統誤差 (測定機器・条件の問題)

- ・ 真の値から一定方向へとずれる。
- ・ 多数回で真の値へは近づかない。



精度良好
真度不良

54

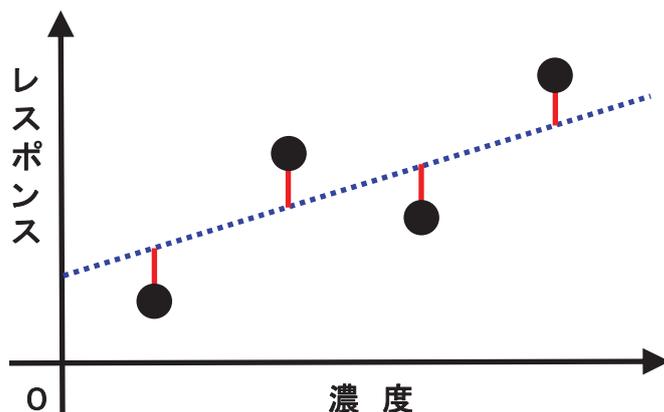
最小二乗法

1) 最小二乗法

各データが誤差を持つとして、濃度 (x) とレスポンス (y) の関係線を適切に示す手法の一つ (y 方向の誤差のみを想定)。

2) 相関係数 (r)

各データが検量線の近くにあるかという「直線性」の目安。



<最小二乗法>

赤い線の長さの平方和が最小になる検量線を引く。

<相関係数>

最大値の1に近づくほど直線性が良好だといえる。

55

検定

1) 分析法の比較

分析法の候補が複数存在する場合の比較方法

- ・ 添加回収率実験 → 回収率での真度の比較
- ・ 標準物質の測定 → 値決めされた値との真度を比較

※回数的问题があり、真度のみで精度まで評価できない。

① f 検定

- ・ 分散を対象とした検定。
- ・ 2つの精度の差を判定。

② t 検定

- ・ 平均値を対象とした検定。
- ・ 2つの真度の差を判定。

分析値のばらつきには差がある？



平均値の差は偶然か？本物の差？

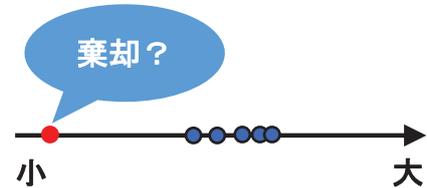
56

2) 異常値の取扱い

異常値の検定として、代表的なものは以下の2つである。

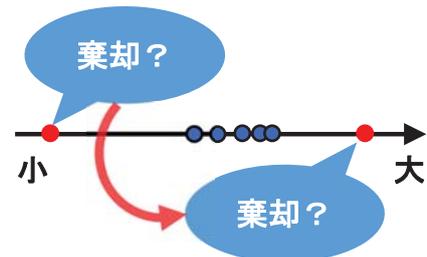
① Dixonの方法 (Q検定)

異常値が1つだけの場合に用いる。



② Grubbsの方法

異常値(最大値or最小値)を検定で除いた後、くりかえし実施できる。ただし、片側の値が2個が続けて疑わしい時は、別の方法を用いる。



※①と②の結果が異なる場合は、②の結果の方が望ましい。

57

不確かさ

1) 不確かさ

定義 : Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement
略称 GUM 「計測における不確かさの表現ガイド」

⇒ 測定の結果に附随した、合理的に測定量に結び付けられ得る値のばらつきを特徴づけるパラメータ。



本来ならば求められない誤差を
統計処理を利用して推定した値

※誤差 = 測定値 - 真の値



観念的な値であり実際に求められない場合が多い。

58

不確かさ

2) 不確かさと信頼度

求められない誤差を統計処理を利用して推定した値

▼
「信頼水準」という条件を付ける

例：試料質量の測定結果

測定値	280mg
不確かさ	±1mg
信頼水準	95%

試料の真の質量は不明であるが、279mg～281mgの範囲に95%の確率で真の質量がある、の意味。

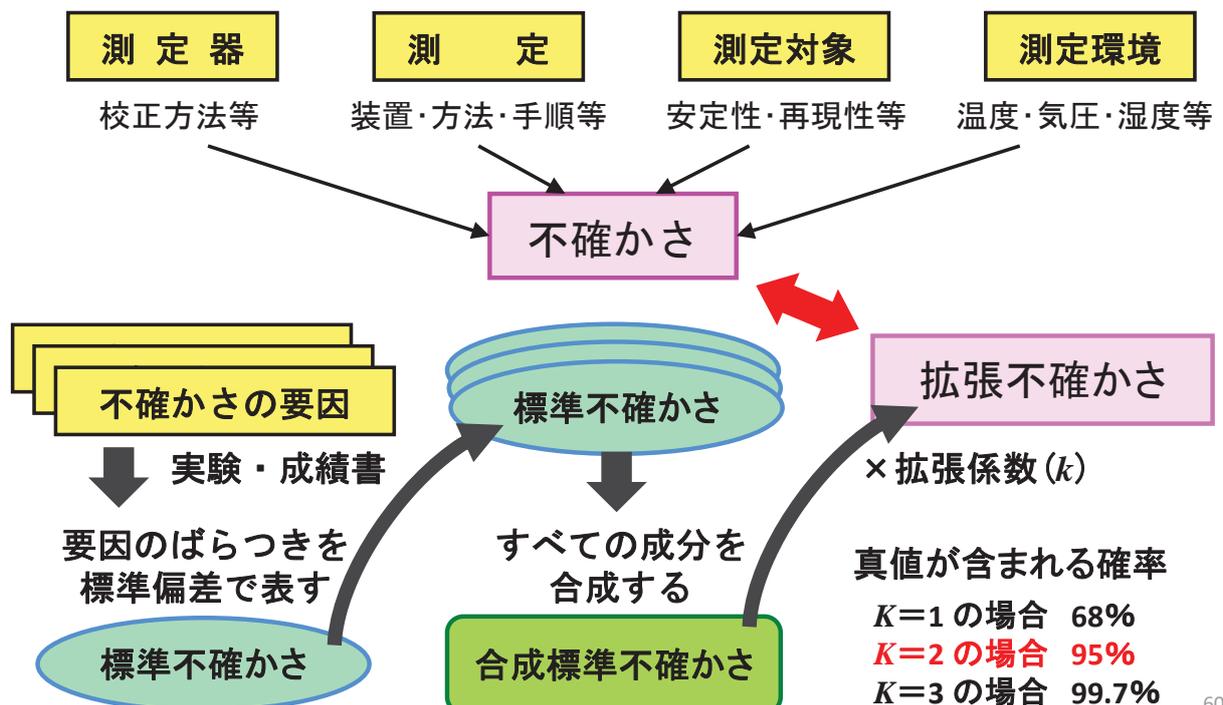
3) 不確かさが分かるメリット

- ・ 測定値が世界的に保証される(基準との適合性評価等)。
- ・ 試験所や校正施設間での測定精度の比較が可能となる。

59

不確かさ

4) 不確かさの要因と求め方



60

3. 統計処理

小テスト

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [] 有効数字は測定結果等の数値のうち意味のある数字をいい、位取りの0もその桁数に含める。
- [] JIS法による数値の丸め方は、後に数字のない5の前の桁が偶数になるように処理を行う。
- [] 乗除算の計算結果では、有効桁数が最も少ない数字の桁数と同じになるように数値を丸める。
- [] 中央値とは、全データの和をデータ数で除した値で、左右対称の分布を示すデータで用いる。
- [] データの特徴を把握するためには、代表値だけではなく、散布度も併せて用いる必要がある。
- [] ばらつきを示す分散と標準偏差のうち、分散はデータの単位と一致するためよく用いられる。
- [] 平均値が変化すると正規分布の形が変わり、標準偏差が変化すると正規分布の中心が変わる。
- [] 化学分析のほとんどは、一部のデータを調査して全体（母集団）を推測する標本調査である。
- [] 偶然誤差は真の値から一定方向のずれが生じ、繰り返して測定しても真の値には近づかない。
- [] 検量線の作成には最小二乗法を用いることが多く、その直線性は相関係数の値で評価される。
- [] 平均値の検定（t検定）を行う場合は、その前に等分散の検定（f検定）を行う必要がある。
- [] 異常値の検定方法の一つGrubbsの方法は、異常値が一つの場合に限って用いることができる。
- [] 不確かさは、ばらつきを特徴づけるパラメータであり、誤差から計算で求めることができる。
- [] 不確かさが分かると、各種基準との適合性評価や試験所間での測定精度の比較が容易になる。
- [] 拡張不確かさを求める場合は、一般的に包含係数は $k = 1$ （約68%の信頼水準）が用いられる。

61

3. 統計処理

小テスト

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [×] 有効数字は測定結果等の数値のうち意味のある数字をいい、**位取りの0もその桁数に含める**。
- [○] JIS法による数値の丸め方は、後に数字のない5の前の桁が偶数になるように処理を行う。
- [○] 乗除算の計算結果では、有効桁数が最も少ない数字の桁数と同じになるように数値を丸める。
- [×] **中央値とは**、全データの和をデータ数で除した値で、左右対称の分布を示すデータで用いる。
- [○] データの特徴を把握するためには、代表値だけではなく、散布度も併せて用いる必要がある。
- [×] ばらつきを示す分散と標準偏差のうち、**分散は**データの単位と一致するためよく用いられる。
- [×] 平均値が変化すると**正規分布の形が変わり**、標準偏差が変化すると**正規分布の中心が変わる**。
- [○] 化学分析のほとんどは、一部のデータを調査して全体（母集団）を推測する標本調査である。
- [×] **偶然誤差は**真の値から一定方向のずれが生じ、繰り返して測定しても真の値には近づかない。
- [○] 検量線の作成には最小二乗法を用いることが多く、その直線性は相関係数の値で評価される。
- [○] 平均値の検定（t検定）を行う場合は、その前に等分散の検定（f検定）を行う必要がある。
- [×] 異常値の検定方法の一つ**Grubbsの方法は**、異常値が一つの場合に限って用いることができる。
- [×] 不確かさは、ばらつきを特徴づけるパラメータであり、**誤差から計算で求めることができる**。
- [○] 不確かさが分かると、各種基準との適合性評価や試験所間での測定精度の比較が容易になる。
- [×] 拡張不確かさを求める場合は、一般的に拡張係数は **$k = 1$ （約68%の信頼水準）**が用いられる。

62



63

4. 定性分析

ここでの学び直し内容は以下の通りです。

- 定性分析とは
- 無機定性分析(陽イオン)の属と分属試薬
 - 主なイオンの性質(第1～6属)
 - 性質を活用した分属、分離方法
 - 各イオンの確認試薬と確認反応
- 第1属～第6属の系統的分離、分析方法(技能士(化学分析)の試験範囲を中心に)

64

定性分析とは

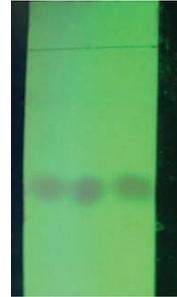
「性質」を定める、つまり未知試料中の成分を明らかにする
(試料を構成する成分を分離して取り出す) 分析法である。



「何が含まれているのか」を明らかにする分析法

例(機器分析以外)

- ・ 無機定性分析：陽イオン(カチオン)分析
陰イオン(アニオン)分析
- ・ 有機定性分析：薄層クロマトグラフィー
官能基の分析



このテーマでは、金属イオンの性質によって分属・分離し、
含まれている陽イオンを特定する方法の学び直しを行う。

65

属と分属試薬

- 1) 「属」について
 - ・ 同じ試薬で沈殿をつくるイオンのグループ。
 - ・ 第1属～第6属の(6つの)グループがある。
- 2) 「分属試薬」とは
 - ・ 別の属の金属イオンと分離するための試薬。

属	主な金属イオン	分属試薬
第1属	Ag^+ , Pb^{2+}	HCl
第2属	Cu^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+}	H_2S ※酸性下
第3属	Al^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+}	NH_4Cl , NH_4OH
第4属	Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+}	H_2S ※塩基性下
第5属	Ca^{2+} , Ba^{2+}	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
第6属	Mg^{2+} , Na^+	なし

66

第1属

1) 主なイオン： Ag^+ (無色) , Pb^{2+} (無色)

2) 共通の性質：塩酸で沈殿(白色)を生成



※ 1属のみの性質で2属以下との分離に活用される。

3) 異なる性質：熱水への溶解度

・ PbCl_2 は熱水に溶解するが、 AgCl は溶解しない。

※ この性質はAgとの分離に活用される。

67

第1属

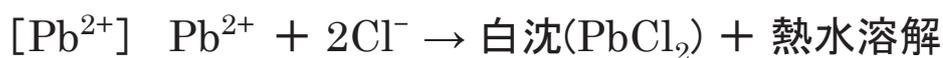
4) 確認反応



① 加熱 \rightarrow 白沈(AgCl)

② + $\text{HNO}_3 \rightarrow$ 白沈(AgCl)

③ + $\text{KI} + \text{HNO}_3 \rightarrow$ 黄沈(AgI)



125 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ① + $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ 白沈(PbSO_4)

63 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ② + $\text{KI} \rightarrow$ 黄沈(PbI_2)

1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ③ + $\text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow$ 黄沈(PbCrO_4)

(検出限界)



68

第2属

1) 主なイオン：Cu²⁺ (水色)， Bi³⁺ (無色)， Pb²⁺ (無色)

第2属は上記にCd²⁺を加えた「銅属」と、As³⁺等の「すず属」があるが、ここでは「銅属」を取り扱う。

2) 共通の性質：硫化水素で沈殿を生成(0.3M-塩酸酸性)
この沈殿は濃硝酸に溶解する



① 黒色

② 黒色

③ 褐色



※この性質は3属以下との分離に活用される。

69

第2属

3) 異なる性質：

① Pb²⁺のみ硫酸と反応して沈殿(PbSO₄)を生成する。

※この性質はCu²⁺， Bi³⁺との分離に活用される。



加熱前



加熱中



加熱後

② アンモニア水で生じる沈殿 Cu(OH)₂， Bi(OH)₃のうち、Cu(OH)₂のみ過剰のアンモニア水で溶解する。



Cu²⁺



Cu(OH)₂



[(Cu(NH₃)₄)]²⁻

70

第2属

4) 確認反応

[Cu²⁺]

- ① 中性～微酸性溶液 + K₄[Fe(CN)₆] → 赤褐色沈
- ② NH₄OH性溶液 + ベンゾインオキシム → 緑沈
- ③ 微酸性溶液 + NH₄OH → 濃青色

[Bi³⁺]

- ① Bi(OH)₃ + SnCl₂ + NaOH → 黒変



[Pb²⁺]

- ① 微酸性溶液 + H₂SO₄ → 白沈
- ② 酢酸酸性 + K₂CrO₄ → 黄沈



71

第3属

1) 主なイオン：Al³⁺(無色)，Fe³⁺(黄色)，Cr³⁺(紫色)



2) 共通の性質：塩化アンモニウム溶液を緩衝溶液としてアンモニア水で沈殿を生成、この沈殿は塩酸で溶解する。

① Al³⁺ + 3OH⁻ → Al(OH)₃ ↓ ① 白色 ② 茶色 ③ 緑色

② Fe³⁺ + 3OH⁻ → Fe(OH)₃ ↓



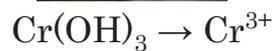
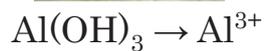
③ Cr³⁺ + 3OH⁻ → Cr(OH)₃ ↓

※この性質は4属以下との分離に活用される。

72

3) 異なる性質 :

- ① Fe^{3+} のみ水酸化ナトリウムと沈殿 ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) を生成し、
過剰の水酸化ナトリウムにも溶解しない。



※この性質は Al^{3+} , Cr^{3+} との分離に活用される。

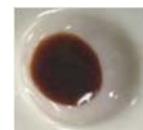
- ② Cr^{3+} は Al^{3+} の共存下でも、ジフェニルカルバジドや、
酢酸鉛と特異的な反応を起こす (→確認反応)。

73

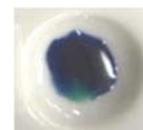
4) 確認反応

$[\text{Fe}^{3+}]$

- ① 微酸性溶液 + NH_4SCN → 赤色



- ② 中性～酸性溶液 + $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ → 青沈



$[\text{Cr}^{3+}]$

- ① + 酢酸 + 酢酸鉛 → 黄沈



- ② + H_2SO_4 + ジフェニルカルバジド → 赤紫色

$[\text{Al}^{3+}]$ 硝酸中和 + NH_4Cl + NH_4OH → 白沈

- ① + 塩酸 + 酢酸アンモニウム
+ アルミノン + NH_4OH → 赤色レーキ



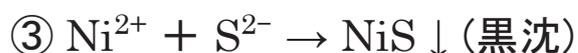
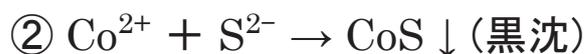
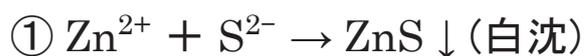
74

第4属

1) 主なイオン： Zn^{2+} (無色)， Co^{2+} (桃色)， Ni^{2+} (緑色)



2) 共通の性質：硫化水素で沈殿を生成 (NH_4OH -塩基性)



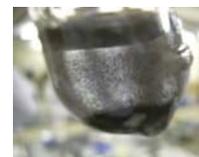
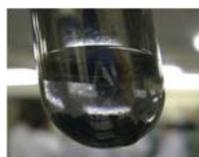
※この性質は5属以下との分離に活用される。

75

第4属

3) 異なる性質：

① ZnS のみ塩酸に溶解しやすい (CoS ， NiS は生成の後、数分放置することで溶解しにくい β 型に変化する)。



※ この性質は Co^{2+} ， Ni^{2+} との分離に活用される。

※ CoS ， NiS は塩酸と硝酸の混合物である王水によって溶解し、溶解後の溶液を用いて確認反応を行う。

76

第4属

4) 確認反応

[Zn²⁺]

① 酢酸酸性 + K₄[Fe(CN)₆] → 白沈

② NH₄OH-塩基性 + H₂S → 白沈



[Co²⁺] CoS + 王水 → 蒸発濃縮(溶解)

① ろ紙上に1滴 + 1-ニトロ-2-ナフトール → 赤褐色

② 微酸性 + NH₄SCN + アセトン → アセトン層青色



[Ni²⁺] NiS + 王水 → 蒸発濃縮(溶解)

① + ジメチルグリオキシム + NH₄OH → 赤沈



77

第5属・第6属

1) 主なイオン 第5属 : Ca²⁺(無色), Ba²⁺(無色)
第6属 : Mg²⁺(無色)

2) 共通の性質(第5属) : 炭酸アンモニウムで沈殿を生成

① Ca²⁺ + CO₃²⁻ → CaCO₃ ↓ (白沈)

② Ba²⁺ + CO₃²⁻ → BaCO₃ ↓ (白沈)

※この性質は6属(Mg²⁺)との分離に活用される。

3) 異なる性質(第5属)

Ba²⁺は酢酸アンモニウム、クロム酸カリウムを添加すると沈殿(BaCrO₄)を生成する。

※この性質はCa²⁺との分離に活用される。



78

第5属・第6属

4) 確認反応

[Ca²⁺]

- ① 微酸性溶液, 炎色反応 → 橙赤色
- ② NaOH-塩基性 + NN試薬 → 赤紫



[Ba²⁺]

- ① 微酸性溶液, 炎色反応 → 緑色
- ② 微酸性溶液 + 硫酸ヒドラジン → 白沈



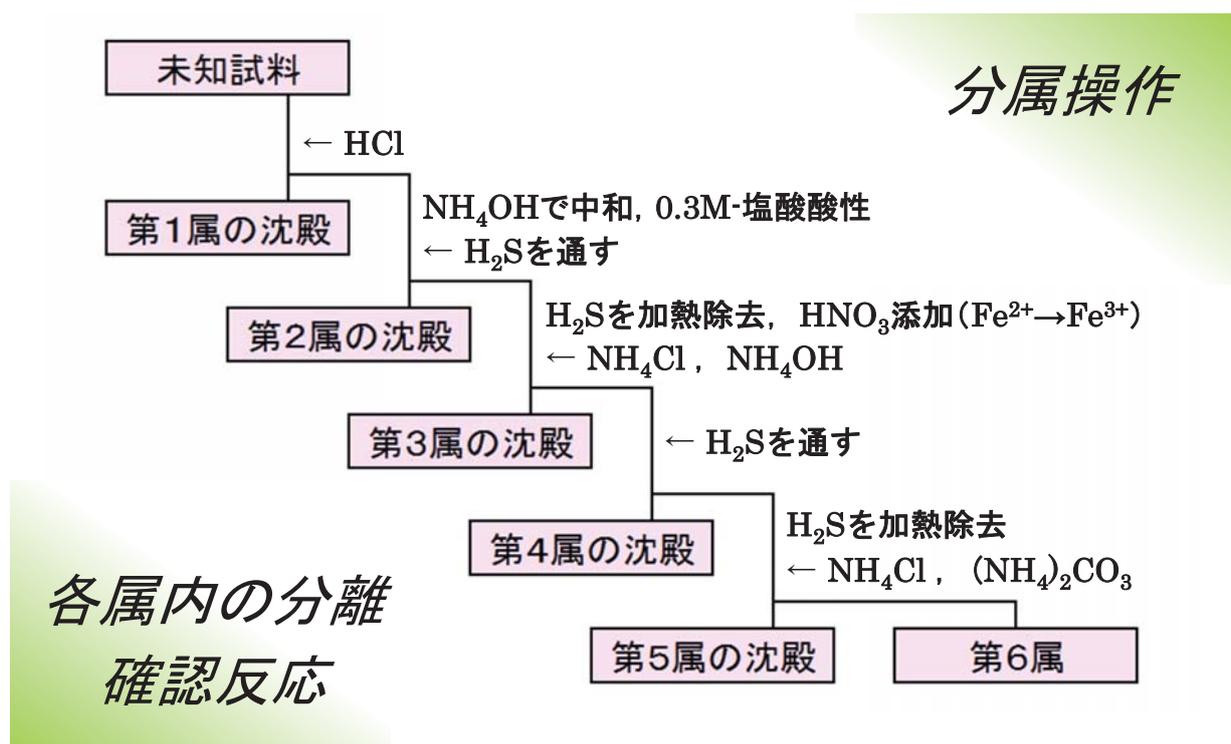
[Mg²⁺]

- ① NaOH-塩基性 + チタン黄 → 赤沈
- ② NH₄OH + (NH₄)₂HPO₄ → 白沈



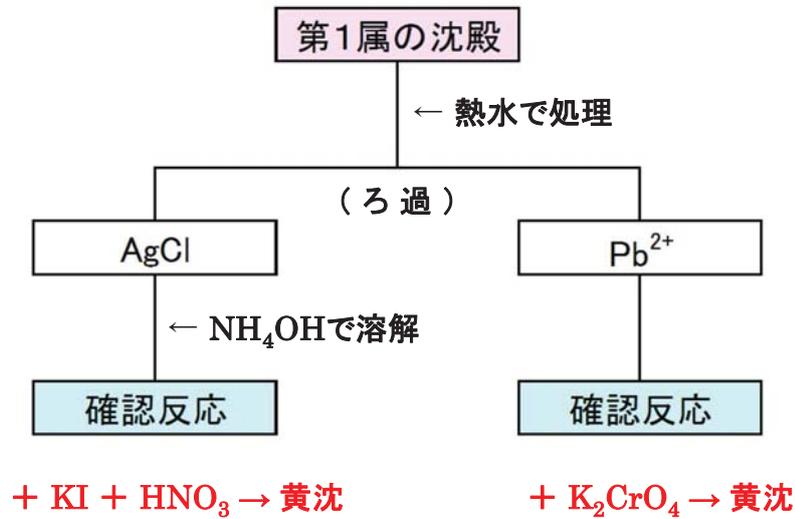
79

系統的定性分析



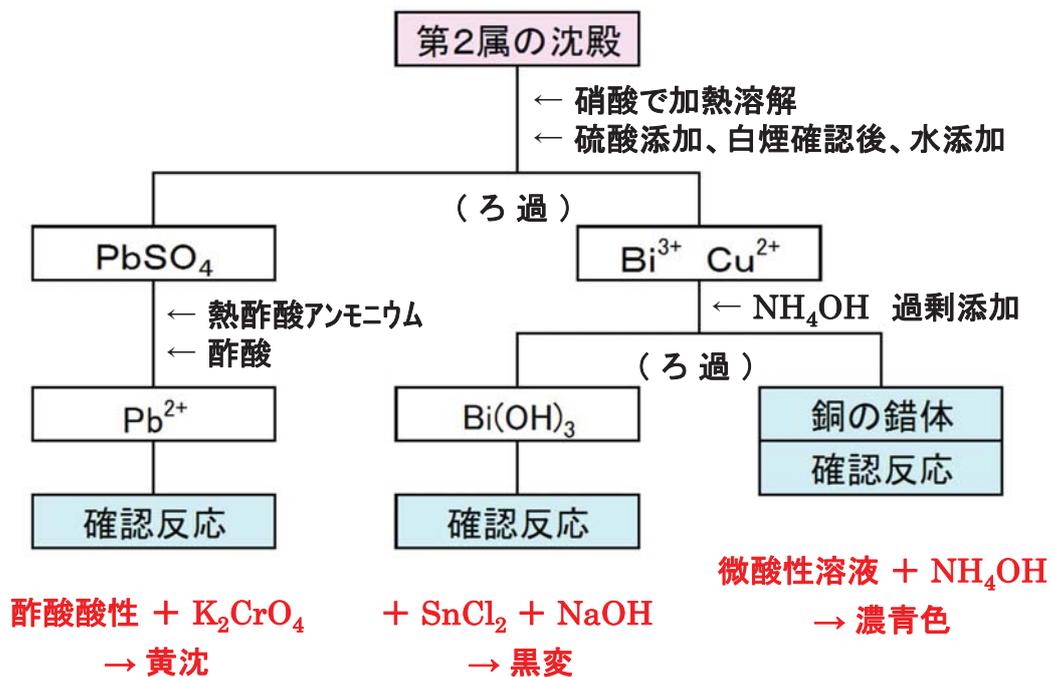
80

系統的定性分析



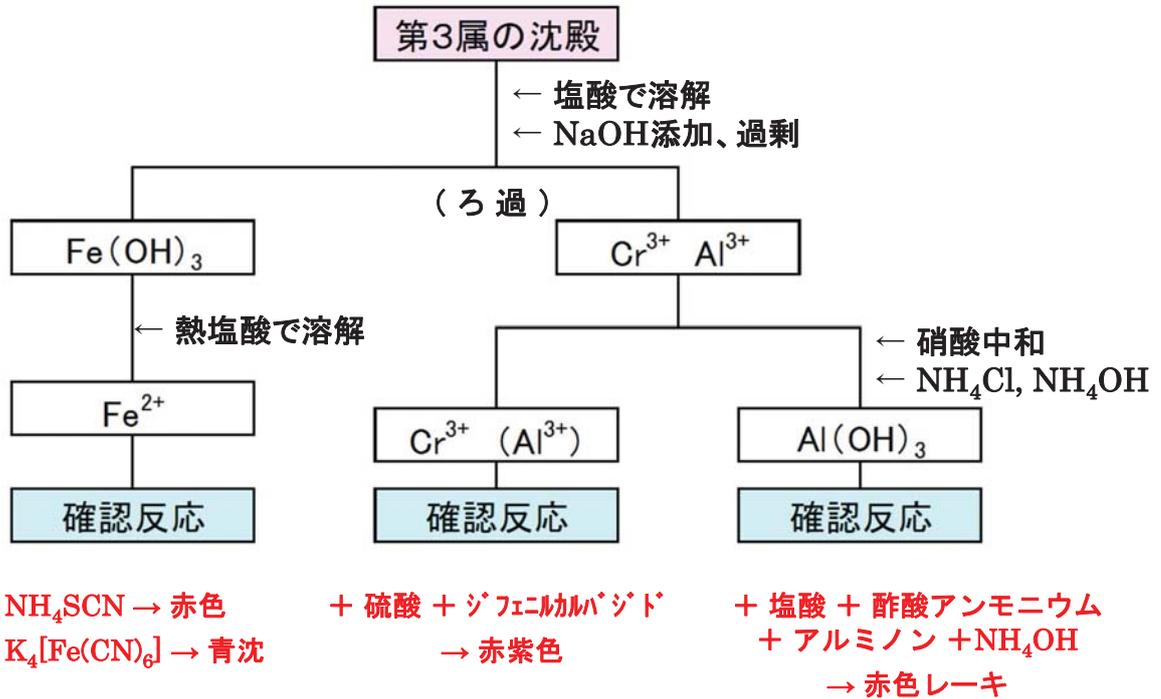
81

系統的定性分析



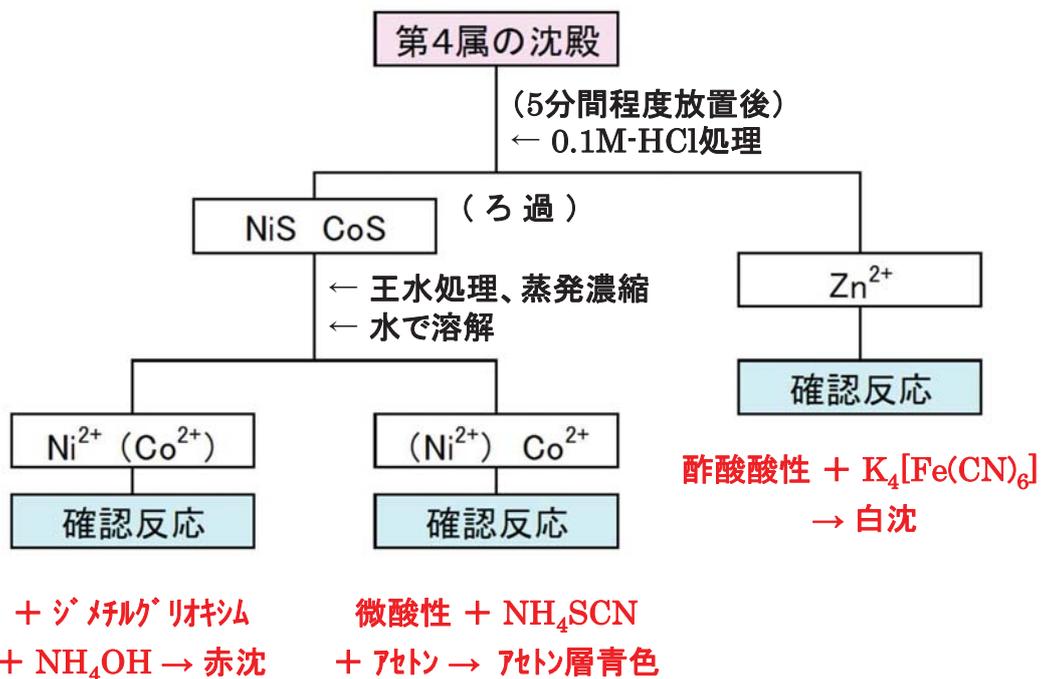
82

系統的定性分析



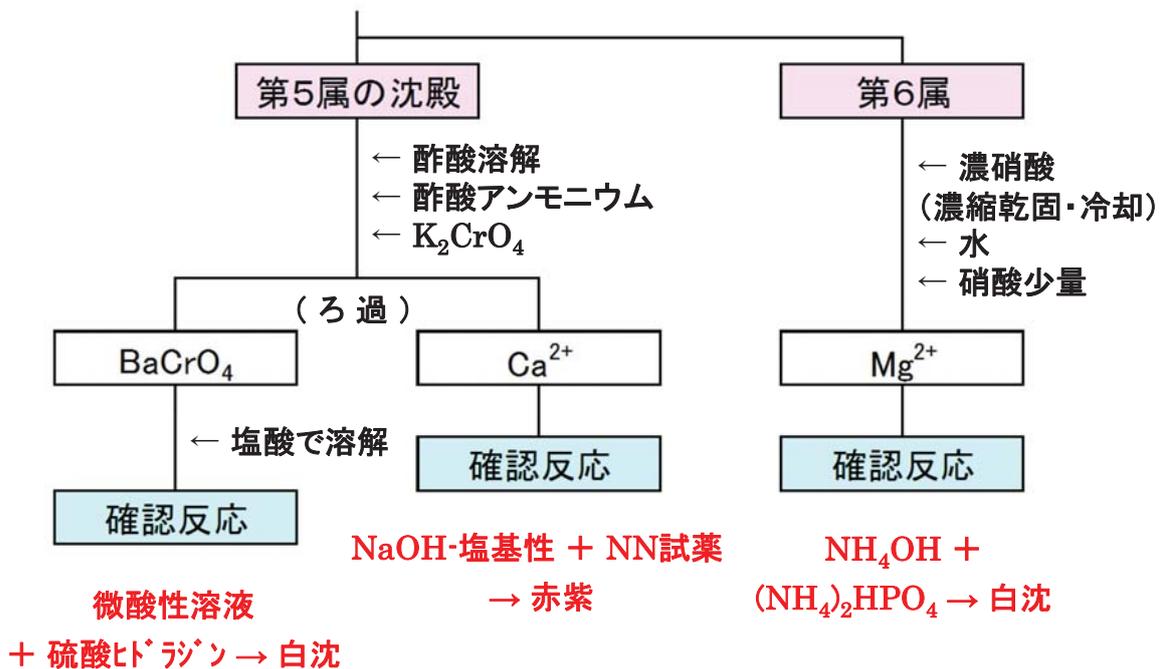
83

系統的定性分析



84

系統的定性分析



85

4. 定性分析

小テスト

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [] 定性分析とは、分析対象物が「どのような形で含まれているのか」を調べる分析方法である。
- [] 機器分析を除く有機定性分析の手法として、薄層クロマトグラフィーや官能基の検出がある。
- [] 陽イオンの定性分析では、イオンの性質によって、第1属～第6属のグループに分類される。
- [] 第1属での共通した性質は、塩酸で沈殿を生成することで、第2属以下にはない性質である。
- [] 第1属での塩化銀は、熱水への溶解度が大きいので、この性質を利用して塩化鉛と分離する。
- [] 金属イオンの確認反応は全て覚える必要はなく、検出限界の小さいものを覚えておくとよい。
- [] 鉛は溶解度の関係上、第1属で完全に分離することができないため、第2属にも分類される。
- [] 第2属、第4属の分属試薬は硫化水素であり、第2属は塩基性、第4属は酸性で沈殿させる。
- [] 第2属の銅イオンは、過剰のアンモニア水で錯体を生成する。これは確認反応の一つである。
- [] 第3属の分属操作で水酸化物沈殿を生成させるが、その分属試薬はアンモニア水のみである。
- [] 第3属は、両性金属であるかどうかの違いを利用して、鉄イオンと他のイオンを分離できる。
- [] 第4属は、いずれも無色透明の金属イオンであり、その硫化物沈殿の色はすべて黒色である。
- [] ニッケルの確認反応に利用される沈殿の生成は、ニッケルの重量分析法にも活用されている。
- [] 第5属・第6属の確認反応うち炎色反応は、条件に関係なく非常に確認しやすい方法である。
- [] NN試薬による確認反応は、沈殿滴定法によるカルシウムの定量分析法にも活用されている。

86

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [×] 定性分析とは、分析対象物が「**どのような形で含まれているのか**」を調べる分析方法である。
- [○] 機器分析を除く有機定性分析の手法として、薄層クロマトグラフィーや官能基の検出がある。
- [○] 陽イオンの定性分析では、イオンの性質によって、第1属～第6属のグループに分類される。
- [○] 第1属での共通した性質は、塩酸で沈殿を生成することで、第2属以下にはない性質である。
- [×] 第1属での**塩化銀は、熱水への溶解度が大きい**ため、この性質を利用して塩化鉛と分離する。
- [○] 金属イオンの確認反応は全て覚える必要はなく、検出限界の小さいものを覚えておくとよい。
- [○] 鉛は溶解度の関係上、第1属で完全に分離することができないため、第2属にも分類される。
- [×] 第2属、第4属の分属試薬は硫化水素であり、**第2属は塩基性、第4属は酸性**で沈殿させる。
- [○] 第2属の銅イオンは、過剰のアンモニア水で錯体を生成する。これは確認反応の一つである。
- [×] 第3属の分属操作で水酸化物沈殿を生成させるが、その**分属試薬はアンモニア水のみ**である。
- [○] 第3属は、両性金属であるかどうかの違いを利用して、鉄イオンと他のイオンを分離できる。
- [×] 第4属は、**いずれも無色透明の金属イオン**であり、その硫化物沈殿の色は**すべて黒色**である。
- [○] ニッケルの確認反応に利用される沈殿の生成は、ニッケルの重量分析法にも活用されている。
- [×] 第5属・第6属の確認反応うち**炎色反応は、条件に関係なく非常に確認しやすい方法**である。
- [×] NN試薬による確認反応は、**沈殿滴定法**によるカルシウムの定量分析法にも活用されている。

87



5. 定量分析

88

5. 定量分析

ここでの学び直し内容は以下の通りです。

- ・ 定量分析とは
- ・ 定量分析に必要な標準試薬と標準液の標定
- ・ 容量分析法と各種滴定法
 - ・ 中和滴定
 - ・ キレート滴定
 - ・ 沈殿滴定
 - ・ 酸化還元滴定
- ・ 重量分析と沈殿重量法の3つの条件

89

定量分析とは

「量」を定める、つまり目的成分の量や濃度を明らかにする
(目的成分との反応と量的関係を活用した) 分析法である。



「**どれだけ含まれているのか**」を明らかにする分析法

例(機器分析以外)

- ・ 容量分析法：中和滴定法，キレート滴定法，
沈殿滴定法，酸化還元滴定法
- ・ 重量分析法：沈殿重量法，ガス重量法，
電解重量法

このテーマでは、容量分析・重量分析に必要な基礎的知識や、
それぞれの事例を通して、一般的な原理の学び直しを行う。

90

標準試薬(一次標準物質)とは

純度等が明確にわかっていて濃度の基準にできる試薬。

容量分析では、滴定用に標準溶液を調製するが、この標準溶液の正確な濃度値を決定する標定に用いられる。この物質は、容量分析において物差しの役割を果たす。

※JIS K 8005「容量分析用標準物質」(11品目)

- ・ 亜鉛
- ・ 三酸化ヒ素
- ・ シュウ酸ナトリウム
- ・ 無水炭酸ナトリウム
- ・ フッ化ナトリウム
- ・ フタル酸水素カリウム
- ・ 塩化ナトリウム
- ・ ニクロム酸カリウム
- ・ スルファミン酸
- ・ 銅
- ・ ヨウ素酸カリウム



91

標準液の標定

標定とは

容量分析において、標準溶液として用いられる溶液の濃度を決定すること。



ほぼ表示濃度になるように調製した試薬溶液を

- ・ 高純度物質(主に標準物質)と反応させる。
- ・ 濃度を正確に決定する。→「標準溶液」

※ファクター(f)とは

$$f = \frac{\text{(標定で求めた)標準液の真の濃度}}{\text{調製した標準液の表示濃度}}$$

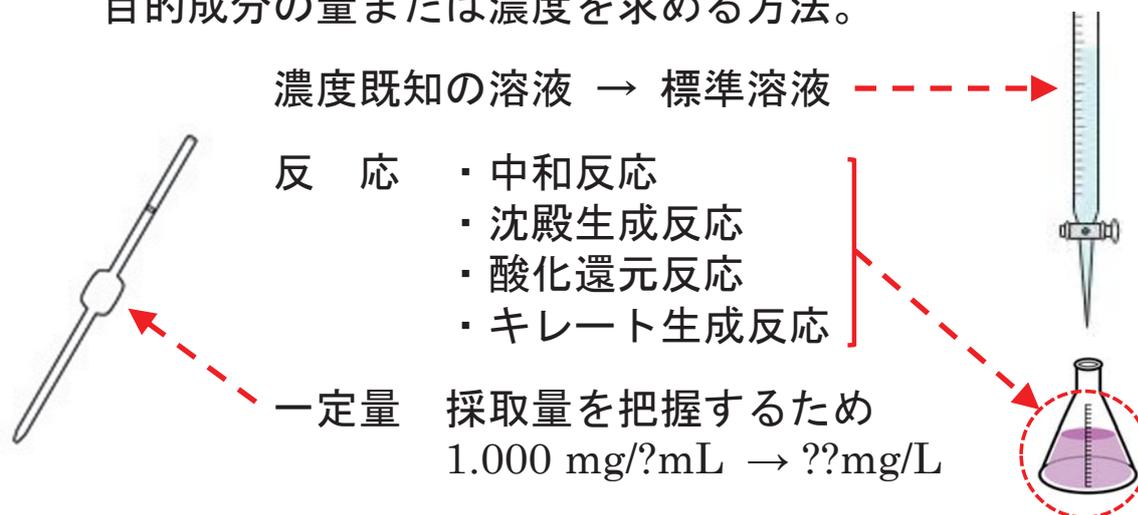
日本薬局方 : $0.970 \leq f \leq 1.030$ の範囲で調製

92

容量分析法

容量分析とは

定量しようとする目的成分を含む試料を**一定量採取**し、あらかじめ調製しておいた**濃度既知の溶液**を滴下して目的成分との**反応**が完結した時の滴下量(=容積)から目的成分の量または濃度を求める方法。



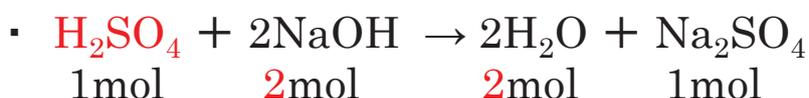
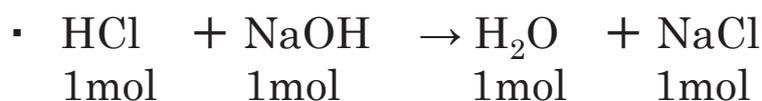
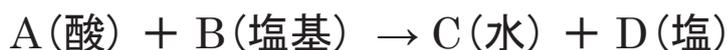
93

各種滴定法

1) 中和滴定

中和反応を利用した滴定法で、以下の特徴がある。

- ・ **酸性の物質もしくは塩基性の物質の定量に用いる。**
- ・ 酸性物質の定量には、標準溶液に塩基を使用する。塩基性物質の定量には、標準溶液に酸を使用する。
- ・ 酸と塩基の中和反応によって、水と塩が生成する。



94

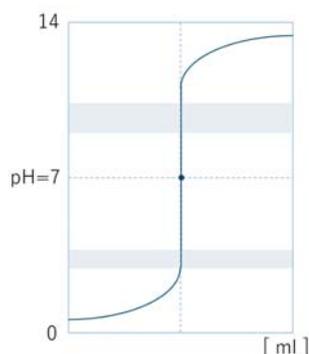
各種滴定法

1) 中和滴定

反応の完結を目で判断するために「指示薬」を用いる。
中和滴定では、pHで変色する「pH指示薬」を用いる。

<pH指示薬の選択>

- ・ マニュアルがない場合は中和点のpHを推測する。
- ・ **中和点のpHを変色領域とする指示薬を選択する。**



pH指示薬	変色領域
チモールブルー	赤 1.2 ~ 2.8 黄
メチルオレンジ	赤 3.1 ~ 4.4 黄
メチルレッド	赤 4.2 ~ 6.2 黄
プロモチモールブルー	黄 6.0 ~ 7.6 青
フェノールフタレイン	無 8.2 ~ 10.0 赤

95

各種滴定法

2) 沈殿滴定

沈殿生成反応を利用した滴定法で、以下の特徴がある。

- ・ 分析操作が簡単で、迅速に定量することができる。
- ・ 定量に利用できる沈殿生成の反応が限られている。
- ・ **対象の成分は、ほぼハロゲンイオンに限定される。**
- ・ 硝酸銀を標準溶液に使用する方法が代表的である。
(1モル=1グラム当量で規定度の単位は不要)

硝酸銀を標準溶液に使用する方法は以下の2つである。

- ① **モール法** : 生成沈殿の溶解度の差を利用
- ② **ファヤンス法** : 吸着指示薬の色素吸着を利用

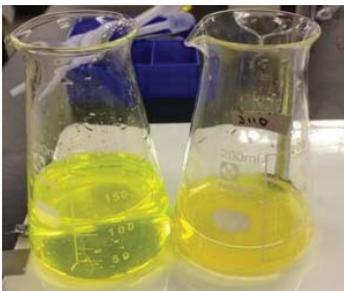
96

各種滴定法

2) 沈殿滴定

①モール法について

- ・ 指示薬： **クロム酸カリウム (K_2CrO_4)**
- ・ 終 点： **有色沈殿 (Ag_2CrO_4) の生成**
- ・ 原 理： **生成沈殿の溶解度差を利用**
 - ・ $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$ $S=1.05 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$
 - ・ $2Ag^+ + CrO_4^{2-} \rightarrow Ag_2CrO_4$ $S=7.93 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$



$AgCl$ の方が難溶性である

- ・ 先ず $AgCl$ (白色) が生じ、
- ・ 次に Ag_2CrO_4 (褐色) が生じる→終点

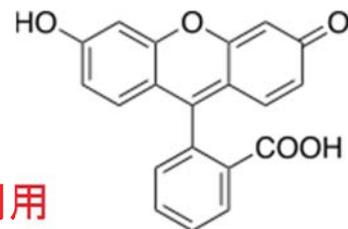
97

各種滴定法

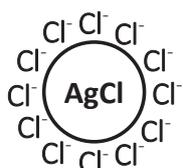
2) 沈殿滴定

②ファヤンス法について

- ・ 指示薬： **フルオレセイン**
- ・ 終 点： **色素吸着による変色**
- ・ 原 理： **吸着指示薬の色素吸着を利用**

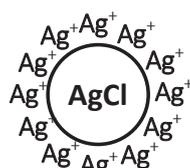


< 当量点前 >



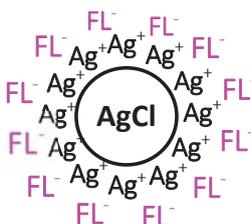
負に帯電した
コロイド粒子

< 当量点以降 >



過剰の Ag^+ が
コロイドの
表面を覆う

< 終 点 >



FL^- が吸着して
紅色を呈す



98

各種滴定法

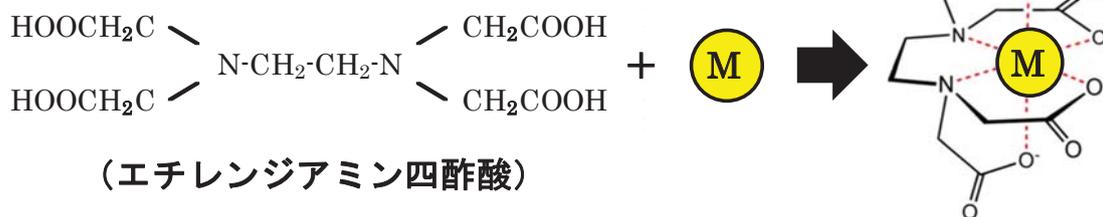
3) キレート滴定

キレート生成反応を用いた滴定法で、次の特徴がある。

- ・ 金属キレート化合物の生成反応を利用している。
- ・ **キレート試薬、金属指示薬、pH調整剤が必要。**

①キレート試薬

一般的にEDTA(エチレンジアミン四酢酸)を使用する。
反応する金属イオンの種類や価数と関係なく
1 : 1 (モル比)で反応する。



99

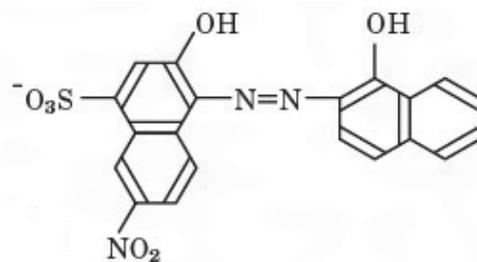
各種滴定法

3) キレート滴定

②金属指示薬(例)

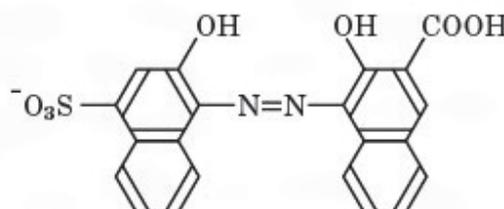
[EBT指示薬 : pH7~11]

- ・ Mg, Ca等なし → 青色
- ・ Mg, Ca等あり → 赤色



[NN指示薬 : pH12]

- ・ Caなし → 青色
- ・ Caあり → 赤色



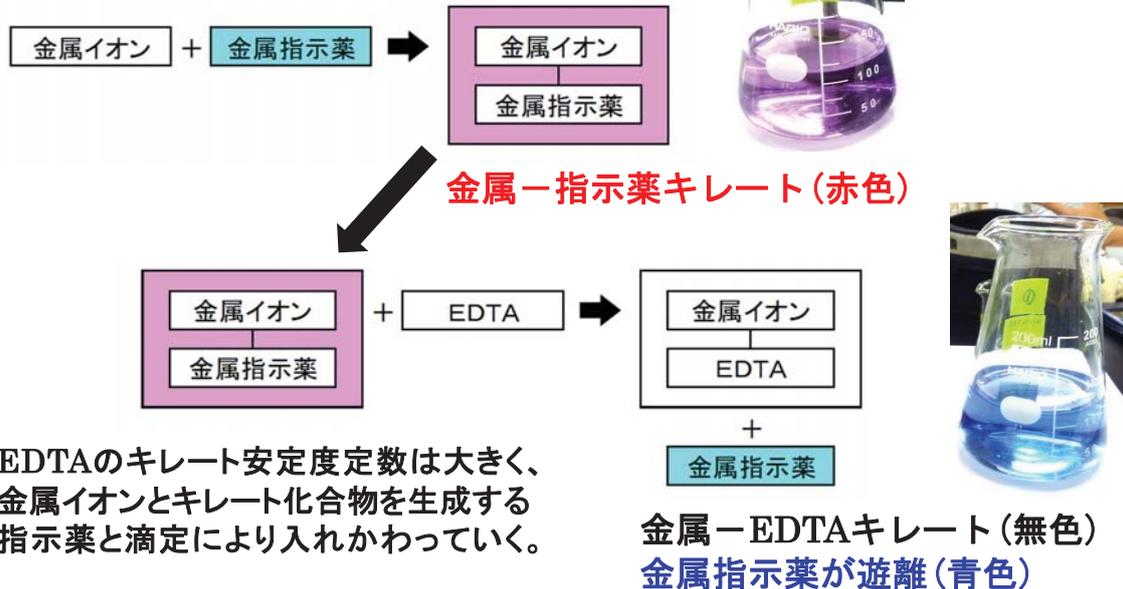
金属指示薬も金属イオンとキレート化合物を生成する。
(pHに依るため、緩衝溶液を含めたpH調整剤が必要)

100

各種滴定法

3) キレート滴定

③ 原理



101

各種滴定法

4) 酸化還元滴定

酸化還元反応を利用した滴定法で、以下の特徴がある。

- ・ 酸化もしくは還元されやすい物質の定量に用いる。
- ・ 酸化剤の定量には、標準溶液に還元剤を使用する。
還元剤の定量には、標準溶液に酸化剤を使用する。
- ・ 反応の系では酸化反応と還元反応が同時に起きる。



酸化還元滴定でよく使用される反応に次の2つがある。

- ① 過マンガン酸カリウム-シュウ酸ナトリウム
- ② ヨウ素-チオ硫酸ナトリウム

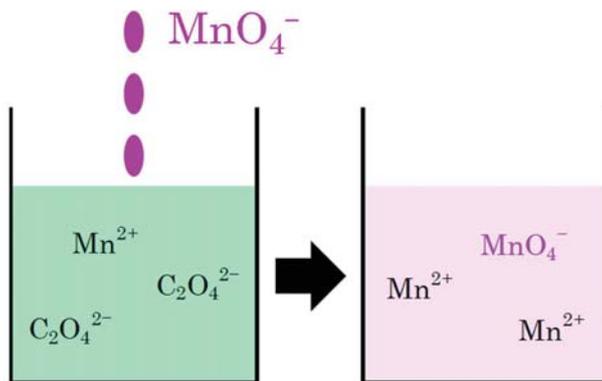
102

各種滴定法

4) 酸化還元滴定

① 過マンガン酸カリウム-シュウ酸ナトリウム

- ・ 酸化剤 (5価) $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- ・ 還元剤 (2価) $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{e}$



(MnO_4^- 自体の色で終点を判断)



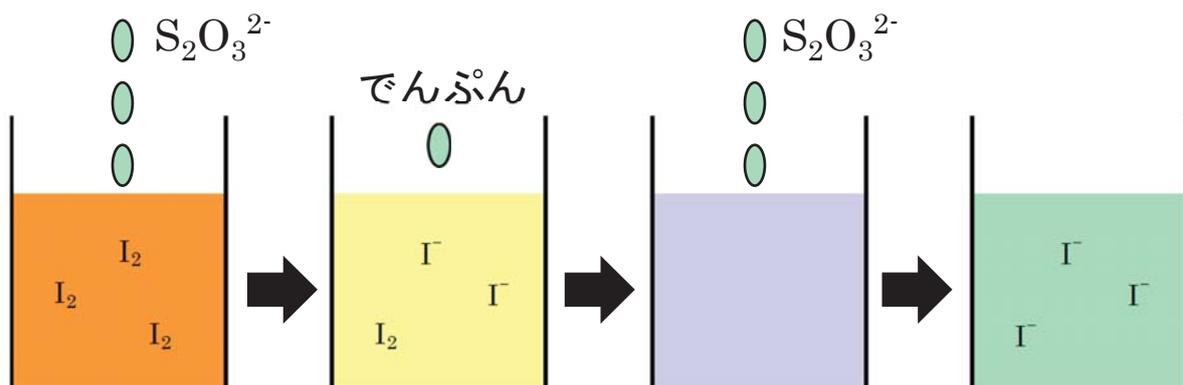
103

各種滴定法

4) 酸化還元滴定

② ヨウ素-チオ硫酸ナトリウム

- ・ 酸化剤 (2価) $\text{I}_2 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{I}^-$
- ・ 還元剤 (1価) $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{e}$



(色が薄くなったら指示薬のデンプンを添加)

104

2) 沈殿重量法の「3つの条件」

①沈殿生成時の条件

沈殿の溶解度が極めて小さく、他成分を混入させずに、目的成分を完全に沈殿させること。

- ・ 分析対象成分を初濃度の1/1000以下にすること。
- ・ 共沈を防ぐ（沈殿剤の種類・濃度）
- ・ 沈殿のコロイド化を防ぐ（pH・電解質の種類）

②秤量形が存在すること

沈殿形は水分を含めた他成分が混ざり、組成が一定でないため、質量を測定しても目的成分の量等を求めることができない。

107

2) 沈殿重量法の「3つの条件」

③沈殿洗浄時の条件

- ・ 洗浄剤の種類
 - ・ 沈殿が溶解しないものが大前提である。
 - ・ 洗浄後の操作に影響のないものを選ぶ。
- ・ 洗浄の方法
 - ・ 少量の液を用いて回数を多く洗浄する。

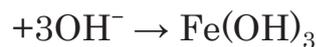
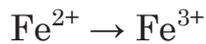
$$W_n = \left(\frac{u}{V + u} \right)^n \times W_0$$

W_n : 残存する不純物量(g) u : 沈殿に残存する母液(mL)

W_0 : 最初の不純物量(g) V : 1回の洗浄液量(mL) n : 洗浄回数

108

3) 沈殿重量法の事例(Feの重量分析)



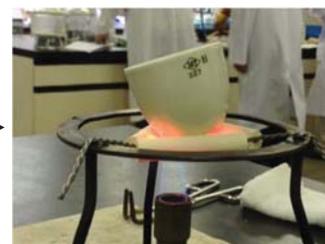
ろ過



NH_4NO_3 sol 洗浄



乾燥・加熱・強熱



$\rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ (秤量形)

109

5. 定量分析

小テスト

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [] 定量分析とは、分析対象物が「どれだけ含まれているのか」その量を調べる分析方法である。
- [] 機器分析を除く定量分析の手法は、容量分析法と重量分析法の2つに大別することができる。
- [] 容量分析での滴定に使用する標準溶液は、容量分析用の標準試薬で調製しなければならない。
- [] 標定とは、容量分析で使用する標準溶液の正しい濃度を決定すること、またその操作をいう。
- [] 容量分析において、目的成分と標準溶液との反応の完結は、すべて指示薬によって判断する。
- [] 容量分析を行う際、試料溶液の採取量は概ね把握すればよく、アバウトな採取用器具でよい。
- [] 中和滴定において、どのような場合も滴定曲線から概ねの中和点を求め、指示薬を選択する。
- [] 沈殿滴定のモル法は、生成する沈殿の溶解度差を利用して、滴定の終点を知る方法である。
- [] キレート滴定のEDTA溶液と金属イオンは、価数に関係なく1:2(モル比)で反応する。
- [] キレート滴定は、キレート剤と金属指示薬のキレート安定度定数の差を利用した方法である。
- [] 酸化還元滴定では、指示薬を必要する場合と、標準溶液が指示薬の代わりにする場合がある。
- [] ヨウ素-チオ硫酸ナトリウムの酸化還元滴定では、でんぷんをはじめから加えておくとよい。
- [] 容量分析の計算において、中和滴定と酸化還元滴定は規定度の概念を利用すると便利である。
- [] 重量分析の沈殿重量法では、分析対象物を初濃度から千分の1以下にすることが必要である。
- [] 重量分析(沈殿重量法)での沈殿の洗浄は、一度に多くの洗浄液を用いて洗浄した方がよい。

110

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [○] 定量分析とは、分析対象物が「どれだけ含まれているのか」その量を調べる分析方法である。
- [○] 機器分析を除く定量分析の手法は、容量分析法と重量分析法の2つに大別することができる。
- [×] 容量分析での滴定に使用する標準溶液は、**容量分析用の標準試薬で調製しなければならない**。
- [○] 標定とは、容量分析で使用する標準溶液の正しい濃度を決定すること、またその操作をいう。
- [×] 容量分析において、目的成分と標準溶液との反応の完結は、**すべて指示薬によって判断する**。
- [×] 容量分析を行う際、**試料溶液の採取量は概ね把握すればよく、アバウトな採取用器具でよい**。
- [×] 中和滴定において、**どのような場合も滴定曲線から概ねの中和点を求め、指示薬を選択する**。
- [○] 沈殿滴定のモール法は、生成する沈殿の溶解度差を利用して、滴定の終点を知る方法である。
- [×] キレート滴定のEDTA溶液と金属イオンは、価数に関係なく**1 : 2 (モル比)**で反応する。
- [○] キレート滴定は、キレート剤と金属指示薬のキレート安定度定数の差を利用した方法である。
- [○] 酸化還元滴定では、指示薬を必要する場合と、標準溶液が指示薬の代わりをする場合がある。
- [×] ヨウ素-チオ硫酸ナトリウムの酸化還元滴定では、**でんぷんをはじめから加えておく**とよい。
- [○] 容量分析の計算において、中和滴定と酸化還元滴定は規定度の概念を利用すると便利である。
- [○] 重量分析の沈殿重量法では、分析対象物を初濃度から千分の1以下にすることが必要である。
- [×] 重量分析（沈殿重量法）での沈殿の洗浄は、**一度に多くの洗浄液を用いて洗浄した方がよい**。

111

6. 機器分析



112

6. 機器分析

ここでの学び直し内容は以下の通りです。

- 機器分析の特徴
- 光の基礎知識、ランベルト・ベールの法則
 - 紫外可視分光光度計
 - 赤外分光光度計
 - 蛍光分光光度計
 - 原子吸光光度計
- クロマトグラフィーの基礎知識
 - 高速液体クロマトグラフ
 - ガスクロマトグラフ

113

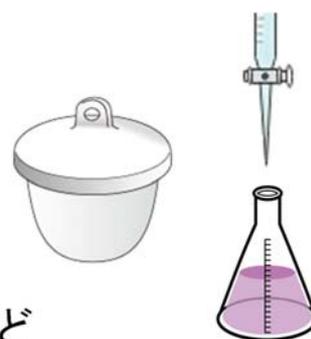
6. 機器分析

機器分析の特徴

1) 機器分析と手分析の違い

○手分析

- 「**化学反応**」を用いる。
- 重量分析：沈殿生成など
 - 容量分析：中和、キレート生成
沈殿生成、酸化還元など



○機器分析

- 「**物理的**」「**物理化学的**」手法を用いる。



電磁波や電気化学的な
特性等を利用した方法。



114

機器分析の特徴

2) 機器分析の種類

- 光(電磁波)を利用したもの：UV・FL・IR・AAS・ICP
- 分離分析(クロマトグラフ)：GC・LC・IC
- その他の手法を使ったもの：電気化学分析
pH計・イオン電極法など

3) 機器分析の長所と短所



<長所>

- ・選択性の良さ
- ・迅速化が可能
- ・微量分析が可能
- ・自動化と連続化



<短所>

- ・標準物質が必要
- ・分析機器の価格
- ・有効桁数が少ない
- ・機器の保守が面倒

115

光の基礎知識

1) 電磁波の種類と分析機器の関連

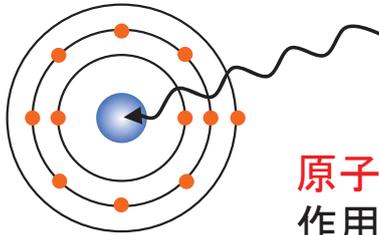
エネルギー 大 小
 波長 10^{-12} 10^{-11} 10^{-10} 10^{-9} 10^{-8} 10^{-7} 10^{-6} 10^{-5} 10^{-4} 10^{-3} 10^{-2} 10^{-1} 10^0 (m)

	γ線	X線	紫外線	可視光線	赤外線	マイクロ波	ラジオ波
(物理現象)		電子によるX線の弾性散乱	電子遷移		分子振動	分子の回転運動	核スピンの反転
(分析機器)		XRD XRF	UV FL AAS		IR DXR	ESR	NMR

116

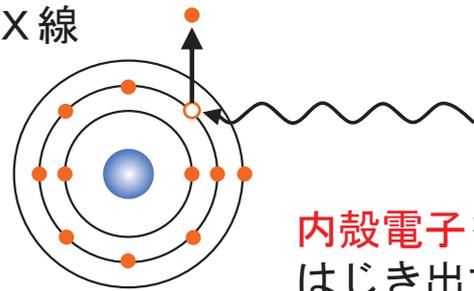
2) 電磁波が相互作用する対象

γ線



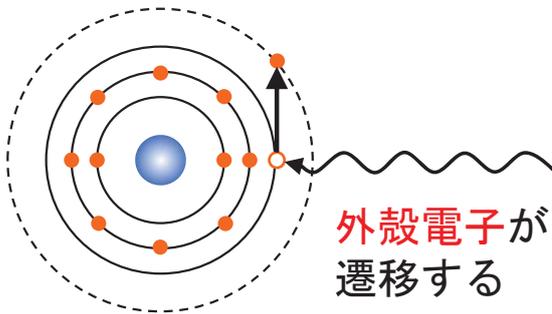
原子核まで
作用する

X線



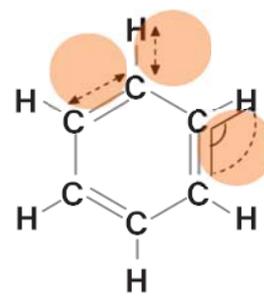
内殻電子を
はじき出す

紫外線・可視光線



外殻電子が
遷移する

赤外線



分子の振動
(伸縮・変角)

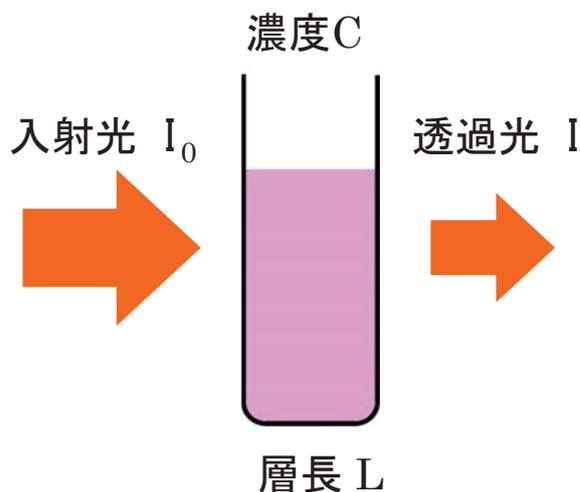
117

ランベルト・ベールの法則

ランベルト・ベールの法則

- ・ 吸光度は、試料の長さに比例する (ランベルトの法則)
- ・ 吸光度は、試料の濃度に比例する (ベールの法則)

⇒ 吸光度は、試料の長さ (光路長) と濃度に比例する。



$$\begin{aligned} \text{吸光度 } A &= \epsilon C L \\ &= -\log(I/I_0) \end{aligned}$$

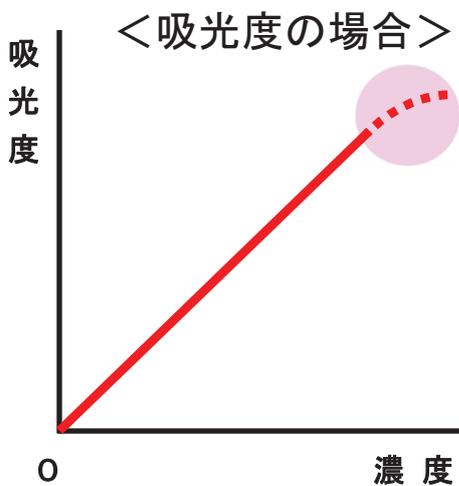
- ・ ϵ : モル吸光係数
物質固有の値

※ 吸光度と濃度の比例関係は
高濃度になると成立しない。

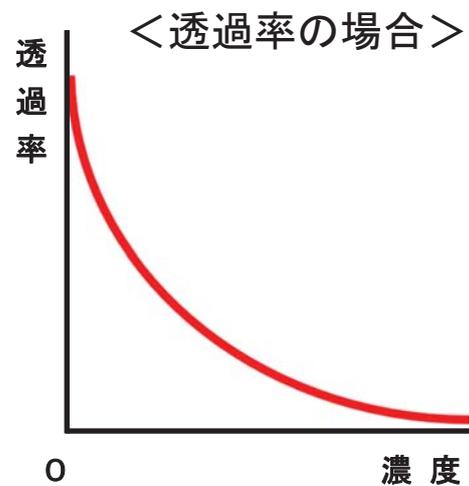
118

ランベルト・ベールの法則

濃度との関係



比例関係にあり検量線に利用されるが、高濃度になると関係は成立しない。



反比例の関係が成り立つ（比例関係ではないため計算には使用しにくい）。

119

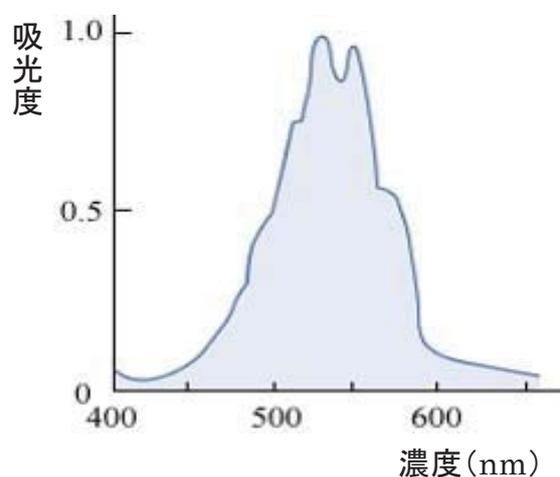
紫外可視分光光度計

1) 何ができるか？

- ① 定量分析：検量線（吸光度と濃度の関係）から
- ② 定性分析：吸収スペクトルから

※スペクトルとは

- ・ 横軸は波長、縦軸は強度。
- ・ 光を分光器に通すことで得られる光の波長ごとの強度（吸光度）の分布。
- ・ 定性分析に使われる数値
 - ・ 極大吸収波長
 - ・ モル吸光係数

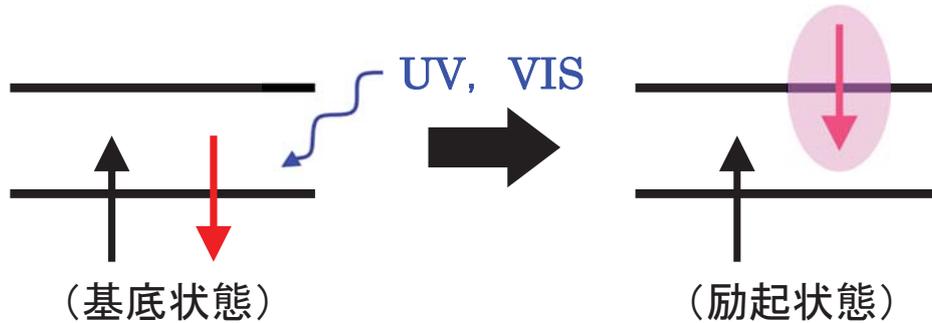


120

紫外可視分光光度計

2) 原理

紫外線、可視光線の吸収は、分子の基底状態にある電子が光エネルギーを吸収して励起状態に遷移することで起こる。



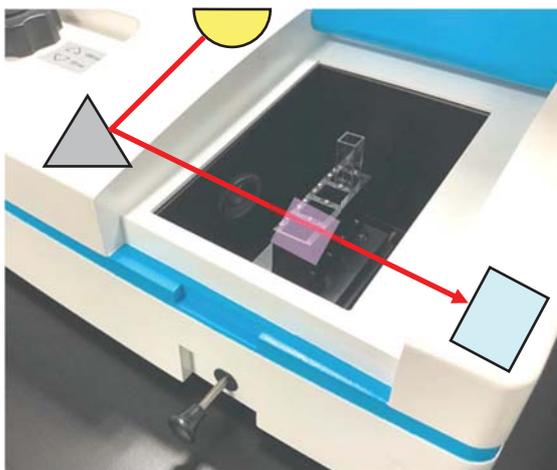
3) 装置の分類

- ①単光束型分光光度計 (シングルビームタイプ)
- ②複光束型分光光度計 (ダブルビームタイプ)

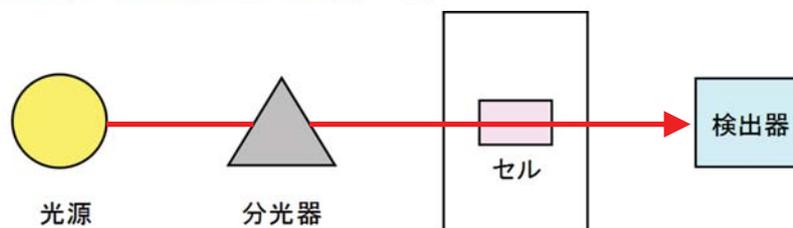
121

紫外可視分光光度計

①単光束型分光光度計 (シングルビームタイプ)



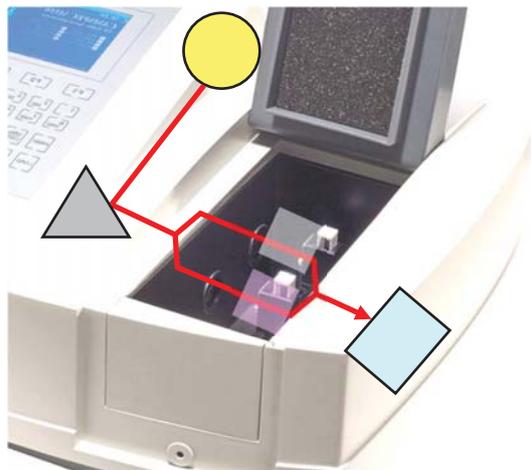
- ・波長を固定して測定。
→ 定量分析に向く。
- ・光学系が単純で安価。
- ・装置のドリフトが大きい
→ 精度が求められる測定、
多検体測定には不向き。



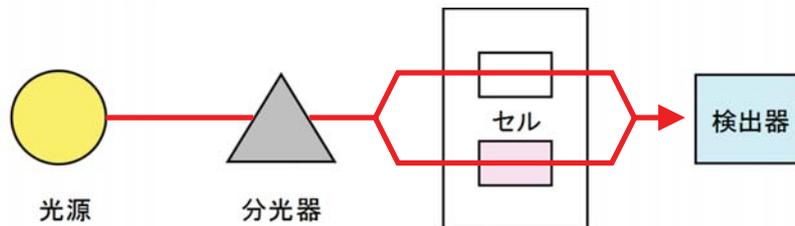
122

紫外可視分光光度計

② 複光束型分光光度計（ダブルビームタイプ）



- ・ 波長を連続的に変えて測定。
→ 定性分析に向く。
- ・ 参照光を装置でのドリフト補正に用いる。
→ 長時間の測定においてもドリフトが非常に小さく安定した測定が可能。



123

紫外可視分光光度計

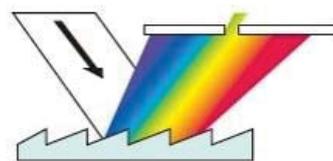
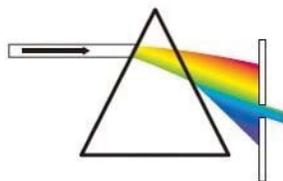
4) その他

① 光源：励起させるための光を出す

- ・ 紫外部 (160-400nm) → 重水素 (D_2) ランプ
- ・ 可視部 (320nm以上) → タングステン (W) ランプ

② 分光部：光を波長で分離し、特定の波長の光を取り出す

- ・ プリズム (屈折を利用)
- ・ 回折格子 (回折を利用)



③ セル：試料を入れるための容器

- ・ 紫外部 → 石英製
- ・ 可視部 → ガラス製, プラスチック製, 石英製



124

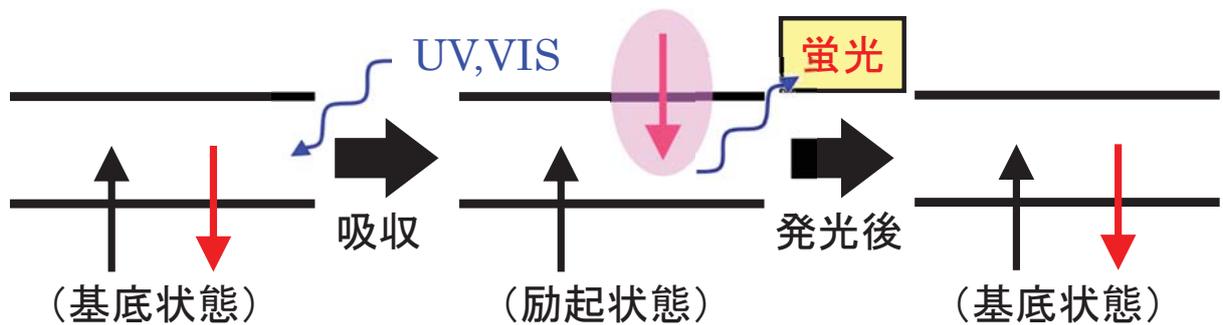
蛍光分光光度計

1) 何ができるか？

- ① 定量分析：検量線（蛍光強度と濃度の関係）から
- ② 定性分析：蛍光スペクトルから

※測定対象：蛍光性をもつ物質

2) 原理 物質が可視・紫外光を吸収して励起して、もとの基底状態に戻る過程で放射される光を蛍光という。

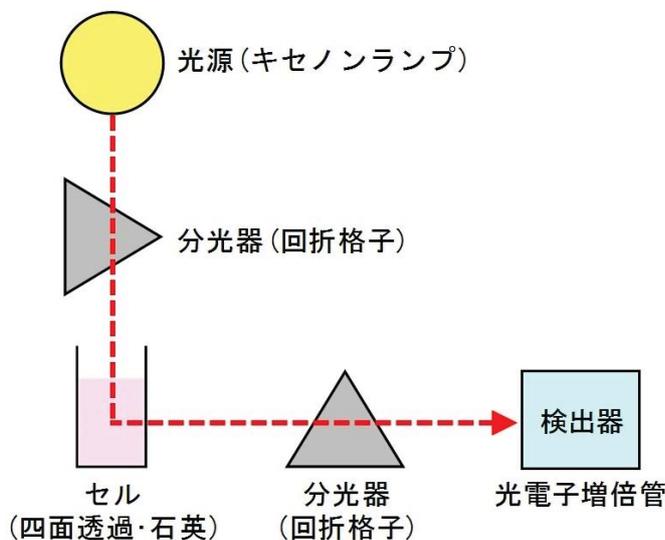


125

蛍光分光光度計

3) 装置

紫外可視分光光度計との比較



- ① 光源がキセノンランプ
 - ・ 広い波長域で照射（紫外域～赤外域）
 - ・ 300nm以下は弱い
- ② 分光器が2つ存在する
 - ・ 最適励起波長へ設定
 - ・ 測定蛍光波長へ設定
- ③ 照射部と測定部が直角
 - ・ 90° 方向の光を測定→吸収セルは四面透過型

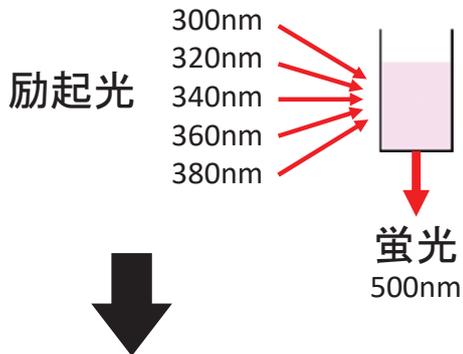
126

蛍光分光光度計

4) その他

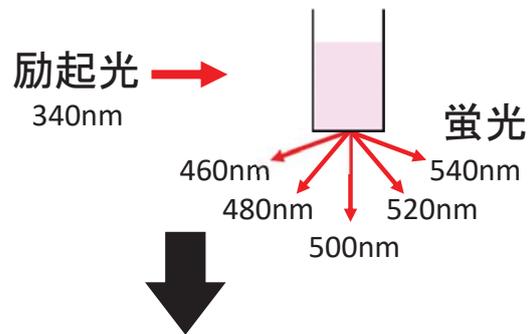
① スペクトルの測定

励起スペクトル測定法



- ・ 最適励起波長が分かる。
- ・ 蛍光スペクトル測定の励起波長として用いる。

蛍光スペクトル測定法



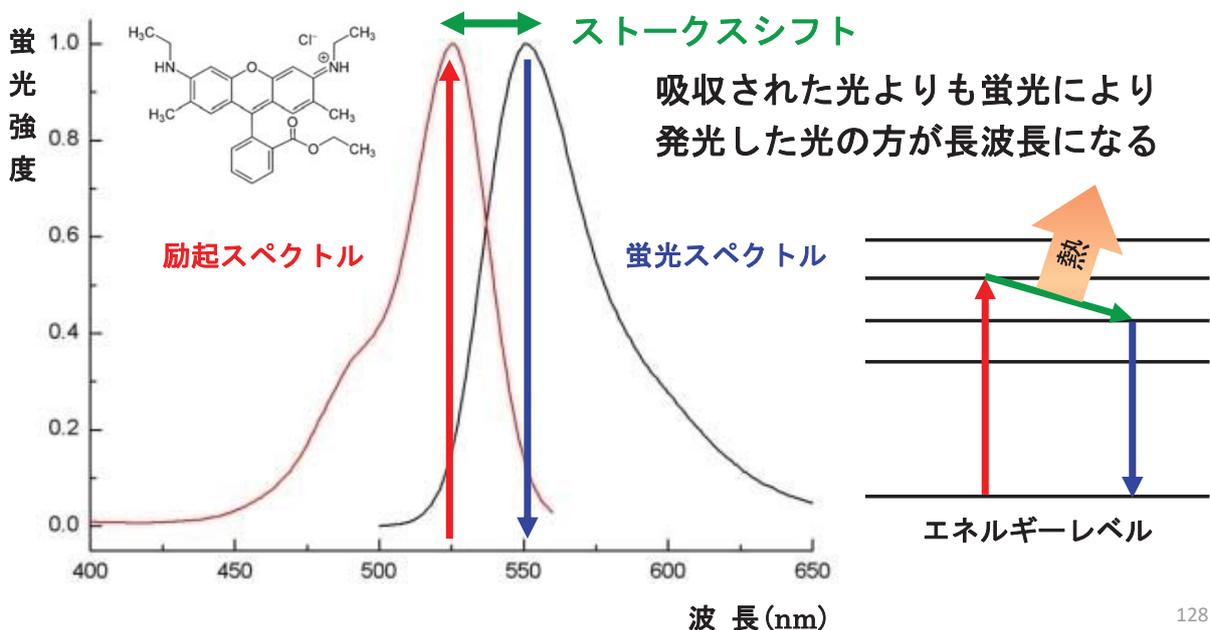
- ・ 定量分析を行う際には、蛍光強度が最大となる波長に設定する。

127

蛍光分光光度計

4) その他

② 励起スペクトルと蛍光スペクトル



128

蛍光分光光度計

4) その他

③ 蛍光強度 (F) の決定因子

$$F = k \times I_0 \times \phi \times \varepsilon \times L \times C$$

- ・ I_0 : 励起光の強さ
- ・ ϕ : 量子収率
蛍光を発する効率
(~1.0までの数値)
- ・ ε : モル吸光係数
- ・ L : 光路長
- ・ C : 濃度 (モル濃度)

吸光度との違い

ランベルト・ベールの法則に従うが、**蛍光は励起光の強さにも比例。**
(→キセノンランプ)

※濃度消光に注意

→試料濃度が高い場合、逆に蛍光強度が減少する。

129

赤外分光光度計

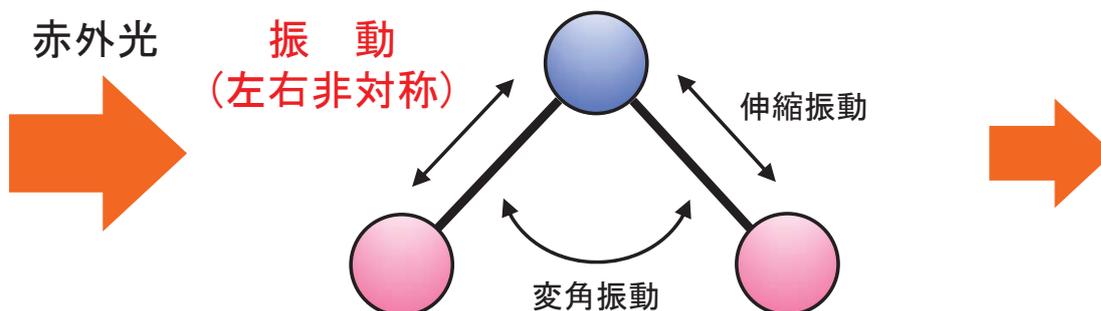
1) 何ができるか?

○構造解析 : 赤外吸収スペクトル (IRスペクトル) から

→有機化合物に含まれる官能基を決定したい時に活用。

2) 原理

物質に赤外光を照射すると、ある波長域が吸収される。
吸収される赤外光の波長と程度は物質によって異なる。



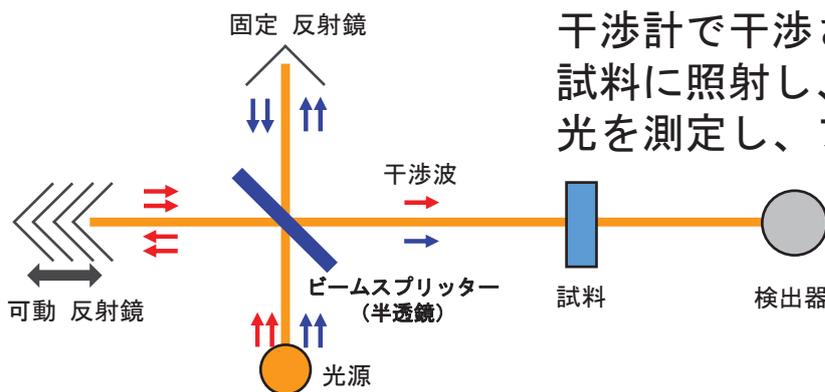
130

赤外分光光度計

3) 装置

光学系の違いで「分散型」と「干渉型 (FT-IR)」に分類。現在は「干渉型」が主流で、分散型は姿を消しつつある。

干渉型装置は、光源、干渉計、試料部、検出器からなる。他の機器分析と異なる点は、分光器の代わりに干渉計が使用されていること。



干渉計で干渉させた全波長光を試料に照射し、透過か反射した光を測定し、フーリエ変換する。

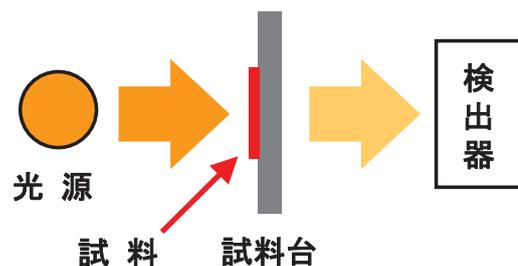
131

赤外分光光度計

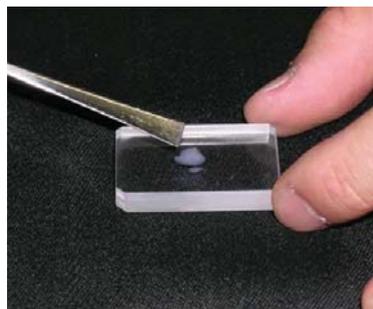
4) 測定法と試料調製法

① 透過法

測定する試料に光を照射し、透過する光を検出する方法。試料は薄いことが望ましい。



KBr 錠剤法



ヌジョール法



薄膜法

写真：日本分光株式会社ホームページより引用

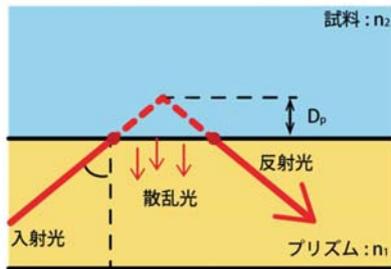
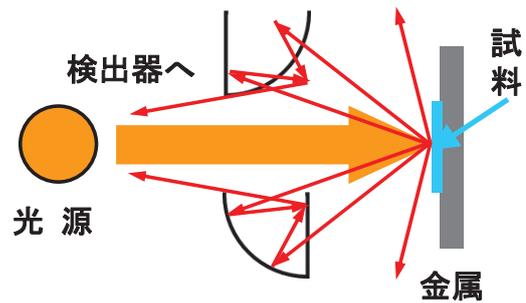
132

赤外分光光度計

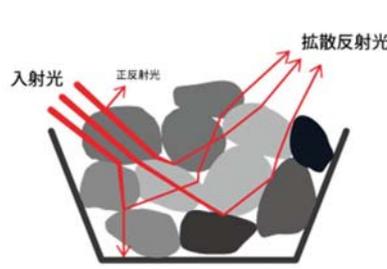
4) 測定法と試料調整法

② 反射法

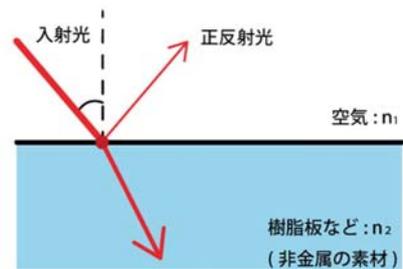
試料を金属上に置き、光を照射、試料が吸収した光が混在する反射光を測定する。



ATR法



拡散反射法



正反射法

図：日本分光株式会社ホームページより引用

133

赤外分光光度計

5) スペクトル (吸収と構造)

分子の振動は原子間の結合がばねの働きをして生じる。



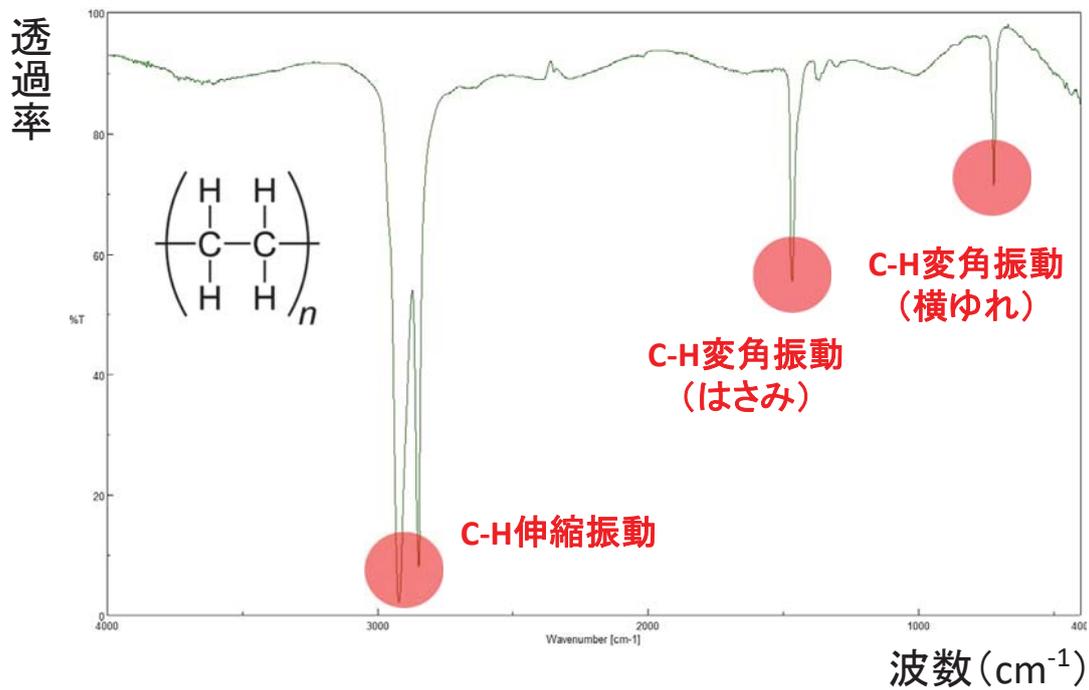
原子の質量が小さく、ばねが強いほど振動が速くなる。

- 4000~2500 cm^{-1} : 水素原子との結合の吸収帯 (C-H伸縮, N-H伸縮)
- 2500~1300 cm^{-1} : 多重結合の吸収帯 (C=C伸縮, C=O伸縮)
- 1300~650 cm^{-1} : 変角振動の吸収帯 (指紋領域)

134

赤外分光光度計

5) スペクトル (事例)



135

原子吸光光度計

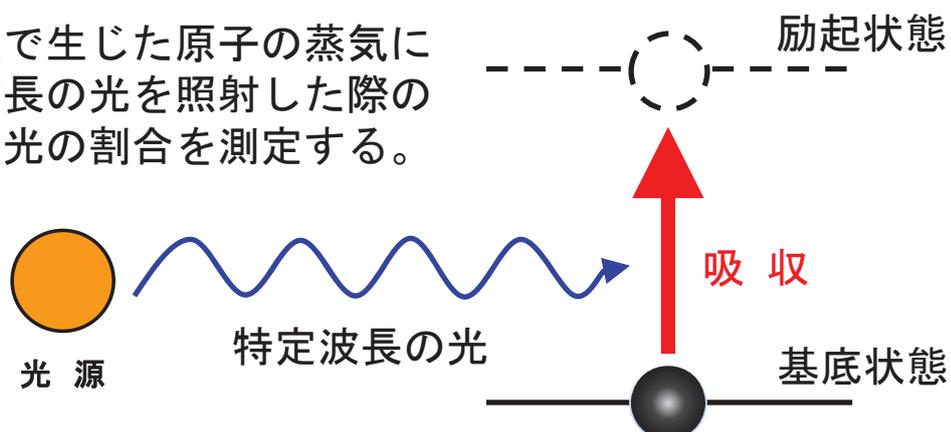
1) 何ができるか？

○定量分析：検量線(吸光度と濃度の関係)から

※測定対象：金属元素

2) 原理

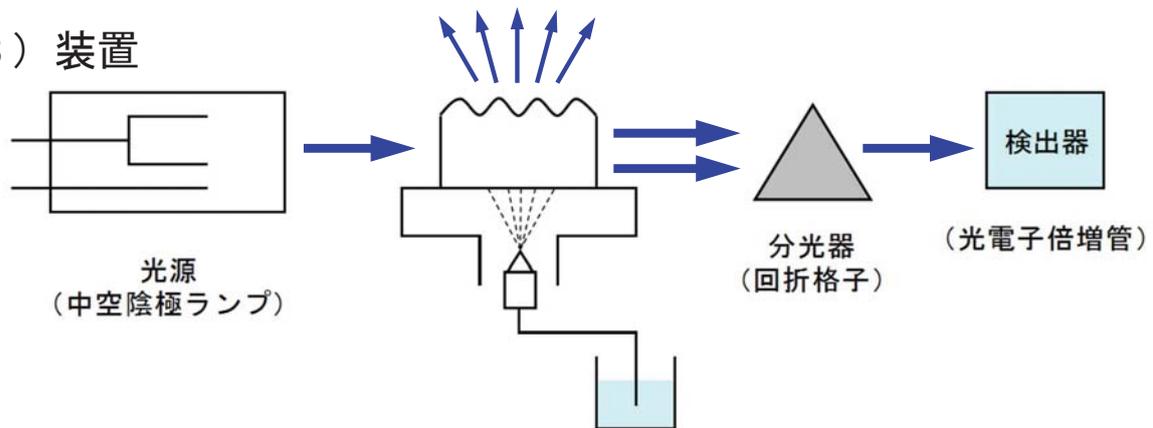
熱解離で生じた原子の蒸気に
特定波長の光を照射した際の
原子吸光の割合を測定する。



136

原子吸光光度計

3) 装置



紫外可視分光光度計との比較

- ①光源
 - ・中空陰極ランプを使用。
 - ・元素毎にランプが必要。
- ②試料の原子化が必要
(フレイム, グラファイト炉)
- ③分光器の位置が異なる
 - ・発光成分を除去して目的光のみにする。

137

原子吸光光度計

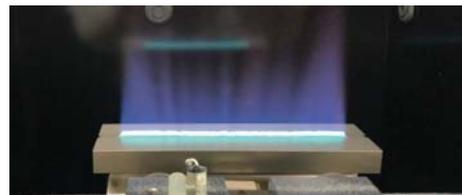
4) その他

①原子化法

- ・フレイム法(炎で加熱する方法)
 - ・試料の利用率が10%程度であり、感度が劣る。
- ・グラファイト炉法(フレイムレス法の一つ)
 - ・試料の利用率がほぼ100%であり、感度が高い。

②フレイム

- ・空気-アセチレン(2300°C)
- ・空気-プロパン(1900°C)
 - 高温ではイオン化するアルカリ(土類)金属等
- ・亜酸化窒素-アセチレン(2800°C)
 - 熱解離しにくいアルミニウム、チタン等



138

原子吸光光度計

4) その他

③干渉と対策

○分光干渉

原因：似通った吸収波長を持つ元素の混在

対策：バックグラウンド補正を行う

○物理干渉

原因：溶液の粘性、比重、表面張力等により均一な霧にならず、原子化部へ届く試料が減少する。

対策：

- ・ 試料溶液の希釈
- ・ 内標準法の利用
- ・ 標準溶液の組成を試料溶液に近づける

139

原子吸光光度計

4) その他

③干渉と対策

○化学干渉

原因：目的元素と共存物質とが難解離性の化合物を形成して原子化を阻害、原子蒸気が減少する。

対策：

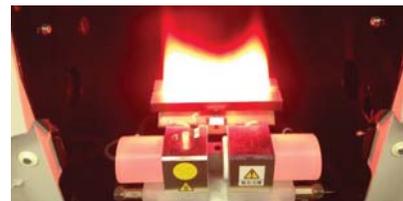
- ・ 干渉抑制剤の添加
- ・ 原因元素の過剰添加
- ・ 高温フレイムの使用

○イオン化干渉

原因：イオン化しやすい元素の共存で、目的元素のイオン化が抑制され、感度が上昇する。

対策：

- ・ 標準添加法の利用
- ・ 原因元素の過剰添加
- ・ さらにイオン化しやすい元素の過剰添加



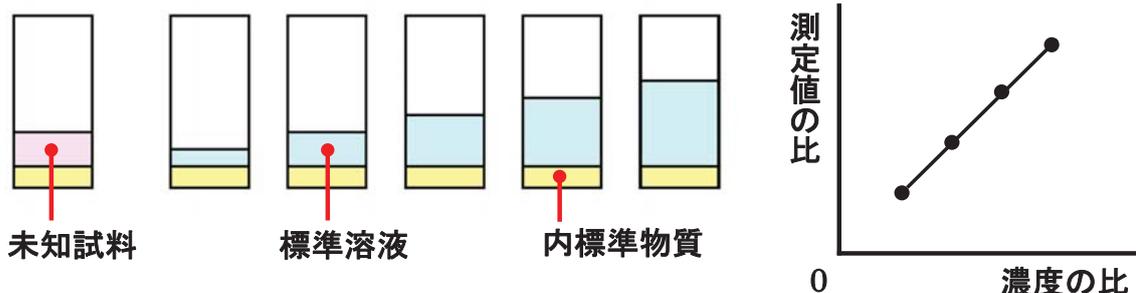
140

原子吸光光度計

4) その他

④内標準法

- ・ 共存物質の量が不明、マトリックス効果を相殺する時。
- ・ 試料の注入量にばらつきが生じ、その補正を行う場合。



内標の条件

- ・ 未知試料に含まれない成分
- ・ 目的成分と同じマトリックス効果を受ける物質
- ・ 目的成分と近い位置にシグナルを与える成分(クロマト)

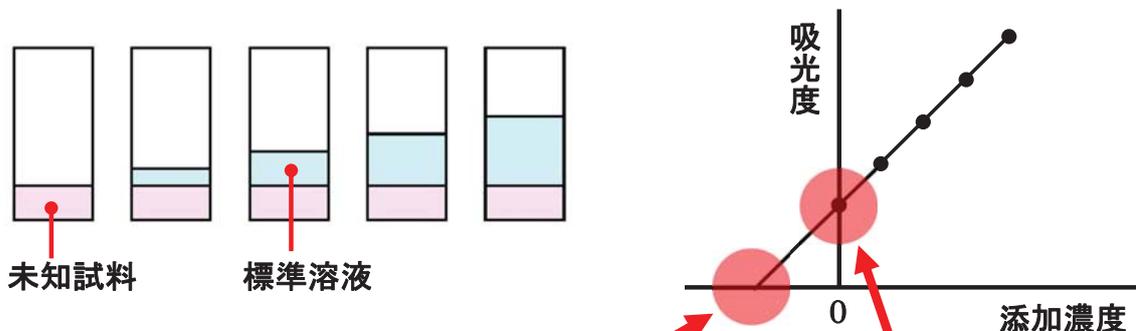
141

原子吸光光度計

4) その他

⑤標準添加法

- ・ 共存物質の量が不明、マトリックス効果が無視できず、適当な内標が得られない場合。



検量線と x 軸の交点が
目的成分の濃度となる
(x 値の絶対値をとる)。

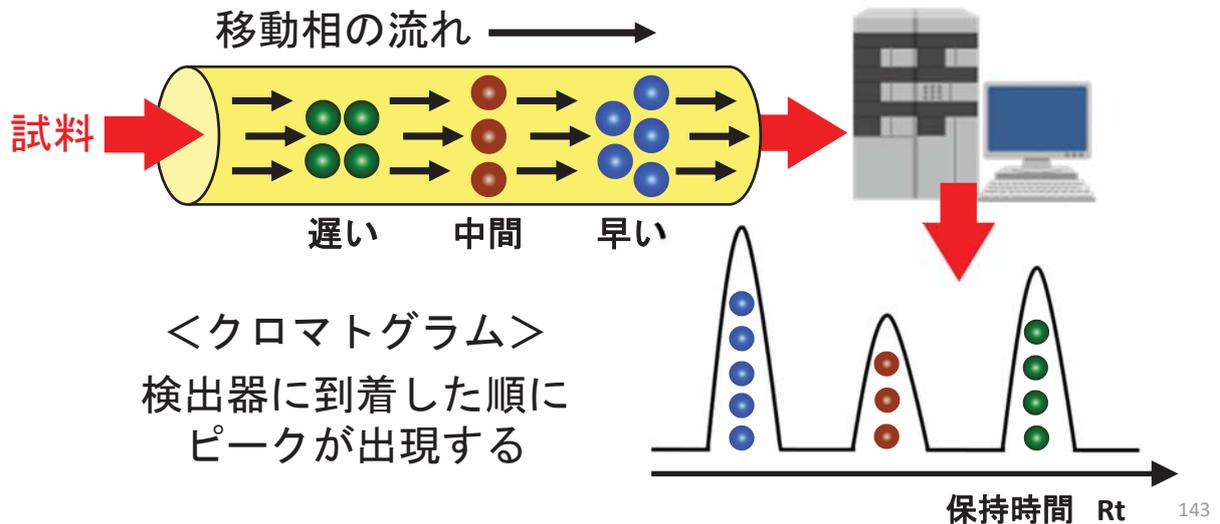
未知試料にも目的成分が
含まれる(y 切片をもつ)。

142

クロマトグラフィーの基礎

1) クロマトグラフィーと原理

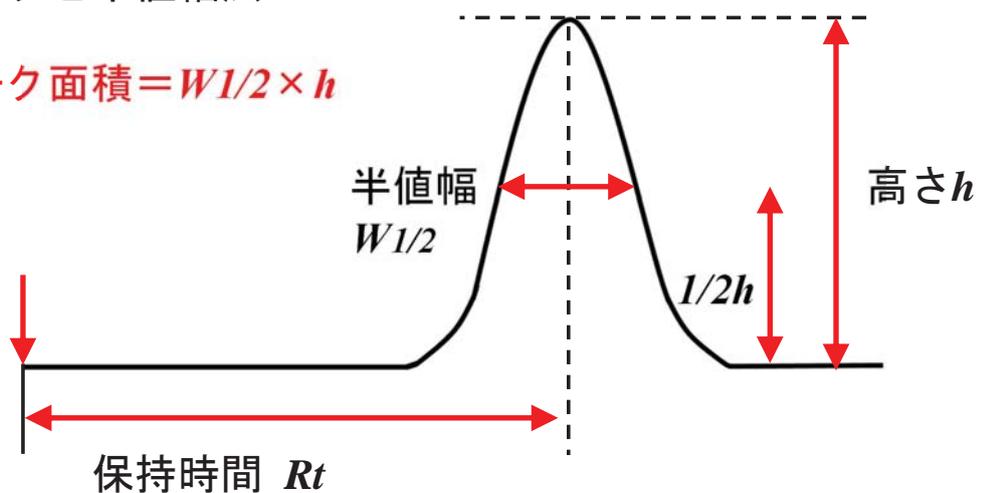
物質の物理的・化学的性質により、固定相との相互作用の程度に違いが生じ、結果的に移動速度に差が生じることを利用して混合物の分離、目的成分の定性・定量を行う方法。



クロマトグラフィーの基礎

2) ピークと半値幅法

$$\text{ピーク面積} = W_{1/2} \times h$$



保持時間 (R_t) : 定性に利用 ※保持容量も利用する
ピーク高 (h) : 定量に利用 ※一般的にピーク面積を利用

高速液体クロマトグラフ

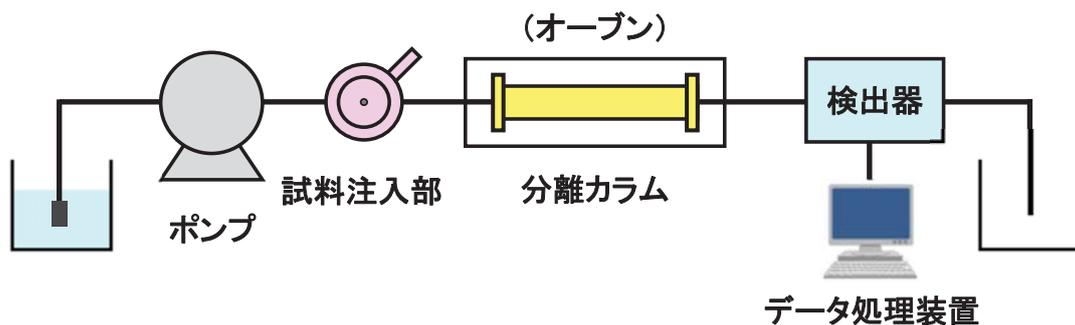
1) 何ができるか？

①定性分析：保持時間または保持容量から

②定量分析：検量線(ピーク面積と濃度の関係)から

※測定対象：液体試料、何らかの溶媒に溶ける固体試料

2) 装置



145

高速液体クロマトグラフ

2) 装置

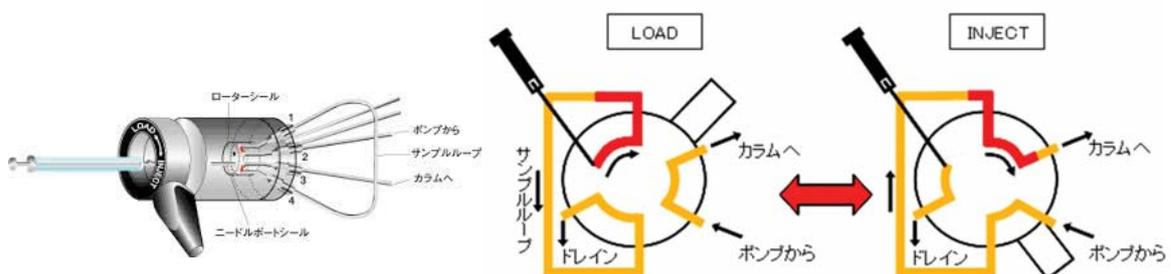
①ポンプ

流量が調整でき、脈流が少なく、精度よく送液できることが重要。



②インジェクター

一般的にループバルブ方式を用いる。サンプルループと六方バルブを組み合わせることで、試料の注入量に対し高い再現性が得られる仕組みになっている。



146

高速液体クロマトグラフ

2) 装置

③検出器

- 紫外可視分光 (UV/VIS) 検出器
最も広く使用されている。化合物の光吸収を検出する。
- 示差屈折 (RI) 検出器
糖の分析に使われている。光の屈折率の差を利用する。
- 分光蛍光 (FL) 検出器
蛍光性のある化合物の検出に使用する。高感度である。
- 電気化学検出器 (ECD)
主に、酸化還元反応が起こる成分の測定に使用される。
- 質量分析 (MS)
質量分析器を直結して、物質の分子量を直接測定する。

147

高速液体クロマトグラフ

3) その他

①充填剤

形状では、表面多孔性型 (ペリキュラー型) と全多孔性型 (ポーラス型) があるが、今はほとんど後者が使用される。材質では、以下の2つに分類される。

○シリカ系充填剤

- 利点：耐圧性に優れている。理論段数が高い。
移動相中の有機溶媒含有率に制限がない。
- 欠点：pH8以上では使用できない。

○有機ポリマー系充填剤

- 利点：広いpH領域で使用できる。
試料の不可逆的吸着が起こりにくい。
- 欠点：耐圧性が低く、理論段数が低い。
移動相中の有機溶媒で膨潤や収縮を起こす。

148

高速液体クロマトグラフ

3) その他

②分離モード

○順相：固定相の極性 > 移動相の極性

- ・ 固定相：シリカゲル、アルミナ
- ・ 移動相：ヘキサン、ベンゼン、クロロホルム等
- ・ 試料：高極性の有機化合物、構造異性体、糖類
※極性の高い物質ほど溶出が遅い。

○逆相：固定相の極性 < 移動相の極性

- ・ 固定相：シリカゲルにオクタデシル基等が結合
- ・ 移動相：水、アセトニトリル、メタノール等
- ・ 試料：中・低極性のほとんどの有機化合物
※極性の低い物質ほど溶出が遅い。

149

ガスクロマトグラフ

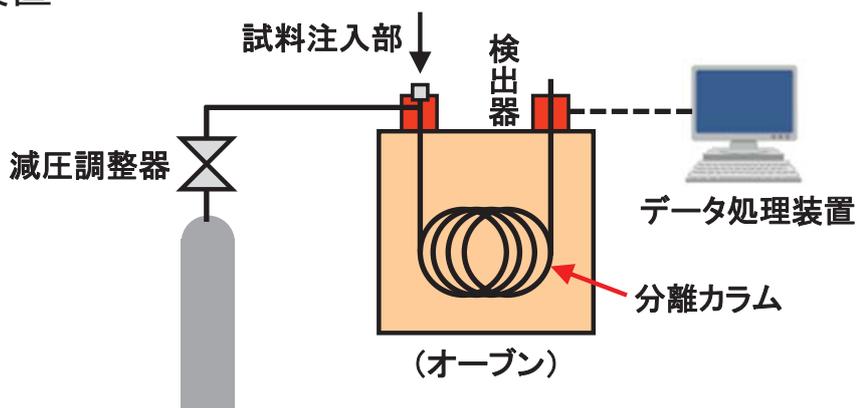
1) 何ができるか？

①定性分析：保持時間または保持容量から

②定量分析：検量線(ピーク面積と濃度の関係)から

※測定対象：常温で気体の試料、加熱すると気化する試料

2) 装置



150

ガスクロマトグラフ

2) 装置

①カラム

○充てんカラム (パッキングカラム)

- ・ 内径2~4mm, 長さ0.5~6m
- ・ ガラスまたはステンレス管
- ・ 固定相を充てんしたカラム

※沸点範囲の広い混合試料の測定に有利で、ガス分析に向く。



○キャピラリーカラム

- ・ 内径0.2~1.2mm, 長さ10~100m
- ・ 溶融石英 (フィールズドシリカ管)
- ・ 内壁に液相をコーティングしたカラム

※ピーク形状がシャープで分離能に優れており高感度である。



151

ガスクロマトグラフ

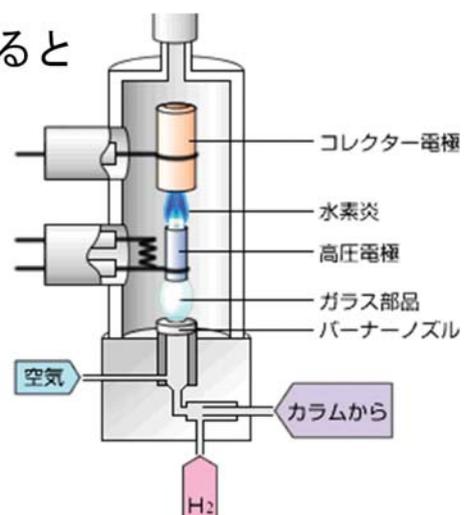
2) 装置

②検出器

○水素炎イオン化検出器 (FID)

有機化合物が水素炎で燃焼されるとイオン化する。このイオンが電極 (コレクタ) で捕集され、発生した電流を検出する。

- ・ ほとんどの有機化合物 (炭化水素) に適用可能
- ・ 無機化合物はほとんど、または全く反応しない



152

ガスクロマトグラフ

2) 装置

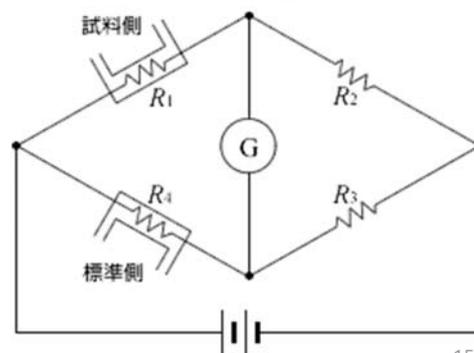
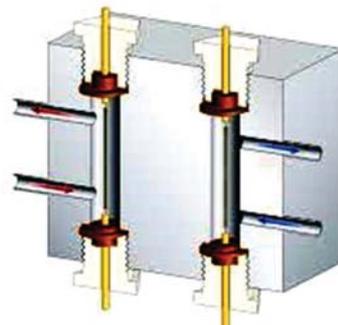
②検出器

○熱電導度検出器 (TCD)

試料を含むか否かによってキャリアガスの熱伝導度が異なるため、フィラメントから奪われる熱量が異なる。

フィラメントの温度が変化することで生じる抵抗値の変化を測定、流れた電流を検出する。

- ・ 無機物、有機物ともに検出できる汎用検出器である。



153

ガスクロマトグラフ

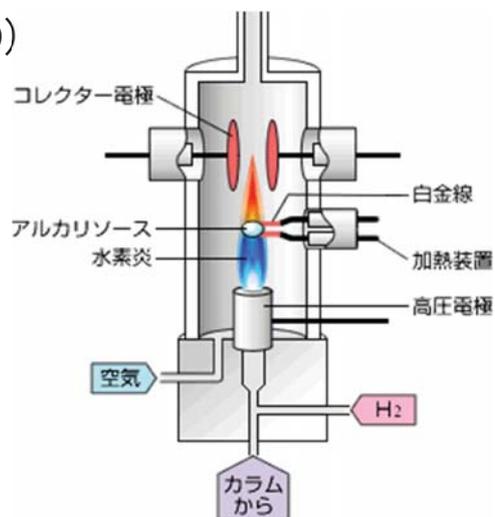
2) 装置

②検出器

○水素炎熱イオン化検出器 (FTD)

水素炎で加熱されたアルカリ金属イオンと窒素・リンとの選択的な反応で生じるイオン電流を検出する。

- ・ 窒素化合物の検出に用いる。
- ・ リン化合物への選択性は、炎光光度検出器の方が高い。



154

ガスクロマトグラフ

2) 装置

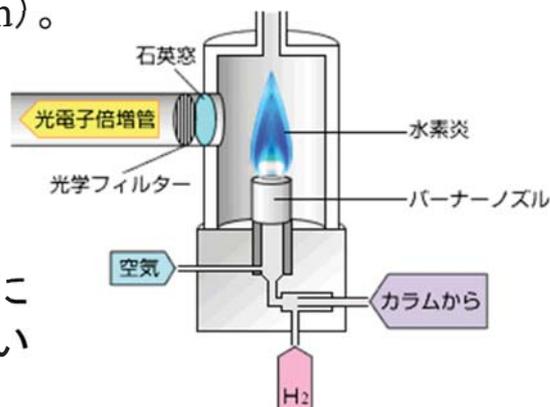
②検出器

○炎光光度検出器 (FPD)

リンや硫黄を含む化合物を還元炎中で燃焼させた時に放射される特性的な炎光を検出する

(S_2 : 394nm, HPO: 526nm)。

- ・ **硫黄化合物やリン化合物に対して高い選択性があり、高感度な検出器である。**
- ・ 最大の欠点は、硫酸化物に対する応答性に直線性がないことである。



155

ガスクロマトグラフ

2) 装置

②検出器

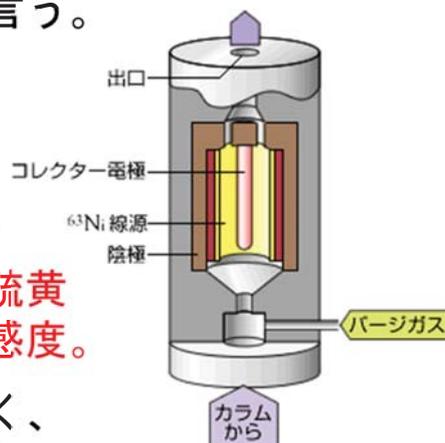
○電子捕捉型検出器 (ECD)

β 線により窒素ガスがイオン化し、電子が放出されて流れるイオン電流を基準電流と言う。

親電子性化合物が入ると電子が奪われ、基準電流が変化する。

そこで、基準電流を保つために印加される補償電圧を検出する。

- ・ **ハロゲン化合物、含酸素・含硫黄化合物に対し高選択性かつ高感度。**
- ・ 欠点は検量線の直線範囲が狭く、汚染により感度が低下すること。



156

6. 機器分析

小テスト

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [] 手分析には化学反応を、機器分析には電磁波や電気化学的な特性などを利用した方法が多い。
- [] 機器分析には分析機器が高価という欠点があるが、結果の有効桁数が多いという長所もある。
- [] 紫外線・可視光線が相互作用する対象は外殻電子であり、その作用で外殻の電子が遷移する。
- [] 吸光度が試料の光路長と濃度に比例するという関係はランベルト・ベールの法則と呼ばれる。
- [] 紫外可視分光光度計では、定量分析以外に吸収スペクトルから定性分析も行うことができる。
- [] 複光束型の紫外可視分光光度計は装置のドリフトが大きく、時間を要する測定には向かない。
- [] 蛍光分光光度計は、照射部と測定部が直線の位置にあるため、二面透過型のセルを使用する。
- [] 蛍光強度と吸光度との違いとして、蛍光には「励起光の強さに比例する」という特徴がある。
- [] 赤外分光光度計は、物質の赤外光の吸収を利用して分子量・分子式の情報を得る機器である。
- [] 原子吸光光度計は定量分析だけではなく、炎色反応を利用して定性分析を行うことができる。
- [] 原子吸光光度計は、物理干渉を伴う試料を測定する場合、対策として標準添加法を利用する。
- [] クロマトグラフィーでは保持時間を定性分析、ピーク高さまたは面積を定量分析に利用する。
- [] 高速液体クロマトグラフの試料注入部には、一般的にループバルブ方式を採用して測定する。
- [] 高速液体クロマトグラフの分離モードとして、移動相に水を使用するのは順相モードである。
- [] ガスクロマトグラフでの測定で、炭化水素化合物の多くに適用できる検出器はF T Dである。

157

6. 機器分析

小テスト

以下の文章の内容が正しければ○を、誤っていれば×を [] に記入しなさい。

- [○] 手分析には化学反応を、機器分析には電磁波や電気化学的な特性などを利用した方法が多い。
- [×] 機器分析には分析機器が高価という欠点があるが、**結果の有効桁数が多い**という長所もある。
- [○] 紫外線・可視光線が相互作用する対象は外殻電子であり、その作用で外殻の電子が遷移する。
- [○] 吸光度が試料の光路長と濃度に比例するという関係はランベルト・ベールの法則と呼ばれる。
- [○] 紫外可視分光光度計では、定量分析以外に吸収スペクトルから定性分析も行うことができる。
- [×] 複光束型の紫外可視分光光度計は**装置のドリフトが大きく、時間を要する測定には向かない**。
- [×] 蛍光分光光度計は、照射部と測定部が**直線の位置にあるため、二面透過型のセルを使用する**。
- [○] 蛍光強度と吸光度との違いとして、蛍光には「励起光の強さに比例する」という特徴がある。
- [×] 赤外分光光度計は、物質の赤外光の吸収を利用して**分子量・分子式の情報を得る**機器である。
- [×] 原子吸光光度計は定量分析だけではなく、**炎色反応を利用して定性分析を行うことができる**。
- [×] 原子吸光光度計は、**物理干渉を伴う試料を測定する場合、対策として標準添加法を利用する**。
- [○] クロマトグラフィーでは保持時間を定性分析、ピーク高さまたは面積を定量分析に利用する。
- [○] 高速液体クロマトグラフの試料注入部には、一般的にループバルブ方式を採用して測定する。
- [×] 高速液体クロマトグラフの分離モードとして、**移動相に水を使用するのは順相モード**である。
- [×] ガスクロマトグラフでの測定で、**炭化水素化合物の多くに適用できる検出器はF T D**である。

158

2019 秋 第 1 回実証講座受講者アンケート

1. 講座の構成について

- (1) 今回の講座では、e ラーニングによる自主学習のみで学習を行っていただきました。本講座で採用した実施方法へのご感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んで○で囲んでください。

1. よかった 2. まあまあよかった 3. あまりよくなかった 4. よくなかった

- (2) 今回の講座では、5 つの講義・小テストと評価試験、合計 5.5 時間程度の e ラーニング学習を設定しました。学習の達成度として、当てはまる選択肢を 1 つ選んで○で囲んでください。

1. すべて学習した 2. おおよそ学習した
3. すこし学習した 4. まったく学習できなかった

- (3) 今回の講座で設定された計 5.5 時間程度の学習を行うために必要だった学習期間について、当てはまる選択肢を 1 つ選んで○で囲んでください。

1. 2, 3 日程度 2. 1 週間程度 3. 2 週間程度
4. 3 週間程度 5. 1 か月未満 6. 1 か月以上

- (4) 今回の講座では、合計 5.5 時間程度の e ラーニング学習を設定しました。学習分量に対するご感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んで○で囲んでください。

1. 多かった 2. やや多かった 3. 適正だった
4. やや少なかった 5. 少なすぎた

- (5) 今回の講座の学習内容は理解できましたか。当てはまる選択肢を 1 つ選んで○で囲んでください。

1. よく理解できた 2. まあまあ理解できた
3. あまり理解できなかった 4. まったく理解できなかった

- (6) 今回の講座では、化学実験の実務操作技術に関わる基本的な内容を取り扱いました。学習内容の難易度に対するご感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んで○で囲んでください。

1. 難しすぎた 2. やや難しかった 3. 適正だった
4. やや易しかった 5. 易しすぎた

2. eラーニングコンテンツについて

- (1) 今回の講座では、座学による知識学習を、講義映像コンテンツと小テストコンテンツを活用して自己学習していただきましたが、いかがでしたか。ご感想として当てはまる選択肢を1つ選んで○で囲んでください。

1. よかった 2. まあまあよかった 3. あまりよくなかった 4. よくなかった

- (2) 講義映像コンテンツは1本約15本程度としました。講義映像の長さに対するご感想として、当てはまる選択肢を1つ選んで○で囲んでください。

1. 長すぎた 2. やや長かった 3. 適正だった
4. やや短かった 5. 短すぎた

- (3) それぞれの小テストには、解説映像をご用意しましたが、学習内容の理解の促進に役立ちましたか。当てはまる選択肢を1つ選んで○で囲んでください。

1. 役立った 2. まあまあ役立った 3. あまり役立たなかった 4. 役立たなかった

- (4) 評価試験の難易度はいかがでしたか。当てはまる選択肢を1つ選んで○で囲んでください。

1. 難しすぎた 2. やや難しかった 3. 適正だった
4. やや易しかった 5. 易しすぎた

- (5) 評価試験は択一形式問題30問に対して、30分の試験時間としました。試験時間に対するご感想として、当てはまる選択肢を1つ選んで○で囲んでください。

1. 長すぎた 2. やや長かった 3. 適正だった
4. やや短かった 5. 短すぎた

- (6) eラーニングコンテンツに関するご意見・ご感想や、追加してほしいコンテンツ・学習機能等のご要望があれば、記入してください。

3. eラーニングシステムについて

- (1) 今回ご使用いただいたeラーニングシステムについて、総合的に使いやすさはいかがでしたか。当てはまる選択肢を1つ選んで○で囲んでください。

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 使いやすかった | 2. まあまあ使いやすかった |
| 3. やや使いづらかった | 4. 使いづらかった |

- (2) 受講申請機能は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を1つ選んで○で囲んでください。

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 使いやすかった | 2. まあまあ使いやすかった |
| 3. やや使いづらかった | 4. 使いづらかった |

- (3) 学習機能（講義映像視聴機能、小テスト機能）は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を1つ選んで○で囲んでください。

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 使いやすかった | 2. まあまあ使いやすかった |
| 3. やや使いづらかった | 4. 使いづらかった |

- (4) 評価試験機能は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を1つ選んで○で囲んでください。

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 使いやすかった | 2. まあまあ使いやすかった |
| 3. やや使いづらかった | 4. 使いづらかった |

- (5) 学習履歴機能は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を1つ選んで○で囲んでください。

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 使いやすかった | 2. まあまあ使いやすかった |
| 3. やや使いづらかった | 4. 使いづらかった |

- (6) eラーニングシステムに関するご意見・ご感想、お気づきの不具合・改善点、追加してほしい機能等のご要望等があれば、記入してください。

4. その他

- (1) 今回の講座の受講経験を踏まえて、今後本校が開催する講座に希望する実施形式について、下表の各項目の選択肢の中から当てはまる選択肢1つを選んで、○で囲んでください。

実施頻度	1. 定期開催（年 回） 2. 不定期開催
実施主体	1. 社内実施 2. 外部委託（委託先： ）
学習手法	1. 座学のみ 2. 実技のみ 3. 座学・実技両方
実施手法	1. 通学 2. 通信教育(ペーパー) 3. 通信教育(eラーニング) 4. 複合
研修期間	1. 1日 2. 2~3日 3. 2週間程度 4. 1か月程度 5. それ以上
実施期間	1. 業務時間中 2. 業務時間外 3. 休業日 4. その他（ ）
評価方法	1. 修了証書発行 2. 試験(点数評価) 3. 検定(評価証明)

- (2) 本校では、今後も化学分野の講座の企画・実施に取り組んでいく予定ですが、受講してみたい学習テーマはありますか。当てはまる選択肢をすべて選んで、○で囲んでください。（※複数回答可）

1. 化学実務上の実験技術	2. 実験室の安全管理	3. 化学薬品の関係法規
4. 化学基礎知識	5. 化学基礎技術	
6. 専門実務に必要な化学知識	例：物質構造と性質反応（元素・無機／有機）、物質構造と性質探究（物理／分析化学）等	
7. 社会課題に対応する高度専門化学知識	例：バイオテクノロジー、資源・エネルギーの安定性確保・利用、先端材料、安全・安心の確保と食品化学、先端医療技術・健康科学、高度実験技術 等	
8. その他（	）	

- (3) 今後の今回のような講座が開催された際の参加のご意向として、当てはまる選択肢を1つ選んで○で囲んでください。

1. 参加したい	2. 内容によっては参加を検討する	3. 参加しない
----------	-------------------	----------

(4) 本校や本事業、今回の講座等へのご意見、ご要望などございましたら、自由にご記入ください。

質問は以上となります。
講座にご参加いただき、誠にありがとうございました。

2019 年度 第 2 回実証講座受講者アンケート (e ラーニング用)

1. 講座の構成について

- (1) 今回の講座では、「化学分析・機器分析の実務操作向上」をテーマとし、e ラーニングによる知識学習を行っていただきました。実施方法へのご感想として当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

1. よかった 2. まあまあよかった 3. あまりよくなかった 4. よくなかった

- (2) 今回の講座では、7 つの講義・小テストと評価試験、合計 5.0 時間程度の e ラーニングによる、自己学習を設定しました。学習の達成度として当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

1. すべて学習した 2. おおよそ学習した
3. すこし学習した 4. まったく学習できなかった

- (3) 今回の講座で設定された計 5.0 時間程度の自己学習を行うために必要だった学習期間について、当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

1. 2, 3 日程度 2. 1 週間程度 3. 2 週間程度
4. 3 週間程度 5. 1 か月未満 6. 1 か月以上

- (4) 今回の講座では、合計 5.0 時間程度の e ラーニング学習を設定しました。学習分量に対するご感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

1. 多かった 2. やや多かった 3. 適正だった
4. やや少なかった 5. 少なすぎた

- (5) 今回の講座の e ラーニングによる学習内容は理解できましたか。当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

1. よく理解できた 2. まあまあ理解できた
3. あまり理解できなかった 4. まったく理解できなかった

- (6) 今回の講座では、化学実験の実務操作技術に関わる基本的な内容を取り扱いました。学習内容の難易度に対するご感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

1. 難しすぎた 2. やや難しかった 3. 適正だった
4. やや易しかった 5. 易しすぎた

2. eラーニングコンテンツについて

- (1) 今回の講座では、知識学習を、講義映像コンテンツと小テストコンテンツを活用して自己学習していただきましたが、いかがでしたか。ご感想として当てはまる選択肢を1つ選んでください。

1. よかった 2. まあまあよかった 3. あまりよくなかった 4. よくなかった

- (2) 講義映像コンテンツは1本約10分～15分程度としました。講義映像の長さに対するご感想として、当てはまる選択肢を1つ選んでください。

1. 長すぎた 2. やや長かった 3. 適正だった
4. やや短かった 5. 短すぎた

- (3) それぞれの小テストには、解説映像をご用意しましたが、学習内容の理解の促進に役立ちましたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。

1. 役立った 2. まあまあ役立った 3. あまり役立たなかった 4. 役立たなかった

- (4) 評価試験の難易度はいかがでしたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。

1. 難しすぎた 2. やや難しかった 3. 適正だった
4. やや易しかった 5. 易しすぎた

- (5) 評価試験は択一形式問題30問に対して、30分の試験時間としました。試験時間に対するご感想として、当てはまる選択肢を1つ選んでください。

1. 長すぎた 2. やや長かった 3. 適正だった
4. やや短かった 5. 短すぎた

- (6) eラーニングコンテンツに関するご意見・ご感想や、追加してほしいコンテンツ・学習機能等のご要望があれば、記入してください。

3. eラーニングシステムについて

- (1) 今回ご使用いただいたeラーニングシステムについて、総合的に使いやすさはいかがでしたか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 使いやすかった | 2. まあまあ使いやすかった |
| 3. やや使いづらかった | 4. 使いづらかった |

- (2) 受講申請機能は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 使いやすかった | 2. まあまあ使いやすかった |
| 3. やや使いづらかった | 4. 使いづらかった |

- (3) 学習機能（講義映像視聴機能、小テスト機能）は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 使いやすかった | 2. まあまあ使いやすかった |
| 3. やや使いづらかった | 4. 使いづらかった |

- (4) 評価試験機能は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 使いやすかった | 2. まあまあ使いやすかった |
| 3. やや使いづらかった | 4. 使いづらかった |

- (5) 学習履歴機能は使いやすかったですか。当てはまる選択肢を1つ選んでください。

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 使いやすかった | 2. まあまあ使いやすかった |
| 3. やや使いづらかった | 4. 使いづらかった |

- (6) eラーニングシステムに関するご意見・ご感想、お気づきの不具合・改善点、追加してほしい機能等のご要望等があれば、記入してください。

4. その他

- (1) 今回の講座の受講経験を踏まえて、今後本校が開催する講座に希望する実施形式について、下表の各項目の選択肢の中から当てはまる選択肢1つを選んでください。

実施頻度	1. 定期開催（年 回） 2. 不定期開催
実施主体	1. 社内実施 2. 外部委託（委託先： ）
学習手法	1. 座学のみ 2. 実技のみ 3. 座学・実技両方
実施手法	1. 通学 2. 通信教育(ペーパー) 3. 通信教育(eラーニング) 4. 複合
研修期間	1. 1日 2. 2~3日 3. 2週間程度 4. 1か月程度 5. それ以上
実施期間	1. 業務時間中 2. 業務時間外 3. 休業日 4. その他（ ）
評価方法	1. 修了証書発行 2. 試験(点数評価) 3. 検定(評価証明)

- (2) 本校では、今後も化学分野の講座の企画・実施に取り組んでいく予定ですが、受講してみたい学習テーマはありますか。当てはまる選択肢をすべて選んで、○で囲んでください。(※複数回答可)

1. 化学実務上の実験技術	2. 実験室の安全管理	3. 化学薬品の関係法規
4. 化学基礎知識	5. 化学基礎技術	
6. 専門実務に必要な化学知識 例：物質構造と性質反応（元素・無機／有機）、物質構造と性質探究（物理／分析化学）等		
7. 社会課題に対応する高度専門化学知識 例：バイオテクノロジー、資源・エネルギーの安定性確保・利用、先端材料、安全・安心の確保と食品化学、先端医療技術・健康科学、高度実験技術 等		
8. その他（ ）		

- (3) 今後の今回のような講座が開催された際の参加のご意向として、当てはまる選択肢を1つ選んでください。

1. 参加したい	2. 内容によっては参加を検討する	3. 参加しない
----------	-------------------	----------

(4) 本校や本事業、今回の講座等へのご意見、ご要望などございましたら、自由にご記入ください。

質問は以上となります。
アンケートにご協力いただき、誠にありがとうございました。

2019 年度 第 2 回実証講座受講者アンケート（スクーリング用）

- (1) 集合学習で取り扱った学習内容は理解できましたか。当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1. よく理解できた | 2. まあまあ理解できた |
| 3. あまり理解できなかった | 4. まったく理解できなかった |

- (2) 集合学習で取り扱った学習内容について、ご満足いただけましたか。当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

- | | |
|----------------|--------------|
| 1. 満足できた | 2. まあまあ満足できた |
| 3. あまり満足できなかった | 4. 満足できなかった |

- (3) 集合学習で取り扱った学習内容の難易度に対するご感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

- | | | |
|------------|------------|----------|
| 1. 難しすぎた | 2. やや難しかった | 3. 適正だった |
| 4. やや易しかった | 5. 易しすぎた | |

- (4) 今回の講座では、集合学習について 1 日間 4.0~4.5 時間の学習時間を設定しました。1 日の学習時間の長さとしていかがでしたか。ご感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

- | | | |
|-----------|-----------|----------|
| 1. 長すぎた | 2. やや長かった | 3. 適正だった |
| 4. やや短かった | 5. 短すぎた | |

- (5) 今回の講座では、「化学分析・機器分析の実務操作向上」をテーマとし、e ラーニングでは知識学習を行い、集合学習では実験実技を行う形で講座を構成しました。集合学習を合わせて実施することは、e ラーニングのみでの学習の場合と比べて、本講座の学習内容の理解に役立ったと思いますか。ご感想として、当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1. 大いに役立ったと思う | 2. まあまあ役立ったと思う |
| 3. あまり変わらなかったと思う | 4. まったく変わらなかったと思う |

- (6) 今回の講座の受講経験を踏まえ、今後講座を受講する場合、どのような実施形式をご希望されますか。当てはまる選択肢を 1 つ選んでください。

- | | | |
|--------------|-----------|---------------------|
| 1. e ラーニングのみ | 2. 集合学習のみ | 3. 複合（e ラーニング+集合学習） |
| 4. その他（ | | ） |

(7) 集合学習に関するご意見・ご感想、ご要望等があれば、記入してください。

(8) 本校や本事業、今回の講座等へのご意見、ご要望などございましたら、自由にご記入ください。

質問は以上となります。
講座にご参加いただき、誠にありがとうございました。