高校生ものづくりコンテスト２０２５東北大会（宮城大会）
「化学分析部門」　課題

１　課題
　キレート滴定法により試料水（２種類）のカルシウム及びマグネシウムの定量を行い、試料水の各硬度を求め測定結果報告書を提出する。

２　競技時間
　競技１日目：(1時間30分)　　EDTA標準溶液調製
　競技２日目：(2時間30分)　試料水分析（本人の申し出により、標準溶液を再調製することも可能とする。)

３　実験概要
　事前に乾燥処理されたEDTA･2Na･$2H_2O$を用いてEDTA標準溶液を調製し、キレート滴定法により用意された試料水（２種類）の全硬度・カルシウム硬度・マグネシウム硬度を求める。

４　実験の用件
(１) 実験手法は、JIS K 0101:1998 工業用水試験法の15.1.1及び15.2.1、15.3.1（49.1及び50.1）に準ずる。ただし、試料水にはFe^{2+}、Cu^{2+}、Zn^{2+}等の妨害物質は含まないものとする。
(２) 全硬度・カルシウム硬度・マグネシウム硬度は、全て炭酸カルシウム相当量[mg$CaCO_3$/L]に換算して表す。
(３) EDTA標準溶液は亜鉛溶液を用いた濃度標定は行わず、計算によりファクターを求める。
(４) 実験に必要な薬品については、準備されたものの中から適切に判断して使用する。
(５) 実験操作や器具の選択は、準備された器具の容量や化学実験の基本的な操作方法及び測定精度を考慮して行う。
　※ 参考資料『日本工業化学教育研究会 高校生ものづくりコンテスト化学分析部門 研究委員会発行 高校生ものづくりコンテスト化学分析部門ブロック大会標準テキスト 2019年版(キレート滴定法)』標準テキストＰＤＦ版
(６) 課題を進めるときは、安全・実験マナー・分析技術・測定精度等を考慮する。
(７) 実験結果を測定結果報告書に記載し、競技時間内に提出する。
(８) 競技１日目に実験室の施設･設備の説明を受け、各自の実験器具の収集、洗浄及び操作の確認を行う。
(９) 競技１日目にEDTA･2Na･$2H_2O$の秤量及びEDTA標準溶液の調製を行う。
　※ 試料水Ａ・Ｂおよび各液状試薬に関しては競技１日目に競技者を前に分取、または配付する。

5 注意事項
(１) スマートフォンや通信機能付きの時計の持ち込みは禁止とする。
(２) マスク（必要な場合)・白衣（実習服)・保護メガネ・耐薬品手袋・筆記用具・電卓・時計（ストップウォッチ)・作業靴は、競技者が用意する。安全ピペッター（ゴム製)・ビュレット１本（25mL または50mL）は、競技者が用意すること。事務局が用意したものを使用することも可能とする。 踏み台等の持ち込みは禁止する。
(３) 予備として、(２) とは別にビュレット１本を用意してもよい。
(４) 電卓は使用可とする。ただし、プログラム機能等の使用は失格とする。
(５) 競技中は実験室でのルールを守り、安全に配慮する。
(６) 全日程において競技委員の指示に従わない場合は失格とする。
(７) 競技会場内におけるビデオ・写真等の撮影は禁止とする。

6 評価の観点
(１) 作業態度
(２) 技術度
(３) 測定結果報告書

7　審査基準

<table>
<tr><th colspan="2">評価の観点</th><th colspan="2">評価項目</th><th colspan="2">配点</th></tr>
<tr><td rowspan="8">作業態度
20点</td><td rowspan="2">安全</td><td colspan="2">服装・作業姿勢は適切か。</td><td rowspan="2">１０</td><td rowspan="8">20 点</td></tr>
<tr><td colspan="2">安全に配慮した実験ができているか。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">実験環境</td><td colspan="2">廃液等の処理は適切か。</td><td rowspan="3">5</td></tr>
<tr><td colspan="2">実験台が清潔に保たれているか。</td></tr>
<tr><td colspan="2">実験器具・薬品類への配慮は適切か。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">実験マナー</td><td colspan="2">迷惑行為・危険行為はなかったか。</td><td rowspan="3">5</td></tr>
<tr><td colspan="2">破損器具・こぼした薬品等の後始末は適切。</td></tr>
<tr><td colspan="2">使用後の片付けは適切か。</td></tr>
<tr><td rowspan="12">技術度
20点</td><td rowspan="2">計画性</td><td colspan="2">実験手順は正しいか。</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="12">20 点</td></tr>
<tr><td colspan="2">状況を判断し、適切な行動をとれているか。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">滴定・
終点操作</td><td colspan="2">手際よく滴定操作ができているか。</td><td rowspan="2">5</td></tr>
<tr><td colspan="2">終点の判断は適切か。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">器具・機器類</td><td colspan="2">器具等の選択は正しいか。</td><td rowspan="5">5</td></tr>
<tr><td colspan="2">器具等の配置は適切か。</td></tr>
<tr><td colspan="2">器具等の取扱いは適切か。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">秤量・計量</td><td colspan="2">秤量・計量の方法は適切か。</td></tr>
<tr><td colspan="2">目盛りを読み取る際の姿勢は正しいか。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">試薬・薬品類</td><td colspan="2">試薬・薬品類の選択は正しいか。</td><td rowspan="3">5</td></tr>
<tr><td colspan="2">試薬・薬品類の配置は適切か。</td></tr>
<tr><td colspan="2">試薬・薬品類の取扱いは適切か。</td></tr>
<tr><td rowspan="7">測定結果報告書
60点</td><td>記載内容</td><td colspan="2">必要事項の記載漏れはないか。</td><td rowspan="3">２０</td><td rowspan="7">60 点</td></tr>
<tr><td>反応式・計算</td><td colspan="2">反応式・計算は正しいか。</td></tr>
<tr><td>誤差考慮</td><td colspan="2">誤差を考慮したか。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">測定値
［試料水Ａ］</td><td rowspan="4">測定値が適切か。</td><td>全硬度</td><td>１０</td></tr>
<tr><td>カルシウム硬度
(マグネシウム硬度)</td><td>１０</td></tr>
<tr><td rowspan="2">測定値
［試料水Ｂ］</td><td>全硬度</td><td>１０</td></tr>
<tr><td>カルシウム硬度
(マグネシウム硬度)</td><td>１０</td></tr>
<tr><td colspan="5">合　　計</td><td>100 点</td></tr>
</table>

※ 秤量操作や調製操作の技術に関しては、審査の対象となる。

※ 競技時間内に測定結果報告書（メモ用紙含む)を所定の場所に提出しない場合は、競技時間を超えたものと見なし、失格とする。また、同点の場合は測定結果が設定値に近いものを上位とする。測定結果においても順位の決着がなされない場合は、競技時間の短い者を上位とする。

８　各実験台に用意されている器具・試薬等

物品名	規格等	個数	備考
試料水Ａ	500mL	1	ポリエチレン製・白色入り
試料水Ｂ	500mL	1	ポリエチレン製・白色入り
HSNN 指示薬	10mL	1	褐色滴下瓶入り
EBT 指示薬	20mL	1	褐色滴下瓶入り
EDTA 粉末 (EDTA･2Na･$2H_2O$)	20ｇ	1	デシケーター内 特級試薬、乾燥済み
KOH 水溶液	50mL	1	黒ポリ瓶入り
アンモニア性塩化アンモニウム緩衝液	50mL	1	茶ポリ瓶入り
pH 試験紙	pH1～14	1	サンプル瓶内に試験紙片(25 枚)を入れて配付
pH 試験紙カラーチャート		1	ラミネート処理
デシケーター		1	ガラス製
電子上皿天秤	精度 0.01ｇ	1	
秤量びん（小)		1	恒量済み、デシケーター内 、ＥＤＴＡ・２Na　精秤用
秤量びん（大)		1	恒量済み、デシケーター内、ＥＤＴＡ・２Na　配布用
ビュレット台		1	磁性
ホールピペット	50mL	1	
	25mL	1	
	10mL	1	
	5mL	1	
駒込ピペット	2mL	1	ゴムキャップ付き
	5mL	1	
ピペット台	3 本掛け	2	
メスフラスコ	500mL	1	
	250mL	1	
コニカルビーカー	300mL	8	
ビーカー	300mL	1	
	200mL	2	
	100mL	2	
メスシリンダー	50mL	1	
ポリ洗浄瓶	500mL	2	
取手付ポリビーカー	1000mL	1	廃液用（樹脂製)
ポリバット　大		2	
樹脂製ボトル	500mL	3	半透明、検水用及びＥＤＴＡ水溶液用
ガラス棒		1	

ガラスロート	φ45mm	1	
	φ60mm	1	
薬さじ		1	ステンレス製
薬包紙		１０	
ラベル	大	3	
ろ紙	φ90mm・No.2	2	
キムワイプ		1	箱入り
雑巾		2	
測定結果報告書	Ａ４サイズ	１式	
メモ用紙	Ａ４サイズ	2	報告書とともに提出
実験用ワイパー		1	
スポンジ		1	
石鹸＋石鹸入れ		1	
洗浄ブラシ		1	
ゴミバケツ	小	1	各実験台用（可燃物）

共用として実験室に用意している器具・試薬・機器等

物品名	規格等	個数	備考
ビュレット	50mL	6	
ビュレット台		6	磁性
ホールピペット	50mL	6	
	25mL	6	
	10mL	6	
	5mL	6	
ピペット台	３本掛け	6	
安全ピペッター	ゴム製	6	
樹脂製ボトル	500mL	6	半透明、検水用及びＥＤＴＡ水溶液用
ろ紙	φ90mm・No.2	２箱	
ラベル	大・中・小	適宜	
廃液タンク	18L	2	実験室2か所に配置
薬包紙		適宜	各天秤横に配置
pH万能試験紙	pH1～14	4	サンプル瓶内に試験紙片(25枚)を入れて配置
雑巾		10	
精密電子天秤	精度0.0001g	２台	
電子上皿天秤	精度0.01g	１台	
ゴミ箱（可燃ごみ）	大	2	可燃ごみ用　実験室2か所に配置
ゴミ箱　（不燃ごみ）	大	2	不燃ごみ用　実験室2か所に配置

※各競技者が用意するものについては、５注意事項（２）を参照すること。

７　薬品について

（１）薬品の分子量は、下記の値を使用すること。

$CaCO_3$＝100.1

EDTA・2Na・$2H_2O$＝372.24

（２）計算についてはJISに準じるため、途中計算式では数値を丸めないフルスケールの値を用い、「測定結果報告書」への記入の際には、有効数字を考慮すること。また、必要な単位は明記すること。

ア EDTA質量【小数点以下４桁まで】　イ EDTA溶液ファクター【有効数字４桁】

ウ　ビュレットの滴定値及び値【小数点以下２桁まで】

エ　硬度【結果から有効数字を判断する】　オ 希釈倍率【整数】

（３）報告値については、原則として滴定値３回の平均値を用いるが、それ以外の報告値を用いる場合は必ず理由を明記すること。