

〔目的〕市販の消毒用のオキシドールは約 3 %の過酸化水素水 $\text{H}_2\text{O}_{2\text{aq}}$ を含むと表示されている。そこで、 H_2O_2 の還元剤としての作用を利用して、酸化剤を用いて酸化剤・還元剤の反応（酸化還元滴定）から、市販オキシドール中の H_2O_2 の正確な濃度を求めてみよう。

〔器具〕ホールピペット(10 mL × 2, 5 mL), メスフラスコ(100 mL), ろうと, 褐色ビュレット(25 mL), ビュレット台, コニカルビーカー(100 mL × 3), ビーカー(300mL, 100 mL), カップ麺容器, 洗浄びん(純水), 駒込ピペット(2 mL × 2), 保護メガネ, 温湯

〔薬品〕シュウ酸・二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 126$

過マンガン酸カリウム KMnO_4 , 2 mol/L 硫酸 H_2SO_4 , オキシドール（市販品）

■実験操作

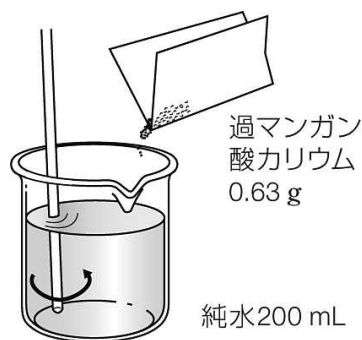
実験Ⅰ．シュウ酸標準溶液の調製 < 0.0500 mol/L シュウ酸水溶液を 100 mL つくる >

- ① 電子天秤に薬包紙を載せて、シュウ酸の結晶 0.630 g を正確にはかり取る。
- ② 100 mL ビーカーにシュウ酸結晶を入れ、約 20 mL の純水で完全に溶かす。
- ③ シュウ酸水溶液をメスフラスコに注ぎ入れる。ビーカーの内側に付いている液を洗瓶の純水ですすぎ、その洗液をメスフラスコに入れる。このすすぎを 2~3 回繰り返す。
- ④ メスフラスコに純水を標線の約 5 mm 手前まで加える。
- ⑤ ビーカーに入れた純水を駒込ピペットで一滴ずつ加えて標線に合わせる。
- ① メスフラスコに栓をして、逆さまにしてよく攪拌する。

保護メガネを着用のこと！

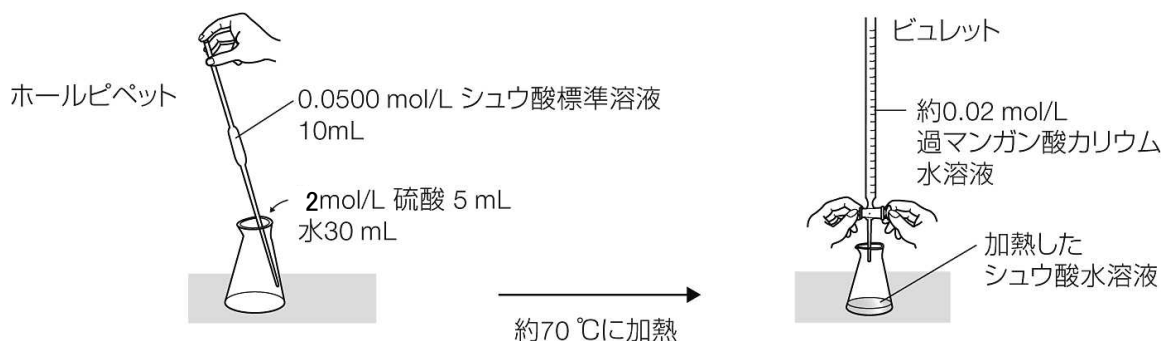
実験Ⅱ．過マンガン酸カリウム水溶液の正確な濃度を求める

- ① KMnO_4 0.63 g を 300 mL ビーカーに量り取り、約 200 mL の純水を加えて約 0.02 mol/L の溶液をつくり、ビュレットに入れる。
- ② 〔実験Ⅰ〕で調製した 0.0500 mol/L シュウ酸標準溶液を、ホールピペットでコニカルビーカーに 10 mL 量り取り、駒込ピペットで 2 mol/L H_2SO_4 5 mL を加える。
- ③ カップ麺容器に約 1/5 (100 mL) の熱湯を入れる。これに②のシュウ酸標準溶液の入ったコニカルビーカーを入れ、湯せんで約 70 °C に加熱する。



- ④ ビュレットから KMnO_4 水溶液を滴下し、赤紫色は一旦すぐに消えるが、薄く色づいて消えなくなったところで終点として、滴下量 α [mL] を求める（小数第 2 位までの目盛りを読む）。

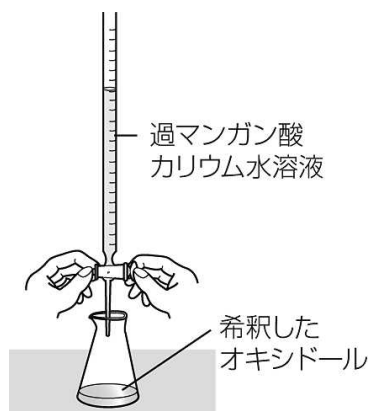
※以上の操作を 3 回以上繰り返す。滴下量の平均値から、過マンガン酸カリウム水溶液の正確な濃度を計算で求める。



実験Ⅲ. オキシドール中の過酸化水素の正確な濃度を求める

保護メガネを着用のこと！

- ① 安全ピペッターを使用し、市販のオキシドールをホールピペットで 5 mL 量り取り、100 mL メスフラスコに入れて純水で正確に 20 倍に希釈する。
- ② 1/20 濃度に希釈したオキシドール 10 mL をホールピペットでコニカルビーカーに取り、駒込ピペットで 2 mol/L H_2SO_4 5 mL を加える。
- ③ カップ麺容器に約 1/5 (100 mL) の熱湯を入れる。これに②の希釈したオキシドール水溶液の入ったコニカルビーカーを入れ、湯せんで約 70℃に加熱する。



- ④ ビュレットから KMnO_4 水溶液を滴下し、薄い赤色が消えなくなったところで終点として、滴下量 β [mL] を求める（小数第 2 位までの目盛りを読む）。

※以上の操作を 3 回以上繰り返す。滴下量の平均値から、オキシドール中の過酸化水素の正確な濃度を計算で求める。

年 組 番 (班) 氏名

[参考] ・ KMnO_4 は、光に当たると MnO_2 などに変質するため正確な濃度の溶液を調整できない。そのためシュウ酸を一次標準溶液として、滴定により正確な濃度を求め、二次標準溶液として、過酸化水素濃度を滴定する。

また、保存は褐色瓶に、滴定においても褐色ビュレットを使用する。

- ・ 滴定において $70\text{ }^\circ\text{C}$ に加温するのは、 KMnO_4 の酸化速度を高めるためである。低温の場合には、一部 MnO_2 までしか反応が進まず誤差を生じる。

■結果 小数第 2 位まで読む

実験Ⅱ の結果

ビュレットの	1 回目	2 回目	3 回目	※かけ離れた数値は除外する。 滴下量の平均値 α _____ mL
終わりの読み	mL	mL	mL	
はじめの読み	mL	mL	mL	
滴下量	mL	mL	mL	

[色の変化の観察]

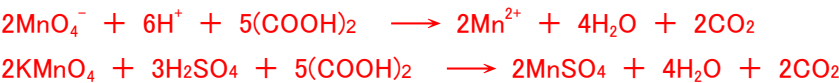
実験Ⅲ の結果

ビュレットの	1 回目	2 回目	3 回目	※かけ離れた数値は除外する。 滴下量の平均値 β _____ mL
終わりの読み	mL	mL	mL	
はじめの読み	mL	mL	mL	
滴下量	mL	mL	mL	

[色の変化の観察]

■考察

(1) 過マンガン酸カリウムとシュウ酸の反応を化学反応式で表せ。



(2) 過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度を求めよ。

酸化剤 KMnO_4 1 mol が受け取る電子の物質量を a ,

還元剤 $(\text{COOH})_2$ 1 mol が放出する電子の物質量を b ,

滴下量の平均値を α [mL] とすると,

酸化剤が受け取る電子の物質量 = 還元剤が放出する電子の物質量 より

$a \times c_1 \times V_1 = b \times c_2 \times V_2$ が成り立つ, KMnO_4aq のモル濃度を x とすると

$$5 \times x \times \frac{\alpha}{1000} \text{L} = 2 \times 0.0500 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{L}$$

(3) 過マンガン酸カリウムと過酸化水素の反応を化学反応式で表せ。



(4) オキシドール 100 mL 中の H_2O_2 の質量 w [g] を求める式を β を用いて表せ。

$\text{H}_2\text{O}_2 = 34$ より, オキシドールのモル濃度は, $\frac{10w}{34}$ [mol/L] 。したがって, 20 倍に薄めたオキシドールのモル濃度は $\frac{w}{68}$ [mol/L] になる。

a ; 酸化剤 KMnO_4 が受け取る電子 b ; 還元剤 H_2O_2 が放出する電子 とすると

$a \times c_1 \times V_1 = b \times c_2 \times V_2$ より

$$5 \times [\text{KMnO}_4] \times \frac{\beta}{1000 \text{ mL/L}} = 2 \times \frac{w}{68} \times \frac{10}{1000} \text{L} \quad \therefore w = 17 [\text{KMnO}_4] \times \beta$$

(5) (4) の式に, (2) で求めた KMnO_4 のモル濃度と実験Ⅲで求めた α の値を代入して, 市販のオキシドール 100 mL 中の H_2O_2 の質量 w [g] を求めよ。

$$w = 17 [\text{KMnO}_4] \times \beta = 17 \times 0.02 \times 10 = \text{約 } 3.4 \text{ g}$$

(6) 市販のオキシドールの密度を 1.0 g/cm^3 として, 質量パーセント濃度を求めよ。

$$1.0 \text{ g/cm}^3 \times 100 \text{ cm}^3 = 100 \text{ g}$$

$$\frac{w}{100 \text{ g}} \times 100 =$$

(7) その他の考察

[感想, 自己評価]

実験日時 月 日 () 校時 年 組 番 (班) 氏名