

問題 34 P1. 清涼飲料水中のアスコルビン酸とクエン酸の定量

タイの気候は概して高温多湿であるため、不快に思ったり疲れたりするだろう。そこで、適宜水や清涼飲料水を飲むことで気分がさわやかになり、食欲を落ち着かせることができる。市場にはさまざまな銘柄の飲料があるが、その中には着色料やフレーバーだけでなく、甘味料や有機酸、ミネラルも含まれている。これらの成分は、基本的に味や舌触りを良くするのに用いられる。

この実験では、2種類の滴定により清涼飲料水中のアスコルビン酸($C_6H_8O_6$)とクエン酸($C_3H_5O(COOH)_3$)を定量する。

A) 酸化還元滴定によるアスコルビン酸の定量

B) 中和滴定による酸の総量の決定

出典: S. B. Sigmann and D. E. Wheeler, *J. Chem. Educ.*, **2004**, *81*, 1479.

試薬

0.001 mol dm⁻³ KIO₃水溶液

1 mol dm⁻³ 塩酸

0.5% w/v デンプン水溶液

0.1 mol dm⁻³ NaOH 水溶液*

0.5% w/w フェノールフタレイン指示薬

KI

試料 (1.28x10⁻³ mol dm⁻³ のアスコルビン酸、6.76x10⁻² mol dm⁻³ のクエン酸を含む)

ガラス器具

ビュレット(2個)

50 cm³ ホールピペット

10 cm³ ホールピペット

安全ピペッター

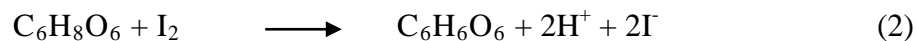
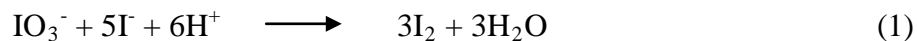
三角フラスコ(6個)

* この溶液は標定しておく必要がある。標定にはフタル酸水素カリウム(KHP)を用いること。

A) 酸化還元滴定によるアスコルビン酸の定量

1. ビュレットに $0.001 \text{ mol dm}^{-3}$ KIO_3 水溶液を満たす。
2. ホールピペットにより試料溶液 50.00 cm^3 をはかり取り、三角フラスコに移す。KI を 1 g 、 1 M 塩酸を 5 cm^3 と 0.5% デンプン水溶液 3 cm^3 をフラスコに加える。
3. $0.001 \text{ mol dm}^{-3}$ KIO_3 でフラスコ中の溶液をすみやかに滴定する。
4. デンプン- I_3^- 錯体の青色が現れたところが終点である。
5. 同様に 50.00 cm^3 の試料溶液をはかり取り、同じ滴定操作を 2 回繰り返す。

KIO_3 で滴定することによりアスコルビン酸を定量できる。反応は式(1) - (4)に示す通りである。



(青色)

(i) 下表中にデータを記入せよ。

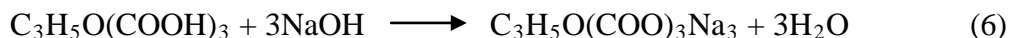
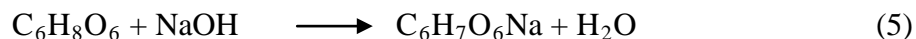
滴定回数	1回目	2回目	3回目
開始時のビュレットの目盛[cm^3]			
終了時のビュレットの目盛[cm^3]			
消費された KIO_3 の体積[cm^3]			

(ii) 試料溶液 100 cm^3 中に含まれるアスコルビン酸の量を mg 単位で計算せよ。

B) 中和滴定による酸の総量の決定

1. ホールピペットによって試料溶液を 10.00 cm^3 はかり取り、三角フラスコに加える。
2. フラスコにフェノールフタレイン指示薬を 2-3 滴加える。
3. ビュレット中の NaOH 水溶液をフラスコ中の溶液にゆっくり滴下する。
4. 指示薬の色が無色から桃色に変化したところが終点である。
5. 同様に 50.00 cm^3 の試料溶液をはかり取り、同じ滴定操作を 2 回繰り返す。

NaOH で滴定することにより、試料溶液中の酸の総量を決定することができる。反応は式(5) – (6)のようになる。



(i) 下表を埋めよ。

滴定回数	1 回目	2 回目	3 回目
開始時のビュレットの読み[cm^3]			
終了時のビュレットの読み[cm^3]			
消費された塩基の体積[cm^3]			

(ii) 反応した水酸化物イオンの物質量を計算せよ。

クエン酸の量は以下のような差をとって求められる。

$$\begin{aligned} & (\text{中和された NaOH の物質量の合計}) - (\text{アスコルビン酸で中和された NaOH の物質量}) \\ & = (\text{クエン酸で中和された NaOH の物質量}) \end{aligned}$$

(iii) 試料溶液 100 cm^3 に含まれるクエン酸の量を g 単位で計算せよ。