

### 問題 3 4 : 尿素-過酸化水素の調製

過酸化水素( $\text{H}_2\text{O}_2$ )は、様々な無機化合物、有機化合物を穏和な条件下で酸化することができるため、特に化学工業において広く用いられている。 $\text{H}_2\text{O}_2$ は分解しても水しか生成しないため、環境に優しい酸化剤である。水素結合を介した過酸化水素と尿素の付加物は「固形」の過酸化水素(尿素-過酸化水素:UHP)として有用であると考えられる。UHPは、過酸化水素の水溶液と同様、安価で安全な酸化剤である。UHPは安定な固体であるため、過酸化水素水よりも使い勝手がよい。

本実験では、過酸化水素水溶液と尿素を混合してUHPを調製する。反応後の溶液から水分をゆっくり蒸発させることによってUHPは白色針状結晶として得られる。過酸化水素の含有量を、過マンガン酸カリウムを用いた酸化還元滴定によって決定する。

#### 試薬

30% 過酸化水素水溶液

二酸化マンガン

0.02 mol L<sup>-1</sup> 過マンガン酸カリウム (標準化溶液)

尿素

#### 実験器具およびガラス器具

ビーカー(100 mL)

ビュレット(25mL)

三角フラスコ (300 mL)

三角フラスコ (10 mL)

ろ紙

こまごめピペット

#### 試験管

メスフラスコ(100 mL)

メスピペット (10 mL)

加熱板にのせた水浴

時計皿 (直径約 20 cm が好ましい)



## 実験手順

- (1) 30%過酸化水素水約 3.4 mL をピペットで測り取り, 10 mL の三角フラスコに入れ, さらに 1.2 g の尿素を入れる(過酸化水素と尿素のモル比=3:2)。水浴を 60 °C に加熱する(尿素の加水分解を防ぐために, 温度調節に注意すること)。反応物を入れた三角フラスコを水浴中に入れ, 数分加熱して無色透明な溶液を得る。その溶液を時計皿に移し, ゆっくり蒸発させる。
- (2) 溶液から針状結晶が徐々に成長する。結晶化が完了したら, 針状結晶をろ紙の上に取り出し, 水分を除去した後, 重さを量る。
- (3) 約 0.1 g の結晶を試験管に入れて水を注ぐ。少量の二酸化マンガンを試験管に入れ, 酸素の気泡が発生することを確認する。
- (4) 約 0.62 g の結晶を正確に測り取り, 100-mL ビーカーに移す。そこに水 50 mL を添加し, 結晶を溶かす。得られた溶液を 100-mL メスフラスコに入れ, 100 mL の印まで水を入れて希釈する。その溶液をピペットで 10 mL 測り取り, 300-mL 三角フラスコに入れる。そこに水 200 mL と 10%希硫酸 20 mL を入れる。
- (5)  $0.02 \text{ mol L}^{-1}$  過マンガン酸カリウム標準液を用い, 淡いピンク色が 15 秒間持続するまで上記の溶液を滴定する。このとき, 二酸化マンガンの生成を防ぐために過マンガン酸カリウム標準溶液をゆっくり滴下すること。ブランクテストとして, 結晶を溶かしてない溶液に対しても同様の滴定を行う。

## 問題

1. 結晶中の過酸化水素の含有量(質量%)を計算せよ。
2. この反応の平衡式をかけ。
3. 尿素-過酸化水素の理論収量を計算せよ。
4. 収率(%)を計算せよ。

化合物		R phrases	S phrases
過酸化水素	30% 水溶液	22-41	26-39
二酸化マンガン	固体	20/22	25



過マンガン酸カリウム	0.02 mol L <sup>-1</sup> 水溶液	51/53	61
尿素	固体	記載なし	記載なし

訳注：

R phrases: リスクフレーズのこと。その試薬を扱う際にどのような危険性があるかについての分類番号。

S phrases: セーフティフレーズのこと。その試薬を扱う際にどのような安全予防措置をとる必要があるかについての分類番号。