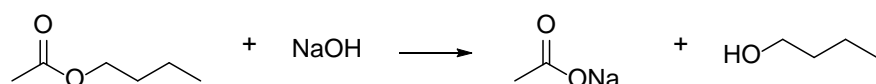


問題 P7 酢酸 *n*-ブチルの加水分解の反応速度定数の決定

エステルにおいて起こる反応の中で、加水分解は最も重要なもののひとつである。エステルの加水分解は酸と塩基のどちらによっても触媒されるが、塩基触媒を用いた場合の反応生成物は 1 当量のカルボン酸塩とアルコールである。

この実験では、酢酸 *n*-ブチルのアルカリ触媒（本実験では水酸化ナトリウムを用いる）による加水分解の反応速度定数を決定する。この反応は典型的な 2 次反応である。



この反応の反応速度は以下の式により計算される：

$$\text{反応速度} = k[\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9][\text{OH}^-]$$

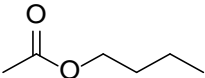
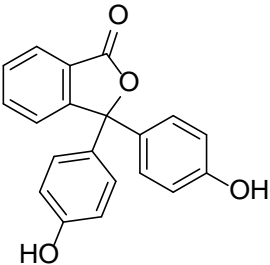
したがって次が成り立つ。

$$\frac{1}{[\text{A}]} - \frac{1}{[\text{A}]_0} = k \times t$$

ここで、[A]は反応時間 t における反応物 A の濃度、[A]₀ は反応物の初期濃度である（訳注：もう一方の反応物 B は A と 1:1 で反応して消費されて [A] = [B] が成り立つ）。

2 次反応速度定数 k は 濃度⁻¹ 時間⁻¹ ($\text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$) の次元を持つ。この式で表される反応について、 $1/[\text{A}]$ を時間 t に対してプロットすると傾き k の直線になる。

試薬

化学式	名称	状態	GHS 危険有害性表示
	酢酸 <i>n</i> -ブチル (0.02 M)	水溶液	H226, H336, P210
NaOH	水酸化ナトリウム (0.02 M)	水溶液	H290, H314, P280, P301 + P330 + P331, P303 + P361 + P353, P305 + P351 + P338 + P310
HCl	塩酸 (0.02 M)	水溶液	H290, H314, H335, P260, P280, P303 + P361 + P353, P304 + P340 + P310, P305 + P351 + P338 + P310
	フェノールフタレイン	溶液	H226, H319, P210, P280, P303 + P361 + P353, P337 + P313, P370 + P378, P403 + P235

ガラス器具と装置

- ビュレットクランプ付きのスタンド 1
- 20 mL ホールピペット 5
- 安全ピペッター 5
- 250 mL コニカルビーカー (もしくはエーレンマイヤーフラスコ) 5
- 250 mL メスフラスコ 10
- 50 mL ビュレット 1
- ストップウォッチ

実験手順

1. ビュレットを 0.02 M 塩酸 (HCl) で満たせ。

2. 0.02 M 酢酸 *n*-ブチル 60 mL と 0.02 M 水酸化ナトリウム水溶液 60 mL を、室温にてそれぞれ別々のメスフラスコに量りとれ。2つの溶液を1つのコニカルビーカーに注いで混合せよ。
3. 溶液を混合してから5分後に、混合溶液のうち20 mL をホールピペットで別のコニカルビーカーに量りとれ。フェノールフタレイン指示薬を4滴この溶液に加えよ。
4. 前のステップで準備した試料溶液を0.02 M 塩酸で滴定せよ。当量点で溶液の色は消える。滴下した塩酸の容積を記録せよ。なお、滴定ではまず塩酸を6 mLほど速やかに加えた後、注意深く残りの滴下を続けるようにするとよい。
5. エステルと水酸化ナトリウムの混合から10, 15, 20, 25分後にも、ステップ3と4と同様に滴定せよ。結果を下記の表に記入すること。データの精度を上げるためにそれぞれの測定を何度か繰り返すとよい。

データ分析：

測定結果を下記の表に記入せよ。

時間 (分)	V _{HCl} (mL)
5	
10	
15	
20	
25	

P7.1. それぞれの時間における $[\text{OH}^-]$ を算出せよ。

P7.2. $\frac{1}{[\text{OH}^-]}$ を時間 t に対してプロットせよ。

P7.3. 反応速度定数 k を算出せよ。

P7.4. 反応速度を算出せよ。

P7.5. 初めの濃度から反応物の濃度が半分になるのにかかる時間（半減期）を算出せよ。