

MCⅢ探究 酢酸の電離定数 K_a を2つの方法で求める。正しいのはどっち？

目的：班で協力して、2つを仮説から酢酸の電離定数 K_a を求めてください。そして、どちらの仮説が正しいのかを考察し、レポート提出(この用紙で)をしてください。仮説 A は「実験」から、仮説 B は「2年次の中和滴定の実験」からです。

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_a$$

【仮説 A】

酢酸の電離 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ に対し、電離度 α が十分小さく、 $(1 - \alpha) \approx 1$ という近似が成り立つとすれば、 $K_a = (\quad) \cdots$ 従って、

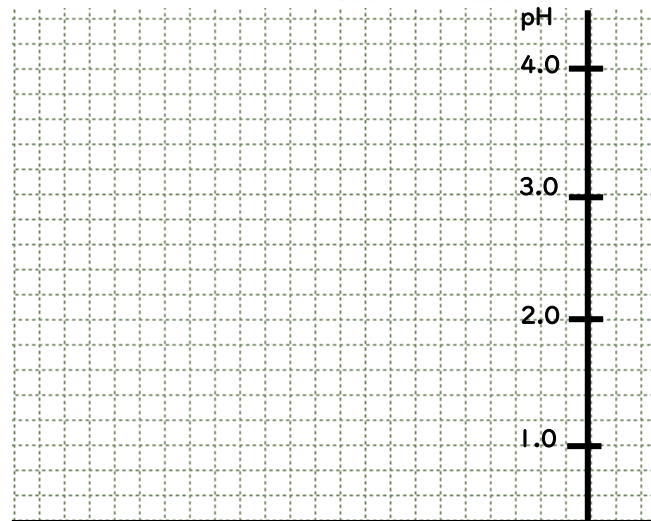
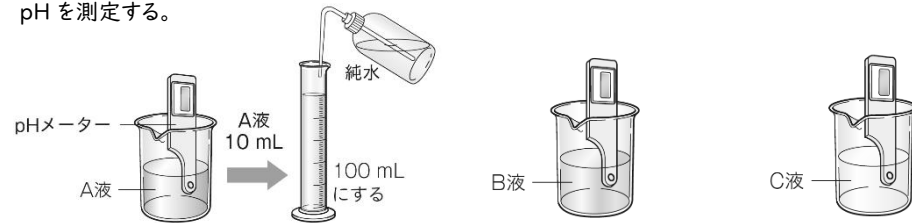
$$[\text{H}^+] = \sqrt{C \cdot K_a} \rightarrow \text{pH} = (\quad) = -1/2(\quad) - 1/2(\quad)$$

この式から、濃度 C を $0.10 \rightarrow 0.010 \rightarrow 0.0010 \text{ mol/L}$ へと変化させ、 $\log_{10} C$ を横軸に、 pH を縦軸にしてグラフを書けば、 K_a が求まるのではないかな。

【試薬】 0.100 mol/L の酢酸、純水

【器具】 pH メーター、メスシリンダー、ビーカー3個、メチルオレンジ、関数電卓(携帯電話の電卓機能)

- 操作**
- ① 0.10 mol/L 酢酸水溶液(A液)を調製し、 pH を測定する。
 - ② A液を10倍に希釈
 - ③ B液10倍に希釈

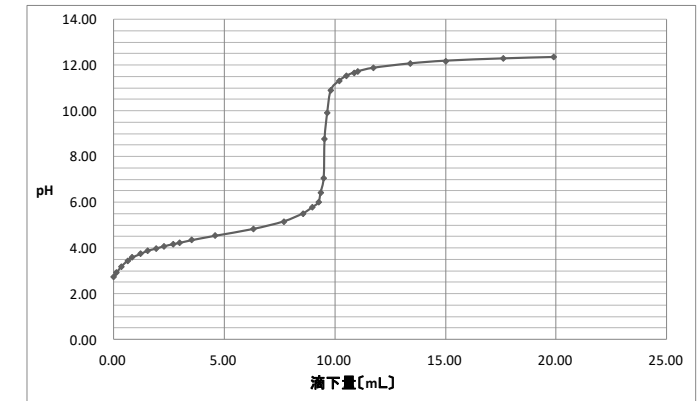


【仮説 B】

2年生の実験で、 0.100 mol/L の酢酸水溶液 10.00 mL にシュウ酸標準溶液で正確に濃度を決めた 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下するという中和滴定をおこなった。3年で化学平衡を学習したので、あの時の実験結果から、酢酸の電離定数 K_a を求めることができるのではないかな。中和点の滴下量の $1/2$ を滴下した時、酢酸と酢酸ナトリウムの半量ずつの混合液になっていることを利用すれば、求まりそうだ。

なお、中和点は矢印の位置とする。

滴下量 [mL]	pH
0.00	2.74
3.52	4.34
4.77	4.56
6.30	4.83
7.68	5.16
9.50	7.06
9.54	8.77
9.66	9.92
9.82	10.90
17.62	12.28
19.90	12.34



【結果】 仮説 A 実験から求めた電離定数 K_a _____ mol/L
 仮説 B 中和滴定から求めた電離定数 K_a _____ mol/L
 教科書で調べた電離定数 K_a _____ mol/L

○学習の理解度 できなかった 1 2 3 4 5 できた	○粘り強く取り組めたか できなかった 1 2 3 4 5 できた
○学習を終えて、さらに理解を深めたいことや興味をもったこと など	

3 年 組 番 氏 名 _____

【正しいのはどっち、それとも・・・】

どちらでも教科書の数値に近い値が得られたのでないでしょうか。でも、サイエンス・探究では、方法論を検証することが大切です。今回の場合では、サンプリング数や、電離度を検証すべきでしょう。

右の酢酸の濃度と電離度(25℃)の関係を示すグラフ、および仮説 A、仮説 B の長所と短所を踏まえて、あなたの考えをレポートしてください。

酢酸の濃度と電離度, pH (25℃)

教科書データ掲載

教科書データ掲載

酢酸の濃度と電離度(25℃)

スマホ 10A-4.56 で $10^{-4.56}$ を計算できる。

MCⅢ探究 酢酸の電離定数 K_a を2つの方法で求める。正しいのはどっち？

目的：班で協力して、2つを仮説から酢酸の電離定数 K_a を求めてください。そして、どちらの仮説が正しいのかを考察し、レポート提出(この用紙で)をしてください。仮説 A は「実験」から、仮説 B は「2年次の中和滴定の実験」からです。

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = K_a$$

【仮説 A】

酢酸の電離 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ に対し、電離度 α が十分小さく、 $(1 - \alpha) \approx 1$ という近似が成り立つとすれば、 $K_a = (C\alpha^2)$... 従って、

$$[\text{H}^+] = \sqrt{C \cdot K_a} \rightarrow \text{pH} = (-\log_{10} \sqrt{C \cdot K_a}) = -1/2(\log_{10} C) - 1/2(\log_{10} K_a)$$

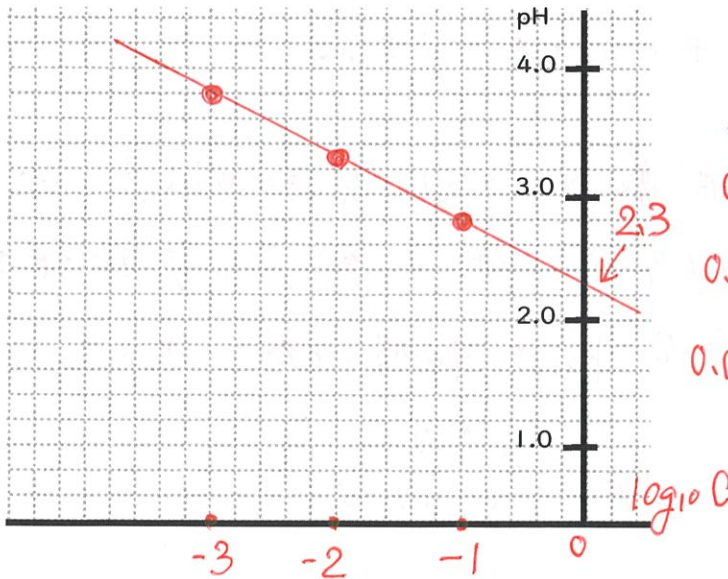
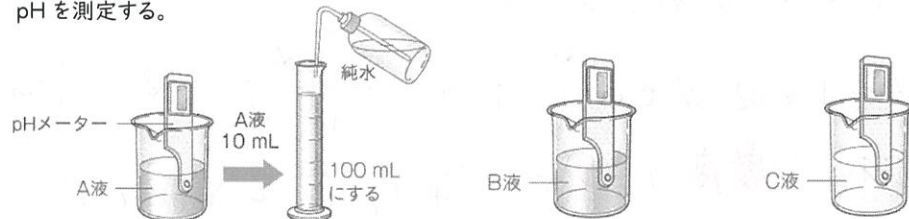
この式から、濃度 C を $0.10 \rightarrow 0.010 \rightarrow 0.0010 \text{ mol/L}$ へと変化させ、 $\log_{10} C$ を横軸に、 pH を縦軸にしてグラフを書けば、 K_a が求まるのではないかな。

【試薬】 0.100 mol/L の酢酸、純水

【器具】 pH メーター、メスシリンダー、ビーカー3個、メチルオレンジ、関数電卓(携帯電話の電卓機能)

操作

- 0.10 mol/L 酢酸水溶液 (A液) を調製し、 pH を測定する。
- A液を 10 倍に希釈
- B液 10 倍に希釈



C	pH	$\log_{10} C$
0.10	2.8	-1
0.010	3.3	-2
0.0010	3.8	-3

切片 $\text{pH} = -\frac{1}{2} \log_{10} K_a = 2.3$
 $K_a \approx 2.51 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

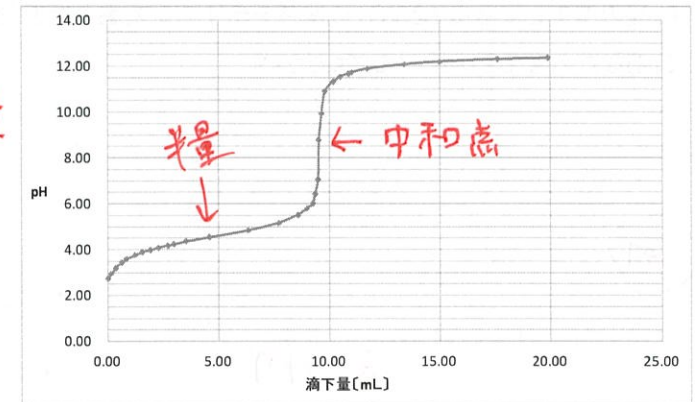
10倍うすめると pH は 1 変化しない。

【仮説 B】

2年生の実験で、 0.100 mol/L の酢酸水溶液 10.00 mL にシュウ酸標準溶液で正確に濃度を決めた 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下するという中和滴定をおこなった。3年で化学平衡を学習したので、あの時の実験結果から、酢酸の電離定数 K_a を求めることができるのではないかな。中和点の滴下量の $1/2$ を滴下した時、酢酸と酢酸ナトリウムの半量ずつの混合液になっていることを利用すれば、求まりそうだ。

なお、中和点は矢印の位置とする。

滴下量 [mL]	pH
0.00	2.74
3.52	4.34
4.77	4.56
6.30	4.83
7.68	5.16
9.50	7.06
9.54	8.77
9.66	9.92
9.82	10.90
17.62	12.28
19.90	12.34



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = [\text{H}^+] = 10^{-4.56} \approx 2.75 \times 10^{-5}$$

$C(\text{CH}_3\text{COO}^-) \approx C(\text{CH}_3\text{COOH})$ のみで

【結果】 仮説 A 実験から求めた電離定数 K_a

$$\frac{2.5 \times 10^{-5}}{\text{mol/L}}$$

仮説 B 中和滴定から求めた電離定数 K_a

$$\frac{2.8 \times 10^{-5}}{\text{mol/L}}$$

教科書で調べた電離定数 K_a

$$\frac{2.7 \times 10^{-5}}{\text{mol/L}}$$

おおよこ教科書と同じ!

○学習の理解度 できなかった 1 2 3 4 5 できた	○粘り強く取り組めたか できなかった 1 2 3 4 5 できた
○学習を終えて、さらに理解を深めたいことや興味をもったこと など	

3年 組 番 氏名

教科書データ掲載

教科書データ掲載

酢酸の濃度と電離度 (25℃)

【正しいのはどっち、それとも・・・】

どちらでも教科書の数値に近い値が得られたのでないでしょうか。でも、サイエンス・探究では、方法論を検証することが大切です。今回の場合では、サンプリング数や、電離度を検証すべきでしょう。

右の酢酸の濃度と電離度 (25℃) の関係を示すグラフ、および仮説 A、仮説 B の長所と短所を踏まえて、あなたの考えをレポートしてください。

例

	長所	短所
仮説 A	<ul style="list-style-type: none"> • 近似できるとして、一般式で表すことが広く濃度で K_a が成立するところからよくわかる。 • 3点から誤差を小さくできる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 右表から、0.01と0.001では $1-\alpha \approx 1$ と近似できるとわかる。
仮説 B	<ul style="list-style-type: none"> • 混合溶液でも K_a を求めることができる • 緩衝作用と K_a の関係がよくわかる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 1点だけの実験値から、場合により、誤差は大きくなる。 • 濃度による影響を考慮できない

電離度は濃度により大きく変化するか、
 K_a は変わらない。

⇒ $1-\alpha \approx 1$ と近似せよ。 $K_a = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$ より $K_a \approx$
これらの濃度で求め、平均値をとることにより
より正確な K_a を求めることができる。

⇒ 例えは 0.01 mol/L 酢酸と 0.01 mol/L 水酸化ナトリウムを
半量中和点を求めると、他の濃度での実験値と
とることにより、より正確な K_a を求めることができる。

$$pH = -\log_{10} K_a + \log_{10} \left(\frac{[A^-]}{[HA]} \right)$$