






弱酸に強塩基を加えていく4つのパターン

- ① 滴定前  弱酸の電離平衡 電離度 $\alpha \ll 1$ ならば $[H^+] = \sqrt{cK_a}$
- ② 弱酸とその塩  緩衝液 $[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$
- ③ 中和点  塩の加水分解 $[H^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{C}}$
- ④ 塩と強塩基  強塩基の電離のみ $[OH^-] = [NaOH]$

弱塩基に強酸を加えていく4つのパターン

① 滴定前  弱塩基の電離平衡 電離度 $\alpha \ll 1$ ならば $[\text{OH}^-] = \sqrt{cK_b}$

② 弱塩基とその塩  緩衝液 $[\text{OH}^-] = \frac{c_b}{c_s} K_b$

③ 中和点  塩の加水分解 $[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_b K_w}{c}}$

④ 塩と強酸  強酸の電離のみ $[\text{H}^+] = [\text{HCl}]$

4 次の文章を読んで、空欄をうめなさい。同じ記号を何度選んでもよい。

酸の水溶液に塩基の水溶液を徐々に滴下していくと、混合溶液のpHが滴下量に応じて変化する様子を観測できる。横軸に滴下量、縦軸にpHをとり、変化をグラフにしたものを滴定曲線とよぶ。滴定曲線の関数は、中和点近辺以外ならば容易に導き出すことができる。0.10 mol/Lの酢酸水溶液10 mLに、0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を滴下するときの滴定曲線の関数を導出してみよう。0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液の滴下量を x mLとする。水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ 、酢酸の電離定数 K_a は、 $1.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とする。必要ならば、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ を使ってよい。

ただし、は十の位、、、、は一の位、、、は小数第一位とする。また、、は、下の解答群から選択しなさい。

(a) $x = 0$ のとき

0.10 mol/Lの酢酸水溶液のpHそのものであるので、 $\text{pH} = \text{}.\text{$ である。

(b) $0 < x < 10$ のとき

混合溶液は、酢酸と酢酸ナトリウムが共存する緩衝溶液である。未中和の酢酸の物質量和、生成した酢酸ナトリウムの物質量から、混合溶液のpHは、式(1)となる。

$$\text{pH} = \text{}.\text{} + \log_{10} \text{$$
 式(1)

(c) $x = 10$ のとき

酢酸は完全に中和され、混合溶液中では酢酸ナトリウムが生成している。酢酸イオンの一部が水と反応して加水分解が生じるので、 $\text{pH} = \text{}.\text{$ となる。

[計算用余白]

(d) $x > 10$ のとき

水酸化ナトリウムは強塩基であるので、酢酸イオンの加水分解から生じる H^+ は無視できる。過剰な水酸化ナトリウムの物質量を考えると、混合溶液の pH は、式(2)となる。

$$\text{pH} = \boxed{35} \boxed{36} + \log_{10} \boxed{37} \quad \text{式(2)}$$

よって、pHの値について、 $x=0, 10$ のときの値、式(1)、式(2)、さらに式(2)の $x \rightarrow \infty$ のときの収束値を求め、作図を行うと滴定曲線を描くことができる。

< $\boxed{28} \sim \boxed{31}$, $\boxed{33} \sim \boxed{36}$ の解答群 >

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

< $\boxed{32}$ と $\boxed{37}$ の解答群 >

- ① x ② $10-x$ ③ $10+x$ ④ $-10+x$ ⑤ $\frac{x}{10+x}$
 ⑥ $\frac{x}{10-x}$ ⑦ $\frac{10-x}{x}$ ⑧ $\frac{x+10}{x-10}$ ⑨ $\frac{x-10}{x+10}$

[計算用余白]

化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Fe : 56

水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

$\log_{10}2 = 0.30$, $\log_{10}3 = 0.48$, $\log_{10}5 = 0.70$, $\sqrt{5.21} = 2.28$

2 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

濃度未知の希塩酸に、ある量の水酢酸を溶かした水溶液 S がある。水溶液 S を正確に 20.0 mL ずつはかり取って、それぞれ別のコニカルビーカー（以下ビーカー A、ビーカー B とする）に入れた。ビーカー A に指示薬 X を入れて、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、(a) 10.0 mL 滴下した時点で終点となった。一方、ビーカー B に指示薬 Y を入れて、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、(b) 40.0 mL 滴下した時点で終点となった。なお、酢酸の電離定数 K_a は、次の値とする。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

問1 指示薬 X、Y の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

	指示薬 X (括弧内は変色域の pH と色の変化)	指示薬 Y (括弧内は変色域の pH と色の変化)
①	チモールブルー (1.2～2.8, 赤→黄)	ブロモチモールブルー (6.0～7.6, 黄→青)
②	チモールブルー (1.2～2.8, 赤→黄)	フェノールフタレイン (8.0～9.8, 無→赤)
③	メチルオレンジ (3.1～4.4, 赤→黄)	メチルレッド (4.2～6.2, 赤→黄)
④	メチルオレンジ (3.1～4.4, 赤→黄)	ブロモチモールブルー (6.0～7.6, 黄→青)
⑤	メチルレッド (4.2～6.2, 赤→黄)	ブロモチモールブルー (6.0～7.6, 黄→青)
⑥	メチルレッド (4.2～6.2, 赤→黄)	フェノールフタレイン (8.0～9.8, 無→赤)

問2 水溶液 S の pH として最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 0.70 ② 1.00 ③ 1.30 ④ 2.00 ⑤ 2.80 ⑥ 3.00

問3 下線部(a)におけるビーカーA内の水溶液の pH として最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 2.26 ② 2.35 ③ 2.76 ④ 2.85 ⑤ 4.26 ⑥ 4.35

問4 下線部(b)におけるビーカーB内の水溶液の pH として最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 6.20 ② 7.00 ③ 8.46 ④ 8.70 ⑤ 8.94 ⑥ 9.80