

# 中和反応の量的関係、中和滴定



佐賀県教育センター

古賀隆浩

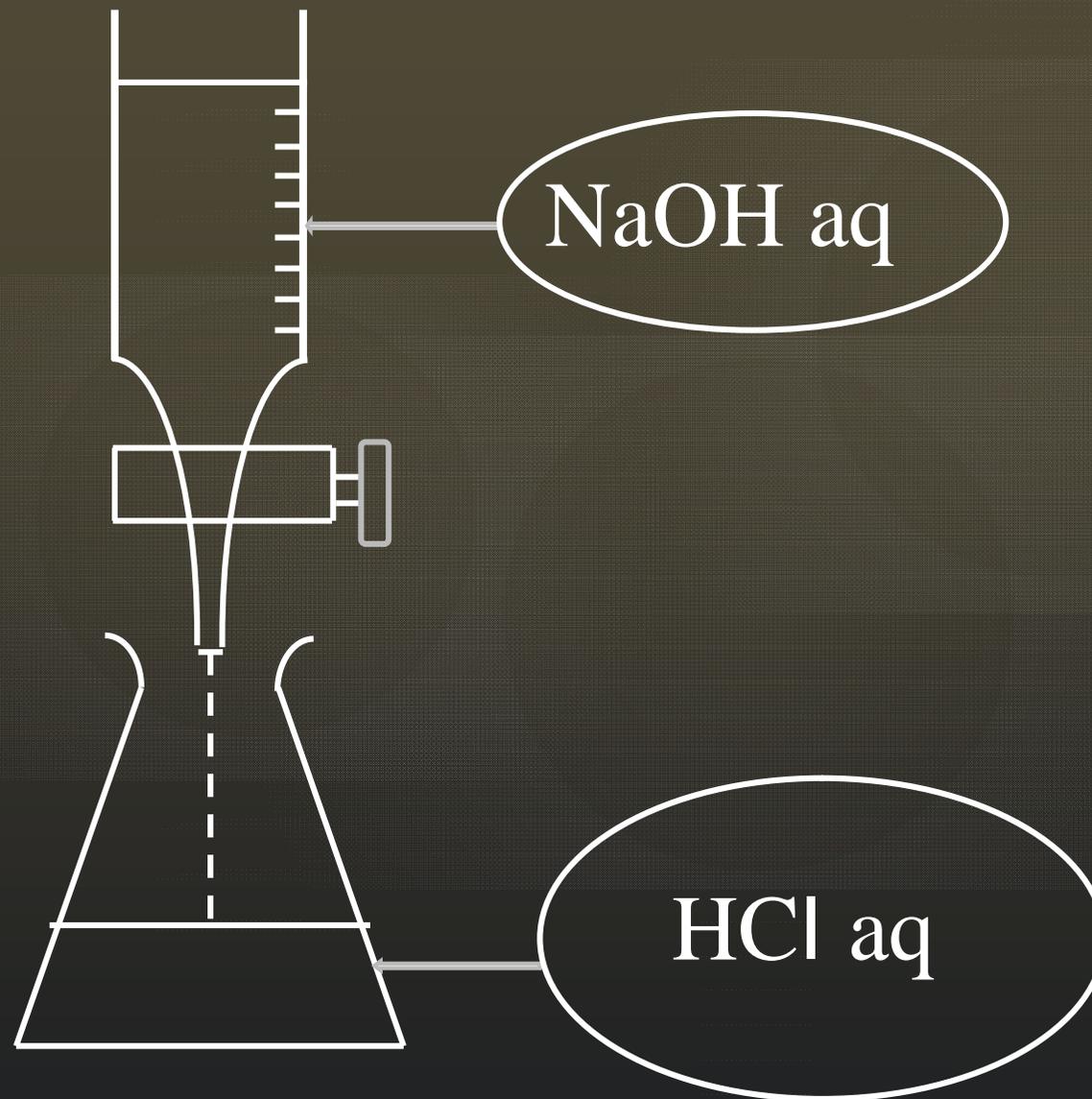
( **中和滴定** ) … 中和反応における酸と塩基の量的関係を利用して、濃度のわかっている酸(または塩基)から、濃度のわからない塩基(または酸)の濃度を求める操作

( **中和点** ) … 酸と塩基が過不足なく反応して、中和反応が完了する点

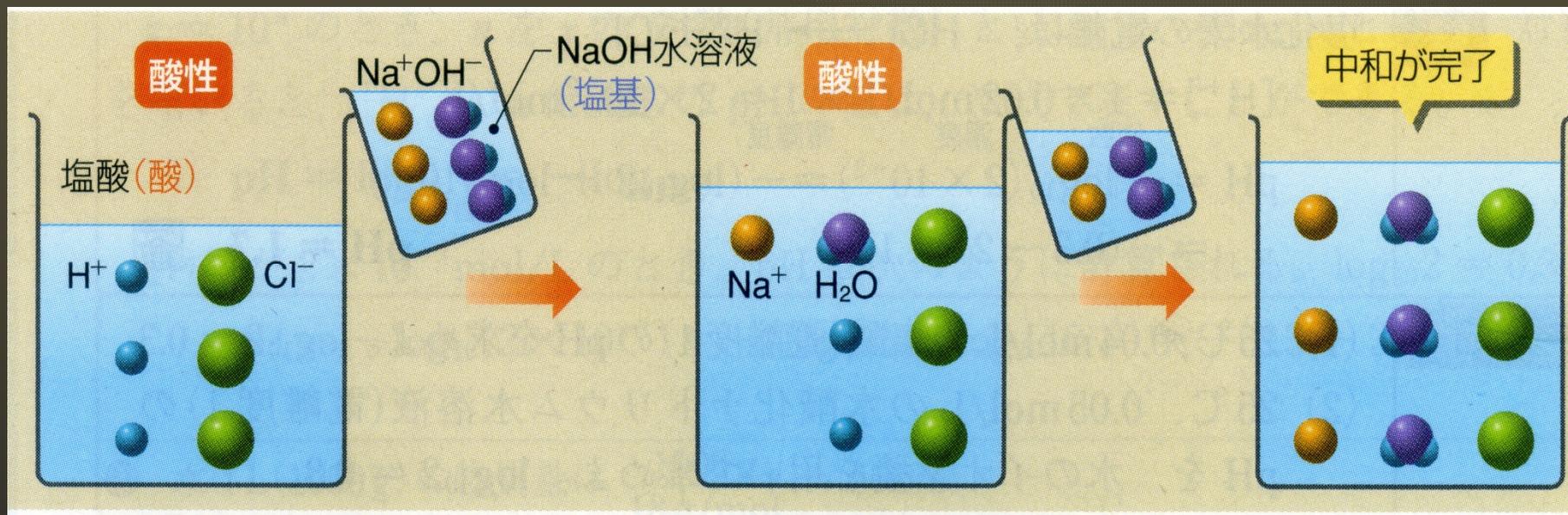
◎致遠館ラボの中和滴定の実験を思い出してみよう！



◎実験図(フリーハンドで書けるように！)



◎中和滴定の粒子のイメージをもっと深めてみよう！

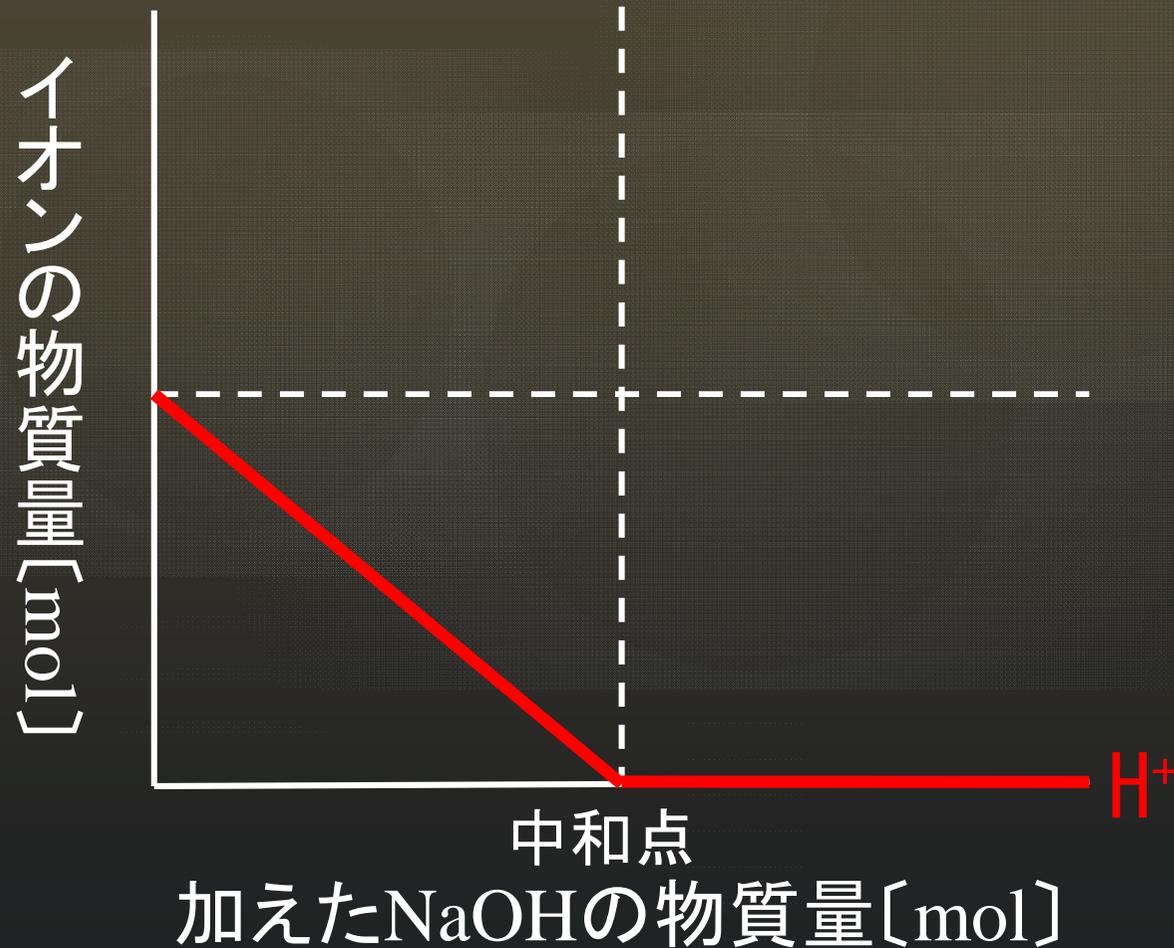


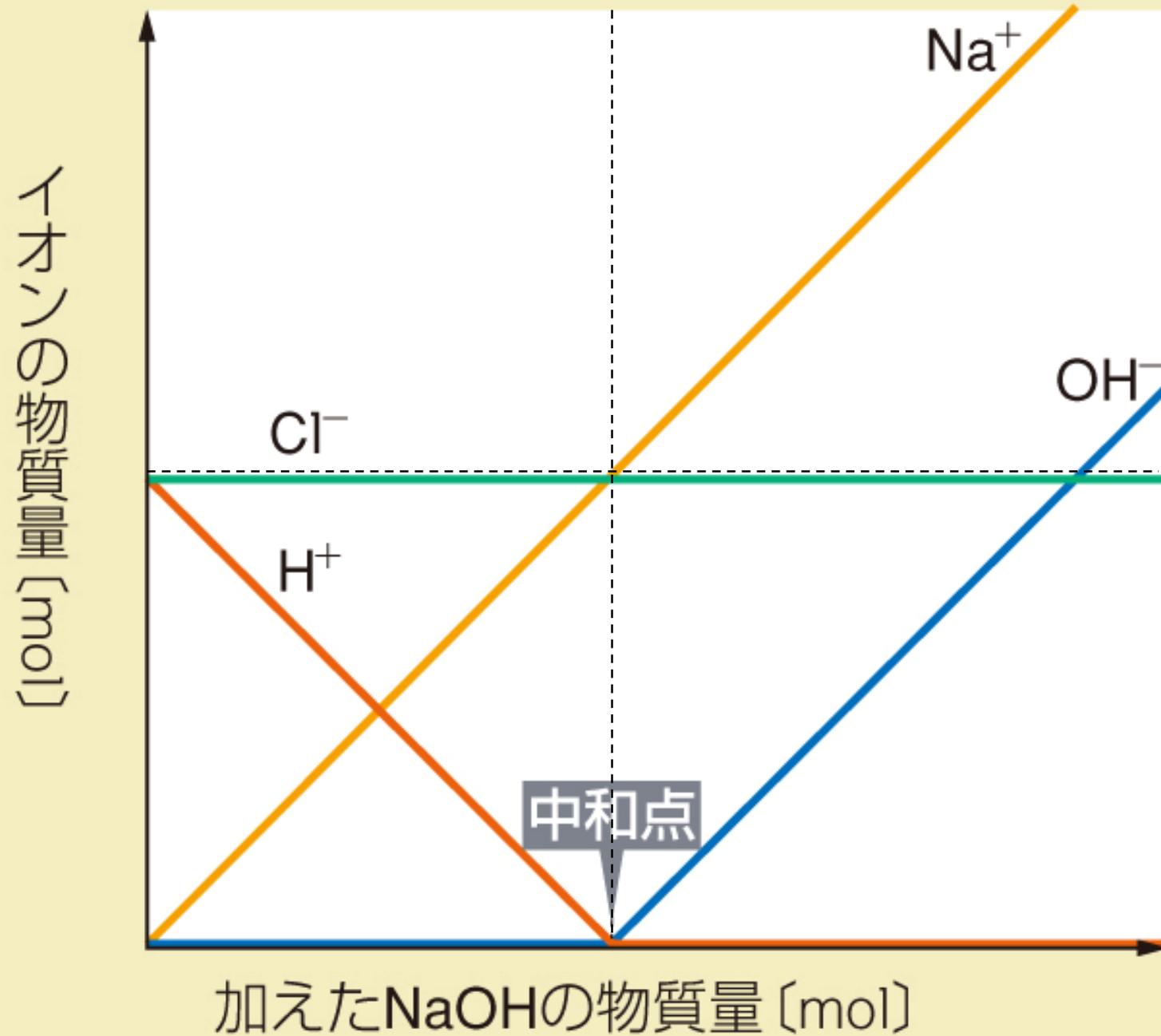
滴定前

滴定中

中和点

【活動】 塩酸を同濃度の水酸化ナトリウムで中和滴定したときの水溶液中のイオン ( $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ ) の物質質量の変化の様子をグラフで表してみよう。



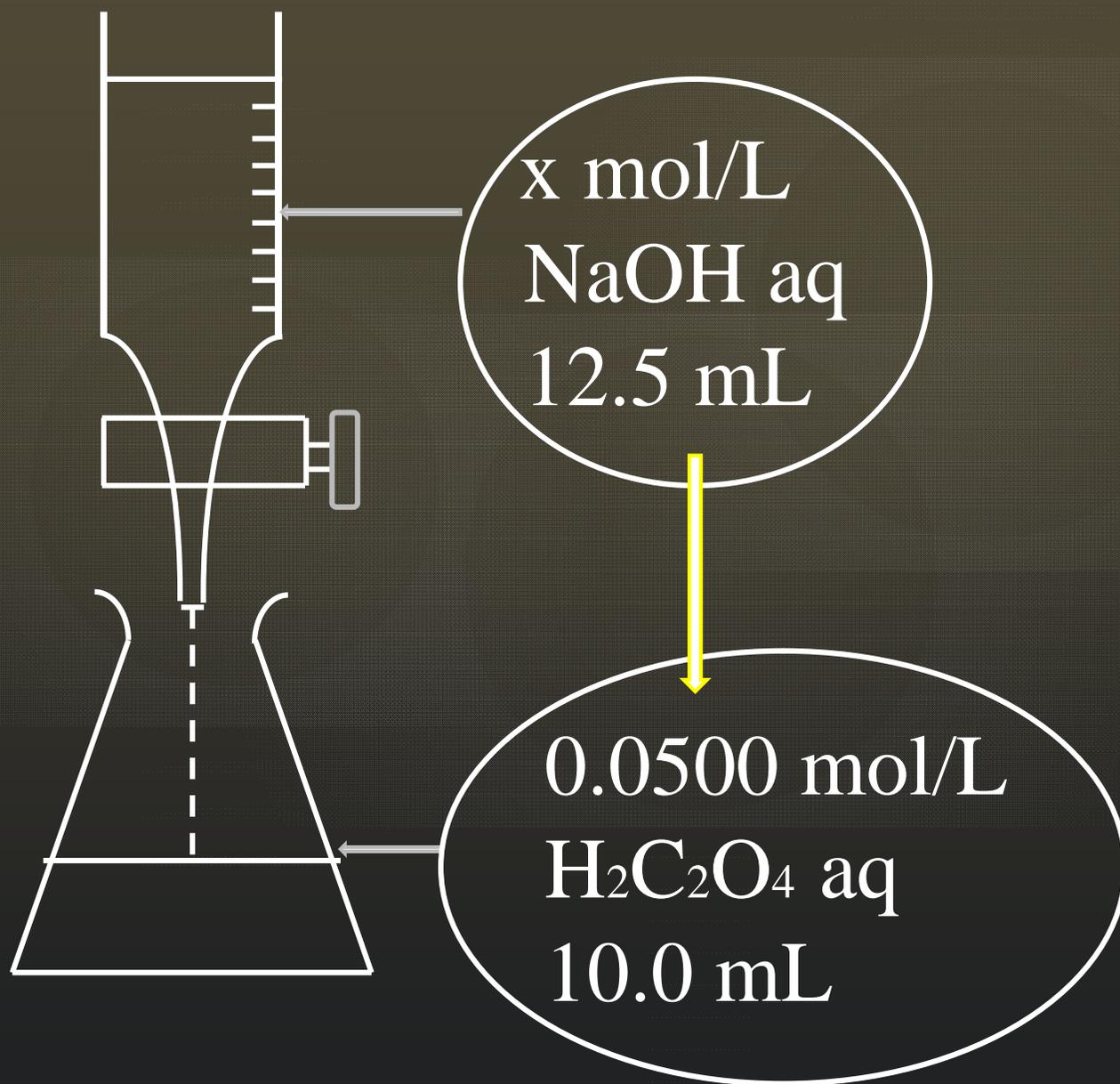


## 致遠館ラボでの実験

0.0500 mol/L シュウ酸水溶液 10.0 mL  
を、濃度のわからない水酸化ナトリウム  
水溶液で滴定したところ 12.5 mL 要した。

この水酸化ナトリウム水溶液の濃度は  
何 mol/L か。

◎実験図



(考え方) 中和の反応式を思い出してみよう。



1個

1個

1個

$6.0 \times 10^{23}$ 個     $6.0 \times 10^{23}$ 個     $6.0 \times 10^{23}$ 個

1mol

1mol

1mol

酸から生じる $\text{H}^+$ と塩基から生じる $\text{OH}^-$ の物質量が等しいとき 酸と塩基は( 過不足 )なく中和する。

酸から生じる $\text{H}^+$ の物質量

= 塩基から生じる $\text{OH}^-$ の物質量 (35)

シュウ酸と水酸化ナトリウムの中和では、

(2) 価の酸



$$0.05 \times \frac{10.0}{1000} \text{ mol} \quad 2 \times 0.05 \times \frac{10.0}{1000} \text{ mol}$$

$\text{H}^+$  (mol) は酸の物質質量  $\times$  (2)

(1) 価の塩基



$$x \times \frac{12.5}{1000} \text{ mol} \quad 1 \times x \times \frac{12.5}{1000} \text{ mol}$$

$\text{OH}^-$  (mol) は塩基の物質質量  $\times$  (1)

$$2 \times 0.05 \times \frac{10.0}{1000} = 1 \times x \times \frac{12.5}{1000}$$

酸の価数 × 酸の物質質量 = 塩基の価数 × 塩基の物質質量

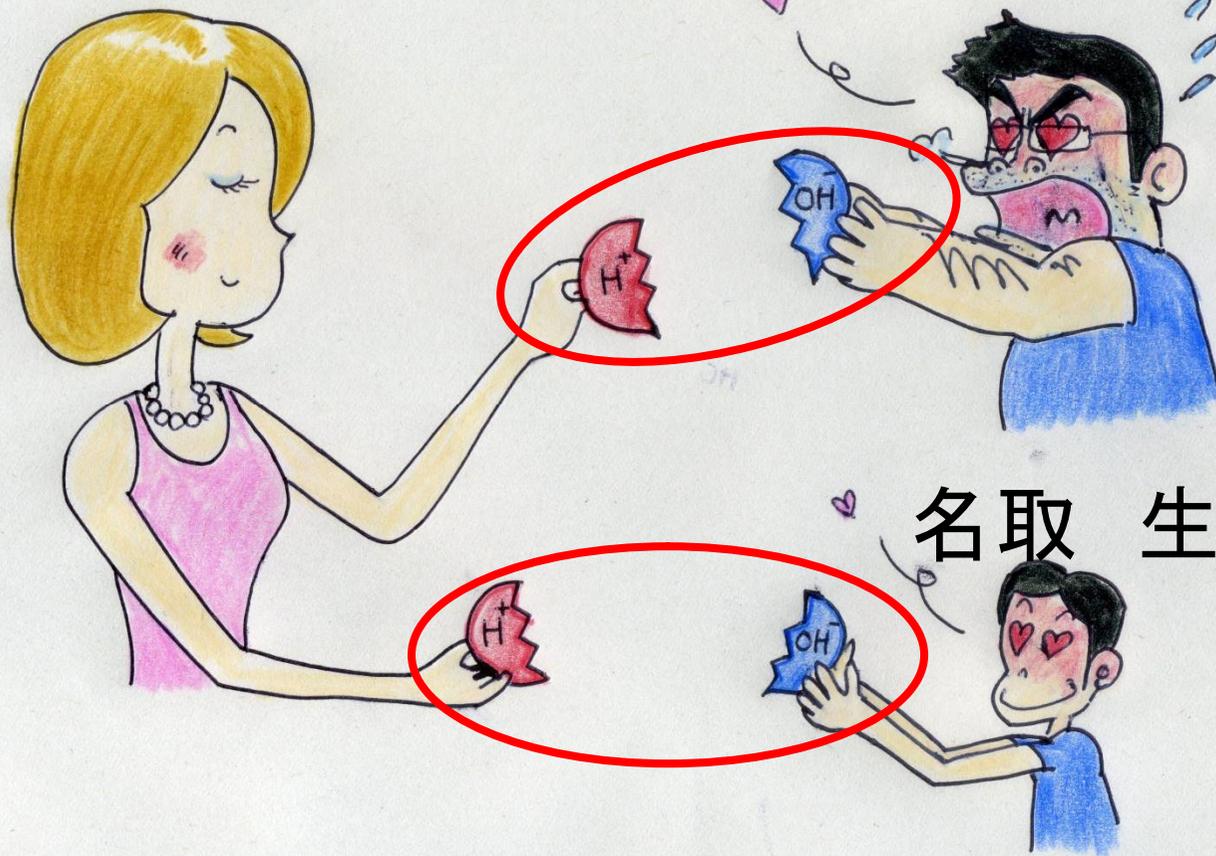
H<sup>+</sup>モル

OH<sup>-</sup>モル

これより、 $x = \underline{0.0800}$  mol/L

周さん(シュウ酸) 2価

寿衣さん 1価



名取 生 1価

$$2\text{価} \times 1\text{人} = 1\text{価} \times 2\text{人}$$

一般化してみよう。

濃度  $c$  [mol/L]、体積  $V$  [mL] の  $a$  価の酸の水溶液に、濃度  $c'$  [mol/L]、体積  $V'$  [mL] の  $b$  価の塩基の水溶液を加えたとき、過不足なく中和したとする。このとき、

$$\text{H}^+\text{の物質質量} = a \times c \times \frac{V}{1000} \quad [\text{mol}]$$

$$\text{OH}^-\text{の物質質量} = b \times c' \times \frac{V'}{1000} \quad [\text{mol}]$$

であるから、次式が成立する。

$$a \times c \times \frac{V}{1000} = b \times c' \times \frac{V'}{1000} \quad \text{または、} \quad acV = bc'V' \quad (39)$$

(課題)

身近な中和(現象、道具、方法)

胃薬で胃酸を中和

河川水の中和

タンパク質の定量(Nの定量)

肥料による土壌pHの制御

群馬県 草津町 湯川



楽しい理科6年 大日本図書



↑ 図A 湯川の水につけた鉄釘

## ■ 制酸成分(1)

主な成分名

- ・ケイ酸アルミン酸マグネシウム
- ・合成ヒドロタルサイト
- ・水酸化マグネシウム
- ・ジヒドロキシアルミニウムアミノアセテート
- ・水酸化アルミニウムゲル
- ・炭酸水素ナトリウム(重曹)
- ・炭酸マグネシウム

トリプルアクションで弱ってきた胃を整える

### 新セルベール® 整胃

食後の胃のもたれ・食べすぎに 第2類医薬品

1回1錠で効く錠剤

サッと溶ける細粒



“整胃”はエーザイの高標登録です。

胃酸抑制剤 胃酸分泌抑制薬 胃酸分泌抑制薬

胃酸抑制剤

胃酸抑制剤

エーザイ 胃のサイエンスより

(練習) 市販の食酢10.0 mLを純水で正確に10倍に薄めた。この薄めた水溶液10.0mLを完全に中和するのに、0.100 mol/L水酸化ナトリウム水溶液7.30 mL要した。市販の食酢の濃度は何mol/Lか。

もとの食酢の濃度を $x$  mol/Lとおくと、10倍に薄めた食酢の濃度は $(x/10)$  mol/L

0.100 mol/L NaOH aq 7.3mL

1価の塩基

$\frac{x}{10}$  mol/L CH<sub>3</sub>COOH aq 10mL

1価の酸

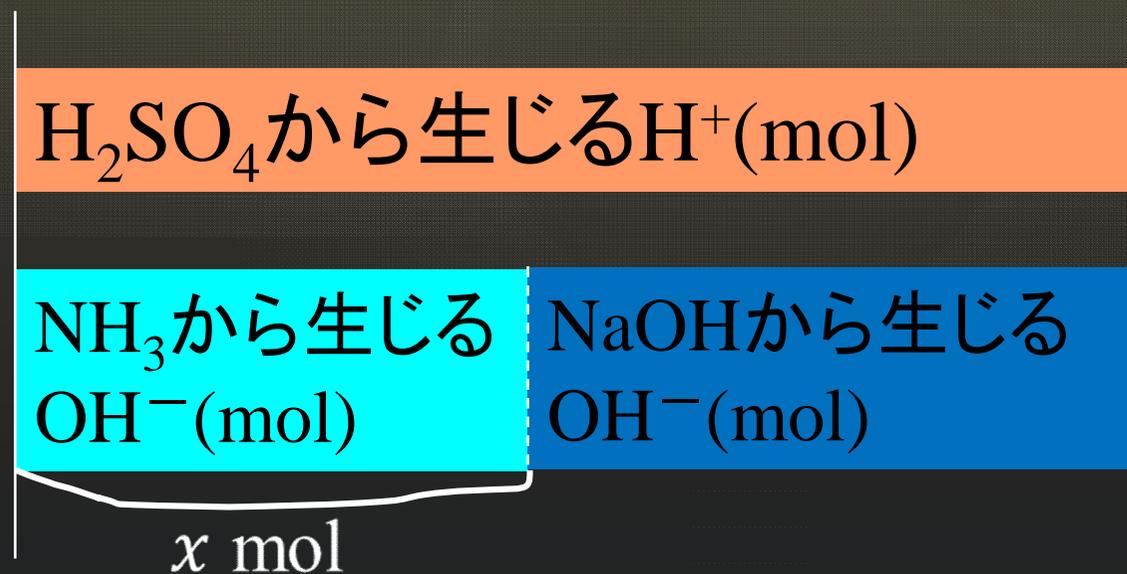
(解)  $\text{H}^+$ の物質質量 =  $\text{OH}^-$ の物質質量の関係を用いて

$$1 \times \frac{x}{10} \times \frac{10.0}{1000} = 1 \times 0.100 \times \frac{7.30}{1000}$$

これより、 $x = 0.730 \text{ mol/L}$

(練習) 0.10 mol/Lの硫酸100mLに、アンモニアを吸収させて完全に反応させた。残った硫酸を0.20 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ20mLを要した。吸収されたアンモニアの体積は標準状態で何Lか。

関与した酸・塩基の種類が複数あった場合でも、過不足なく中和したときには、中和の関係式が成り立つ。吸収された $\text{NH}_3$ を $x$  molとして考えよう。



(解)  $\text{H}^+$ の物質質量 =  $\text{OH}^-$ の物質質量の関係を用いて

$$2 \times 0.10 \times \frac{100}{1000} = 1 \times x +$$



$$1 \times 0.20 \times \frac{20}{1000}$$

NaOHから生じる $\text{OH}^-$

これより、 $x = 0.016 \text{ mol}$

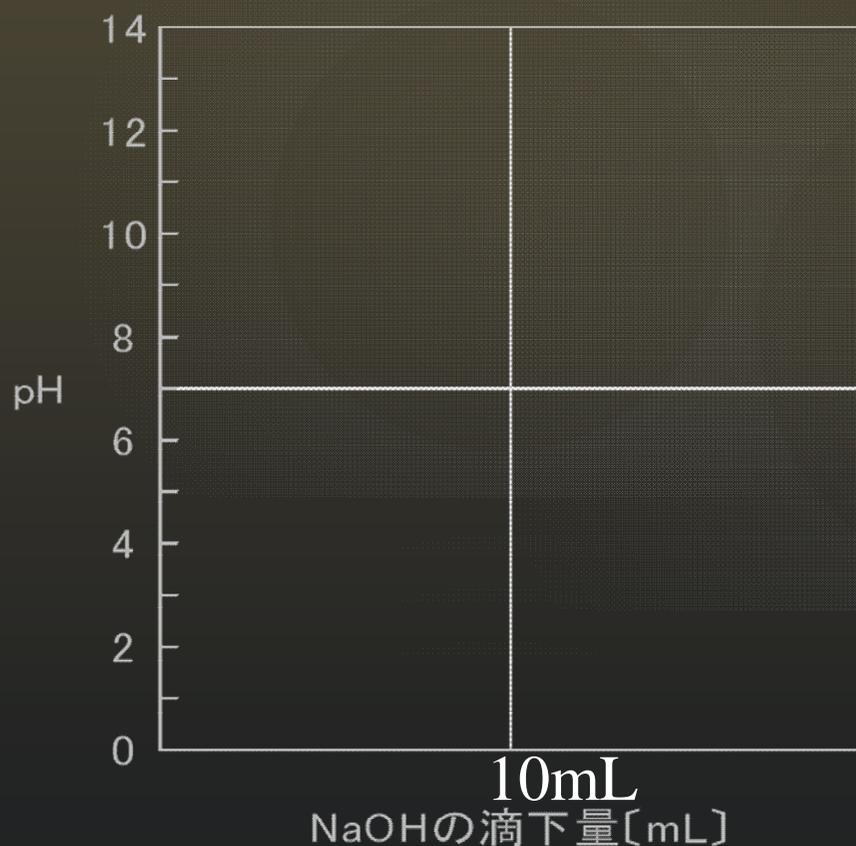
よって、 $\text{NH}_3$ の体積は、 $22.4 \times 0.016 = \underline{0.36\text{L}}$

## C 滴定曲線(p160~161)

### ( 滴定曲線 )

中和反応において、加えた酸または塩基の水溶液の体積と、混合水溶液のpHとの関係を示した曲線

【活動】 0.10 mol/L塩酸10 mLをコニカルビーカーに取り、0.10 mol/L水酸化ナトリウム水溶液をビュレットで滴下していった。このときの滴定曲線の概形を予想してみよう。



(ヒント)  
はじめ  $[H^+] = 0.10 \text{ mol/L}$   
(塩酸の完全電離)  
このとき、 $\text{pH} = 1.0$

予想した理由を  
書いてみよう。

0.10 mol/L塩酸10 mLを0.10 mol/L水酸化ナトリウム水溶液で滴下したときの滴定曲線

**強酸-強塩基の中和滴定曲線**  
**[塩酸-水酸化ナトリウム]**

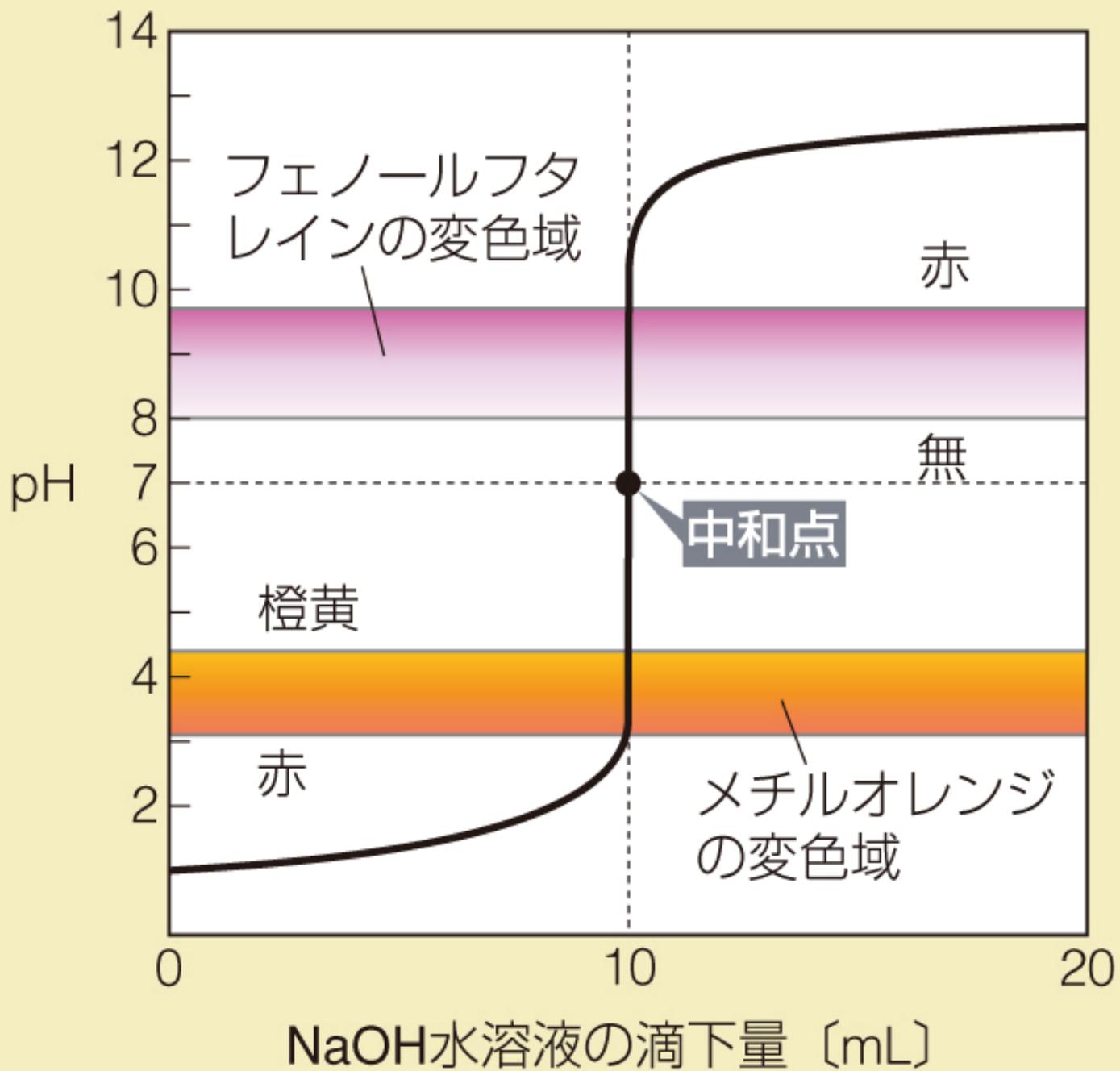
# 0.10 mol/L塩酸10 mLを0.10 mol/L水酸化ナトリウム水溶液で滴下したときの滴定曲線



・ $[\text{OH}^-]$ が極めて(大きい)ため、pH変化が(小さい)。

・中和点付近では $[\text{H}^+] \doteq [\text{OH}^-] \doteq 10^{-7}$ と極めて(小さい)ため、滴下するNaOHの1滴の影響が(大きい)。したがって、pHは(急激に変動する)。

・ $[\text{H}^+]$ が極めて(大きい)ため、pH変化が(小さい)。



## PHの急激な変動の理由

pH変化	濃度変化	1 L当りのH <sup>+</sup> [mol] の変化量	必要なNaOH水の体積
1 → 2	1/10	$10^{-1} - \cancel{10^{-2}} \doteq 10^{-1}$	$10^4$
5 → 6	1/10	$10^{-5} - \cancel{10^{-6}} \doteq 10^{-5}$	1 とする

pH1 → 2の変化に必要なNaOH水の体積は、pH5 → 6の変化に必要なその10<sup>4</sup>倍必要となる。

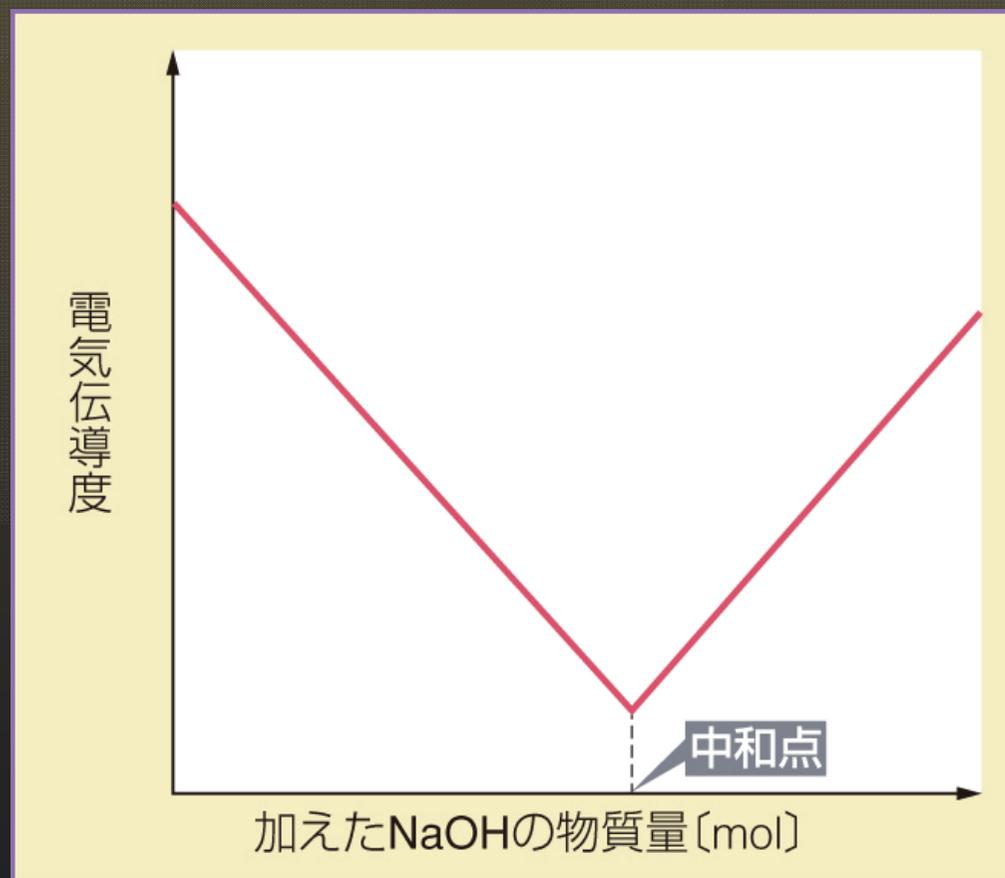
すなわち、pH1 → 2の変化の方がpH5 → 6の変化よりも、多量のNaOH水を要する。

# ◎中和点を調べる方法

指示薬

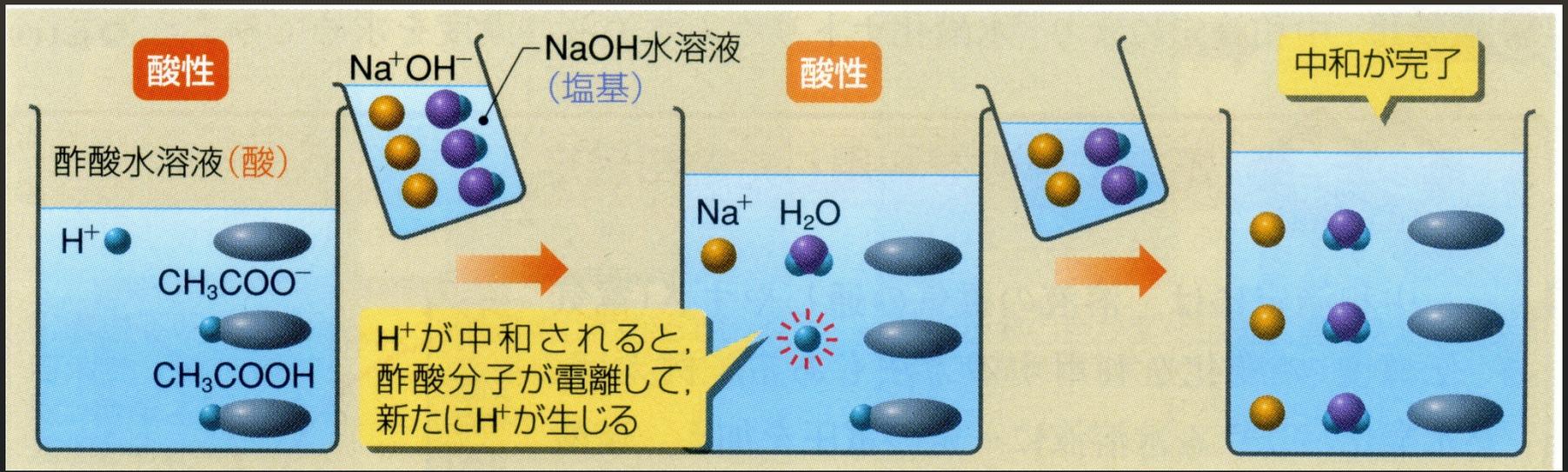
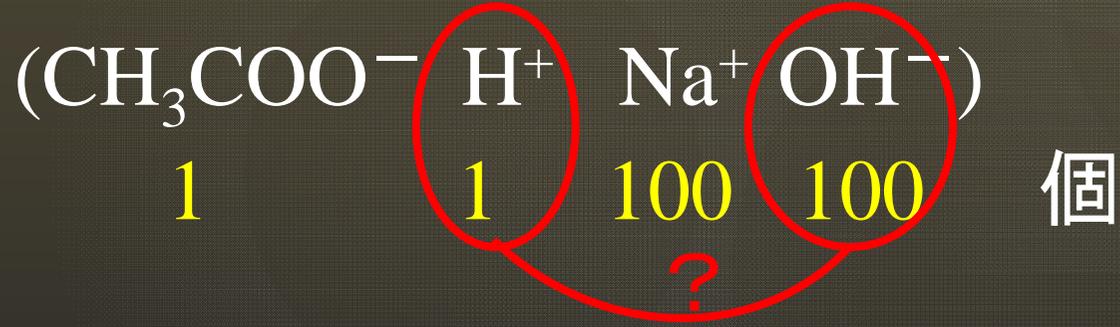
pHメーター

電気伝導度



Q: 弱酸を強塩基で中和するとき、上のような計算で求めていいだろうか。

100個                      100個



# 結論

酸塩基の強弱は、  
中和反応の量的関係に  
( 影響しない ) !

もとの食酢の濃度を  $x$  mol/L とおくと、10倍に薄めた食酢の濃度は  $(x/10)$  mol/L

(解1)



$$\left[ \begin{array}{cc} 1 & 1 \\ \frac{x}{10} \times \frac{10.0}{1000} & 0.100 \times \frac{7.30}{1000} \end{array} \right] \text{ mol} \leftarrow \begin{array}{l} \leftarrow \text{反応する割合} \\ \leftarrow \text{実際の物質質量} \end{array}$$

$$1 \times \frac{x}{10} \times \frac{10.0}{1000} = 1 \times 0.100 \times \frac{7.30}{1000}$$

これより、 $x = 0.730$  mol/L

(考え方1) 化学反応式を書いて考えてみよう。  
シュウ酸は(COOH)<sub>2</sub>とも書きます。



$$\left[ \begin{array}{cc} 1 & 2 \\ 0.05 \times \frac{10.0}{1000} & x \times \frac{12.5}{1000} \end{array} \right] \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{反応する割合} \\ (\text{mol}) \leftarrow \text{実際の物質質量} \end{array}$$

$$2 \times 0.05 \times \frac{10.0}{1000} = 1 \times x \times \frac{12.5}{1000}$$

これより、 $x = \underline{\quad 0.0800 \quad} \text{mol/L}$

$$2 \times 0.05 \times \frac{10.0}{1000} = 1 \times x \times \frac{12.5}{1000}$$

酸の価数 × 酸の物質質量 = 塩基の価数 × 塩基の物質質量

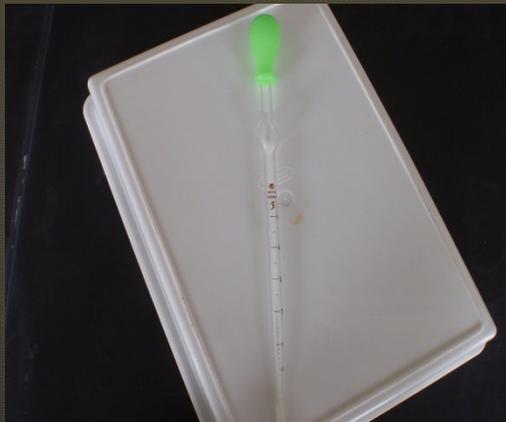
H<sup>+</sup>モル

OH<sup>-</sup>モル

これより、 $x = \underline{0.0800}$  mol/L

何でピペット、メスシリンダーを使えないのでしょうか。

精度  
駒込ピペット << ビュレット



メスシリンダー << ホールピペット

