

Try6. 中和熱の測定

Measurement of heat of neutralization

目的 (purpose) 強い酸と強いアルカリとの中和熱を測定する

物質の変化と熱の出入り

物質の変化:

- ◆ 物理的变化: 温度の上下、融解、蒸発など
- ◆ 化学的变化: 化学反応

反応熱: 化学反応に伴って出入りする熱

中和熱: 中和反応に伴って出入りする熱

中和反応:

酸 + アルカリ → 塩 + 水

HClとNaOHの中和反応:



◆ HCl: 塩酸

hydrochloric acid

◆ NaOH: 水酸化ナトリウム

sodium hydroxide

比熱(c) specific heat capacity

比熱とは、物質1gの温度を1°C(K)上昇させるのに必要な熱量のことです。
また、比熱は比熱容量ともいいます。

物質1gの温度変化のしにくさ(温まりにくさ冷めにくさ)を表しているともいえます。

物質が変化すると、エネルギー状態の変化が起こり、その変化分熱の形で現れる。
変化前の状態をA、変化後の状態をBとすると

$$\Delta E = E_B - E_A = Q - W$$

Q: 熱の変化

W: 外部に対して成した仕事

体積が一定の場合、 $W=0$ 従って、 $\Delta E = Q$

$$Q = mc\Delta t$$

Q: 熱の変化

m: 質量(g)

c: 比熱(Jまたcal, 1cal=4.186J)

Δt : 温度の変化(°CまたK)

物質の比熱(cal/K・g)

ポリエチレン(低密度): 2.32

木: 1.25

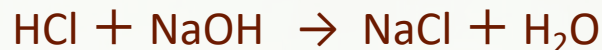
水: 1

鉄: 0.435

操作 Experimental procedure

1 塩酸、水酸化ナトリウム水溶液の調整

HClとNaOHの中和反応:



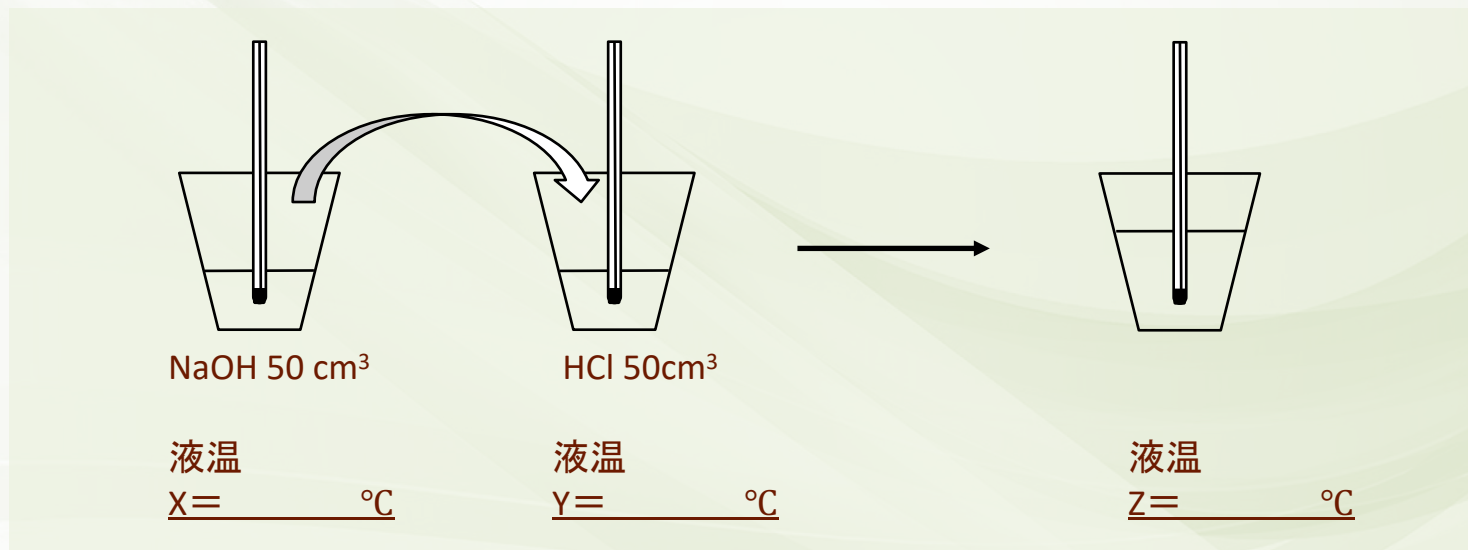
他方はわずかに多めにしておけばよい?

中和熱に変わりがない

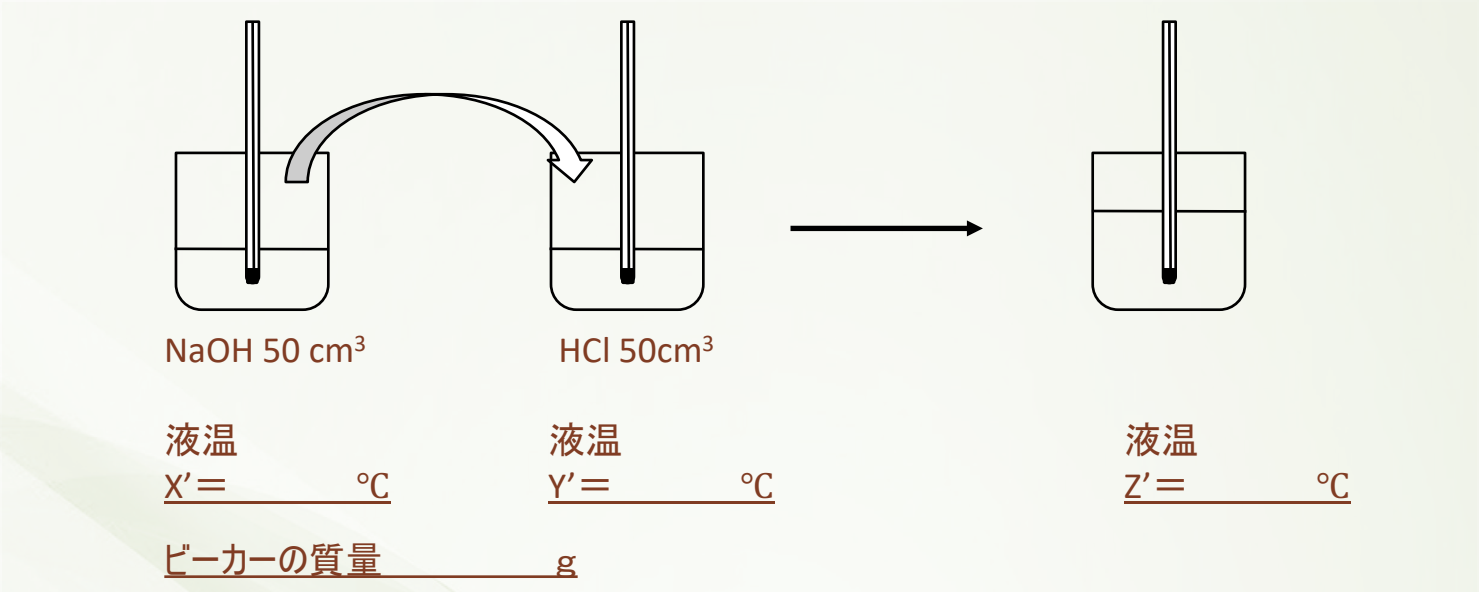
(a) 約0.5mol/L(自分の班で作る)

(b) 正確に 0.5mol/L (正確に調整したものを使用)

2 塩酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の中和による温度変化(フォームポリスチレンの場合)



3 塩酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の中和による温度変化(ガラス製ビーカーの場合)



フォームポリスチレンの場合、質量が小さい、比熱は相対的に大きいので、容器自身のわずかな温度上昇による熱を無視することができるが、ガラス製ビーカーの場合、重さ(質量)あり、比熱が小さいので溶液と一緒に温度上昇が起こるのでその分の熱を計算し全外の熱量の補正を行う必要がある。ガラス製ビーカーに吸収された熱量を計算するため、ビーカーの質量を知る必要になる。

結果 Results & discussion

1 フォームポリスチレンの場合

フォームポリスチレンの質量ゼロ、水溶液の比熱1.0cal/K・gとして反応熱を求める。

この場合、溶液だけ考えればよい。

(1) 水溶液の温度変化Δt

混合後達した最高温度

混合前の平均値

$$\Delta t = z - \left(\frac{x+y}{2} \right)$$

(2) 水溶液の温度を上昇させるのに使われた熱量

$$Q = 1.0 \text{ (cal/}^\circ\text{C} \cdot \text{g)} \times 100(\text{g}) \times \Delta t(^\circ\text{C)}$$

溶液の比熱

溶液の質量比重 1.0とし、100mlなら100g

50ml=0.05L

(3) NaOHのmol数

NaOHのmol数 = (NaOHの濃度 : 0.5 mol/L) x 0.05L = 0.025mol

(4) 中和により水1molが生成したときの反応熱

0.025molで熱量はQなので、 $Q_{1\text{mol}} = \frac{Q}{0.025} = \text{xxx (cal)}$

結果 Results & discussion

2 ガラスビーカーの場合

水溶液の比熱: 1.0 cal/K・g、水溶液の比重: 1.0 g/cm³。

以下は溶液だけを考える場合

1cm³=1ml

(1) 水溶液の温度変化Δt

$$\Delta t = z' - \left(\frac{x' + y'}{2} \right)$$

(2) ビーカーの質量: 後にビーカーに吸収された熱量を計算し補正を行う

(3) 水溶液の温度を上昇させるのに使われた熱量

$$Q = 1.0 \text{ (cal/}^\circ\text{C} \cdot \text{g)} \times 100(\text{g}) \times \Delta t(^\circ\text{C})$$

混合後の水溶液は比重1.0、体積100mlなので、
1.0(g/cm³) x 100 ml = 100g

(4) NaOHのmol数

$$\text{NaOHのmol数} = (\text{NaOHの濃度: } 0.5 \text{ mol/L}) \times 0.05\text{L} = 0.025\text{mol}$$

cm³=ml

50ml=0.05L

(5) 中和により水1molが生成したときの反応熱

0.025molで熱量はQなので、 $Q_{1\text{mol}} = \frac{Q}{0.025} = \text{xxx (cal)}$

問 操作3の実験より計算した反応熱が操作2より求めた反応熱の値より小さくなるのはなぜか。補正方法を考えましょう(実験的ではなく)。ガラスの比熱は $0.2 \text{ cal/K}\cdot\text{g}$ とする。

小さくなる主な原因として、中和反応で生じた熱は溶液の温度変化に消費された部分以外、ガラス製ビーカーの温度変化にも消費された。その理由は、フォームポリスチレンの比熱が大きく、熱の吸収が無視できるのに対して、ガラス製のビーカーの比熱が小さく、溶液と一緒に温度上昇が起こったため、その分熱の消費が生じた。従って、ガラス製ビーカーを使用した時に生じた中和熱は、①溶液の温度上昇による熱＋②ガラス製ビーカーの温度上昇による熱になる：

$$Q_{\text{中和熱}} = Q_{\text{溶液}} + Q_{\text{ガラス製ビーカー}}$$

$Q_{\text{溶液}}$: 結果2の(3)で求めた熱量

$$Q_{\text{ガラス製ビーカー}} = \text{ビーカーの質量} \times \text{ビーカーの比熱} \times \Delta t$$

結果2の(2)で測った値

$0.2 \text{ cal/K}\cdot\text{g}$

注：温度単位は比熱の場合絶対温度Kと摂氏温度 $^{\circ}\text{C}$ と同じ扱いでよい。

- cm と ml との関係 : $1 \text{ cm} = 1 \text{ ml}$
- mol、mol濃度、体積との関係(計算)

- 濃度 : concentration
- 温度 : temperature
- 溶液 : solution