

マイクロプレートを用いて一人一実験に挑戦します  
酸性水溶液とアルカリ性水溶液を混ぜ合わせてみよう（発展）

中和の学習の発展として、高校の化学 で学習する中和滴定の簡単バージョンを実施してみましょう。個別実験の大きなポイントとして「安全であること」が挙げられます。この実験では、10mLの点眼びんとマイクロプレート（1個470円程度、予算的に難しければ、ウズラの卵のパックを利用することも可能）を器具として用います。落としても破損する心配はありません。また、使用するHClやNaOH水溶液も0.1mol/L（または0.05mol/L）とかなり薄くして、危険性も低くしてあるので生徒は安全に実験を行うことができます。また、高等学校の学習へのつながりをもつことができます。



図1 点眼びんに入れた試薬

マイクロプレート

### マイクロプレートを用いた中和反応

試験管やビーカーにかわる（加熱実験はできません）実験器具としてマイクロプレート（またはセルプレート）というものを利用して中和を調べる。マイクロプレートは、個人実験を行い易いことや使用する薬品が少量で済むことなどが長所である。

0.1mol/L HCl（塩酸）を点眼びん（10mL）に入れて、マイクロプレートの各セルに8滴ずつ加える。

これらのセルに、点眼びん（10mL）に入れた 0.1mol/L NaOHを図2のようにして、順に0, 1, 2, 3・・・11滴と加え、マイクロプレートを軽く揺すって混ぜる。

（短時間で実施したい場合、例えば図2の上2/3の8個のセルを使う。この場合は、HClは4滴、NaOHは、0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7滴となる。）

各セルの液性を4種混合指示薬（または万能pH試験紙）で調べる。

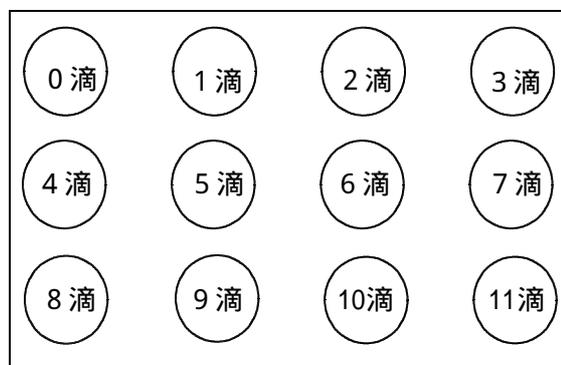


図2 0.1mol/LNaOHの滴下数



図3 8個のセルを使い4種混合指示薬で調べた結果

### その後の活動（4種混合指示薬で調べた後の活動）

中和反応の実験が終了したところで、「このまま水道水で洗い流しても構わないでしょうか」と質問してみましょう。普段の学習で、廃液の処理に気を遣っていれば「そのまま捨てたんじゃまずいじゃないのかな」等の声が上がると思われます。この場合は、全体としてほぼ中性になるので、そのまま洗い流しても構いませんが、せっかくなので、すべて中性（緑色）にしてから洗い流すことにしてみましょう。

#### パフォーマンステスト

できるだけ短時間にすべてのセルの溶液をほぼ中性（この場合は、赤と紫以外の色にできたらOK）にする活動をタイムトライアルでやってみましょう。きっと生徒たちは夢中になって取り組むことでしょう。速い生徒で1分程度かと思われます。できた生徒には手を挙げさせ、教師がストップウォッチでタイムを知らせてあげましょう。5分程度で8割以上の生徒が達成できると思われます。たった1滴で、赤から紫に変色してしまうため、微調整に苦労すると思われますが、中性の範囲がとてもせまいことに自然と気付くことにもこの活動の価値があると考えます。

#### いろいろな色づくり

図4は、4種混合指示薬の色見本です。この7種類の色をすべてつくってみたいと思う生徒はきっと多くいるはずです。そこで時間が許せば、「できるだけ多くの色をつくってみよう」を目標にした活動を取り入れてみてはどうでしょうか。

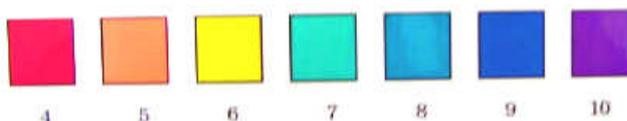


図4 4種混合指示薬の色見本

### pHについて

#### pH（水素イオン指数）

水はごくわずか、次のように電離しています。  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$   
一定の温度では、純粋な水でも、酸性やアルカリ性の水溶液でも、 $\text{H}^+$ のモル濃度 $[\text{H}^+]$ と $\text{OH}^-$ のモル濃度 $[\text{OH}^-]$ の積は一定の値になります。この値を水のイオン積といいます。

25℃における水のイオン積は次のように表されます。

$$[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$$

水溶液中の $\text{H}^+$ か $\text{OH}^-$ の一方の濃度が分かれば、水のイオン積から、もう一方の濃度が導かれます。したがって、酸性・塩基性の強さは水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ だけで表すことができます。そこで酸性・塩基性の強弱を、水素イオン濃度 $[\text{H}^+] = 10^{-a} \text{mol/L}$ の $a$ の値で表すことにします。この値をpH（水素イオン指数）といいます。

中性の溶液では $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{mol/L}$ となっており、 $\text{pH} = 7$ です。

酸性の溶液では $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ であり、すなわち $[\text{H}^+] > 10^{-7} \text{mol/L}$ であって $\text{pH} < 7$ に、塩基性の溶液では $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$ であり、すなわち $[\text{H}^+] < 10^{-7} \text{mol/L}$ であって $\text{pH} > 7$ になります。