

水の電気分解 (定量実験)
マイクロスケールケミストリー
哲猫

2011年10月14日

【初めに】 水溶液の電気分解実験には、一般的には高価な電解装置が必要となる。しかし、ウェルセルプレートとシリンジ及び2方活栓(ルアーストップコック)を用いることで安価な簡易電気分解装置を組み立てることが可能である。この簡易電解装置は、使用する電解液が少量で済み、洗浄も簡単で、保管のスペースも小さくて済むという利点があり、更に、この簡易装置を使えば、安全且つ正確、しかも迅速に電気分解実験ができる。

【準備】 12穴ウェルセルプレート、2方活栓付(or 3方活栓; ルアーストップコック) × 2、3mL シリンジ × 2、シリコンチューブ付き 5mL シリンジ、ステンレス待ち針 × 2本、ミノムシクリップ付きリード線 × 2、9V 電池、純水入り洗ビン、廃液用容器、メディシート、キムワイプ、キムタオル、ゴーグル

1.0mol/L NaOH 水溶液 (30mL 点眼ビン)、1.0mol/L Na₂SO₄ 水溶液 (30mL 点眼ビン)、山田式万能指示薬 (5mL 点眼ビン)

【電解装置の組立て】 (1) 3mL シリンジの先端ではない側(底)の縁の部分をカッターでカットし丸くする(2本とも)。

(2) 3mL シリンジをセルに立てたときに丁度セルの上面に来る位置に待ち針を突き刺す(このとき反対側まで刺し通さないようにする。シリンジを並べたときに針の方向が逆になるようにすると良い)、2本のシリンジの同じ位置(高さ)に待ち針が刺さるように調整する。この2本の3mL シリンジとセルを電解槽とする。

(3) 3mL シリンジに2方活栓(or 3方活栓)を取り付ける(簡単には外れないようにしっかり取り付けること)。

(4) 2方活栓(or 3方活栓)と待ち針を取り付けた3mL シリンジ2本を輪ゴムを使って連結させ、これをセル内に立てる。



【操作】 (1) ゴーグルを装着する。

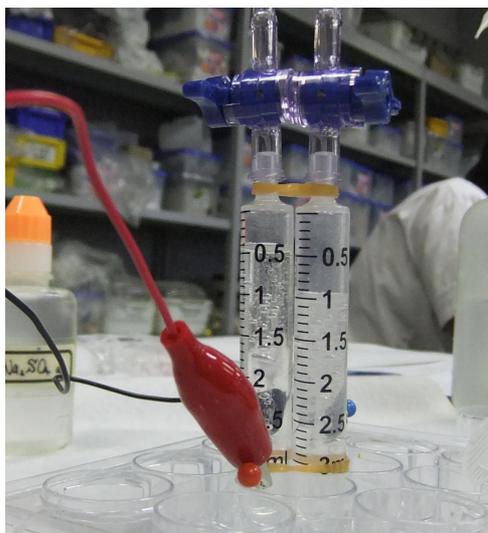
(2) 化学実験室以外で実験する場合は机の上にメディシートを敷き(ざらざらした面が表面である)、このシート上で実験をする。

(3) 3mL シリンジ(電解槽)2本を立てたセルに1.0mol/L 水酸化ナトリウム水溶液(点眼ビン)を8分目程度(3.5mL程度)入れる。

- (4) 3mL シリンジに繋いだ 2 方活栓 (or 3 方活栓) にシリコンチューブ付き 5mL シリンジを順に繋ぎ、活栓を開け 5mL シリンジのピストンを引いて、電極 (3mL シリンジ) 内に水溶液をシリンジの目盛が 0 のところ (表示がない場合があるので注意せよ) まで吸い上げ (このときセル内の溶液が少なくなったら溶液を点眼ピンから少しセルに加えておく) た後、活栓を閉めて水溶液が流れ落ちないようにする。その後、2 方活栓 (or 3 方活栓) から 5mL シリンジを外し、もう一方の 3mL シリンジについても同様の操作をし、2 本のシリンジ内の液面の高さを揃える。
- (5) 2 本の待ち針と電池をリード線で繋ぎ電気分解を開始する。
- (6) 両シリンジにある程度気体が集まったら電気分解を止め、陽極と陰極で発生した気体の体積を読み取る。
- (7) 活栓を開き、シリンジ内の水溶液をセル内に捨て、セル内の水溶液は所定の廃液用容器に捨てる。
- (8) 活栓、2 種類のシリンジ (待ち針は突き刺したままの状態でもよい) 及びセル内を水道水で洗浄した後、少量の純水で濯いで、セル及びシリンジ内の水分をよく切っておく (キムワイプを使ってもよい)。
- (9) 以上の実験を 1.0mol/L 硫酸ナトリウム水溶液を電解液として実験する。別のセルに 1.0mol/L 硫酸ナトリウム水溶液を入れ、これに山田式万能指示薬を数滴垂らしておく。これをスポイトを使って電解槽に使うセルに入れていき、水酸化ナトリウムと同様の実験を行う。
電気分解で発生した気体の臭いを嗅いでみる。
- (10) 活栓、2 種類のシリンジ (待ち針は突き刺したままの状態でもよい) 及びセル内を水道水で洗浄した後、少量の純水で濯いだ後、所定の場所に返却する。
- (11) 廃液は所定の場所に回収する (流しに捨ててはいけない)。廃液用のビーカーは水道水で洗浄した後、所定の場所に返却する。
- (12) リード線 (先端のワニ口の金具の部分は少量の水で洗った後、必ずキムワイプで水分をよく拭き取っておくこと) ・電池も所定の場所に返却する。

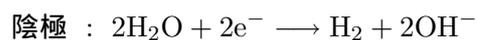
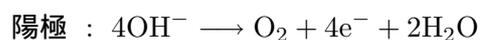
【結果】 NaOH 水溶液の電気分解 (2011.9 S 学院 高 1 夏期化学実験)

実験者 (代表者)	陽極の気体の体積 (mL)	陰極の気体の体積 (mL)
M 嶋	0.5	1.0
N 行	0.5	1.0
M 田	0.5	1.0
M 上	0.5	1.1
H 川	0.4	0.8
N 島	1.1	2.1
N 村	0.58	1.07
F 井	0.9	1.9
U 佐美	0.90	1.8
T 所	0.5	1.0

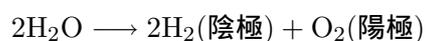


左側が陽極で右側が陰極である。

NaOH 水溶液 (塩基性) の電極反応は、



であり、全体の反応は

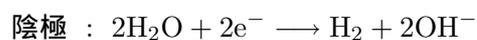
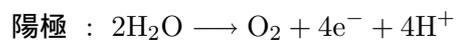


であるから、理屈の上では、体積比は 陰極 : 陽極 = 2 : 1 になる。そして、概ね、このことが各実験グループで確認できた。

Na₂SO₄ 水溶液の電気分解 (2011.9 S 学院 高 1 夏期化学実験)

実験者 (代表者)	陽極の気体の体積 (mL)	陰極の気体の体積 (mL)
M 嶋	0.5	1.5
N 行	0.5	1.3
M 田	0.2	0.4
M 上	0.1	0.3
H 川	0.2	0.3
N 島	0.2	0.5
N 村	0.40	1.09
F 井	0.45	1.0
U 佐美	0.4	1.2
T 所	0.4	1.2

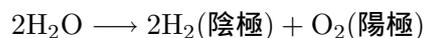
Na₂SO₄ 水溶液 (中性) の電極反応は、



である。

万能指示薬は酸性で赤(橙)色、中性で緑色、塩基性(アルカリ性)で紫色になる。電気分解の前は緑色(即ち、中性)であったが、電気分解により陽極側の水溶液が赤(橙)色になり、陰極側の水溶液が紫色に変色したので、上記の反応式の変化が起こったということが確認できる。

全体の反応は



であるから、理屈の上では、体積比は陰極：陽極 = 2：1 になる筈であるが、NaOH 水溶液の場合と違って(多くの実験班で)、陰極で発生する気体に比べて、陽極で発生する気体が、その $\frac{1}{2}$ 以下になったのは、陽極で、酸素が発生する変化以外の変化(これは生徒に考えさせる)が起こった為に、発生する酸素がその分少なくなったと考えられる。

【終わりに】 当初、1mL のプラスチックシリンジにより、電解装置を組み立てたが、この電解装置で電気分解したところ、シリンジの途中に気泡が溜まってしまい、両極で発生する気体の体積を正確に求めることが困難であったので、3mL のプラスチックシリンジを用いることにした。

電解装置に使ったシリンジ(針が突き刺さったもの)はそのまま保管しておき、再利用できるので便利である。