

7 アルミニウムを基とする水素発生合金

静岡聖光学院高等学校 化学部

2年 岩崎良太

1 はじめに

低融点合金に興味があり、低融点合金についての研究中、合成中の低融点合金にアルミニウムが混入したことがありました。アルミニウムが混入した低融点合金を冷却するために水に入れたところ合金から気泡が生じました。この不思議な特徴を持つ合金について詳しく調べようと思い研究を行いました。

2 合金について

合金には記述のある実験以外ではビスマス・スズ・鉛・アルミニウムの4種類の金属を使用する。また、実験1、2、5～10、12、13で使用する合金の混合比率は適当である。

3 実験内容

実験1 合金を水に入れ反応を観察し、反応後の水も調べる

実験方法：合金を水に入れて観察し、反応後の水に指示薬を入れる

実験1の結果

- a 合金から気泡が生じた。
- b 気泡と一緒に粉末状の物質が発生した。
- c フェノールフタレイン溶液を反応後の水に入れると、薄い緑色になった。
- d 反応後の水に白色ゲル状沈殿が現れた。
- e 反応後の水は弱アルカリ性を示した。

実験1の考察

- a 発生した気泡はなんだろうか→**実験2**
- b 発生した粉末状の物質はなんだろうか→**実験3**

実験2 合金を水に入れた時に生じた気泡を調べる

実験方法：発生した期待を試験管に集めて火のついたマッチを近づける

実験2の結果

マッチを近づけると破裂音がして、試験管内部に水滴が生じた。

実験2の考察

結果から、生じた気泡が水素であることが分かった。

実験3 実験1で発生した粉末状の物質を明らかにする

実験方法：粉末状の物質に水酸化ナトリウム水溶液を垂らす

実験3の結果

大部分は反応して気泡を生じたが、一部が反応せずに残った。

実験3の考察

- a 粉末状の物質はビスマス、スズ、鉛である可能性が高い。

- b ビスマスは水酸化ナトリウム水溶液に反応しないので残った一部の物質はビスマスであると考えられる。→実験4

実験4 実験3で反応せずに残った物質を明らかにする

実験方法：残った物質に硝酸を垂らす

実験4の結果

茶褐色の気体を発生した。

実験4の考察

茶褐色の気体は二酸化窒素だと考えられるので、残った物質はビスマスであると考えられる。

実験5 合金の性質を調べるⅠ

実験方法：合金にモーターと電源装置を接続して電気が流れるかを調べる

実験5の結果

モーターが回転した

実験5の考察

この合金には電気伝導性があることがわかった

実験6 合金の性質を調べるⅡ

実験方法：合金を水に入れ、デジタルテスターを接続する

実験6の結果

最大で1.7Vの電気が発生したが、安定して発生しない

実験6の考察

数値のばらつきが大きいので、正確な測定はできなかった。

実験7 合金の性質を調べるⅢ

実験方法：合金とナトリウムとアルミニウムをジエチルエーテル・石油・水・無水エタノール・水酸化ナトリウム・塩酸・過酸化水素にいて、反応の違いを見る

実験7の結果

加えた液体	合金	ナトリウム	アルミニウム
塩酸	とても激しく反応	未測定	反応あり
水酸化ナトリウム水溶液	激しく反応	未測定	反応あり
水	やや激しく反応	とても激しく反応	反応なし
無水エタノール	ごくわずかに 気泡を発生した	やや激しく反応	反応なし
ジエチルエーテル	エタノール以上に反応	わずかだが反応	反応なし
石油	わずかに反応	反応なし	反応なし
過酸化水素	やや激しく反応し 酸素を発生	未測定	反応あり

a 作成した合金は、反応性の高いナトリウムでも反応しない石油ともわずかに反応が見られた。

b アルミニウムでは反応しない無水エタノールやジエチルエーテルとも反応した。

実験7の考察

合金は、それぞれに含まれる不純物と反応している可能性もある。その場合、石油・ジエチルエーテルなどの液体から不純物を取り除ける可能性がある。

実験8 合金の性質を調べるIV

実験方法：合金の表面をやすりで削り、削ったものを観察する。

実験8の結果

削った後、数分間は金属光沢が見られたが次第に酸化していった。

実験8の考察

- a この合金は不導体に似たような性質を持つ可能性がある
- b とても酸化されやすい性質がある

実験9 合金の性質を調べるV

実験方法：合金を硬いもので叩き、その様子を観察する。

実験9の結果

目視で若干広がりがあったが、ぼろぼろになった。

実験9の考察

この合金は展性に欠ける



図1 エタノールと反応する合金
(実験7)

実験10 反応前の合金と反応後の合金との質量の違いを計測する

実験方法：重さをはかった後、合金を水と反応させて10分～1か月放置して重さをはかる。

実験10の結果

経過時間	重 量
反 応 前	3.50g
10 分後	3.50g
20 分後	3.50g
30 分後	3.50g
40 分後	3.50g
2 週間後	3.50g
1 か月後	3.50g

実験10の考察

質量は変わっていないが水と反応して水素を発生している点から、この合金は触媒として何らかの作用をしている可能性がある。しかし、白色ゲル状沈殿や粉末状の物質を生じさせている点をみると、触媒とは言い難い。

<実験1～10で明らかになったこと>

- a 合金を水などの液体に入れると水素を発生させる
- b この合金には電気伝導性がある
- c この合金は展性に欠ける
- d この合金はとても酸化されやすい
- e この合金は、水に入れると白色ゲル状沈殿を生じるが質量は反応の前後で変わらない

<実験1～10から生じた課題>

- a 最も水素を発生させる合金の混合比率 →実験11
- b アルミニウムは鉛・スズ・ビスマス以外の金属と合金を作っても同じ性質をもつのか →実験12

実験 11 最も水素を発生させる合金の混合比率を探る

実験方法：アルミニウム・鉛・スズ・ビスマスの混合比率が

1 : 1 : 1 : 1・2 : 1 : 1 : 1・1 : 2 : 1 : 1

1 : 1 : 2 : 1・1 : 1 : 1 : 2になるような合金を生成し、
それぞれに①②③④⑤の番号を割り振る

水に入れた時の水素の発生量（30 分間）を目視で比較する

※混合比率は質量の比率

実験 11 の結果

- ① 安定して多量（他と比較して）の水素を発生
- ② 最初の発生量が少ないうえに時間がたつにつれ発生量が減少していった
- ③ 最初の発生量は多量といえるが、時間がたつにつれて減少していった
- ④ とても少ない
- ⑤ 合金③と同様

発生量が多い順番に並べると ① ⑤ ③ ② ④ となった。

実験 12 アルミニウムー亜鉛 で合金を作る

実験方法：作製した合金を水の入った試験管の中に入れて、水との反応を観察する

実験 12 の結果

合金は水と反応して水素を発生した

実験 12 の考察

他にもアルミニウムと合金を作ると水と反応して水素を発生させる性質を持つ金属があるかもしれない。特に、これまでの実験で使用したスズ・ビスマス・鉛そして今回の亜鉛がある周期表で言う典型元素中の金属がそうだと思う。

実験 13 合金の性質を利用して燃料電池を作る

実験方法：自作の装置を使用して電気を発生させ、それをデジタルテスターで計測する

装置は過酸化水素・水がそれぞれ入った容器に合金をいれ、酸素と水素が水酸化ナトリウム溶液に浸したパラジウム合金に供給され、パラジウム合金を触媒として電気が発生する仕組みである。

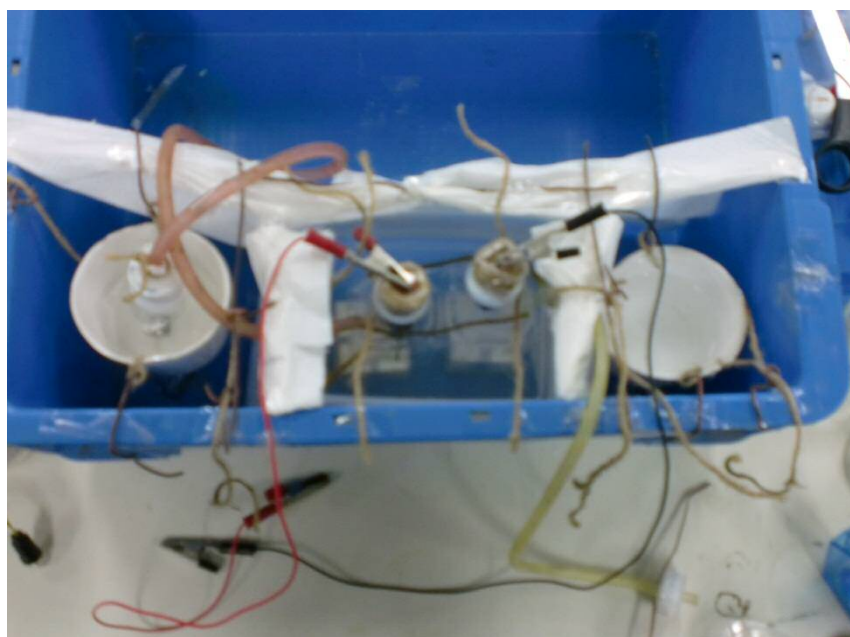


図 2 自作の燃料電池装置

実験 13 の結果

最大で 110mV を計測したが、言うまでも無く極めて低い値であった。電流に関しても同様に極めて低いものであった。

実験 13 の考察

発生した酸素に対して発生した水素の供給量が不十分であったために発電量が低くなったものと思われる。

4 まとめ

(1) 明らかになったこと

- ・アルミニウムは特定の金属の 1 種類または 2 種類以上と合金を作ると、水と反応して水素を発生させるという性質を持つ。また、過酸化水素中では酸素を発生させる。
- ・水以外にも有機溶媒（不純物の可能性も）と反応して気泡を生じる性質がある

(2) 合金はどう利用できるか

- ・先に述べたとおり、実験で使用した合金は常温の水と反応して水素を発生させ、過酸化水素中では酸素を発生させるため、酸素と水素を使用する燃料電池に利用できる。特に、この合金を使用した場合は酸素と水素の供給が合金 1 つで可能になる。
- ・この合金は様々な液体に含まれる不純物と反応するとみられる。この合金を使用すればこれらの液体から不純物（水素原子）を取り除ける可能性がある。仮に溶液中に合金から発生するイオンが含まれても、液体を蒸留すれば取り除けるので問題はないといえる。

5 今後の課題点

- ・燃料電池の実験において水素の発生量が不十分であったので、より多くの水素を安定して発生させる金属の種類・混合比率を調べる必要がある。
- ・亜鉛・鉛・スズ・ビスマスのように、アルミニウムと合金を作ると水と反応して水素を発生させる性質を持つ金属を詳細に調べる。