

補充問題 熟技 22 還元

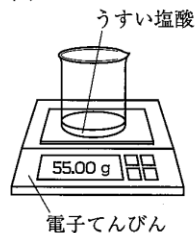
問題① 化学変化と反応する物質の質量を調べる実験について、次の各問に答えよ。

<実験 1>を行ったところ、<結果 1>のようになった。

<実験 1>

- 乾いたビーカーにうすい塩酸 10 cm^3 を入れ、図 1 のようにビーカーごと質量をはかり、反応前の質量とした。
- 細かく砕いた石灰石 0.20 g を、(1)のうすい塩酸の入っているビーカーに入れたところ、気体が発生した。気体の発生が止まった後、ビーカーごと質量をはかり、反応後の質量とした。
- <実験 1>の(2)で、ビーカーに入れる石灰石の質量を、 0.40 g 、 0.60 g 、 0.80 g 、 1.00 g 、 1.20 g に変え、それぞれについて<実験 1>の(1)、(2)と同様の実験を行った。

図 1



<結果 1>

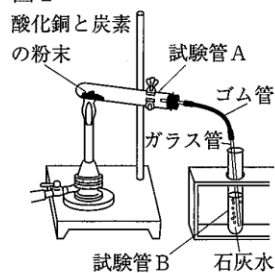
| | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 反応前の質量[g] | 55.00 | 55.00 | 55.00 | 55.00 | 55.00 | 55.00 |
| 石灰石の質量[g] | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 | 1.20 |
| 反応後の質量[g] | 55.12 | 55.24 | 55.36 | 55.56 | 55.76 | 55.96 |

次に、<実験 2>を行ったところ、<結果 2>のようになった。

<実験 2>

- 酸化銅 5.00 g と炭素の粉末 0.10 g をよく混ぜ合わせ、乾いた試験管 A に入れ、図 2 のように試験管 A の口を下げ、スタンドに取り付けた。
- ガラス管の先を石灰水の入った試験管 B に入れ、試験管 A をガスバーナーで加熱したところ、ガラス管の先から気体が出ていることと、石灰水の色が白く濁ったことが確認できた。
- ガラス管の先から気体が出なくなったことを確認した後、ガラス管を石灰水の中から取り出してから試験管 A の加熱をやめ、ゴム管をピンチコックで閉じて、試験管 A を室温まで冷ました。
- 試験管 A の中に入っているものを取り出したところ、一部が赤色に変化していることが確認できた。試験管 A の中に入っていたものの質量をはかり、反応後の質量とした。
- <実験 2>の(1)の酸化銅 5.00 g に混ぜ合わせる炭素の粉末の質量を、 0.20 g 、 0.30 g 、 0.40 g 、 0.50 g 、 0.60 g 、 0.70 g に変え、それぞれについて<実験 2>の(1)~(4)と同様の実験を行った。

図 2



<結果 2>

| | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 酸化銅の質量[g] | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| 炭素の粉末の質量[g] | 0.10 | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 |
| 反応後の質量[g] | 4.73 | 4.47 | 4.20 | 4.02 | 4.12 | 4.22 | 4.32 |

[問 1] <実験 1>の(1)で、うすい塩酸が手に付いた場合にすぐ行う処置と、<実験 2>の(3)で、ガラス管を石灰水の中から取り出してから試験管 A の加熱をやめた理由を組み合わせたものとして適切なのは、次の表の A~E のうちではどれか。

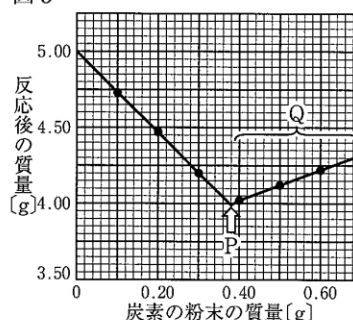
| | | |
|---|---------------------------------|--|
| | <実験1>の(1)で、うすい塩酸が手に付いた場合にすぐ行う処置 | <実験2>の(3)で、ガラス管を石灰水の中から取り出してから試験管Aの加熱をやめた理由 |
| ア | 多量の水で洗い流す。 | 試験管Aの内部で気体が発生することで、試験管Aの内部の圧力が高まり、割れることがないようにするため。 |
| イ | アルカリ性の液体で洗い流す。 | 試験管Bの石灰水が試験管Aに逆流し、試験管Aが割れることがないようにするため。 |
| ウ | 多量の水で洗い流す。 | 試験管Bの石灰水が試験管Aに逆流し、試験管Aが割れることがないようにするため。 |
| エ | アルカリ性の液体で洗い流す。 | 試験管Aの内部で気体が発生することで、試験管Aの内部の圧力が高まり、割れることがないようにするため。 |

〔問2〕 次の①, ②に答えよ。

① <実験1>の(2)でピーカーに入れる石灰石の質量を1.40 gに変え、<実験1>の(1), (2)と同様の実験を行ったとき、反応後の質量は何 g か。

② <結果2>から、炭素の粉末の質量と反応後の質量をグラフで表すと図3のようになった。図3のPにおける酸化銅と炭素の質量の関係と、図3のQの範囲における酸化銅と炭素の質量の関係について述べたものを組み合わせ合わせたものとして適切なのは、下の表のア～エのうちではどれか。ただし、<実験2>では、試験管に入れた炭素の粉末と酸化銅との反応以外は起こらないものとし、また、それぞれがじゅうぶんに反応したものとする。

図3



| | 図3のPにおける酸化銅と炭素の質量の関係 | 図3のQの範囲における酸化銅と炭素の質量の関係 |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| ア | 炭素がすべて反応し、反応していない酸化銅が残っている。 | 酸化銅がすべて反応し、反応していない炭素が残っている。 |
| イ | 酸化銅と炭素のすべてが反応し、どちらも残っていない。 | 炭素がすべて反応し、反応していない酸化銅が残っている。 |
| ウ | 炭素がすべて反応し、反応していない酸化銅が残っている。 | 酸化銅と炭素のすべてが反応し、どちらも残っていない。 |
| エ | 酸化銅と炭素のすべてが反応し、どちらも残っていない。 | 酸化銅がすべて反応し、反応していない炭素が残っている。 |

〔問3〕 <実験2>で起こった変化を、次のように示した。

「酸化銅 + 炭素 → (<実験2>の(4)で確認した赤色の物質) + (<実験2>の(2)で確認した気体)」

この変化において、炭素が<実験2>の(2)で確認した気体になる化学変化と同じ種類の化学変化を述べたものとして適切なのは、次のうちではどれか。

ア 「水素 + 酸素 → 水」において、水素が水になる化学変化

イ 「酸化銅 + 水素 → 銅 + 水」において、酸化銅が銅になる化学変化

ウ 「塩酸 + 水酸化ナトリウム → 塩化ナトリウム + 水」において、塩酸が塩化ナトリウムになる化学変化

エ 「炭酸水素ナトリウム → 炭酸ナトリウム + 二酸化炭素 + 水」において、炭酸水素ナトリウムが炭酸ナトリウムになる化学変化

問題 2 銅を加熱したときの質量の変化を調べる実験と、酸化銅と炭素の粉末を混ぜて加熱したときの反応を調べる実験を行いました。問1～問4に答えなさい。

実験 1

- (1) 電子てんびんでステンレス皿の質量をはかった。
- (2) 電子てんびんで銅の粉末 0.4 g をはかりとった。
- (3) 図1のように、はかりとった銅の粉末をすべてステンレス皿のせてうすく広げ、粉末の表面の色が変化するまで加熱した。
- (4) ステンレス皿が十分に冷えてから、電子てんびんで全体の質量をはかった。その後、加熱した粉末をよくかき混ぜ、再び加熱した。
- (5) (4)の操作を質量の変化がなくなるまで繰り返した。
- (6) その後、ステンレス皿の質量を引いて、加熱後の物質の質量を求めた。
- (7) 銅の粉末の質量を 0.8 g, 1.2 g, 1.6 g, 2.0 g と変えて、それぞれ(3)～(6)の手順で実験を行った。

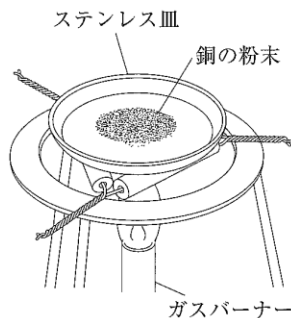


図 1

<結果>

- 1 銅を加熱すると、銅は黒色の物質に変化した。
- 2 実験の結果をもとに、加熱前の銅の質量と、加熱後の物質の質量の関係をグラフに表したところ、図2のようになった。

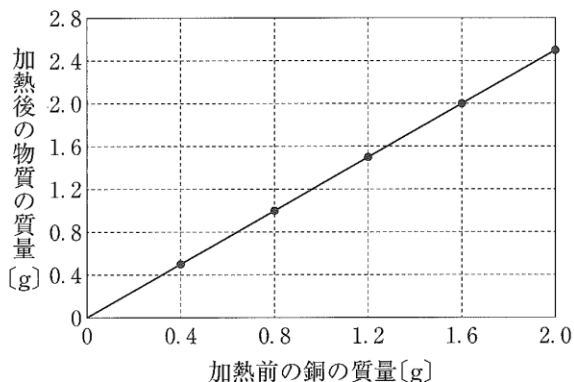


図 2

実験 2

- (1) 班ごとに電子てんびんで酸化銅の粉末 8.0 g をはかりとり、乳鉢に入れた。
- (2)十分に乾燥させた炭素の粉末を、班ごとに質量を決めて電子てんびんではかりとり、(1)の乳鉢に加え、よく混ぜ合わせた。それぞれの班で使用した炭素の粉末の質量は、次の表のとおりである。

| 表 | 1班 | 2班 | 3班 |
|-----------|-----|-----|-----|
| 炭素の質量 [g] | 0.3 | 0.6 | 0.9 |

- (3) (2)でよく混ぜ合わせた粉末を試験管Aにすべて入れ、図3のように加熱したところ、気体が発生した。
- (4) 気体の発生が止まった後、石灰水の入った試験管Bからガラス管を抜き、加熱するのをやめ、ピンチコックでゴム管を閉じた。
- (5) 試験管Aが十分に冷えてから、試験管Aの中に残った加熱後の固体の物質を葉包紙にすべて取り出し、電子てんびんでその物質の質量をはかった。

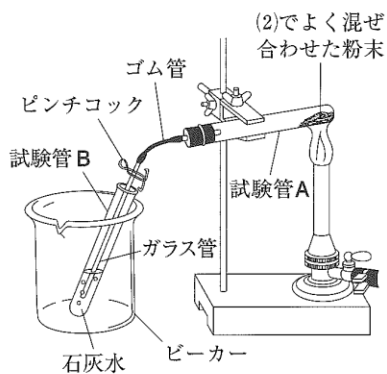


図 3

(6) (5)で薬包紙に取り出した物質を薬さじの裏で強くこすり、金属光沢がみられるかどうかを調べた。

<結果>

- 1 (3)では、すべての班の試験管Bの石灰水が白く濁った。
- 2 (5)で、2班の試験管Aから取り出した物質は赤茶色をしており、その物質の質量をはかったところ6.4gであった。
- 3 (6)では、すべての班で金属光沢がみられた。

調べてわかったこと

- 1 実験1でできた黒色の物質は酸化銅であった。
- 2 実験2で、2班の試験管A内では酸化銅と炭素の粉末がすべて反応し、気体のほかには赤茶色の物質のみができた。この赤茶色の物質は銅であった。

問1 図4は、ガスバーナーに点火したときの炎のようすを示したものです。このときの炎は空気の量が不足していたため、炎は赤色でした。この炎を、空気を入れて青色の安定した炎にするための操作として正しいものを、次のア～エの中から一つ選び、その記号を書きなさい。

- ア ねじbを①の方向にまわす。
イ ねじbを②の方向にまわす。
ウ ねじbを押さえて、ねじaを①の方向にまわす。
エ ねじbを押さえて、ねじaを②の方向にまわす。

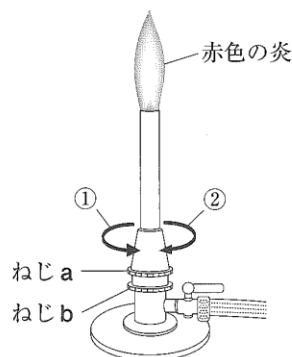


図4

問2 「みがくと金属光沢がみられる」という銅の性質は、金属に共通する性質でないものを、次のア～エの中から一つ選び、その記号を書きなさい。

- ア 電気をよく通す。 イ 磁石に引きつけられる。
ウ 熱をよく伝える。 エ たたくとうすく広がる。

問3 実験1について、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 実験1で、銅の粉末を2.8gにして同様の実験を行うと、加熱後の物質の質量の変化がなくなるのは、加熱後の物質の質量が何gになったときか求めなさい。
- (2) 実験1の結果から、銅原子1個の質量は酸素分子1個の質量の何倍か求めなさい。また、考え方も書きなさい。

問4 実験2について、次の(1)、(2)に答えなさい。ただし、試験管A内では酸化銅と炭素の粉末の反応以外はおこらないものとします。

- (1) 実験2の(3)でおこった化学変化を、化学反応式で表しなさい。
- (2) 実験2の(5)で、1班と3班のそれぞれの試験管Aから取り出した物質の質量は何gか求めなさい。

(埼玉県)

塾技 22 補充問題 解答・解説

解 ①

〔問 1〕 酸性やアルカリ性の液体が手についたら、すぐに多量の水で洗い流す。

一方、＜実験 2＞ (3) では、「塾技 19 ①」の熱分解の実験と同様、石灰水が逆流して試験管が割れないように、加熱をやめる前にガラス管を石灰水の中から取り出す必要がある。

答 ウ

〔問 2〕 ① 「塾技 11 ①」 (1) より、実験 1 では次の反応が起こり、二酸化炭素が発生する。



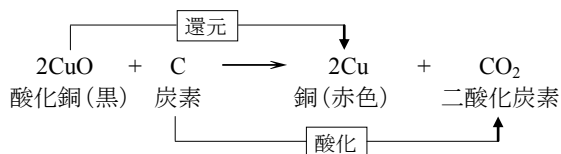
反応前の質量 + 石灰石の質量 - 反応後の質量 = 発生した二酸化炭素の質量 となるので、加えた石灰石の質量と発生した二酸化炭素の質量は、次の表のようになる。

| | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|
| 石灰石の質量 [g] | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.00 | 1.20 |
| 発生した二酸化炭素の質量 [g] | 0.08 | 0.16 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |

表より、うすい塩酸 10cm³ と過不足なく反応する石灰石の質量は 0.60g とわかり、それ以上石灰石を加えても、二酸化炭素の発生量は 0.24g のままであることがわかる。よって、求める質量は、55.00 + 1.40 - 0.24 = 56.16 [g]

答 56.16g

② 「塾技 22 ①」 より、実験 2 では次のように、炭素は酸化されて二酸化炭素になる。



「塾技 22 ①」 (2) のグラフより、P では酸化銅と炭素が過不足なく反応し、Q では未反応の炭素が残っていることがわかる。

答 エ

〔問 3〕 還元反応を選べばよい。

それぞれ、アは酸化、イは還元、ウは中和、エは分解である。

答 ア

解 2

問1 「塾技 8 **3**」の図より、ねじ b (ガス調節ねじ) を押さえながら、ねじ a (空気調節ねじ) を①の方向にまわして青色の炎にする。

なお、ねじの名称の覚え方は、「ガスは空気より重いので下」や「ガス (おなら) は下から出る」などと覚えるとよい。

答 ウ

問2 「塾技 9 **2**」より、磁石に引きつけられるのは金属に共通する性質ではない。

答 イ

問3

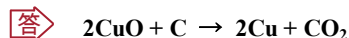
(1) 図2より、1.6gの銅がすべて酸化すると、2.0gの酸化銅ができることがわかる。よって、銅と酸化銅の質量比が、 $1.6 : 2.0 = 4 : 5$ となると、加熱後の物質の質量の変化がなくなる。求める質量を x g とすると、 $2.8 : x = 4 : 5$ より、 $x = 3.5$ [g]

答 3.5g

(2) **答** 実験1の化学反応式は、 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ で、2個の銅原子と1個の酸素分子が結びついて、1個の酸化銅の分子ができる。ここで図2より、1.6gの銅とちょうど過不足なく結びつく酸素の質量は、 $2.0 - 1.6 = 0.4$ [g] なので、銅原子2個と酸素分子1個の質量比は、 $1.6 : 0.4 = 4 : 1$ となる。よって、銅原子1個あたりの質量は、酸素分子1個の質量の2倍となることがわかる。

問4

(1) 「塾技 22 **1**」(1)を参照。



(2) 2班の結果から、酸化銅 8.0g と過不足なく反応する炭素の質量は 0.6g で、このとき、6.4g の銅が生じる。

1班は炭素の質量が2班の半分なので、反応で生じた $6.4 \div 2 = 3.2$ [g] の銅と、未反応の酸化銅 $8.0 \div 2 = 4.0$ [g] の合計 $3.2 + 4.0 = 7.2$ [g] が試験管 A に残る。

3班は、8.0g の酸化銅がすべて 6.4g の銅に還元され、さらに未反応の炭素が、 $0.9 - 0.6 = 0.3$ [g] 残るので、合計 $6.4 + 0.3 = 6.7$ [g] が試験管 A に残る。

答 1班 : 7.2g, 3班 : 6.7g