

補充問題 熟技 20 酸化①

問題 ① マグネシウムの粉末を用いた実験について、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>

- ステンレス皿にマグネシウムの粉末を 0.3 g 載せ、ステンレス皿ごと、電子てんびんで加熱前の全体の質量を測定した。
- 図 1 のように、マグネシウムの粉末を薬品さじで薄く広げた後、全体の色が変化するまでじゅうぶんに加熱した。
- ステンレス皿がじゅうぶんに冷めた後、再び、全体の質量を測定した。
- マグネシウムの粉末をかき混ぜた後、(2)と(3)の操作を繰り返し、質量が変化しなくなるまで加熱した後の全体の質量を測定した。
- マグネシウムの粉末の質量を、0.6 g, 0.9 g, 1.2 g, 1.5 g, 1.8 g に変え、それぞれについて<実験 1>の(1)~(4)と同様の実験を行った。

図 1



<結果 1>

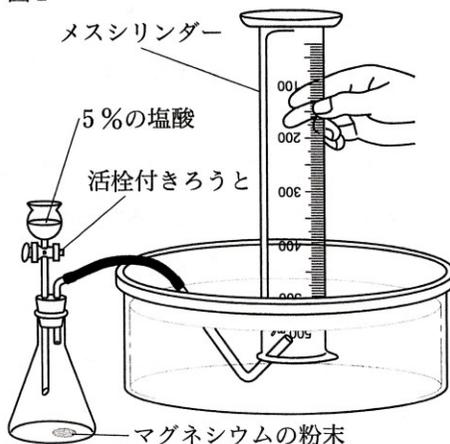
マグネシウムの粉末の質量 [g]	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8
加熱前の全体の質量 [g]	24.3	24.6	24.9	25.2	25.5	25.8
質量が変化しなくなるまで加熱した後の全体の質量 [g]	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0

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>

- 図 2 のような装置をつくり、三角フラスコにマグネシウムの粉末を 0.1 g 入れた。
- 活栓付きろうとに 5% の塩酸を 20 cm³ 入れ、マグネシウムの粉末に加えた。
- 発生した気体を水上置換法でメスシリンダーに集め、メスシリンダー内の水面を水槽の水面に近付けて体積を測定した。
- マグネシウムの粉末の質量を、0.2 g, 0.3 g, 0.4 g, 0.5 g, 0.6 g, 0.7 g に変え、それぞれについて<実験 2>の(1)~(3)と同様の実験を行った。

図 2



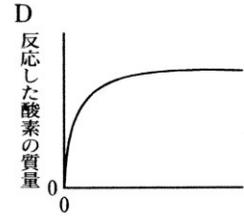
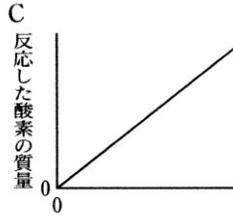
<結果 2>

マグネシウムの粉末の質量 [g]	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
発生した気体の体積 [cm ³]	100	200	300	330	330	330	330

[問1] <実験1>の(4)で加熱と冷却を繰り返したとき、全体の質量が変化しなくなる理由として適切なものを次のA, Bから一つ、<結果1>をもとにして、マグネシウムの粉末の質量と反応した酸素の質量の関係を表したグラフとして適切なものを次のC, Dから一つ、それぞれ選び、組み合わせたものとして適切なのは、下のア～エのうちではどれか。

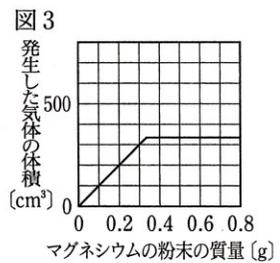
A マグネシウムがこれ以上酸化しない状態となったから。

B マグネシウムがこれ以上還元されない状態となったから。



ア A, C イ A, D ウ B, C エ : マグネシウムの粉末の質量 マグネシウムの粉末の質量

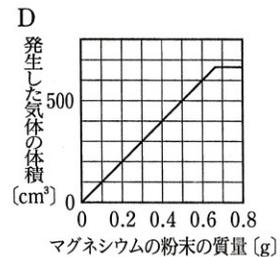
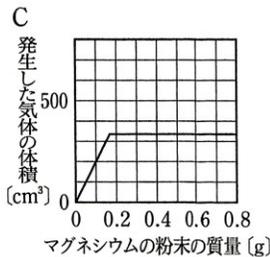
[問2] 図3は、<結果2>をもとにして、マグネシウムの粉末の質量と発生した気体の体積の関係を表したグラフである。<結果2>で三角フラスコに入れるマグネシウムの粉末の質量を0.4gより増やしても発生した気体の体積が変化しなくなる理由として適切なものを次のA, Bから一つ、塩酸の濃度を10%に変え、<実験2>の(1)～(4)と同様の実験を行ったときのマグネシウムの粉末の質量と発生した気体の体積の関係を表したグラフとして適切なものを次のC, Dから一つ、それぞれ選び、組み合わせたものとして適切なのは、下のア～エのうちではどれか。



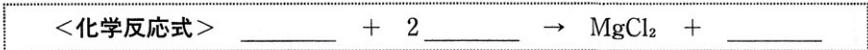
また、<実験2>の化学変化を下の点線で囲まれた<化学反応式>で表すとき、下線部にそれぞれ当てはまる化学式を一つずつ書け。

A マグネシウムと塩酸が全て反応し、どちらも残っていないから。

B マグネシウムと反応する塩酸が不足しているから。



ア A, C イ A, D ウ B, C エ B, D



[問3] マグネシウムの粉末1.8gを測りとり、<実験1>で用いたステンレス皿に載せ、<実験1>の(2)と同様に加熱を一度行い、全体の質量を測定したところ26.8gになった。加熱した後の物質を図2の装置の三角フラスコに入れ、5%の塩酸を気体が発生しなくなるまで加えた。このとき、発生する気体は何cm³になるか。<結果1>、<結果2>を踏まえて求めよ。なお、酸化マグネシウムと塩酸の反応において、気体は発生しない。

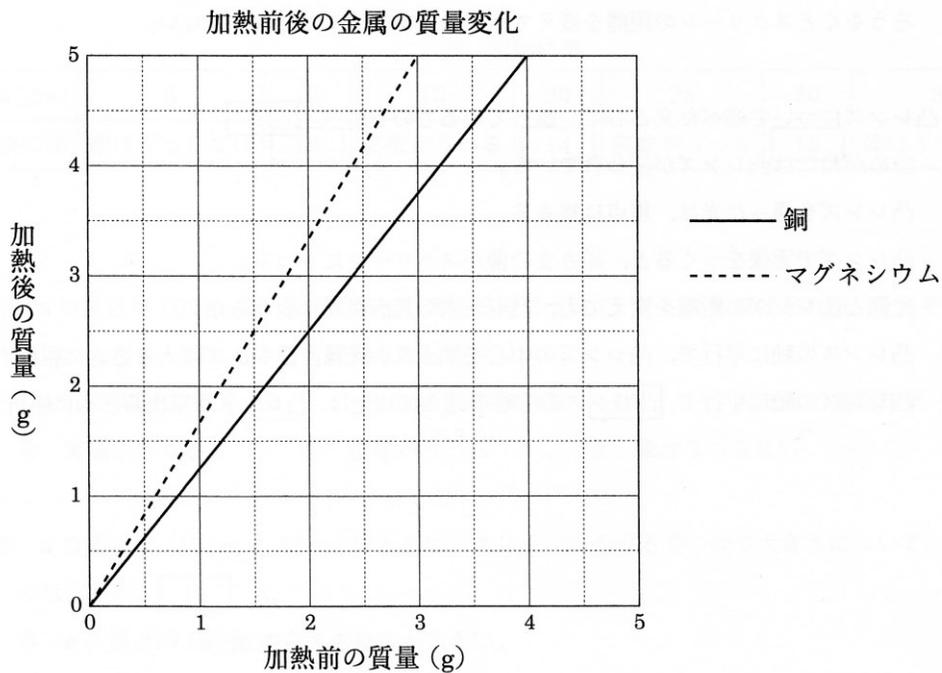
問題②

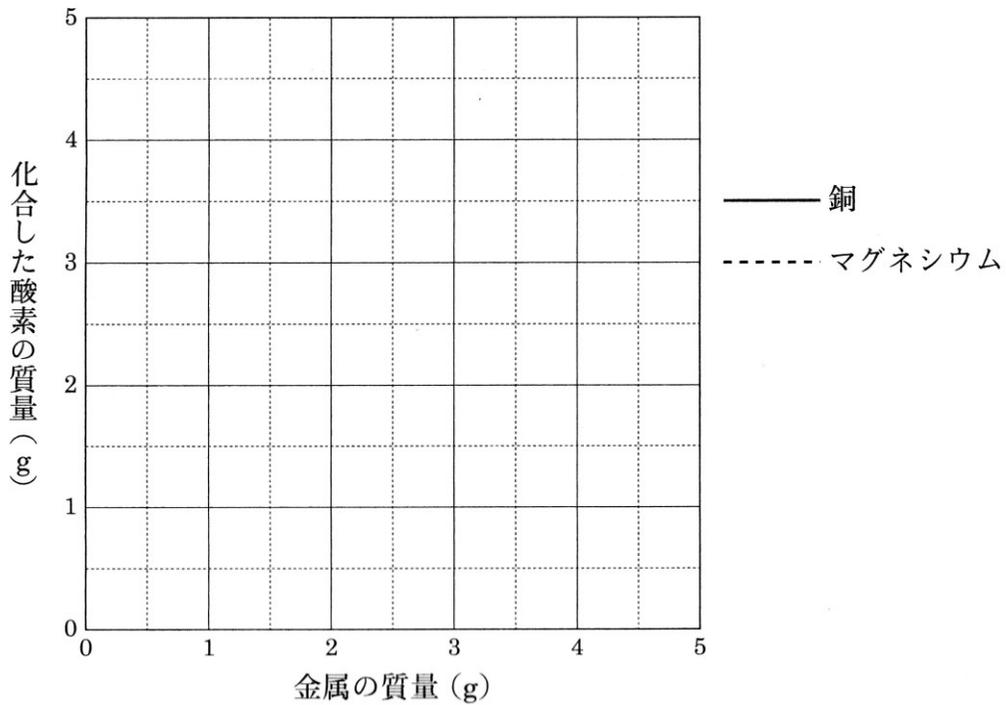
銅とマグネシウムを十分に加熱して、加熱前と加熱後の質量を調べる実験を行った。次の(1)~(4)の問いに答えなさい。

(1) この実験のやり方について、誤っているものはどれか。

- ① 実験に使用する金属は大きな固まりではなく、粉末を使う。
- ② 金属はステンレスの皿に広げるように入れ、強火で皿ごと加熱する。
- ③ マグネシウムは、アルミホイル等で飛び散らないようにおおいをする。
- ④ 加熱後の金属の質量は、薬包紙に移してからはかる。
- ⑤ 全体の質量が一定になるまで、加熱と質量の測定を繰り返す。

(2) 金属の質量を変えて加熱前後の質量を調べると、下のグラフのようになった。この結果をもとに、金属の質量と化合した酸素の質量の関係を、それぞれグラフにして表せ。





(3) 物質は、質量や大きさが決まっています、これ以上分けることができない「原子」という非常に小さな粒子からできている。化合物は、原子が一定の個数の割合で化合してできる。マグネシウムの酸化物は MgO で表される。このことと実験結果から、マグネシウム原子1個の質量は、酸素原子1個の質量の何倍か。

- 0.25 倍 0.5 倍 0.6 倍 1 倍 1.5 倍
 2 倍 2.5 倍 3 倍 4 倍 5 倍

(4) 誤って銅とマグネシウムを混ぜてしまった。この混合物 6.5 g を十分に加熱したら、10 g になった。混合物中にマグネシウムが何 g 含まれていたか。ただし、混合物を加熱してできる物質は、 MgO と CuO だけであるとする。

- 0.5 g 1.0 g 1.5 g 2.0 g 2.5 g
 3.0 g 3.5 g 4.0 g 4.5 g 5.0 g

(学芸大附高)

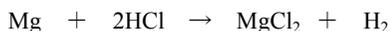
塾技 20 補充問題 解答・解説

解 ①

〔問 1〕 結果 1 より、マグネシウムの粉末 0.3g と反応した酸素の質量は、 $24.5 - 24.3 = 0.2$ [g] とわかる。同様に、マグネシウム 0.6g と反応した酸素は 0.4g、0.9g と反応した酸素は 0.6g となり、マグネシウム粉末の質量と反応した酸素の質量は比例している。よって、グラフは C とわかる。

答 ア

〔問 2〕 「塾技 12 ②」 (1) より、実験 2 では水素が発生し、化学反応式は次のようになることがわかる。



結果 2 より、0.1g のマグネシウムがすべて塩酸と反応すると 100cm^3 の水素が発生している。水素は最大 330cm^3 発生していることから、5% の塩酸 20cm^3 と過不足なく反応するマグネシウムの質量は 0.33g で、このとき、水素が 330cm^3 発生することがわかる。よって、マグネシウムを 0.4g より増やしても、マグネシウムと反応する塩酸が不足しているため水素は発生しない。

一方、塩酸の濃度を 2 倍の 10% に変えると、過不足なく反応するマグネシウムの質量も 2 倍の 0.66g となるので、グラフは D となる。

答 記号：エ 化学式：Mg, HCl, H₂

〔問 3〕 加熱後、マグネシウムと反応した酸素の質量は、 $26.8 - 25.8 = 1.0$ [g]。結果 1 より、過不足なく反応するマグネシウムと酸素の質量比は、 $0.3 : 0.2 = 3 : 2$ とわかるので、 1.0g の酸素と反応したマグネシウムの質量を $x\text{g}$ とすると、 $x : 1.0 = 3 : 2$ より、 $x = 1.5$ [g] とわかる。よって、未反応のマグネシウムの質量は、 $1.8 - 1.5 = 0.3$ [g] となるので、5% の塩酸を気体が発生しなくなるまで加えたときに発生する水素の質量は、 300cm^3 と求められる。

答 300cm^3

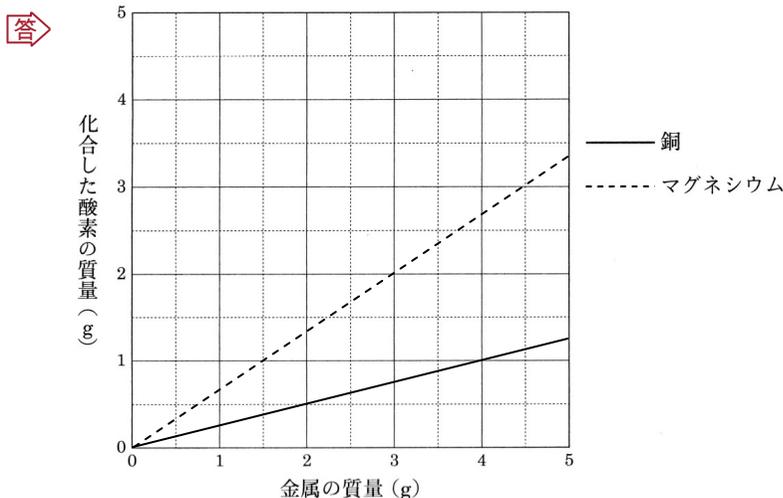
解 2

(1) ④：加熱前後の物質の質量を正確に測定するため、質量はステンレス皿ごとにはかる。

答 ④

(2) グラフより、銅では、加熱前の質量が 4g だったのが、加熱後 5g に変化していることより、
銅の質量：化合した酸素の質量 = 4 : (5-4) = 4 : 1 とわかる。

一方、マグネシウムでは、加熱前の質量が 3g だったのが、加熱後 5g に変化していることより、
マグネシウムの質量：化合した酸素の質量 = 3 : (5-3) = 3 : 2 とわかる。これらをもとにグラフをかくと、次のようになる。



(3) 「塾技 20 2」留意点②より、マグネシウム原子 1 個と酸素原子 1 個の質量比は 3 : 2 とわかるので、
マグネシウム原子 1 個の質量は、酸素原子 1 個の質量の、 $3 \div 2 = 1.5$ [倍] と求められる。

答 ⑤

(4) 「塾技 20 3」(2) より、混合物中の銅の質量を x g、マグネシウムの質量を y g とおくと、酸化銅の質量は $\frac{5}{4}x$ g、酸化マグネシウムの質量は $\frac{5}{3}y$ g とおける。これを利用して連立方程式をつくる。

$$\begin{cases} x + y = 6.5 \\ \frac{5}{4}x + \frac{5}{3}y = 10 \end{cases} \quad \text{これを解いて、} \quad x = 2.0 \text{ [g]}, \quad y = 4.5 \text{ [g]}$$

答 ⑨