

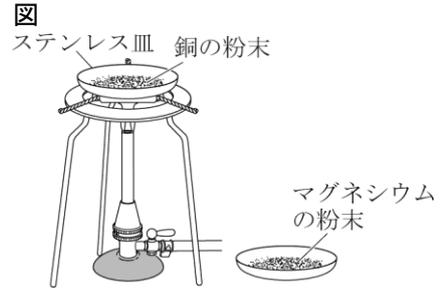
1 次の実験について、問1～問5に答えなさい。

実験

I 図のように、ステンレス皿に、銅の粉末とマグネシウムの粉末をそれぞれ 1.80 g はかりとり、うすく広げて別々に3分間加熱した。

II 十分に冷ました後に、質量をはかったところ、どちらも加熱する前よりも質量が増加していた。

III 再び3分間加熱し、十分に冷ました後に質量をはかった。この操作を数回繰り返したところ、どちらも質量が増加しなくなった。このとき、銅の粉末の加熱後の質量は 2.25 g、マグネシウムの粉末の加熱後の質量は 3.00 g であった。ただし、加熱後の質量は、加熱した金属の酸化物のみの質量であるものとする。



問1 マグネシウムは、空気中の酸素と化合し、酸化物を生じる。この酸化物の化学式を書きなさい。

問2 加熱によって生じた、銅の酸化物とマグネシウムの酸化物の色の組み合わせとして正しいものを、右のア～カの中から1つ選びなさい。

	銅の酸化物	マグネシウムの酸化物
ア	白色	白色
イ	白色	黒色
ウ	赤色	白色
エ	赤色	黒色
オ	黒色	白色
カ	黒色	黒色

問3 下線部について、質量が増加しなくなった理由を、「銅やマグネシウムが」という書き出しに続けて書きなさい。

問4 IIIについて、同じ質量の酸素と化合する、銅の粉末の質量とマグネシウムの粉末の質量の比はいくらか。最も適切なものを、次のア～カの中から1つ選びなさい。

ア 3 : 4 イ 3 : 8 ウ 4 : 3 エ 4 : 5 オ 5 : 3 カ 8 : 3

問5 銅の粉末とマグネシウムの粉末の混合物 3.00 g を、実験のように、質量が増加しなくなるまで加熱した。このとき、混合物の加熱後の質量が 4.10 g であった。加熱する前の混合物の中に含まれる銅の粉末の質量は何 g か。求めなさい。ただし、加熱後の質量は、加熱した金属の酸化物のみの質量であるものとする。

問題番号		解 答	配点	備 考
理-21-公-福島-大-05	問 1			
	問 2			
	1 問 3	銅やマグネシウムが		
	問 4			
	問 5		g	

理-20-公-栃木-問-05

2 マグネシウムの反応について調べるために、次の実験(1), (2)を行った。

(1) うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液をそれぞれ、表 1 に示した体積の組み合わせで、試験管 A, B, C, D に入れてよく混ぜ合わせた。それぞれの試験管に BTB 溶液を加え、色の変化を観察した。

表 1

	A	B	C	D
塩酸[cm ³]	6.0	8.0	10.0	12.0
水酸化ナトリウム水溶液[cm ³]	6.0	4.0	2.0	0.0
BTB溶液の色	緑	黄	黄	黄
発生した気体の体積[cm ³]	0	X	90	112
マグネシウムの溶け残り	あり	あり	あり	なし

さらに、マグネシウムを 0.12 g ずつ入れたときに発生する気体の体積を測定した。気体が発生しなくなった後、試験管 A, B, C では、マグネシウムが溶け残っていた。表 1 は、これらの結果をまとめたものである。

(2) 班ごとに質量の異なるマグネシウム粉末を用いて、次の実験①, ②, ③を順に行った。

- ① 図 1 のように、マグネシウムをステンレス皿全体にうすく広げ、一定時間加熱する。
- ② 皿が冷えた後、質量を測定し、粉末をかき混ぜる。
- ③ ①, ②の操作を質量が変化しなくなるまで繰り返す。

表 2 は、各班の加熱の回数とステンレス皿内にある物質の質量について、まとめたものである。ただし、5 班はマグネシウムの量が多く、実験が終わらなかった。

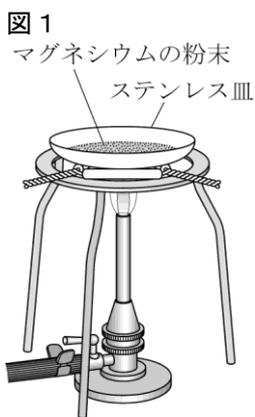


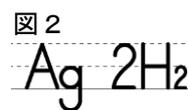
表2

	加熱前の質量[g]	測定した質量[g]				
		1回	2回	3回	4回	5回
1班	0.25	0.36	0.38	0.38		
2班	0.30	0.41	0.46	0.48	0.48	
3班	0.35	0.44	0.50	0.54	0.54	
4班	0.40	0.49	0.55	0.61	0.64	0.64
5班	0.45	0.52	0.55	0.58	0.59	0.61

このことについて、次の問1、問2、問3、問4に答えなさい。

問1 実験(1)において、試験管Bから発生した気体の体積Xは何 cm³か。

問2 実験(2)で起きた化学変化を、図2の書き方の例にならい、文字や数字の大きさを区別して、化学反応式で書きなさい。



問3 実験(2)における1班、2班、3班、4班の結果を用いて、マグネシウムの質量と化合する酸素の質量の関係を表すグラフをかきなさい。

問4 5回目の加熱後、5班の粉末に、実験(1)で用いた塩酸を加え、酸化されずに残ったマグネシウムをすべて塩酸と反応させたとする。このとき発生する気体は何 cm³と考えられるか。ただし、マグネシウムと酸素は3 : 2の質量の比で化合するものとする。また、酸化マグネシウムと塩酸が反応しても気体は発生しない。

問題番号	解 答	配点	備 考
理2016-05	問1	cm ³	
	問2	
	問3		
	問4	cm ³	

- 3 GさんとMさんは、金属（マグネシウムや銅）と酸素が化合するときの質量の関係を調べるために、次の実験を行った。後の問1，問2に答えなさい。

[実験1]

(A) マグネシウムの粉末をはかりとり、図Iのようにステンレス皿に広げて熱した。粉末の色の変化が見られなくなった後、冷ましてから加熱後の物質の質量を測定し、その後、物質をよく混ぜてから再び熱して、質量の変化が見られなくなるまでこの操作を繰り返した。

(B) マグネシウムの粉末の質量を変えて、(A)と同じ実験を行った。表Iは、マグネシウムの質量と、変化が見られなくなるまで熱した後の物質の質量を、それぞれまとめたものである。

図I



[実験2]

マグネシウムの粉末の代わりに銅の粉末を用いて、実験1と同じ実験を行った。表IIは、銅の質量と、変化が見られなくなるまで熱した後の物質の質量を、それぞれまとめたものである。また、図IIは、マグネシウムの粉末1.00gと銅の粉末1.00gをそれぞれ熱したときの、加熱回数と加熱後の物質の質量の関係を示したものである。

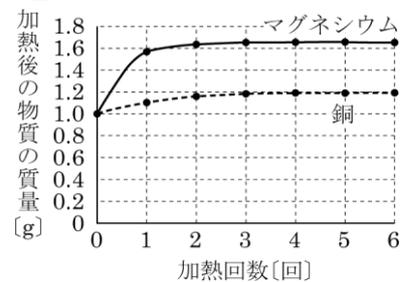
表I

マグネシウムの質量[g]	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
加熱後の物質の質量[g]	0.83	1.25	1.67	2.08	2.50

表II

銅の質量[g]	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
加熱後の物質の質量[g]	0.59	0.90	1.18	1.49	1.78

図II



問1 次の文は、実験結果について、Gさん、Mさん、先生が交わした会話の一部である。後の①～③の問いに答えなさい。

Gさん：表Ⅰと表Ⅱを見ると、加熱後の物質の質量は、酸素と化合する前と比べて大きくなっているね。でも、図Ⅱのグラフの変化を見ると、aから、マグネシウムや銅と化合する酸素の量には限界がありそうだね。

Mさん：そうだね。マグネシウムと銅が化合する酸素の質量にも違いがあるね。表Ⅰの結果から、マグネシウムの質量と化合する酸素の質量の比は、bくらいになるよ。

先生：マグネシウムの質量と化合する酸素の質量の比は、理論上でもbになります。

Gさん：表Ⅱの結果を見ると、銅の質量と化合する酸素の質量の比は、5：1くらいですか。

先生：そうですね。でも実は、銅の質量と化合する酸素の質量の比は、正しくは4：1なのです。実験結果が4：1にならなかった原因はいくつか考えられますが、その一つとして銅を保管している間に空気が影響したことが考えられます。

Gさん：それは、保管している間に銅の粉末がcということですね。

Mさん：私は4：1にならなかったのは、銅が内部まで完全に反応せずに残ってしまったからだと思います。

① 文中のa，cに当てはまる文を、それぞれ簡潔に書きなさい。また、bに当てはまるものを、次のア～エから選びなさい。

ア 3：5 イ 2：5 ウ 3：2 エ 2：1

② 銅の質量と化合する酸素の質量の比が4：1であるとすると、銅1.00 gを加熱し完全に反応させたとき、生じる化合物は何gであると考えられるか、書きなさい。

③ 下線部のとおり、銅が内部まで完全に反応せずに残ってしまったことのみが、銅の質量と化合する酸素の質量の比が4：1にならなかった原因であるとする。この場合、銅1.00 gを加熱したとき、反応せずに残っている銅の質量は、反応する前の銅全体の質量の何%を占めると考えられるか、書きなさい。

問2 次の①～③の問いに答えなさい。

① 次の図Ⅲは、この実験で起こった化学変化をモデルで表したものである。金属原子1個を●で、酸素原子1個を○で表すものとして、a，bに当てはまるモデルをかきなさい。



- ② 次の文は、実験の結果を踏まえて、マグネシウム原子と銅原子の質量について考察したものである。文中の a～d について { } 内のア、イから正しいものを、それぞれ選びなさい。

図Ⅱより、マグネシウムは、同じ質量の銅に比べて化合することのできる酸素の質量が a {ア 多い イ 少ない}。そのことから、同じ質量のマグネシウムと銅に化合することのできる酸素原子の数は、b {ア マグネシウム イ 銅} の方が多いことが分かる。また、図Ⅲより、金属原子 1 個は酸素原子 1 個と結びつくため、同じ質量のマグネシウムと銅に含まれる原子の数は、c {ア マグネシウム イ 銅} の方が多いことが分かる。よって、原子 1 個の質量は、d {ア マグネシウム イ 銅} の方が大きいと考えられる。

- ③ マグネシウム原子 1 個の質量は銅原子 1 個の質量のおよそ何倍であると考えられるか、問 1 の会話の内容を踏まえ、小数第 3 位を四捨五入して書きなさい。

問題番号		解 答				配点	備 考				
理 20 公 群 馬 1 年 04	3	問 1	①	a							
				b							
				c							
		②				g					
		③				%					
	問 2	①	a			b					
			②	a		b		c		d	
			③								倍

4 金属に関する、次の実験を行った。これらをもとに、以下の各問に答えなさい。

[実験Ⅰ] 図1のように、試験管Aにマグネシウムと塩酸を入れ、発生した気体を水上置換法で試験管Bに集めた後、続けて試験管Cに集めた。図2のように、ガスバーナーで加熱した後、表面が黒くなった銅線を①試験管Cに入れたところ反応し、②銅線は赤くなった。

図1

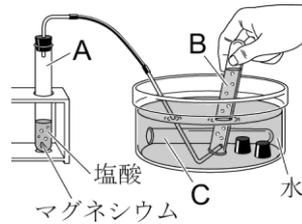
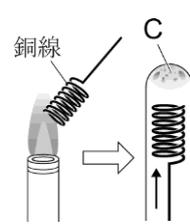


図2

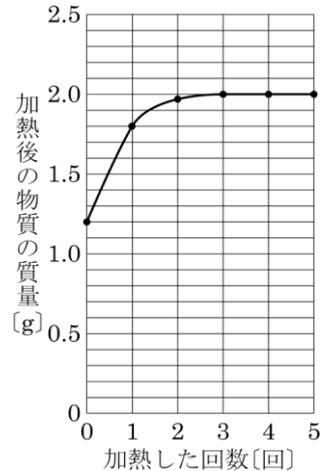


[実験Ⅱ] 図3のように、1.2gのけずり状のマグネシウムをステンレス皿に入れた。この後、ガスバーナーで3分間加熱し、冷ましてから、加熱後の物質の質量を調べる操作を、その質量が増加しなくなるまで繰り返した。図4は、加熱した回数と加熱後の物質の質量の関係をもとめたものである。

図3



図4

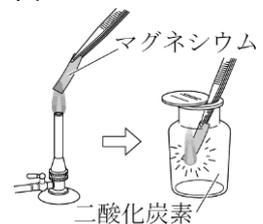


[実験Ⅲ] 図5のように、マグネシウムをガスバーナーで加熱し、すぐに二酸化炭素で満たされた容器の中に移したところ、激しい反応が起こった。反応後、容器の内部を観察すると白い粉末とともに、黒い粒子ができていた。また、銅線を用いてマグネシウムと同様の操作を行ったが、銅は二酸化炭素の中では全く反応しなかった。

問1 マグネシウムや銅のように、1種類の原子だけでできている物質はどれか、次のア～エから最も適切なものを1つ選び、その符号を書きなさい。

- | | |
|------|------------|
| ア 硝酸 | イ アンモニア |
| ウ 硫黄 | エ 水酸化ナトリウム |

図5



問2 実験Ⅰについて、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 下線部①について、この操作では、試験管Cに集めた気体を使う。試験管Bに集めた気体を使わないのはなぜか、理由を書きなさい。
- (2) 下線部②について、この化学変化と同時に、試験管Cに集めた気体にも化学変化が起こった。集めた気体の名称と、この気体の化学変化後の物質の名称を、それぞれ書きなさい。

問3 実験Ⅱについて、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) マグネシウムの1回目の加熱後に、まだ酸化されていないマグネシウムの質量は何gか、求めなさい。
- (2) マグネシウムが燃焼する変化を、化学反応式で表しなさい。

問4 実験Ⅲについて、次の文は、この実験について説明したものである。文中の（あ）～（う）にあてはまる物質の名称をそれぞれ書き、文を完成させなさい。

実験結果から、マグネシウム、銅、炭素について、酸素と結びつきやすい物質から順に並べると、（あ）、（い）、（う）になることが考えられる。

問題番号				解	答	配点	備考	
理21-公-石川大-03	4	問1						
		問2	(1)					
			(2)	気体				
				化学変化後の物質				
		問3	(1)				g	
			(2)			→		
		問4	あ					
			い					
			う					

理-20-公-三重-問-06

5 次の文は、マグネシウムをガスバーナーで加熱した実験を振り返ったときの、やすおさんと先生の会話文と、その後、やすおさんが疑問に思ったことを別の実験で確かめ、ノートにまとめたものである。これらを読んで、あとの各問いに答えなさい。

① 【やすおさんと先生の会話】

先生： マグネシウムをガスバーナーで加熱すると、どのような化学変化が起きましたか。
 やすお： 加熱した部分から燃焼ねんしょうが始まり、加熱をやめても燃焼し続けました。マグネシウムが
 あんなに激しく反応するとは予想していなかったので驚おどろきました。
 先生： そうでしたね。では、燃焼した後の物質のようすはどうでしたか。
 やすお： 燃焼後は、マグネシウムが白い物質になりました。マグネシウムが空気中の酸素と結
 びついたと考えると、白い物質は酸化マグネシウムだと思います。
 先生： そのとおりです。ほかに調べてみたいことはありますか。

やすお： マグネシウムが空気中の酸素と結びついたということから、燃焼前のマグネシウムと燃焼後の酸化マグネシウムの質量を比べると、結びついた酸素の分だけ質量が増加していると思います。マグネシウムが酸化マグネシウムに化学変化するときの、マグネシウムと酸素の質量の比について、実験で調べてみたいです。

また、マグネシウムは空気中で燃焼し続けましたが、二酸化炭素で満たした集気びんに、燃焼しているマグネシウムを入れるとどのようなようになるのか、実験で調べてみたいです。

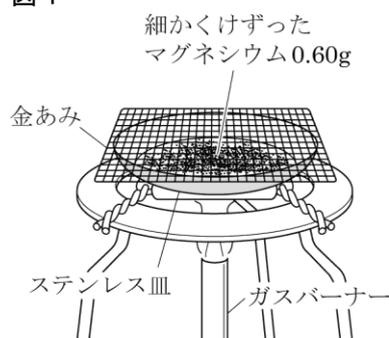
② やすおさんは、マグネシウムが酸化マグネシウムに化学変化するときの、マグネシウムと酸素の質量の比について調べる実験を行い、次のようにノートにまとめた。

【やすおさんのノートの一部】

〈課題〉 マグネシウムが酸化マグネシウムに化学変化するときの、マグネシウムと酸素の質量の比はどのようなになるのだろうか。

〈方法〉 図1のように、細かくけずったマグネシウム0.60gをステンレス皿全体にうすく広げ、加熱したときにマグネシウムが飛び散るのを防ぐために、ステンレス皿に金あみでふたをして、ガスバーナーで一定時間加熱した。加熱後、ステンレス皿全体をよく冷ましてから、加熱後の物質の質量を測定した。

図1



測定後、ステンレス皿の中の物質をよくかき混ぜてからふたたび加熱し、冷ましてから質量を測定する操作を、質量が増えることなく一定になるまでくり返した。加熱後の物質の質量は、加熱後の金あみをふくめた皿全体の質量から、金あみと皿の質量を引いて求めた。

〈結果〉 加熱回数ごとの加熱後の物質の質量は、次の表のようになった。

表

加熱回数	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目
加熱後の物質の質量(g)	0.86	0.88	0.94	0.98	1.00	1.00	1.00

- ③ やすおさんは、二酸化炭素で満たした集気びんの中に燃焼しているマグネシウムを入れるとどのようなようになるのか実験で調べ、次のようにノートにまとめた。

【やすおさんのノートの一部】

〈課題〉 二酸化炭素で満たした集気びんの中でもマグネシウムは燃焼し続けるのだろうか。

〈方法〉 空気中でマグネシウムをガスバーナーで加熱し、燃焼しているマグネシウムを、**図2**のように、二酸化炭素で満たした集気びんに入れた。

〈結果〉 二酸化炭素で満たした集気びんの中でも、マグネシウムは燃焼し続けた。燃焼後、集気びんの中には、酸化マグネシウムと同じような白い物質のほかに、黒い物質もできていた。

図2



問1 ①について、次の(a), (b)の各問いに答えなさい。

- (a) マグネシウムを空気中で加熱したときに起きた化学変化を、化学反応式で表すとどうなるか、書きなさい。ただし、できた酸化マグネシウムは、マグネシウムと酸素の原子が1 : 1の割合で結びついたものとする。
- (b) 次の文は、燃焼について説明したものである。文中の (A)、(B) に入る最も適当な言葉は何か、それぞれ漢字で書きなさい。

燃焼とは、(A) や (B) を出して、激しく酸化する化学変化のことである。

問2 ②について、次の(a), (b)の各問いに答えなさい。

- (a) マグネシウムと酸素が結びついて酸化マグネシウムができるとき、マグネシウムと酸素の質量の比はどうか、最も簡単な整数の比で表しなさい。
- (b) マグネシウムの加熱回数が1回目のとき、加熱後の物質にふくまれる酸化マグネシウムは何gか、求めなさい。

問3 ③について、次の(a), (b)の各問いに答えなさい。

- (a) 二酸化炭素で満たした集気びんの中で、マグネシウムが燃焼したときにできる黒い物質は何か、その名称を漢字で書きなさい。
- (b) 二酸化炭素で満たした集気びんの中で、マグネシウムが燃焼したときに、二酸化炭素に起きる化学変化を何というか、書きなさい。

問題番号		解 答				配点	備 考		
理-20-公-三重-キ-06	5	問 1	(a)						
			(b)	A		B			
		問 2	(a)	マグネシウム : 酸素 = :					
			(b)						g
		問 3	(a)						
			(b)						

理-21-公-和歌山-問-04

6 化学変化について調べるために、実験Ⅰ，実験Ⅱを行った。下の問1～問6に答えなさい。

実験Ⅰ 「鉄と硫黄の混合物を加熱したときの変化」

- (i) 鉄粉 7.0 g と硫黄の粉末 4.0 g をそれぞれ用意し、乳鉢と乳棒を使ってそれらをよく混ぜ合わせた混合物をつくった後、2本の試験管A，Bに半分ずつ入れた(図1)。
- (ii) 試験管Aの口を脱脂綿でふたをして、混合物の上部をガスバーナーで加熱し(図2)，混合物の上部が赤く変わり始めたなら加熱をやめ、その後の混合物のようすを観察した。
- (iii) 試験管Bは加熱せず、試験管Aがよく冷えた後、試験管A，Bにそれぞれ磁石を近づけ、そのようすを観察した(図3)。
- (iv) 試験管Aの反応後の物質を少量とり出して、試験管Cに入れ、試験管Bの混合物を少量とり出して、試験管Dに入れた。
- (v) 試験管C，Dにそれぞれうすい塩酸を2，3滴加え(図4)，発生した気体のにおいをそれぞれ調べた。

図1 混合物を試験管に入れるようす

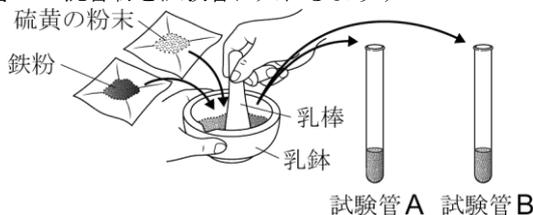


図2 試験管Aを加熱するようす



図3 試験管に磁石を近づけるようす
試験管A 試験管B

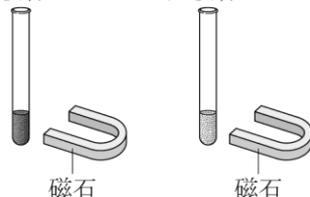
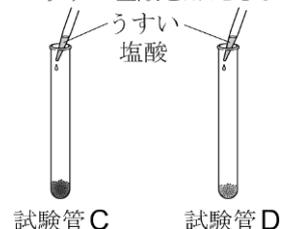


図4 うすい塩酸を加えるようす



実験Ⅱ 「銅を加熱したときの質量の変化」

- (i) ステンレス皿の質量をはかった後、銅の粉末 0.60 g をはかりとり、ステンレス皿にうすく広げるように入れた。
- (ii) (i) のステンレス皿をガスバーナーで加熱し (図 5)、そのようすを観察した。室温に戻してからステンレス皿全体の質量をはかった。その後、粉末をよくかき混ぜた。
- (iii) (ii) の操作を数回くり返して、ステンレス皿全体の質量が増加しなくなったとき、その質量を記録し、できた物質の質量を求めた。
- (iv) (i) の銅の粉末の質量を、1.20 g、1.80 g、2.40 g、3.00 g に変えて、それぞれ (i) ~ (iii) の操作を行った。
- (v) 実験の結果を表にまとめた (表 1)。

図 5 銅の粉末を加熱するようす

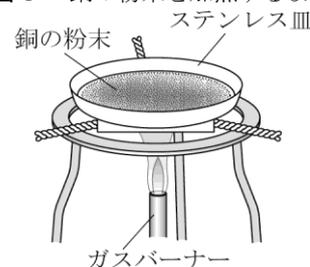


表 1 実験の結果

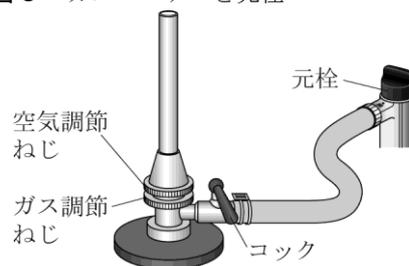
銅の粉末の質量[g]	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00
できた物質の質量[g]	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75

ただし、ステンレス皿の質量は加熱する前後で変わらないものとする。

問 1 これらの実験で、図 6 のようなガスバーナーを使った。次のア～オは、ガスバーナーに火をつけ、炎を調節するときの操作の手順を表している。正しい順に並べて、その記号を書きなさい。

- ア ガス調節ねじを回して、炎の大きさを調節する。
- イ 元栓とコックを開ける。
- ウ ガスマッチ (マッチ) に火をつけ、ガス調節ねじをゆるめてガスに点火する。
- エ ガス調節ねじを動かさないようにして、空気調節ねじを回し、空気の量を調節して青色の炎にする。
- オ ガス調節ねじ、空気調節ねじが軽くしまっていることを確認する。

図 6 ガスバーナーと元栓



問 2 実験 I (ii) で、加熱をやめた後も反応が続いた。その理由を簡潔に書きなさい。

問 3 次の文は、実験 I で起こった反応についてまとめたものの一部である。下の(1)、(2)に答えなさい。

実験 I (iii) で、磁石を近づけたとき、試験管の中の物質がより磁石にひきつけられたのは、① {ア 試験管 A イ 試験管 B} であった。

実験 I (v) で、無臭の気体が発生したのは、② {ア 試験管 C イ 試験管 D} で、もう一方からは、特有のにおいのある気体が発生した。特有のにおいは、卵の腐ったようなにおいであったことから、この気体は、③ {ア 硫化水素 イ 塩素} であることがわかった。

これらのことから、加熱によってできた物質は、もとの鉄や硫黄と性質の違う物質であることがわかった。

(1) 文中の①～③について、それぞれア、イのうち適切なものを 1 つ選んで、その記号を書きなさい。

(2) 文中の下線部のように、2種類以上の物質が結びついて、もとの物質とは性質の違う別の1種類の物質ができる化学変化を何というか、書きなさい。

問4 実験Ⅱ(ii)について、銅の粉末を加熱したときに見られる変化を説明した文として、最も適切なものを、次のア～エの中から1つ選んで、その記号を書きなさい。

- ア 熱や光を出して反応し、金属光沢がない白色の物質に変化する。
- イ 熱や光を出して反応し、金属光沢がない黒色の物質に変化する。
- ウ 熱や光を出さずに反応し、金属光沢がない白色の物質に変化する。
- エ 熱や光を出さずに反応し、金属光沢がない黒色の物質に変化する。

問5 実験Ⅱについて、銅を加熱することで起こった化学変化を、化学反応式で書きなさい。

問6 銅の粉末 5.2 gをはかりとって、実験Ⅱ(i)～(iii)の操作を行った場合、反応後にできる物質は何gになるか、書きなさい。

問題番号		解				答				配点	備考	
理二一公一和歌山一K1-04	6	問1	→ → → →									
		問2										
		問3	(1)	①		②		③				
			(2)									
		問4										
		問5										
		問6					g					

- 7 次の〈実験〉に関して、問1～問3に答えよ。ただし、〈実験〉においてステンレス皿と金あみは加熱の前後で他の金属や空気と反応したり、質量が変化したりしないものとする。また、ステンレス皿上の物質は加熱時に金あみから外へ出ることにはないものとする。

〈実験〉

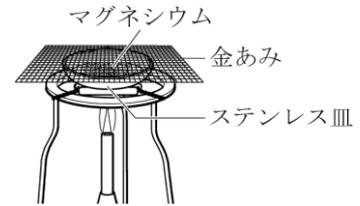
操作① ステンレス皿と金あみの質量を測定する。また、マグネシウム 0.3 g をはかりとってステンレス皿にのせる。

操作② ステンレス皿の上に金あみをのせ、右の図のように2分間加熱する。

操作③ ステンレス皿が冷めてから、金あみをのせたままステンレス皿の質量をはかり、ステンレス皿上の物質の質量を求める。

操作④ ステンレス皿上の物質をよくかき混ぜて再び2分間加熱し、冷めた後にステンレス皿上の物質の質量を求める。これを質量が変化しなくなるまでくり返し、変化がなくなったときの質量を記録する。

操作⑤ ステンレス皿にのせるマグネシウムの質量を変えて、操作②～④を行う。



【結果】

加熱前のステンレス皿上のマグネシウムの質量[g]	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5
加熱をくり返して質量の変化がなくなったときのステンレス皿上の物質の質量[g]	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5

- 問1 〈実験〉においてマグネシウムと化合した物質は、原子が結びついてできた分子からできている。次の(ア)～(オ)のうち、分子であるものをすべて選べ。

(ア) H_2O (イ) Cu (ウ) NaCl (エ) N_2 (オ) NH_3

- 問2 【結果】から考えて、加熱をくり返して質量の変化がなくなったときの物質が 7.0 g 得られるとき、マグネシウムと化合する物質は何 g になるか求めよ。

- 問3 マグネシウム 2.1 g と銅の混合物を用意し、ステンレス皿にのせて操作②～④と同様の操作を行った。このとき、加熱をくり返して質量の変化がなくなったときの混合物が 5.5 g 得られたとすると、最初に用意した混合物中の銅は何 g か求めよ。ただし、銅だけを加熱すると、加熱前の銅と加熱をくり返して質量の変化がなくなったときの物質との質量比は 4 : 5 になるものとする。また、金属どうしが反応することにはないものとする。

問題番号		解 答					配点	備 考
理 20-公- 京-都- KY-05	問 1	ア	イ	ウ	エ	オ		
	7	問 2				g		
	問 3					g		

理-20-公-福岡-問-03

- 8 銅と酸素が化合するときの質量の変化を調べるために、銅粉の質量を変え、A～Cの3つの班に分かれて実験を行った。下の□内は、その実験の手順と結果である。

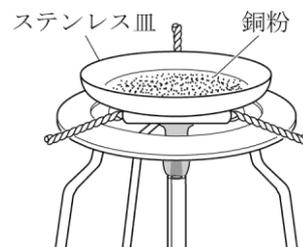
【手順】

- ① ステンレス皿の質量をはかる。
- ② ステンレス皿に銅粉をはかりとる。
- ③ 図1のように、銅粉を皿にうすく広げて、ガスバーナーで加熱する。
- ④ 冷ました後、皿をふくめた全体の質量をはかる。
- ⑤ 金属製の葉さじで、皿の中の物質を、こぼさないようによくかき混ぜる。
- ⑥ ③～⑤の操作を、くり返す。

【結果】

		A班	B班	C班
銅粉の質量[g]		1.20	1.60	2.00
ステンレス皿の質量[g]		17.53	17.51	17.55
皿をふくめた 全体の質量[g]	1回目	18.88	19.35	19.82
	2回目	18.99	19.46	19.97
	3回目	19.03	19.51	20.03
	4回目	19.03	19.51	20.05
	5回目	19.03	19.51	20.05

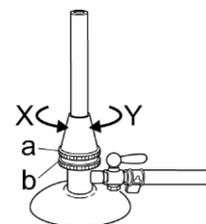
図 1



- 問 1 下の□内は、手順③でガスバーナーを操作するとき、点火して生じた赤色（オレンジ色）の炎を、ガスの量を変えずに青色の炎にするための操作について説明したものである。文中の（ア）に、a, bのうち適切な記号を入れよ。また、（イ）に、X, Yのうち適切な記号を入れよ。

図2に示すガスバーナーのねじ（ア）だけを、（イ）の方向に回して調節する。

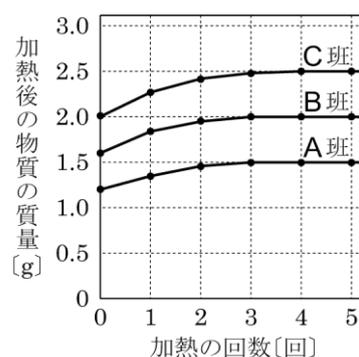
図 2



問2 図3は、結果をもとに、加熱の回数と加熱後の物質の質量の関係をグラフに表したものである。また、下の□内は、この実験について考察した内容の一部である。

図3のグラフから、加熱後の物質の質量は、[]ので、一定量の銅と化合する酸素の質量には、限界があることがわかった。また、この実験から、銅の質量と化合する酸素の質量との間には、一定の関係があることもわかった。

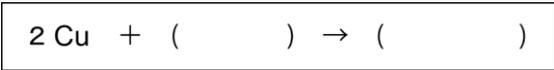
図3



- (1) 文中の [] にあてはまる内容を、「加熱の回数」という語句を用いて、簡潔に書け。
- (2) 下線部のことから、C班の2回目の加熱後の皿には、酸素と化合していない銅は、何gあったか。

問3 銅と酸素が化合する化学変化を、化学反応式で表すとどうなるか。解答欄の図4を完成させよ。

図4



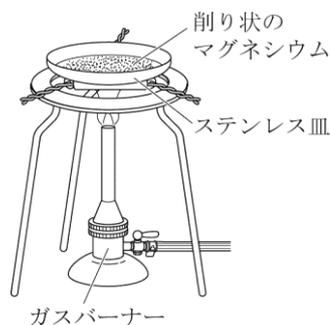
問題番号		解		答	配点	備考	
理20-公-福岡-キ-03	8	問1	ア		イ		
		問2	(1)				
			(2)			g	
		問3	図4		$2 \text{Cu} + (\quad) \rightarrow (\quad)$		

理-19-公-長崎-問-03

9 次の実験1、実験2について、あとの問いに答えなさい。

【実験1】1.44gの削り状のマグネシウムを、ステンレス皿全体に広げ、図1のような装置で加熱を行った。ステンレス皿の温度が十分に下がったあと物質の質量をはかった。その後再び加熱をし、ステンレス皿の温度が十分に下がったあとの物質の質量をはかる操作を繰り返して、その変化を調べたところ、表の結果が得られた。

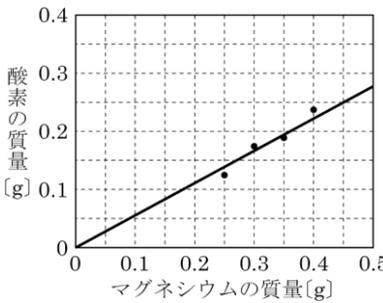
図1



表

加熱した回数	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
物質の質量 [g]	1.92	2.16	2.34	2.40	2.40

問題番号		解 答		配点	備 考
理 21 公 福 島 大 05	1	問 1	MgO	1	問3 同様の趣旨であればよい。
		問 2	オ	1	
		問 3	銅やマグネシウムが すべて酸素と反応したから。	1	
		問 4	カ	1	
		問 5	2.16 g	2	

問題番号		解 答		配点	備 考
理 20 公 栃 木 大 05	2	問 1	45 cm ³	3	
		問 2	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$	3	
		問 3		3	
		問 4	196 cm ³	3	

問題番号		解 答		配点	備 考
理 20 公 群 馬 大 04	3	問 1	a (例) 加熱回数が多くなると、加熱後の物質の質量が一定となっている	21	
			① b ウ		
			c (例) 空気中の酸素によって、一部酸化されていた		
		②	1.25 g		
		③	28 %		
		問 2	① a ○○ b ●○ ●○		
			② a ア b ア c ア d イ		
③	0.38 倍				

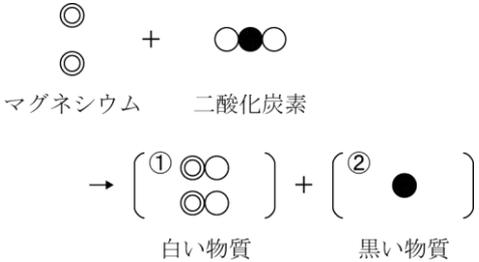
問題番号		解 答		配点	備 考		
理-21-公-石川-ホ-03	4	問 1	ウ		2		
		問 2	(1)	試験管Bに集めた気体には、試験管Aの中にあつた空気が多く混ざっているから。			3
			(2)	気体	水素		3
		化学変化後の物質		水			3
		問 3	(1)	0.3 g			3
			(2)	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$			3
		問 4	あ	マグネシウム			4
			い	炭素			
			う	銅			

問題番号		解 答		配点	備 考			
理-20-公-三重-ホ-06	5	問 1	(a)	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$		2	問 1 (b) すべて正答の場合のみ、1点。順不同、ひらがな等での解答は不可。 問 3 (a) ひらがな等での解答は不可。 (b) ひらがな等での解答も可。	
			(b)	A	熱	B		光
		問 2	(a)	マグネシウム : 酸素 = 3 : 2		1		
			(b)	0.65 g		2		
		問 3	(a)	炭素		1		
			(b)	還元		1		

問題番号		解 答						配点	備 考		
理-21-公-和歌山-大-04	6	問1	オ → イ → ウ → ア → エ						2	問1 すべてできて正答とする。 問2 正解と同じ要旨であれば正答とする。 問3 すべてできて正答とする。	
		問2	反応が進むための熱が発生したため。						3		
		問3	(1)	①	イ	②	イ	③	ア		3
			(2)	化合							2
		問4	エ						2		
		問5	$2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$						4		
		問6	6.5 g						4		

問題番号		解 答						配点	備 考	
理-20-公-京都-大-05	7	問1	ア エ オ						1	問1 完全解答
		問2	2.8 g						2	
		問3	1.6 g						2	

問題番号		解 答						配点	備 考		
理-20-公-福岡-大-03	8	問1	ア	a	イ	X		2	問1 両解		
		問2	(1)	(例) 加熱の回数が増えるとともに増加し、やがて変化しなくなった。						2	
			(2)	0.32 g						2	
		問3	図4	$2\text{Cu} + (\text{O}_2) \rightarrow (2\text{CuO})$						2	

問題番号		解 答	配点	備 考	
理一〇公一長崎大一〇三	9	問 1	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$	3	
		問 2	4 回目	2	
		問 3	マグネシウム:酸素 = 3 : 2	2	
		問 4	燃焼に必要な酸素が足りないから。	3	
		問 5	 <p style="text-align: center;"> ① ② </p>	3	

- 1 問4 IIIより、銅の粉末 1.80 g が酸素と結びついて 2.25 g になったので、結びついた酸素の質量は、 $2.25 - 1.80 = 0.45$ g である。同様に、マグネシウムの粉末 1.80 g が酸素と結びついて 3.00 g になったので、結びついた酸素の質量は、 $3.00 - 1.80 = 1.20$ g である。銅と結びついた酸素の質量をマグネシウムの場合の 1.20 g とそろえて考えると、1.20 g の酸素と結びつく銅の質量は、 $1.80 \times \frac{1.20}{0.45} = 4.80$ g になる。したがって、同じ質量の酸素と結びつく、銅の粉末とマグネシウムの粉末の質量の比は、 $4.80 : 1.80 = 8 : 3$ である。

問5 銅の粉末とマグネシウムの粉末の混合物 3.00 g の中に含まれる、求める銅の粉末の質量を x g とすると、マグネシウムの粉末の質量は、 $(3.00 - x)$ g である。実験では銅の粉末 1.80 g が酸素と結びついて 2.25 g に、マグネシウムの粉末 1.80 g が酸素と結びついて 3.00 g になっているので、これらの質量の比より、混合物を酸素と化合して加熱した後の質量について、

$$x \times \frac{2.25}{1.80} + (3.00 - x) \times \frac{3.00}{1.80} = 4.10 \text{ g の関係が成り立つ。これを解いて、} x = 2.16 \text{ g である。}$$

- 2 問1 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせると、中和の反応が起こり、塩化ナトリウムと水ができる。この反応で塩酸の量が多く、反応しなかった塩酸があれば、マグネシウムを入れたとき、マグネシウムと塩酸が反応して塩化マグネシウムと水素を生成する。したがって、発生する気体は水素である。中和の反応で残った未反応の塩酸が少量（または、ない）場合、塩酸はマグネシウムとすべて反応するが、マグネシウムの方は反応しなかったぶんが溶け残り、試験管 A, B, C がこれにあたる。一方、未反応の塩酸が多い場合、塩酸はマグネシウムとすべては反応しない。このとき、マグネシウムの方が量が少なくなることになり、マグネシウムはすべて反応して溶け残りはなくなる。実験では、試験管 D がこれにあたる。表 1 より、試験管 A は、BTB 溶液の色が緑色で、発生した気体の体積が 0 であることから、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液は過不足なく反応して水溶液が中性になり、未反応の塩酸がないので、水素が発生しなかったことを表している。よって、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液は、 6.0 cm^3 ずつのように、同じ体積で混合すると、過不足なく反応することがわかる。試験管 B では、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液は、 4.0 cm^3 ずつが反応するので、塩酸が $8.0 - 4.0 = 4.0$ [cm^3] 多い。試験管 C では、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液は、 2.0 cm^3 ずつが反応するので、塩酸が $10.0 - 2.0 = 8.0$ [cm^3] 多く、その量は試験管 B の 2 倍である。したがって、これらの塩酸がマグネシウムとすべて反応して発生する気体の体積は、試験管 C では、試験管 B の 2 倍になる。試験管 C では、 90 cm^3 の気体が発生しているので、試験管 B から発生した気体の体積 X は、その半分に相当する 45 cm^3 である。

問3 測定した質量が変化しなくなるのは、マグネシウムがすべて酸素と反応したためであり、このときの質量ともとのマグネシウムの質量との差が、化合する酸素の質量である。表 2 より、1 班から 4 班まで、マグネシウムはすべて酸素と反応している。各班の加熱前のマグネシウムの質量 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 [g] に化合した酸素の質量は、それぞれ、 $0.38 - 0.25 = 0.13$, $0.48 - 0.30 = 0.18$, $0.54 - 0.35 = 0.19$, $0.64 - 0.40 = 0.24$ [g] であるから、これらの値を座標としてとり、座標の点の並びに最も近くなるように、原点を通る直線を引く。

問4 マグネシウムと酸素は 3 : 2 の質量の比で化合するので、表 2 より、5 班が用いた 0.45 g のマグネシウムと化合する酸素は 0.30 g である。したがって、このマグネシウムがすべて酸素と反応したとき、全体の質量は $0.45 + 0.30 = 0.75$ [g] になる。5 班が 5 回目に測定した質量は 0.61 g なので、酸素はまだ、 $0.75 - 0.61 = 0.14$ [g] ぶんが化合していない。したがって、このとき、未反応のマグネシウムが 0.21 g ($0.21 : 0.14 = 3 : 2$) 残っている。次に、このマグネシウムに実験(1)で用いた塩酸を加えることを考えるが、実験(1)でマグネシウムを 0.12 g 用いたとき、すべて塩酸と反応しているものは、試験管 D の実験結果であり、このとき発生する気体の体積は、表 1 より 112 cm^3 である。よって、残ったマグネシウム 0.21 g がすべて塩酸と反応して発生する気体の体積は、 $112 \times \frac{0.21}{0.12} = 196$ [cm^3] となる。

- 3** 問1 ① b…表Ⅰより、マグネシウム 1.50 g は加熱後 2.50 g になっているので、化合した酸素の質量は、 $2.50 - 1.50 = 1.00$ [g] である。このときのマグネシウム：酸素の質量の比は、 $1.50 : 1.00 = 3 : 2$ となる。表Ⅰのどの結果も、およそこの比となる。
- ② $4 : 1 = 1.00 : 0.25$ より、銅 1.00 g から生じる化合物は、 $1.00 + 0.25 = 1.25$ [g] であると考えられる。
- ③ 表Ⅱより、銅 1.00 g は、加熱後 1.18 g になっているので、化合した酸素の質量は 0.18 g である。銅と酸素が 4 : 1 の質量の比で反応するならば、酸素 0.18 g と化合する銅の質量は、 $0.18 \times 4 = 0.72$ g となるので、銅 1.00 g のうち、0.28 g が反応せずに残っていることになる。これは、反応する前の銅 1.00 g の質量の 28% である。
- 問2 ② a・b…同じ質量の金属と結合する酸素の質量を比べると、問1の結果より、マグネシウムと酸素は 3 : 2 の質量の比となる。同様に考えると、銅と酸素は 5 : 1 の質量の比となる。これらの比のマグネシウムと銅の値をそろえると、マグネシウム：酸素 = 15 : 10、銅：酸素 = 15 : 5 となることから、同じ質量で比べると、マグネシウムの方が銅よりも化合することのできる酸素の質量は多い。このため、同じ質量で化合する酸素原子の数も、マグネシウムの方が銅よりも多い。
- c…図Ⅲは、金属原子 1 個と酸素原子 1 個が結合することを示している。したがって、同じ質量であれば、結合する酸素原子の数の多い方が、金属原子の数も多い。これまでに求めた質量の比より、同じ質量における原子の数は、マグネシウムの方が銅よりも多くなるのがわかる。
- d…同じ質量であれば、原子の数が多物質の方が、原子 1 個あたりの質量は小さい。c より、マグネシウムは銅よりも、同じ質量における原子の数が多。
- ③ 問1の会話における先生の発言に、「銅の質量と化合する酸素の質量の比は、正しくは 4 : 1 なのです」とある。また、②より、マグネシウムと酸素は 3 : 2 の質量の比で化合することから、同じ質量の酸素と化合する金属の質量を比べることで、同じ個数の酸素原子と化合する金属原子の質量を比べることができる。これらの質量の比で酸素の値をそろえると、
- 銅：酸素 = 8 : 2、マグネシウム：酸素 = 3 : 2 となるから、原子 1 個の質量は、 $\frac{3}{8} = 0.375$ より、マグネシウムは銅のおよそ 0.38 倍となる。

- 4** 問2 (2) 実験Ⅰにおいて、マグネシウムと塩酸が反応すると、 $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$ のように気体の水素が発生する。また、銅線をガスバーナーで加熱すると、 $2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$ のように銅が酸化され、黒色の酸化銅ができる。酸化銅となった銅線を、熱いまま、水素の入った試験管 C に入れると、酸化銅が水素によって還元されて赤色の銅にもどる。このとき、水素は酸化されて水になる。
- $$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$
- 問3 (1) 実験Ⅱにおいて、図4より、3回以上加熱すると加熱後の物質の質量が変化しなくなる。これは、マグネシウムがすべて酸化されて酸化マグネシウムになったためと考えられる。したがって、2回目の加熱までは、まだ酸化されていないマグネシウムが残っているので、1回目の加熱後に測定される質量は、マグネシウムと酸化マグネシウムの混合物のものとなる。
- 図4の3回以上加熱したときのグラフから、1.2 g のけずり状のマグネシウムがすべて酸化されると 2.0 g になるので、 $2.0 - 1.2 = 0.8$ g が、マグネシウムと結びつく酸素の質量である。よって、反応するマグネシウムと酸素の質量の比は、 $1.2 : 0.8 = 3 : 2$ となる。
- 1回目の加熱後の質量は 1.8 g であるから、すべて酸化マグネシウムになるまで(3回目以降まで)加熱したときの質量 2.0 g と比べると、あと $2.0 - 1.8 = 0.2$ g 分の酸素が、マグネシウムと結びつくことができる。この質量の酸素と結びつく、まだ酸化されていないマグネシウムの質量を x g とすると、反応するマグネシウムと酸素の質量の比から、 $3 : 2 = x : 0.2$ これを解いて、 $x = 0.3$ g となる。
- 問4 実験Ⅲにおいて、加熱したマグネシウムを二酸化炭素中に入れたとき、反応後に生じた白い粉末は、酸化マグネシウムであり、黒い粒子は炭素である。これは、加熱したマグネシウムと二酸化炭素の間

で、 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$ のように、マグネシウムが酸化され、二酸化炭素が還元された結果である。このことから、マグネシウムの方が炭素よりも酸素と結びつきやすいと考えられる。一方、銅は二酸化炭素の中では全く反応しないので、炭素の方が銅よりも酸素と結びつきやすいと考えられる。これらのことから、酸素と結びつきやすい物質から順に並べると、マグネシウム、炭素、銅となる。

理-20-公-三重-KS-06

- 5** 問2 (a) 表より、加熱して5回目以降は質量が変化しなくなったので、0.60 gのマグネシウムが全て反応して、1.00 gの酸化マグネシウムが生成したと考えられる。このときマグネシウムと結合した酸素は、増加した分の $1.00 - 0.60 = 0.40$ [g]であるから、質量の比は、 $0.60 : 0.40 = 3 : 2$ である。
- (b) 1回目に増加した質量は、0.26 gであり、これは0.60 gのマグネシウムの一部と結合した酸素の質量である。また、(a)より、酸素と結合したマグネシウムの質量は、酸素の質量の $\frac{3}{2}$ 倍であることがわかる。したがって、結合したマグネシウムは $0.26 \times \frac{3}{2} = 0.39$ gとなり、酸化マグネシウムの質量は、これらの合計である $0.39 + 0.26 = 0.65$ [g]となる。
- 問3 マグネシウムは酸化されやすく、二酸化炭素に結合していた酸素を奪って反応し、酸化マグネシウムが生成する。このとき、二酸化炭素は還元されて、単体の炭素ができる。

理-21-公-和歌山-KS-04

- 6** 問3 (1) ①…実験I(i)の試験管AとBの中の物質は、鉄粉と硫黄の粉末の混合物である。実験I(iii)では、試験管Bの中の物質は鉄粉と硫黄の粉末の混合物のままであり、鉄粉が磁石にひきつけられるが、実験I(ii)では、加熱した試験管Aの中には鉄と硫黄が結びついた硫化鉄が生じ、鉄の量が減っている。硫化鉄は磁石にひきつけられないので、鉄の量が減った分、試験管Aは磁石にひきつけられにくくなる。②…実験I(iv)では、試験管AとBの中の物質を、それぞれ試験管CとDに入れているので、試験管Cの中の物質には硫化鉄が、試験管Dの中の物質には鉄が、それぞれ含まれている。実験I(v)で試験管CとDにどちらもうすい塩酸を加えているので、試験管Cでは、硫化鉄と反応して、卵の腐ったようなにおいのする気体である硫化水素が発生する。一方、試験管Dでは、鉄と反応して、無臭の気体である水素が発生する。
- 問6 表1の各列で、銅の粉末の質量が0.60 gから3.00 gまで、0.60 gの1～5倍であるとき、できた物質(酸化銅)の質量も、0.75 gから3.75 gまで、0.75 gの1～5倍になるので、銅の粉末の質量とできた物質の質量の間には、比例関係があることがわかる。したがって、銅の粉末の質量とできた物質の質量の比は、つねに $0.60 : 0.75$ となる。銅の粉末5.2 gを用いた場合に反応後にできる物質の質量をx gとすると、 $5.2 : x = 0.60 : 0.75$ これを解いて、 $x = 6.5$ gである。

理-20-公-京都-KS-05

- 7** 問1 (ウ)の塩化ナトリウムは、分子をつくらない化合物である。
- 問2 マグネシウムを加熱すると、空気中の酸素と化合して酸化マグネシウムができる。【結果】より、マグネシウムと化合する酸素の質量の比は、 $0.3 : (0.5 - 0.3) = 3 : 2$ なので、加熱して酸化マグネシウムが7.0 gできるとき、化合した酸素の質量は、 $7.0 \times \frac{2}{3+2} = 2.8$ [g]となる。
- 問3 【結果】より、マグネシウム2.1 gを加熱してできる酸化マグネシウムの質量は、 $2.1 \times \frac{2}{3+2} = 3.5$ [g]なので、加熱後の混合物中に含まれる銅を加熱してできる酸化銅の質量は、 $5.5 - 3.5 = 2.0$ [g]である。また、銅と酸化銅の質量比は4 : 5なので、加熱前の混合物中の銅の質量は、 $2.0 \times \frac{4}{5} = 1.6$ [g]となる。

- 8** 問1 上にある **a** が空気調節ねじ、下にある **b** がガス調節ねじである。炎が赤色（オレンジ色）のときは空気が不足しているので、空気調節ねじを開く。
- 問2 (1) 加熱によって銅と酸素が化合すると酸化銅となり、加熱前の銅よりも、酸素の分の質量が増加する。十分に加熱し、銅がすべて酸化銅になると、質量が変化しなくなる。
- (2) 図3より、加熱前の銅が 2.00 g の **C** 班では、銅が完全に化合してすべて酸化銅になったとき、質量は 2.50 g になっている。このことから、銅と酸素は $2.00:0.50=4:1$ の質量比で化合するとわかる。また、**C** 班の2回目の加熱を行ったとき、皿をふくめた全体の質量は 19.97 g だった。銅粉の質量が 2.00 g、ステンレス皿の質量は 17.55 g なので、 $19.97-17.55-2.00=0.42$ [g] の酸素が銅と化合したとわかる。したがって、2回目の時点では、 $0.50-0.42=0.08$ [g] の酸素が化合できるだけの銅が残っている。この銅の質量を x とすると、 $x:0.08=4:1$ より、 $x=0.32$ [g] と求められる。
- 問3 2個の銅原子 (2Cu) と、1個の酸素分子 (O_2) から、銅原子と酸素原子が $1:1$ の比で結びついた酸化銅 (2CuO) ができる。

- 9** 問1 マグネシウム (Mg) が酸化すると、酸素 (O_2) と結びついて酸化マグネシウム (MgO) ができる。このとき、マグネシウム原子1個に対し酸素原子1個が結びつく。
- 問2 マグネシウムが完全に酸化すると、それ以上加熱しても酸素と結びつかなくなるため、加熱後も物質の質量が増えなくなる。
- 問3 1.44 g のマグネシウムが完全に酸化して、2.40 g の酸化マグネシウムができています。このときマグネシウムと結びついた酸素の質量は 2.40 [g] -1.44 [g] $=0.96$ [g] なので、求める質量の比は、マグネシウム : 酸素 $=1.44 : 0.96 = 3 : 2$ となる。
- 問4 火のついたろうそくが燃え続けるためにはじゅうぶんな量の酸素が必要である。ふたをしたびんの中ではすぐに酸素が足りなくなるため、火が消える。
- 問5 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$ という反応が起きる。Mgは○, CO_2 は○●○で表されているので、MgOは○●, Cは●となる。