

【過去問 1】

次の問いに答えなさい。

(北海道 2023 年度)

問 1 次の文の ② に当てはまる語句を書きなさい。

(2) 原子は ② と電子からできており, ② は陽子と中性子からできている。

問 1	(2)	②	
-----	-----	---	--

問 1	(2)	②	原子核
-----	-----	---	-----

【過去問 2】

次の問いに答えなさい。

(北海道 2023 年度)

酸化と還元について調べるため、次の**実験 1**、**2**を行った。

実験 1 [1] 図 1 の装置を用いて、銅の粉末 0.80 g を葉さじでステンレス皿に広げて、ガスバーナーで 3 分間加熱し、加熱後の物質が冷めてからその質量を調べた。次に、銅の粉末の質量を、1.20 g、1.60 g にかえ、それぞれ同じように加熱後の物質の質量を調べた。**表 1** は、このときの結果をまとめたものである。

[2] 図 1 の銅の粉末をマグネシウムの粉末 0.60 g、0.90 g、1.20 g にそれぞれかえて、ガスバーナーで完全に酸化するまで加熱し、加熱後の物質が冷めてからそれぞれの質量を調べた。**表 2** は、このときの結果をまとめたものである。

図 1 銅の粉末 ステンレス皿

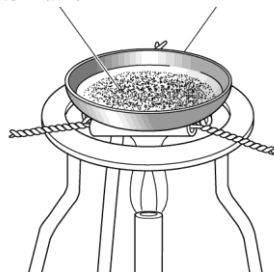


表 1

加熱前の銅の粉末の質量[g]	0.80	1.20	1.60
加熱後の物質の質量[g]	0.89	1.34	1.80

表 2

加熱前のマグネシウムの粉末の質量[g]	0.60	0.90	1.20
加熱後の物質の質量[g]	1.00	1.50	2.00

実験 2 [1] 図 2 のように、赤茶色の酸化鉄の粉末と炭素の粉末の混合物が入った試験管を加熱したところ、気体が発生して石灰水が白くにごった。その後、試験管が冷めてから磁石を近づけると、混合物の一部が引きつけられた。次に、酸化鉄を酸化マグネシウムにかえて、同じように加熱したところ、反応は見られなかった。

[2] 図 3 のように、二酸化炭素で満たしてふたをした集気びん A、B を用意し、A の中には火のついたマグネシウムを、B の中には火のついたスチールウールをそれぞれ入れた。A に入れたマグネシウムは激しく燃えて白くなり、A の内側には黒い粒がついたが、B に入れたスチールウールの火はすぐに消え、B の内側に黒い粒は見られなかった。

図2
赤茶色の酸化鉄の粉末と
炭素の粉末の混合物

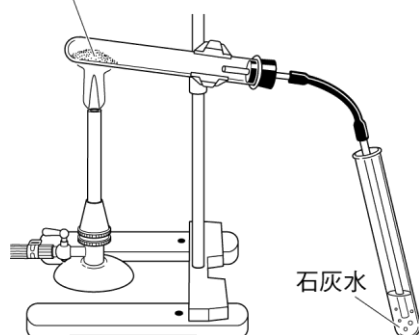
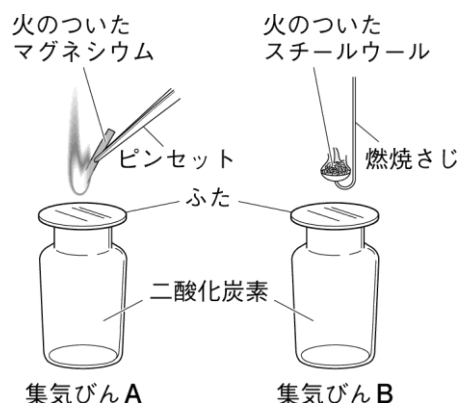


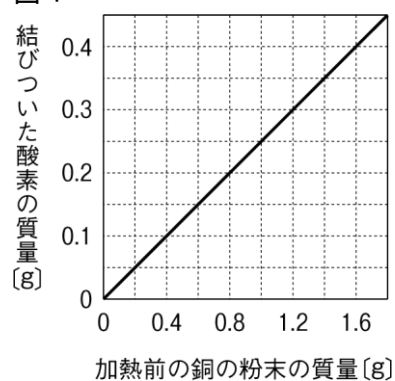
図3



問1 図4は銅の粉末を加熱して完全に黒く酸化したときの、加熱前の銅の粉末の質量とその銅の粉末に結びついた酸素の質量の関係を示している。実験1について、次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 図4と比較すると、表1の加熱後の物質の一部は酸化していないことがわかる。銅の粉末が酸化する割合を増やすためには、どのような操作を行えばよいか、書きなさい。ただし、使用する器具や試薬は変えないものとする。

図4



- (2) 表1の銅の粉末 1.60 g の何%が酸化したと考えられるか、書きなさい。
- (3) 表2と図4から、一定の質量の酸素と結びつく、マグネシウムの質量と銅の質量の比を最も簡単な整数で書きなさい。また、その比がマグネシウム原子の質量と銅原子の質量の比としても成り立つ理由を、それぞれの酸化物の化学式を用いて書きなさい。

問2 図5は、実験2について、ある中学生がまとめたものである。次の(1)、(2)に答えなさい。

図5

【仮説】 ある単体が酸化物から酸素をうばえば、① といえるのではない。

【[1]の結果】

- ・ 酸化鉄と炭素の混合物を加熱
石灰水が白くにごった。
→ 二酸化炭素が発生した。
- ・ 磁石に引きよせられた。
→ 酸化鉄が鉄になった。
- ・ 酸化マグネシウムと炭素の混合物を加熱
反応しなかった。

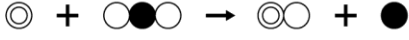
【[1]の結果からわかったこと】

炭素は、酸化鉄から酸素をうばったが、酸化マグネシウムから酸素をうばうことはなかった。

【[2]の結果】

- ・ 火のついたマグネシウムと二酸化炭素の反応
激しく燃えて白くなり、黒い粒ができた。

《化学反応のモデル》



→ 白い物質は酸化マグネシウム、
黒い粒は炭素と考えられる。

- ・ 火のついたスチールウールと二酸化炭素の反応
火が消えた。

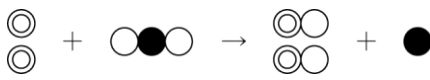
【[2]の結果からわかったこと】

マグネシウムは二酸化炭素から酸素をうばったが、鉄は二酸化炭素から酸素をうばうことはなかった。

【考察】 [1]、[2]の結果から、酸素と最も結びつきやすいのは ② であり、酸素と最も結びつきにくいのは ③ である。元素によって酸素との結びつきやすさに違いがあることから、ある単体が酸化物から酸素をうばえば、① といえる。

- (1) 図5の《化学反応のモデル》は化学変化の前後で原子の数が合っていない。原子の数が合うようにモデルをかき直しなさい。ただし、◎はマグネシウム原子を、●は炭素原子を、○は酸素原子を示している。
- (2) ① に共通して当てはまる内容を書きなさい。また、②、③ に当てはまる元素記号をそれぞれ書きなさい。

問 1	(1)		
	(2)	%	
	(3)	比	マグネシウム：銅＝：
		理由	
問 2	(1)	+ → +	
	(2)	①	
		②	
		③	

問 1	(1)	例 加熱する回数を増やす。	
	(2)	50 %	
	(3)	比	マグネシウム：銅＝ 3 : 8
		理由	例 MgOとCuOは、どちらも酸化物中の金属原子と酸素原子の個数の比が1：1であるから。
問 2	(1)		
	(2)	①	例 その単体をつくっている元素は酸化物にふくまれている元素より酸素と結びつきやすい
		②	Mg
		③	Fe

問 1 (1) 銅を加熱すると酸化して酸化銅ができるが、加熱が十分でないと一部は酸化せずに銅のまま残る。繰り返し加熱することで、銅の粉末が酸化する割合は増えていく。

(2) 表 1 から、銅の粉末 1.60 g を加熱した後に残った物質の質量は 1.80 g であることがわかる。このとき銅と

結びついた酸素の質量は、 $1.80 - 1.60 = 0.20 \text{ g}$ である。図 4 から、 0.20 g の酸素とちょうど反応する銅の質量は 0.80 g であるとわかる。つまり、銅の粉末 1.60 g のうち 0.80 g が酸化したことになるから、 $\frac{0.80 \text{ g}}{1.60 \text{ g}} \times 100 = 50\%$ と求められる。

- (3) 表 2 から、 0.60 g のマグネシウムが完全に酸化すると、加熱後の物質（酸化マグネシウム）の質量は 1.00 g になることがわかる。このときマグネシウムと結びついた酸素の質量は、 $1.00 - 0.60 = 0.40 \text{ g}$ である。また、図 4 から、 0.40 g の酸素とちょうど結びつく銅の質量は 1.60 g である。よって、一定の質量の酸素と結びつくマグネシウムと銅の質量の比は、 $0.60 : 1.60 = 3 : 8$ となる。酸化マグネシウムの化学式は MgO だから、酸化マグネシウム中のマグネシウム原子と酸素原子の個数の比は $1 : 1$ である。同様に、酸化銅の化学式は CuO で表されるから、酸化銅中の銅原子と酸素原子の個数の比も $1 : 1$ である。よって、一定の質量の酸素と結びつくマグネシウムと銅の質量の比 $3 : 8$ は、マグネシウム原子の質量と銅原子の質量の比としても成り立つ。

問 2 (1) マグネシウム (Mg) と二酸化炭素 (CO_2) が反応して、酸化マグネシウム (MgO) と炭素 (C) ができる反応である。この反応を、反応の前後で原子の数や種類が同じになることに注意して化学反応式で表すと、 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$ となる。

- (2) 実験 2 の [1] では、単体である炭素が酸化鉄から酸素をうばっていることから、鉄よりも炭素の方が酸素と結びつきやすいとわかる。また、実験 2 の [2] では、単体であるマグネシウムが二酸化炭素から酸素をうばっていることから、炭素よりもマグネシウムの方が酸素と結びつきやすいとわかる。よって、鉄、炭素、マグネシウムのうちでは、マグネシウムが最も酸素と結びつきやすく、鉄が最も酸素と結びつきにくいことになる。

【過去問 3】

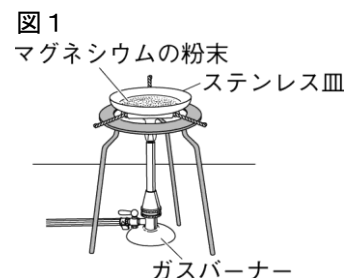
金属の酸化について、下の**実験 1**、**2**を行った。次の問 1～問 4 に答えなさい。

(青森県 2023 年度)

実験 1 ステンレス皿にマグネシウムの粉末 1.20 g をはかりとり、**図 1** の装置を用いて、全体の色が変化するまで加熱した後、よく冷やしてから物質の質量をはかった。

これをよく混ぜてから一定時間加熱し、よく冷やして質量をはかった。この操作を、物質の質量が一定になるまでくり返し、その結果を、下の表にまとめた。

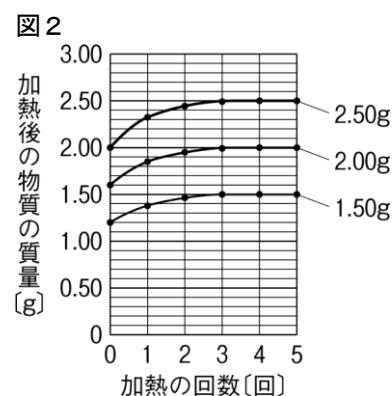
マグネシウムの 粉末の質量[g]	加熱後の物質の質量[g]				
	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目
1.20	1.56	1.80	1.94	2.00	2.00



実験 2 ステンレス皿に銅粉 1.20 g をはかりとり、**実験 1** と同じ装置を用いて、かき混ぜながら全体の色が変化するまで加熱した後、よく冷やしてから物質の質量をはかった。

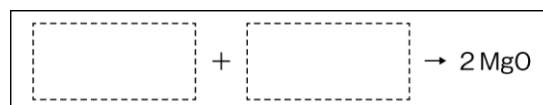
これをかき混ぜながら一定時間加熱し、よく冷やして質量をはかった。この操作を、物質の質量が一定になるまでくり返した。

さらに、最初にはかりとる銅粉の質量を 1.60 g、2.00 g と変えて、同様の操作を行い、その結果を、**図 2** にまとめた。



問 1 **実験 1** について、次の **ア**、**イ** に答えなさい。

ア マグネシウムの酸化を表した右の化学反応式を完成させなさい。



イ 1 回目の加熱で、酸素と反応したマグネシウムの質量は何 g か、求めなさい。

問 2 **実験 2** について、次の **ア**、**イ** に答えなさい。

ア 銅粉を加熱したときに見られる変化として適切なものを、次の 1～4 の中から一つ選び、その番号を書きなさい。

- 1 激しく熱や光を出して、黒色の物質に変化する。
- 2 激しく熱や光を出して、白色の物質に変化する。
- 3 おだやかに黒色の物質に変化する。
- 4 おだやかに白色の物質に変化する。

イ 加熱後の物質の質量が一定になったときの結果をもとに、銅の質量と結びついた酸素の質量との関係を表すグラフをかきなさい。

問3 下の文章は、マグネシウムと銅の質量と原子の数について考察したものである。文章中の ①，
② に入る語の組み合わせとして適切なものを、次の 1～4 の中から一つ選び、その番号を書きなさい。

実験 1，2 より、同じ質量のマグネシウムと銅を比べると、結びつく酸素の質量は ① の方が大きいので、結びつく酸素原子の数も ① の方が多いことがわかる。また、マグネシウム原子 1 個と銅原子 1 個は、それぞれ酸素原子 1 個と結びつくため、同じ質量のマグネシウムと銅にふくまれる原子の数も ① の方が多いことがわかる。これらのことから、原子 1 個の質量は、② の方が大きいと考えられる。

- 1 ① 銅 ② マグネシウム 2 ① マグネシウム ② マグネシウム
3 ① 銅 ② 銅 4 ① マグネシウム ② 銅

問4 ある生徒が実験をしていたところ、マグネシウムの粉末と銅粉が混ざってしまった。この混合物の質量をはかると、1.10 g であった。これをステンレス皿に入れて、実験 1 と同様の手順で実験を行った。全体の質量が一定になったとき、物質の質量は、1.50 g であった。加熱する前の混合物の中にふくまれていた銅粉の質量は何 g か、求めなさい。

問1	ア	+ → 2MgO
	イ	g
問2	ア	
	イ	結びついた酸素の質量 [g] 銅の質量 [g]
問3		
問4		g

問 1	ア	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$
	イ	0.54 g
問 2	ア	3
	イ	
問 3		4
問 4		0.80 g

問 1 ア マグネシウム (Mg) と酸素 (O_2) が反応して酸化マグネシウム (MgO) ができる。

このとき、反応の前後で原子の数や種類が変化しないことに注意すると、この反応は、 $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ と表せる。

イ 表より、1.20 g のマグネシウムがすべて反応すると 2.00 g の酸化マグネシウムができたことがわかる。よって、1.20 g のマグネシウムと結びつく酸素の質量は $2.00 - 1.20 = 0.80$ g であり、その質量比は、 $1.20 : 0.80 = 3 : 2$ であるとわかる。また、1.20 g のマグネシウムを加熱し、1 回目の加熱後の質量が 1.56 g になったのだから、このときマグネシウムと結びついた酸素の質量は、 $1.56 - 1.20 = 0.36$ g である。よって、この 0.36 g の酸素と結びついたマグネシウムの質量を x g とすると、 $3 : 2 = x : 0.36$ より、 $x = 0.54$ g と求められる。

問 2 ア 銅を加熱すると、おだやかに反応して黒色の酸化銅になる。なお、マグネシウムを加熱したときは、激しく熱や光を出して燃焼し、白色の酸化マグネシウムになる。

イ 図 2 より、1.20 g の銅がすべて反応すると 1.50 g の酸化銅ができる。このとき銅と結びついた酸素の質量は、 $1.50 - 1.20 = 0.30$ g である。同様にして、1.60 g の銅と結びついた酸素の質量は、 $2.00 - 1.60 = 0.40$ g、2.00 g の銅と結びついた酸素の質量は、 $2.50 - 2.00 = 0.50$ g と求められる。これらの点を通る直線のグラフをかけばよい。

問 3 実験 1 より、ちょうど反応するマグネシウムと酸素の質量比は $3 : 2 = 12 : 8$ である。実験 2 より、ちょうど反応する銅と酸素の質量比は $1.20 : 0.30 = 4 : 1 = 12 : 3$ である。よって、同じ質量のマグネシウムまたは銅と反応する酸素の質量の比を求めると、マグネシウムと反応する酸素 : 銅と反応する酸素 = $8 : 3$ となり、結びつく酸素の質量はマグネシウムの方が大きく、結びつく酸素原子の数もマグネシウムの方が多いとわかる。酸化マグネシウムは MgO 、酸化銅は CuO と表されるように、マグネシウム原子 1 個も銅原子 1 個も、それぞれ酸素原子 1 個と結びつくことから、同じ質量のマグネシウムと銅にふくまれる原子の数はマグネシウムの方が多いとわかる。よって、原子 1 個あたりの質量は銅の方が大きい。

問 4 反応前の銅と反応後の酸化銅の質量比は $1.20 : 1.50 = 4 : 5$ 、反応前のマグネシウムと反応後の酸化マグネシウムの質量比は $1.20 : 2.00 = 3 : 5$ である。混合物 1.10 g のうち、銅の質量を y g とすると、マグネシウムの質量は $(1.10 - y)$ g と表される。これらがすべて反応し、酸素と結びついたとすると、

できる酸化銅の質量は $\frac{5}{4}y$ g となり, できる酸化マグネシウムの質量は $\frac{5}{3}(1.10-y)$ g となる。よって,

$\frac{5}{4}y + \frac{5}{3}(1.10-y) = 1.50$ が成り立ち, これを解くと, $y=0.80$ g となる。

【過去問 4】

次の問いに答えなさい。

(岩手県 2023 年度)

問8 次の表は、マグネシウムをステンレス皿に入れて加熱し、1分ごとにステンレス皿内の物質の質量を測定したときのものです。下のア～エのうち、表から読みとれることとして正しいものはどれですか。一つ選び、その記号を書きなさい。

加熱時間 [分]	0	1	2	3	4	5	6
ステンレス皿内の物質の質量 [g]	2.40	3.36	3.72	3.96	4.00	4.00	4.00

- ア 加熱時間 1 分のステンレス皿内の物質の質量は、加熱時間 0 分と比べて 3.36 g 増加する。
 イ 加熱時間とステンレス皿内の物質の質量は、比例の関係にある。
 ウ 加熱を続けると、やがてステンレス皿内の物質の質量は変化しなくなる。
 エ 加熱時間 0 分のステンレス皿内の物質の質量と、加熱時間 6 分のステンレス皿内の物質の質量の比は 2 : 3 である。

問8	
----	--

問8	ウ
----	---

問8 ア…加熱時間 1 分のステンレス皿内の物質の質量が 3.36 g なので、加熱時間 0 分と比べた増加量は $3.36 - 2.40 = 0.96$ g となるから、誤り。イ…ステンレス皿内の物質の質量の時間ごとの増加量はしだいにゆるやかになり、4 分以降は一定となるので、誤り。ウ…4 分以降のステンレス皿内の物質の質量は 4.00 g で一定となっているので、正しい。エ…加熱時間 0 分の質量 : 加熱時間 6 分の質量 $= 2.40 : 4.00 = 3 : 5$ なので、誤り。

【過去問 5】

次の問いに答えなさい。

(宮城県 2023 年度)

問3 原子の構造の解明に関係するできごとをまとめた次の資料について、あとの(1)～(4)の問いに答えなさい。

〔資料〕

① 陰極線の発見

真空放電管を使った実験で、真空放電管に大きな電圧を加えると、陰極線が観測された。

② 電子の発見

真空放電管を使った実験で、陰極線が ^{マイナス}－の電気をもつ電子の流れだとわかった。

③ 原子の構造解明

^{プラス}＋の電気をもつ陽子と、電気をもたない中性子が発見され、原子の構造が解明された。

- (1) 原子の性質について述べたものとして、最も適切なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えなさい。
- ア 種類によって大きさが決まっている。 イ 化学変化によって 2 つに分けることができる。
- ウ 1 個の質量は種類に関係なく同じである。 エ 化学変化によって他の種類の原子に変わる。
- (3) ③について、解明された原子の構造について述べたものとして、最も適切なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えなさい。
- ア 原子核は陽子と中性子からできていて、原子核のまわりに電子が存在する。
- イ 原子核は陽子と電子からできていて、原子核のまわりに中性子が存在する。
- ウ 原子核は中性子からできていて、原子核のまわりに陽子と電子が存在する。
- エ 原子核は陽子からできていて、原子核のまわりに電子と中性子が存在する。
- (4) 原子を構成する陽子、電子、中性子のうち、陽子と電子が電気をもっているにもかかわらず、原子が全体として電気を帯びていない理由を、簡潔に述べなさい。

問3	(1)	
	(3)	
	(4)	

問3	(1)	ア
	(3)	ア
	(4)	例 陽子 1 個, 電子 1 個がもつ電気の量が等しく, 陽子と電子の数が等しいため。

【過去問 6】

科学部に所属する美咲さんは、自宅にあったカルシウムのサプリメント（栄養補助食品）に貝がらが使用されていることに興味をもち、サプリメントにふくまれる物質の量の調べ方について、同じ部に所属する豊さんと話しています。次の□は、美咲さんと豊さんの会話です。これを読んで、あとの問1～問3に答えなさい。

（宮城県 2023 年度）



美咲さん

サプリメントに貝がらが使われているなんて驚いたよ。貝がらは主に炭酸カルシウムという物質からできているんだよ。

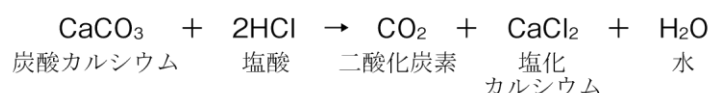
そうなんだ。貝がらや石灰石に塩酸をかけると二酸化炭素が発生するのは、炭酸カルシウムが関係しているのかな。インターネットで調べてみよう。

炭酸カルシウムと塩酸の化学反応式を見つけたよ。



豊さん

インターネットで見つけた化学反応式



美咲さん

①炭酸カルシウムは、カルシウムと炭素と酸素からできているんだね。この化学変化を使って、サプリメントにふくまれる物質の量を調べられないかな。

この化学反応式を見ると、反応後の物質のうち、気体は二酸化炭素だけだよ。②化学変化が起こる前と後の質量を調べれば、発生した二酸化炭素の質量がわかるかな。



豊さん



美咲さん

なるほど、発生した二酸化炭素が容器の外に出ていくと、全体の質量は小さくなるね。炭酸カルシウムの質量と容器の外に出ていった二酸化炭素の質量との関係がわかれば、サプリメントにふくまれる炭酸カルシウムの量も求められそうだよ。

サプリメントにふくまれる炭酸カルシウムの量がわかったら、サプリメントにふくまれるカルシウムの割合も調べられるかな。



豊さん

問1 下線部①について、炭酸カルシウムと同じように3種類の元素からできている化合物を、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 酸化銀 Ag_2O

イ 水酸化バリウム $\text{Ba}(\text{OH})_2$

ウ 塩化銅 CuCl_2

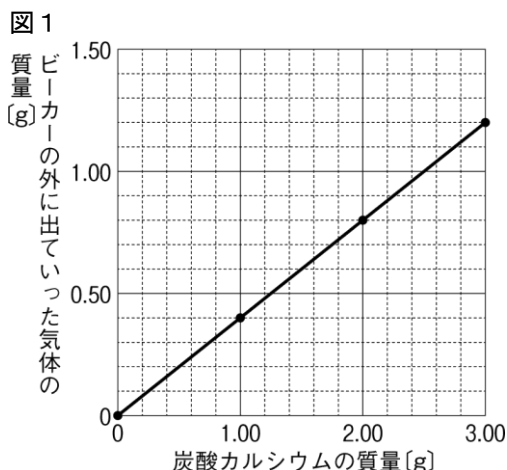
エ 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3

問2 下線部②について、化学変化が起こる前と後では、物質全体の質量は変わりません。この法則を何というか、答えなさい。

問3 美咲さんたちは、考えた調べ方をもとに、実験Ⅰ、Ⅱを行いました。あとの(1)～(3)の問いに答えなさい。

〔実験Ⅰ〕

- ① ビーカーA、B、Cに10%の塩酸を、25.00 gずつはかりとり、それぞれにガラス棒を入れて、ビーカーA～Cそれぞれの全体の質量をはかった。
- ② 炭酸カルシウムを、ビーカーAには1.00 g、ビーカーBには2.00 g、ビーカーCには3.00 g加えてガラス棒でよくかき混ぜると、すべてのビーカーで気体が発生した。
- ③ 十分に時間がたってから、ビーカーA～Cそれぞれの全体の質量をはかった。
- ④ ①ではかった質量に、炭酸カルシウムの質量を足してから、③ではかった質量を引いて、ビーカーの外に出ていった気体の質量を求めた。
- ⑤ 炭酸カルシウムの質量とビーカーの外に出ていった気体の質量との関係をグラフにまとめたところ、図1のようになった。



〔実験Ⅱ〕

- ① サプリメントの粉末を、薬包紙に1.00 gずつとり分けたものを3つ準備した。
- ② ガラス棒を入れたビーカーの質量をはかってから、10%の塩酸 25.00 gを入れて、ビーカー全体の質量をはかった。
- ③ 図2のように、①でとり分けたサプリメントの粉末を、1.00 gずつビーカーに加えていき、サプリメントの粉末を1.00 g加えるたびに、ガラス棒でよくかき混ぜ、気体が発生して十分に時間がたってから、ビーカー全体の質量をはかった。
- ④ ③ではかったビーカー全体の質量から、②ではかった、ガラス棒を入れたビーカーの質量を引いて、「ビーカー内の物質の質量」を求めた。
「ビーカーに加えたサプリメントの粉末の総質量」と、「ビーカー内の物質の質量」を表にまとめた。

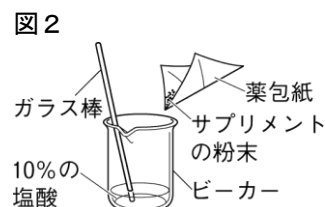


表	ビーカーに加えたサプリメントの粉末の総質量 [g]	1.00	2.00	3.00
	ビーカー内の物質の質量 [g]	25.70	26.40	27.10

- (1) 塩酸は塩化水素の水溶液です。36%の塩酸 50 g を水でうすめて、10%の塩酸をつくる時、必要な水は何 g か、求めなさい。
- (2) 実験Ⅱで、「ビーカーに加えたサプリメントの粉末の総質量」と「ビーカーの外に出ていった気体の質量」との関係を表すグラフを、解答用紙の図にかき入れなさい。

- (3) 実験Ⅰ，Ⅱの結果をもとに，実験Ⅱで使用したサプリメントの質量に対するカルシウムの質量の割合は何%か，求めなさい。ただし，炭酸カルシウム 1.00 g にふくまれるカルシウムの質量は 0.40 g とします。また，サプリメントにふくまれる物質のうち，炭酸カルシウムのすべてが塩酸と反応し，炭酸カルシウム以外の物質は塩酸と反応しないものとします。

問 1		
問 2		
問 3	(1)	g
	(2)	質量 [g] ビーカーの外に出ていった気体の 01.002.003.00 ビーカーに加えたサプリメントの粉末の総質量 [g]
	(3)	%

問 1	イ	
問 2	質量保存の法則	
問 3	(1)	130 g
	(2)	質量 [g] ビーカーの外に出ていった気体の 0 1.00 2.00 3.00 ビーカーに加えたサプリメントの粉末の総質量 [g]
	(3)	30%

問 3 (1) 質量パーセント濃度

溶質の質量が溶液全体の質量の何%にあたるかを表したものを質量パーセント濃度という。質量パーセント濃度は以下の式で求められる。

$$\begin{aligned}
 \text{質量パーセント濃度} [\%] &= \frac{\text{溶質の質量} [\text{g}]}{\text{溶液の質量} [\text{g}]} \times 100 \\
 &= \frac{\text{溶質の質量} [\text{g}]}{\text{溶媒の質量} [\text{g}] + \text{溶質の質量} [\text{g}]} \times 100
 \end{aligned}$$

塩酸は、塩化水素を水にとかした水溶液である。36%の塩酸 50 g にとけている塩化水素の質量は

$50 \times \frac{36}{100} = 18 \text{ g}$ である。必要な水の質量を x とすると、水でうすめてできた10%の塩酸の質量は

$50 + x$ と表すことができるから、 $\frac{18}{50+x} \times 100 = 10$ より、 $x = 130 \text{ g}$ となる。

(3) 実験Ⅱで、サプリメントの粉末1.00 g は10%の塩酸25.00 g と反応して

$(25.00 + 1.00) - 25.70 = 0.30 \text{ g}$ の二酸化炭素が発生する。また、図 1 から、炭酸カルシウム1.00 g は10%の塩酸25.00 g と反応して0.40 g の二酸化炭素が発生することから、サプリメントの粉末1.00 g

にふくまれる炭酸カルシウムの質量は $1.00 \times \frac{0.30}{0.40} = 0.75 \text{ g}$ である。炭酸カルシウム1.00 g にふくまれ

るカルシウムの質量は0.40 g であることから、サプリメントの粉末1.00 g にふくまれるカルシウムの質量を x とすると、 $1.00 \text{ g} : 0.40 \text{ g} = 0.75 \text{ g} : x$ より、 $x = 0.30 \text{ g}$ となる。したがって、使用したサプリメントの質量に対するカルシウムの質量の割合は30%である。

【過去問 7】

香さんは、図1のようなロケットが水素を燃焼させて飛んでいることに興味をもち、実験を行ったり資料で調べたりした。次の問1～問3に答えなさい。

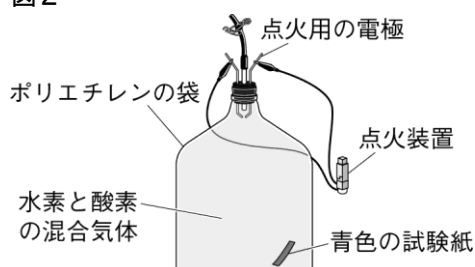
(秋田県 2023 年度)



問1 香さんは、水素の燃焼について調べるため、次の実験を行った。

【実験】図2のような乾いた無色透明なポリエチレンの袋の中に、水素と酸素の混合気体と、水に反応する青色の試験紙を入れ、点火装置で点火したところ、一瞬、炎が出た後、袋の内側がくもった。また、袋の中に入れた a 試験紙は、水に反応して青色から赤色(桃色)に変化した。

図2



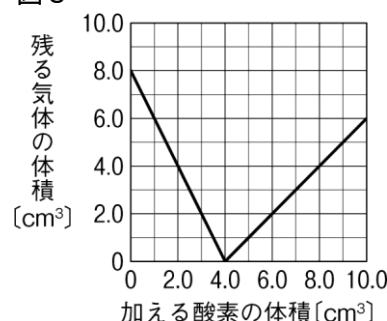
① 次のうち、水素はどれに分類されるか、2つ選んで記号を書きなさい。

ア 混合物 イ 純粋な物質 ウ 単体 エ 化合物

② 下線部 a のように変化した試験紙は何か、名称を書きなさい。

③ 次に、 8.0cm^3 の水素に加える酸素の体積を変えて図2と同様にして反応させ、反応後に残る気体の体積を調べた。図3は、このときの結果を示したグラフである。 8.0cm^3 の水素と 7.0cm^3 の酸素を完全に反応させたとき、反応後に残る気体は何か、化学式を書きなさい。また、その体積は何 cm^3 か、求めなさい。

図3



問2 香さんは、水素の燃焼について実験の結果と資料をもとに、次のようにまとめた。

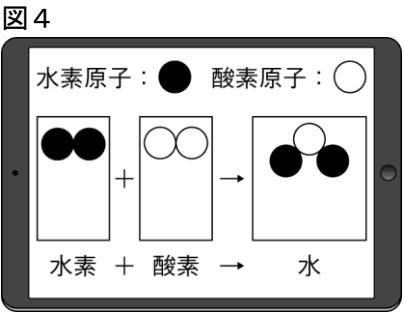
【まとめ】水素が燃焼するとき、水素と酸素は X で結びつき、爆発的に反応して b 水ができる。水素を燃焼させて飛んでいるロケットは、水素が燃焼したときに生じる高温の水蒸気などを噴射することで進むための力を得ている。

① 香さんのまとめが正しくなるように、Xにあてはまる内容を「体積」と「割合」という語句を用いて書きなさい。

② 次のうち、燃焼すると下線部 b ができるのはどれか、2つ選んで記号を書きなさい。

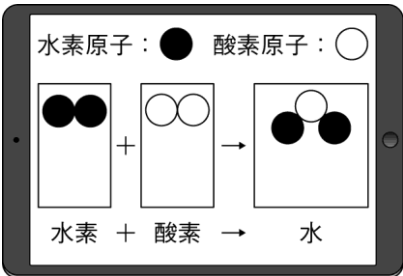
ア 砂糖 イ 鉄 ウ 炭素 エ エタノール

問3 香さんは、水素の燃焼を表す化学反応式について、タブレット型端末を使って原子や分子のモデルを用いて考えた。図4は、その途中の画面である。香さんの考えが正しくなるように、図4に原子や分子のモデルをかき加えて完成させなさい。

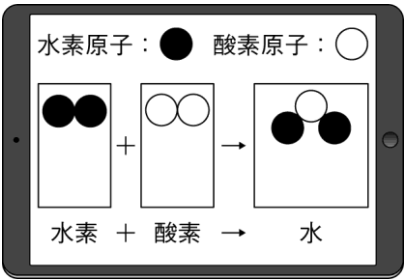


問 1	①		
	②		
	③	化学式	
		体積	cm ³
問 2	①		
	②		
問 3	図 4		

水素原子：● 酸素原子：○



水素 + 酸素 → 水



問 1	①	イ		ウ	
	②	塩化コバルト紙			
	③	化学式	O ₂		
		体積	3.0 cm ³		
問 2	①	例 体積が 2 : 1 の割合			
	②	ア		エ	
問 3	図 4 例				

問 1 ① 体と化合物

- ・単体…… 1 種類の元素からできている物質。

例：水素 (H_2)，酸素 (O_2) など

- ・化合物… 2 種類以上の元素からできている物質。

例：二酸化炭素 (CO_2)，水 (H_2O) など

1 種類だけの物質からなるものを純粋な物質といい， 2 種類以上の物質が混ざり合ったものを混合物という。

② 塩化コバルト紙は液体が水であるかどうかを調べるときに使うことができる。

③ 図 3 から， 8.0 cm^3 の水素 (H_2) と 4.0 cm^3 の酸素 (O_2) が反応すると，過不足なく反応して液体の水 (H_2O) ができ，残る気体の体積は 0 cm^3 になることがわかる。よって， 8.0 cm^3 の水素と 7.0 cm^3 の酸素が反応すると， $7.0 - 4.0 = 3.0 \text{ cm}^3$ の酸素が残る。

問 2 ① 8.0 cm^3 の水素と 4.0 cm^3 の酸素が過不足なく反応するので，その体積の割合は， $8.0 : 4.0 = 2 : 1$ となる。

② 有機物である砂糖やエタノールが燃焼すると，二酸化炭素や水が発生する。

問 3 化学変化の前後で原子の数や種類は変化しないことに注意すると， $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ という化学反応式になる。これを分子のモデルで表すと，● (水素原子) が 2 個結びついた水素分子 2 個と，○ (酸素原子) が 2 個結びついた酸素分子 1 個が反応し，● 2 個と ○ 1 個が結びついた水分子が 2 個できることになる。

【過去問 8】

酸化銀を加熱すると銀と酸素ができる化学変化について調べるために、次の①、②の手順で実験を行った。表は、実験結果である。あとの問いに答えなさい。

(山形県 2023 年度)

【実験】① 酸化銀 1.00 g を試験管に入れ、酸素が発生しなくなるまで十分に加熱した。加熱した試験管が冷めたあと、試験管内に残った固体の質量をはかった。

表

試験管に入れた酸化銀の質量[g]	1.00	2.00	3.00
試験管内に残った固体の質量[g]	0.93	1.86	2.79

② 酸化銀を 2.00 g、3.00 g にして、①と同様のことをそれぞれ行った。

問 1 酸化銀を加熱したときの色の変化として最も適切なものを、次のア～カから一つ選び、記号で答えなさい。

- ア 赤色から黒色 イ 黒色から白色 ウ 白色から黒色
エ 赤色から白色 オ 黒色から赤色 カ 白色から赤色

問 2 酸化銀の熱分解の化学反応式を、次のア～エから一つ選び、記号で答えなさい。

- ア $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Ag}_2 + 2\text{O}$ $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + 2\text{O}$
ウ $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Ag}_2 + \text{O}_2$ $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$

問 3 酸化銀を 4.00 g にして、①と同様のことを行った。発生した酸素の質量は何 g か、求めなさい。

問 4 酸化銀を 5.00 g にして、加熱した。加熱した試験管が冷めたあと、試験管内に残った固体の質量をはかったところ、4.72 g であり、加熱が不十分であったことがわかった。試験管内に残った固体のうち銀の質量は何 g か、求めなさい。

問 1	
問 2	
問 3	g
問 4	g

問 1	イ
問 2	エ
問 3	0.28 g
問 4	3.72 g

- 問1, 2 試験管に黒色の酸化銀 (Ag_2O) を入れて加熱すると、酸化銀が分解して、白色の銀 (Ag) と気体の酸素 (O_2) ができる。このとき、反応の前後で原子の数や種類が変化しないことに注意して化学反応式で表すと、 $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$ となる。
- 問3 表から、酸化銀 1.00 g を加熱すると、 $1.00 - 0.93 = 0.07$ g の酸素が発生することがわかる。酸化銀 4.00 g を加熱したときに発生する酸素を x g とすると、 $1.00 : 0.07 = 4.00 : x$ より、 $x = 0.28$ g と求められる。
- 問4 酸化銀 5.00 g を加熱したとき、試験管に残った固体が 4.72 g であることから、発生した酸素の質量は、 $5.00 - 4.72 = 0.28$ g である。これは 4.00 g の酸化銀を十分加熱したときに発生する酸素の質量と等しいので、5.00 g の酸化銀のうち、4.00 g の酸化銀が反応したとわかる。よって、酸化銀の加熱によってできた銀の質量は、 $4.00 - 0.28 = 3.72$ g と求められる。

【過去問 9】

次の問いに答えなさい。

(茨城県 2023 年度)

- 問6 酸化銀が熱により分解すると、ある気体が発生する。この気体を説明したもの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 色にも臭いもなく、空気中で火をつけると爆発して燃える。
 - イ 体積で、乾燥した空気の約8割を占めている。
 - ウ 水に溶けやすく、上方置換法で集める。
 - エ ものを燃やすはたらきがあり、空気よりも密度が大きい。

問6	
----	--

問6	エ
----	---

- 問6 酸化銀を加熱すると、分解して銀と酸素ができる。酸素にはものを燃やすはたらきがある。ア…色やにおいがなく、空気中で火をつけると爆発して燃えるのは、水素の性質である。イ…空気の約8割を占めているのは窒素である。ウ…水に溶けやすい性質をもつのはアンモニアなどである。酸素は水に溶けにくいので、水上置換法で集める。

【過去問 10】

GさんとMさんは、熱の出入りをともなう反応と、化学変化の前後における物質の質量について調べるために、次の実験を行った。後の問1～問4に答えなさい。

(群馬県 2023 年度)

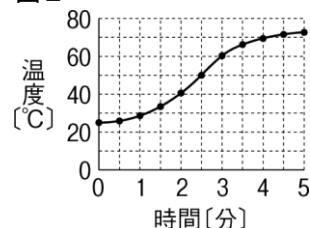
〔実験1〕

図Ⅰのように、鉄粉と活性炭をビーカーに入れた。さらに質量パーセント濃度5%の塩化ナトリウム水溶液を少量加え、ガラス棒でかき混ぜながら温度を測った。図Ⅱは、その結果をグラフにまとめたものである。

図Ⅰ



図Ⅱ



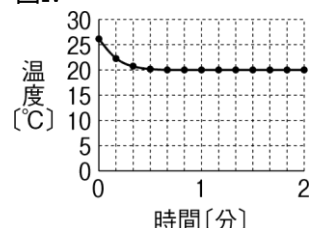
〔実験2〕

図Ⅲのように、炭酸水素ナトリウムとクエン酸をビーカーに入れた。さらに蒸留水を少量加え、ガラス棒でかき混ぜながら温度を測った。図Ⅳは、その結果をグラフにまとめたものである。

図Ⅲ



図Ⅳ



問1 質量パーセント濃度5%の塩化ナトリウム水溶液 50 gの中に溶けている塩化ナトリウムの質量はいくらか、書きなさい。

問2 次の文は、実験1について、まとめたものである。後の①、②の問いに答えなさい。

図Ⅱのグラフから、実験1では、熱が a される b 反応が起きていることが分かる。このとき、反応する鉄粉などの物質が持っている X エネルギーが、化学変化によって Y エネルギーに変換されている。

① 文中の a , b に当てはまる語を、次のア～エからそれぞれ選びなさい。

ア 発熱

イ 吸熱

ウ 吸収

エ 放出

② 文中の X , Y に当てはまる語を、それぞれ書きなさい。

問3 次の文は、実験2について、GさんとMさんが交わした会話の一部である。会話文中の下線部について、後の①、②の問いに答えなさい。

Gさん：実験2では、気体を発生しながら反応が起こり、温度が下がったね。
 Mさん：そうだね。発生した気体は、二酸化炭素だと先生が教えてくれたよ。
 Gさん：うん。そういえば、ビーカーにはふたをしていないから、発生した二酸化炭素がビーカーの外に出ていって、ビーカーの中の物質の質量が変化するよね。
 Mさん：質量保存の法則を使えば、発生した二酸化炭素の質量が分かるんじゃないかな。

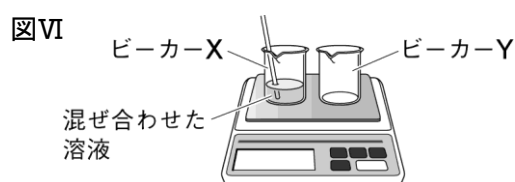
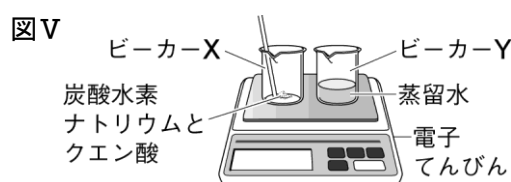
① 二酸化炭素の化学式を書きなさい。

- ② 二酸化炭素が発生したことを確かめるには、一般的にどのような方法があるか。反応のようすに着目して、簡潔に書きなさい。

[実験3]

(A) ビーカーXには、炭酸水素ナトリウム 1.00 g と、ある質量のクエン酸を入れ、ビーカーYには蒸留水を 60mL 入れた。図Vのように、電子てんびんで2つのビーカーの質量を一緒に量った。次に、図VIのように、ビーカーYに入っていた蒸留水全てをビーカーXに入れ、ガラス棒でよくかき混ぜた。その後、電子てんびんの値が変化しなくなったとき、2つのビーカーの質量を一緒に量った。

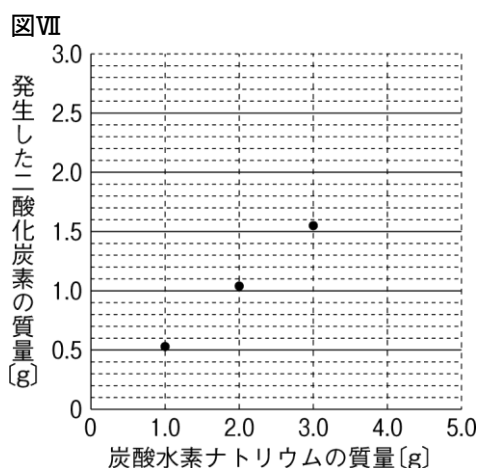
(B) ビーカーXの代わりに、別のビーカーを4つ用意し、炭酸水素ナトリウムをそれぞれ2.00 g, 3.00 g, 4.00 g, 5.00 g 入れ、さらに実験3(A)と同じ質量のクエン酸を加え、実験3(A)と同様の操作を行った。表は、実験3(A), (B)の結果をまとめたものである。



表

炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
反応前の電子てんびんの示す質量 [g]	161.00	162.50	163.20	164.70	165.40
反応後の電子てんびんの示す質量 [g]	160.48	161.46	161.64	162.88	163.58

問4 GさんとMさんは、実験3について、表をもとに、炭酸水素ナトリウムの質量と、発生した二酸化炭素の質量の関係を、グラフで表すことにした。図VIIは、炭酸水素ナトリウムの質量と発生した二酸化炭素の質量の関係の一部を示したものである。次の①～③の問いに答えなさい。ただし、発生した二酸化炭素は全て空気中に出るものとする。



- ① 炭酸水素ナトリウムが 4.00 g のとき、発生した二酸化炭素の質量はいくらか、書きなさい。

- ② 炭酸水素ナトリウムが 5.00 g のとき、ビーカー内の溶液中には、クエン酸と反応していない炭酸水素ナトリウムが残っている。クエン酸と反応していない炭酸水素ナトリウムの質量はいくらか、最も近いものを次のア～エから選びなさい。

ア 0.5 g イ 1.0 g ウ 1.5 g エ 2.0 g

- ③ クエン酸の質量を増やして、炭酸水素ナトリウム 5.50 g を全て反応させたとき、発生する二酸化炭素の質量はいくらか、書きなさい。

問 1				
問 2	①	a		b
	②	x		y
問 3	①			
	②			
問 4	①			
	②			
	③			

問 1	2.5 g				
問 2	①	a	工	b	ア
	②	x	化学	Y	熱
問 3	①	CO ₂			
	②	例	石灰水に通し、白くにごることを確かめる。		
問 4	①	1.82 g			
	②	ウ			
	③	2.86 g			

問 1 質量パーセント濃度

$$\begin{aligned}
 \text{質量パーセント濃度} [\%] &= \frac{\text{溶質の質量} [\text{g}]}{\text{溶液の質量} [\text{g}]} \times 100 \\
 &= \frac{\text{溶質の質量} [\text{g}]}{\text{溶媒の質量} [\text{g}] + \text{溶質の質量} [\text{g}]} \times 100
 \end{aligned}$$

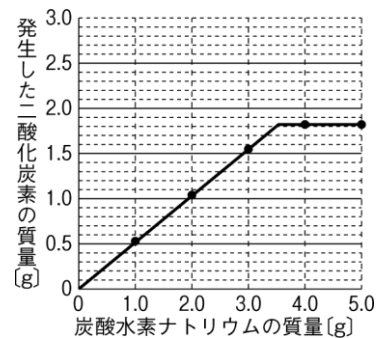
求める塩化ナトリウムの質量を x g とすると、 $5 = \frac{x}{50} \times 100$ が成り立ち、 $x = 2.5$ g と求められる。

問 2 ① 発熱反応では熱が放出されるため、周囲の温度が上昇する。吸熱反応では熱が吸収されるため、周囲の

温度が低下する。

問4 ① 反応が起きると気体の二酸化炭素が発生してビーカーの外に出ていくので、反応前よりも反応後の電子てんびんの示す質量は小さくなる。炭酸水素ナトリウムが 4.00 g のとき、反応前の電子てんびんの示す質量が 164.70 g、反応後の電子てんびんの示す質量が 162.88 g なので、発生した二酸化炭素の質量は $164.70 - 162.88 = 1.82$ g

② 表で、炭酸水素ナトリウムの質量が 5.00 g のとき、発生した二酸化炭素の質量は、 $165.40 - 163.58 = 1.82$ g である。図Ⅶに、炭酸水素ナトリウムの質量が 4.00 g、5.00 g のときの結果を加えてグラフをかくと、右の図のようになる。この図から、3.50 g の炭酸水素ナトリウムとクエン酸がちょうど反応し、それ以上炭酸水素ナトリウムの質量を大きくしても、発生する二酸化炭素の質量は増加しないことが分かる。よって、炭酸水素ナトリウムの質量が 5.00 g のときに、クエン酸と反応せず残るのは、 $5.00 - 3.50 = 1.50$ g



③ 1.00 g の炭酸水素ナトリウムがすべて反応したとき発生する二酸化炭素の質量が $161.00 - 160.48 = 0.52$ g なので、求める二酸化炭素の質量を x g とすると、 $1.00 : 0.52 = 5.50 : x$ より、 $x = 2.86$ g

【過去問 11】

科学部のFさんとHさんは、クジャク石から銅を取り出す実験を行いました。問1～問4に答えなさい。

(埼玉県 2023 年度)

会話 1

- Fさん：先生から図1のようなクジャク石のかけらをもらったんだ。クジャク石は銅を主成分とした化合物なんだって。この石から銅を取り出せないかな。
- Hさん：調べてみると、クジャク石は熱分解によって、酸化銅にすることができるみたいだよ。
- Fさん：それなら、炭素粉末を使って①酸化銅から酸素をとり除くことで、銅を金属としてとり出せそうだね。実験で確かめてみよう。

図1



実験 1

課題 1

クジャク石を熱分解すると、どのように反応が起こるだろうか。

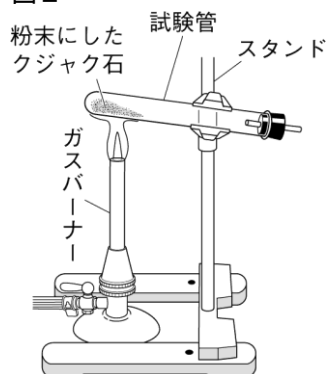
【方法 1】

- [1] クジャク石をハンマーでくだいた後、鉄製の乳鉢で細かくすりつぶして粉末にした。
- [2] 粉末にしたクジャク石 10.00 g を試験管に入れ、図2の装置でじゅうぶんに加熱した。
- [3] 試験管の口に生じた液体を調べた後、液体を加熱によって完全に蒸発させた。
- [4] 残った粉末の質量を測定した。

【結果 1】

- 試験管の口に生じた液体は、②水であることがわかった。
- 試験管内からとり出された黒い粉末（試料Aとする）は7.29 gであった。

図2



問1 下線部①のように、酸化物から酸素がとり除かれる化学変化を何といいますか。その名称を書きなさい。

問2 下線部②について、試験管の口に生じた液体が水であることを確かめる方法を、次のようにまとめました。□□□□にあてはまることばを書きなさい。

試験管の口に生じた液体に□□□□ことを確認すれば水であることが確かめられる。

会話 2

F さん： **実験 1** でとり出された試料 A は純粋な酸化銅なのかな。

H さん： いや、ほぼ純粋な酸化銅だろうけど、クジャク石は天然のものだから多少の不純物は混じっていると考えるべきだろうね。

F さん： そうすると、炭素粉末と反応させるだけでは純粋な銅は得られないね。不純物の割合をできるだけ低くするには、試料 A をどれくらいの炭素粉末と反応させればいいんだろう。

H さん： 炭素粉末を加え過ぎても、反応しなかった分が不純物になってしまって、銅の割合が低くなるよね。試料 A をもっと準備して、加える炭素粉末の質量をかえて実験してみよう。

実験 2

課題 2

試料 A からできるだけ不純物の割合の低い銅を得るには、どれくらいの炭素粉末と反応させるのが適切なのだろうか。

【方法 2】

[1] 試料 A 2.50 g と純粋な炭素粉末 0.06 g をはかりとり、よく混ぜ合わせた。

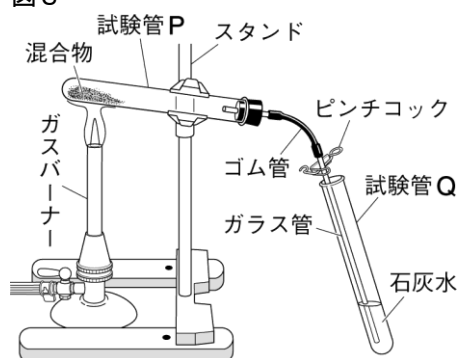
[2] [1] の混合物をすべて試験管 P に入れ、図 3 の装置で、気体が発生しなくなるまでじゅうぶんに加熱した。

[3] 試験管 Q からガラス管の先を抜いて加熱をやめ、ゴム管をピンチコックでとめた。

[4] 試験管 P が冷めた後、残った粉末（試料 B とする）の質量を測定した。

[5] 試料 A の質量は 2.50 g のまま、炭素粉末の質量を 0.12 g, 0.18 g, 0.24 g, 0.30 g にかえ、[1]～[4] と同じ操作を行った。

図 3



【結果 2】

○ 発生した気体は、石灰水を白くにごらせたことから、二酸化炭素であることがわかった。

問 3 次の、**実験 2** における酸化銅と炭素の反応を、原子・分子のモデルを使って表し、それをもとに化学反応式で表したものです。銅原子を◎、酸素原子を○、炭素原子を●として〔 〕にあてはまるモデルをかき、それをもとに化学反応式を完成させなさい。

化学反応を原子・分子の
モデルを使って表したもの



+



+



化学反応式



+



+



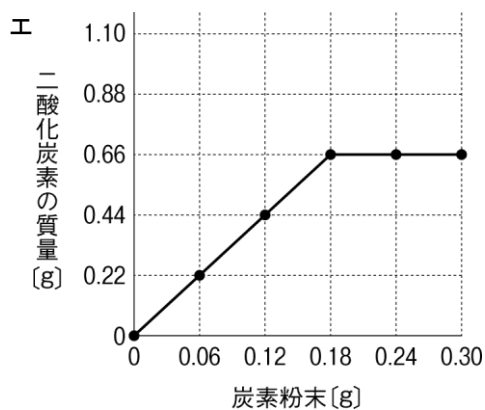
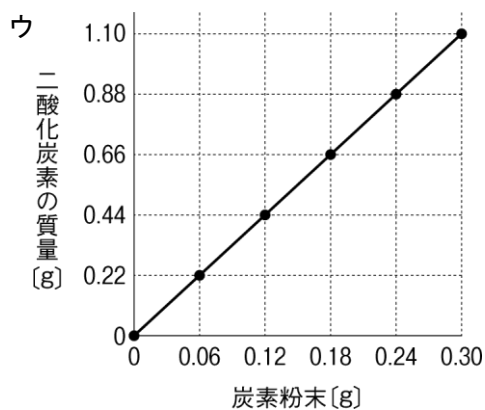
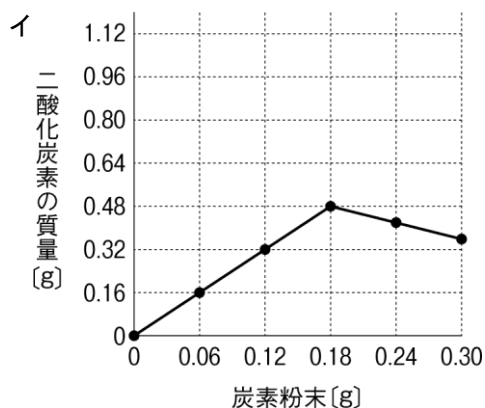
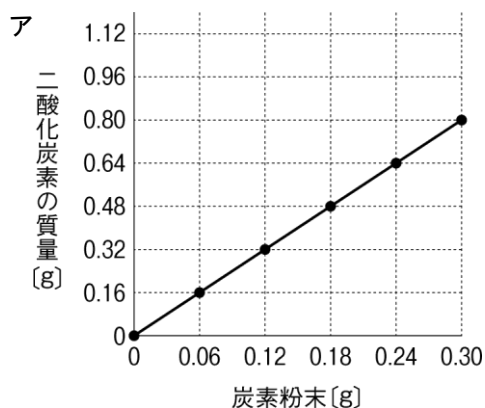
実験2の続き

○ 加えた炭素粉末の質量に対して、試験管Pに残った試料Bの質量は次のようになった。

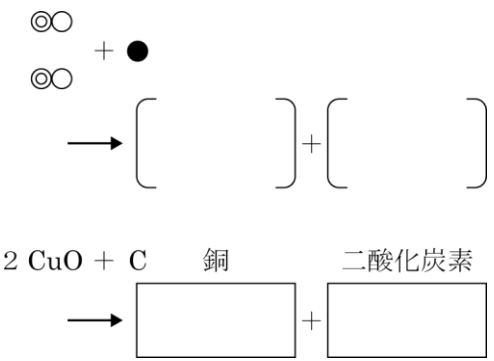
試料A[g]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
炭素粉末[g]	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30
試料B[g]	2.34	2.18	2.02	2.08	2.14

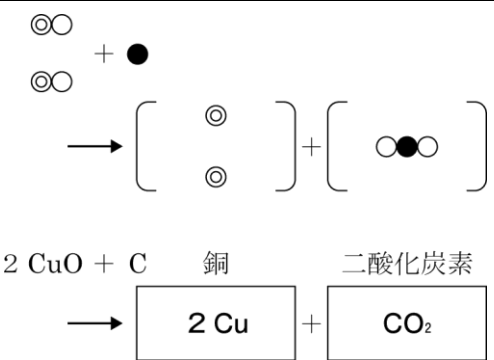
問4 **実験2** について、次の(1)、(2)に答えなさい。ただし、炭素粉末と酸化銅の少なくとも一方は、完全に反応したものとします。なお、炭素粉末は試料A中の酸化銅としか反応しないものとし、試料A中の不純物は加熱しても反応しないものとします。

(1) **実験2の続き** について、加えた炭素粉末の質量と発生した二酸化炭素の質量の関係を表したグラフとして最も適切なものを、次のア～エの中から一つ選び、その記号を書きなさい。



(2) 試料A 2.50 g から得られる試料Bの銅の割合をできるだけ高くするには、何 g の炭素粉末と反応させるのが最も適切か、書きなさい。また、そのとき得られる試料Bに含まれる銅の質量は何 g か、求めなさい。ただし、酸化銅は銅と酸素が4 : 1の質量比で結びついたものとします。

問 1			
問 2			
問 3			
問 4	(1)		
	(2)	炭素	g
		銅	g

問 1	還元		
問 2	例 塩化コバルト紙をつけ、青色から赤色（桃色）に変化する		
問 3			
問 4	(1)	工	
	(2)	炭素	0.18 g
		銅	1.92 g

問1, 3 この反応では、酸化銅から酸素がとり除かれる還元が起こっている。炭素を使って酸化銅を還元するときの化学反応式は、 $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ となるので、モデルの空欄には、単体の銅を◎で、二酸化炭素を○, ●を組み合わせで表す。矢印の左側と右側で、原子の種類と数は変化しない。

問4 (1) 問3の化学反応式より、この反応で発生した二酸化炭素の質量は、(試料Aの質量) + (炭素粉末の質量) - (試料Bの質量) で求められる。この計算結果を結果の表に加えると、次のようになる。

試料A [g]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
炭素粉末 [g]	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30
試料B [g]	2.34	2.18	2.02	2.08	2.14
二酸化炭素の質量 [g]	0.22	0.44	0.66	0.66	0.66

よって、発生した二酸化炭素の質量が、加えた炭素粉末の質量が 0.18 g までは、加えた炭素粉末の質量に比例して増加し、それ以降は一定となっているⅡのグラフがあてはまる。0.18 g 以降で一定となっているのは、試料Aがすべて反応しているためである。

- (2) **会話2** におけるHさんの最後の発言に、「炭素粉末を加えすぎても、反応しなかった分が不純物になってしまって、銅の割合が低くなる」とあるので、炭素粉末が過不足なくちょうど反応するところを選べばよい。(1)のグラフより、2.50 g の試料Aは、0.18 g の炭素粉末と過不足なく反応するので、この質量の炭素粉末と反応させるのが最も適切である。このとき、加えた 0.18 g の炭素粉末は、すべて二酸化炭素に変化しており、その質量は 0.66 g である。したがって、発生した二酸化炭素中に含まれる酸素の質量は、発生した二酸化炭素の質量 0.66 g から炭素の質量 0.18 g を引いた、 $0.66 - 0.18 = 0.48$ g であり、酸化銅は銅と酸素が 4 : 1 の質量比で結びつくので、求める銅の質量を x とすると、 $4 : 1 = x : 0.48$ これを解いて、 $x = 1.92$ g

【過去問 12】

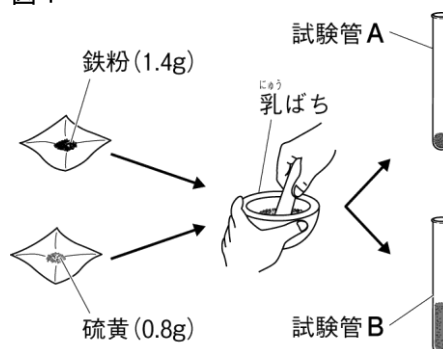
Sさんは、鉄と硫黄^{いおう}の反応について調べるため、次の実験を行いました。これに関する先生との会話文を読んで、あとの問1～問4に答えなさい。

(千葉県 2023 年度)

実験

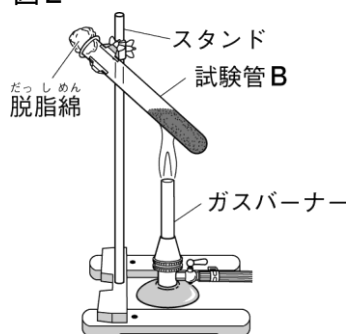
- ① 図1のように、鉄粉1.4gと硫黄^{にゅう}0.8gを乳ばち^{にゅう}に入れ、よく混ぜ合わせ混合物とした。試験管を2本用意して、混合物の $\frac{1}{4}$ くらいを試験管Aに、残りを試験管Bに入れた。

図1



- ② 図2のように、脱脂綿^{だっしめん}で試験管Bにふたをして、混合物の上部を加熱した。混合物の上部が赤くなったところで加熱をやめ、変化のようすを観察した。そのあと、反応が進んで鉄と硫黄はすべて反応し、黒い物質ができた。

図2



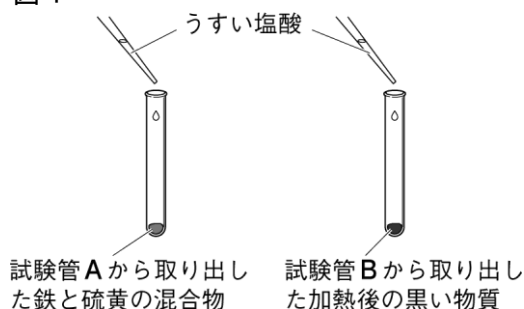
- ③ 図3のように、試験管Aに、磁石を近づけて試験管の中の混合物が磁石に引きつけられるかどうかを調べた。②の試験管Bについても同じように調べた。

図3



- ④ ③の試験管A、Bの中の物質を少量ずつ取り出し、それぞれ別の試験管に入れた。次に、図4のように、それぞれの試験管にうすい塩酸^{すうてき}を数滴入れ、発生する気体に、においがあるかどうかを調べた。

図4



表は、実験の③、④の結果をまとめたものである。

表

	磁石を近づけたとき	うすい塩酸を数滴入れたとき
鉄と硫黄の混合物 (試験管 A)	磁石に引きつけられた	においのない気体が発生した
加熱後の黒い物質 (試験管 B)	磁石に引きつけられなかった	においのある気体が発生した

S さん：実験の③、④の結果から、鉄と硫黄の混合物は加熱したことによって、別の物質に変化したことがわかりました。

先生：そうですね。この実験では、鉄と硫黄の2種類の単体が結びついて、硫化鉄という化合物ができる化学変化が起きました。鉄原子を●，硫黄原子を○としたとき、この化学変化を表したモデルは、次のようになります。



S さん：化学変化を表したモデルから考えると、化学反応式は $\boxed{w}$ と表せます。今回の実験を、鉄粉 1.4 g と硫黄 0.8 g で行ったのはなぜですか。

先生：よい質問ですね。鉄と硫黄がすべて反応するとき、質量の関係は、図5のようになります。

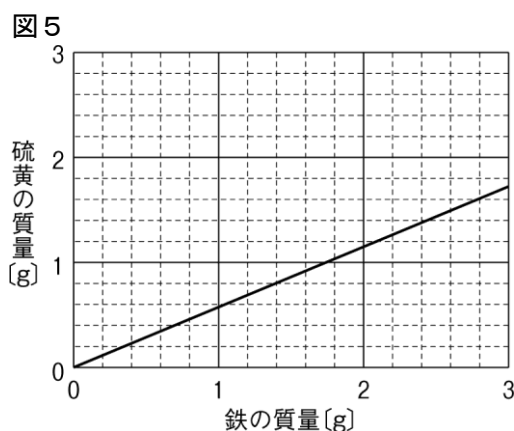
図5から、鉄の質量と、その鉄とすべて反応する硫黄の質量の比を、読み取ってみましょう。

S さん：比例しているので最も簡単な整数比で表すと、鉄の質量：硫黄の質量＝ $\boxed{x}$ となります。つまり、今回の実験はすべて反応する質量で行ったのですね。

先生：そのとおりです。使用する物質の質量について考えて実験しないと、どちらか一方の物質が反応せずにそのまま残ることになります。例えば鉄 11.0 g と硫黄 6.0 g を反応させると、どちらが何 g 残ることになりますか。

S さん： $\boxed{y}$ が $\boxed{z}$ g 残ります。

先生：そのとおりです。では、実験してみましょう。



問1 会話文中の下線部について、化合物として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、その符号を書きなさい。

ア 塩素

イ 酸素

ウ 水素

エ 水

問2 会話文中の $\boxed{w}$ にあてはまる化学変化を、化学反応式で書きなさい。

問3 会話文中の x にあてはまるものとして最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、その符号を書きなさい。

ア 1 : 1

イ 4 : 7

ウ 7 : 4

エ 7 : 11

問4 会話文中の y にあてはまる適当な物質名を、鉄、硫黄のうちから一つ選んで書きなさい。
また、z にあてはまる数値を書きなさい。

問1	
問2	
問3	
問4	y
	z g

問1		エ
問2		$\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$
問3		ウ
問4	y	鉄
	z	0.5 g

問1 単体と化合物

- ・単体……1種類の元素からできている物質。例：水素 (H_2)、酸素 (O_2)、塩素 (Cl_2) など
- ・化合物…2種類以上の元素からできている物質。例：二酸化炭素 (CO_2)、水 (H_2O) など

問2 鉄 (Fe) と硫黄 (S) が結びついて硫化鉄 (FeS) ができる。

問3 鉄粉 1.4 g と硫黄 0.8 g がちょうどすべて反応したことから、鉄の質量 : 硫黄の質量 = $1.4 : 0.8 = 7 : 4$ となる。

問4 鉄の質量 : 硫黄の質量 = $7 : 4$ より、6.0 g の硫黄とちょうどすべて反応する鉄の質量を x とすると、 $7 : 4 = x : 6.0$ 、 $x = 10.5 \text{ g}$ と求められる。よって、 $11.0 - 10.5 = 0.5 \text{ g}$ の鉄が残る。

【過去問 13】

次の問いに答えよ。

(東京都 2023 年度)

問5 次のA～Dの物質を化合物と単体とに分類したものとして適切なのは、次の表のア～エのうちではどれか。

- A 二酸化炭素
B 水
C アンモニア
D 酸素

	化合物	単体
ア	A, B, C	D
イ	A, B	C, D
ウ	C, D	A, B
エ	D	A, B, C

問5	☐ ア ☐ イ ☐ ウ ☐ エ
----	---

問5	ア
----	---

問5 1種類の元素からなる物質を単体，2種類以上の元素からなる物質を化合物という。二酸化炭素は炭素と酸素，水は水素と酸素，アンモニアは窒素と水素からなる。

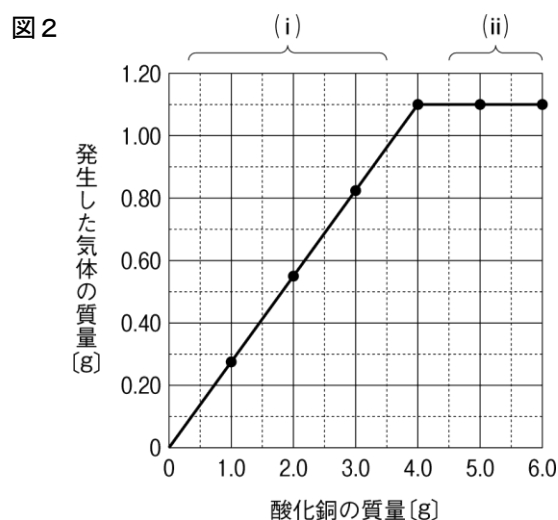
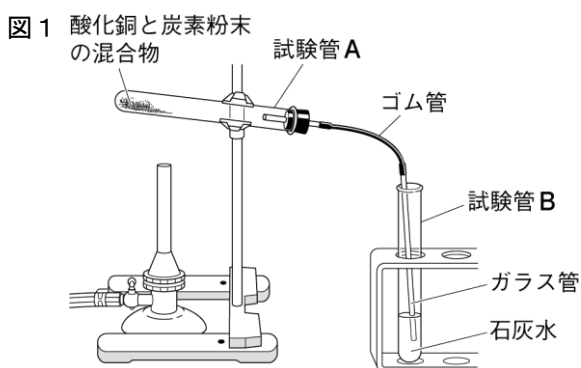
【過去問 14】

Kさんは、酸化物から酸素を取り除く化学変化について調べるために、次のような実験を行った。また、このような化学変化が利用されている例として、製鉄所での製鉄について調べた。これらについて、あとの各問いに答えなさい。ただし、〔実験〕において、酸化銅と炭素粉末との反応以外は起こらないものとする。

(神奈川県 2023 年度)

〔実験〕 図1のような装置を用いて、酸化銅 1.0 g と炭素粉末 0.30 g の混合物を試験管Aに入れて加熱したところ、反応が起こり、気体が発生して試験管B内の石灰水が白く濁った。反応が完全に終わったところで加熱をやめ、試験管Aをよく冷ましてから試験管A内にある固体の質量を測定し、質量保存の法則を用いて、発生した気体の質量を求めた。

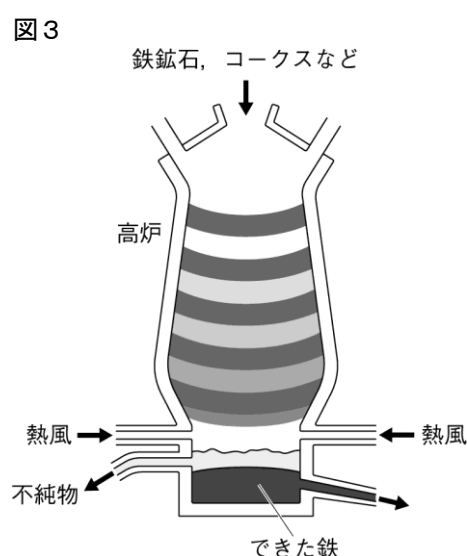
次に、炭素粉末の質量は 0.30 g のまま変えずに、試験管Aに入れる酸化銅の質量を 2.0 g, 3.0 g, 4.0 g, 5.0 g, 6.0 g と変えて同様の操作を行い、発生した気体の質量を求めた。図2は、これらの結果をまとめたものである。



〔製鉄所での製鉄について調べたこと〕

私たちの生活に使われている鉄は、製鉄所で鉄鉱石(酸化鉄)から酸素を取り除くことによって製造されている。

図3のように、高炉に鉄鉱石と、石炭を蒸し焼きにしてできるコークス(炭素)などを入れ、熱風を吹き入れて1500℃以上に加熱すると、酸化鉄がコークスから生じる一酸化炭素と反応して、鉄と二酸化炭素ができる。



問1 〔実験〕の図2中に(i)と(ii)で示した酸化銅の質量の範囲において、反応が完全に終わったときに試験管A内にある固体はそれぞれ何であると考えられるか。(i), (ii)について最も適するものを次の1～4の中からそれぞれ一つずつ選び、その番号を答えなさい。

- 1 銅 2 酸化銅と銅 3 炭素粉末と銅 4 酸化銅と炭素粉末と銅

問2 〔実験〕において、酸化銅6.0gと炭素粉末0.30gの混合物を加熱したときにできる銅の質量として最も適するものを次の1～5の中から一つ選び、その番号を答えなさい。

- 1 2.9g 2 3.2g 3 4.0g 4 4.8g 5 5.2g

問3 次の□は、〔製鉄所での製鉄について調べたこと〕における下線部の反応についてKさんがまとめたものである。(i)文中の(X), (Y)にあてはまるものの組み合わせ、(ii)文中の(Z)にあてはまるものとして最も適するものをそれぞれの選択肢の中から一つずつ選び、その番号を答えなさい。

この反応では、酸化鉄が一酸化炭素によって(X)されて鉄ができ、同時に一酸化炭素が(Y)されて二酸化炭素ができる。このように(X)と(Y)が同時に起こる化学変化の例として、〔実験〕でみられた化学変化のほかに、(Z)化学変化が挙げられる。

(i) 文中の(X), (Y)にあてはまるものの組み合わせ

- 1 X : 酸化 Y : 還元 2 X : 還元 Y : 酸化

(ii) 文中の(Z)にあてはまるもの

- 1 火をつけたマグネシウムリボンを二酸化炭素と反応させて、炭素と酸化マグネシウムができる
2 炭酸水素ナトリウムを空気中で加熱して、炭酸ナトリウムと水と二酸化炭素ができる
3 水酸化バリウム水溶液に硫酸を加えて、水と硫酸バリウムができる

問4 〔製鉄所での製鉄について調べたこと〕について、Kさんは下線部の反応を次のように化学反応式で表した。化学反応式中の(あ), (い)に入れる数字の組み合わせとして最も適するものをあとの1～6の中から一つ選び、その番号を答えなさい。ただし、1～6において、(あ), (い)に数字を入れる必要がない場合は「空欄」としてある。



- 1 あ : 空欄 い : 空欄 2 あ : 空欄 い : 2 3 あ : 2 い : 2
4 あ : 2 い : 3 5 あ : 3 い : 空欄 6 あ : 3 い : 3

問 1	(i)	① ② ③ ④
	(ii)	① ② ③ ④
問 2		① ② ③ ④ ⑤
問 3	(i)	① ②
	(ii)	① ② ③
問 4		① ② ③ ④ ⑤ ⑥

問 1	(i)	3
	(ii)	2
問 2		2
問 3	(i)	2
	(ii)	1
問 4		6

問 1 (i)では、酸化銅はすべて還元されて、銅が残る。また、余った炭素粉末も残っている。(ii)では、酸化銅が還元されて銅が残るが、還元されなかった一部の酸化銅も残っている。

問 2 図 2 より、酸化銅 4.0 g と炭素粉末 0.30 g がちょうど反応することがわかる。酸化銅 6.0 g と炭素粉末 0.30 g で実験を行った場合も、酸化銅 4.0 g と炭素粉末 0.30 g が反応して、1.10 g の気体が発生するため、残る銅は $4.0 + 0.30 - 1.10 = 3.2$ g となる。

問 4 化学反応式では、矢印の前後で原子の種類や数が同じになることに注意する。反応前の一酸化炭素の分子数を x 、反応後の二酸化炭素の分子数を y とおくと、酸素原子 (O) の数に注目したとき、 $3 + x = 2y$ という関係が成り立つ。また、炭素原子 (C) の数に注目したとき、 $x = y$ という関係が成り立つ。これらを解くと、 $x = 3$ 、 $y = 3$ となる。

40

【過去問 16】

以下の問いに答えなさい。

(石川県 2023 年度)

問 1 物質の成り立ちについて，次の(1)，(2)に答えなさい。

(1) 1 種類の物質が 2 種類以上の物質に分かれる化学変化を何というか，書きなさい。

(2) 次のア～エの物質について，分子であるものをすべて選び，その符号を書きなさい。

ア 銅 イ 二酸化炭素 ウ マグネシウム エ 水

問 1	(1)	
	(2)	

問 1	(1)	分解
	(2)	イ，エ

問 1 (2) 銅やマグネシウムは単体で，原子が切れ目なく並んでおり，分子をつくらない。

【過去問 17】

金属を加熱したときの反応について調べるため、次の実験を行った。あとの問いに答えよ。

(福井県 2023 年度)

〔実験〕 金属の粉末を加熱して酸化させたときの質量の変化を調べるため、次の操作を行った。

操作 1 1.00 g の金属の粉末を、あらかじめ質量をはかっておいたステンレス皿に入れた。

操作 2 図 1 のように、金属の粉末をうすく広げ、ガスバーナーで 2 分間加熱したあと、よく冷やしてから図 2 のように質量をはかる。これを 6 回繰り返す。図 3 は、金属 A と金属 B について、加熱した回数と加熱後の粉末の質量との関係を表したグラフであり、金属 A、B は、それぞれアルミニウム、マグネシウム、鉄、銅のいずれかである。

図 1

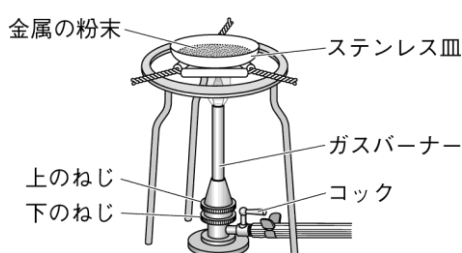
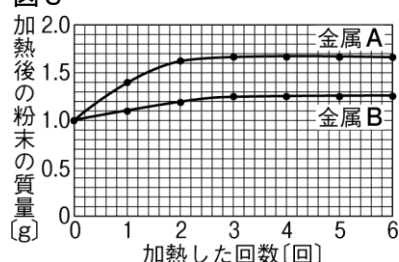


図 2



図 3



問 1 次のア～カの操作を、ガスバーナーの正しい火のつけ方の順に並べかえたときの、4 番目の操作を選んで、その記号を書け。

- ア 下のねじを少しずつ開く。
- イ 下のねじを押さえながら上のねじを少しずつ開き、青い炎にする。
- ウ ガスの元栓とコックを開く。
- エ マッチに火をつけ、炎をガスバーナーの先に近づける。
- オ 下のねじで炎の大きさを調節する。
- カ 上下 2 つのねじがしまっているか確かめる。

問 2 表は、金属を加熱したときに、金属とその金属に結びつく酸素との質量の比を示したものである。金属 A は何か、その名称を書け。また、この金属が酸素と結びつくときの反応を化学反応式で書け。

表

金属	金属：結びつく酸素
アルミニウム	9 : 8
マグネシウム	3 : 2
鉄	7 : 3
銅	4 : 1

問 3 図 3 で、金属 B を 1 回加熱したとき、加熱後の粉末の質量は 1.10 g であった。このとき反応した金属の質量は、はじめの質量の何%か、整数で書け。

問 4 この実験で金属の粉末の質量変化を正しく測定するためには、加熱により質量が変化してはいけないうものがある。それは何か、その名称を書け。また、その質量が加熱により変化しないことをどのように確認するか、その方法を簡潔に書け。

問 1		
問 2	名称	
	化学反応式	
問 3	%	
問 4	名称	
	方法	

問 1	ア	
問 2	名称	マグネシウム
	化学反応式	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$
問 3	40 %	
問 4	名称	ステンレス皿
	方法	ステンレス皿に何も入れずに加熱し、加熱前後の質量を比べる。

問 1 カ→ウ→エ→ア→オ→イの順に操作する。

問 2 図 3 から、1.00 g の金属 A を繰り返し加熱すると、酸素と結びついて、およそ 1.67 g の物質になることがわかる。表から、金属と反応後の物質の質量比をまとめると、アルミニウム：酸化アルミニウム＝9：17，マグネシウム：酸化マグネシウム＝3：5，鉄：酸化鉄＝7：10，銅：酸化銅＝4：5 である。1.00：1.67≒3：5 より、金属 A はマグネシウムである。マグネシウムの酸化は、 $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ と表される。

問 3 図 3 から、1.00 g の金属 B を繰り返し加熱すると、酸素と結びついて、およそ 1.25 g の物質ができる。1.00：1.25＝4：5 より、金属 B は銅であると考えられる。1.00 g の銅を加熱して 1.10 g の酸化銅ができたとき、結びついた酸素は 1.10－1.00＝0.10 g なので、この酸素と結びついた銅の質量を x とすると、 $4：1＝x：0.10$ ， $x＝0.40$ g となり、これははじめの質量の $\frac{0.40}{1.00}＝40\%$ である。

【過去問 18】

水とエタノールの混合物を加熱したときに出てくる物質の性質を調べるために、次の実験を行った。問1～問5に答えなさい。

(山梨県 2023 年度)

- 〔実験〕① 水 20cm^3 とエタノール 5cm^3 の混合物を、図1の装置を使って加熱し、ガラス管から出てくる物質を、はじめから順に、3本の試験管A、B、Cに 3cm^3 ずつ集めた。
- ② 装置のガラス管の先端が試験管にたまった液体の中に入っていないことを確認し、ガスバーナーの火を消した。
- ③ 試験管A、B、Cに集めた液体を、燃焼さじにとり、火をつけて燃えるかどうかを調べた。火がついたものは、図2のように、かわいた集気びんの中に入れた。火が消えるまで燃焼させたところ、集気びんの内側がくもった。
- ④ 集気びんの内側についた液体に青色の塩化コバルト紙をつけた。
- ⑤ 集気びんに石灰水を入れふたをしてよく振った。
- ⑥ 実験の結果を表にまとめた。

図1

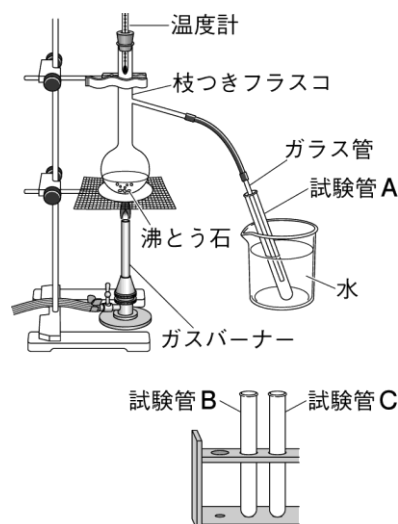
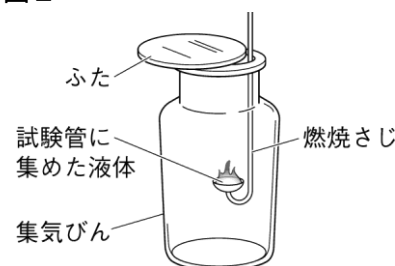


図2



表

	試験管A	試験管B	試験管C
実験③の結果	よく燃える	燃えるが、すぐ消える	燃えない
実験④の結果	赤色になる	赤色になる	—
実験⑤の結果	白くにごる	白くにごる	—

問1 次の は、エタノールを加熱したときの状態変化について述べた文章である。①～③に当てはまるものをア～ウから一つずつ選び、その記号をそれぞれ書きなさい。

エタノールが液体から気体になると、体積は、① [ア 大きくなる イ 小さくなる ウ 変わらない]。粒子の大きさは、② [ア 大きくなる イ 小さくなる ウ 変わらない]。また、粒子の数は、③ [ア 増える イ 減る ウ 変わらない]。

問2 〔実験〕の②で、下線部の操作を行う理由を、簡潔に書きなさい。

問3 〔実験〕の③で、集めた液体中のエタノールが燃焼した。このように物質が化学変化しているものを、次のア～エから一つ選び、その記号を書きなさい。

- ア 氷がとけて水になる。 イ 水に食塩を入れるととける。
- ウ うすい塩酸に亜鉛を入れるととける。 エ 光電池に光を当てると電気が発生する。

問4 〔実験〕の結果から、試験管Aに集めた液体にふくまれていると考えられる原子は何か、その原子の元素記号を二つ書きなさい。

問5 手指の消毒に用いる消毒用アルコールは、エタノールが主成分である。消毒用アルコール 420 g にふくまれるエタノールの質量パーセント濃度が 80% のとき、この消毒用アルコールにふくまれるエタノールの質量は何 g か、求めなさい。

問 1	㉑		㉒		㉓	
問 2						
問 3						
問 4						
問 5	g					

問 1	㉑	ア	㉒	ウ	㉓	ウ
問 2	例 試験管にたまった液体が逆流するのを防ぐため					
問 3	ウ					
問 4	C			H		
問 5	336 g					

問1 状態変化

物質の状態が、液体、固体、気体と変わること、物質の状態変化という。状態変化では、物質をつくる粒子の大きさや数、種類は変わらず、粒子の運動のようすが変化する。

問2 ガラス管の先端が液体の中に入ったまま、ガスバーナーの火を消すと、枝つきフラスコ内が冷えることで気体の体積が急激に小さくなり、ガラス管の先端から液体が逆流することがある。液体が逆流すると急に冷やされた枝つきフラスコが割れるおそれがある。

問4 集気びんで試験管 A の液体を燃焼させると、集気びんの内側がくもり、石灰水が白くにごる。集気びんの内側についた液体は青色の塩化コバルト紙を赤色にすることから水であることがわかり、試験管 A の液体は燃えると水を発生することから水素 H をふくむと考えられる。また、石灰水は二酸化炭素を通すと白くにごるため、試験管 A の液体は燃えると二酸化炭素を発生することから炭素 C をふくむと考えられる。

問5 質量パーセント濃度

溶質の質量が溶液全体の質量の何%にあたるかを表したものを質量パーセント濃度という。質量パーセン

ト濃度は以下の式で求められる。

$$\text{質量パーセント濃度【\%】} = \frac{\text{溶質の質量【g】}}{\text{溶液の質量【g】}} \times 100 = \frac{\text{溶質の質量【g】}}{\text{溶媒の質量【g】} + \text{溶質の質量【g】}} \times 100$$

消毒用アルコール 420 g にふくまれるエタノールの質量パーセント濃度が 80% であるから、ふくまれるエ

タノールの質量は、 $420 \times \frac{80}{100} = 336 \text{ g}$ となる。

【過去問 19】

金属の酸化について調べるために次の実験を行った。問1～問5に答えなさい。ただし、ステンレス皿の質量は加熱の前後で変化せず、ステンレス皿は銅やマグネシウムと化学反応しないものとする。

(山梨県 2023 年度)

- 〔実験1〕① ステンレス皿の質量を測定した後、0.60 g の銅粉をはかりとった。
- ② 図1のように、はかりとった銅粉をステンレス皿にうすく広げ、ガスバーナーで全体の色が変化するまで加熱した。
- ③ ステンレス皿を冷やし、ステンレス皿を含めた全体の質量を測定した。
- ④ 質量の変化がなくなるまで、②と③の操作を繰り返した。
- ⑤ 全体の質量からステンレス皿の質量を引いて、生じた酸化銅の質量を求めた。その後、銅粉の質量を変えて同様の実験を行った。表1は、反応前の銅の質量と反応後に生じた酸化銅の質量をまとめたものである。



表1

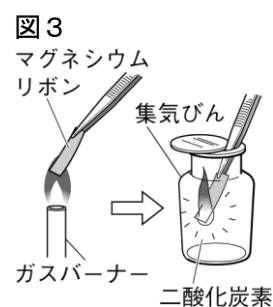
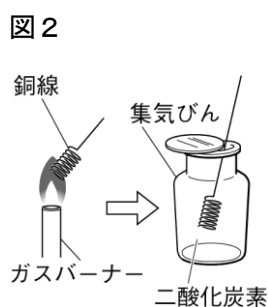
銅の質量 [g]	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60
酸化銅の質量 [g]	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00

- 〔実験2〕 マグネシウム粉末を用いて、〔実験1〕と同様の実験を行った。表2は、反応前のマグネシウムの質量と反応後に生じた酸化マグネシウムの質量をまとめたものである。

表2

マグネシウムの質量 [g]	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80
酸化マグネシウムの質量 [g]	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00

- 〔実験3〕① 図2のように、銅線を加熱し、二酸化炭素で満たした集気びんの中に入れたところ、全く反応しなかった。
- ② 図3のように、マグネシウムリボンに火をつけ、二酸化炭素で満たした集気びんの中に入れたところ、激しい反応が起こった。反応後、集気びんの中に酸化マグネシウムと、炭素が生じた。



- 問1 〔実験1〕, 〔実験2〕で、生じた酸化銅と酸化マグネシウムの色はそれぞれ何色か、次のア～エから一つずつ選び、その記号をそれぞれ書きなさい。ただし、同じ記号を使ってもよい。

ア 黒色 イ 赤色 ウ 茶色 エ 白色

- 問2 〔実験1〕で、銅の質量と化合した酸素の質量の比を求め、最も簡単な整数の比で書きなさい。

問3 「実験2」で起こった化学変化は、マグネシウム原子を●、酸素原子を○のモデルで表すと、どのように表されるか。次の式の□**①**，□**②**に当てはまる**モデル**をそれぞれかきなさい。ただし，○○は酸素分子のモデルであり，反応の前後で原子の種類と数は変わらないものとする。



問4 「実験1」，「実験2」で使用した銅粉とマグネシウム粉末の混合物 3.50 g を，十分に加熱したところ，加熱後の物質の質量は 5.00 g になった。この混合物中にふくまれていた銅は何 g か，求めなさい。ただし，加熱後の物質は，混合物中の銅とマグネシウムが，酸素と完全に反応した結果生じた物質であるものとする。

問5 「実験3」の結果から，銅，マグネシウム，炭素を，**酸素と結びつきやすい順**に並べるとどのようなになるか，次の□**①**～□**③**に当てはまる**物質名**をそれぞれ書きなさい。

酸素と結びつきやすい順 □**①** > □**②** > □**③**

問 1	酸化銅		酸化マグネシウム	
問 2	銅 酸素 :			
問 3	①			
	②			
問 4	g			
問 5	①			
	②			
	③			

問 1	酸化銅		酸化マグネシウム	
	ア		エ	
問 2	銅		酸素	
	4		:	1
問 3	①			
	②			
問 4	2. 00 g			
問 5	①	マグネシウム		
	②	炭素		
	③	銅		

問 2 加熱してできた酸化銅の質量と加熱した銅の質量の差が結びついた酸素の質量となる。表 1 より、0.60 g の銅と結びついた酸素の質量は $0.75 - 0.60 = 0.15$ g である。よって、銅の質量と結びついた酸素の質量の比は、 $0.60 \text{ g} : 0.15 \text{ g} = 4 : 1$ となる。

問 4 銅粉とマグネシウム粉末の混合物 3.50 g 中にふくまれる銅の質量を x とすると、混合物中のマグネシウムの質量は $(3.50 - x)$ と表せる。銅の質量と結びついた酸素の質量の比が $4 : 1$ であるため、

混合物中の銅と結びついた酸素の質量は $\frac{1}{4}x$ と表せる。また、マグネシウムの質量と結びついた酸素

の質量の比は、表 2 より、 $3 : 2$ であるため、混合物中のマグネシウムと結びついた酸素の質量は $\frac{2}{3} \times (3.50 - x)$ と表せる。銅粉とマグネシウム粉末の混合物 3.50 g と結びついた酸素の質量は

$5.00 - 3.50 = 1.50$ g であり、混合物中の銅とマグネシウムがそれぞれ結びついた酸素の質量の和

と等しい。したがって、混合物中にふくまれていた銅の質量は $\frac{1}{4}x + \frac{2}{3} \times (3.50 - x) = 1.50$ より

$x = 2.00$ g となる。

問 5 〔実験 3〕の①より、加熱した銅線を二酸化炭素中に入れても反応しなかったことから、炭素は銅よりも酸素と結びつきやすいことがわかる。同様に、〔実験 3〕の②より、火をつけたマグネシウムを二酸化炭素中に入れると、二酸化炭素が還元されて炭素が生じ、炭素と結びついていた酸素がマグネシウムと結びついて酸化マグネシウムが生じることから、マグネシウムは炭素よりも酸素と結びつきやすいことがわかる。

【過去問 20】

問いに答えなさい。

(長野県 2023 年度)

問1 大村さんは、化学カイロの成分である鉄粉、活性炭、食塩水を混ぜると熱が発生することを学習し、加える食塩水の濃度が、混合物の温度変化に関係するのではないかと考え、次のような実験を行った。

〔実験1〕

① 5つの同じビーカーA～Eを用意し、それぞれに鉄粉5gと活性炭の粉末3gを入れてかき混ぜた。

② A～Eのそれぞれに加える食塩水の濃度を変えるため、表1に示した質量パーセント濃度の食塩水を用意した。

③ A～Eのそれぞれに、図1のように、食塩水2mLを加え、ガラス棒でよくかき混ぜてから、1分ごとに混合物の温度をはかった。

④ ③の結果を図2のグラフに表した。

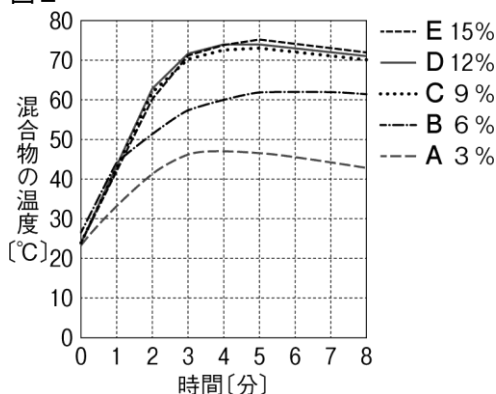
図1



表1

	A	B	C	D	E
加える食塩水の質量パーセント濃度[%]	3	6	9	12	15

図2



(1) 鉄粉と活性炭の混合物に食塩水を加えると、鉄が酸化して混合物の温度が上がる。

i 化学変化が起こるときに熱を周囲に出す反応を何というか、漢字4字で書きなさい。

ii 化学変化によって熱が発生するものとして最も適切なものを、次のア～エから1つ選び、記号を書きなさい。

ア 白熱電球が点灯する。

イ 電磁調理器で水を加熱する。

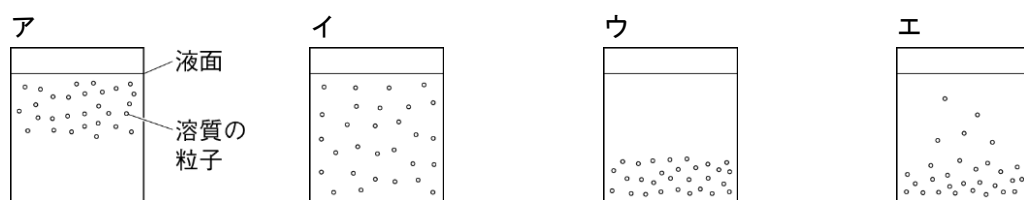
ウ ドライヤーから温風を出す。

エ ストープの石油が燃焼する。

(2) 大村さんは、実験1の②で、食塩水を用意するために、はじめに質量パーセント濃度が15%の食塩水をつくった。

i 質量パーセント濃度が15%の食塩水の一部を用いて、質量パーセント濃度が12%の食塩水20gをつくる時、加える水の質量は何gか、整数で書きなさい。

- ii 溶質が完全にとけ、濃さが均一になった食塩水を室温で放置したとき、食塩水中の溶質の粒子のようすを模式的に示したものとして最も適切なものを、次のア～エから1つ選び、記号を書きなさい。



- (3) 大村さんは、図2で、C、D、Eのグラフの変化から、加える食塩水の質量パーセント濃度が9%以上では温度変化のようすに違いがみられないと考えた。そこで、温度変化のようすに違いがみられるのは、食塩水の質量パーセント濃度がおよそ何パーセントまでなのかを調べるために、質量パーセント濃度が異なる食塩水を新たに2つ用意することにした。この食塩水の質量パーセント濃度として適切な値を、整数で2つ書きなさい。また、そのように判断した理由を簡潔に書きなさい。

問 1	(1)	i		
		ii		
	(2)	i	g	
		ii		
	(3)	濃度	%	%
		理由		

問 1	(1)	i	発熱反応	
		ii	エ	
	(2)	i	4 g	
		ii	イ	
	(3)	濃度	7 %	8 %
		理由	例 食塩水の質量パーセント濃度が6%と9%では、温度変化のようすに違いがあるので、その間の質量パーセント濃度について調べる必要があるから	

問 1 (1) ii 化学変化によって熱が発生するとき、物質がもつ化学エネルギーが熱エネルギーに変換されている。
 エでは石油がもつ化学エネルギーが燃焼によって熱エネルギーに変換されている。アは電気エネルギーが熱エネルギーや光エネルギーに変換されている。イ、ウは電気エネルギーが熱エネルギーに変換されている。

(2) i 質量パーセント濃度

ある溶液の質量パーセント濃度は、次の式で求められる。

$$\begin{aligned}
 \text{質量パーセント濃度【\%】} &= \frac{\text{溶質の質量【g】}}{\text{溶液の質量【g】}} \times 100 \\
 &= \frac{\text{溶質の質量【g】}}{\text{溶質の質量【g】} + \text{溶媒の質量【g】}} \times 100
 \end{aligned}$$

12%の食塩水 20 g をつくるために必要な食塩の質量は、 $20 \text{ g} \times \frac{12}{100} = 2.4 \text{ g}$ である。2.4 g の食塩がふくまれている 15%の食塩水の質量を $x \text{ g}$ とすると、 $\frac{2.4}{x} = \frac{15}{100}$ より、 $x = 16 \text{ g}$ である。よって、15%の食塩水 16 g に水を加えて 20 g にすればよいから、加える水の質量は、 $20 - 16 = 4 \text{ g}$ である。

ii 溶質が完全にとけて濃さが均一になった水溶液を放置したとき，溶質の粒子は水溶液中で均一に広がったまま変化しない。

- (3) 図2では，3%のAと6%のBでは温度変化のようすに違いがあり，9%以上のC，D，Eになると温度変化のようすに違いがみられなくなる。よって，6%より高く，9%より低い質量パーセント濃度のものを用意して実験を行えばよいから，質量パーセント濃度が整数のものを2つ用意する場合は，7%と8%となる。

【過去問 21】

化学変化とイオン及び化学変化と原子・分子に関する問いに答えなさい。

(静岡県 2023 年度)

問2 Sさんは、水素と酸素が反応することで電気が発生する燃料電池に興味をもち、燃料電池について調べた。
資料1は、燃料電池で反応する水素と酸素の体積比を調べるために、Sさんが行った実験の結果をまとめたレポートの一部を示したものである。

＜資料1＞

準備 燃料電池、タンクP、タンクQ、光電池用モーター

実験 図6のように、タンクPに気体の水素8cm³を、タンクQに気体の酸素2cm³を入れ、水素と酸素を反応させる。燃料電池に接続した光電池用モーターの回転が終わってから、タンクP、Qに残った気体の体積を、それぞれ測定する。その後、タンクQに入れる気体の酸素の体積を4cm³、6cm³、8cm³に変えて、同様の実験を行う。

結果 表3のようになった。

考察 表3から、反応する水素と酸素の体積比は2：1である。

図6

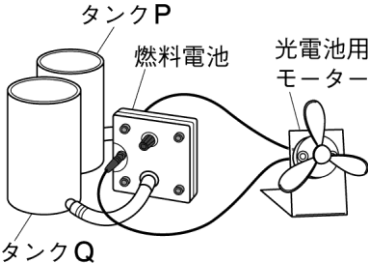


表3

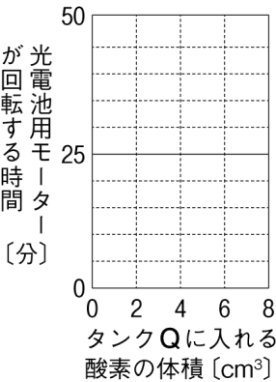
入れた水素の体積[cm ³]	8	8	8	8
入れた酸素の体積[cm ³]	2	4	6	8
残った水素の体積[cm ³]	4	0	0	0
残った酸素の体積[cm ³]	0	0	2	4

① この実験で用いた水素は、水を電気分解して発生させたが、ほかの方法でも水素を発生させることができる。次のア～エの中から、水素が発生する反応として適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

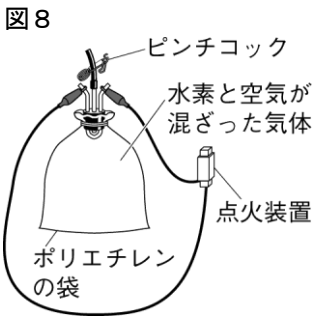
- ア 酸化銀を試験管に入れて加熱する。 イ 酸化銅と炭素を試験管に入れて加熱する
ウ 硫酸と水酸化バリウム水溶液を混ぜる。 エ 塩酸にスチールウール（鉄）を入れる。

② 燃料電池に接続した光電池用モーターが回転しているとき、反応する水素と酸素の体積比は2：1であり、水素1cm³が減少するのにかかる時間は5分であった。表3をもとにして、タンクPに入れる水素の体積を8cm³にしたときの、タンクQに入れる酸素の体積と光電池用モーターが回転する時間の関係を表すグラフを、図7にかきなさい。ただし、光電池用モーターが回転しているとき、水素は一定の割合で減少しているものとする。

図7



問3 図8のように、ポリエチレンの袋の中に、同じ体積の、水素と空気を入れて密閉し、点火装置で点火すると、水素と酸素が2：1の体積の割合で反応し、水が発生した。反応後、ポリエチレンの袋の中に残った気体の温度が点火前の気体の温度と等しくなるまでポリエチレンの袋を放置したところ、発生した水はすべて液体になり、ポリエチレンの袋の中に残った気体の体積は 28cm^3 になった。ポリエチレンの袋の中の酸素はすべて反応したとすると、反応後にポリエチレンの袋の中に残っている水素の体積は何 cm^3 であると考えられるか。計算して答えなさい。ただし、空気には窒素と酸素だけが含まれており、窒素と酸素は4：1の体積比で混ざっているものとする。また、水素と酸素の反応以外の反応は起こらないものとする。



問2	①	
	②	図7 光電池用モーターが回転する時間 [分] タンクQに入れる酸素の体積 [cm^3]
問3		cm^3

問2	①	エ
	②	光電池用モーターが回転する時間 [分] タンクQに入れる酸素の体積 [cm^3]
問3		12 cm^3

問2 ① 塩酸に鉄を入れると水素が発生する。なお、酸化銀を加熱すると分解して銀と酸素ができる。酸化銅と炭素を混合して加熱すると、酸化銅が還元され、銅と二酸化炭素ができる。硫酸と水酸化バリウム水溶液を混ぜると硫酸バリウムの沈殿ができるが、気体は発生しない。

② 反応する水素と酸素の体積比が2 : 1であることから、水素 8 cm^3 と酸素 4 cm^3 がちょうど反応することがわかる。水素 1 cm^3 が減少するのにかかる時間が5分であることから、水素 8 cm^3 が減少するの

にかかる時間は、 $\frac{8\text{ cm}^3}{1\text{ cm}^3} \times 5\text{ 分} = 40\text{ 分}$ と求められる。よって、原点から、「酸素の体積 4 cm^3 、回転

する時間 40 分」の点までは比例の直線となり、酸素の体積が 4 cm^3 以上では、回転する時間は 40 分で一定となるグラフをかけばよい。

問3 最初に入れた水素の体積を $x\text{ cm}^3$ とすると、最初に入れた空気の体積も $x\text{ cm}^3$ となる。空気には窒素と酸素だけが含まれており、窒素と酸素は4 : 1の体積比で混ざっていることから、この袋の中の窒素

の体積は $\frac{4}{5}x\text{ cm}^3$ 、酸素の体積は $\frac{1}{5}x\text{ cm}^3$ である。水素と酸素が2 : 1の体積の割合で反応したことから、2 :

$1 = \frac{2}{5}x : \frac{1}{5}x$, 袋の中の酸素はすべて反応しているので、水素は $\frac{2}{5}x\text{ cm}^3$ 反応したことになる。つまり、反応後の袋に残っている水素の体積は、 $x - \frac{2}{5}x = \frac{3}{5}x\text{ cm}^3$ である。反応によって発生した水はすべて液体にな

ったので、ポリエチレンの袋に残った気体は、 $\frac{3}{5}x\text{ cm}^3$ の水素と、 $\frac{4}{5}x\text{ cm}^3$ の窒素である。つまり、 $\frac{3}{5}x + \frac{4}{5}x =$

28 が成り立ち、これを解くと $x = 20$ となる。よって、反応後に袋の中に残っている水素の体積は、 $\frac{3}{5}x = \frac{3}{5} \times 20 = 12\text{ cm}^3$ である。

【過去問 22】

塩酸の反応について調べるため、次の〔実験〕を行った。

- 〔実験〕① 図1のように、石灰石（炭酸カルシウム）1.00 gをビーカーAに、塩酸 15cm³を別のビーカーに入れ、電子てんびんで全体の質量を測定した。
- ② 次に、①のビーカーAに、①の塩酸 15cm³を全て入れて混ぜ合わせると、気体が発生した。
- ③ 気体が発生しなくなったら、図2のように、電子てんびんで全体の質量を測定した。
- ④ 石灰石の質量を 2.00 g, 3.00 g, 4.00 g, 5.00 g, 6.00 g に変え、それぞれビーカーB, C, D, E, Fに入れた場合について、①から③までと同じことを行った。

図1

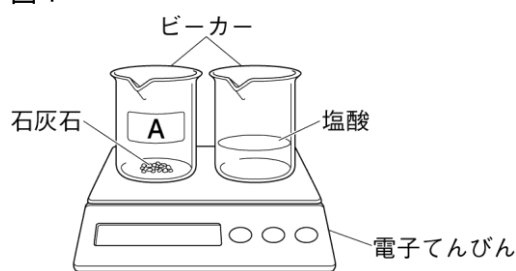
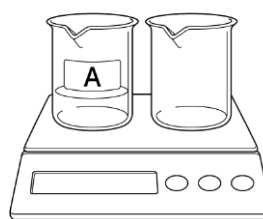


図2



表は、〔実験〕の結果をまとめたものである。

表

ビーカー	A	B	C	D	E	F
石灰石の質量 [g]	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
反応前の全体の質量 [g]	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00
反応後の全体の質量 [g]	74.56	75.12	75.90	76.90	77.90	78.90

次の問1から問4までに答えなさい。

(愛知県 2023 年度)

問1 〔実験〕の反応で発生した気体と同じ気体を発生させる方法として最も適当なものを、次のアからエまでのの中から選びなさい。

- ア 亜鉛にうすい塩酸を加える。
- イ 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混ぜて加熱する。
- ウ 塩化銅水溶液を電気分解する。
- エ 炭酸水素ナトリウムを加熱する。

問2 〔実験〕の結果をもとに、質量保存の法則を利用して、発生した気体の質量を求めることができる。次の文は、化学変化の前後で物質全体の質量が変化しないことを説明したものである。文中の(Ⅰ)と(Ⅱ)のそれぞれにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、下のアからカまでのの中から選びなさい。

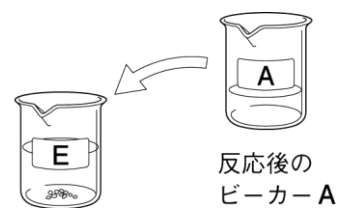
化学変化の前後で、原子の(Ⅰ)は変化するが、原子の(Ⅱ)は変化しない。

- | | | | | | |
|---|----------|---------|---|----------|--------|
| ア | Ⅰ 組み合わせ, | Ⅱ 体積 | イ | Ⅰ 組み合わせ, | Ⅱ 種類と数 |
| ウ | Ⅰ 体積, | Ⅱ 組み合わせ | エ | Ⅰ 体積, | Ⅱ 種類と数 |
| オ | Ⅰ 種類と数, | Ⅱ 組み合わせ | カ | Ⅰ 種類と数, | Ⅱ 体積 |

問3 [実験] で、石灰石の質量が 5.00 g のとき、ビーカー E に、
石灰石の一部が反応せずに残っていた。

図3のように、反応後のビーカー E に、反応後のビーカー A の水溶液を混ぜ合わせると、気体が発生した。十分に反応して気体が発生しなくなった後も、ビーカー E には、石灰石の一部が残っていた。このとき残った石灰石を全て反応させるためには、[実験] で用いた塩酸を、ビーカー E にさらに少なくとも何 cm^3 加えればよいか。最も適当なものを、次のアからカまでのの中から選びなさい。

図3



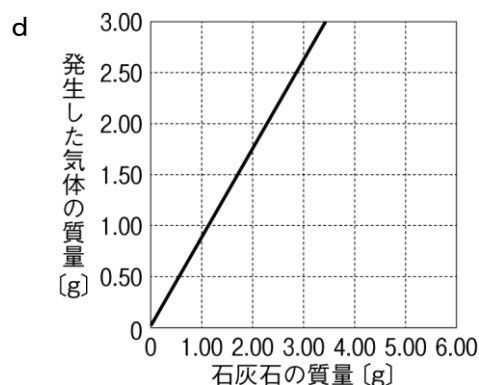
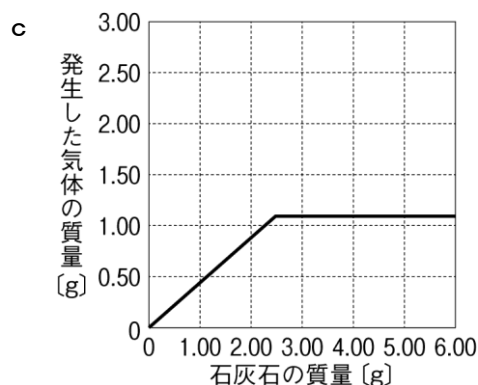
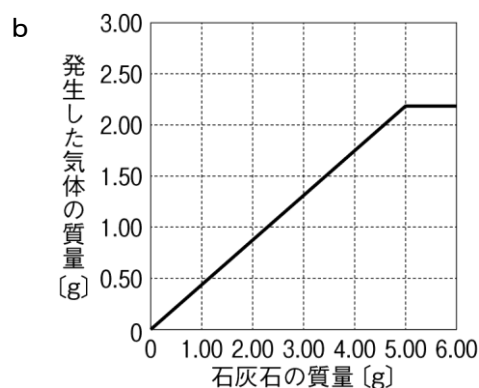
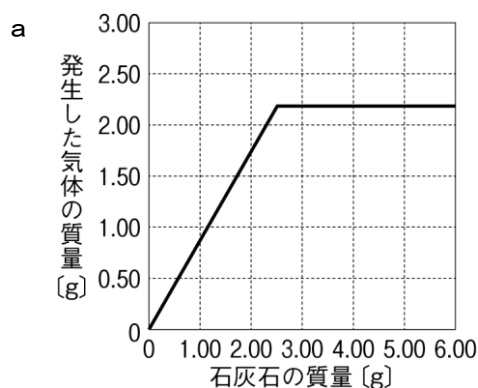
反応後のビーカー A の水溶液を混ぜ合わせた反応後のビーカー E

- ア 2 cm^3 イ 3 cm^3 ウ 4 cm^3 エ 5 cm^3 オ 6 cm^3 カ 7 cm^3

問4 [実験] で用いた塩酸の2倍の濃さの塩酸を準備し、その塩酸 15 cm^3 を用いて [実験] と同じことを行った。次の文は、2倍の濃さの塩酸を用いたときの、反応する石灰石の質量と発生した気体の質量について説明したものである。文中の (I) と (II) のそれぞれにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、下のアからエまでのの中から選びなさい。また、このときのグラフとして最も適当なものを、あとの a から d までのの中から選びなさい。

[実験] で用いた塩酸の2倍の濃さの塩酸 15 cm^3 と過不足なくちょうど反応する石灰石の質量は、[実験] で用いたもとの濃さの塩酸 15 cm^3 と反応した石灰石の質量に対して (I)、また、2倍の濃さの塩酸を用いたときに、反応した石灰石 1.00 g あたりで発生する気体の質量は、もとの濃さのときに対して (II)。

- ア I 変わらず, II 変わらない イ I 変わらず, II 2倍となる
ウ I 2倍となり, II 変わらない エ I 2倍となり, II 2倍となる



問 1	ア イ ウ エ					
問 2	ア イ ウ エ オ カ					
問 3	ア イ ウ エ オ カ					
問 4	説明文	ア イ ウ エ				
	グラフ	a b c d				

問 1	エ					
問 2	イ					
問 3	オ					
問 4	説明文	ウ				
	グラフ	b				

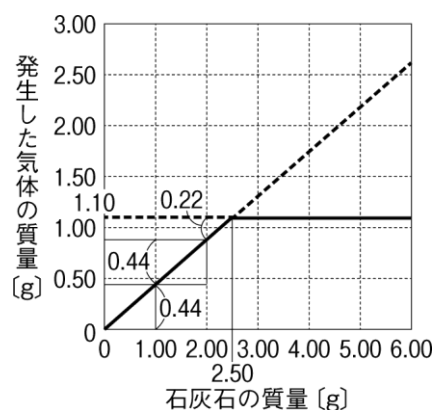
問 1 〔実験〕のように、石灰石に塩酸を加えると、二酸化炭素が発生する。二酸化炭素を発生させる方法は、エの炭酸水素ナトリウムの熱分解 ($2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) があてはまる。なお、アでは水素、イではアンモニア、ウでは塩素が、それぞれ発生する。

問 3 〔実験〕で発生した二酸化炭素の質量は、(反応前の全体の質量) - (反応後の全体の質量) で求められる。これを計算し、発生した二酸化炭素の質量を表に加えると、次のようになる。

ビーカー	A	B	C	D	E	F
石灰石の質量 [g]	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
反応前の全体の質量 [g]	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00
反応後の全体の質量 [g]	74.56	75.12	75.90	76.90	77.90	78.90
発生した二酸化炭素の質量 [g]	0.44	0.88	1.10	1.10	1.10	1.10

この表から、**A**、**B**のときは石灰石よりも塩酸の方が多いため、石灰石は全て反応しているが、**B**と**C**の間で過不足なく反応し、また、**C**～**F**では石灰石の方が多く、塩酸が全て反応して、それ以上石灰石を加えても、発生する二酸化炭素の質量が一定となっていることがわかる。図に表すと右のようになり、このグラフから、石灰石 2.50 g と塩酸 15cm³ が過不足なくちょうど反応することがいえる。

ビーカー**A**と**E**を混ぜ合わせたものでは、石灰石の質量は $1.00 + 5.00 = 6.00$ g、塩酸の体積は $15 + 15 = 30$ cm³ となるので、過不足なくちょうど反応するときの石灰石の質量と塩酸の体積の比である $2.50 \text{ g} : 15 \text{ cm}^3 = 6.00 \text{ g} : 36 \text{ cm}^3$ とくらべると、塩酸が 6 cm³ 不足している。



問4 **I**…2倍の濃さの塩酸では、溶質である塩化水素の量が2倍となっているので、同じ体積あたりに結びつくことのできる石灰石の量も2倍となる。**II**…塩化水素の濃さが2倍となり、溶質の塩化水素の量が2倍となっても、結びつく石灰石の量が同じであれば、その石灰石が全て反応して発生する二酸化炭素の質量は変わらない。

また、濃さが2倍で溶質の量も2倍の塩酸は、**〔実験〕**のときにくらべ、結びつくことができる石灰石の量が2倍となるため、**〔実験〕**のときに過不足なく反応した 2.50 g の2倍の量 (5.00 g) の石灰石までが反応し、2倍の量の二酸化炭素を発生する。よって、グラフは、(5.00 g, 2.20 g) の点までは石灰石の質量と発生した気体の質量が比例し、それ以降は一定 (**b**) となる。

【過去問 23】

次の実験について、あとの各問いに答えなさい。

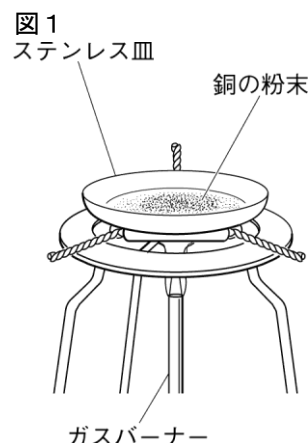
(三重県 2023 年度)

〈実験〉 銅が酸素と結びつく変化と酸化銅から酸素を取り除く変化について調べるために、次の①、②の実験を行った。

- ① 〈目的〉 銅と酸素が結びついて酸化銅ができるときの、銅の質量と酸素の質量との関係について調べる。

〈方法〉 1.40 g の銅の粉末をステンレス皿にうすく広げ、図1のようにガスバーナーでステンレス皿ごと一定時間加熱した。加熱をやめて、ステンレス皿全体をじゅうぶんに冷ましてから、電子てんびんでステンレス皿全体の質量を測定した。

測定後、ステンレス皿の中の物質をよくかき混ぜてからうすく広げて、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、測定したステンレス皿全体の質量からステンレス皿の質量を引いて求めた。



〈結果〉 加熱回数と加熱後の物質の質量をまとめると、表のようになった。

表

加熱回数	1 回	2 回	3 回	4 回	5 回	6 回
加熱後の物質の質量[g]	1.57	1.67	1.73	1.75	1.75	1.75

- ② 〈目的〉 酸化銅から酸素を取り除く変化について調べる。

〈方法〉 図2のように、試験管 a に 1.33 g の酸化銅と 0.10 g の炭素の粉末の混合物を入れて、ガスバーナーで加熱し、発生した気体を試験管 b の石灰水に通した。反応が終わった後、ガラス管を石灰水から引きぬき、ガスバーナーの火を消した。その後、図3のようにすぐに目玉クリップでゴム管を閉じた。試験管 a をじゅうぶんに冷ましてから、試験管 a の中に残った物質を取り出して調べた。

〈結果〉 石灰水が白くにごった。試験管 a の中に残った物質は、赤色をしていた。

図2

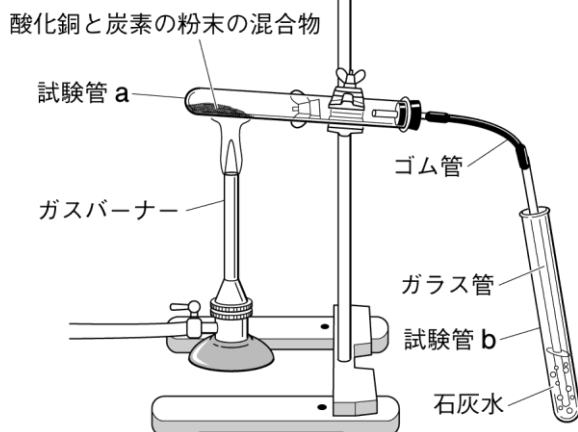
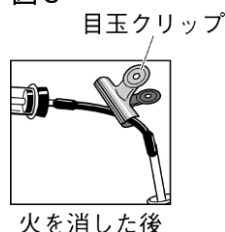


図3



問1 ①について、次の(a)～(c)の各問いに答えなさい。

- (a) 銅と酸素が結びついてできる酸化銅は何色か、次のア～エから最も適当なものを1つ選び、その記号を書きなさい。

ア 緑色

イ 白色

ウ 黒色

エ 銀色

- (b) 銅と酸素が結びついて酸化銅ができるとき、銅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。

- (c) 銅の粉末の加熱回数が2回のとき、加熱後の物質の中に残っている、酸素と結びつかなかった銅の質量は何gか、求めなさい。

問2 ②について、次の(a)～(c)の各問いに答えなさい。ただし、試験管 a の中では、酸化銅と炭素の粉末との反応以外は起こらないものとする。

- (a) 下線部の操作を行うのはなぜか、その理由を「試験管 a に」に続けて、簡単に書きなさい。
- (b) 次の文は、実験の結果についての、あかりさんと先生の会話文である。このことについて、下の(i), (ii)の各問いに答えなさい。

先生：実験の結果から、どのような化学変化が起こったのか、考えてみましょう。まず、この実験で何ができたと考えられますか。

あかり：石灰水が白くにごったことから、発生した気体は二酸化炭素だとわかります。また、試験管 a に残った物質が赤色だったことから、銅ができたと考えられます。

先生：そのとおりです。では、どのような化学変化によって、二酸化炭素や銅ができただけでしょうか。

あかり：炭素は、酸化銅から酸素を奪^{うば}いとり、二酸化炭素になりました。また、酸化銅は、炭素によって酸素をとり除かれ、銅になりました。つまり、炭素は酸化され、酸化銅は（ あ ）されました。

先生：そうですね、よく整理できています。最後に、炭素と銅の性質を、酸素との反応に注目して比べると、何かわかることはありますか。

あかり：炭素を用いて、酸化銅から酸素をとり除くことができたことから、炭素は、銅よりも（ い ）性質であると考えられます。

先生：はい、そのとおりです。この実験で起こった化学変化について、まとめることができましたね。

- (i) 文中（ あ ）に入る、酸化銅に起こった化学変化を何というか、最も適当な言葉を書きなさい。
- (ii) 文中（ い ）に入る、銅と比べたときの炭素の性質は何か、簡単に書きなさい。
- (c) 酸化銅と炭素の粉末の混合物を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、酸化銅は、銅と酸素の原子の数の比が1：1で結びついているものとする。

問 1	(a)		
	(b)	銅 : 酸素 =	:
	(c)	g	
問 2	(a)	試験管 a に	
	(b)	(i)	
		(ii)	
	(c)	→	

問 1	(a)	ウ	
	(b)	銅 : 酸素 = 4 : 1	
	(c)	0.32 g	
問 2	(a)	試験管 a に 空気が吸い込まれるのを防ぐため。	
	(b)	(i)	還元
		(ii)	例 1 酸素と結びつきやすい 例 2 酸化されやすい
	(c)	$2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$	

問 1 (b) 1.40 g の銅の粉末をじゅうぶんに加熱すると、1.75 g の酸化銅ができる。したがって、1.40 g の銅と結びついた酸素の質量は $1.75 - 1.40 = 0.35$ g であり、銅と酸素が結びついて酸化銅ができるとき、銅と酸素の質量の比は $1.40 : 0.35 = 4 : 1$ となる。

問 2 (b) 酸化物から酸素をとり除く化学変化を還元という。還元と酸化は同時に起こり、酸化物中の酸素と結びついている物質よりも酸素と結びつきやすい物質を反応させることで、より酸素と結びつきやすい物質が酸化され、酸化物は還元される。

【過去問 24】

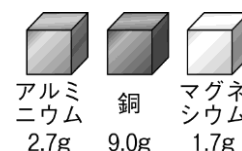
アルミニウムでできている 1 円硬貨よりも、主に銅でできている 10 円硬貨の方が重いことに興味をもった Wさんは、Y先生と一緒に実験し、考察した。あとの問いに答えなさい。

(大阪府 2023 年度)

【WさんとY先生の会話 1】

Wさん：1 円硬貨より 10 円硬貨の方が重いのは、10 円硬貨の体積が 1 円硬貨の体積より大きいことや異なる物質でできていることが関係しているのでしょうか。

Y先生：はい。㊸ アルミニウムと銅では密度が違います。同じ体積で質量を比べてみましょう。1 cm³ の金属の立方体が三つあります。アルミニウムの立方体は 2.7 g，銅の立方体は 9.0 g，マグネシウムの立方体は 1.7 g です。



Wさん：同じ体積でも、銅に比べてアルミニウムの方が軽いんですね。マグネシウムはさらに軽いことに驚きました。銅の立方体の質量はマグネシウムの立方体の質量の約 5.3 倍もありますが、銅の立方体に含まれる原子の数はマグネシウムの立方体に含まれる原子の数の約 5.3 倍になっているといえるのでしょうか。

Y先生：いい質問です。実験して調べてみましょう。マグネシウムと銅をそれぞれ加熱して、結びつく㊹ 酸素の質量を比べれば、銅の立方体に含まれる原子の数がマグネシウムの立方体に含まれる原子の数の約 5.3 倍かどうか分かります。

問 1 下線部㊸について述べた次の文中の㊸〔 〕, ㊹〔 〕から適切なものをそれぞれ一つずつ選び、記号を○で囲みなさい。

アルミニウムは電気を㊸〔ア よく通し イ 通さず〕, 磁石に㊹〔ウ 引き付けられる エ 引き付けられない〕金属である。

問 2 下線部㊹について、酸素を発生させるためには、さまざまな方法が用いられる。

① 次のア～エに示した操作のうち、酸素が発生するものはどれか。一つ選び、記号を○で囲みなさい。

- ア 亜鉛にうすい塩酸を加える。
- イ 二酸化マンガんにオキシドール（うすい過酸化水素水）を加える。
- ウ 石灰石にうすい塩酸を加える。
- エ 水酸化バリウム水溶液にうすい硫酸を加える。

② 発生させた酸素の集め方について述べた次の文中の□に入れるのに適している語を書きなさい。
酸素は水にとけにくいので□置換法で集めることができる。

【実験1】1.30 g のマグネシウムの粉末を、ステンレス皿に薄く広げ、粉末が飛び散らないように注意しながら図Ⅰのように加熱すると、マグネシウムの粉末は燃焼した。十分に冷却した後に粉末の質量を測定し、その後、粉末をかき混ぜ、加熱、冷却、質量の測定を繰り返し行った。表Ⅰは、加熱回数と加熱後の粉末の質量をまとめたものである。

図Ⅰ



表Ⅰ

加熱回数[回]	0	1	2	3	4	5	6
加熱後の粉末の質量[g]	1.30	1.70	1.98	2.11	2.16	2.16	2.16

問3 実験1について述べた次の文中の◎〔 〕から適切なものを一つ選び、記号を○で囲みなさい。

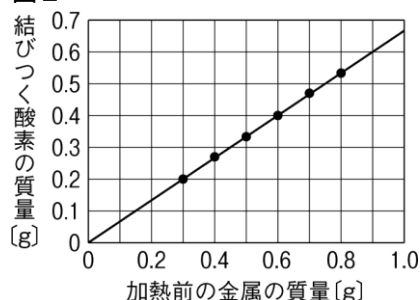
表Ⅰから、1.30 g のマグネシウムの粉末は4回めの加熱が終わったときには完全に反応しており、空気中の酸素が◎〔ア 2.16 イ 1.08 ウ 0.86 エ 0.43〕g 結びついたと考えられる。

【Wさんが立てた、次に行う実験の見通し】

一定量のマグネシウムに結びつく酸素の質量には限界があることが分かった。次に、加熱前のマグネシウムの質量と、結びつく酸素の質量の間に規則性があるかを確かめたいので、異なる分量のマグネシウムの粉末を用意し、それぞれを加熱する実験を行う。

【実験2】0.30 g から 0.80 g まで 0.10 g ごとに量り取ったマグネシウムの粉末を、それぞれ別のステンレス皿に薄く広げ、実験1のように加熱した。この操作により、それぞれのマグネシウムの粉末は酸素と完全に反応した。図Ⅱは、加熱前のマグネシウムの質量と、結びつく酸素の質量の関係を表したものである。

図Ⅱ



問4 マグネシウム 0.9 g に結びつく酸素の質量は、図Ⅱから読み取ると何 g と考えられるか。答えは小数第1位まで書くこと。

【WさんとY先生の会話2】

Wさん：マグネシウムの質量と、結びつく酸素の質量は比例することが分かりました。これは、マグネシウム原子と結びつく酸素原子の数が決まっているということですか。

Y先生：はい。㊟ 空気中でマグネシウムを加熱すると、酸化マグネシウムMgOとなります。酸化マグネシウムMgOに含まれる、マグネシウム原子の数と酸素原子の数は等しいと考えられます。

Wさん：ということは、加熱前のマグネシウムに含まれるマグネシウム原子の数は、加熱により結びつく酸素原子の数と等しくなるのですね。

Y先生：その通りです。では、次に銅について実験2と同様の操作を行いましょう。銅は酸化されて、酸化銅CuOになります。酸化銅CuOでも銅原子の数と酸素原子の数は等しいと考えられます。

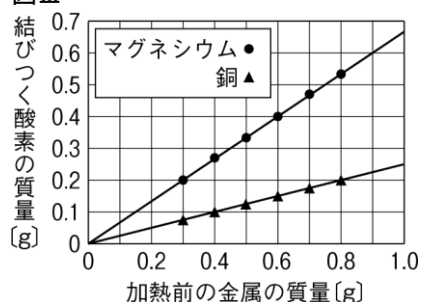
Wさん:銅は穏やかに反応しました。得られた結果を図Ⅱにかき加えて図Ⅲを作りました。図Ⅲから、銅の質量と、結びつく酸素の質量は比例することも分かりました。

Y先生:では、図Ⅲから、それぞれの金属の質量と、結びつく酸素の質量の関係が分かるので、先ほどの1 cm³の金属の立方体に結びつく酸素の質量を考えてみましょう。

Wさん:図Ⅲから分かる比例の関係から考えると、銅やマグネシウムの立方体の質量と、それぞれに結びつく酸素の質量は、表Ⅱのようにまとめられます。㉔ 結びつく酸素の質量は、結びつく酸素原子の数に比例するので、銅の立方体に含まれる原子の数は、マグネシウムの立方体に含まれる原子の数の約 ㉕ 倍になると考えられます。

Y先生:その通りです。原子は種類により質量や大きさが異なるため、約5.3倍にはならないですね。

図Ⅲ



表Ⅱ

	1 cm ³ の立方体の質量[g]	結びつく酸素の質量[g]
マグネシウム	1.7	1.1
銅	9.0	2.3

問5 下線部㉔について、次の式がマグネシウムの燃焼を表す化学反応式になるように ㉕ に入れるのに適しているものをあとのア～オから一つ選び、記号を○で囲みなさい。



ア $\text{Mg} + \text{O}$ イ $\text{Mg} + \text{O}_2$ ウ $2\text{Mg} + \text{O}$ エ $2\text{Mg} + \text{O}_2$ オ $2\text{Mg} + 2\text{O}_2$

問6 下線部㉔について、次の文中の ㉖ に入れるのに適している数を求めなさい。答えは小数第1位まで書くこと。

結びつく酸素の質量に着目すると、図Ⅲから、0.3 gのマグネシウムに含まれるマグネシウム原子の数と ㉖ gの銅に含まれる銅原子の数は等しいと考えられる。

問7 上の文中の ㉕ に入れるのに適している数を、表Ⅱ中の値を用いて求めなさい。答えは小数第2位を四捨五入して小数第1位まで書くこと。

問 1	㉔	ア イ	㉕	ウ エ
問 2	①	ア イ ウ エ		
	②	置換法		
問 3		ア イ ウ エ		
問 4		g		
問 5		ア イ ウ エ オ		
問 6		g		
問 7		倍		

問 1	㉔	㉔ イ	㉕	ウ ㉕	
問 2	①	ア ㉔ ウ エ			
	②	水上 置換法			
問 3		ア イ ㉕	エ		
問 4		0.6 g			
問 5		ア イ ウ ㉕	㉕ オ		
問 6		0.8 g			
問 7		2.1 倍			

問 1 アルミニウムなどの金属には、電気をよく通す、熱を伝えやすい、たたくと広がる、引っ張るとのびるといった性質が共通して見られる。また、磁石に引き付けられるのは、鉄などの一部の金属にのみ見られる性質である。

問 2 ② 気体の集め方

水にとけにくい気体は水上置換法で集める。また、水にとけやすい気体は、空気よりも密度が小さいものは上方置換法、空気よりも密度が大きいものは下方置換法で集める。

問 3 マグネシウムをじゅうぶん加熱すると空気中の酸素と反応し、加熱後のステンレス皿に残った粉末は酸化マグネシウムである。よって、1.30 g のマグネシウムの粉末と結びついた空気中の酸素の質量は、 $2.16 - 1.30 = 0.86$ g である。

問 4 図Ⅱから、0.3 g のマグネシウムの粉末と結びつく酸素の質量は 0.2 g であるため、0.9 g のマグネシウムの粉末に結びつく酸素の質量は、 $0.2 \times \frac{0.9}{0.3} = 0.6$ g となる。

問 5, 6 マグネシウムの燃焼を化学反応式で表すと $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ となり、銅の酸化を化学反応式で表すと $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ となるため、ある質量の酸素と結びつくマグネシウムに含まれるマグネシウムの原子の数と、同じ質量の酸素と結びつく銅に含まれる銅の原子の数は等しくなる。マグネシウム 0.3 g は酸素 0.2 g と結びつき、図Ⅲより 0.2 g の酸素と結びつく銅の質量は 0.8 g であるから、0.3 g のマグネシウムに含まれるマグネ

シウム原子の数と 0.8 g の銅に含まれる銅原子の数は等しいと考えられる。

問7 一定量の酸素とそれぞれ結びつくマグネシウムと銅中に含まれるそれぞれの原子の数が等しいから、それぞれの立方体と結びつく酸素の質量の比が原子の数の比になる。よって、それぞれの立方体に含まれる原子の数は、マグネシウム : 銅 = 1.1 : 2.3 であるため、銅の立方体に含まれる原子の数は、マグネシウムの立方体に含まれる原子の数の $2.3 \div 1.1 = 2.09\cdots$ 倍となる。

【過去問 25】

真理さんは、地球温暖化の原因となる二酸化炭素などの温室効果ガスの実質的な排出量をゼロにする脱炭素社会の実現に向けてさまざまな取り組みが行われていることに興味をもち、調べることにした。次の□内は、真理さんが調べたことをまとめたものの一部である。問いに答えよ。

(奈良県 2023 年度)

日本のさまざまな研究機関や企業では、工場などから排出される二酸化炭素を回収し、地中深くの地層にためる技術の研究開発が進められている。①この技術では、粒が比較的大きくすき間の多い岩石からなる層を貯留層（二酸化炭素をためる層）として、その上をおおっている、粒が比較的小さくすき間のほとんどない岩石からなる層を遮へい層（二酸化炭素の漏えいを防ぐ層）として利用している。他にも、回収した②二酸化炭素を水素と反応させ、天然ガスの代替となるメタンを製造する技術の研究開発や、これらの技術を③バイオマス発電と組み合わせることで大気中の二酸化炭素を削減する取り組みも進められている。

問2 下線部②について、二酸化炭素と水素が反応してメタンと水ができる化学変化を化学反応式で書け。ただし、メタンの化学式は CH_4 である。

問3 下線部③において、植物を燃料として燃やしても、大気中の二酸化炭素の増加の原因とはならないと考えられている。それは、植物を燃やしたときに大気中に排出する二酸化炭素の量と、何の量とがほぼ等しいからか。簡潔に書け。

問2	
問3	

問2	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
問3	例 植物が生育している間に大気中から取りこんだ二酸化炭素。

問3 植物は成長するために光合成を行い、原料として大気中から二酸化炭素を取りこんでいる。これによって、バイオマス発電では植物を燃料として燃やしても、大気中に放出する二酸化炭素の量と植物が吸収する二酸化炭素の量がほぼ等しくなり、大気中の二酸化炭素の増加の原因にならないと考えられている。

【過去問 26】

和美さんたちは、「世界の科学者」というテーマで調べ学習に取り組んだ。次の問いに答えなさい。

(和歌山県 2023 年度)

問 1 次の文は、和美さんがフランスの科学者である「ラボアジエ」について調べ、まとめたものの一部である。

下の(1)、(2)に答えなさい。

フランスの科学者であるラボアジエは、化学変化の前後で、その反応に関係している物質全体の質量は変わらないということを発見し、「Xの法則」と名づけました。また、物質の燃焼とは、空気中の①酸素が物質に結びつくことであると示しました。

(1) 文中の X にあてはまる適切な語を書きなさい。

(2) 下線部①について、酸素は単体である。単体として適切なものを、次のア～エの中から1つ選んで、その記号を書きなさい。

ア 海水

イ 銅

ウ 二酸化炭素

エ 硫化鉄

問 1	(1)	の法則
	(2)	

問 1	(1)	質量保存 の法則
	(2)	イ

問 1 (2) 単体と化合物

- ・単体……1種類の元素からできている物質。

例：水素 (H_2)、酸素 (O_2) など

- ・化合物…2種類以上の元素からできている物質。

例：二酸化炭素 (CO_2)、水 (H_2O) など

単体である銅や、化合物である二酸化炭素、硫化鉄は、1種類の物質だけからなる純粋な物質である。これに対し、海水のように2種類以上の物質が混ざり合ったものは混合物という。

【過去問 27】

次の問いに答えなさい。

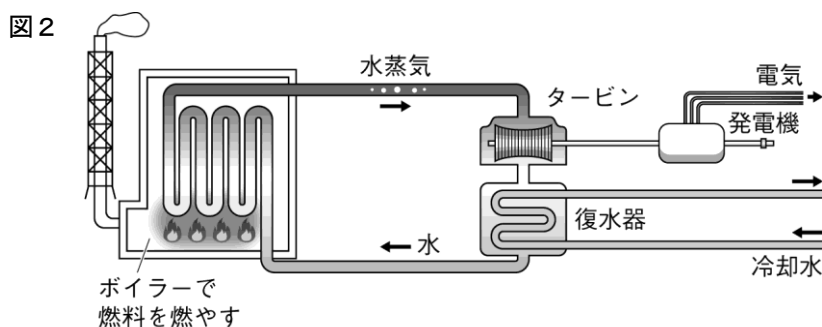
(島根県 2023 年度)

問1 次の1～4に答えなさい。

2 アンモニアについて説明した文として最も適当なものを、次のア～エから一つ選び、記号で答えなさい。

- ア 水にとけやすい気体で、その水溶液が酸性を示す。
- イ 水にとけやすい気体で、その水溶液がアルカリ性を示す。
- ウ 水にとけにくい気体で、火をつけると空気中で音を出して燃える。
- エ 水にとけにくい気体で、物質を燃やすはたらきがある。

3 図2のように、火力発電所では、燃料を燃やしたときの熱でつくられた水蒸気を使い、タービンを回して発電している。エネルギーが変換される順番として最も適当なものを、下のア～エから一つ選び、記号で答えなさい。



- ア 化学エネルギー → 位置エネルギー → 熱エネルギー → 電気エネルギー
- イ 化学エネルギー → 熱エネルギー → 運動エネルギー → 電気エネルギー
- ウ 熱エネルギー → 化学エネルギー → 運動エネルギー → 電気エネルギー
- エ 熱エネルギー → 位置エネルギー → 化学エネルギー → 電気エネルギー

4 水蒸気をふくんだ空気が冷え、凝結が始まるときの温度を何というか、その名称を答えなさい。

問2 次の文章について、下の1，2に答えなさい。

日本の小惑星探査機「はやぶさ2」は、小惑星リュウグウの砂を地球に持ち帰った。その砂から①アミノ酸が20種類以上見つかった。また、砂の内部には液体の②炭酸水が閉じ込められていた。

- 1 下線部①は、ヒトのからだではタンパク質が分解されてつくられる。タンパク質を分解する胃液中のペプシンや、すい液中のトリプシンなどのように、食物を分解するはたらきをもつものを何というか、その名称を答えなさい。
- 2 下線部②は、ある物質が水にとけてできたものである。この物質を化学式で答えなさい。

問 1	2	
	3	
	4	
問 2	1	
	2	

問 1	2	イ
	3	イ
	4	露点
問 2	1	消化酵素
	2	CO ₂

問 1 3 火力発電では、燃料がもつ化学エネルギーが、燃料を燃やすことで熱エネルギーへと変換され、その熱を使って水蒸気をつくり、水蒸気のもつ運動エネルギーによってタービンを回すことで電気エネルギーを得ている。

【過去問 28】

次の問いに答えなさい。

(島根県 2023 年度)

- 問1 2種類の物質が結びつくときの物質の割合を調べる目的で、実験1を行った。これについて、下の1～4に答えなさい。

実験1

操作1 A班～E班は、それぞれ異なる質量の銅の粉末をはかりとる。

操作2 図1のように、銅の粉末をステンレス皿全体にうすく広げてガスバーナーで加熱し、よく冷やした後、質量をはかる。

操作3 質量の変化がなくなるまで、操作2を繰り返す。

結果 各班の結果は、表1のようになった。

図1

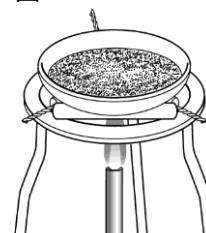
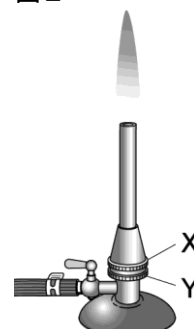


表1

	A班	B班	C班	D班	E班
銅の粉末の質量[g]	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
操作3の後の物質の質量[g]	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50

- 1 ガスバーナーの炎が全体的にオレンジ色で、図2のように不安定な炎だった。ガスの量を変えずに、青く安定した炎にするときの操作を説明した文として最も適切なものを、次のア～エから一つ選び、記号で答えなさい。

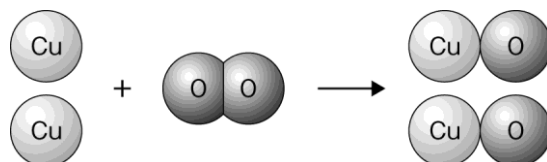
図2



- ア 空気の量を減らすために、Yのねじを固定して、Xのねじを開く。
 イ 空気の量を減らすために、Xのねじを固定して、Yのねじを開く。
 ウ 空気の量を増やすために、Yのねじを固定して、Xのねじを開く。
 エ 空気の量を増やすために、Xのねじを固定して、Yのねじを開く。

- 2 操作2で、銅を空气中で加熱してできた物質は酸化銅である。このときの変化をモデルで表すと図3のようになる。このモデルを化学反応式で表しなさい。

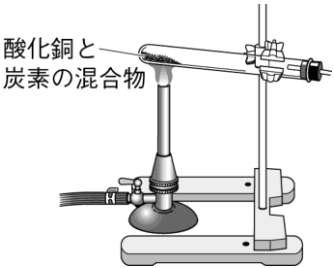
図3



- 3 表1をもとにして、銅の粉末の質量を横軸に、銅と結びついた酸素の質量を縦軸にとり、その関係を表すグラフをかきなさい。

- 4 図4の装置を用いて、酸化銅と炭素の混合物を加熱して銅を取り出したい。1.60 g の銅を取り出すのに必要な酸化銅は何 g か、求めなさい。

図4



問1	1	
	2	
	3	
	4	g

問1	1	ウ
	2	$2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$
	3	
	4	2.00 g

問1 1 ガスバーナーの炎が全体的にオレンジ色であるとき、空気の量が足りておらず、炎が不安定となる。図2のXは空気調節ねじ、Yはガス調節ねじであり、空気の量を増やすときは、ガス調節ねじを固定して、空気調節ねじを開けばよい。

3 操作3の後の物質の質量は、加熱前の銅の粉末の質量よりも大きい。これは銅と酸素が結びついたためで

あり，増加した質量は銅と結びついた酸素の質量である。

- 4 表 1 より， 0.40 g の銅を十分に加熱すると 0.50 g の酸化銅ができていることから，0.50 g の酸化銅を還元すると 0.40 g の銅をとり出すことができる。よって，1.60 g の銅をとり出すのに必要な酸化銅は， $0.50 \text{ g} \times \frac{1.60}{0.40} = 2.00 \text{ g}$ となる。

【過去問 29】

有香さんは自由研究で、地層のでき方について調べてまとめました。次は、そのノートの一部です。問いに答えなさい。

(岡山県 2023 年度)

○学校の近くでは、図1のような地層の積み重なりが観察できた。

- ・地表の岩石は、(a) 気温の変化や風雨などのはたらきによって、長い年月をかけてもろくなり、これらが(b) 流水のはたらきによってけずられて土砂になる。
- ・土砂は、河川などの(c) 水の流れによって下流に流される。この土砂は、平野や海などの流れがゆるやかになったところでたまり、やがて地層をつくる。

○化石発掘体験に参加し、図2のようなビカリアの化石を見つけることができた。

- ・ビカリアは浅い海などに生息していた巻き貝であるが、化石は山間地の地層で見つかった。フズリナやビカリアは(d) 示準化石としても知られている。
- ・海底でできた地層が、地表で見られることもある。これは、(e) プレートの動きにともなって大地が変動して地表に現れたものである。

図1

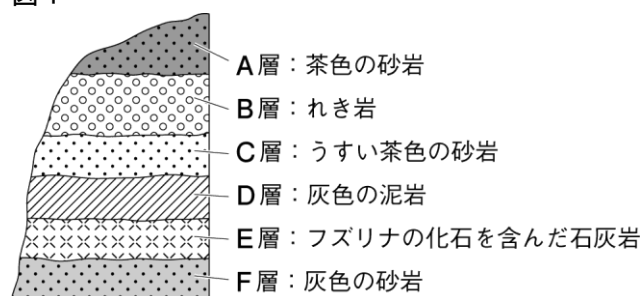
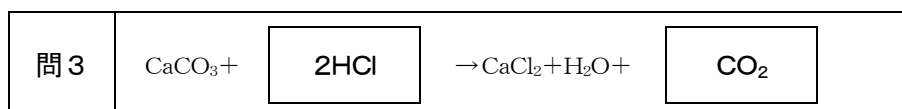
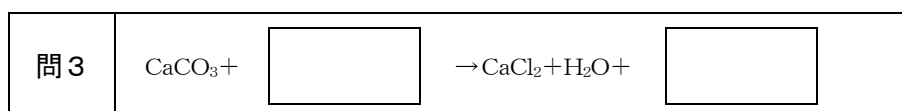


図2



問3 図1のE層から石灰岩（主成分は CaCO_3 ）を採取して持ち帰り、塩酸をかけると塩化カルシウム（ CaCl_2 ）と水とある気体が発生しました。この化学変化について、解答欄の をそれぞれうめて、化学反応式を完成させなさい。



【過去問 30】

酸化物が酸素をうばわれる化学変化に関して、あとの問1～問3に答えなさい。

(広島県 2023 年度)

問1 小林さんと上田さんは、酸化銅から銅を取り出す実験を、次に示した手順で行いました。下の(1)～(3)に答えなさい。

I 酸化銅 3.0 g と炭素 0.1 g を混ぜて混合物をつくる。

II 右の図1に示した装置を用いて、混合物を加熱する。

III 反応が終わったら、①石灰水の外へガラス管を取り出してから加熱をやめ、ピンチコックでゴム管をとめて試験管Aを冷ます。

IV ②試験管A内に残った固体の質量を測定する。

V ③炭素の質量を 0.1 g ずつ変えて、I～IVを同じように行う。

図1
酸化銅と炭素の混合物

(1) 下線部①について、この操作を加熱をやめる前に行うのは、石灰水がどうなることを防ぐためですか。簡潔に書きなさい。

(2) 下線部②について、この固体を観察したところ、赤色の物質が見られました。次の文は、この赤色の物質について述べたものです。文中の□に当てはまる適切な語を書きなさい。

加熱後の試験管A内に残った赤色の物質を厚紙の上に取り出し、赤色の物質を葉さじの裏で強くこすると□が見られることから、この赤色の物質が銅であることが分かる。

(3) 下線部③について、次の表1は、炭素の質量、加熱前の試験管A内の混合物の質量、加熱後の試験管A内に残った固体の質量をそれぞれ示したものです。また、下の文章は、表1を基に、小林さんと上田さんが考察したことをまとめたものです。文章中の□aに当てはまる内容を、「気体」の語を用いて簡潔に書きなさい。また、□bに当てはまる内容として適切なものを、あとのア～エの中から選び、その記号を書きなさい。

表1

炭素の質量 [g]	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
加熱前の試験管A内の混合物の質量 [g]・・・①	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
加熱後の試験管A内に残った固体の質量 [g]・・・②	2.8	2.6	2.5	2.6	2.7

表1中の①の値と②の値の差から、炭素をある質量より増やしても、□aは変わらなくなっているといえるので、取り出せる銅の質量も変わらなくなると考えられる。このことから、酸化銅 3.0 g から取り出す銅の質量を最大にするために必要な最小の炭素の質量を X g とすると、X は □b の範囲内の値になると考えられる。

ア $0.1 > X \leq 0.2$

イ $0.2 < X \leq 0.3$

ウ $0.3 < X \leq 0.4$

エ $0.4 < X \leq 0.5$

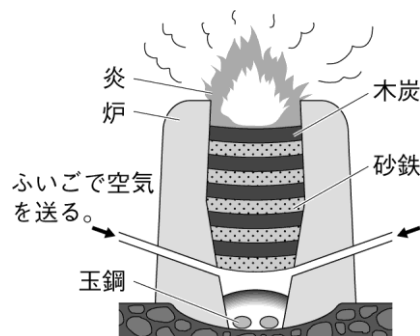
問2 次の【ノート】は、小林さんと上田さんが、日本古来の製鉄方法であるたたら製鉄について調べてまとめたものであり、下の【会話】は、小林さんと上田さんと先生が、酸化物が酸素をうばわれる化学変化について話したときのものです。あとの(1)・(2)に答えなさい。

【ノート】

〔考察〕

④たたら製鉄という製鉄方法は、右の図2のように、炉の下部からふいごという道具で空気を送り込みながら、砂鉄（酸化鉄）と木炭（炭素）を交互に炉の中に入れ、3日間ほど燃やし続けることで、鉄が炉の底にたまる仕組みになっている。たたら製鉄で作られた良質な鉄は玉鋼^{たまはがね}とよばれ、日本刀などの材料になる。

図2



【会話】

小林：たたら製鉄も、酸化銅と炭素の混合物を加熱して銅を取り出す実験のように、酸化鉄と炭素の混合物を加熱することにより、炭素が酸素をうばうことで、鉄が取り出されるんだね。逆に、炭素の酸化物が他の物質によって、酸素をうばわれることはあるのかな。

上田：私も同じ疑問を抱いていたから、その疑問を先生に伝えたんだよ。すると、空気中で火をつけたマグネシウムリボンを、集気びんに入れた二酸化炭素の中で燃焼させる実験を紹介してくれたんだ。先生にお願いして実験をやってみよう。

小林：マグネシウムリボンは、二酸化炭素の中なのに激しく燃えて、燃焼後に白い物質に変わるんだね。あと、この白い物質の表面には黒い物質もついているね。

上田：⑤白い物質はマグネシウムリボンを空気中で燃焼させたときにできる物質と同じような物質だから酸化マグネシウムで、黒い物質は炭素かな。

先生：そのとおりです。

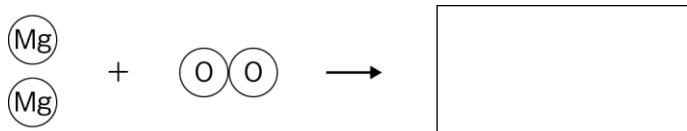
小林：ということは、さっきの実験では、炭素の酸化物である二酸化炭素がマグネシウムによって酸素をうばわれたことになるね。

上田：そうだね。物質によって、酸素との結びつきやすさが違うんだね。

(1) 下線部④について、たたら製鉄では、砂鉄（酸化鉄）は酸素をうばわれ、鉄に変わります。このように、酸化物が酸素をうばわれる化学変化を何といいますか。その名称を書きなさい。

(2) 下線部⑤について、マグネシウム原子のモデルを(Mg)、酸素原子のモデルを(O)として、マグネシウムを空気中で燃焼させたときの化学変化をモデルで表すと、次のようになります。

□内に当てはまるモデルをかきなさい。



問3 次のア～オの中で、図1の酸化銅と炭素の混合物を加熱して銅を取り出す実験、たたら製鉄について調べた【ノート】及び小林さんと上田さんと先生の【会話】を基に、物質の酸素との結びつきやすさについて説明している文として適切なものはどれですか。その記号を全て書きなさい。

- ア 炭素は、全ての金属よりも酸素と結びつきやすい。
 イ マグネシウムと鉄を比べると、マグネシウムの方が酸素と結びつきやすい。
 ウ 炭素と鉄を比べると、炭素の方が酸素と結びつきやすい。
 エ 炭素と銅を比べると、銅の方が酸素と結びつきやすい。
 オ 鉄と銅では、どちらの方が酸素と結びつきやすいかは判断できない。

問 1	(1)		
	(2)		
	(3)	a	
		b	
問 2	(1)		
	(2)		
問 3			

問 1	(1)	石灰水が逆流して、試験管 A 内に入ること。	
	(2)	金属光沢	
	(3)	a	発生した気体の質量
		b	イ
問 2	(1)	還元	
	(2)	MgO MgO	
問 3	イ, ウ, オ		

問 1 (1) ガラス管が石灰水の中に入った状態のまま試験管 A の加熱をやめると、試験管 A の中の気圧が下がり、石灰水が逆流してしまう。

(3) 加熱前の混合物の質量と加熱後に残った固体の質量の差が、発生した気体の質量である。炭素の質量ごとにこれを求めると、次の表ようになる。

炭素の質量 [g]	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
発生した気体の質量 [g]	0.3	0.6	0.8	0.8	0.8

酸化銅が全て反応していない場合、炭素の質量が多くなるほど、それに比例して発生した気体の質量も大きくなっていく。この実験では、炭素の質量が 0.1 g のときは発生した気体が 0.3 g、炭素の質量が 0.2 g のときは発生した気体が 0.6 g と比例しているが、炭素の質量が 0.3 g 以上では、発生した気体の質量は 0.8 g で一定となっている。よって、炭素の質量が 0.3 g より多いとき、3.0 g あった酸化銅は全て反応しており、加熱後の試験管内には炭素が残っていると考えられる。つまり、酸化銅 3.0 g を全て反応させ、取り出す銅の質量を最大にするために必要な最小の炭素の質量 X は、 $0.2 < X \leq 0.3$ の範囲内の値になる。

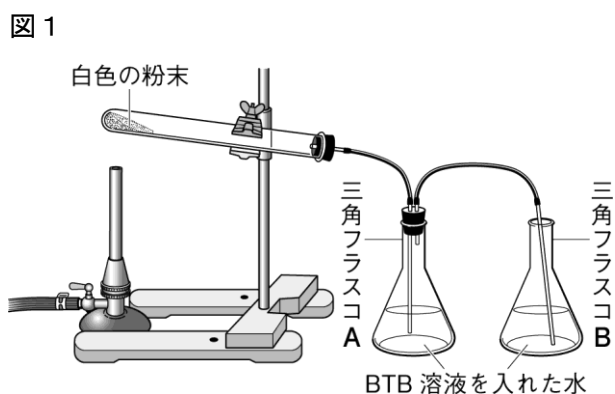
問 2 (2) マグネシウムと酸素が結びついて酸化マグネシウムができています。これを化学反応式で表すと、 $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ となる。

問 3 銅と炭素では炭素の方が酸素と結びつきやすいため、炭素を使って酸化銅から酸素をうばうことができる。炭素を使って酸化鉄から酸素をうばうことができるのも、鉄と炭素では炭素の方が酸素と結びつきやすいからである。一方、マグネシウムと炭素ではマグネシウムの方が酸素と結びつきやすいため、二酸化炭素の中でマグネシウムを燃焼させることで、二酸化炭素から酸素をうばうことができる。よって、マグネシウムと鉄を比べるとマグネシウムの方が酸素と結びつきやすいが、これらの実験、ノート、会話からは、鉄と銅では、どちらの方が酸素と結びつきやすいかは判断できない。

【過去問 31】

ある白色の粉末1.0 gを乾いた試験管に入れ、ゴム栓、ガラス管、ゴム管、三角フラスコ、BTB溶液を入れた水を用いて、図1のような装置を組み立てた。白色の粉末の入った試験管をガスバーナーで加熱したところ、次のような[結果]になった。下の問1，問2に答えなさい。

(山口県 2023 年度)



【結果】

- ① 加熱を始めると気体が発生し、三角フラスコA内の液体の色は青色に変化したが、三角フラスコB内の液体の色は変化しなかった。また、試験管の口付近に透明の液体がたまり始めた。
- ② ①の後も加熱を続けると、気体が発生し続け、三角フラスコA内の液体の色は青色のままで、三角フラスコB内の液体の色が黄色に変化した。
- ③ ②の後もさらに加熱を続けると、試験管内の白色の粉末はすべてなくなった。

問1 下線部の液体は、青色の塩化コバルト紙を赤色に変化させることがわかった。試験管の口付近にたまった透明の液体は何か。化学式で書きなさい。

問2 次の文が、[結果]からわかることを説明したものとなるように、()の中のa～dの語句について、正しい組み合わせを、下の1～4から1つ選び、記号で答えなさい。

加熱したことにより、水に少し溶けて(a 酸性 b アルカリ性)を示す気体と、水に非常によく溶けて(c 酸性 d アルカリ性)を示す気体が発生した。

1 aとc

2 aとd

3 bとc

4 bとd

問1	
問2	

問1	H ₂ O
問2	2

問2 BTB溶液の色の变化から、三角フラスコA内の液体はアルカリ性、三角フラスコB内の液体は酸性になったことがわかるので、「水に溶けてアルカリ性を示す気体」と「水に溶けて酸性を示す気体」の2種類の気体が発生したことがわかる。①で三角フラスコA内の液体が青色に変化したときに三角フラスコB内の液体の色が変化しなかったのは、まず2種類の気体がどちらも三角フラスコAに溶けたからで、このとき、水に溶けてアルカリ性を示す気体の方が発生量が多かったか、その気体が水に溶けたときのアルカリ性の強さが特に強かったなどの理由により、三角フラスコA内の液体全体としてはアルカリ性になったと考えられる。②で加熱を続けたときに三角フラスコB内の液体が黄色に変化したのは、水に溶けてアルカリ性を示す気体の方は水に非常によく溶けるので三角フラスコA内の液体に溶け続けていたが、水に溶けて酸性を示す気体の方は水にあまり溶けないので、三角フラスコA内の液体にはそれ以上溶けなくなって三角フラスコAの上の方にたまり、ゴム管を通して三角フラスコB内の液体に溶け始めたからだと考えられる。

つまり、三角フラスコBに溶けたのは、水に少し溶けて酸性を示す気体で、三角フラスコAに溶けたのは、水に非常によく溶けてアルカリ性を示す気体である。

【過去問 32】

次の問いに答えなさい。

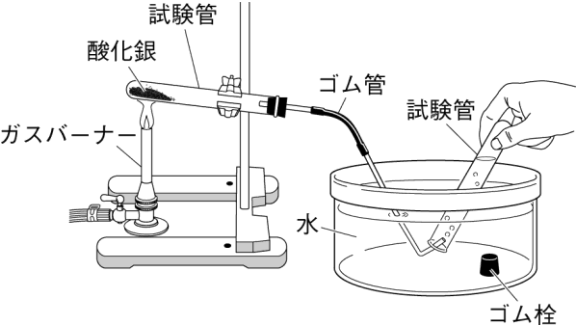
(徳島県 2023 年度)

問3 図のように、酸化銀を加熱すると、酸素が発生し、銀が残った。(a)・(b)に答えなさい。

(a) 酸化銀を加熱したときのように、1種類の物質が2種類以上の物質に分かれる化学変化を何というか、書きなさい。

(b) 図のような気体の集め方を水上置換法というが、この方法で酸素を集められるのは、酸素にどのような性質があるためか、書きなさい。

図



問3	(a)	
	(b)	

問3	(a)	分解
	(b)	水にとけにくい性質があるため。

問3 (b) 気体の集め方

水と置き換えて気体を集める集め方を水上置換法といい、水にとけにくい気体（例：水素、酸素など）を集めるのに適する。

水にとける気体のうち、密度が空気よりも大きい気体（例：二酸化炭素など）は下方置換法、密度が空気よりも小さい気体（例：アンモニアなど）は上方置換法で集める。

【過去問 33】

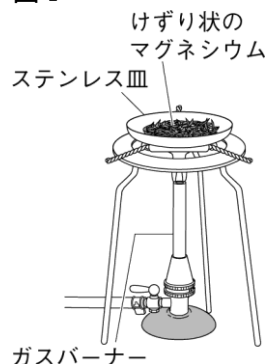
次の問いに答えなさい。

(香川県 2023 年度)

問2 物質と酸素の結びつきについて調べるために、次の**実験Ⅰ～Ⅲ**をした。これに関して、あとの(1)～(4)の問いに答えよ。

実験Ⅰ 右の**図Ⅰ**のように、けずり状のマグネシウムを、ステンレス皿に入れてガスバーナーで加熱したあと、よく冷やしてから質量をはかった。さらに、これをよくかき混ぜて再び加熱し、よく冷やしてから質量をはかった。この操作を繰り返しおこない、ステンレス皿の中の物質の質量の変化を調べた。下の**表Ⅰ**は、1.20 g のけずり状のマグネシウムを用いて実験したときの結果をまとめたものである。けずり状のマグネシウムを加熱すると、はじめは質量が増加したが、やがて増加しなくなった。

図Ⅰ



表Ⅰ

加熱回数 [回]	0	1	2	3	4	5
加熱後のステンレス皿の中の物質の質量 [g]	1.20	1.60	1.80	2.00	2.00	2.00

- (1) **表Ⅰ**から、はじめは質量が増加したが、やがて増加しなくなったことがわかる。質量が増加しなくなったのはなぜか。その理由を簡単に書け。
- (2) **実験Ⅰ**では、けずり状のマグネシウムが酸素と結びついて酸化マグネシウムができた。**実験Ⅰ**において、1 回目に加熱したあとのステンレス皿の中の物質の質量は 1.60 g であった。このとき、酸素と結びつかずに残っているマグネシウムは何 g であったと考えられるか。

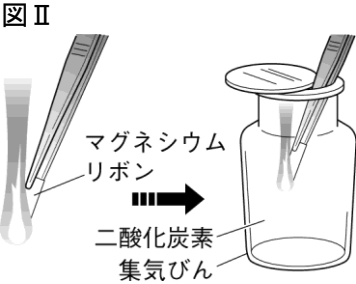
実験Ⅱ **実験Ⅰ**と同じようにして、けずり状のマグネシウムの質量を変えて実験した。下の**表Ⅱ**は、けずり状のマグネシウムの質量を 1.20 g, 1.50 g, 1.80 g, 2.10 g にしてそれぞれ実験し、加熱後の物質の質量が増加しなくなったときの物質の質量をまとめたものである。

表Ⅱ

けずり状のマグネシウムの質量 [g]	1.20	1.50	1.80	2.10
加熱後の物質の質量が増加しなくなったときの物質の質量 [g]	2.00	2.50	3.00	3.50

- (3) **表Ⅱ**をもとにして、加熱後の物質の質量が増加しなくなったときの、けずり状のマグネシウムの質量と、結びついた酸素の質量との関係をグラフに表せ。

実験Ⅲ 右の図Ⅱのように、空気中でマグネシウムリボンに火をつけ、火のついたマグネシウムリボンを二酸化炭素の入った集気びんの中に入れた。マグネシウムリボンは、空気中では強い光を発生させながら燃焼していたが、集気びんの中に入れてもしばらくの間、火がついたまま燃焼し続け、あとに白色の物質と黒色の物質ができた。できた物質を調べたところ、白色の物質は酸化マグネシウムで、黒色の物質は炭素であることがわかった。



次に、酸化銅と乾燥した炭素粉末を混ぜ合わせた混合物を試験管に入れて加熱すると、気体が発生した。発生した気体を調べると二酸化炭素であることがわかった。気体が発生しなくなったところで加熱をやめ、試験管に残っていた赤色の固体を調べると、銅であることがわかった。

(4) 実験Ⅲの結果から考えて、次の㉠～㉢の物質を酸素と結びつきやすい順に並べかえると、どのようなになるか。左から右に順に並ぶように、その記号を書け。

- ㉠ マグネシウム ㉡ 銅 ㉢ 炭素

問2	(1)	
	(2)	から。 g
	(3)	結びついた酸素の質量 [g] けずり状のマグネシウムの質量 [g]
	(4)	→ →

問 2	(1)	例 すべてのマグネシウムが酸素と結びついた から。
	(2)	0.60 g
	(3)	
	(4)	ア → ウ → イ

問 2 (1) 表 I では、加熱回数 2 回まではマグネシウムの一部が反応せずに残っており、加熱回数 3～5 回ではすべてのマグネシウムが酸素と結びついたため、加熱後の質量が 2.00 g で一定になっている。

(2) 表 I より、1.20 g のマグネシウムがすべて反応すると、2.00 g の酸化マグネシウムができることがわかる。よって、1.20 g のマグネシウムと結びつく酸素の質量は、 $2.00 - 1.20 = 0.80$ g と求められる。1 回目の加熱後の質量は 1.60 g なので、結びついた酸素の質量は、 $1.60 - 1.20 = 0.40$ g である。このとき反応せず残っているマグネシウムの質量を x とすると、 $1.20 \text{ g} : 0.80 \text{ g} = x : 0.40 \text{ g}$ 、 $x = 0.60 \text{ g}$

(3) 表 II の、加熱後の物質の質量が増加しなくなったときの物質の質量と、けずり状のマグネシウムの質量の差から、結びついた酸素の質量を求めると、次の表のようになる。これをグラフにまとめると比例の関係を表す直線となり、マグネシウムと酸素はマグネシウム：酸素＝3：2の質量比で結びつくことがわかる。

けずり状のマグネシウムの質量 [g]	1.20	1.50	1.80	2.10
結びついた酸素の質量 [g]	0.80	1.00	1.20	1.40

(4) 図 II の実験では、マグネシウムが二酸化炭素から酸素をうばうため、酸化マグネシウムと炭素ができる。よって、炭素よりマグネシウムの方が酸素と結びつきやすい。また、酸化銅と炭素を混ぜ合わせて加熱すると、炭素が酸化銅から酸素をうばうため、銅と二酸化炭素ができる。よって、銅より炭素の方が酸素と結びつきやすい。したがって、マグネシウム、銅、炭素では、マグネシウムが最も酸素と結びつきやすく、銅が最も酸素と結びつきにくい。

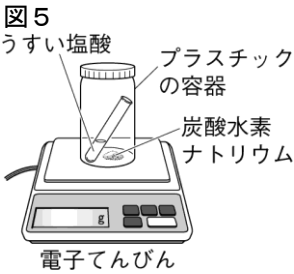
【過去問 34】

次の問いに答えなさい。

(愛媛県 2023 年度)

問3 化学変化の前後で物質の質量がどうなるか確かめるために、次の実験を行った。

〔実験2〕図5のように、うすい塩酸が入った試験管と炭酸水素ナトリウムをプラスチックの容器に入れ、ふたを閉めて①容器を含めた全体の質量を測定した。次に、ふたを閉めたまま容器を傾けて、うすい塩酸と炭酸水素ナトリウムを混ぜ合わせると、気体が発生した。再び②容器を含めた全体の質量を測定すると、下線部②の質量は、下線部①の質量と等しかった。



- (1) 実験2のあと、容器のふたを開けて、しばらくしてから、ふたと容器を含めた全体の質量を測定すると、質量はどのようになったか。「大きくなった」「小さくなった」「変わらなかった」のいずれかの言葉を書け。また、そのようになった理由を、解答欄の書き出しに続けて簡単に書け。
- (2) 実験2で、化学変化の前後で物質全体の質量は変化しないと確認できた。確認できたこの法則を何というか。また、次のア～エのうち、化学変化の前後で物質全体の質量が変化しない理由について述べたものとして、最も適当なものを1つ選び、その記号を書け。
- ア 物質をつくる原子の種類と数は変わるが、原子の組み合わせは変わらないから。
- イ 物質をつくる原子の種類と組み合わせは変わるが、原子の数は変わらないから。
- ウ 物質をつくる原子の数は変わるが、原子の種類と組み合わせは変わらないから。
- エ 物質をつくる原子の組み合わせは変わるが、原子の種類と数は変わらないから。

問3	(1)	質量	
		理由	発生した気体が
	(2)	法則	の法則
		理由	

問3	(1)	質量	小さくなった
		理由	発生した気体が 容器の外へ出ていったから。
	(2)	法則	質量保存 の法則
		理由	エ

問3 容器の中で気体が発生する化学変化が起きても、容器のふたを開けなければ、その中にある物質をつくる原子の種類と数は変わらないため、質量は一定である。

【過去問 35】

物質の変化を調べるために、次の実験を行った。このことについて、下の問1～問6に答えなさい。

(高知県 2023 年度 A)

実験

操作1 鉄粉 3.5 g と硫黄 2.0 g をよく混ぜ合わせた混合物を二つ作り、それらを試験管 A、試験管 B にそれぞれ入れた。

操作2 試験管 A の口を脱脂綿で閉じた後、図1のように、混合物の上部を加熱した。試験管 A の混合物の上部が赤くなったところで加熱をやめた。化学反応は加熱をやめた後も進み、鉄粉と硫黄は全て反応して黒色の固体が 5.5 g できた。

操作3 操作2 でできた黒色の固体を少量とって試験管 C に入れ、図2のようにうすい塩酸を数滴加えたところ、特有のにおいのある気体が発生した。同様に、加熱していない試験管 B の混合物を少量とって試験管 D に入れ、うすい塩酸を加えたところ、においのない気体が発生した。このことから、反応後にできた黒色の固体は、鉄や硫黄とは性質が異なることが確認できた。

図1

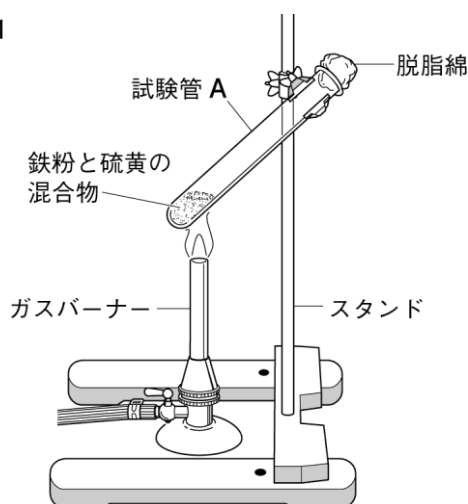
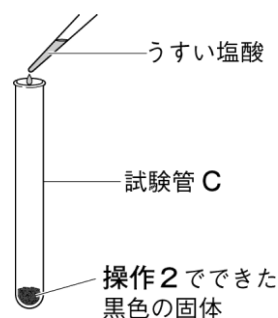
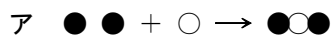


図2



問1 操作3 で特有のにおいのある気体が発生したことから判断すると、鉄と硫黄が反応してできた下線部の黒色の固体は何であると考えられるか。その物質の名称を書きなさい。

問2 操作2 において、鉄と硫黄の混合物を加熱したときにおこる化学反応を、鉄の原子を●、硫黄の原子を○で表したモデルとして最も適切なものを、次のア～エから一つ選び、その記号を書きなさい。



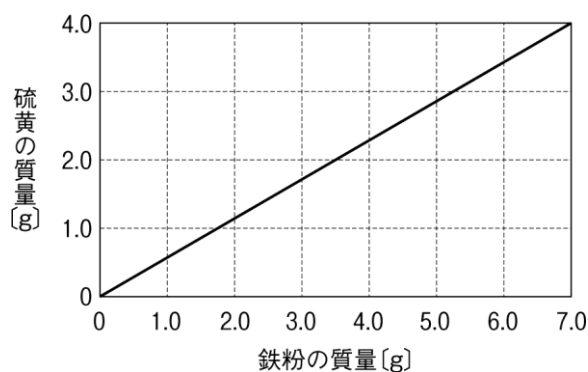
問3 操作3 で気体のにおいを安全に確認するためには、保護めがねの着用や十分な換気を行う以外に、どのようにすればよいか、簡潔に書きなさい。

問4 操作3 において、試験管 D で発生したにおいのない気体は何か、化学式で書きなさい。

問5 操作3でうすい塩酸を加える方法以外に，反応前の混合物と反応後にできた物質の性質が異なることを確認できる方法として最も適切なものを，次のア～エから一つ選び，その記号を書きなさい。

- ア 反応の前と後のそれぞれの物質を少量とり，石灰水に入れて石灰水の色が変化するかどうかを調べる。
 イ 反応の前と後のそれぞれの物質が入った試験管の口に，水でぬらした赤色リトマス紙を近づけて，色変化するかどうかを調べる。
 ウ 反応の前と後のそれぞれの物質を少量とり，酢酸カーミン液で染まるかどうかを調べる。
 エ 反応の前と後のそれぞれの物質に磁石を近づけて，引きつけられるかどうかを調べる。

問6 右の図は，この実験における鉄粉の質量と，化合する硫黄の質量の関係を表したグラフである。この実験と同様に，鉄粉9.8gと硫黄3.6gの混合物を加熱して反応させたとき，反応によってできた鉄と硫黄の化合物は何gか。



問1	
問2	
問3	
問4	
問5	
問6	g

問 1	硫化鉄
問 2	イ
問 3	例 気体を手のひらで鼻にあおぎよせるようにして、気体のにおいを直接かがないようにする。
問 4	H ₂
問 5	エ
問 6	9.9 g

問 2 鉄と硫黄が結びついて硫化鉄ができる反応を化学反応式で書くと、 $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$ となる。この化学反応式からわかるように、鉄原子と硫黄原子は 1 : 1 の数の割合で結びつくので、化学反応をモデルで表すとイのようになる。

問 3 硫化鉄にうすい塩酸を加えると、特有のにおいのある気体（硫化水素）が発生する。硫化水素は有毒なので、直接吸い込まないように試験管を顔から離し、試験管の口のところで気体を手のひらで鼻にあおぎよせるようにしてにおいを確認する。一般に、気体のにおいを確認する場合は、どのような気体であってもこうするのが良い。

問 4 試験管 B は加熱していないので、中には鉄粉と硫黄の混合物がそのまま残っている。これにうすい塩酸を加えると、うすい塩酸と鉄が反応して、水素が発生する。水素は、水素原子が 2 つ結びついて分子をつくっており、化学式は H₂ である。

問 5 加熱していない試験管 B に磁石を近づけると、混合物中に鉄が含まれるので試験管が磁石に引きつけられる。反応後の試験管 A では鉄はすべて硫黄と反応して硫化鉄になっており、硫化鉄は磁石に引きつけられないので、反応後の試験管 A は磁石に引きつけられない。このような違いがあるので、エの方法によって、反応前の混合物と反応後にできた物質の性質が異なることを確認できる。

問 6 図のグラフから、鉄と硫黄は 7 : 4 の質量の比で過不足なく反応することがわかる。したがって、硫黄 3.6 g と過不足なく反応する鉄の質量は、 $3.6 \div 4 \times 7 = 6.3 \text{ g}$ である。よって、鉄粉 9.8 g と硫黄 3.6 g の混合物を加熱して反応させると、硫化鉄が、 $6.3 + 3.6 = 9.9 \text{ g}$ でき、鉄粉が、 $9.8 - 6.3 = 3.5 \text{ g}$ 余る。

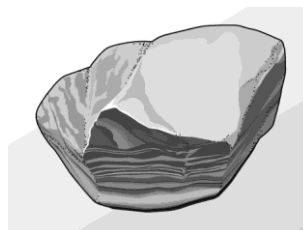
【過去問 36】

次の問いに答えなさい。

(熊本県 2023 年度)

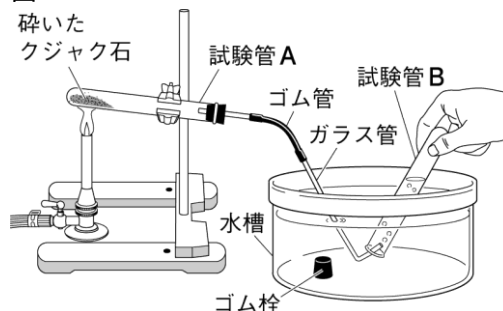
- 問1 葵さんは、先生から「銅はクジャク石から取り出すことができる」という話を聞き、図18のクジャク石に含まれる銅の割合を調べるため、次の実験Ⅰ、Ⅱを行った。

図18



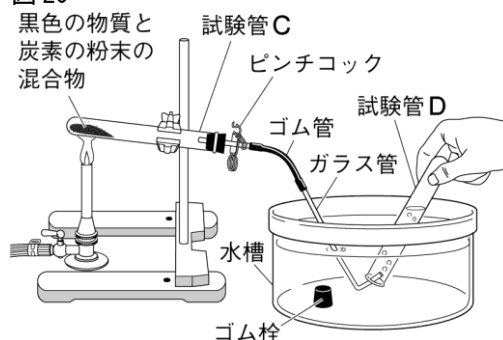
実験Ⅰ クジャク石 1.00 g を細かく砕いて試験管Aに入れ、図19のような装置で加熱し、発生した気体を試験管Bに集めた。加熱後、①試験管A内に液体が発生していたので、青色の塩化コバルト紙につけると赤色に変化した。また、試験管Bに石灰水を入れると白くにごった。試験管Aのクジャク石は黒色の物質に変化し、その質量を測定すると0.72 gであった。

図19



実験Ⅱ 実験Ⅰで得られた黒色の物質 0.72 g と炭素の粉末 0.10 g をよく混ぜ、その混合物を試験管Cに入れ、図20のような装置で加熱し、発生した気体を試験管Dに集めた。気体の発生が終わったことを確認し、水槽からガラス管を取り出した後、加熱をやめ、②試験管Cが冷えるまでゴム管をピンチコックで閉じた。試験管Dに石灰水を入れると白くにごった。その後、試験管Cに残った固体を厚紙の上に取り出し、葉さじの裏側でこすると、赤色の金属光沢を示したことから、この固体は銅であることがわかった。

図20



- (1) 下線部①について、塩化コバルト紙によって確認された物質を化学式で答えなさい。
- (2) 実験Ⅱで銅を得ることができたことから、黒色の物質は酸化銅であると考えられる。酸化銅から炭素を用いて銅を得ることができたのは、①(ア 酸化銅 イ 銅 ウ 炭素)よりも②(ア 酸化銅 イ 銅 ウ 炭素)の方が酸素と結びつきやすいからである。
①、②の()の中からそれぞれ最も適当なものを一つずつ選び、記号で答えなさい。
- (3) 下線部②は、加熱された試験管Cに空気が入ることを防ぐための操作である。試験管Cに空気が入らないようにする理由を、加熱された試験管Cに空気が入ることによって起きる化学変化にふれながら書きなさい。
- (4) 実験Ⅰで得られた黒い物質がすべて酸化銅であるとき、この実験で用いたクジャク石の中に含まれていた銅の割合は何%か。小数第1位を四捨五入して答えなさい。ただし、銅 2.0 g を完全に酸化させたときに得られる酸化銅の質量は 2.5 g であるものとする。

問 1	(1)				
	(2)	①		②	
	(3)				
	(4)	%			

問 1	(1)	H_2O			
	(2)	①	イ	②	ウ
	(3)	試験管内に入った空気中の酸素によって、生じた銅が酸化銅に変化するのを防ぐため。			
	(4)	58 %			

問 1 (4) 酸化銅の中に含まれる銅原子と酸素原子の質量の割合は、 $2.0 : (2.5 - 2.0) = 4 : 1$ なので、

実験 I で得られた 0.72 g の黒い物質がすべて酸化銅であるとする、その中には、 $0.72 \text{ g} \times \frac{4}{5} = 0.576 \text{ g}$ の銅が

含まれる。したがって、クジャク石 1.00 g の中に含まれていた銅の割合は、 $\frac{0.576}{1.00} \times 100 = 57.6\%$ で、小数第 1 位を四捨五入して 58% である。

【過去問 37】

太郎さんは、津久見市が石灰石の生産量日本一であるということを知り、石灰石に興味をもち、次の実験を行った。問1～問5に答えなさい。

(大分県 2023 年度)

Ⅰ 石灰石と塩酸の反応について調べた。

① [図1]のように、塩酸 50mL を入れたビーカーを用意し、ビーカー全体の質量をはかったところ、103.98 g であった。

② ①のビーカーに石灰石 0.50 g を加えたところ、気体が発生した。

③ 気体の発生が止まった後、ビーカー全体の質量をはかった。

④ ③のビーカーに、さらに石灰石 0.50 g を加え、気体の発生が止まった後、ビーカー全体の質量をはかった。

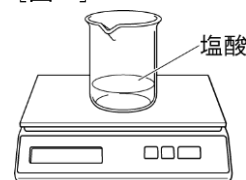
⑤ ④の操作を、加えた石灰石の質量の合計が 2.50 g になるまで繰り返した。

[表1]は、②～⑤の結果をまとめたものである。

[表1]

加えた石灰石の質量の合計[g]	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
反応後のビーカー全体の質量[g]	104.28	104.58	104.88	105.18	105.68

[図1]



問1 石灰岩は、生物の死がいなどが海底に堆積してできるが、津久見市にある石灰石の鉱山は、海より高い場所にある。海底に堆積した地層を陸上で観察することができる理由を簡潔に書きなさい。

問2 Ⅰの結果から、加えた石灰石の質量の合計と発生した気体の質量の合計の関係を、グラフに表しなさい。

問3 Ⅰの後、太郎さんは先生と次の会話をした。①、②の問いに答えなさい。

太郎：気体が発生したのは、石灰石の主成分である炭酸カルシウムが、塩酸の溶質である塩化水素と反応したためですね。

先生：そうですね。しかし、石灰石には炭酸カルシウム以外にも含まれていますね。石灰石の中に含まれている炭酸カルシウムの質量を調べるためには、どのような実験が考えられますか。

太郎：純粋な炭酸カルシウムを用いて、Ⅰと同様に塩酸と反応させる実験を行い、石灰石の場合と結果を比較することで調べることができると思います。

先生：そうですね。では、実験を行うとき、炭酸カルシウムも 2.50 g 必要ですか。

太郎：いいえ。石灰石 2.50 g に含まれている炭酸カルシウムと実験で用いた塩酸 50mL の反応では (a) ため、準備する炭酸カルシウムは 2.50 g 必要ありません。

先生：そうですね。では、実験を行いましょう。

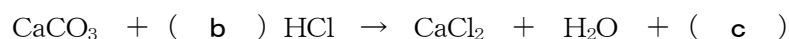
① (a) に当てはまる語句として最も適当なものを、ア～ウから1つ選び、記号を書きなさい。

ア 炭酸カルシウムはすべて反応するが、反応しなかった塩化水素は残っている

イ 塩化水素はすべて反応するが、反応しなかった炭酸カルシウムは残っている

ウ 炭酸カルシウムと塩化水素が互いに過不足なく反応し、炭酸カルシウムも塩化水素も残らない

- ② 次の化学反応式は、炭酸カルシウムと塩酸の反応を表したものである。(**b**) に当てはまる**数字**と、(**c**) に当てはまる**化学式**を書きなさい。



Ⅱ 炭酸カルシウムと塩酸の反応について調べた。

- [6] 新たにビーカーを用意し、[1]と同じ濃さの塩酸を 50mL 入れ、ビーカー全体の質量をはかったところ、103.98 g であった。
- [7] [6]のビーカーに炭酸カルシウム 0.50 g を加えたところ、気体が発生した。
- [8] 気体の発生が止まった後、ビーカー全体の質量をはかった。
- [9] [8]のビーカーに、さらに炭酸カルシウム 0.50 g を加え、気体の発生が止まった後、ビーカー全体の質量をはかった。

[表2] は、[7]～[9]の結果
をまとめたものである。

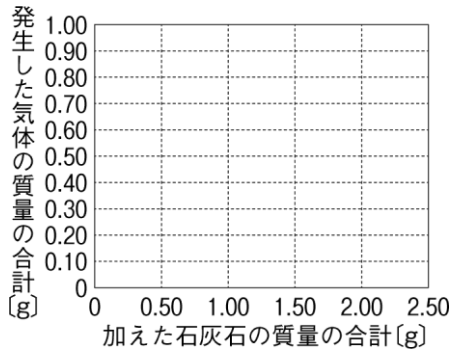
[表2]

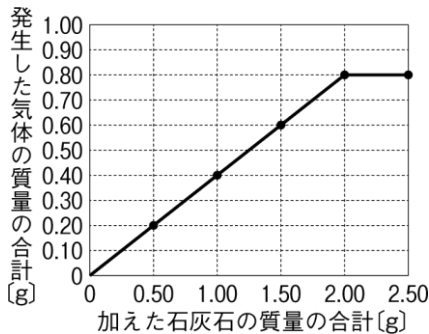
加えた炭酸カルシウムの質量の合計[g]	0.50	1.00
反応後のビーカー全体の質量[g]	104.26	104.54

問4 [Ⅰ]，[Ⅱ]の結果から，[Ⅰ]の石灰石 1.00 g に含まれている炭酸カルシウムは何 g か，四捨五入して**小数第二位**まで求めなさい。ただし，石灰石に含まれる炭酸カルシウムはすべて塩酸と反応するものとし，石灰石に含まれる物質で塩酸と反応する物質は炭酸カルシウムのみとする。

問5 化学変化のときの原子の組み合わせや性質について述べたものとして最も適当なものを，**ア**～**エ**から1つ選び，記号を書きなさい。

- ア** 化学変化の前後で，物質をつくる原子の組み合わせは変化しても，原子が新しくできたりなくなったりしない。
- イ** 化学変化の前後で，原子が新しくできたりなくなったりすることで，物質をつくる原子の組み合わせも変化する。
- ウ** 化学変化の前後で，物質をつくる原子の組み合わせは変化しないが，原子は新しくできたりなくなったりする。
- エ** 化学変化の前後で，原子が新しくできるがなくなりはず，物質をつくる原子の組み合わせも変化しない。

問 1				
問 2				
問 3	①			
	②	b	c	
問 4	g			
問 5				

問 1	例 隆起したため			
問 2				
問 3	①	イ		
	②	b	2	c CO ₂
問 4	0.91 g			
問 5	ア			

問 1 大地が持ち上がることを隆起，大地が沈みこむことを沈降という。

問 2, 3, 5 石灰石に含まれる炭酸カルシウム (CaCO₃) と，塩酸の溶質である塩化水素 (HCl) が反応して，塩化カルシウム (CaCl₂)，水 (H₂O)，そして気体の二酸化炭素 (CO₂) ができる。化学反応式を書くときは，反

応の前後で原子の組み合わせは変化しても、原子の種類や数は変化しないことに注意する。

この実験では、反応前の質量と、反応後の質量の差が、発生した気体（二酸化炭素）の質量である。石灰石を 0.50 g 加えた場合は、 $103.98 + 0.50 - 104.28 = 0.20$ g の気体が発生したことになる。同様にして、加えた石灰石の質量の合計が 1.00 g, 1.50 g, 2.00 g, 2.50 g のとき発生した気体の質量の合計を求めると、次の表のようになる。これをグラフに表すと、加えた石灰石が 2.00 g になるまでは、加えた石灰石の質量の合計と発生した気体の質量の合計は比例の関係にあるが、それ以上石灰石を加えても気体が発生しなくなっていることがわかる。これは、加えた石灰石が 2.00 g になったときに炭酸カルシウムと塩化水素が過不足なく反応しており、加えた石灰石が 2.50 g のときには、石灰石に含まれる炭酸カルシウムが残っていることを示している。

加えた石灰石の質量の合計 [g]	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
発生した気体の質量の合計 [g]	0.20	0.40	0.60	0.80	0.80

- 問4 加えた炭酸カルシウムの質量の合計と発生した気体の質量の合計についてまとめると、次の表のようになる。この結果から、加えた炭酸カルシウムの質量の合計と、発生した気体の質量の合計の比は、 $1.00 : 0.44$ になることがわかる。実験で使った石灰石 1.00 g に含まれている炭酸カルシウムの質量を x とすると、 $1.00 : 0.44 = x : 0.40$, $x = 0.909 \cdots$ g より、小数第3位を四捨五入して 0.91 g となる。

加えた炭酸カルシウムの質量の合計 [g]	0.50	1.00
発生した気体の質量の合計 [g]	0.22	0.44

【過去問 38】

珠美^{たまみ}さんは、学校の調理実習で、塩分は料理の全体量の0.8～0.9%が適量とされていることを知り、塩化ナトリウムのとけ方について調べるために実験を行った。下の問1～問4に答えなさい。

(宮崎県 2023 年度)

〔実験〕

- ① 水 100 g が入ったビーカーを用意した。
- ② ①の水に塩化ナトリウムを入れ、完全にとかした。
- ③ できた水溶液の質量パーセント濃度を塩分濃度計で測定した。

問1 塩化ナトリウムの化学式として、適切なものはどれか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

ア NaCL イ NaCl ウ NaOH エ NaOh

問2 実験の結果、塩化ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度は4.0%であった。このとき水溶液には塩化ナトリウムが何gとけているか、求めなさい。ただし、答えは、小数第2位を四捨五入して求めなさい。

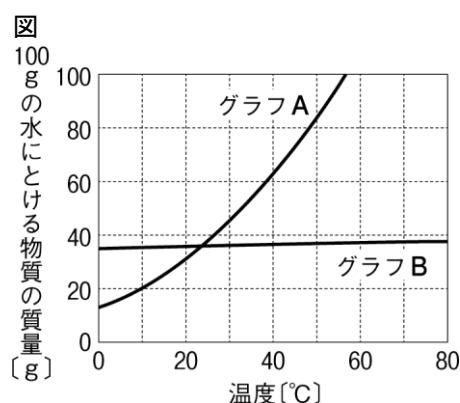
問3 珠美さんは、実験でできた塩化ナトリウム水溶液を加熱したときの質量パーセント濃度の変化についても調べ、次のようにまとめた。[a]，[b]に入る適切な言葉の組み合わせを、下のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

〔まとめ〕

塩化ナトリウム水溶液を加熱していくと、しだいに[a]の量が減少するため、塩化ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度は[b]。

- ア a：溶媒 b：高くなる イ a：溶媒 b：低くなる
 ウ a：溶質 b：高くなる エ a：溶質 b：低くなる

問4 珠美さんは、60℃の水に、とけ残りがないように塩化ナトリウムをできるだけとかして飽和水溶液をつくった。この水溶液をしばらくそのままにして温度を下げることで、結晶として塩化ナトリウムをとり出そうとしたが、ほとんどとり出すことができなかった。珠美さんは、その理由について、図をもとに次のようにまとめた。[a]にAまたはBのいずれか1つを入れなさい。また、[b]に入る適切な内容を、「温度」という言葉を使って、簡潔に書きなさい。ただし、塩化ナトリウムの溶解度曲線は、図のグラフA、Bのいずれかで示されている。



〔まとめ〕

図において、塩化ナトリウムの溶解度曲線はグラフ[a]で示されている。このグラフから、塩化ナトリウムは[b]ので、温度を下げて結晶をほとんどとり出すことはできない。

問 1	
問 2	g
問 3	
問 4	a
	b

問 1		イ
問 2		4.2 g
問 3		ア
問 4	a	B
	b	例 温度による溶解度の変化がほとんどない

問2 質量パーセント濃度

$$\text{質量パーセント濃度【\%】} = \frac{\text{溶質の質量【g】}}{\text{溶液の質量【g】}} \times 100 = \frac{\text{溶質の質量【g】}}{\text{溶媒の質量【g】} + \text{溶質の質量【g】}} \times 100$$

質量パーセント濃度が 4.0%，溶媒（水）の質量は 100 g だから，溶質（塩化ナトリウム）の質量を x とすると， $4.0\% = \frac{x}{(100+x)} \times 100$ ， $x = 4.16\cdots$ g より，小数第 2 位を四捨五入して，4.2 g となる。

問3 加熱によって溶媒である水の質量を減少させたとき，溶質である塩化ナトリウムの質量は変わらないので，質量パーセント濃度は高くなる。

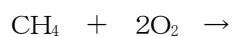
問4 図のグラフ B のような物質は，温度が大きく変化しても溶解度がほとんど変わらないため，水溶液の温度変化によって大量の結晶をとり出すことはできない。

【過去問 39】

次の問いに答えなさい。

(鹿児島県 2023 年度)

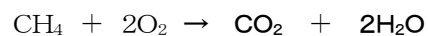
問2 メタン (CH_4) を燃焼させると、二酸化炭素と水ができる。この化学変化を表す次の化学反応式を完成せよ。



問2	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow$
----	---



問2	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
----	---



問2 化学反応式のつくり方

化学反応式では、矢印の左側と右側で各原子の種類と個数が等しくなるように化学式を用いて表す。

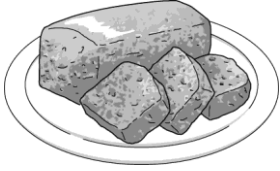
【過去問 40】

次の問いに答えなさい。答えを選ぶ問いについては記号で答えなさい。

(鹿児島県 2023 年度)

問2 図1は、鹿児島県の郷土菓子のふくれ菓子である。その材料は、小麦粉、黒糖、重そうなどである。重そうは炭酸水素ナトリウムの別名であり、ホットケーキの材料として知られるベーキングパウダーにも炭酸水素ナトリウムがふくまれている。ベーキングパウダーにふくまれている炭酸水素ナトリウムの質量を調べるため、次の実験1、2を行った。

図1



実験1 ある濃度のうすい塩酸 40.00 g が入ったビーカーを5個用意し、それぞれ異なる質量の炭酸水素ナトリウムを図2のように加えた。ガラス棒でかき混ぜて十分に反応させ、二酸化炭素を発生させた。その後、ビーカー内の質量を記録した。表はその結果である。なお、発生した二酸化炭素のうち、水にとけている質量については無視できるものとする。

図2



表

反応前のビーカー内の質量 [g]	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00
反応後のビーカー内の質量 [g]	40.96	41.92	43.40	45.40	47.40

1 二酸化炭素について、次の文中の□にあてはまる内容を「密度」ということばを使って書け。

二酸化炭素は、水に少ししかとけないので、水上置換法で集めることができる。また、□ので、下方置換法でも集めることができる。

2 次の文は、実験1について述べたものである。□a□にあてはまるものをア～エから選べ。また、□b□にあてはまる数値を書け。

うすい塩酸 40.00 g と反応する炭酸水素ナトリウムの最大の質量は、表から□a□の範囲にあることがわかる。また、その質量は□b□ g である。

- ア 2.00 g ～4.00 g イ 4.00 g ～6.00 g
ウ 6.00 g ～8.00 g エ 8.00 g ～10.00 g

実験2 実験1と同じ濃度のうすい塩酸 40.00 g に、ベーキングパウダー12.00 g を加え、ガラス棒でかき混ぜて十分に反応させたところ、二酸化炭素が 1.56 g 発生した。

3 実験2で用いたものと同じベーキングパウダー100.00 g にふくまれている炭酸水素ナトリウムは何 g か。ただし、実験2では塩酸とベーキングパウダーにふくまれている炭酸水素ナトリウムの反応のみ起こるものとする。

問 2	1				
	2	a		b	
	3	g			

問 2	1	空気より密度が大きい			
	2	a	イ	b	5.00
	3	25.00 g			

問 2 2 反応前のビーカー内の質量と加えた炭酸水素ナトリウムの質量との和と反応後のビーカー内の質量の差が、発生した二酸化炭素の質量となる。次の表は、発生した二酸化炭素の質量を計算し、表に追加したものである。

反応前のビーカー内の質量 [g]	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00
反応後のビーカー内の質量 [g]	40.96	41.92	43.40	45.40	47.40
発生した二酸化炭素の質量 [g]	1.04	2.08	2.60	2.60	2.60

この表から、加えた炭酸水素ナトリウムの質量が 4.00 g までは、炭酸水素ナトリウムの質量に比例して発生した二酸化炭素の質量が増えているが、6.00 g 以上では、発生した二酸化炭素の質量は一定になっていることがわかる。よって、炭酸水素ナトリウムの質量が 4.00～6.00 g の間で、うすい塩酸 40.00 g はすべて反応し、二酸化炭素が発生しなくなったと考えられる。また、うすい塩酸 40.00 g がすべて反応すると二酸化炭素が 2.60 g 発生するから、うすい塩酸 40.00 g と反応する炭酸水素ナトリウムの最大の質量を x とすると、 $4.00 \text{ g} : 2.08 \text{ g} = x : 2.60 \text{ g}$ より、 $x = 5.00 \text{ g}$ となる。

3 実験 1 と同じ濃度のうすい塩酸 40.00 g は、炭酸水素ナトリウム 5.00 g と過不足なく反応して二酸化炭素 2.60 g を発生させるから、ベーキングパウダー 12.00 g にふくまれる炭酸水素ナトリウムの質量を y とすると、 $5.00 \text{ g} : 2.60 \text{ g} = y : 1.56 \text{ g}$ より、 $y = 3.00 \text{ g}$ となる。ベーキングパウダー 12.00 g 中に炭酸水素ナトリウムは 3.00 g ふくまれているから、同じベーキングパウダー 100.00 g にふくまれる

炭酸水素ナトリウムは、 $\frac{100.00}{12.00} \times 3.00 = 25.00 \text{ g}$ となる。

【過去問 41】

化学変化と熱の関係を調べるための実験を行った。次の問いに答えなさい。

(沖縄県 2023 年度)

〈実験 1〉

集気びんに鉄粉 5 g, 活性炭粉末 2 g, 食塩水数滴を入れ, ガラス棒でかき混ぜながら温度を測定する (図 1)。

〈実験 2〉

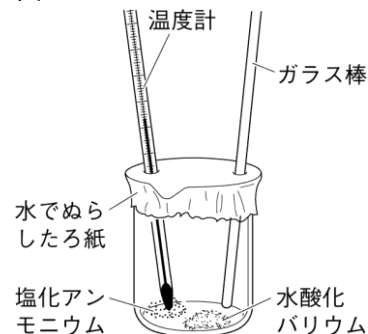
水酸化バリウム 3 g と塩化アンモニウム 1 g をビーカーの底の両端に入れ温度をはかる。

水でぬらしたろ紙をビーカーにかぶせ, ガラス棒でよく混ぜたあと, しばらくして温度を測定する (図 2)。

図 1



図 2



問 1 〈実験 1〉で温度はどのように変化するか。また, この化学変化を利用しているものは何か。組み合わせとして最も適当なものを次のア～エの中から 1 つ選び記号で答えなさい。

	温度変化	利用例
ア	上がる	マッチ
イ	上がる	使い捨てカイロ
ウ	下がる	ドライアイス
エ	下がる	冷却パック

問 2 〈実験 1〉で室温と集気びん内の温度差が最も大きくなった直後, 集気びんの中に火のついたロウソクを入れると, すぐにロウソクの火が消えた。その理由として最も適当なものを次のア～エの中から 1 つ選び記号で答えなさい。

- ア 集気びん内で水素が発生していたため イ 集気びん内で二酸化炭素が発生していたため
 ウ 集気びん内の酸素が使われていたため エ 集気びん内の窒素が使われていたため

問 3 〈実験 2〉で反応前の温度は 25.0°C だったが, 反応後は 9.0°C になった。この反応について述べた次の文の (①) に当てはまる語句として適当なものを 内のア, イから 1 つ選び記号で答えなさい。また, (②) に当てはまる最も適当な語句を答えなさい。

この化学変化 (化学反応) は熱を (①) ので, (②) 反応である。

- ア 周囲に出している
 イ 周囲からうばっている

問 4 〈実験 2〉の反応では気体が発生する。この気体の化学式を答えなさい。ただし, 化学式はアルファベットの大文字, 小文字, 数字を書く位置や大きさに気を付けて書きなさい。

問5 〈実験2〉で、水でぬらしたろ紙を用いる理由として、最も適当なものを次のア～エの中から1つ選び記号で答えなさい。

ア 空気が反応に影響することを防ぐため

イ ビーカーを冷やすため

ウ 気体の発生に水分が必要なため

エ 発生する気体を吸着するため

問1				
問2				
問3	①		②	
問4				
問5				

問1	イ			
問2	ウ			
問3	①	イ	②	吸熱
問4	NH ₃			
問5	エ			

問2 鉄粉を活性炭粉末，食塩水数滴と反応させると，空気中の酸素によって鉄が酸化されて発熱し，温度が上がる。そのとき，集気びん中の酸素が減るので，火のついたロウソクを入れると，すぐにロウソクの火が消える。

問5 塩化アンモニウムと水酸化バリウムを混ぜ合わせると気体のアンモニアが発生して温度が下がる。アンモニアは水に非常に溶けやすく，有毒な気体であるため，ビーカーに水でぬらしたろ紙をかぶせることで気体を吸着させることができる。