

【過去問 1】

次の問いに答えなさい。

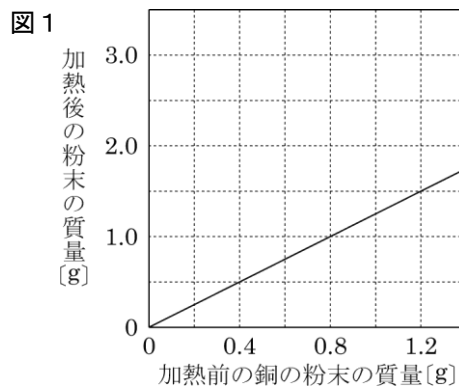
(北海道 2021 年度)

問 1 次の文の ④ と ⑥ に当てはまる語句を書きなさい。

(4) 二酸化炭素のように、原子がいくつか結びついた粒子で、物質としての性質を示す最小単位の粒子を ④ という。

(6) 水の電気分解とは逆の化学変化を利用して、水素と酸素が化学変化を起こして水ができるときに、発生する電気エネルギーを直接取り出す装置を ⑥ 電池という。

問 4 銅の粉末を黒色になるまで十分に加熱して、完全に酸化した後の粉末の質量をはかり、加熱前の銅の粉末の質量と加熱後の粉末の質量との関係を図 1 に表した。銅 1.2 g を十分に加熱し、完全に酸化したとき、この銅に化合した酸素の質量は何 g か。



問 1	(4)	④	
	(6)	⑥	
問 4	g		

問 1	(4)	④	分子
	(6)	⑥	燃料
問 4	0.3 g		

問 4 質量保存の法則

化学変化の前後で、全体の質量は変化しない。

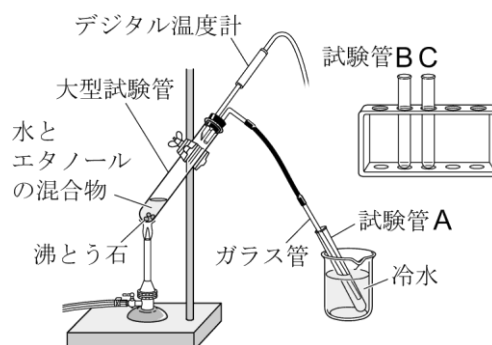
図 1 において、加熱前の銅の粉末の質量が 1.2 g のとき、加熱後の粉末の質量は 1.5 g になっている。銅は完全に酸化されているので、加熱後の粉末はすべて酸化銅であり、増加した質量 0.3 g は銅と結びついた酸素の質量である。

【過去問 2】

次の問いに答えなさい。

(青森県 2021 年度)

- 問1 右の図の装置を用いて、水 9 cm^3 とエタノール 3 cm^3 を混合した㊾液体を沸とうさせて、得られた気体を集めて冷やし、ふたたび液体を得る操作を行った。ガラス管から出てきた液体を約 2 cm^3 ずつ、試験管A、B、Cの順に集めた。これらの液体をそれぞれろ紙にしみ込ませて、蒸発皿に置いたマッチの火に近づけたところ、㊿Aの液体はよく燃え、Bの液体は少しだけ燃え、Cの液体は燃えなかった。次のア、イに答えなさい。



- ア 下線部㊾を何というか、書きなさい。
- イ 下線部㊿のようになったのはなぜか。その理由を、試験管Aの液体にふくまれる物質の量に着目して、沸点という語を用いて書きなさい。

- 問2 鉄粉 3.5 g と硫黄の粉末 2.0 g の混合物を試験管に入れて加熱したところ、過不足なく反応し、硫化鉄になった。次のア、イに答えなさい。

- ア 硫化鉄の化学式を書きなさい。
- イ 鉄 3.9 g と硫黄 2.4 g の混合物がある。これを加熱して過不足なく反応させるためには、鉄と硫黄のうち、どちらの物質を加えなければならないか、その物質の名称を書きなさい。また、加える物質の質量は何 g か、求めなさい。

問 1	ア		
	イ		
問 2	ア		
	イ	名称	
		質量	g

問 1	ア	蒸留	
	イ	例 試験管 A は水より <u>沸点</u> の低いエタノールの量が多いから。	
問 2	ア	FeS	
	イ	名称	鉄
		質量	0.3 g

問 2 イ…鉄粉と硫黄の粉末が、 $3.5\text{ g} : 2.0\text{ g} = 7 : 4$ の質量の比で過不足なく反応することから、硫黄 2.4 g と過不足なく反応する鉄の質量を x とすると、 $x : 2.4 = 7 : 4$ より、 $x = 4.2\text{ g}$ である。よって、 $4.2 - 3.9 = 0.3\text{ g}$ の鉄を加えればよい。

【過去問 3】

次の問いに答えなさい。

(岩手県 2021 年度)

問1 次のア～エのうち、アンモニアを示す化学式はどれですか。一つ選び、その記号を書きなさい。

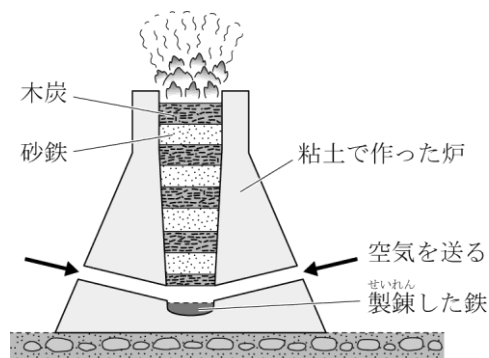
ア H_2

イ N_2

ウ NH_3

エ CO_2

問2 たたら製鉄は、日本古来の製鉄法で、右の図のように炉の中に砂鉄（酸化鉄）と木炭（炭素）を交互に入れ、空気を送り込みながら反応させます。次のア～エのうち、このときの化学変化について述べたものとして最も適当なものはどれですか。一つ選び、その記号を書きなさい。



ア 砂鉄は酸化されて鉄になり、木炭は還元されて二酸化炭素になる。

イ 砂鉄は酸化されて鉄になり、木炭は酸化されて二酸化炭素になる。

ウ 砂鉄は還元されて鉄になり、木炭は酸化されて二酸化炭素になる。

エ 砂鉄は還元されて鉄になり、木炭は還元されて二酸化炭素になる。

問1	
問2	

問1	ウ
問2	ウ

問2 酸化と還元

- ・物質が酸素と結びつく化学変化が酸化であり、酸化によってできる物質を酸化物という。
- ・酸化物から酸素をうばう化学変化が還元であり、酸化物を還元する物質は酸化される。
- ・酸化と還元は、1つの化学変化の中で、同時に起こる。

砂鉄（酸化鉄）は酸化物であり、木炭（炭素）によって還元されて鉄になる。木炭は酸化され、二酸化炭素になる。

【過去問 4】

純さんは、花火を見物して次のことに気づいた。下の問いに答えなさい。

(秋田県 2021 年度)

ろうそくの炎と比べて、a花火の光の方が明るく見えました。また、b花火が見えてから少し遅れて音が聞こえました。このとき、花火によって聞こえる c音の大きさや高さがちがっていました。



問1 下線部 a について純さんが資料で調べたところ、花火の光を明るくするために、マグネシウムの燃焼によって出る光を利用する場合があることがわかった。図1は○をマグネシウム原子、●を酸素原子として、マグネシウムと酸素の反応をモデルで表したものである。

図1



- ① 図1の化学変化を化学反応式で書きなさい。
- ② 図1で、反応するマグネシウムと酸素の質量の比は3 : 2である。1.5 g のマグネシウムが完全に反応したときにできる酸化マグネシウムの質量は何 g か、求めなさい。求める過程も書きなさい。

問1	①	
	②	過程 :
		答 : g

問1	①	例 $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$
	②	過程 : 例 化合する酸素の質量を x g とする。 $3 : 2 = 1.5 : x$ $x = 1.0$ [g] よって、求める酸化マグネシウムの質量は $1.5 + 1.0 = 2.5$ [g]
		答 : 2.5 g

問1 ② 反応するマグネシウムと酸素の質量の比から、反応するマグネシウムとできる酸化マグネシウムの質量の比を、 $3 : (3 + 2) = 3 : 5$ と考えてもよい。

【過去問 5】

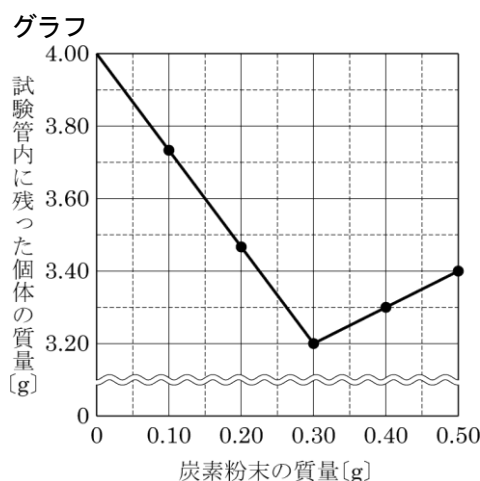
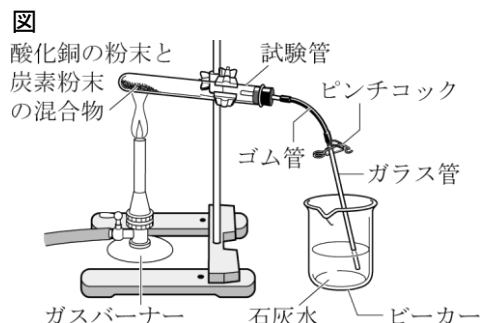
里奈さんと慎也さんは、酸化と還元について調べるために、次の①～⑤の手順で実験を行った。あとの問いに答えなさい。

(山形県 2021 年度)

【実験】

- ① 酸化銅の粉末 4.00 g と炭素粉末 0.10 g を乳鉢でよく混ぜ合わせた。
- ② ①の混合物を試験管に入れ、図のような装置を組み、加熱した。
- ③ 気体が発生しなくなったら、石灰水からガラス管をとり出したあとに加熱をやめ、ピンチコックでゴム管を閉じて試験管を冷ました。
- ④ 試験管内に残った固体をとり出し、質量をはかった。
- ⑤ 炭素粉末の質量を 0.20 g, 0.30 g, 0.40 g, 0.50 g にして、①～④と同様のことをそれぞれ行った。

問1 下線部について、加熱をやめる前に石灰水からガラス管をとり出すのはなぜか、簡潔に書きなさい。



問2 グラフは、実験結果をまとめたものであり、次は、実験後の里奈さんと慎也さんの対話である。あとの問いに答えなさい。

里奈：炭素粉末の質量がそれぞれどんな場合でも、加熱後の試験管には赤色の固体が観察できて、石灰水は発生した気体によって白くにごったよ。

慎也：そうすると、試験管内で起こった化学変化は、 $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow \boxed{\text{a}}$ の化学反応式で表すことができるね。

里奈：炭素が $\boxed{\text{b}}$ され、酸化銅が $\boxed{\text{c}}$ されたんだね。

慎也：銅と炭素では、 $\boxed{\text{d}}$ の方が酸素と結びつきやすいといえるね。

里奈：それから、炭素粉末が $\boxed{\text{e}}$ g のとき、反応後の試験管内に残った固体は銅だけだったね。

慎也：そうだったね。グラフからは、反応によって発生する気体の質量が求められるよ。炭素粉末の質量が 0.15 g のとき、反応によって発生する気体の質量は $\boxed{\text{f}}$ g と考えられるね。

(1) $\boxed{\text{a}}$ に適切な化学式や数字、記号を書き、化学反応式を完成させなさい。

(2) b ～ d にあてはまる語の組み合わせとして適切なものを、次のア～エから一つ選び、記号で答えなさい。

ア b 酸化 c 還元 d 炭素 イ b 酸化 c 還元 d 銅
ウ b 還元 c 酸化 d 炭素 エ b 還元 c 酸化 d 銅

(3)

c

,

f

 にあてはまる数値の組み合わせ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 e 0.30 f 0.40 イ e 0.30 f 0.55 ウ e 0.30 f 0.70
 エ e 0.40 f 0.40 オ e 0.40 f 0.55 カ e 0.40 f 0.70

問3 実験結果から、酸化銅に含まれる、銅の質量と酸素の質量の比を、最も簡単な整数比で書きなさい。

問 1		
問 2	(1)	
	(2)	
	(3)	
問 3	銅：酸素　＝	

問 1	例	
	石灰水が試験管の中に逆流するのを防ぐため。	
問 2	(1)	$2\text{Cu} + \text{CO}_2$
	(2)	ア
	(3)	イ
問 3	銅 : 酸素 = 4 : 1	

問2 (2) 酸化銅の粉末と炭素粉末を混ぜ合わせて加熱すると、炭素粉末が酸化、酸化銅が還元され、二酸化炭素と銅ができる。この反応では、銅と結びついていた酸素が炭素粉末と結びつくようになるため、炭素の方が酸素と結びつきやすいといえる。

(3) 酸化銅の粉末と炭素粉末を混ぜ合わせて加熱すると二酸化炭素と銅ができるが、二酸化炭素は気体であり、試験管の中に残らない。したがって、酸化銅と炭素粉末が過不足なく反応するまでは、炭素粉末の質量が多くなるほど、試験管内に残った固体の質量は少なくなる。グラフより、炭素粉末の質量が 0.30 g のとき、試験管内に残った固体の質量が最も少なくなるので、このとき酸化銅と炭素粉末が過不足なく反応して、酸化銅がすべて銅になったと考えられる。炭素粉末の質量が 0.30 g より多くなると、酸化銅がすべて銅になったときに炭素粉末が残

るようになるので、試験管内に残った固体の質量は、残った炭素の質量の分だけ重くなる。

グラフより、炭素粉末の質量が 0.30 g のとき、試験管内に残った固体は銅であり、その質量は 3.20 g である。はじめに酸化銅の粉末を 4.00 g 用いているので、 $4.00 - 3.20 = 0.80$ g が、銅と結びついていた酸素の質量である。これが 0.30 g の炭素と結びつくので、発生する二酸化炭素の質量は、 $0.80 + 0.30 = 1.1$ g である。炭素粉末の質量が 0.15 g のときは、0.30 g のときの半分の量の二酸化炭素

ができるため、その質量は $1.1 \times \frac{1}{2} = 0.55$ g である。

問3 問2(3)より、酸化銅の粉末 4.00 g に含まれる銅と酸素の質量は、それぞれ 3.20 g と 0.80 g である。これらの質量の比は、 $3.20 : 0.80 = 4 : 1$ である。

【過去問 6】

次の実験について、問1～問5に答えなさい。

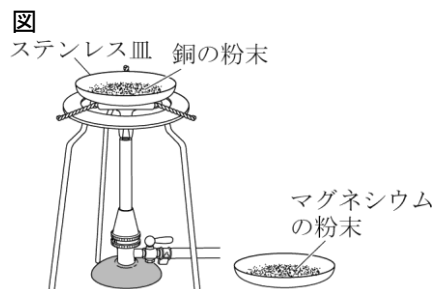
(福島県 2021 年度)

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 1	
問 2	
問 3	銅やマグネシウムが
問 4	
問 5	g

問 1	MgO
問 2	オ
問 3	銅やマグネシウムが すべて酸素と反応したから。
問 4	カ
問 5	2.16 g

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

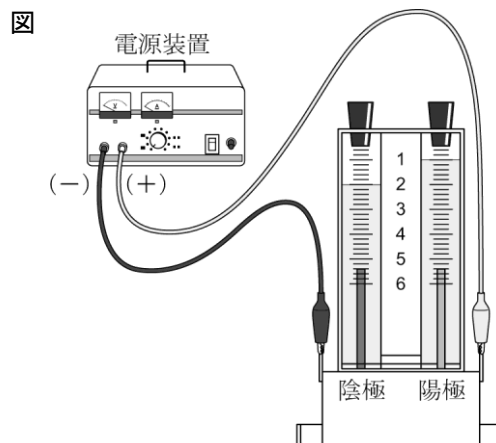
【過去問 7】

次の問いに答えなさい。

(茨城県 2021 年度)

問2 物質の表面に金属をめっきするときなど、電気分解の技術を用いて、さまざまな製品が作られている。水酸化ナトリウムを溶かした水を装置上部まで満たして電気分解し、図のように気体が集まったところで実験を終了した。陰極で発生した気体の性質として正しいものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

- ア 発生した気体に、赤インクをつけたろ紙を近づけるとインクの色が消える。
- イ 発生した気体に、マッチの火を近づけると音を立てて気体が燃える。
- ウ 発生した気体に、水でぬらした青色リトマス紙をかざすと赤色になる。
- エ 発生した気体に、火のついた線香を入れると線香が激しく燃える。



問2	
----	--

問2	イ
----	---

問2 水を電気分解すると、陰極側に水素、陽極側に酸素が、2 : 1 の体積の比で発生する。水素にマッチの火を近づけると音を立てて燃える。なお、純粋な水には電気が流れないため、この実験では水に水酸化ナトリウムを溶かすことで電気が流れるようにしている。

【過去問 8】

花子さんは、ホットケーキがふくらむ理由について調べるために先生と実験を行い、ノートにまとめた。下の問1～問4に答えなさい。

(茨城県 2021 年度)

花子さんの実験ノートの一部

《実験1》

小麦粉、水、炭酸水素ナトリウムを混ぜて生地を作り、ホットプレートで加熱したところ、生地がふくらんだ。

《実験2》

炭酸水素ナトリウムを試験管Aに入れて加熱し、出てきた気体を試験管Bに集める。図のように装置を組み立て、実験しようとしたところ、先生から、次のような指示があったので、正しく装置を組み立てて実験した。



「図のように組み立てると、**あ** ことで試験管Aが割れることがあるので **い** が必要です。」

- 【結果】
- ・加熱すると、気体が発生した。
 - ・反応後、試験管A内に白い固体が残っていた。
 - ・試験管Aに生じた液体に青色の塩化コバルト紙をつけると赤色に変化した。

花子さんと先生は実験後に次のような会話をした。

花子：加熱すると、気体が発生してきました。この気体は何ですか。

先生：では、考えてみましょう。原子は、化学変化において、なくなったり、新しくできたり、別の原子に変わったりしないということを覚えていますか。ということは、発生する可能性がある気体を塩素、酸素、窒素、二酸化炭素の中から選ぶならば、何と何が考えられますか。

花子：炭酸水素ナトリウムが分解したので、**う** と **え** が考えられます。

先生：そうですね。実際には **う** が発生しています。どのような実験を行い、どのような結果になると、**う** が発生したと言えるでしょうか。

花子：集めた気体が入った試験管Bに **お** という結果になると、**う** が発生したと言えます。

先生：では、実験してみましょう。

花子：実験の結果、**う** が発生したことが確認できました。これがホットケーキがふくらむ理由ですか。でも、水を加熱して生じる水蒸気はホットケーキをふくらませる理由にはならないのですか。

先生：では、**か** を混ぜて加熱して、確認してみましょう。

《実験3》

【か】を混ぜて生地を作り、ホットプレートで加熱した。

【結果】 生地がふくらまなかった。

【まとめ】 ホットケーキがふくらむ理由は、炭酸水素ナトリウムを加熱することによって【う】が生じたからである。

問1 文中の【あ】，【い】に当てはまる内容を書きなさい。ただし，【あ】には図のように組み立てて実験することで生じる現象を，【い】には正しく組み立てる方法を書きなさい。

問2 文中の【う】，【え】に当てはまる語を，下線部の塩素，酸素，窒素，二酸化炭素から選んで書きなさい。また，【う】が発生したことを確かめる実験方法とその結果を，【お】に当てはまるように書きなさい。

問3 文中の【か】に当てはまる物質を，実験1で用いた小麦粉，水，炭酸水素ナトリウムから二つ選んで書きなさい。

問4 炭酸水素ナトリウムが加熱により分解するときの化学反応式を書きなさい。

問 1	あ			
	い			
問 2	う		え	
	お	試験管Bに という結果になると,		
問 3	と			
問 4				

問1	あ	生じた液体が加熱部へ流れる
	い	試験管Aの口を下げる

問2	う	二酸化炭素	え	酸素
	お	試験管Bに 石灰水を入れることで、白くにごる という結果になると、		
問3	小麦粉 と 水			
問4	$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$			

問2 塩素 (Cl_2)、酸素 (O_2)、窒素 (N_2)、二酸化炭素 (CO_2) のうち、炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) に含まれる元素であるNa, H, C, Oの組み合わせによって発生する可能性がある気体を考える。

問3 花子さんは、水蒸気がホットケーキをふくらませる理由にならないのかと疑問をもっているが、水を使わずに生地をつくることができないため、加熱すると二酸化炭素を生じる炭酸水素ナトリウムを用いずに対照実験を行ったと考えられる。

問4 実験2の結果で、発生した気体は二酸化炭素、試験管Aに残った白い固体は炭酸ナトリウム、試験管Aに生じた液体は水である。つまり、炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) を熱分解すると、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) と二酸化炭素 (CO_2) と水 (H_2O) ができる。化学反応式をかくときは、矢印の前後で原子の数が等しくなるように係数をつけて調整する。

【過去問 9】

次の問いに答えなさい。

(栃木県 2021 年度)

問1 次のうち、化学変化はどれか。

- ア 氷がとける。 イ 食塩が水に溶ける。
ウ 砂糖がこげる。 エ 熱湯から湯気が出る。

問1	
----	--

問1	ウ
----	---

問1 ア、イ、エでは、それぞれの物質をつくる粒子の種類は変わっていない。ウは、砂糖の分子が変化して炭となっている。

【過去問 10】

気体A, B, C, Dは、二酸化炭素, アンモニア, 酸素, 水素のいずれかである。気体について調べるために、次の実験(1), (2), (3), (4)を順に行った。

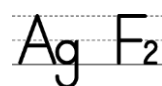
- (1) 気体A, B, C, Dのにおいを確認したところ、気体Aのみ刺激臭がした。
- (2) 気体B, C, Dをポリエチレンの袋に封入して、実験台に置いたところ、気体Bを入れた袋のみ浮き上がった。
- (3) 気体C, Dをそれぞれ別の試験管に集め、水でぬらしたリトマス試験紙を入れたところ、気体Cでは色の変化が見られ、気体Dでは色の変化が見られなかった。
- (4) 気体C, Dを1:1の体積比で満たした試験管Xと、空気を満たした試験管Yを用意し、それぞれの試験管に火のついた線香を入れ、反応のようすを比較した。

このことについて、次の問1, 問2, 問3に答えなさい。

(栃木県 2021 年度)

問1 実験(1)より、気体Aは何か。図1の書き方の例にならい、文字や数字の大きさを区別して、化学式で書きなさい。

図1



問2 次の□内の文章は、実験(3)について、結果とわかったことをまとめたものである。①, ②, ③に当てはまる語をそれぞれ書きなさい。

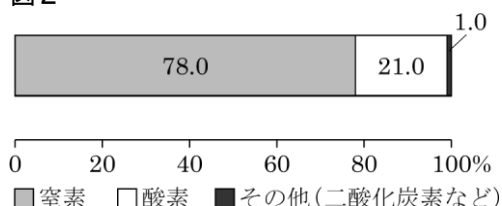
気体Cでは、(①)色リトマス試験紙が(②)色に変化したことから、気体Cは水に溶けると(③)性を示すといえる。

問3 実験(4)について、試験管Xでは、試験管Yと比べてどのように反応するか。反応のようすとして、適切なものをア, イ, ウのうちから一つ選び、記号で答えなさい。また、そのように判断できる理由を、空気の組成(体積の割合)を表した図2を参考にして簡潔に書きなさい。

ア 同じように燃える。

イ 激しく燃える。

図2



ウ すぐに火が消える。

問 1						
問 2	①		②		③	
問 3	記号					
	理由					

問 1	NH₃					
問 2	①	青	②	赤	③	酸
問 3	記号	イ				
	理由	例 試験管 Xの方が試験管 Y（空気）よりも酸素の割合が高いから。				

問 1, 2 刺激臭のある気体 A はアンモニアである。残りの二酸化炭素, 酸素, 水素のうち, 水に溶け, 水溶液がリトマス試験紙の色を変化させる特徴をもつものは, 二酸化炭素のみである。二酸化炭素は, 水に少し溶け, その水溶液は弱い酸性を示す。

問 3 試験管 X には, 酸素が体積の割合で 50% 含まれている。一方, 空気を満たした試験管 Y には, 図 2 より酸素が 21.0% 含まれている。したがって, ものを燃やすはたらきをもつ酸素の体積の割合は試験管 X の方が大きい
ため, 線香はより激しく燃える。

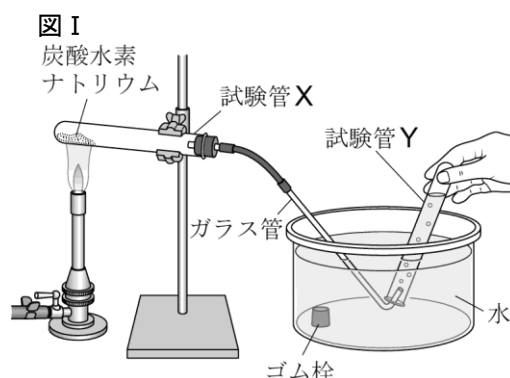
【過去問 11】

GさんとMさんは、炭酸水素ナトリウムを加熱したときに起こる変化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 2021 年度)

[実験 1]

(A) 図 I のように、炭酸水素ナトリウムが入った試験管 X をガスバーナーで加熱したところ、気体が発生した。はじめに出てきた気体は集めずに、しばらくしてから試験管 Y に気体を集め、水中でゴム栓をした。しばらくすると気体が発生しなくなったので、ガラス管を水中から取り出した後にガスバーナーの火を消した。試験管 X の内側には無色透明の液体がつき、底には白い物質が残った。



- (B) 試験管 X の内側についた無色透明の液体に、乾燥させた塩化コバルト紙をつけたところ、色が変化した。
(C) 試験管 Y に石灰水を加えてよく振ったところ、石灰水が白くにごった。

問1 実験1の下線部について、ガスバーナーの火を消す前にガラス管を水中から取り出すのはなぜか、その理由を簡潔に書きなさい。

問2 実験1について、次の①～③の問いに答えなさい。

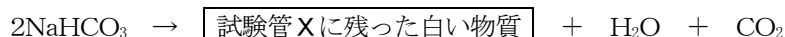
- ① 次の文は、実験1(B)の結果について考察し、まとめたものである。文中の a , b に当てはまる語を、それぞれ書きなさい。

塩化コバルト紙の色が a 色から b 色に変化したことから、試験管 X の内側についた無色透明の液体は水であることが分かる。

- ② 次の文は、加熱後の試験管 Xに残った白い物質と、元の炭酸水素ナトリウムとの違いを調べるために行った実験とその結果について述べたものである。文中の a, b 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。

白い物質が残っている試験管 X と、試験管 Xに残った白い物質と同量の炭酸水素ナトリウムを入れた試験管に、それぞれ水を加えて溶け方を比較した。その結果、試験管 Xに残った白い物質の方が a {ア 溶けやすかった イ 溶けにくかった}。次に、フェノールフタレイン溶液をそれぞれの試験管に加え、水溶液の色を比較した。その結果、白い物質が残っている試験管 Xの方が b {ア 濃い イ うすい} 赤色となった。

- ③ 実験1の化学変化は次のように表すことができる。これを参考にして、試験管 Xに残った白い物質に含まれている原子の種類を、原子の記号で全て書きなさい。

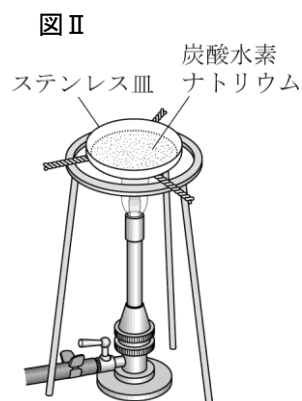


問3 GさんとMさんは、**実験1**において炭酸水素ナトリウムの代わりに炭酸水素アンモニウムを加熱した場合の化学変化について考えた。物質名に「アンモニウム」とあることからアンモニアが発生すると予想したが、**図I**の装置はアンモニアを集めるのには適さないと判断した。このように判断した理由を、簡潔に書きなさい。

[実験2]

(A) 炭酸水素ナトリウムをはかりとり、**図II**のようにステンレス皿に広げて一定の時間加熱し、冷ましてからステンレス皿上の物質の質量を測定した。その後、再び一定の時間加熱し、加熱後の物質の質量を測定する操作を繰り返した。

(B) 炭酸水素ナトリウムの質量を変えて、(A)と同じ実験を行った。**表**は、測定結果をまとめたものである。



表

加熱前の炭酸水素ナトリウムの質量 [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
2.00	1.68	1.28	1.26	1.26	1.26
4.00	3.36	3.04	2.52	2.52	2.52
6.00	5.04	4.56	4.08	3.78	3.78

問4 **実験2**について、次の①、②の問いに答えなさい。ただし、炭酸水素ナトリウムの加熱によって生じる水は、全て蒸発するものとする。

- ① **表**では、操作の回数が増えると、加熱後の物質の質量に変化が見られなくなった。この理由を、簡潔に書きなさい。
- ② 炭酸水素ナトリウム 7.00 g を加熱し、加熱後の物質の質量に変化が見られなくなったとき、残った物質の質量はいくらか、書きなさい。

問 1					
問 2	①	a		b	
	②	a		b	
	③				
問 3					
問 4	①				
	②	g			

問 1	例 加熱した試験管に水が逆流するのを防ぐため。				
問 2	①	a	青	b	赤（桃）
	②	a	ア	b	ア
	③	Na, C, O			
問 3	例 アンモニアは水に溶けやすいから。				
問 4	①	例 炭酸水素ナトリウムの分解が起こらなくなったから。			
	②	4.41 g			

問2 化学変化において、原子は、なくなったり、新しくできたり、別の原子に変わったりしない。化学反応式では、化学変化の前（矢印の左側）と化学変化の後（矢印の右側）で、式全体に含まれる原子の種類と数は変わらない。

炭酸水素ナトリウムの加熱では、 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ の反応によって、炭酸ナトリウム、水、二酸化炭素が生じる。塩化コバルト紙は、このとき生じた水によって色が変わっている。塩化コバルト紙

は、乾燥していると青色、水に触れると赤色（桃色）になる塩化コバルトを表面に付着させた試験紙である。また、加熱前の炭酸水素ナトリウムと、加熱後に生じた炭酸ナトリウムを比べると、炭酸ナトリウムの方が水に溶けやすく、溶けたときに示すアルカリ性も強い。フェノールフタレイン溶液は、酸性と中性では無色、アルカリ性では赤色になるフェノールフタレインを含む試薬である。中性に近い弱いアルカリ性では無色であり、pHが10程度までは、アルカリ性が強くなるほど、赤色が濃くなる。

問4 ② 加熱前の炭酸水素ナトリウムの質量と、加熱後の物質の質量に変化が見られなくなったときの質量の差を、加熱前の炭酸水素ナトリウムの質量ごとに求める。それぞれの質量の差の値を、加熱前の炭酸水素ナトリウムの質量で割り、炭酸水素ナトリウムの質量1.00 gあたりの加熱前と加熱後の質量の差を求めると、次の表のように、すべて同じ値になる。

加熱前の炭酸水素ナトリウムの質量：a [g]	加熱後の物質の質量に変化が見られなくなったときの質量：b [g]	加熱前と加熱後の質量の差： a - b [g]	加熱前の炭酸水素ナトリウムの質量 1.00 g あたりの加熱前と加熱後の質量の差の値： $\frac{a-b}{a}$
2.00	1.26	0.74	0.37
4.00	2.52	1.48	0.37
6.00	3.78	2.22	0.37

この結果をもとに考えると、加熱前の炭酸水素ナトリウムの質量が 7.00 g のときにも、加熱前の炭酸水素ナトリウムの質量 1.00 g あたりの加熱前と加熱後の質量の差の値は、同じく 0.37 になるので、7.00 g のときの加熱前と加熱後の質量の差は、 $7.00 \times 0.37 = 2.59$ g である。よって、加熱後の物質の質量に変化が見られなくなったときの、残った物質の質量は、 $7.00 - 2.59 = 4.41$ g である。

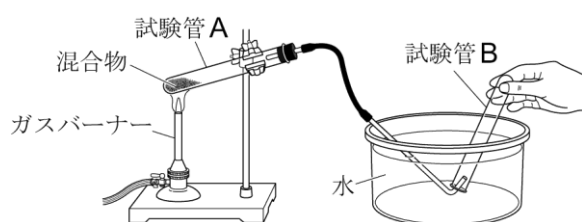
【過去問 12】

次の問いに答えなさい。

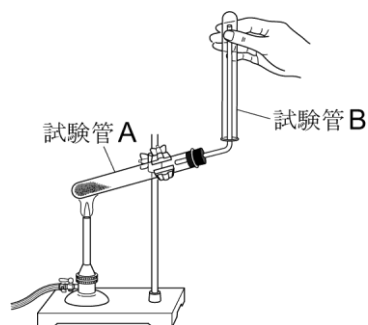
(埼玉県 2021 年度)

問3 水酸化カルシウムと塩化アンモニウムを反応させると、アンモニアと水と塩化カルシウムが生じます。試験管Aに入れた水酸化カルシウムと塩化アンモニウムの混合物を加熱してアンモニアを試験管Bに集める操作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。

ア



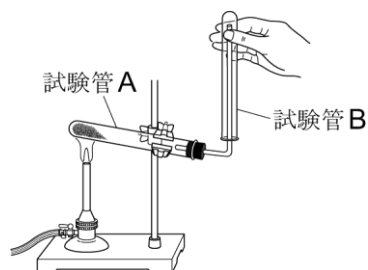
イ



ウ



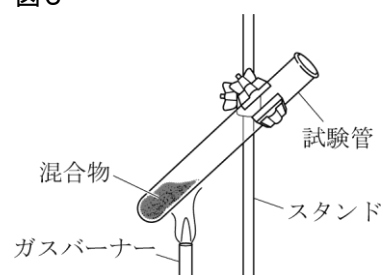
エ



問7 鉄粉 3.5 g と硫黄の粉末 2.0 g の混合物を試験管に入れ、図5

のように混合物の上部をガスバーナーで加熱しました。混合物の色が赤くなり始めたところで加熱をやめ、しばらく置いたところ、鉄と硫黄がすべて反応して黒色の物質に変化しました。この化学変化を化学反応式で表しなさい。

図5



問3	
問7	

問3	エ
問7	$\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$

問3 アンモニアは、空気より軽く（密度が小さく）、水に非常によく溶ける性質をもつので、上方置換法で集める。また、イのように試験管Aの底が下になるように傾けたまま加熱すると、生じた水が加熱部に流れて試験管が割れるおそれがあるので、エが正しい。

問7 鉄（Fe）と硫黄（S）が結びついて硫化鉄（FeS）ができる。

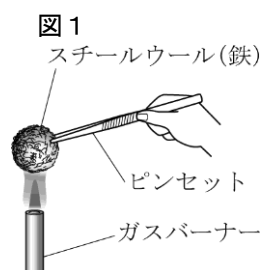
【過去問 13】

金属を加熱したときの変化について調べるため、次の**実験 1**、**2**を行いました。これに関して、あとの問 1～問 4 に答えなさい。なお、ステンレスの皿は加熱による質量の変化がないものとします。

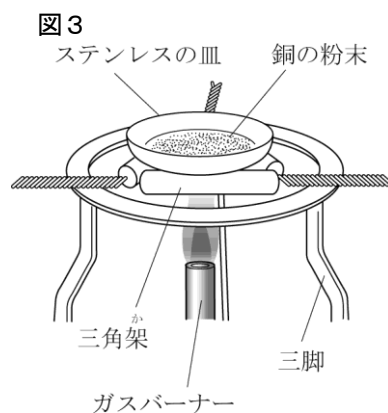
(千葉県 2021 年度)

実験 1

- ① 図 1 のように、あらかじめ質量をはかっておいたスチールウール(鉄)をピンセットではさんで火をつけ、図 2 のように、そのスチールウールをさじにのせて酸素を入れた集気びんの中に移したところ、光や熱を出しながら激しく反応した。
- ② 反応後の物質をよく冷ましたあと、その質量をはかると、反応後の物質の質量は、反応前のスチールウールの質量と比べて増加していた。反応後の物質は、黒色で、もろく、金属光沢は見られなかった。また、スチールウール、反応後の物質のそれぞれをうすい塩酸が入った試験管に少量入れたところ、スチールウールからは水素が発生したが、反応後の物質からは気体が発生しなかった。

**実験 2**

- ① 銅の粉末を 0.40 g はかりとった。
- ② 図 3 のように、はかりとった銅の粉末を、質量がわかっているステンレスの皿に広げた。銅の粉末をかき混ぜながらガスバーナーで十分に加熱して反応させ、よく冷ましたあと、皿全体の質量をはかった。このような加熱と質量の測定を皿全体の質量が変化しなくなるまでくり返し、変化しなくなった皿全体の質量から皿の質量を引いて、反応後の物質の質量を求めた。
- ③ 銅の粉末の質量を 0.60 g、0.80 g、1.00 g、1.20 g とかえて、②と同様の手順でそれぞれの銅の粉末を加熱し、反応後の物質の質量を調べた。



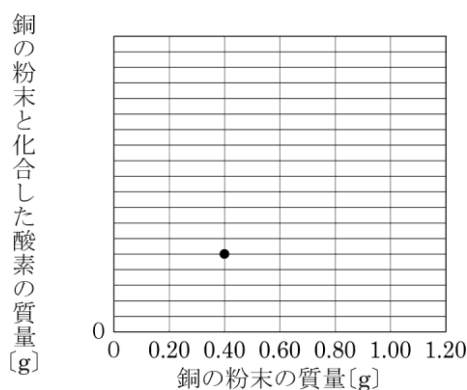
表は、**実験 2**の結果をまとめたものである。

銅の粉末の質量[g]	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
反応後の物質の質量[g]	0.50	0.74	1.00	1.26	1.50

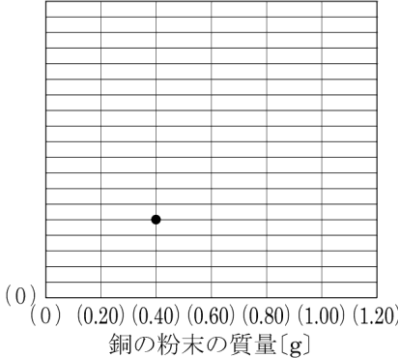
- 問1 次の文章は**実験1**について述べたものである。文章中の x , y にあてはまることばの組み合わせとして最も適当なものを、あとのア～エのうちから一つ選び、その符号を書きなさい。

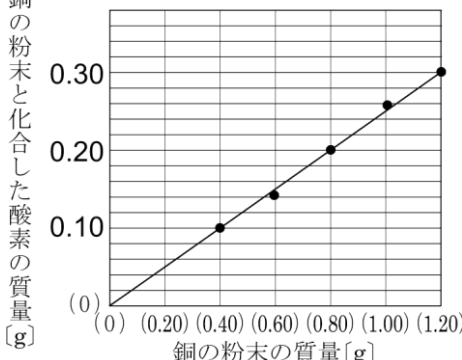
スチールウールは酸素を入れた集気びんの中で光や熱を出しながら激しく反応した。この反応を x という。**実験1**の②で、反応後の物質が、もろく、金属光沢が見られなかったことや、スチールウールをうすい塩酸に入れた場合のみ水素が発生したことから、**実験1**の①で起きた変化は、y であることがわかる。

- ア x : 還元 y : 化学変化
 イ x : 燃焼 y : 化学変化
 ウ x : 還元 y : 状態変化
 エ x : 燃焼 y : 状態変化
- 問2 **実験2**で、銅を空気中で加熱してできた物質は、銅と酸素が化合してできた酸化銅である。このときに起きた変化を、化学反応式で書きなさい。
- 問3 表の結果をもとに、銅の粉末の質量と、銅の粉末と化合した酸素の質量との関係を表すグラフを完成させなさい。ただし、グラフの縦軸には目もりとして適当な数値を書くこと。なお、グラフ上の●は、銅の粉末の質量が0.40 gのときの値を示している。



- 問4 **実験2**において、皿に入れる物質を銅からマグネシウムにかえて同様に加熱すると、マグネシウムと酸素が化合して酸化マグネシウムができた。このとき、マグネシウムの質量とマグネシウムと化合する酸素の質量の比は3 : 2であることがわかった。2.7 gのマグネシウムが酸素と完全に化合したときにできる酸化マグネシウムの質量は何 g か、書きなさい。

問 1	
問 2	→
問 3	銅の粉末と化合した酸素の質量 [g]  銅の粉末の質量 [g]
問 4	g

問 1	イ
問 2	$2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$
問 3	銅の粉末と化合した酸素の質量 [g]  銅の粉末の質量 [g]
問 4	4.5 g

問 1 燃焼は、光や熱を出しながら物質が激しく酸化される現象である。なお、還元は酸化物から酸素が取り除かれることを、状態変化は「氷⇄水⇄水蒸気」のように物質の状態が変化することをそれぞれ表す。

問 3 銅の粉末と結びついた酸素の質量は、反応後の物質の質量から銅の粉末の質量を引くことで求められる。よって、表から、銅の粉末と結びついた酸素の質量は、以下のようになる。

銅の粉末の質量 [g]	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
反応後の物質の質量 [g]	0.50	0.74	1.00	1.26	1.50
結びついた酸素の質量 [g]	0.10	0.14	0.20	0.26	0.30

グラフの書き方

測定値を点で記入し、実験結果に誤差が生じるときは、上下に点が同じぐらい散らばるように直線を引く。また、グラフの線はグラフの用紙の端から端まで引く。

- 問4 マグネシウムと酸素が3 : 2の質量比で結びつくならば、マグネシウムと酸化マグネシウムの質量比は3 : 5である。よって、2.7 gのマグネシウムが酸素と完全に結びついたときにできる酸化マグネシウムの質量は、
 $2.7 \text{ g} \times \frac{5}{3} = 4.5 \text{ g}$

【過去問 14】

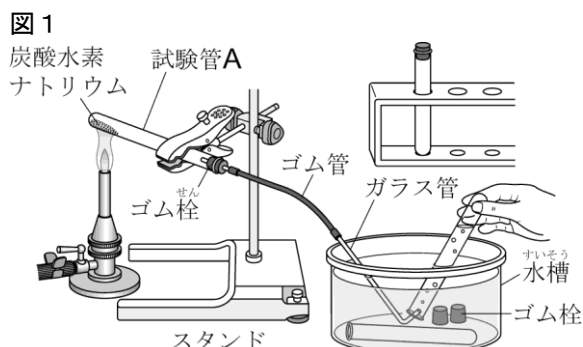
物質の変化やその量的な関係を調べる実験について、次の問いに答えよ。

(東京都 2021 年度)

＜実験 1＞を行ったところ、＜結果 1＞のようになった。

＜実験 1＞

- (1) 乾いた試験管 A に炭酸水素ナトリウム 2.00 g を入れ、ガラス管をつなげたゴム栓をして、試験管 A の口を少し下げ、スタンドに固定した。
- (2) 図 1 のように、試験管 A を加熱したところ、ガラス管の先から気体が出てきたことと、試験管 A の内側に液体が付いたことが確認できた。出てきた気体を 3 本の試験管に集めた。
- (3) ガラス管を水槽の水の中から取り出した後、試験管 A の加熱をやめ、試験管 A が十分に冷めてから試験管 A の内側に付いた液体に青色の塩化コバルト紙を付けた。
- (4) 気体を集めた 3 本の試験管のうち、1 本目の試験管には火のついた線香を入れ、2 本目の試験管には火のついたマッチを近づけ、3 本目の試験管には石灰水を入れてよく振った。
- (5) 加熱後の試験管 A の中に残った物質の質量を測定した。
- (6) 水 5.0cm³ を入れた試験管を 2 本用意し、一方の試験管には炭酸水素ナトリウムを、もう一方の試験管には＜実験 1＞の(5)の物質をそれぞれ 1.00 g 入れ、水への溶け方を観察した。



＜結果 1＞

塩化コバルト紙の色の変化	火のついた線香の変化	火のついたマッチの変化	石灰水の変化	加熱後の物質の質量	水への溶け方
青色から赤色(桃色)に変化した。	線香の火が消えた。	変化しなかった。	白く濁った。	1.26 g	炭酸水素ナトリウムは溶け残り、加熱後の物質は全て溶けた。

問2 <実験1>の(2)で試験管A内で起きている化学変化と同じ種類の化学変化として適切なのは、下の

①のア～エのうちではどれか。また、<実験1>の(2)で試験管A内で起きている化学変化をモデルで表した図2のうち、ナトリウム原子1個を表したものとして適切なものは、下の②のア～エのうちではどれか。

- ① ア 酸化銀を加熱したときに起こる化学変化
 イ マグネシウムを加熱したときに起こる化学変化
 ウ 鉄と硫黄^{いおう}の混合物を加熱したときに起こる化学変化
 エ 鉄粉と活性炭の混合物に食塩水^{すうてき}を数滴加えたときに起こる化学変化



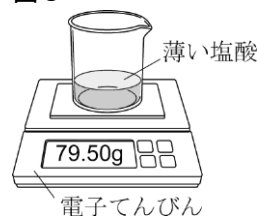
- ② ア ● イ ○ ウ ◎ エ ■

次に、<実験2>を行ったところ、<結果2>のようになった。

<実験2>

- 乾いたビーカーに薄い塩酸 10.0cm³ を入れ、図3のようにビーカーごと質量を測定し、反応前の質量とした。
- 炭酸水素ナトリウム 0.50 g を、<実験2>の(1)の薄い塩酸の入っているビーカーに少しずつ入れたところ、気体が発生した。気体の発生が止まった後、ビーカーごと質量を測定し、反応後の質量とした。
- <実験2>の(2)で、ビーカーに入れる炭酸水素ナトリウムの質量を、1.00 g, 1.50 g, 2.00 g, 2.50 g, 3.00 g に変え、それぞれについて<実験2>の(1), (2)と同様の実験を行った。

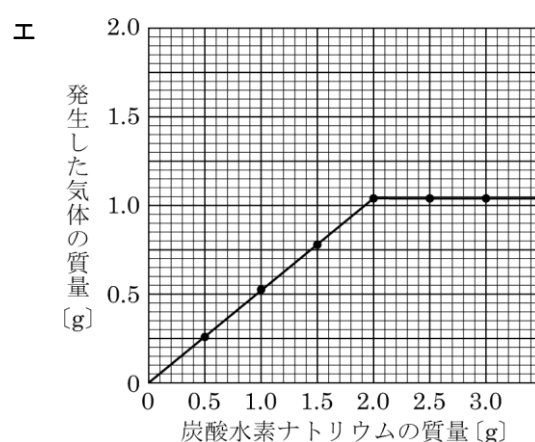
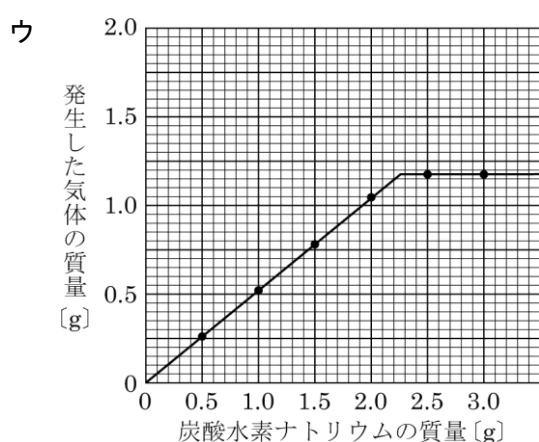
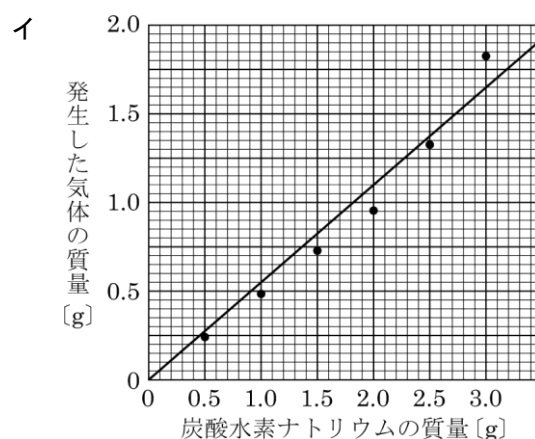
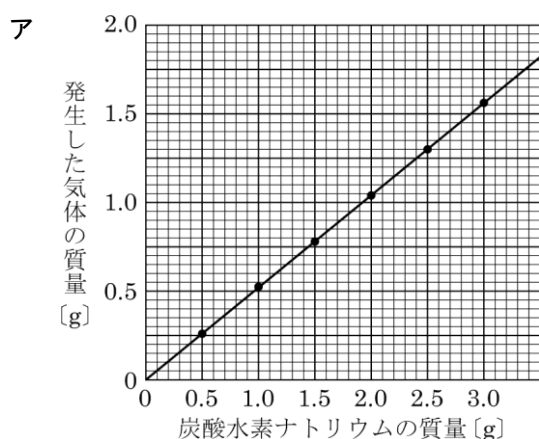
図3



<結果2>

反応前の質量 [g]	79.50	79.50	79.50	79.50	79.50	79.50
炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
反応後の質量 [g]	79.74	79.98	80.22	80.46	80.83	81.33

問3 <結果2>から、炭酸水素ナトリウムの質量と発生した気体の質量との関係を表したグラフとして適切なものは、次のうちではどれか。



問4 <実験2>で用いた塩酸と同じ濃度の塩酸 10.0cm³に、炭酸水素ナトリウムが含まれているベーキングパウダー4.00 gを入れたところ、0.65 gの気体が発生した。ベーキングパウダーに含まれている炭酸水素ナトリウムは何%か。答えは、小数第一位を四捨五入して整数で求めよ。

ただし、発生した気体はベーキングパウダーに含まれている炭酸水素ナトリウムのみが反応して発生したものとする。

問2	①	②
	ア イ ウ エ	ア イ ウ エ
問3	ア イ ウ エ	
問4	%	

問2	①	②
	ア	エ
問3	ウ	
問4	31 %	

問2 ①…試験管A内で起きている化学変化は熱分解なのでアを選ぶ。イ・ウ・エはいずれも2つ以上の物質が結びつく反応である。

②…試験管A内で起きている化学変化を化学反応式で表すと、 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ なので、●が水素原子，○が炭素原子，◎が酸素原子，■がナトリウム原子。

問3 「(反応前の質量+炭酸水素ナトリウムの質量) - 反応後の質量 = 発生した気体の質量」なので，結果2の表に発生した気体の質量を加えると，以下のようになる。

反応前の質量 [g]	79.50	79.50	79.50	79.50	79.50	79.50
炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
反応後の質量 [g]	79.74	79.98	80.22	80.46	80.83	81.33
発生した気体の質量 [g]	0.26	0.52	0.78	1.04	1.17	1.17

問4 問3から，炭酸水素ナトリウムの質量と発生する気体の質量の比は $0.50\text{ g} : 0.26\text{ g} = 25 : 13$ なので，気体 0.65 g を発生させるために必要な炭酸水素ナトリウムの質量は， $0.65\text{ g} \times \frac{25}{13} = 1.25\text{ g}$ となる。

よって，ベーキングパウダー 4.00 g に含まれる炭酸水素ナトリウムの割合は， $\frac{1.25\text{ g}}{4.00\text{ g}} \times 100 = 31.25\%$

【過去問 15】

次の問いに答えなさい。

(神奈川県 2021 年度)

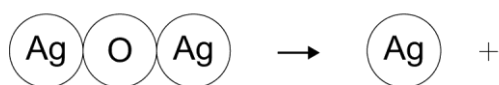
問2 Kさんは、図1のような、原子のモデルを表す丸いカードを複数枚用いて化学反応式のつくり方を学習しており、図2は、酸化銀を加熱し、固体の銀と気体の酸素に分解するときの化学変化をこれらのカードを用いて表している途中のものである。これを完成させるには、図2の状態からどのカードがあと何枚必要か。最も適するものをあとの1～5の中から一つ選び、その番号を答えなさい。

図1
銀原子

酸素原子



図2 酸化銀 銀 酸素



- 1 酸素原子のカードが1枚
- 2 銀原子のカードが1枚と、酸素原子のカードが1枚
- 3 銀原子のカードが1枚と、酸素原子のカードが2枚
- 4 銀原子のカードが5枚と、酸素原子のカードが2枚
- 5 銀原子のカードが5枚と、酸素原子のカードが3枚

問2	①	②	③	④	⑤
----	---	---	---	---	---

問2	5
----	---

問2 酸化銀の熱分解の化学反応式は、 $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$

【過去問 16】

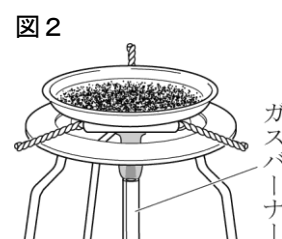
マグネシウムの粉末を空気中で加熱し、酸化させたときの質量の変化を調べるために、次の実験 1, 2 を行った。この実験に関して、下の問 1, 問 2 に答えなさい。

(新潟県 2021 年度)

実験 1 次のⅠ, Ⅱの手順で、ステンレス皿全体の質量を電子てんびんで、それぞれ測定した。

Ⅰ 電子てんびんでステンレス皿の質量を測定したところ、21.30 g であった。次に、図 1 のように、このステンレス皿に入れるマグネシウムの粉末の質量が 0.30 g になるように、ステンレス皿全体の質量が 21.60 g になるまで、マグネシウムの粉末を入れた。

Ⅱ 図 2 のように、0.30 g のマグネシウムの粉末をステンレス皿全体に広げ、しばらくガスバーナーで加熱したのち、よく冷やしてから、ステンレス皿全体の質量を測定した。この操作を、ステンレス皿全体の質量が変化しなくなるまで繰り返し、ステンレス皿全体の質量を測定したところ、21.80 g であった。



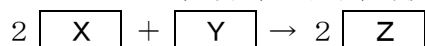
実験 2 実験 1 と同じⅠ, Ⅱの手順で、ステンレス皿に入れるマグネシウムの粉末の質量を、0.60 g, 0.90 g, 1.20 g に変えて、ステンレス皿全体の質量を、それぞれ測定した。

下の表は、実験 1, 2 の結果をまとめたものである。

マグネシウムの粉末の質量[g]	0.30	0.60	0.90	1.20
加熱前のステンレス皿全体の質量[g]	21.60	21.90	22.20	22.50
加熱後のステンレス皿全体の質量[g]	21.80	22.30	22.80	23.30

問 1 実験 1, 2 について、次の①～③の問いに答えなさい。

① 次の $\boxed{\text{X}}$, $\boxed{\text{Y}}$, $\boxed{\text{Z}}$ の中に化学式を書き入れて、マグネシウムが酸化して、酸化マグネシウムができるときの化学変化を表す化学反応式を完成させなさい。



② 加熱したマグネシウムの粉末の酸化のようすを表したのものとして、最も適当なものを、次のア～エから一つ選び、その符号を書きなさい。

ア 光を出さないで、黒色に変色した。

イ 光を出さないで、白色に変色した。

ウ 光を出して、黒色に変色した。

エ 光を出して、白色に変色した。

③ 表をもとにして、マグネシウムの粉末の質量と、マグネシウムの粉末と化合した酸素の質量との関係を表すグラフをかきなさい。

問 2 2.10 g のマグネシウムの粉末を空気中で加熱して、完全に酸化させたとき、得られる酸化マグネシウムの質量は何 g か。求めなさい。

問 1	①	X		Y		Z	
	②						
	③	化合した酸素の質量[g] 1.20 1.00 0.80 0.60 0.40 0.20 0 0 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 マグネシウムの粉末の質量[g]					
問 2	g						

問 1	①	X	Mg	Y	O ₂	Z	MgO											
	②	エ																
	③	化合した酸素の質量[g] <table border="1"><caption>Data points from the graph</caption><thead><tr><th>マグネシウムの粉末の質量 [g]</th><th>化合した酸素の質量 [g]</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.00</td><td>0.00</td></tr><tr><td>0.30</td><td>0.20</td></tr><tr><td>0.60</td><td>0.40</td></tr><tr><td>0.90</td><td>0.60</td></tr><tr><td>1.20</td><td>0.80</td></tr></tbody></table> マグネシウムの粉末の質量[g]						マグネシウムの粉末の質量 [g]	化合した酸素の質量 [g]	0.00	0.00	0.30	0.20	0.60	0.40	0.90	0.60	1.20
マグネシウムの粉末の質量 [g]	化合した酸素の質量 [g]																	
0.00	0.00																	
0.30	0.20																	
0.60	0.40																	
0.90	0.60																	
1.20	0.80																	
問 2	3.50 g																	

問 1 ③ マグネシウムに酸素が結びつくとき、酸素の質量の分だけ全体の質量が増加するので、**実験 1, 2**の結果をまとめた表において、3行目の加熱後のステンレス皿全体の質量から、2行目の加熱前のステンレス皿全体の質量を引いた値が、マグネシウムの粉末と結びついた酸素の質量である。この値をまとめると、次のようになる。

マグネシウムの粉末の質量 [g]	0.30	0.60	0.90	1.20
結びついた酸素の質量 [g]	0.20	0.40	0.60	0.80

グラフは、各値を示す4つの点を取り、原点を通して4つの点に最も近い直線を引いて作成する。

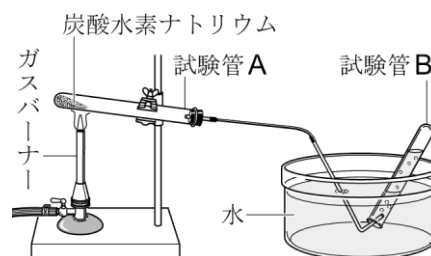
問 2 問 1 のグラフより、マグネシウムの粉末の質量と、結びついた酸素の質量は比例することがわかる。2.10 g のマグネシウムの粉末の質量は、0.30 g の 7 倍であるため、結びついた酸素の質量も、0.20 g の 7 倍の 1.40 g になる。よって、得られる酸化マグネシウムの質量は、2.10+1.40=3.50 g である。

【過去問 17】

炭酸水素ナトリウムを加熱したときの化学変化について調べるために、次のⅠ～Ⅲの手順で実験を行った。この実験に関して、下の問1～問3に答えなさい。

(新潟県 2021 年度)

Ⅰ 右の図のように、炭酸水素ナトリウムの粉末を乾いた試験管Aに入れて加熱し、発生する気体を試験管Bに導いた。しばらくすると、試験管Bに気体が集まり、その後、気体が出なくなったら、加熱をやめた。試験管Aの底には白い粉末が残り、口の方には液体が見られた。この液体に塩化コバルト紙をつけたところ、塩化コバルト紙の色が変化した。



Ⅱ Ⅰで加熱後の試験管Aに残った白い粉末を取り出し、水溶液をつくった。また、炭酸水素ナトリウムの水溶液を用意し、それぞれの水溶液に、フェノールフタレイン溶液を加えると、白い粉末の水溶液は赤色に、炭酸水素ナトリウムの水溶液はうすい赤色に変わった。

Ⅲ Ⅰで試験管Bに集めた気体に、水でしめらせた青色リトマス紙をふれさせたところ、赤色に変わった。

問1 Ⅰについて、次の①、②の問いに答えなさい。

- ① 図のようにして気体を集める方法を何というか。その用語を書きなさい。
- ② 下線部分の色の変化として、最も適当なものを、次のア～エから一つ選び、その符号を書きなさい。
ア 青色から桃色 イ 桃色から青色 ウ 青色から黄色 エ 黄色から青色

問2 Ⅱについて、Ⅰで加熱後の試験管Aに残った白い粉末の水溶液の性質と、炭酸水素ナトリウムの水溶液の性質を述べた文として、最も適当なものを、次のア～エから一つ選び、その符号を書きなさい。

- ア どちらも酸性であるが、白い粉末の水溶液の方が酸性が強い。
- イ どちらも酸性であるが、炭酸水素ナトリウムの水溶液の方が酸性が強い。
- ウ どちらもアルカリ性であるが、白い粉末の水溶液の方がアルカリ性が強い。
- エ どちらもアルカリ性であるが、炭酸水素ナトリウムの水溶液の方がアルカリ性が強い。

問3 Ⅲについて、試験管Bに集めた気体の性質を、書きなさい。

問1	①	
	②	
問2		
問3		

問 1	①	水上置換法
	②	ア
問 2	ウ	
問 3	例	水に溶けると酸性を示す。

問 1 ② 塩化コバルト紙は、水があるかどうかを確かめる際に使用される。水にふれると、青色の塩化コバルト紙は桃色（赤桃色）に変化する。

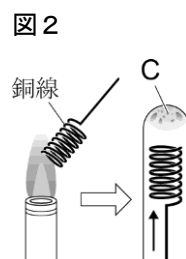
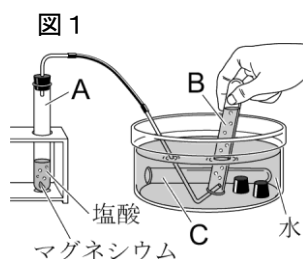
問 2 フェノールフタレイン溶液は、酸性や中性では無色に、アルカリ性では赤色になる指示薬であるが、pHが8程度の弱いアルカリ性では、わずかに変色してうすい赤色になる。赤色に変化する程度のちがいから、炭酸水素ナトリウムの分解で生じた白い粉末（炭酸ナトリウム）の水溶液も、炭酸水素ナトリウムの水溶液も、どちらもアルカリ性であるが、白い粉末の水溶液の方がアルカリ性が強いことがわかる。

【過去問 18】

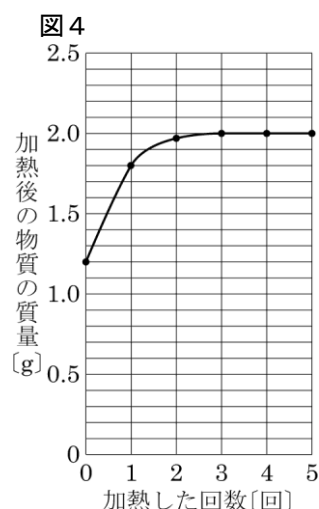
金属に関する、次の実験を行った。これらをもとに、以下の各問に答えなさい。

(石川県 2021 年度)

〔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。



〔実験Ⅱ〕 図3のように、1.2 g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。



〔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 |

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。

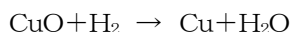
問4 実験Ⅲについて、次の文は、この実験について説明したものである。文中の（あ）～（う）にあてはまる物質の名称をそれぞれ書き、文を完成させなさい。

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		

問 1	ウ		
問 2	(1)	試験管 B に集めた気体には、試験管 A の中にあった空気が多く混ざっているから。	
	(2)	気体	水素
		化学変化後の物質	水
問 3	(1)	0.3 g	
	(2)	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$	
問 4	あ	マグネシウム	
	い	炭素	
	う	銅	

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、 $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$ 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、 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ 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。



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、 $2.0 - 1.2 = 0.8 \text{ g}$ 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 $2.0 - 1.8 = 0.2 \text{ g}$ 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 $x \text{ g}$ 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、 $x = 0.3 \text{ g}$ 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。

【過去問 19】

酸化物A～Cは、それぞれ酸化銀、酸化銅、酸化マグネシウムのいずれかであり、これらを判別するために次の観察と実験を行った。あとの問いに答えよ。

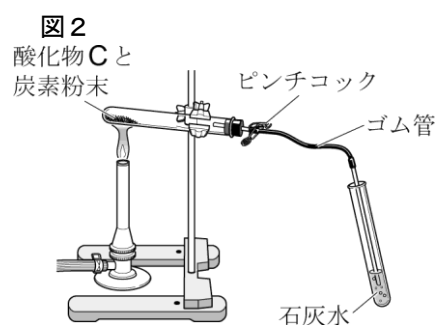
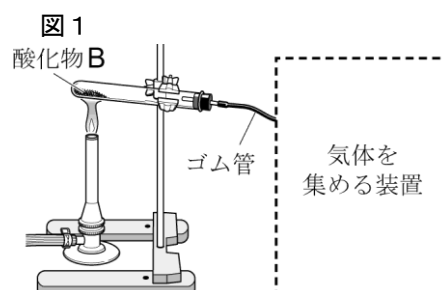
(福井県 2021 年度)

〔観 察〕 酸化物A～Cの色を見比べたところ、酸化物Aだけが白色で、他は全て黒色であった。この結果から、酸化物Aは であることがわかった。

〔実験1〕 図1のように酸化物B、Cをそれぞれガスバーナーで熱したところ、酸化物Cは気体が発生しなかったが、酸化物Bは気体が発生したため、気体を集気びんに集めた。発生した気体の種類を調べる

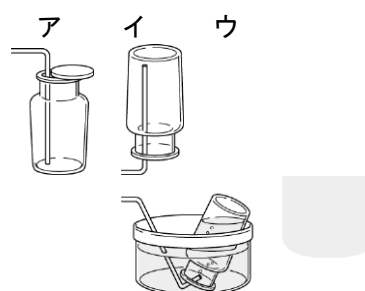
ために、気体を集めた集気びんに火のついた線香を入れた。また、酸化物Bを加熱した後の試験管の中には白色の固体が残った。これらの結果から、酸化物Bが判別できた。

〔実験2〕 図2のように、酸化物Cと炭素粉末を混合して熱したところ、気体が発生して石灰水が白くにごった。反応が終わった後、石灰水からガラス管を取り出したあと熱するのをやめ、ピンチコックでゴム管をとめた。十分に冷えてから試験管に残った物質を取り出し、金属製の薬品さじでこすったところ、赤みのある金属光沢が見られた。これらの結果から、酸化物Cが何であるかを確認できた。



問1 観察において、 に当てはまる物質は何か。化学式で書け。

問2 実験1の下線の部分について、この方法で気体の種類を調べようとしたのは、何が発生したと予想したからか。気体の名称を書け。また、その気体を集めるために、図1の で用いる装置はどれか。最も適当なものを右のア～ウから1つ選んで、その記号を書け。



問3 実験2で、酸化物Cと炭素粉末を混合して熱したときの反応を、原子・分子のモデルを用いて表すと次のようになる。10個の $\bigcirc\bigcirc$ と10個の $\bullet$ を混合して反応させると、 $\bigcirc\bullet\bigcirc$ が何個できるか書け。ただし、 $\bigcirc\bigcirc$ は酸化物C、 $\bullet$ は炭素原子、 $\bigcirc$ は酸素原子を表す。



問4 実験2と同様の実験を、酸化物Cの質量は1.2 gのまま変えずに、炭素粉末の質量だけを0.03 gから0.15 gまで少しずつ増やして行った。表はその実験結果である。1.2 gの酸化物Cの中に含まれる酸素の質量は何gか求めよ。ただし、試験管内の空気は反応しないものとする。

表

炭素粉末の質量〔g〕	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
試験管に残った物質の質量〔g〕	1.12	1.04	0.96	0.99	1.02

問5 観察と実験1, 2の内容や金属の酸化物の性質について述べた次の文のうち、適当でないものはどれか。
次のア～エから1つ選んで、その記号を書け。

- ア 観察において、酸化物Aを薬品さじでこすると、金属光沢を示す。
イ 実験1において、酸化物Bは、2種類の原子からなる純粋な物質である。
ウ 実験2において、酸化物Cと炭素粉末の反応では、酸化と還元の両方が起こっている。
エ 実験2において、熱するのをやめる前に石灰水からガラス管を取り出す理由は、石灰水の逆流を防ぐためである。

問1		
問2	気体の名称	採集方法
問3	個	
問4	g	
問5		

問1	MgO	
問2	気体の名称	採集方法
	酸素	ウ
問3	5 個	
問4	0.24 g	
問5	ア	

問2 気体の捕集方法

水上置換法…水に溶けにくい気体を集める。(酸素, 水素, 窒素, 二酸化炭素※)

上方置換法…水に溶けやすく, 空気より軽い気体を集める。(アンモニア)

下方置換法…水に溶けやすく, 空気より重い気体を集める。(塩素, 塩化水素, 二酸化炭素※)

※二酸化炭素は水に少ししか溶けないので, 水上置換法で捕集することが多い。

問3 モデルでの数の比より, 10 個の酸化物C (○○) と 5 個の炭素原子 (●) から二酸化炭素 (◎●◎) が 5 個できる。このとき, 炭素原子 $10 - 5 = 5$ 個は, 反応せずに残っている。

問4 発生する気体 (二酸化炭素) の質量は, 酸化物Cの質量と炭素粉末の質量の合計から, 試験管に残った物質の質量を引いた値である。表に, 酸化物Cの質量 1.2 g と, 発生した気体の質量を加えると, 次のようにまとめられる。

酸化物Cの質量 [g]	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
炭素粉末の質量 [g]	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
試験管に残った物質の質量 [g]	1.12	1.04	0.96	0.99	1.02
発生した気体の質量 [g]	0.11	0.22	0.33	0.33	0.33

この表より, 酸化物Cがすべて使われ, 発生した気体の質量がそれ以上増加しなくなっていることから, 1.2 g の酸化物Cと過不足なく反応する炭素粉末の質量は 0.09 g と考えられる。そのとき試験管に残った物質の質量は 0.96 g なので, 酸化物Cに含まれる酸素の質量は, $1.2 - 0.96 = 0.24$ g となる。

問5 酸化物Aは白色の酸化マグネシウム, 酸化物Bは, 加熱によって熱分解されて気体の酸素を発生する酸化銀, 酸化物Cは, この酸化物が還元されてできた物質が赤みのある金属光沢を示す酸化銅である。ア…酸化物はいずれも金属とは異なる性質を示すので, 金属光沢は見られない。イ…酸化銀 (Ag_2O) は, 銀と酸素の2種類の原子からなる純粋な物質である。ウ…実験2に限らず, 酸化と還元は同時に起こる反応である。エ…加熱をやめて温度が下がると, 加熱していた試験管内の気体の体積が小さくなって圧力が下がり, それにともなって石灰水の逆流が起こることがある。

【過去問 20】

化学変化と質量の関係について調べるために、鉄、銅、炭の3種類の物質の粉末を使って、次の実験を行った。

問1～問4に答えなさい。

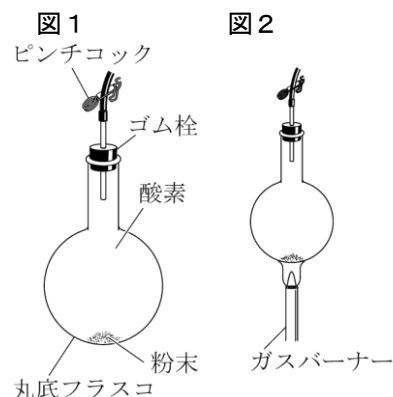
(山梨県 2021 年度)

〔実験〕① 丸底フラスコを三つ用意し、鉄を入れたものをフラスコA、銅を入れたものをフラスコB、炭を入れたものをフラスコCとした。

② フラスコA～Cを酸素で満たして、図1のようにゴム栓をしてピンチコックを閉じ、それぞれの全体の質量を測定した。

③ 図2のようにフラスコA～Cをそれぞれガスバーナーで加熱した。このとき、フラスコA、Bに入れた鉄と銅はそれぞれ色が変わり、フラスコCに入れた炭はほとんど目で確認することができなくなった。

④ 加熱後、フラスコA～Cがじゅうぶんに冷えたことを確認して、それぞれの全体の質量を測定した。このとき、すべてのフラスコが②で測定した質量と等しかった。



問1 鉄と銅は身のまわりのいろいろなところで使われている金属である。鉄と銅の共通の性質として**適当でない**ものを、次のア～エから**一つ**選び、その**記号**を書きなさい。

ア 熱が伝わりやすい イ 電流が流れやすい ウ 磁石につく エ たたくと広がる

問2 〔実験〕の③で、フラスコA、Cを加熱したとき、中に入れた物質が燃焼するようすが確認できた。加熱後のフラスコA、Cそれぞれの中に石灰水を入れてよく振ると、どのようになると考えられるか。そのときの石灰水の様子を述べた文として最も適当なものを、次のア～エから**一つ**選び、その**記号**を書きなさい。

ア フラスコAとフラスコCに入れた石灰水は、どちらも白くにごる。
イ フラスコAとフラスコCに入れた石灰水は、どちらも変化しない。
ウ フラスコAに入れた石灰水は白くにごり、フラスコCに入れた石灰水は変化しない。
エ フラスコAに入れた石灰水は変化せず、フラスコCに入れた石灰水は白くにごる。

問3 〔実験〕の③で、銅は酸化して酸化銅(CuO)に変化した。この銅の酸化において、銅原子20個に対して酸素分子が過不足なく反応したとき、化合する**酸素分子の数**は何個か、書きなさい。

問4 次の は、〔実験〕の結果から疑問に感じたことについて、ゆうさんが先生と交わした会話である。(1)、(2)の問いに答えなさい。

ゆう：先生、〔実験〕では、フラスコAは化学変化の前後で全体の質量が変化しませんでした。以前、スチールウールを燃焼させる実験を行ったときは、加熱後の物質の質量が増えました。なぜ、どちらも鉄を燃焼させた化学変化にもかかわらず、結果が異なるのでしょうか。

先生：いいところに着目しましたね。〔実験〕のフラスコAとスチールウールの燃焼実験では、実験の条件に異なるところがありませんか。

ゆう：〔実験〕はフラスコ内で密閉して行っていますが、スチールウールの燃焼実験ではフラスコに入れずに密閉しないで行いました。密閉していることが、何か関係しているのでしょうか。

先生：それでは、〔実験〕の④で質量を測定した後のフラスコAのピンチコックを開けて、もう一度ピンチコックを閉じてから、全体の質量を測定してみましょう。

ゆう：ピンチコックを開けたときに、シュッと音が聞こえました。そして、すぐにピンチコックを閉じて質量を測定したところ、〔実験〕で測定した結果と比べて質量が増えました。やはり、密閉して実験したかどうか結果と関係があるということですね。

先生：そうですね。それでは、なぜピンチコックを開けることで質量が増えたか、理由はわかりますか。

ゆう：はい、フラスコ内では、使われたことにより、気圧が変化します。その後ピンチコックを開けたときに、フラスコ内に空気が入ったため、全体の質量が増えたのだと思います。

先生：そのとおりです。このことから、密閉した空間で実験することで、化学変化の前後で物質全体の質量が変化しないことを確認できたことがわかりますね。

(1) 「化合」という語句を使って、に入る適当な言葉を書きなさい。

(2) 下線部のように、化学変化の前と後で物質全体の質量は変化しない。この法則を何というか、その名称を書きなさい。

問1	
問2	
問3	個
問4	(1)
	(2) の法則

問 1	ウ	
問 2	エ	
問 3	10 個	
問 4	(1)	例 鉄が酸素と化合して酸素が
	(2)	質量保存 の法則

問 2 フラスコの中には、鉄や炭以外に空気があり、空気には酸素がふくまれている。この酸素と結びつくと、鉄は酸化鉄になる。酸化鉄は、石灰水を加えても変化が起こらない。一方、酸素と結びつくと、炭は二酸化炭素になる。二酸化炭素は、石灰水を加えると白くにごることで確認できる無色の気体である。

問 3 酸化銅(CuO)は、化学式が銅と酸素の原子が同じ個数の割合で結びついていることを表している。したがって、銅の酸化において、銅原子 20 個が過不足なく反応するとき、同じく 20 個の酸素原子が必要となる。酸素分子は化学式 O_2 で表されるので、1 分子は酸素原子 2 個からなることがわかる。よって、10 個の酸素分子が 20 個の銅原子と結びつく。

【過去問 21】

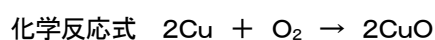
問いに答えなさい。

(長野県 2021 年度)

問 1 花子さんは、銅は塩酸にとけないが、酸化銅は塩酸にとけることを知り、次のような実験を行った。

〔実験 1〕 表面全体が黒く酸化するまでガスバーナーで加熱した銅板を、うすい塩酸にひたしたところ、表面の黒い部分がはがれはじめ、やがてとけて見えなくなり、銅板の色はもとの色になった。表面全体が黒く酸化した銅板の質量は 7.10 g であったが、うすい塩酸にひたし、乾燥させた後の質量は 7.06 g になり、うすい塩酸はわずかに塩化銅水溶液のような色の溶液になっていた。

(1) 銅が完全に酸化して黒色の酸化銅になるときの化学反応式は、次のように表すことができる。



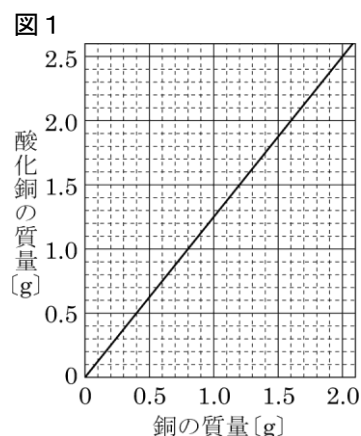
この化学変化を、原子・分子のモデルで示したものとして最も適切なものを、次のア～エから 1 つ選び、記号を書きなさい。ただし、●は銅原子 1 個、○は酸素原子 1 個を示している。

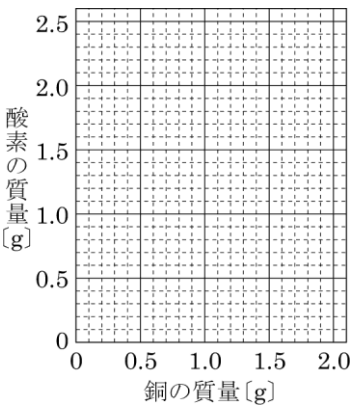


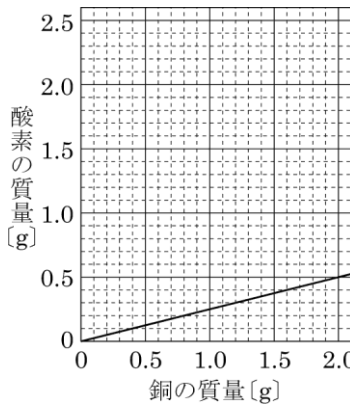
(2) 図 1 は、銅の粉末が加熱され黒色の酸化銅になったときの、銅の質量と酸化銅の質量との関係をグラフに表したものである。

i 図 1 をもとに、銅の質量と化合した酸素の質量との関係をグラフに表しなさい。

ii 実験 1 で、減少した質量が、とけた酸化銅の質量であるとする
と、とけた酸化銅の質量のうち銅の質量は何 g か、小数第 3 位まで書きなさい。



問 1	(1)		
	(2)	i	
		ii	g

問 1	(1)	ウ	
	(2)	i	
		ii	0.032 g

問 1 (2) i 図 1 より，銅が酸化銅となるときの質量の比は 4 : 5 なので，銅と結びついた酸素の質量の比は， $4 : (5 - 4) = 4 : 1$ となる。

ii 実験 1 で減少した質量は， $7.10 - 7.06 = 0.04$ g であり，銅と酸化銅の質量の比は 4 : 5 なので，減少した酸化銅 0.04 g 中にふくまれる銅の質量は， $0.04 \times \frac{4}{5} = 0.032$ g となる。

【過去問 22】

化学変化とイオン及び化学変化と原子・分子に関する問1～問3に答えなさい。

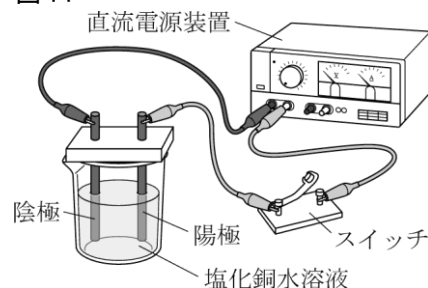
(静岡県 2021 年度)

問1 図14の装置を用いて、塩化銅水溶液の電気分解を行ったところ、陰極の表面には銅が付着し、陽極の表面からは気体の塩素が発生した。

- ① 銅と塩素は、ともに単体である。次のア～エの中から、単体を1つ選び、記号で答えなさい。

ア 酸素 イ 水
ウ 硫化鉄 エ 塩酸

図14



問2 3つのステンレス皿A～C

を用意する。図15のように、ステンレス皿Aに銅粉0.4gを入れ、5分間加熱する。その後十分に冷ましてから、加熱後の物質の質量をはかる。このように、5分間加熱してから質量をはか

図15

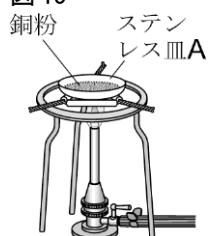
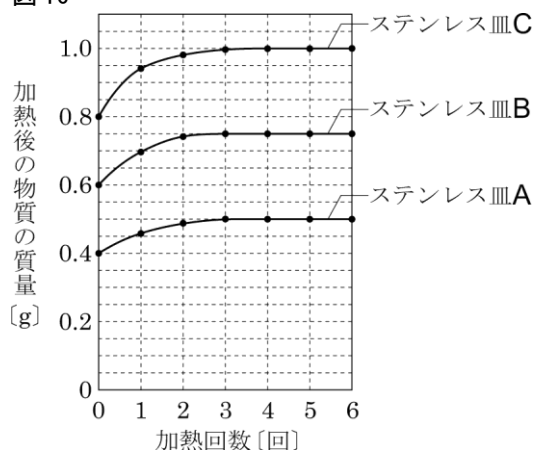


図16

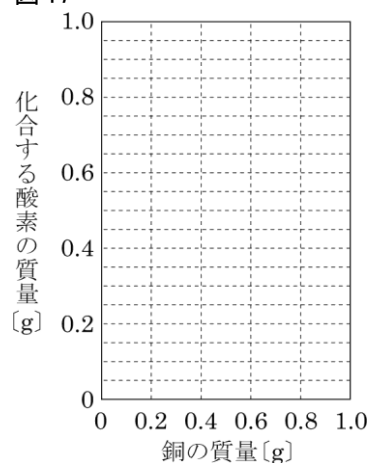


るという操作を何回かくり返し、加熱後の物質の質量の変化を調べた。その後、ステンレス皿Bに0.6g、ステンレス皿Cに0.8gの銅粉を入れ、同様の実験を行った。図16は、このときの、加熱回数と加熱後の物質の質量の関係を表したものである。

- ① 図16から、加熱をくり返していくと、ステンレス皿A～Cの加熱後の物質の質量が変化しなくなることが分かる。加熱をくり返していくと、ステンレス皿A～Cの加熱後の物質の質量が変化しなくなる理由を、簡単に書きなさい。

- ② 図16をもとにして、銅粉を、質量が変化しなくなるまで十分に加熱したときの、銅の質量と化合する酸素の質量の関係を表すグラフを、図17にかきなさい。

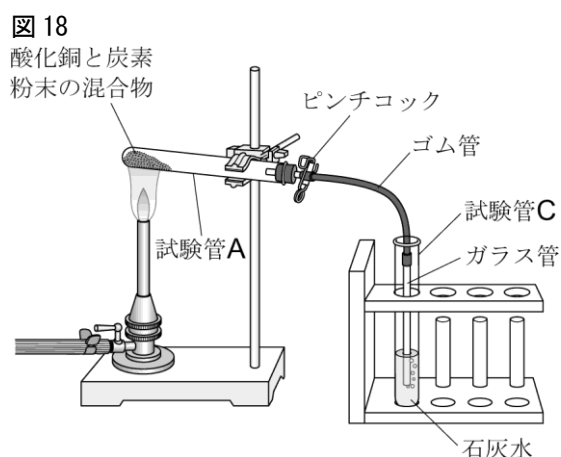
図17



問3 試験管A, Bを用意し, 試験管Aには黒色の酸化銅 2.0 g と炭素粉末 0.15 g をよく混ぜ合わせて入れ, 試験管Bには黒色の酸化銅 2.0 g と 0.15 g よりも少ない量の炭素粉末をよく混ぜ合わせて入れた。図 18 のように, 試験管Aを加熱すると, 気体が発生して試験管Cの中の石灰水が白くにごった。気体の発生が終わったところでガラス管を石灰水からとり出し, 火を消して, ピンチコックでゴム管を閉じた。その後, 試験管Bでも同様の実験を行った。

① 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であることが分かる。この二酸化炭素は, 酸化銅が炭素によって酸素をうばわれたときに発生した気体である。このように, 酸化物が酸素をうばわれる化学変化は一般に何とよばれるか。その名称を書きなさい。

② 気体の発生が終わった後の試験管Aには銅 1.6 g だけが残っていた。気体の発生が終わった後の試験管Bに残った物質の質量は 1.7 g で, 試験管Bに残った物質には未反応の酸化銅が混ざっていた。このとき, 試験管Bに残っていた未反応の酸化銅の質量は何 g か。計算して答えなさい。ただし, 酸化銅と炭素粉末の反応以外の反応は起こらないものとする。



問1	①	
問2	①	
	②	化合する酸素の質量 [g] 銅の質量 [g]
問3	①	
	②	g

問1	①	ア
問2	①	一定量の銅と化合する酸素の質量は決まっているから。又は、すべての銅が酸素と化合したから。
	②	
問3	①	還元
	②	0.5 g

問2 ② 図 16 より、加熱回数が0回のときが加熱する前の銅粉の質量であり、加熱回数が6回のときはいずれも質量が変化しなくなるまで十分に加熱され、完全に酸化されたと考えられる。加熱回数が6回のときの加熱後の物質の質量は、銅粉 0.4 g の場合は 0.5 g になっているので、銅と結びついた酸素の質量は $0.5 - 0.4 = 0.1$ g である。銅粉 0.6 g の場合は 0.75 g になっているので、銅と結びついた酸素の質量は 0.15 g である。銅粉 0.8 g の場合は 1.0 g になっているので、銅と結びついた酸素の質量は 0.2 g である。以上より、(0.4, 0.1), (0.6, 0.15), (0.8, 0.2) の3点を取り、これらの点に最も近い直線を引く。

問3 ② 加熱後の試験管 A には酸化銅も炭素粉末もどちらも残っていないので、酸化銅 2.0 g と炭素粉末 0.15 g はこの質量の割合で過不足なく反応したと考えられる。このとき銅 1.6 g が生じているので、

酸化銅が完全に還元されると、 $\frac{1.6}{2.0} = \frac{4}{5}$ の質量の割合で銅が生じる。一方、試験管 B には酸化銅

2.0 g に対して炭素粉末を 0.15 g よりも少なく入れているので、加熱後も一部の酸化銅が還元されずに残ることになる。したがって、加熱後に還元されて生じた銅と、未反応の酸化銅の質量は合わせて 1.7 g である。求める未反応の酸化銅の質量を x g とすると、還元された酸化銅の質量は $(2.0 - x)$ g で

あり、この質量の $\frac{4}{5}$ の割合で銅が生じるため、加熱後の試験管 B 全体の質量について、

$(2.0 - x) \times \frac{4}{5} + x = 1.7$ の関係が成り立つ。この式より、未反応の酸化銅の質量は、 $x = 0.5$ g となる。

【過去問 23】

マグネシウムと銅を加熱したときの変化について調べるため、次の〔実験〕を行った。

- 〔実験〕① 空のステンレス皿A, B, C, D, Eを用意し、電子てんびんでそれぞれのステンレス皿の質量を測定した。
- ② ステンレス皿Aにマグネシウムの粉末を入れて、ステンレス皿A全体の質量を測定した。
- ③ 粉末をステンレス皿Aの底面全体に広げて、図1のようにガスバーナーで一定時間加熱した。
- ④ ③のステンレス皿Aを冷やしてから、ステンレス皿A全体の質量を測定した。
- ⑤ その後、④のステンレス皿内の粉末をよくかき混ぜてから、③と④をくり返した。
- ⑥ 次に、空のステンレス皿B, C, D, Eに、質量の異なるマグネシウムの粉末をそれぞれ入れ、②から⑤までと同じことを行った。
- ⑦ さらに、空のステンレス皿F, G, H, I, Jを用意し、マグネシウムの粉末を銅の粉末にかえて①から⑥までと同じことを行った。

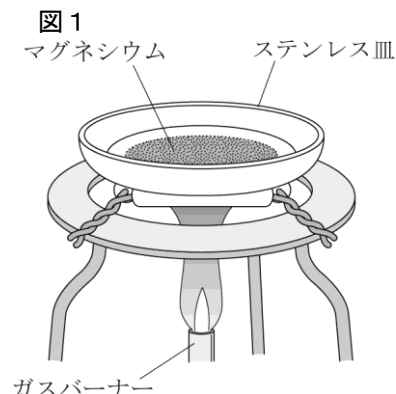


表1は、〔実験〕で、マグネシウムの粉末を用いたときの結果を、表2は、〔実験〕で、銅の粉末を用いたときの結果をまとめたものである。

表1

ステンレス皿		A	B	C	D	E
〔実験〕の①の空のステンレス皿の質量〔g〕		20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
〔実験〕の②のステンレス皿全体の質量〔g〕		20.30	20.60	20.90	21.20	21.50
〔実験〕の③で加熱した回数と④のステンレス皿全体の質量〔g〕	1回	20.45	20.90	21.42	21.75	22.15
	2回	20.48	20.97	21.46	21.88	22.33
	3回	20.50	21.00	21.48	21.98	22.45
	4回	20.50	21.00	21.50	22.00	22.50
	5回	20.50	21.00	21.50	22.00	22.50

表2

ステンレス皿		F	G	H	I	J
〔実験〕の①の空のステンレス皿の質量〔g〕		20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
〔実験〕の②のステンレス皿全体の質量〔g〕		20.40	20.80	21.20	21.60	22.00
〔実験〕の③で加熱した回数と④のステンレス皿全体の質量〔g〕	1回	20.45	20.90	21.32	21.76	22.20
	2回	20.47	20.94	21.44	21.92	22.38
	3回	20.49	20.97	21.48	21.97	22.46
	4回	20.50	21.00	21.50	22.00	22.50
	5回	20.50	21.00	21.50	22.00	22.50

次の問1から問4に答えなさい。

(愛知県 2021 年度 A)

問1 [実験] で、マグネシウムを加熱したときに生じたステンレス皿内の物質を化学式で書きなさい。

問2 [実験] の⑤で、ステンレス皿内のマグネシウムの加熱をくり返すと、やがてステンレス皿全体の質量が変化しなくなった。その理由について説明した文として最も適当なものを、次のアからエまでの中から選んで、そのかな符号を書きなさい。

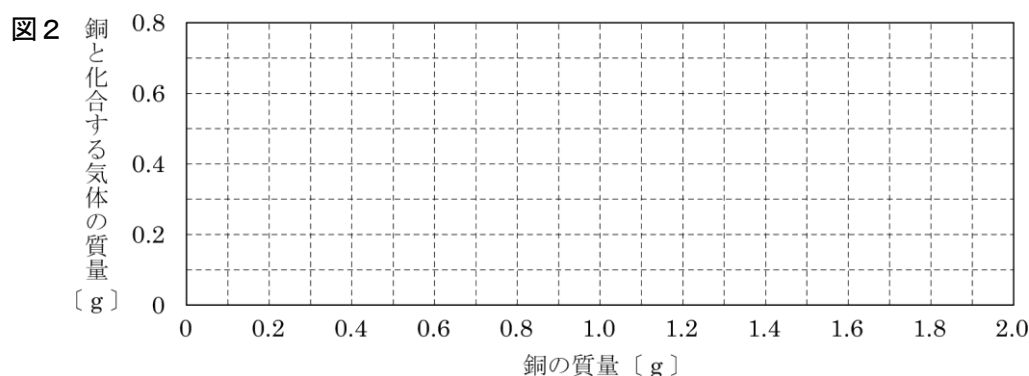
ア 一定の質量のマグネシウムと化合する気体の質量には限度があり、マグネシウムがそれ以上還元されなくなったから。

イ 一定の質量のマグネシウムと化合する気体の質量には限度があり、マグネシウムがそれ以上酸化されなくなったから。

ウ 一定の質量のマグネシウムが加熱によってこわれてしまい、それ以上還元されなくなったから。

エ 一定の質量のマグネシウムが加熱によってこわれてしまい、それ以上酸化されなくなったから。

問3 [実験] の⑦で用いた銅の質量を0 gから2.0 gまでの間でさまざまに変えて、[実験] の②から⑤までと同じことを行い、ステンレス皿全体の質量が変化しなくなるまで加熱をくり返した。このとき、銅の質量と、銅と化合する気体の質量は、どのような関係になるか。横軸に銅の質量を、縦軸に銅と化合する気体の質量をとり、その関係を表すグラフを解答欄の図2に書きなさい。



問4 マグネシウムの粉末と銅の粉末を、それぞれ別のステンレス皿にとり、[実験] の②から⑤までと同じことを行い、ステンレス皿全体の質量が変化しなくなるまで加熱をくり返した。このとき、どちらの金属にも同じ質量の気体が化合し、反応後のそれぞれのステンレス皿内の物質の質量を合計すると24.0 gであった。反応前のステンレス皿内にあったマグネシウムの粉末は何 g か、小数第1位まで求めなさい。

問 1	
問 2	
問 3	図 2
問 4	g

問 1	MgO
問 2	イ
問 3	図 2
問 4	4.8 g

問 1 マグネシウムを加熱すると、空気中の酸素と結びついて酸化マグネシウムになる。

問 3 表 2 より、銅と結びつく気体（空気中の酸素）の質量は、それ以上質量が増加しなくなった各ステンレス皿の加熱回数 5 回目（もしくは 4 回目）の質量からステンレス皿全体の質量を引いた値である。したがって、銅 0.40 g と結びつく酸素の質量は、 $20.50 - 20.40 = 0.10$ g となる。同様に、銅 0.80 g と結びつく酸素の質量は 0.20 g、銅 1.20 g と結びつく酸素の質量は 0.30 g、…となる。

問 4 表 1・表 2 から、マグネシウム：結びつく酸素：生じる酸化マグネシウムの質量の比は 3：2：5、銅：結びつく酸素：生じる酸化銅の質量の比は 4：1：5 である。ここで、反応前のマグネシウムの質量を x 、銅の質量を y とすると、マグネシウムと結びつく酸素の質量は $\frac{2}{3}x$ 、銅と結びつく酸素の質量は $\frac{1}{4}y$ 、反応後の酸化マグネシウムの質量は $\frac{5}{3}x$ 、酸化銅の質量は $\frac{5}{4}y$ と表すことができる。どちらの金属にも同じ質量の酸素が結びついた結果、反応後の物質の質量の合計が 24.0 g になるので、結びつく酸素について $\frac{2}{3}x = \frac{1}{4}y$ …①、反応後の物質について $\frac{5}{3}x + \frac{5}{4}y = 24.0$ …②が成り立つ。

①, ②を連立方程式として解くと, $x=4.8\text{ g}$, $y=12.8\text{ g}$ となるので, 反応前のマグネシウムの質量は 4.8 g である。

【過去問 24】

誠さんは、石灰石とうすい塩酸を用いて、理科室で次の〈実験〉を行った。これについて、問1～問3に答えよ。ただし、石灰石に含まれる炭酸カルシウムの割合は一定で、水の蒸発は考えないものとする。また、反応は炭酸カルシウムとうすい塩酸の間だけで起こるものとし、反応時に、発生した気体はすべてビーカーの外に出て、それ以外の物質はビーカーの中に残るものとする。

(京都府 2021 年度)

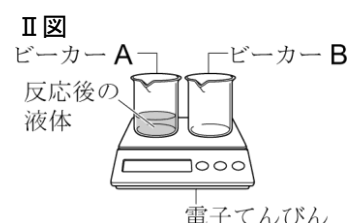
〈実験〉

操作① 石灰石 1.0 g をビーカー A に入れる。

操作② 右のⅠ図のように、石灰石が入ったビーカー A と、うすい塩酸 50 cm³ が入ったビーカー B の、全体の質量を電子てんびんで測定する。

操作③ 石灰石が入ったビーカー A の中に、ビーカー B に入ったうすい塩酸をすべて入れ、反応による気体が発生しなくなるまで十分に時間をおいた後、右のⅡ図のように、全体の質量を電子てんびんで測定する。

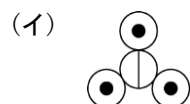
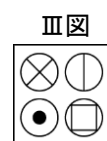
操作④ 操作①でビーカー A に入れる石灰石の質量を 2.0 g, 3.0 g, 4.0 g, 5.0 g に変え、それぞれの質量において操作②・操作③を行う。



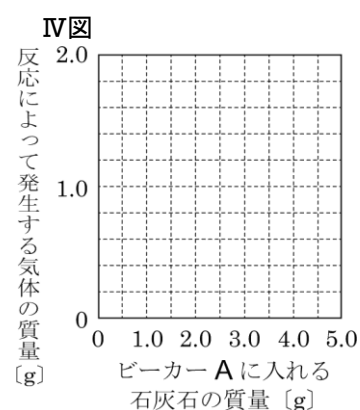
【結果】

ビーカー A に入れた石灰石の質量 [g]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
操作②での全体の質量 [g]	171.4	172.4	173.4	174.4	175.4
操作③での全体の質量 [g]	171.0	171.6	172.2	173.2	174.2

問1 右のⅢ図は、誠さんが作成した4種類の原子のモデルであり、それぞれ酸素原子、炭素原子、水素原子、窒素原子のいずれかを表している。また、次の(ア)～(オ)は、ある5種類の分子を、Ⅲ図のモデルを用いて表したものである。(ア)～(オ)のうち1つが水分子、別の1つがアンモニア分子を表しているとき、〈実験〉の反応によって発生した気体の分子を表しているものとして最も適当なものを、(ア)～(オ)から1つ選べ。



問2 右のIV図は、〈実験〉における、ビーカーAに入れる石灰石の質量と、反応によって発生する気体の質量の関係を表すために用意したグラフ用紙である。【結果】から考えて、ビーカーAに入れる石灰石の質量が0 gから 5.0 gまでの範囲のときの、ビーカーAに入れる石灰石の質量と反応によって発生する気体の質量の関係を表すグラフを、答案用紙の図に実線（ — ）でかけ。



問3 操作④で石灰石の質量を 5.0 g に変えて操作②・操作③を行ったビーカーAに、さらに、〈実験〉で用いたものと同じ濃度のうすい塩酸を 50cm³ 加えることによる気体の発生について述べた文として最も適当なものを、次の(ア)～(エ)から1つ選べ。

- (ア) 2.0 g の気体が発生する。 (イ) 1.2 g の気体が発生する。
(ウ) 0.8 g の気体が発生する。 (エ) 気体は発生しない。

問1	ア イ ウ エ オ
問2	
問3	ア イ ウ エ

問1	オ
問2	
問3	ウ

問1 アンモニア分子の化学式は NH_3 なので、原子の数から、(イ)がアンモニア分子のモデルである。したがって、アンモニア分子1分子中に1つあるⒶが窒素原子(N)を、3つあるⒷが水素原子(H)をそれぞれ表し、残るⒶとⒷが酸素原子または炭素原子のどちらかである。この<実験>の反応では、化学式 CO_2 で表される二酸化炭素の気体が発生する。この二酸化炭素を表すものは、選択肢のうち、ⒶとⒷのみでつくられ、原子の数が3つの(オ)となる。

なお、二酸化炭素分子中の原子の数より、Ⓐが酸素原子(O)、Ⓑが炭素原子(C)である。また、水分子を表すものがあることから、原子3つからなる(エ)がこれにあてはまり、Ⓑが水素原子を、Ⓐが酸素原子を表すことと一致する。

問2 この<実験>では、ふたなどで密閉されていないので、反応によって発生する気体(CO_2)は空気中に出ていき、ビーカー内から失われる。したがって、反応によって発生する気体の質量は、反応前に測定した操作②での全体の質量から、反応後に測定した操作③での全体の質量を引くことで求められるので、反応によって発生する気体の質量を【結果】の表に加えると次のようになる。

ビーカー A に入れた石灰石の質量 [g]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
操作②での全体の質量 [g]	171.4	172.4	173.4	174.4	175.4
操作③での全体の質量 [g]	171.0	171.6	172.2	173.2	174.2
反応によって発生する気体の質量 [g]	0.4	0.8	1.2	1.2	1.2

この結果から、横軸がビーカー A に入れる石灰石の質量、縦軸が反応によって発生する気体の質量となるように各点を取り、それらの点を通るようなグラフをかく。

問3 問2で作成したグラフから、うすい塩酸 50cm^3 と石灰石 3.0g が過不足なく反応するので、うすい塩酸を 50cm^3 加えて2倍の 100cm^3 にすると、石灰石も2倍の、 $3.0 \times 2 = 6.0\text{g}$ が過不足なく反応する。また、入れた石灰石がすべて反応する、石灰石の質量が $1.0 \sim 3.0\text{g}$ のときの値から、石灰石 1.0g に対して 0.4g の気体が発生することがわかる。これらのことから、操作③で反応せずに残っていた石灰石 $5.0 - 3.0 = 2.0\text{g}$ はすべてうすい塩酸と反応し、 $2.0 \times 0.4 = 0.8\text{g}$ の気体が追加で発生する。

【過去問 25】

使いきりタイプのカイロの温まるしくみに興味をもった J さんが、カイロの原材料について調べたところ、カイロには塩化ナトリウムと鉄が含まれていることが分かった。そこで、J さんは塩化ナトリウムと鉄について調べ、その後、U 先生と一緒にカイロのしくみを調べる**実験**を行った。あとの問いに答えなさい。

(大阪府 2021 年度)

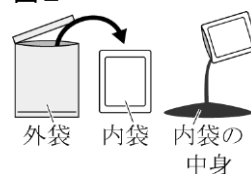
【J さんと U 先生の会話 1】

U 先生：鉄が酸化されるときには熱が出ます。使いきりタイプのカイロにこの反応が利用されていますよ。図Ⅱのように、外袋、内袋、内袋の中身からなるカイロは、外袋を開けると、内袋の中身に入っている鉄が酸化され、固体の酸化物になる化学変化を起こし、温度が上昇します。

J さん：外袋を開けるまでその反応が起きないようにする工夫はどのようになされているのでしょうか。

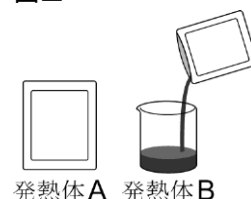
U 先生：外袋、内袋、内袋の中身になされている工夫を**実験**で確かめてみましょう。熱くなるのでやけどをしないように気をつけましょう。

図Ⅱ



【実験】同じ種類の二つの使いきりタイプのカイロを用意し、室温が 20℃で一定の実験室でそれぞれ外袋を開け、取り出した中身の入った内袋のうち一方を発熱体 A とした。もう一方は速やかに内袋も開け、内袋の中身を発熱体 B とし、すべてビーカーに移した。図Ⅲは A、B の模式図である。表Ⅰは、A、B それぞれについて、反応が始まってから温度が上昇する前に速やかに測定した質量と、温度が室温に戻ったときに測定した質量をまとめたものである。また、図Ⅳは、A、B それぞれについて、反応開始からの時間と温度の関係を表したグラフである。

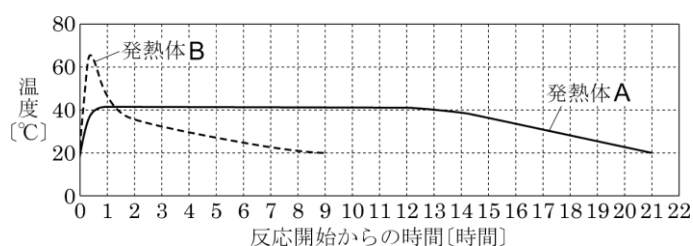
図Ⅲ



表Ⅰ

	反応開始時の質量[g]	室温に戻ったときの質量[g]
発熱体 A	40.6	41.7
発熱体 B	37.7	35.6

図Ⅳ



問5 次の文中の①〔 〕, ②〔 〕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。

図Ⅳからは、反応が始まってから室温に戻るまでの間で、およそ一定の温度を保つ時間は A の方が B より①〔ア 短い イ 長い〕ことが分かり、また、最高温度については A の方が B より②〔ウ 低い エ 高い〕ことが分かる。

【JさんとU先生の会話2】

U先生：内袋は、空気などの気体のみをわずかに通すようにつくられています。実験では、AとBで、鉄に対する空気のふれ方が異なったので、温度変化のようすに差が出ました。

Jさん：AとBで質量の増減のようすも異なりますが、これはなぜでしょうか。

U先生：内袋の中身に何が含まれていて、どのように反応しているかを考えましょう。内袋の中身には、空気とふれるだけで反応が起こるように、活性炭や塩類が加えられています。また、化学変化に必要な水は、活性炭などの物質にしみこんだ状態で内袋の中身に含まれています。この水は温められて蒸発していきませんが、Aでは内袋の中に大部分がとどまり、Bでは空気中に出ていきます。

Jさん：つまり、AとBで質量の増減のようすが異なったのは、Aでは、 なり、Bでは、 になったためであると考えられるのですね。内袋の性質は、カイロの性能を決める要素の一つなのですね。

U先生：はい。それから、カイロの外袋は空気などの気体を通さない性質をもっていますよ。

Jさん：外袋を開けるまで温度が上昇する反応が起きないようにする工夫とは、外袋で内袋を密閉することで、 ようにすることだったのですね。

U先生：その通りです。

問6 次のア～ウのうち、上の文中の , に入れる内容として最も適しているものを、それぞれ一つずつ選び、記号を○で囲みなさい。

ア 鉄に化合した酸素の質量が、空気中に出ていった水の質量より小さく

イ 鉄に化合した酸素の質量が、空気中に出ていった水の質量と等しく

ウ 鉄に化合した酸素の質量が、空気中に出ていった水の質量より大きく

問7 上の文中の に入れるのに適している内容を、「内袋の中身」の語を用いて簡潔に書きなさい。

問5	①	ア イ	②	ウ エ
問6	f	ア イ ウ	g	ア イ ウ
問7				

問5	①	ア イ	②	ウ エ
問6	f	ア イ ウ	g	ア イ ウ
問7	内袋の中身が空気にふれない			

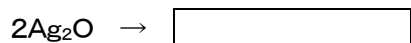
【過去問 26】

次の問いに答えなさい。

(兵庫県 2021 年度)

問4 気体の発生とその性質について答えなさい。

- (1) 酸化銀の熱分解を表す化学反応式を完成させるために、次の に入れるものとして適切なものを、あとのア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。



ア $2\text{Ag}_2 + 2\text{O}$ イ $2\text{Ag}_2 + \text{O}_2$ ウ $4\text{Ag} + 2\text{O}$ エ $4\text{Ag} + \text{O}_2$

- (2) (1)で発生した気体の性質として適切なものを、次のア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。

- ア 無色，無臭で，ものを燃やすはたらきがある。
 イ 無色で，刺激臭があり，空気より軽い。
 ウ 無色，無臭で，空気中で燃えると水になる。
 エ 黄緑色で，刺激臭があり，有毒である。

問4	(1)	
	(2)	

問4	(1)	エ
	(2)	ア

- 問4 (1) 酸化銀を熱分解すると，銀と酸素が生じる。酸化銀の化学式は Ag_2O であり，銀原子2個と酸素原子1個で表され，その2倍の量が化学反応式に示されているので，矢印の左側には，銀原子4個，酸素原子2個がふくまれている。熱分解で生じる銀は Ag ，酸素は O_2 と表され，化学反応式の矢印の左側と右側で原子の数と種類が等しくなるので，右側は $4\text{Ag} + \text{O}_2$ となる。

【過去問 27】

物質と化学変化に関する次の問いに答えなさい。

(兵庫県 2021 年度)

問1 白色粉末W～Zは、塩（塩化ナトリウム）、砂糖、デンプン、重そう（炭酸水素ナトリウム）をすりつぶしたものの中からいずれかである。W～Zが何かを調べるために、(a)～(c)の実験を行い、表1に結果をまとめた。

〈実験〉

- (a) 燃焼さじに入れ、ガスバーナーで強く加熱した。
- (b) (a)で火がついたら、図1のように石灰水の入った集気びんに入れ、火が消えた後、取り出して石灰水の様子を調べた。(a)で火がつかなければ集気びんには入れなかった。
- (c) 水の量と白色粉末の質量をそろえて、水へのとけ方を調べた。

図1

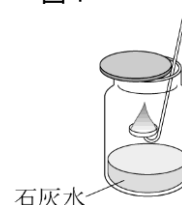


表1

白色粉末	W	X	Y	Z
実験(a)	燃えてこげた	燃えずに白い粉が残った	燃えてこげた	燃えずに白い粉が残った
実験(b)	白くにごった	—	白くにごった	—
実験(c)	とけ残りがなかった	とけ残りがあった	とけ残りがあった	とけ残りがあった

- (1) 実験(b)の結果について説明した次の文の [①], [②] に入る語句の組み合わせとして適切なものを、あとのア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。

実験(b)の結果で、石灰水が白くにごったのは、WとYに含まれていた [①] が燃焼したためである。このことから、WとYは [②] であることがわかる。

- ア ①水素 ②無機物 イ ①水素 ②有機物
ウ ①炭素 ②無機物 エ ①炭素 ②有機物

- (2) 表1の結果より、白色粉末W、Yとして適切なものを、次のア～エからそれぞれ1つ選んで、その符号を書きなさい。

- ア 塩 イ 砂糖 ウ デンプン エ 重そう

- (3) 実験(a)～(c)では、白色粉末XとZを区別できなかった。XとZを区別するための実験と、その結果について説明した次の文の [①] に入る実験操作として適切なものを、あとのア～ウから1つ選んで、その符号を書きなさい。また、[②], [③] に入る白色粉末として適切なものを、あとのア～エからそれぞれ1つ選んで、その符号を書きなさい。

実験(c)の水溶液に [①], Xの水溶液は色が変わらなかったが、Zの水溶液はうすい赤色になったため、Xは [②], Zは [③] である。

【①の実験操作】	ア フェノールフタレイン溶液を加えると イ BTB溶液（緑色）を加えると ウ ベネジクト液を加えて加熱すると
【②, ③の白色粉末】	ア 塩 イ 砂糖 ウ デンプン エ 重そう

問2 炭酸カルシウムとうすい塩酸を用いて、次の実験を行った。ただし、反応によってできた物質のうち、二酸化炭素だけがすべて空気中へ出ていくものとする。

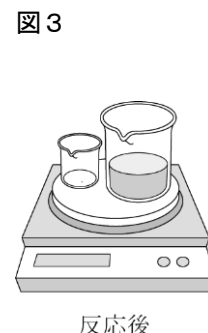
〈実験 1〉

うすい塩酸 20.0cm^3 を入れたビーカー A～F を用意し、加える炭酸カルシウムの質量を変化させて、(a)～(c) の手順で実験を行い、結果を表 2 にまとめた。

- (a) 図 2 のように、炭酸カルシウムを入れたビーカーとうすい塩酸 20.0cm^3 を入れたビーカーを電子てんびんにのせ、反応前の質量をはかった。
- (b) うすい塩酸を入れたビーカーに、炭酸カルシウムをすべて加え反応させると、二酸化炭素が発生した。
- (c) じゅうぶんに反応させた後、図 3 のように質量をはかった。



反応前



反応後

表 2

	A	B	C	D	E	F
炭酸カルシウムの質量 [g]	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
反応前(a)の質量 [g]	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00
反応後(c)の質量 [g]	90.56	91.12	91.90	92.90	93.90	94.90

〈実験 2〉

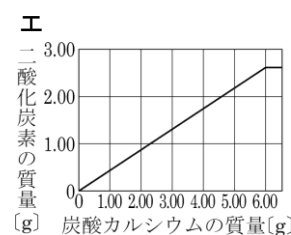
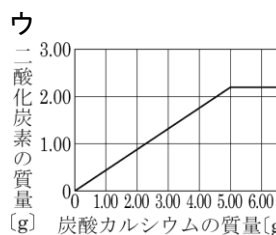
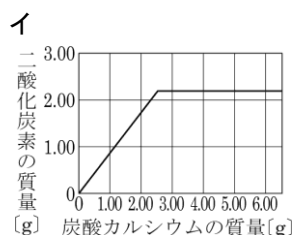
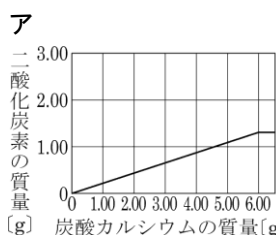
実験 1 の後、ビーカー F に残っていた炭酸カルシウムを反応させるために、実験 1 と同じ濃度の塩酸を 8.0cm^3 ずつ、合計 40.0cm^3 加えた。じゅうぶんに反応させた後、発生した二酸化炭素の質量を求め、表 3 にまとめた。

表 3

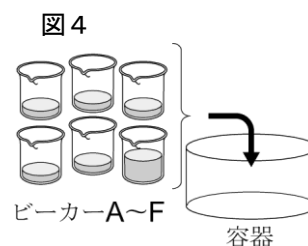
実験 1 の後、加えた塩酸の体積の合計 [cm^3]	8.0	16.0	24.0	32.0	40.0
実験 1 の後、発生した二酸化炭素の質量の合計 [g]	0.44	0.88	1.32	1.54	1.54

- (1) 次の文の ① に入る数値を書きなさい。また、② に入るグラフとして適切なものを、あとのア～エから 1 つ選んで、その符号を書きなさい。

実験 1 において、炭酸カルシウムの質量が 1.00g から 2.00g に増加すると、発生した二酸化炭素の質量は ① g 増加している。うすい塩酸の体積を 40.0cm^3 にして実験 1 と同じ操作を行ったとき、炭酸カルシウム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は ② となる。



- (2) 実験 1, 2 の後、図 4 のように、ビーカー A～F の中身をすべて 1 つの容器に集めたところ気体が発生した。じゅうぶんに反応した後、気体が発生しなくなり、容器には炭酸カルシウムが残っていた。この容器に実験 1 と同じ濃度の塩酸を加えて残っていた炭酸カルシウムと過不足なく反応させるためには、塩酸は何 cm^3 必要か、求めなさい。



(3) (2)において求めた体積の塩酸を図4の容器に加えて、残っていた炭酸カルシウムをすべて反応させた後、容器の中に残っている物質の質量として最も適切なものを、次のア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。ただし、用いた塩酸の密度はすべて 1.05 g/cm^3 とする。

ア 180 g

イ 188 g

ウ 198 g

エ 207 g

問 1	(1)								
	(2)	W				Y			
	(3)	①			②			③	
問 2	(1)	①	g			②			
	(2)	cm ³							
	(3)								

問 1	(1)	エ							
	(2)	W	イ			Y	ウ		
	(3)	①	ア		②	ア		③	エ
問 2	(1)	①	0.44 g			②	ウ		
	(2)	8 cm ³							
	(3)	イ							

問 1 (1) 石灰水は、二酸化炭素を通じると白くにごる。この二酸化炭素は、WとYにふくまれていた炭素が燃焼してできたと考えられるので、WとYは、炭素をふくむ有機物であるとわかる。

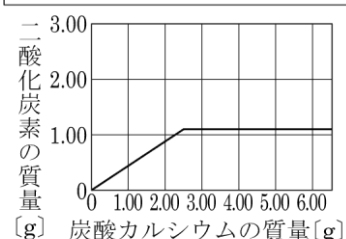
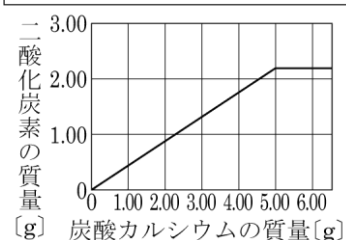
(2) 選択肢の塩、砂糖、デンプン、重そうの中で、有機物は砂糖とデンプンである。砂糖は水にとけやすく、デンプンは水にとけにくいので、表1の実験(c)の結果から、白色粉末Wは砂糖、白色粉末Yはデンプンである。

(3) (1), (2)より、白色粉末XとZは、塩(塩化ナトリウム)か重そう(炭酸水素ナトリウム)のどちらかである。これらを比べると、塩化ナトリウムの水溶液は中性、炭酸水素ナトリウムの水溶液は弱いアルカリ性という違いがある。中性の水溶液にフェノールフタレイン溶液やBTB溶液(緑色)を加えても色が変化しないが、アルカリ性の水溶液にフェノールフタレイン溶液を加えると無色→赤色に、BTB溶液(緑色)を加えると緑色→青色に、それぞれ色が変わる。フェノールフタレイン溶液を加えたときに色が変化しなかったXは塩であり、うすい赤色になったZは重そうである。

問 2 (1) 実験1において、炭酸カルシウムに塩酸を加えると、二酸化炭素の気体が発生する。この実験のビーカーにはふたなどがなく、密閉されていないため、発生した気体はすべて空気中へ出ていく。したがって、反応前と比べ、反応後の質量は二酸化炭素の分だけ質量が小さくなる。実験1の結果を示した表2から、反応前(a)の質量と反応後(c)の質量の差を求めると、次のようにまとめられる。

	A	B	C	D	E	F
炭酸カルシウムの質量 [g]	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
反応前(a)の質量と反応後(c)の質量の差 [g]	0.44	0.88	1.10	1.10	1.10	1.10

①…反応前(a)の質量と反応後(c)の質量の差は、発生した二酸化炭素の質量を表している。上の表のAとBの値から、炭酸カルシウムの質量が1.00 gから2.00 gに増加すると、発生した二酸化炭素の質量は0.44 gから0.88 gに、0.44 g増加している。②…実験1で用いたうすい塩酸の体積は、ビーカーAからFのいずれも20.0cm³である。上の表の値から、炭酸カルシウム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は右のiのようになる。AとBを表す点を結ぶ直線は、原点を通る比例の直線になり、C～Fを表す点を結ぶ直線は、横向きであり、比例の直線と交差するので、グラフは、炭酸カルシウムの質量が2.50 gのときに発生する二酸化炭素の質量が1.10 gとなる点で折れ曲がる。このことから、うすい塩酸の体積20.0cm³と過不足なくちょうど反応する炭酸カルシウムの質量は2.50 gである。うすい塩酸の体積を40.0cm³にする(ii)と、過不足なくちょうど反応する炭酸カルシウムの質量は5.00 gであり、反応するうすい塩酸の体積も炭酸カルシウムの質量も、実験1の2倍となり、発生する二酸化炭素の質

i うすい塩酸 20.0cm³ の場合ii うすい塩酸 40.0cm³ の場合

量も2倍になるので、これを表すグラフは、炭酸カルシウムの質量が5.00 gのときに発生する二酸化炭素の質量が2.20 gとなる点で折れ曲がるウである。

- (2) (1)のように、実験1のAとBにおいて、炭酸カルシウムの質量が増加すると、発生した二酸化炭素の質量が増加するのは、うすい塩酸の体積に対して、炭酸カルシウムの質量が少なく、炭酸カルシウムがすべて反応したためである。したがって、これらのビーカーでは、反応していない塩酸が残っている。うすい塩酸の体積20.0cm³と過不足なくちょうど反応する炭酸カルシウムの質量は2.50 gであるから、Aでは1.50 gの、Bでは0.50 gの炭酸カルシウムがまだ反応できる量の塩酸が、それぞれ残っている。

これに対し、C～Fにおいて、炭酸カルシウムの質量が増加しても発生した二酸化炭素の質量が増加しないのは、うすい塩酸の体積に対して、炭酸カルシウムの質量が多く、塩酸の方がすべて反応したためである。うすい塩酸の体積20.0cm³と過不足なくちょうど反応する炭酸カルシウムの質量は2.50 gであり、したがって、これらのビーカーでは、炭酸カルシウムは質量2.50 gまで反応し、それ以上の質量の炭酸カルシウムは反応しないで残っている。よって、Cでは0.50 g、Dでは1.50 g、Eでは2.50 g、Fでは3.50 gの炭酸カルシウムが残っている。

実験2において、ビーカーFに残っていた炭酸カルシウム3.50 gを反応させるために、実験1と同じ濃度の塩酸を合計40.0cm³加えた。うすい塩酸の体積20.0cm³と過不足なくちょうど反応する

炭酸カルシウムの質量は2.50 gであるから、炭酸カルシウム1.00 gあたり、 $\frac{20.0}{2.50} = 8.0\text{cm}^3$ の塩酸が

必要になるので、3.50 gの炭酸カルシウムは、 $8.0 \times 3.50 = 28.0\text{cm}^3$ の塩酸と過不足なく反応する。塩酸を合計40.0cm³加えたことから、5.00 gまでの炭酸カルシウムが反応できるので、実験2の後のビーカーFには、 $5.00 - 3.50 = 1.50\text{ g}$ の炭酸カルシウムがまだ反応できる量の塩酸が残っている。

ビーカーA～Fの中身をすべて1つの容器に集めると、A、B、Fに残っていた塩酸と反応できる炭酸カルシウムの質量は、 $1.50 + 0.50 + 1.50 = 3.50\text{ g}$ であり、C～Eで残っていた炭酸カルシウムの質量は、 $0.50 + 1.50 + 2.50 = 4.50\text{ g}$ であるため、計 $4.50 - 3.50 = 1.00\text{ g}$ の炭酸カルシウムが残る。この炭酸カルシウム1.00 gと過不足なく反応させるためには、塩酸は8.0cm³必要である。

(3) 密度

物質の一定の体積あたりの質量を密度といい、ふつう1cm³あたりの質量で表す。物質の密度は、物質の質量【g】を物質の体積【cm³】で割ることで求められる。

物質の密度【g/cm³】に物質の体積【cm³】をかけることで、物質の質量【g】が求められる。

表2より、用いた炭酸カルシウムの質量の合計は、 $1.00 + 2.00 + 3.00 + 4.00 + 5.00 + 6.00 = 21.0\text{ g}$ であり、

(2)において求めた塩酸 8.0cm^3 を加えると、用いた塩酸の体積は、 $20.0 \times 6 + 40.0 + 8.0 = 168\text{cm}^3$ である。過不足なく反応するとき、炭酸カルシウム 1.00g あたり 8.0cm^3 の塩酸が必要になるので、 21.0g の炭酸カルシウムと過不足なくちょうど反応する塩酸の体積は、 $8.0 \times 21.0 = 168\text{cm}^3$ であり、確かに過不足なく反応している。

表2において、うすい塩酸 20.0cm^3 と炭酸カルシウム 2.50g が過不足なく反応したときに発生する二酸化炭素の質量は、C～Fのときと同じであり、(1)の解説で示した表のように 1.10g である。この場合と比べ、うすい塩酸 168cm^3 と炭酸カルシウム 21.0g が反応するときには、それぞれ 8.4 倍となっているので、発生する二酸化炭素の質量も 8.4 倍の、 $1.10 \times 8.4 = 9.24\text{g}$ である。用いた塩酸の密度は $1.05\text{g}/\text{cm}^3$ であるので、うすい塩酸 168cm^3 の質量は、 $1.05\text{g}/\text{cm}^3 \times 168\text{cm}^3 = 176.4\text{g}$ であり、反応後に容器の中に残っている物質の質量は、 $176.4 + 21.0 - 9.24 = 188.16\text{g}$ より、イの 188g となる。

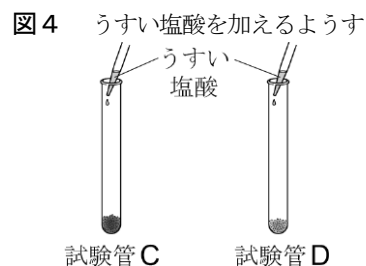
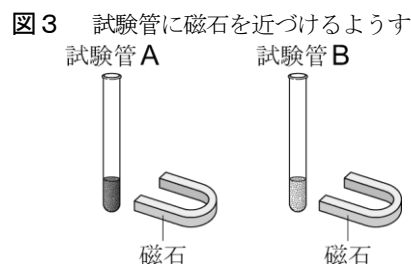
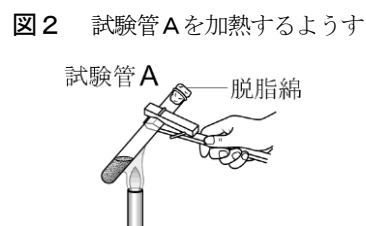
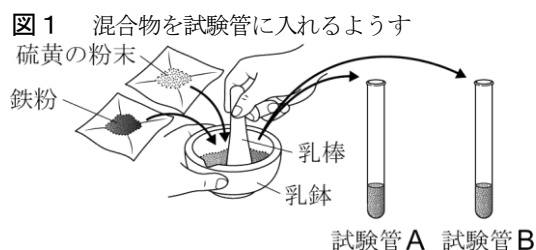
【過去問 28】

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。

(和歌山県 2021 年度)

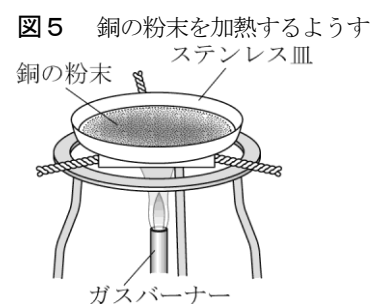
実験Ⅰ 「鉄と硫黄の混合物を加熱したときの変化」

- (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。



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)。

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。

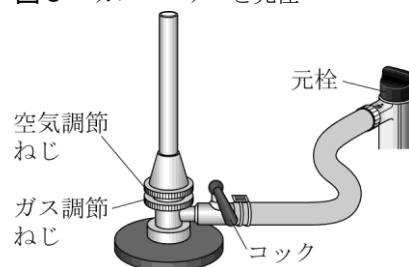
イ 元栓とコックを開ける。

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 1	→ → → →					
問 2						
問 3	(1)	①		②		③
	(2)					
問 4						
問 5						
問 6	g					

問 1	オ → イ → ウ → ア → エ						
問 2	反応が進むための熱が発生したため。						
問 3	(1)	①	イ	②	イ	③	ア
	(2)	化合					
問 4	エ						
問 5	$2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$						
問 6	6.5 g						

問3 (1) ①…実験 I (i) の試験管 A と B 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 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 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 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 中の物質には硫化鉄が、試験管 D 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。

【過去問 29】

次の会話 1，会話 2 は，ゆうなさんとなおきさんが，発泡入浴剤やベーキングパウダーに含まれる，炭酸水素ナトリウムについて話し合ったものである。炭酸水素ナトリウムと，発生する気体について調べるために，あとの実験 1，実験 2 を行った。あとの各問いに答えなさい。

(鳥取県 2021 年度)

会話 1

ゆうなさん 炭酸水素ナトリウムは，どのようなものに含まれているかな。

なおきさん 発泡入浴剤やベーキングパウダーに含まれているよ。

ゆうなさん 発泡入浴剤をお風呂に入れたときや，ベーキングパウダーを加えたパンやケーキがふくらむときに気体が発生しているね。

なおきさん 炭酸水素ナトリウムは，どのような条件で気体が発生するのかな。

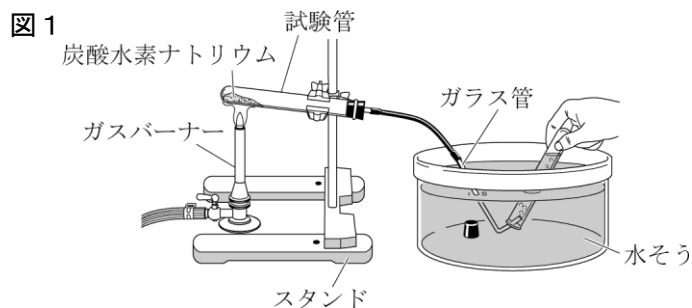
実験 1

炭酸水素ナトリウムを用いて，どのような条件のときに，気体が発生するかを調べるため，表 1 に示した，4 つの操作による実験を行った。表 1 は，実験 1 の操作と結果をまとめたものである。

表 1

番号	操作	気体発生の有無
①	炭酸水素ナトリウム 2 g を氷水に加える。	発生しなかった
②	炭酸水素ナトリウム 2 g を熱湯に加える。	発生した
③	炭酸水素ナトリウム 2 g を乾いた試験管に入れ，その試験管を氷の入ったビーカーに入れて冷やす。	発生しなかった
④	炭酸水素ナトリウム 2 g を乾いた試験管に入れ，その試験管を加熱する。	発生した

問 1 表 1 の番号④の操作では，図 1 のような装置を組み立て，実験を行ったところ，気体が発生した。気体を集めた後，加熱をやめる前に，先に水そうからガラス管をぬく必要があるが，その理由を答えなさい。



問 2 実験 1 の結果から，炭酸水素ナトリウムから気体が発生した操作に共通する条件は何か，答えなさい。

問3 実験1で発生した気体は、石灰水を白くにごらせた。この気体と同じ気体を発生させる方法として適切なものを、次のア～オからすべて選び、記号で答えなさい。

- ア 二酸化マンガンにうすい過酸化水素水を加える。
- イ 酸化銀を加熱する。
- ウ 石灰石にうすい塩酸を加える。
- エ 亜鉛にうすい塩酸を加える。
- オ 酸化銅と活性炭の混合物を加熱する。

会話2

なおきさん 炭酸水素ナトリウムをうすい塩酸に加えて、気体を発生させる実験をしたことがあるよ。
 ゆうなさん 炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸が反応するときの質量の関係についても調べてみよう。

実験2

操作1 図2のように、電子てんびんに、うすい塩酸 50cm³が入ったビーカーをのせ、全体の質量をはかる。

操作2 図3のように、操作1のビーカーに入とうすい塩酸に、炭酸水素ナトリウム 1.0 gを加えて、気体を発生させる。

操作3 気体が発生しなくなった後、図4のように、ビーカーを電子てんびんにのせ、全体の質量をはかる。

操作4 加える炭酸水素ナトリウムの質量を変えて、操作1～操作3と同様の操作を行う。

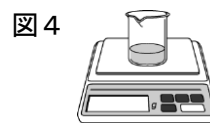


表2は、実験2の結果をまとめたものである。

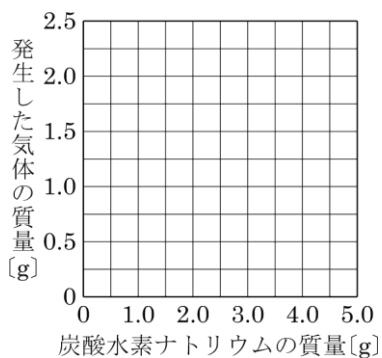
表2

反応前のうすい塩酸とビーカーの質量 [g]	112.6	112.6	112.6	112.6	112.6
炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
反応後の全体の質量 [g]	113.1	113.6	114.1	115.1	116.1

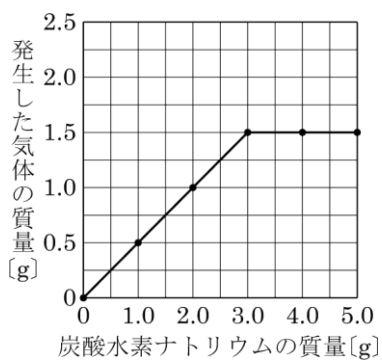
問4 実験2について、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 炭酸水素ナトリウムの質量と発生した気体の質量との関係を表すグラフをかきなさい。
- (2) 実験2の結果から、この実験と同じ濃度の塩酸に炭酸水素ナトリウム 6.0 gを加えたとき、この炭酸水素ナトリウムがすべて反応するためには、この実験と同じ濃度の塩酸が、少なくとも何 cm³以上必要か、答えなさい。

問 1	
問 2	
問 3	
問 4	(1)
	(2)

cm³

問 1	例
問 2	例 加熱
問 3	ウ , オ
問 4	(1)
	(2)

100 cm³

問 2 実験 1 の結果を示した表 1 において、炭酸水素ナトリウムを熱湯に入れても、乾いた試験管に入れて試験管を加熱しても気体が発生しているので、水があってもなくても、加熱すると気体が発生すると考えられる。

問 3 石灰水を白くにごらせる気体は、二酸化炭素である。ア・イでは酸素が、ウ・オでは二酸化炭素が、エでは水素が、それぞれ気体として発生する。

問 4 (1) 実験 2 のように密閉せずに反応させると、発生した二酸化炭素は空气中に放出されるので、図 4 のように

全体の質量を測定しても、気体の質量の分だけ軽くなった値が測定される。すなわち、表 2 の反応前のうすい塩酸とビーカーの質量と炭酸ナトリウムの質量の合計から、反応後の全体の質量を引くと、発生した二酸化炭素の質量になる。これより、操作 1～3 で発生する二酸化炭素の質量は、 $112.6 + 1.0 - 113.1 = 0.5 \text{ g}$ となる。同様に、表 2 の値から発生した二酸化炭素の質量を求めると、炭酸水素ナトリウムの質量と発生した気体の質量は次のようにまとめられるので、これをグラフとする。

炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
発生した気体の質量 [g]	0.5	1.0	1.5	1.5	1.5

- (2) (1)のグラフから、炭酸水素ナトリウムの質量が 1.0～3.0 g では、発生した二酸化炭素の質量が炭酸水素ナトリウムの質量に比例しているが、3.0～5.0 g では、発生した気体の質量は一定である。グラフより、 50cm^3 の塩酸と過不足なく反応する炭酸水素ナトリウムの質量は 3.0 g であるから、この 2 倍の質量の 6.0 g の炭酸水素ナトリウムがすべて反応するには、塩酸の量も、少なくとも 2 倍の 100cm^3 以上が必要である。

【過去問 30】

次の問いに答えなさい。

(島根県 2021 年度)

問1 次の1～4に答えなさい。

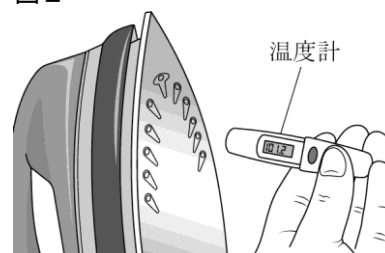
2 化学変化によって電流をとり出すしくみをもつものを電池という。水の電気分解とは逆の化学変化を利用した電池を、次のア～エから一つ選び、記号で答えなさい。

ア 空気電池 イ ニッケル水素電池 ウ 燃料電池 エ 鉛蓄電池

3 図2の温度計は、熱源から空間をへだてて離れていても熱が
伝わる現象を利用して、温度を測定することができる。下線部の
現象名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 伝導 イ 循環 ウ 対流 エ 放射

図2



問1	2	
	3	

問1	2	ウ
	3	エ

2 燃料電池は、水素と酸素を反応させることで、それらがもつ化学エネルギーを電気エネルギーとして取り出すので、排出されるのは水だけである。

【過去問 31】

次の問1，問2に答えなさい。

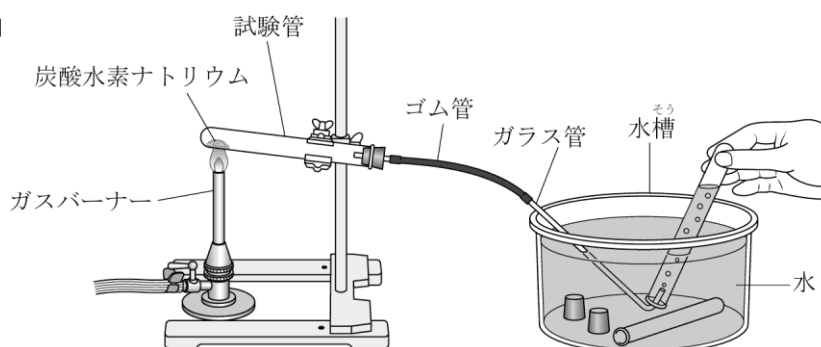
(島根県 2021 年度)

問1 ベーキングパウダーの主成分である炭酸水素ナトリウムを加熱したときの変化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 図1のように，炭酸水素ナトリウムを加熱し，発生した**気体X**を水上置換で集めた。このとき，加熱した試験管の内側には**液体Y**がつき，その試験管の底には白色の**固体Z**が残った。

図1



操作2 気体Xを集めた試験管に石灰水を加えてよくふったところ，石灰水は白くにごった。

操作3 液体Yに青色の塩化コバルト紙をつけたところ，桃色に変化した。

操作4 炭酸水素ナトリウムと**固体Z**を同量はかりとり，それぞれを水にとかした後，フェノールフタレイン溶液を加えた。このとき表1のように変化した。

表1

炭酸水素ナトリウム水溶液	固体Zの水溶液
うすい赤色になった	赤色になった

- 1 気体Xと液体Yは何か，それぞれ**化学式**で答えなさい。
- 2 気体Xと液体Yは分子をつくって存在している。このように分子をつくって存在する物質を次のア～エから一つ選び，記号で答えなさい。
ア マグネシウム イ アンモニア ウ 酸化銅 エ 塩化ナトリウム
- 4 この実験では，ガスバーナーの火を消す前にしなければならない操作がある。その操作とその操作を行う理由を簡単に説明しなさい。

問2 鉄と硫黄の化合について調べる目的で**実験2**を行った。これについて、下の1～4に答えなさい。

実験2

操作1 鉄粉7.0gと硫黄4.0gを図2のようによく混ぜ合わせ、そのうち5.0gをアルミニウムはくの筒にすきまなくつめた。そして、図3のように筒の端をねじって閉じ、弱い磁石を近づけた。

図2

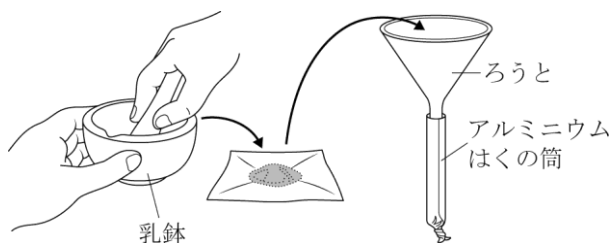
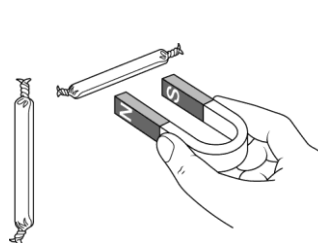
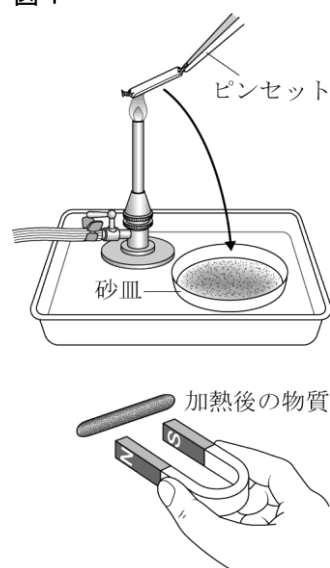


図3



操作2 図4のように、筒の一端をガスバーナーで加熱し、赤くなったところですばやく砂皿の上に置き、反応が終わるまでしばらく放置した。反応が終わったところで、弱い磁石を近づけた。

図4



操作3 加熱前の混合物の一部と加熱後の物質の一部を別々の試験管に入れ、うすい塩酸を加えて発生した気体のにおいを調べた。

結果 結果は、表2のようにになった。

表2

	加熱前	加熱後
弱い磁石を近づける	磁石についた	磁石につかなかった
発生した気体のにおい	無臭	ふらんしゅう 腐卵臭

- 操作2**において、鉄と硫黄の反応によってできた物質は何か、その名称を漢字で答えなさい。
- 操作3**で発生した無臭の気体を確かめる方法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 火のついた線香を気体の中に入れ、線香が炎を出して激しく燃えるかどうかを確かめる。
 - イ 火のついたマッチを近づけ、ポンと音を立てて燃えるかどうかを確かめる。
 - ウ 精製水を加えてよく振り、フェノールフタレイン溶液を加えて赤くなるかどうかを確かめる。
 - エ 精製水を加えてよく振り、BTB溶液を加えて黄色になるかどうかを確かめる。
- 鉄粉7.0gと硫黄4.0gを混合して加熱すると、過不足なく反応する。表3のような分量の混合物A～Cについて、**操作1**および**操作2**と同様な実験を行った。加熱後の物質が弱い磁石についたと考えられる混合物として最も適当なものを、表3のA～Cから一つ選び、記号で答えなさい。

表3

混合物	A	B	C
鉄粉	3.5 g	7.0 g	3.5 g
硫黄	4.0 g	2.0 g	2.0 g

- 4 次の文は、操作2のように、加熱をやめても鉄と硫黄の反応が続いた理由を説明したものである。

, にあてはまる最も適当な語句を答えなさい。

この反応は 反応であり、反応にともなう周囲の温度が なるから。

問 1	1	気体 X		液体 Y	
	2				
	4	操作			
		理由			

問 2	1				
	2				
	3				
	4	X		Y	

問 1	1	気体 X	CO ₂	液体 Y	H ₂ O
	2	イ			
	4	操作	ガラス管を水槽の水から出す。		
		理由	水槽の水が加熱した試験管に流れ込み、試験管が割れることがあるから。		

問 2	1	硫化鉄			
	2	イ			
	3	B			
	4	X	発熱	Y	高く

問1 1 炭酸水素ナトリウム(NaHCO_3)を加熱すると、炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)、水(H_2O)、二酸化炭素(CO_2)に分解される。

2 マグネシウムは分子をつくらない単体、酸化銅や塩化ナトリウムは分子をつくらない化合物である。

問2 1, 2 加熱前の混合物(鉄)に塩酸を加えたときに発生する無臭の気体は水素、鉄と硫黄の反応によってできた加熱後の物質(硫化鉄)に塩酸を加えたときに発生する腐卵臭の気体は硫化水素である。選択肢の**A**は酸素を確かめる方法、**ウ**は水溶液にしたときにアルカリ性を示す物質を確かめる方法、**エ**は水溶液にしたときに酸性を示す物質を確かめる方法を示している。

3 操作後に弱い磁石につくものは、未反応の鉄粉が残っている混合物である。鉄粉7.0gと硫黄4.0g

が過不足なく反応するので、操作後、混合物**B**には未反応の鉄粉が $7.0 \times \frac{2.0}{4.0} = 3.5 \text{ g}$ 残っていると

考えられる。よって、加熱後の混合物**B**が弱い磁石につく。**A**は過不足なく反応する量よりも鉄粉の方が少なく、鉄粉はすべて反応して残らない。**C**の質量の比は、過不足なく反応するときの質量の比と同じであるので、2種類の物質は過不足なく反応し、こちらも鉄は残らない。

【過去問 32】

次は、栄一さんと陽子さんが行った**実験**と実験後の会話です。問いに答えなさい。ただし、発生した二酸化炭素はすべて空気中に出ていったものとします。

(岡山県 2021 年度)

うすい塩酸に炭酸水素ナトリウムを加えると、気体の二酸化炭素が発生する。この反応は、次のように表すことができる。



【実験】

うすい塩酸 10.0cm³を入れたビーカーと、炭酸水素ナトリウムの粉末 0.50 g をのせた薬包紙を一緒に電子てんびんにのせ、反応前の質量を測定した。次に、このうすい塩酸に炭酸水素ナトリウムを加えて反応させた。二酸化炭素の発生が完全にみられなくなった後に、この水溶液の入ったビーカーと使用した薬包紙を一緒に電子てんびんにのせ、反応後の質量を測定した。反応の前と後での質量の差を、発生した二酸化炭素の質量とした。

さらに、この**実験**をうすい塩酸 10.0cm³に対して、加える炭酸水素ナトリウムの質量を 1.00 g, 1.50 g, 2.00 g, 2.50 g, 3.00 g と変えてそれぞれ行った。

〈結果〉

加えた炭酸水素ナトリウムの質量[g]	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
発生した二酸化炭素の質量[g]	0.26	0.52	0.78	0.90	0.90	0.90

〈会話〉

栄一：実験の結果を表にまとめてみたよ。加える炭酸水素ナトリウムの質量が小さいときには、発生した二酸化炭素の質量は加える炭酸水素ナトリウムの質量に比例して大きくなったけど、加える炭酸水素ナトリウムの質量が大きくなると、発生した二酸化炭素の質量は 0.90 g で同じになっているね。

陽子：それは、塩酸がすべて炭酸水素ナトリウムと反応してしまったからかな。塩酸がなくなると、それ以上反応が起こらなくなるからね。

栄一：なるほど。では、今回使ったうすい塩酸 10.0cm³と過不足なく反応する炭酸水素ナトリウムの質量は表を見れば、すぐにわかるのかな。

陽子：どうかしら。表の値からグラフを作成して、求めてみようよ。

問 1 下線部のように考えられる理由は、化学変化の前と後で物質全体の質量は変わらないためです。すべての化学変化に当てはまる、この法則を何といいますか。

問 3 二酸化炭素について、(1)、(2)に答えなさい。

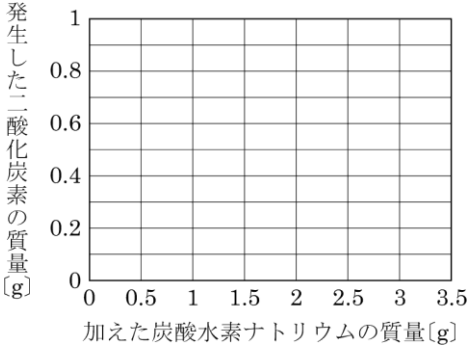
(1) 二酸化炭素についての説明として最も適当なのは、ア～エのうちではどれですか。一つ答えなさい。

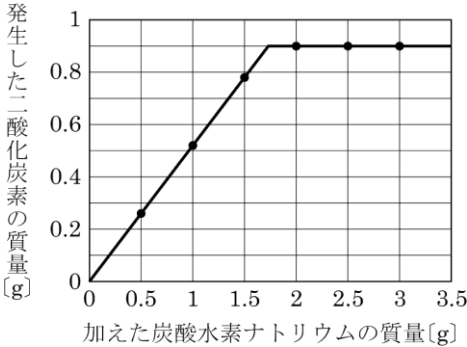
- ア 二酸化炭素に火のついた線香を入れると、線香は激しく燃える。
- イ 二酸化炭素に色はなく、刺激のあるにおいがする。
- ウ 二酸化炭素は、マグネシウムにうすい塩酸を加えると発生する。
- エ 二酸化炭素は、空気よりも重く、石灰水を白く濁らせる。

問4 〈結果〉をもとに、加えた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との関係を表したグラフをかきなさい。

問5 〈結果〉をもとに考えたとき、【実験】で使用したうすい塩酸 10.0cm^3 と過不足なく反応する炭酸水素ナトリウムの質量として最も適当なのは、ア～オのうちではどれですか。一つ答えなさい。

ア 1.64 g イ 1.73 g ウ 1.82 g エ 1.91 g オ 2.00 g

問1	の法則	
問3	(1)	
問4		
問5		

問1	質量保存 の法則	
問3	(1)	エ
問4		
問5	イ	

問4 〈結果〉の表の数値から、6つの点をとる。炭酸水素ナトリウムの質量が、0.50 g、1.00 g、1.50 gのときの3点に対しては、原点を通り、3つの点に最も近い斜め（傾きが正）の直線を引く。2.00 g、2.50 g、3.00 gのときの3点に対しては、3つの点を通る横向き（傾きが0）の直線を引く。2つの直線を、角度がついて折れ曲がるように結び、グラフとする。このとき、各点をなめらかな曲線で結ばないようにする。

問5 問2より、加えた炭酸水素ナトリウムの質量が1.00 gのときは、うすい塩酸とすべて反応し、二酸化炭素

0.52 g が発生した。したがって、加えた炭酸水素ナトリウムと、それがすべて反応したときに発生する二酸化炭素の質量の比は、1.00 : 0.52 となる。一方、問4 でかいたグラフより、うすい塩酸 10.0 cm³ がすべて反応したときに発生する二酸化炭素の質量は 0.90 g であるから、このうすい塩酸 10.0 cm³ と過不足なく反応する炭酸水素ナトリウムの質量を x g とすると、 $1.00 : 0.52 = x : 0.90$ より、

$$x = \frac{1.00 \times 0.90}{0.52} = 1.730\cdots \quad \text{よって、1.73 g (イ) が、最も適当な値である。}$$

なお、問4 のグラフが折れ曲がる点をとるときの横軸の値が、うすい塩酸 10.0 cm³ と過不足なく反応する炭酸水素ナトリウムの質量となるが、正確な値を読みとるのは難しい。

【過去問 33】

科学部の美咲さんたちは、ごみの分別が物質の性質の違いによって行われていることに興味をもち、話し合っています。次に示したものは、このときの会話です。あとの問いに答えなさい。

(広島県 2021 年度)

美咲：ごみは、①金属やプラスチックなどの物質ごとに回収することで、再生利用しやすくなっているのよね。

海斗：うん。例えば、街に設置されている図 1 のようなごみ箱では、缶とペットボトルを分けて収集しているね。

美咲：そうね。そういえば、缶はスチール缶とアルミニウム缶があるけど、図 2 のように形がよく似ていて見分けがつきにくいよね。

海斗：そうだね。でも、スチール缶の方が重いよね。スチール缶は②鉄，アルミニウム缶はアルミニウムが主な素材だから、その密度の違いが関係するんだよ。

美咲：そうね。鉄の密度はアルミニウムの密度と比べてどのくらい大きいんだろう？

海斗：③身の回りのもので鉄とアルミニウムの密度を調べてみようよ。

美咲：おもしろそうね。鉄は鉄くぎで、アルミニウムは 1 円硬貨で実験してみましょう。

図 1

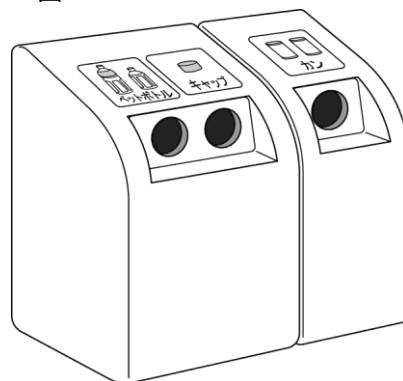


図 2



問 1 下線部①について、金属には、展性という共通の性質があります。展性について述べているものを、次のア～エの中から選び、その記号を書きなさい。

ア 引っ張ると細くのびる性質

イ 磨くと特有の光沢が出る性質

ウ たたくと薄く広がる性質 エ

熱をよく伝える性質

問 2 下線部②について、鉄と塩酸が反応したときに発生する気体の化学式を書きなさい。

問 1	
問 2	

問 1	ウ
問 2	H ₂

問 2 鉄や亜鉛などの金属を塩酸に入れると、水素 (H₂) の気体が発生する。なお、すべての金属で、塩酸と反応して水素が発生するのではなく、たとえば、銅や銀では気体は発生しない。

【過去問 34】

Kさんのクラスでは、酸化銅と炭素の反応について調べるため、1班から5班に分かれて、次の実験を行った。
あとの問1～問3に答えなさい。

(山口県 2021 年度)

[実験]

- ① 空の試験管Aの質量をはかった。
- ② 班ごとに、酸化銅 6.00 g と表1に示した質量の炭素をはかりとり、よく混ぜ合わせた後、空の試験管Aに入れた。
- ③ 図1のように、試験管Aにゴム栓をし、ゴム管やピンチコック、ガラス管をつけ、ガラス管の先を、石灰水が入った試験管Bに入れた。
- ④ ピンチコックを開け、ガスバーナーで十分に加熱すると、気体が発生し、石灰水が白くにごった。
- ⑤ 気体が発生しなくなった後、試験管A内の物質のようすを観察した。
- ⑥ 石灰水が入った試験管Bからガラス管を取り出し、加熱を止め、ピンチコックを閉めた。
- ⑦ 試験管A内の物質が冷めたことを確認し、ゴム栓をはずして、物質の入った試験管Aの質量をはかった。
- ⑧ 「①ではかった質量」と「⑦ではかった質量」の差から、加熱後の試験管A内の物質の質量を計算で求めた。
- ⑨ 各班の実験結果を、表1にまとめた。

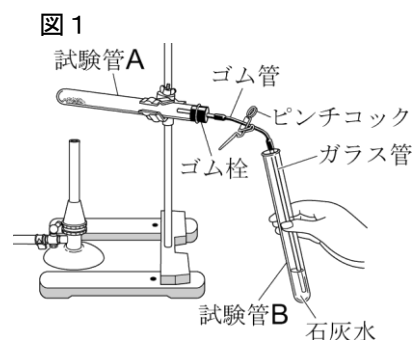


表1

	1 班	2 班	3 班	4 班	5 班
用いた炭素の質量[g]	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75
①ではかった質量[g]	22.21	22.56	22.52	22.33	22.85
⑦ではかった質量[g]	27.81	27.76	27.32	27.28	27.95
⑧で求めた質量[g]	5.60	5.20	4.80	4.95	5.10
⑤で観察した物質のようす	赤色物質と黒色物質		赤色物質	赤色物質と黒色物質	

問1 [実験]の④では、酸化銅から酸素をうばう化学変化が起きた。このように、酸化物から酸素をうばう化学変化を何というか。書きなさい。

問2 [実験]の⑥において、加熱後にピンチコックを閉めなければならないのはなぜか。その理由を簡潔に述べなさい。

問3 KさんとLさんは、実験の結果をもとに考察し、「炭素の質量」と「炭素が酸化銅からうばった酸素の質量」の比について、次の□□□□のような会話をした。下のア、イに答えなさい。

Kさん： 「炭素の質量」と「炭素が酸化銅からうばった酸素の質量」の比を計算してみたら3：8になったけれど、Lさんの考えを教えてくださいかな。

Lさん： 私は、3班で用いた炭素の質量と、用いた炭素が酸化銅からうばった酸素の質量を比べて、3：8を導いたよ。

用いた炭素が酸化銅からうばった酸素の質量は、酸化銅の質量から、3班の□□□□を引くと、求めることができたよ。Kさんは、どう考えたの。

Kさん： 私は、2班と3班の実験結果に注目して計算したよ。

Lさん： 2班では、酸化銅がまだ残っていると思うけれど、どうやって計算したのかな。

Kさん： 3班の実験と比べることで、2班の実験では、酸化銅をすべて反応させるために、あと0.15 gの炭素が必要だったことがわかるよ。

Lさん： なるほど。2班と3班の実験後の質量の差を考えると、計算ができそうだね。

Kさん： はい。2班と3班の実験後の試験管A内の物質の質量の差である0.40 gは、0.15 gの炭素がうばうことができる酸素の質量になると思うよ。

Lさん： 確かにそうだね。2つの班の実験結果を比較するという、Kさんの考え方はおもしろいね。2班と3班の組み合わせ以外でも、質量の比を計算できる班の組み合わせはあるのかな。

ア □□□□にあてはまる語句を、次の1～4から1つ選び、記号で答えなさい。

- 1 空の試験管Aの質量
- 2 加熱後の物質の入った試験管Aの質量
- 3 加熱前の試験管A内の物質の質量
- 4 加熱後の試験管A内の物質の質量

イ 下線部について、実験結果から、「炭素の質量」と「炭素が酸化銅からうばった酸素の質量」の比が3：8であることを計算できる班の組み合わせとして、適切なものを、次の1～4から1つ選び、記号で答えなさい。ただし、計算に用いる数値は、表1の実験結果のみとする。

- 1 1班と2班
- 2 1班と5班
- 3 2班と4班
- 4 4班と5班

問1	
問2	
問3	ア
	イ

問 1	還元	
問 2	試験管 A 内に空気中の酸素が入るのを防ぐため。	
問 3	ア	4
	イ	1

問 3 ア 表 1 において、用いた炭素の質量は、3 班と比べて、1 班と 2 班は少なく、4 班と 5 班は多い。また、⑤で観察した物質のようすは、3 班は赤色物質のみである。酸化銅も炭素も黒色物質であるが、この黒色物質が含まれていないので、反応していない酸化銅や炭素が残っていないことがわかる。これらのことから、3 班で、酸化銅と炭素が過不足なく反応し、酸化銅がすべて銅に還元されている。したがって、3 班における表 1 の⑧で求めた質量（加熱後の試験管 A 内の物質の質量）である 4.80 g が、6.00 g の酸化銅が酸素をうばわれて生じた銅の質量である。よって、炭素が酸化銅 6.00 g からうばった酸素の質量は、酸化銅の質量から、3 班の加熱後の試験管 A 内の物質の質量を引くと求めることができる。

なお、0.45g の炭素を用いた 3 班では、 $6.00 - 4.80 = 1.20$ g が、炭素が酸化銅からうばった酸素の質量であり、炭素の質量とこの質量の比は、 $0.45 : 1.2 = 45 : 120 = 3 : 8$ となり、L さんの発言内容と一致する。

イ 銅のみが生じ、酸化銅と炭素が過不足なく反応している（アの解説参照）3 班以外では、加熱後の試験管 A 内に黒色物質が観察されている。酸化銅も炭素も黒色物質であるが、1 班と 2 班では用いた炭素の質量が 3 班よりも少ないことから、この 2 つの班では、炭素がすべて反応し、反応していない酸化銅が残っていると考えられる。一方、用いた炭素の質量が 3 班よりも多い 4 班と 5 班では、酸化銅がすべて反応し、反応していない炭素が残っていると考えられる。したがって、用いた炭素の質量が過剰である 4 班と 5 班が含まれる組み合わせでは、炭素の質量と、炭素が酸化銅からうばった酸素の質量の比を計算することができない。よって、適切な組み合わせは 1 班と 2 班となり、これらの班の結果から、質量の比は次のように求められる。

表 1 より、1 班と 2 班の用いた炭素の質量の差は、 $0.30 - 0.15 = 0.15$ g であり、また、⑧で求めた質量（加熱後の試験管 A 内の物質の質量）の差は、 $5.60 - 5.20 = 0.40$ g となる。この 0.40 g は、0.15 g の炭素が酸化銅からうばうことができる酸素の質量になるので、炭素の質量とこの質量の比は、 $0.15 : 0.40 = 15 : 40 = 3 : 8$ と求められる。

【過去問 35】

鉄と硫黄の混合物を加熱する実験を行った。問1～問5に答えなさい。

(徳島県 2021 年度)

【実験】

- ① 図1のように鉄粉3.5gと硫黄2.0gを、乳ばちでよく混ぜ合わせ、試験管Aにその $\frac{1}{4}$ を、試験管Bに残りの分をそれぞれ入れた。
- ② 図2のように、試験管Bの口に脱脂綿でゆるく栓をしてから、試験管の中の混合物の上部を加熱し、鉄粉と硫黄を反応させた。赤く色が変わり始めたら、加熱をやめて、変化のようすを観察した。変化が終わったら、加熱後の試験管Bを金網の上に置き、温度が下がるのを待った。加熱後の試験管Bの中には、黒い物質が生じていた。
- ③ 試験管Aと加熱後の試験管Bのそれぞれにフェライト磁石を近づけ、中の物質のつき方を比べた。
- ④ 試験管Aの中身を試験管Cに、加熱後の試験管Bの中身を試験管Dに、それぞれ少量ずつとり出して入れた。その後、試験管C・Dのそれぞれに、5%塩酸を2、3滴ずつ入れ、発生する気体のにおいを調べた。

図1

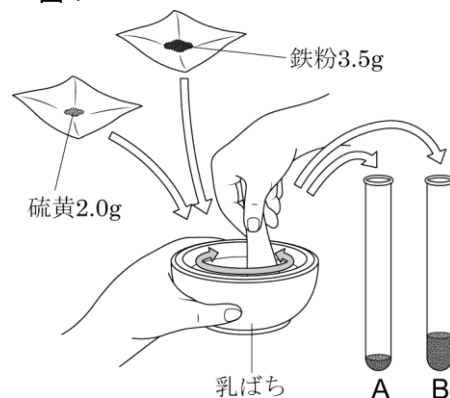
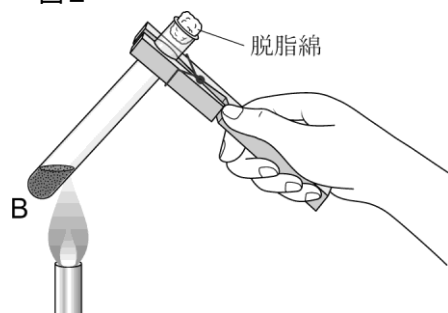


図2



問1 鉄や硫黄は1種類の原子がたくさん集まってできている。このように、1種類の原子だけからできている物質を何というか、書きなさい。

問2 【実験】②では、加熱をやめても、しばらく反応が続いた。このとき、加熱をやめても反応が続いた理由として正しいものはどれか、ア～エから1つ選びなさい。

- ア この反応は吸熱反応であるため、反応によって温度が上がり、連続的に反応がおこるため。
- イ この反応は吸熱反応であるため、反応によって温度が下がり、連続的に反応がおこるため。
- ウ この反応は発熱反応であるため、反応によって温度が上がり、連続的に反応がおこるため。
- エ この反応は発熱反応であるため、反応によって温度が下がり、連続的に反応がおこるため。

問3 【実験】③の結果を、試験管Aと加熱後の試験管Bのそれぞれについて書きなさい。また、その結果からいえることを書きなさい。

問4 【実験】④では、試験管C・Dからそれぞれ異なる性質の気体が発生した。次の文は、このとき試験管C・Dから発生した気体について述べたものである。正しい文になるように、文中の(ア)・(イ)にあてはまるものを、C・Dからそれぞれ選びなさい。また、㉓について、ア・イのいずれかを選びなさい。

試験管(ア)から発生した気体は、においがなかったが、試験管(イ)から発生した気体は、㉓[ア プールの消毒のにおい イ 卵の腐ったようなにおい]がした。

問5 **実験** において、鉄と硫黄の混合物を加熱したときの変化を、化学反応式で書きなさい。

問1					
問2					
問3	A				
	B				
	結果からいえること				
問4	㉑		㉒		㉓
問5					

問1	単体				
問2	ウ				
問3	A	磁石についた。			
	B	磁石につかなかった。			
	結果からいえること		加熱後の試験管Bにできた物質は、もとの鉄とは別の物質である。		
問4	㉑	C	㉒	D	㉓ イ
問5	$\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$				

問2 発熱反応で、特に大きな発熱が起こる反応では、反応によって発生する熱で温度が上がり、外部からの加熱をやめても反応が続くことが多い。

問4 試験管Aの中身は、鉄粉と硫黄の混合物であり、これが試験管Cに入っているので、塩酸を加えると鉄と塩酸が反応して、無臭の水素が発生する。一方、試験管Bの中身は、鉄粉と硫黄が結びついた硫化鉄であり、これが試験管Dに入っているので、塩酸を加えると硫化鉄と塩酸が反応して、水素と硫黄が結びついた硫化水素という物質の気体が発生する。硫化水素の気体は、卵の腐ったようなにおい（腐卵臭）をもつ。

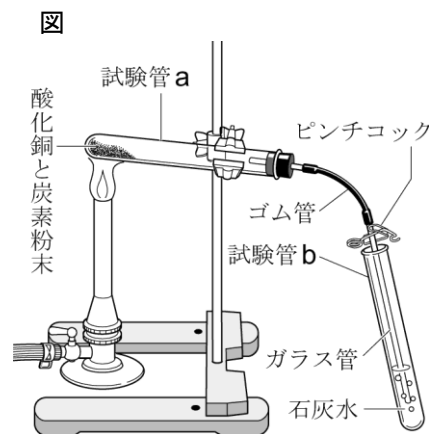
【過去問 36】

次の問いに答えなさい。

(香川県 2021 年度)

問2 物質の分解について調べるために、次の実験をした。これに関して、あとの(1)～(5)の問いに答えよ。

実験 右の図のように、酸化銅と乾燥した炭素粉末をよく混ぜ合わせた混合物を、試験管 **a** に入れて熱すると、気体が発生して試験管 **b** の石灰水が白くにごった。十分に熱して気体が発生しなくなったら、ガラス管を試験管 **b** から抜き、ガスバーナーの火を消した。ゴム管をピンチコックでとめて冷ましてから、試験管 **a** の中に残った固体の質量をはかった。この方法で、酸化銅 12.00 g に対して、混ぜ合わせる炭素粉末を 0.30 g, 0.60 g, 0.90 g, 1.20 g, 1.50 g にして、それぞれ実験した。下の表は、その結果をまとめたものである。炭素粉末を 0.90 g 混ぜ合わせて反応させたときは、酸化銅と炭素粉末がすべて反応し、赤色の銅のみが残った。



表

混ぜ合わせた炭素粉末の質量 [g]	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50
酸化銅と炭素粉末をよく混ぜ合わせた混合物の質量 [g]	12.30	12.60	12.90	13.20	13.50
試験管 a の中に残った固体の質量 [g]	11.20	10.40	9.60	9.90	10.20

- (1) 次の文は、**実験** についての花子さんと先生の会話の一部である。文中の **P**、**Q** の 内にあてはまる最も適当な言葉を、それぞれ書け。

花子： どうしてガスバーナーの火を消す前にガラス管を石灰水から取り出さなければならないのですか。

先生： もし、ガラス管を石灰水から取り出さずにガスバーナーの火を消してしまうと、石灰水が P して、試験管 **a** が割れてしまうおそれがあるからです。そのため、火を消す前にガラス管を石灰水から取り出さなければなりません。

花子： そうなんですね。では、火を消したあと、ゴム管をピンチコックでとめるのはなぜですか。

先生： 火を消すと熱された試験管 **a** が少しずつ冷めていき、空気が試験管 **a** に吸いこまれてしまいます。すると、試験管 **a** 内でどのようなことが起こるかと考えられますか。

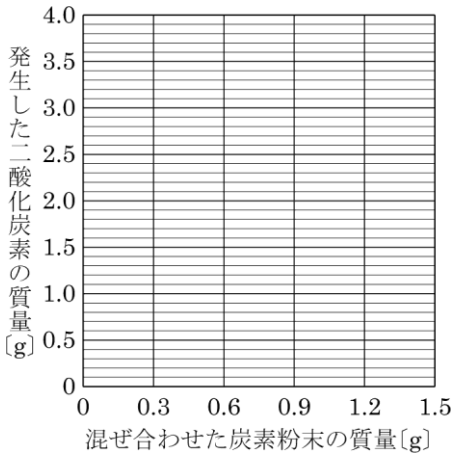
花子： あ、試験管 **a** 内の銅が、吸いこまれた空気中の Q してしまい、試験管 **a** の中に残った固体の質量が変化してしまうかもしれません。

先生： そうですね。そのように質量が変化することを防ぐために、火を消したあと、ゴム管をピンチコックでとめるのです。

- (2) **実験**で発生した気体は、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る。次の文は、二酸化炭素について述べようとしたものである。文中の2つの〔 〕内にあてはまる言葉を、**ア**、**イ**から一つ、**ウ**、**エ**から一つ、それぞれ選んで、その記号を書け。

二酸化炭素は、無色、無臭の気体であり、水に少しとけ、その水溶液は〔**ア** 酸 **イ** アルカリ〕性を示す。空気よりも密度が大きいので、〔**ウ** 上方 **エ** 下方〕置換法で集めることができるが、水に少しとけるだけなので、水上置換法を用いることもできる。

- (3) **実験**における、混ぜ合わせた炭素粉末の質量と、発生した二酸化炭素の質量との関係を、グラフに表せ。
- (4) この**実験**で用いた酸化銅は、銅原子と酸素原子が1：1の割合で結びついたものである。この酸化銅が炭素粉末によって酸素をうばわれ、赤色の銅となり、二酸化炭素が発生するときの化学変化を、化学反応式で表せ。
- (5) **実験**において、炭素粉末を 0.60 g 混ぜ合わせて反応させたとき、反応後の試験管 **a** の中には、銅が何 g 生じていると考えられるか。

問 2	(1)	P	
		Q	
	(2)	と	
	(3)		
	(4)		
	(5)	g	

問 2	(1)	P	例 逆流
		Q	例 酸素と反応
	(2)	ア と エ	
	(3)	発生した二酸化炭素の質量[g] 混ぜ合わせた炭素粉末の質量[g]	
	(4)	$2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$	
	(5)	6.40 g	

問 2 (3), (4) この実験における, 酸化銅が炭素粉末によって還元され, 二酸化炭素が生じるときの化学変化は, 次のような化学反応式で表される。 $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$

この化学反応式から, 発生した二酸化炭素の質量は, (酸化銅と炭素粉末をよく混ぜ合わせた混合物の質量) - (試験管 a の中に残った個体の質量) で求められることがわかる。表中の各列でこの値を求めると, 混ぜ合わせた炭素粉末の質量と, 発生した二酸化炭素の質量は, 次のようにまとめられる。

混ぜ合わせた炭素粉末の質量 [g]	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50
発生した二酸化炭素の質量 [g]	1.10	2.20	3.30	3.30	3.30

なお, 「炭素粉末を 0.90 g 混ぜ合わせて反応させたときは, 酸化銅と炭素粉末がすべて反応し, 赤色の銅のみが残った」とあることから, 混ぜ合わせた炭素粉末の質量が 0.90 g のときに 12.00 g の酸化銅と過不足なく反応するため, 解答のグラフが折れ曲がる点は (0.90, 3.30) となる。

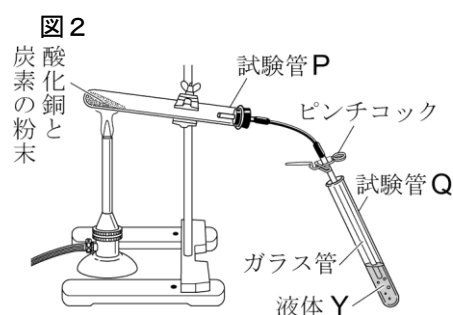
(5) (3)より, 酸化銅 12.00 g に対して 0.90 g の炭素粉末が過不足なく反応し, 9.60 g の銅が生じる。したがって, 反応する炭素粉末と生じる銅の質量の比は, 0.90 : 9.60 である。よって, 0.60 g の炭素粉末が反応してできる銅の質量を x g とすると, $0.60 : x = 0.90 : 9.60$ これを解いて, $x = 6.40$ g

【過去問 37】

物質の性質と化学変化に関する次の問いに答えなさい。

(愛媛県 2021 年度)

問2 〔実験2〕 黒色の酸化銅と炭素の粉末をよく混ぜ合わせた。これを図2のように、試験管Pに入れて加熱すると、気体が発生して、試験管Qの液体Yが白く濁り、試験管Pの中に赤色の物質ができた。試験管Pが冷めてから、この赤色の物質を取り出し、性質を調べた。



(1) 次の文の①, ②の { } の中から, それぞれ適当なものを1つずつ選び, その記号を書け。

下線部の赤色の物質を葉さじでこすると, 金属光沢が見られた。また, 赤色の物質には, ① {ア 磁石につく イ 電気をよく通す} という性質も見られた。これらのことから, 赤色の物質は, 酸化銅が炭素により② {ウ 酸化 エ 還元} されてできた銅であると確認できた。

(2) 液体Yが白く濁ったことから, 発生した気体は二酸化炭素であると分かった。次のア～エのうち, 液体Yとして, 最も適当なものを1つ選び, その記号を書け。

ア 食酢 イ オキシドール ウ 石灰水 エ エタノール

(3) 酸化銅と炭素が反応して銅と二酸化炭素ができる化学変化を, 化学反応式で表すとどうなるか。解答欄の化学反応式を完成させよ。

(4) 実験2と同じ方法で, 黒色の酸化銅 2.00 g と炭素の粉末 0.12 g を反応させたところ, 二酸化炭素が発生し, 試験管Pには, 黒色の酸化銅と赤色の銅の混合物が 1.68 g 残った。このとき, 発生した二酸化炭素の質量と, 試験管Pに残った黒色の酸化銅の質量はそれぞれ何 g か。ただし, 酸化銅に含まれる銅と酸素の質量の比は4 : 1であり, 試験管Pの中では, 酸化銅と炭素との反応以外は起こらず, 炭素は全て反応したものとする。

問2	(1)	①		②	
	(2)				
	(3)	$2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow$			
	(4)	二酸化炭素	g		
		黒色の酸化銅	g		

問 2	(1)	①	イ	②	エ
	(2)	ウ			
	(3)	$2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$			
	(4)	二酸化炭素	0.44 g		
		黒色の酸化銅	0.40 g		

問 2 (4) 反応後の試験管 P に混合物が残ったことから、炭素によって還元されて銅になったのは酸化銅の一部であり、反応しなかった酸化銅がそのまま残っている。この反応では、酸化銅 2.00 g の一部が炭素によって還元されて酸素を奪われ、反応後の質量が 1.68 g に減少している。反応前と後の質量の差は、奪われた酸素の質量である。したがって、奪われた酸素の質量は、 $2.00 - 1.68 = 0.32 \text{ g}$ である。一方、炭素の粉末 0.12 g は全て反応して二酸化炭素に変化したので、発生した二酸化炭素の質量は、炭素の粉末の質量と、酸化銅から奪われた酸素の質量の合計の、 $0.32 + 0.12 = 0.44 \text{ g}$ である。

酸化銅に含まれる銅と酸素の質量の比は 4 : 1 であるので、奪われた酸素 0.32 g と結びついていた銅の質量は、 $0.32 \times 4 = 1.28 \text{ g}$ である。還元によって得られたこの質量の銅は、反応後の酸化銅と銅の混合物 1.68 g に含まれるので、試験管 P に残った黒色の酸化銅の質量は、 $1.68 - 1.28 = 0.40 \text{ g}$ である。

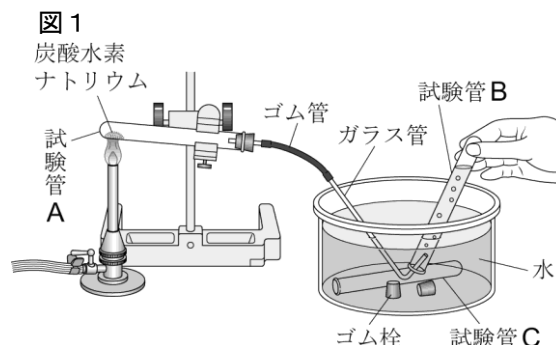
【過去問 38】

炭酸水素ナトリウムを加熱したときの変化を調べる実験を行った。下の 内は、その実験の手順である。

(福岡県 2021 年度)

【手順】

- ① 試験管Aに炭酸水素ナトリウム 1.0 g を入れ、図 1 のように炭酸水素ナトリウムを加熱する。
- ② ガラス管から出てくる気体を、水上置換法で、試験管B、Cの順に2本の試験管に集めた後、ガラス管から気体が出なくなったら加熱をやめる。
- ③ Bに集めた気体は使わずに、Cに石灰水を入れてよく振り、変化を観察する。
- ④ 加熱したAの口にできた液体に、乾いた塩化コバルト紙をつけて、色の変化を観察する。
- ⑤ Aが冷めてから、Aの中に残った物質をとり出し、その物質が炭酸水素ナトリウムとは別の物質であることを確認する。



問1 手順④の操作を行ったとき、塩化コバルト紙の色の変化から、炭酸水素ナトリウムを加熱すると、水ができたことがわかった。塩化コバルト紙の色の変化として適切なものを、次の1～4から1つ選び、番号を書け。

- | | |
|----------------|----------------|
| 1 青色から緑色に変化した。 | 2 青色から赤色に変化した。 |
| 3 赤色から青色に変化した。 | 4 緑色から青色に変化した。 |

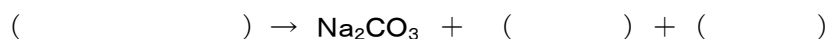
問2 手順⑤について、Aの中に残った物質が、炭酸水素ナトリウムとは別の物質であることを確認する実験の方法を、1つ簡潔に書け。

問3 下の 内は、この実験についてまとめた内容の一部である。

炭酸水素ナトリウムを加熱すると、固体、気体、液体の3種類の物質に分かれることがわかった。このように、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(X)という。

(1) 下線部について、炭酸水素ナトリウムを加熱したときの化学変化を、化学反応式で表すとどうなるか。解答欄の図2を完成させよ。

図2



(2) 文中の(X)に、適切な語句を入れよ。

問4 この実験のように、化学変化によって気体が発生するものを、次の1～4から全て選び、番号を書け。

- 1 亜鉛^{あえん}にうすい塩酸を加える。
- 2 うすい硫酸^{りゅうさん}にうすい水酸化バリウム水溶液を加える。
- 3 二酸化マンガ^{りゅうさん}ンにうすい過酸化水素水を加える。
- 4 うすい水酸化ナトリウム水溶液にマグネシウムリボンを入れる。

問 1	
問 2	
問 3	(1) 図 2 () $\rightarrow$ Na_2CO_3 + () + ()
	(2)
問 4	

問 1	2
問 2	例 1 水に溶ける量の違いをみる。
	例 2 水に溶かしてフェノールフタレイン液を加え、色の違いをみる。
問 3	(1) 図 2 (2NaHCO_3) $\rightarrow$ Na_2CO_3 + (CO_2) + (H_2O)
	(2) 例 分解
問 4	1 , 3

問 2, 3 炭酸水素ナトリウムの固体を加熱すると、 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ のように表される分解（熱分解）が起こり、炭酸ナトリウムの固体が生じる。この 2 種類の物質は、名称は似ているが、それぞれ純物質であり、性質が異なる別の物質である。性質のちがいとしては、炭酸水素ナトリウムよりも炭酸ナトリウムの方が水に溶けやすい。また、炭酸ナトリウムの方が、水溶液のアルカリ性が強く、フェノールフタレイン液ではっきりとした赤色が出る。炭酸水素ナトリウムは水に溶けて弱いアルカリ性を示すので、フェノールフタレイン液を入れるとうすい赤色に変化する。

問 4 選択肢の反応の結果、生じる物質は次のようになる。1…気体の水素が発生する。2…硫酸バリウムの白色の固体が沈殿する。3…気体の酸素が発生する。4…反応しない。

以上より、気体が発生するのは 1 と 4 となる。

【過去問 39】

次の問いに答えなさい。

(佐賀県 2021 年度 一般)

問 1 次の(1)～(3)の各問いに答えなさい。

- (1) すべての物質は原子からできている。原子についての説明として誤っているものを、次のア～オの中からすべて選び、記号を書きなさい。

- ア 原子核の大きさは、原子の大きさに比べてたいへん小さい。
- イ 原子はたいへん小さいので、質量はない。
- ウ 原子はたいへん小さいので、ルーペを用いても観察することができない。
- エ 原子核は陽子と電子からできている。
- オ 電子の質量は、陽子の質量に比べてたいへん小さい。

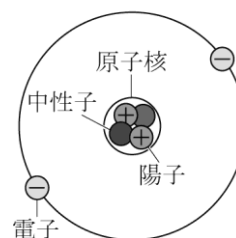
問 1	(1)	
-----	-----	--

問 1	(1)	イ, エ
-----	-----	------

問 1 (1) 原子の構造

原子は、+の電気をもつ陽子と電気をもたない中性子からなる原子核と、-の電気をもつ電子で構成される。また、原子には、それ以上分けられない、他の原子に変わらない、種類によって大きさや質量が異なる、といった特徴がある。

ヘリウム原子の例



【過去問 40】

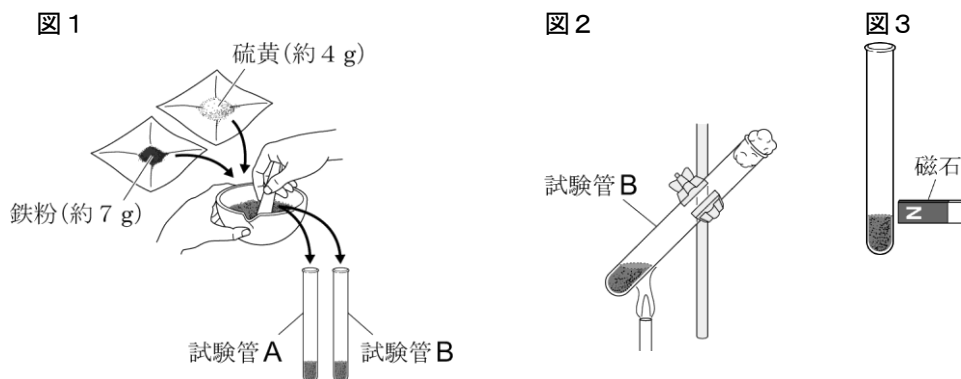
次の問1，問2に答えなさい。

(佐賀県 2021 年度 一般)

問1 鉄と硫黄^{いおう}の混合物を加熱したときの変化について調べるために【実験1】を行った。(1)，(2)の問いに答えなさい。

【実験1】

- ① 図1のように，鉄粉約7 gと硫黄約4 gを乳鉢でよく混ぜ，2本の試験管A，Bに分けた。
- ② 図2のように試験管Bの混合物の上部を加熱した。混合物の上部が反応して赤くなったところで加熱をやめても反応は進み，混合物は完全に反応した。その後試験管Bを冷ました。
- ③ 図3のように，試験管Aの混合物と，試験管Bの物質にそれぞれ磁石を近づけた。
- ④ 試験管Aの混合物，試験管Bの物質をそれぞれ少量とって，うすい塩酸に入れた。
- ⑤ ③，④の結果を表にまとめた。



表

	試験管Aの混合物	試験管Bの物質
磁石を近づけたとき	磁石についた。	磁石につかなかった。
塩酸に入れたとき	気体aが発生した。	気体bが発生した。

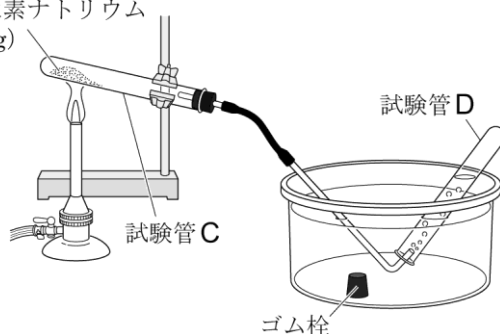
- (1) 表の結果から，鉄と硫黄の混合物を加熱すると，化学反応が起こって性質が変化し，別の物質が生成したことがわかる。このように，2種類以上の物質が結びついて別の物質が生成する化学変化を何というか，書きなさい。
- (2) 気体aおよび気体bの性質や特徴として最も適当なものを，次のア～エの中からそれぞれ1つずつ選び，記号を書きなさい。
- ア においはなく，空気中で火をつけると爆発して燃え，水滴ができる。
 - イ 黄緑色の気体で刺激臭があり，漂白作用がある。
 - ウ 腐った卵のようなにおいで有毒である。
 - エ 刺激臭があり水によく溶け，水溶液はアルカリ性を示す。

問2 炭酸水素ナトリウムを加熱したときの変化について調べるために、【実験2】を行った。下の(1)～(5)の各問いに答えなさい。

【実験2】

- ① 図4のような装置を組み立て、試験管Cに約1gの炭酸水素ナトリウムを入れて加熱し、発生した気体を水上置換法で試験管Dに集め、水中でゴム栓をした。その後、気体が出なくなったところで加熱をやめた。
- ② 加熱をやめてしばらくして、試験管Cの口元にできた液体に塩化コバルト紙をつけると、色が変わった。
- ③ 炭酸水素ナトリウムと試験管Cに残った白い固体をそれぞれ別の試験管に入れて、水に溶かし、フェノールフタレイン液を加えた。
- ④ 試験管Dに石灰水を加えてよく振ると、石灰水は白くにごった。

図4 炭酸水素ナトリウム
(約1g)



- (1) 【実験2】の①で、加熱をやめる前にしなければならない操作として最も適当なものを、次のア～エの中から1つ選び、記号を書きなさい。

- ア 水の逆流を防ぐために、ガラス管を水そうからとり出す。
 イ 物質をしっかりと反応させるために、試験管Cの口を上に向ける。
 ウ 水槽の温度を下げるために、氷を入れる。
 エ ゴム管を指でつまむ。

- (2) 次の文は、【実験2】の②の結果をまとめたものである。文中の(a)～(c)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～エの中から1つ選び、記号を書きなさい。

塩化コバルト紙は、(a)色から(b)色に変化した。このことから、試験管Cの口元にできた液体は(c)であることが分かる。

	a	b	c
ア	赤	青	水
イ	赤	青	エタノール
ウ	青	赤	水
エ	青	赤	エタノール

- (3) 【実験2】の③について、フェノールフタレイン液を加えたときの色の変化のようすとして最も適当なものを、次のア～エの中から1つ選び、記号を書きなさい。

- ア 炭酸水素ナトリウムを溶かしたものはうすい赤色に変化し、試験管Cに残った白い固体を溶かしたものは変化が見られなかった。
- イ 炭酸水素ナトリウムを溶かしたものには変化が見られず、試験管Cに残った白い固体を溶かしたものは、うすい赤色に変化した。
- ウ 炭酸水素ナトリウムを溶かしたものはうすい赤色に、試験管Cに残った白い固体を溶かしたものは濃い赤色に変化した。
- エ 炭酸水素ナトリウムを溶かしたものは濃い赤色に、試験管Cに残った白い固体を溶かしたものはうすい赤色に変化した。

- (4) 試験管Cを加熱したときに起こった化学変化を、化学反応式で書きなさい。

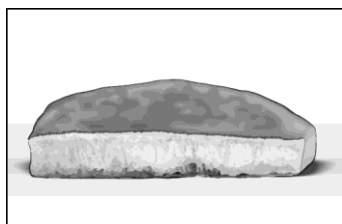
- (5) 次の文は、【実験2】を行ったあとのともみさんとえさんの会話である。二人の会話の最後の

に合う適当な言葉を書きなさい。

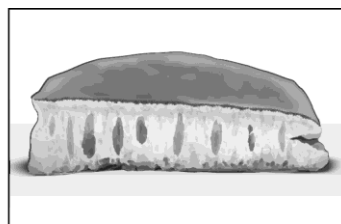
ともみ：炭酸水素ナトリウムはベーキングパウダーの主成分らしいよ。

も え：ホットケーキはベーキングパウダーを入れて作るけれど、入れずに焼くとどうなるのかしら？

ともみ：やってみるとわかるね。ベーキングパウダーなしとベーキングパウダーありでホットケーキを作ってみよう。ベーキングパウダー以外の材料は、小麦粉、砂糖、卵、水だよ。



ベーキングパウダーなし



ベーキングパウダーあり

も え：ベーキングパウダーありの方のホットケーキの断面を見ると、空間ができてふくらんでいるね。どうしてだろう。

ともみ：ホットケーキは焼いて作るから、ベーキングパウダーの主成分である炭酸水素ナトリウムを加熱しているよね。炭酸水素ナトリウムを加熱したときに、

からだよ。

問 1	(1)		
	(2)	気体 a	
		気体 b	
問 2	(1)		
	(2)		
	(3)		
	(4)		
	(5)		

問 1	(1)	化合	
	(2)	気体 a	ア
		気体 b	ウ
問 2	(1)	ア	
	(2)	ウ	
	(3)	ウ	
	(4)	$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	
	(5)	二酸化炭素が発生した	

問 1 (2) 実験 1 の試験管 A は、鉄と硫黄が反応せずそのままの状態に残っており、試験管 B は、加熱によって鉄と硫黄が反応して硫化鉄ができている。したがって④では、試験管 A からは鉄と塩酸から水素（気体 a）が、試験管 B からは硫化鉄と塩酸から硫化水素（気体 b）が、それぞれ発生する。

問 2 (1) 炭酸水素ナトリウムの熱分解では、発生した水が加熱部分に流れて試験管が割れるのを防ぐために、試験管 C の口をあらかじめ下に傾けて実験を行うことも覚えておく。

- (3) 試験管 Cに残った白い固体は炭酸ナトリウムで、炭酸水素ナトリウムとくらべて水に溶けやすく、よりアルカリ性が強い。
- (4) 炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) が、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) と水 (H_2O) と二酸化炭素 (CO_2) に分解される。化学反応式を書くときは、矢印の左右で原子の数が同じになるよう、それぞれの化学式に係数をつけて調整する。

【過去問 41】

次の実験について、あとの問いに答えなさい。

(長崎県 2021 年度)

【実験】2種類以上の物質が結びついて、もとの物質とは性質の異なる別の物質ができる化学変化を化合という。

これを確認するために、鉄粉と硫黄を用いて、十分に換気をしながら次の手順1～4で実験を行った。

手順1 表1に示した質量の鉄粉と硫黄を図1のように乳鉢でよく混ぜ合わせてそれぞれ試験管A、試験管B、試験管Cに入れた。

手順2 図2のように、試験管A～Cの中に入れた混合物の上部をそれぞれガスバーナーで加熱した。混合物の上部が赤くなったら加熱をやめ、反応が終わるまで観察した。

手順3 試験管が冷めてから図3のように、それぞれの試験管に磁石を近づけた。次に、試験管A、試験管Bで生成した物質の質量を測定し、結果を表2にまとめた。

手順4 図4のように、反応後の試験管Aの中の物質を少量入れた試験管Dと、反応していない鉄粉と硫黄の混合物を少量入れた試験管Eにうすい塩酸を入れて、反応のようすを観察した。

図1

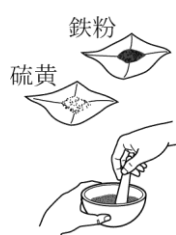


図2



図3



図4

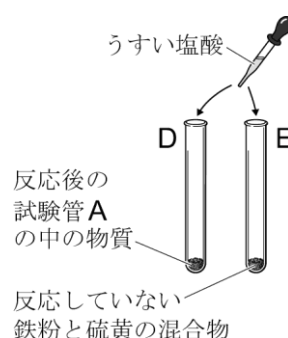


表1

試験管	鉄粉[g]	硫黄[g]
A	3.5	2.0
B	4.9	2.8
C	9.5	3.6

表2

試験管	磁石に引きつけられるか	鉄と硫黄が反応して生成した物質[g]
A	引きつけられなかった	5.5
B	引きつけられなかった	7.7
C	引きつけられた	X

問1 手順2について、鉄と硫黄が化合する反応を化学反応式で書け。

問2 手順2、3について、試験管A、Bでは鉄と硫黄が互いにすべて反応し、試験管Cではどちらかの一部が反応せずに残ったとする。試験管Cで反応せずに残ったものは鉄粉と硫黄のうちどちらか。また、表2のXに入る数値はいくらになると考えられるか。

問3 手順4について、試験管D、Eでは気体が発生した。試験管Dで発生した気体は卵が腐ったようなにおいがし、試験管Eで発生した気体はにおいがしなかった。試験管D、Eで発生した気体として最も適当なものを、次のア～エからそれぞれ選べ。

ア 過酸化水素

イ 水素

ウ 硫化水素

エ 塩化水素

問4 物質の変化を示した次の a～c の文のうち、化合について述べたものはどれか。正しく選択しているものを、下のア～エから選べ。

- a 炭素を燃やすと、二酸化炭素ができる。
 b 炭酸水素ナトリウムを加熱すると、炭酸ナトリウム、水、二酸化炭素ができる。
 c ドライアイスを加熱すると、二酸化炭素の気体になる。

ア aのみ イ aとb ウ bとc エ aとbとc

問1		
問2	反応せずに残ったもの	
	X	
問3	試験管D	
	試験管E	
問4		

問1	$\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$	
問2	反応せずに残ったもの	鉄粉
	X	9.9
問3	試験管D	ウ
	試験管E	イ
問4	ア	

問2 試験管A、Bでは、鉄と硫黄が互いにすべて反応したので、表1より、鉄3.5gと硫黄2.0g、あるいは、鉄4.9gと硫黄2.8gが過不足なく反応する。このときの鉄と硫黄の質量の比は、

$3.5 : 2.0 = 4.9 : 2.8 = 7 : 4$ であるから、過不足なく反応するとき、鉄は硫黄の $\frac{7}{4} = 1.75$ 倍の質量が

反応する。試験管Cでは、硫黄3.6gを用いたので、鉄は硫黄の1.75倍の質量である $3.6 \times 1.75 = 6.3$ gが反応し、 $9.5 - 6.3 = 3.2$ gが反応せずに残る。よって、試験管Cで鉄と硫黄が反応して生成した物質の質量であるXの値は、 $6.3 + 3.2 = 9.5$ gである。

問3 試験管Dには反応後に生じた硫化鉄が、試験管Eには反応前の鉄（と硫黄）が、それぞれ含まれている。うすい塩酸と硫化鉄が反応すると、卵が腐ったようなにおいの硫化水素が発生し、また、うすい塩酸と鉄が反応すると、無臭の水素が発生する。

【過去問 42】

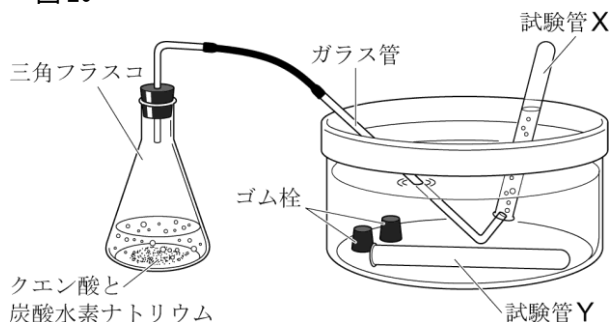
次の問いに答えなさい。

(熊本県 2021 年度)

問2 明雄さんと綾香さんは、発泡入浴剤の泡の出るしくみにクエン酸と炭酸水素ナトリウムが使われていることを知り、泡として発生した気体の種類を調べるため、実験Ⅰを行った。

実験Ⅰ 図20のように三角フラスコにクエン酸と炭酸水素ナトリウムを1.0gずつ入れ、水を加えて気体を発生させた。発生した気体を水上置換法で試験管X、Yの順に集めた。試験管X、Yに石灰水を入れて振ると、①試験管Xの石灰水は変化がなかったが、試験管Yの石灰水は白くにごった。

図20



- (1) 下線部①について、試験管Yの石灰水を白くにごらせた気体の化学式を答えなさい。また、試験管Xに石灰水を白くにごらせる気体が試験管Yほど多く含まなかった理由を書きなさい。

次に二人は、発生する気体の量が最も多くなるときのクエン酸と炭酸水素ナトリウムの質量の比を調べるため、実験Ⅱを行った。

実験Ⅱ 水50cm³を入れたビーカーを電子てんびんにのせ、表示を0.0gとなるようセットした。クエン酸1.0gをビーカーの水に溶かし、これに炭酸水素ナトリウム4.0gを加えると

表21

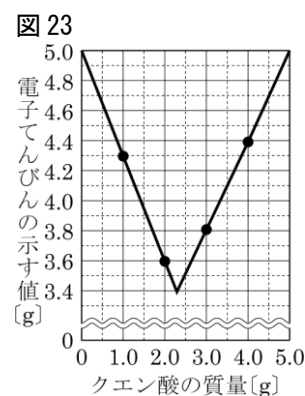
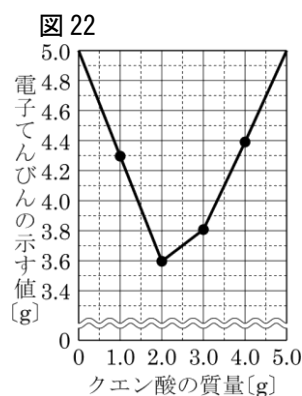
クエン酸の質量 [g]	1.0	2.0	3.0	4.0
炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	4.0	3.0	2.0	1.0
電子てんびんの示す値 [g]	4.3	3.6	3.8	4.4

気体が発生するとともに、②ビーカーが冷たくなった。気体の発生がおさまってから、電子てんびんの示す値を記録した。さらに、クエン酸と炭酸水素ナトリウムの質量の合計が5.0gとなるように、それぞれの質量をかせ、同じ手順で実験を繰り返し行った。表21は、その結果を示したものである。

- (2) 下線部②について、ビーカーが冷たくなったのは、クエン酸と炭酸水素ナトリウムが反応するとき、①(ア 周囲の熱を吸収 イ 周囲に熱を放出)したからであり、このような化学反応を ② 反応という。
①の()の中から正しいものを一つ選び、記号で答えなさい。また、②に適当な語を入れなさい。
- (3) クエン酸1.0gと炭酸水素ナトリウム4.0gが反応したとき、発生した気体の質量は何gか、求めなさい。

- (4) 図 22 と図 23 は、表 21 をもとに明雄さんと綾香さんがそれぞれかいたグラフである。どちらのグラフが、この実験の反応を示す上でより適当かを確かめるには、クエン酸の質量が 2.0 g から 3.0 g の間で発生する気体の質量を調べる必要がある。もし、発生する気体の質量が① (ア 1.2 g イ 1.4 g) より大きくなる可能性がある場合は、② (ア 図 22 イ 図 23) の方がより適当なグラフとなる。

①, ②の () の中からそれぞれ正しいものを一つずつ選び、記号で答えなさい。



問 2	(1)	化学式			
		理由			
	(2)	①			
		②	反応		
	(3)	g			
	(4)	①		②	

問 2	(1)	化学式	CO ₂		
		理由	試験管 X には、三角フラスコの中にあった空気が多く含まれていたから。		
	(2)	①	ア		
		②	吸熱 反応		
	(3)	0.7 g			
	(4)	①	イ	②	イ

問 2 (3) 反応前のクエン酸と炭酸水素ナトリウムの質量の合計と、反応後の電子てんびんの示す値の差が、発生した気体の質量である。よって、その質量は、 $(1.0 + 4.0) - 4.3 = 0.7 \text{ g}$ となる。

- (4) 図 22 と図 23 では、クエン酸の質量が 2.0～3.0 g の範囲が異なっている。表 21 に、(3)と同様にして発生する気体の質量を求め、求めた値を加えると、次のようにまとめられる。

クエン酸の質量 [g]	1.0	2.0	3.0	4.0
炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	4.0	3.0	2.0	1.0
電子てんびんの示す値 [g]	4.3	3.6	3.8	4.4
発生する気体の質量 [g]	0.7	1.4	1.2	0.6

この表より、発生する気体の質量が最も大きいのは、クエン酸 2.0 g と炭酸水素ナトリウム 3.0 g を使用した場合の 1.4 g である。よって、発生する気体の質量が 1.4 g より大きくなることがある場合は、電子てんびんの示す値は 3.6 g より小さくなるので、電子てんびんの示す値の最小値が 3.6 g より小さくなっている図 23 のグラフが適当といえる。

【過去問 43】

化学変化と質量の変化の関係について調べるために、次の実験を行った。問1～問4に答えなさい。

(大分県 2021 年度)

Ⅰ うすい塩酸と炭酸水素ナトリウムの反応について調べた。

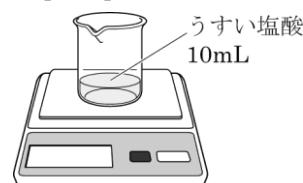
- ① 質量の等しいビーカーA, B, C, D, Eを用意した。
- ② [図1]のように、うすい塩酸を10mL入れたビーカーA全体の質量をはかった。
- ③ [図2]のように、このビーカーAに炭酸水素ナトリウムを0.21g加え、気体の発生が止まった後、ビーカーA全体の質量をはかり、反応前後の全体の質量を比較した。
- ④ ビーカーB～Eに、②と同様に、うすい塩酸を10mL入れ、ビーカー全体の質量をそれぞれはかった。
- ⑤ このビーカーB～Eに、③と同様に、炭酸水素ナトリウムをそれぞれ0.42g, 0.63g, 0.84g, 1.05g加え、気体の発生が止まった後、ビーカー全体の質量をそれぞれはかり、反応前後の全体の質量を比較した。

[表1]は、②～⑤の結果をまとめたものである。

[表1]

ビーカー	A	B	C	D	E
ビーカーとうすい塩酸の質量[g]	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
炭酸水素ナトリウムの質量[g]	0.21	0.42	0.63	0.84	1.05
反応前の全体の質量[g]	70.21	70.42	70.63	70.84	71.05
反応後の全体の質量[g]	70.10	70.20	70.30	70.40	70.61

[図1]



[図2]



Ⅱ ベーキングパウダーにふくまれる炭酸水素ナトリウムの質量の割合について調べた。

- ⑥ ①と質量の等しいビーカーFを用意した。
- ⑦ ビーカーFに、②と同様に、うすい塩酸を10mL入れ、ビーカーF全体の質量をはかった。
- ⑧ [図3]のように、このビーカーFにベーキングパウダーを0.84g加え、気体の発生が止まった後、ビーカーF全体の質量をはかり、反応前後の全体の質量を比較した。

[表2]は、⑦、⑧の結果をまとめたものである。

[図3]



[表2]

ビーカー	F
ビーカーとうすい塩酸の質量[g]	70.00
ベーキングパウダーの質量[g]	0.84
反応前の全体の質量[g]	70.84
反応後の全体の質量[g]	70.73

問1 ③で、うすい塩酸に炭酸水素ナトリウムを加えたときの化学変化を、化学反応式で書きなさい。

問2 [表1]をもとにして、炭酸水素ナトリウムの質量と発生した気体の質量の関係を、グラフに表しなさい。
ただし、縦軸の()内に適切な数値を書くこと。

問3 次の文は、**5**で、反応後のビーカー**E**に余っている物質を確かめたものである。正しい文になるように、**(a)**、**(b)**に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、**A**～**E**から1つ選び、記号を書きなさい。

(a) が反応せずに余っていることを、反応後のビーカー**E**に **(b)** ことで確認した。

	A	I	ウ	E
a	炭酸水素ナトリウム	炭酸水素ナトリウム	うすい塩酸	うすい塩酸
b	フェノールフタレイン液を入れたら、うすい赤色に変わる	フェノールフタレイン液を入れたら、うすい青色に変わる	緑色のBTB液を入れたら、黄色に変わる	緑色のBTB液を入れたら、青色に変わる

問4 **8**で使用したベーキングパウダーについて、①、②の問いに答えなさい。ただし、ベーキングパウダーの成分で、うすい塩酸と反応するのは炭酸水素ナトリウムのみとする。

- ① **表1**，**表2**の結果から、**8**で使用したベーキングパウダーの質量に対して、ふくまれている炭酸水素ナトリウムの質量は何%か、求めなさい。
- ② **8**で使用したものと同じベーキングパウダーが10 gある。このベーキングパウダーにふくまれる炭酸水素ナトリウムを完全に反応させるためには、**I**，**II**で使用したものと同じうすい塩酸が少なくとも何 mL 必要か、四捨五入して**小数第一位まで**求めなさい。

問1		
問2	発生した気体の質量[g]	
問3		
問4	①	%
	②	mL

問 1	例 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	
問 2	例	発生した気体の質量 [g] 炭酸水素ナトリウムの質量 [g]
問 3	ア	
問 4	①	25 %
	②	29.8 mL

問 1 うすい塩酸 (HCl) に炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) を加えると、中和して、塩化ナトリウム (NaCl) と水 (H_2O) ができ、二酸化炭素 (CO_2) が発生する。

問 2 この実験では、ビーカーはふたなどで密閉されていないので、発生した気体 (二酸化炭素) は空気中に失われる。したがって、発生した気体の質量は、反応前の全体の質量と反応後の全体の質量との差であるので、炭酸水素ナトリウムの質量と発生した気体の質量は、次のようにまとめられる。

ビーカー	A	B	C	D	E
炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	0.21	0.42	0.63	0.84	1.05
発生した気体の質量 [g]	0.11	0.22	0.33	0.44	0.44

問 3 問 2 のグラフより、うすい塩酸 10mL と過不足なく反応する炭酸水素ナトリウムの質量は 0.84 g なので、ビーカー E では炭酸水素ナトリウムの一部が反応せずに余っている。炭酸水素ナトリウムは、水にとけて弱いアルカリ性を示す。

問 4 ① 問 2 と同様に考えると、ビーカー F で発生した気体の質量は、 $70.84 - 70.73 = 0.11 \text{ g}$ なので、表 1 のビーカー A と同じ 0.21 g の炭酸水素ナトリウムが反応したと考えられる。よって、ベーキングパウダー 0.84 g にふくまれる炭酸水素ナトリウムの割合は、 $\frac{0.21 \text{ g}}{0.84 \text{ g}} \times 100 = 25\%$

② ①より、この実験で使用したベーキングパウダーにふくまれる炭酸水素ナトリウムの割合は 25%なので、ベーキングパウダー 10 g には、炭酸水素ナトリウムが $10 \times 0.25 = 2.5 \text{ g}$ ふくまれる。問 2 のグラフより、うすい塩酸 10mL と過不足なく反応する炭酸水素ナトリウムの質量は 0.84 g なので、炭酸水素ナトリウム 2.5 g と過不足なく反応させるために必要なうすい塩酸は、うすい塩酸の質量を x mL とすると、 $10 : 0.84 = x : 2.5$ より、 $x = 29.76 \cdots \text{mL}$

【過去問 44】

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 2021 年度)

問3 次の文中の a ～ c にあてはまることばを書け。

原子は、原子核と a からできている。原子核は、+の電気をもつ b と電気をもたない c からできている。

問3	a		b		c	
----	---	--	---	--	---	--

問3	a	電子	b	陽子	c	中性子
----	---	----	---	----	---	-----

【過去問 45】

次の問いに答えなさい。

(鹿児島県 2021 年度)

問1 図1のような装置を組み、酸化銅の還元についての実験を行った。

実験

- ① 酸化銅 4.00 g に炭素粉末 0.10 g を加えてよく混ぜ合わせた。
- ② 酸化銅と炭素粉末の混合物を試験管Aの中にすべて入れて加熱したところ、ガラス管の先から盛んに気体が出て、試験管Bの中の石灰水が白くにごった。
- ③ ガラス管の先から気体が出なくなるまで十分に加熱した後、ガラス管を石灰水の中から取り出し、ガスバーナーの火を消した。すぐにピンチコックでゴム管をとめ、試験管Aが冷えてから、試験管Aの中にある加熱した後の物質の質量を測定した。
- ④ 酸化銅は4.00 g のまま、炭素粉末の質量を 0.20 g, 0.30 g, 0.40 g, 0.50 g と変えてよく混ぜ合わせた混合物をそれぞれつくり、②と③の操作を繰り返した。

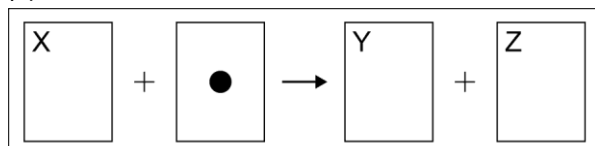
また、炭素粉末を加えず、酸化銅 4.00 g のみを試験管Aの中にすべて入れて加熱したところ、ガラス管の先から少量の気体が出たが、石灰水に変化はみられなかった。そして、③の操作を行った。

図2は、加えた炭素粉末の質量を横軸、試験管Aの中にある加熱した後の物質の質量を縦軸とし、実験の結果をグラフに表したものである。なお、加えた炭素粉末の質量が 0.30 g, 0.40 g, 0.50 g のときの試験管Aの中にある加熱した後の物質の質量は、それぞれ 3.20 g, 3.30 g, 3.40 g であった。

ただし、試験管Aの中にある気体の質量は無視できるものとし、試験管Aの中では、酸化銅と炭素粉末の反応以外は起こらないものとする。

- 1 実験の②で石灰水を白くにごらせた気体の名称を書け。
- 2 図3が試験管Aの中で起こった化学変化を表した図になるように、X, Y, Zにあてはまる物質をモデルで表し、図3を完成せよ。ただし、銅原子を◎、炭素原子を●、酸素原子を○とする。

図3



- 3 実験の③で下線部の操作を行うのはなぜか。「銅」ということばを使って書け。

図1

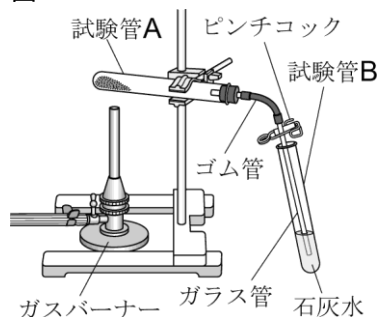
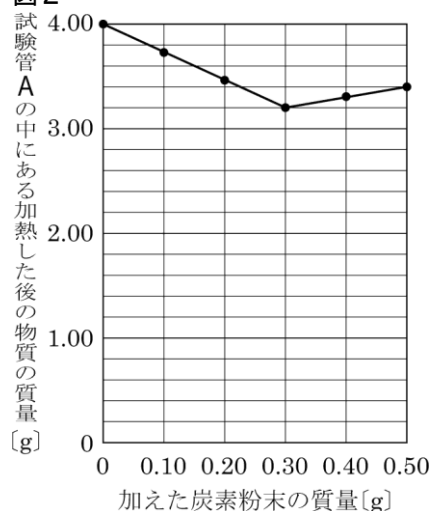
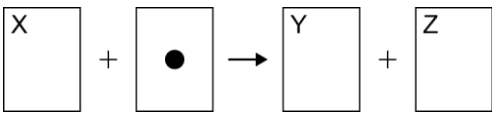
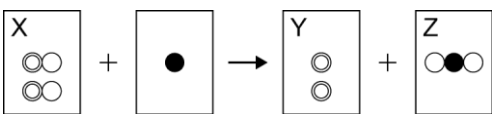


図2



- 4 酸化銅の質量を 6.00 g, 炭素粉末の質量を 0.75 g に変えて同様の実験を行った。試験管 A 中にある加熱した後の物質の質量は何 g か。また、試験管 A 中にある加熱した後の物質は何か。すべての物質の名称を書け。ただし、固体の物質の名称のみ答えること。

問 1	1		
	2		
	3		
	4	質量	g
		物質	

問 1	1	二酸化炭素	
	2		
	3	試験管 A に空気が入り、銅が酸化されるのを防ぐため。	
	4	質量	5.10 g
		物質	炭素, 銅

問 1 4 図 2 は、酸化銅 4.00 g を用いたときの実験の結果である。酸化銅 6.00 g を用いたときは、酸化銅の質量は、 $6.00 \div 4.00 = 1.5$ 倍であるから、加えた炭素粉末の質量も加熱した後の物質の質量も、それぞれこの図の値を 1.5 倍したものとなる。よって、加えた炭素粉末の質量は、 $0.75 \div 1.5 = 0.50$ g のときの値を読めばよい。図 2 において、加えた炭素粉末の質量が 0.50 g のとき、加熱した後の物質の質量は 3.40 g であるから、酸化銅 6.00 g を用いたときの加熱した後の物質の質量は、 $3.40 \times 1.5 = 5.10$ g となる。

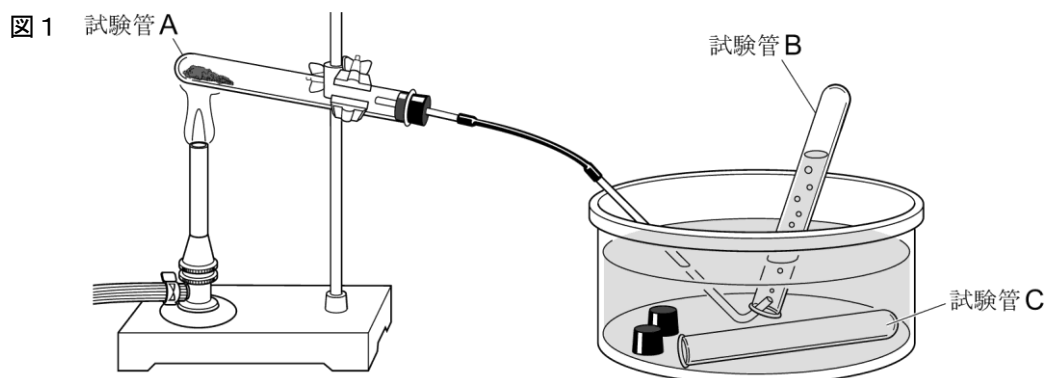
図 2 において、加えた炭素粉末の質量が 0.10 g から 0.30 g までのグラフの変化は、炭素粉末が不足しているため、未反応の酸化銅と反応で生じた銅の質量の和が、加熱した後の物質の質量になっていることを表している。一方、加えた炭素粉末の質量が 0.30 g から 0.50 g までのグラフの変化は、炭素粉末が多くなっているため、未反応の炭素粉末と反応で生じた銅の質量の和が、加熱した後の物質の質量になっていることを表している。したがって、酸化銅の質量を 6.00 g, 炭素粉末の質量を 0.75 g に変えたときは、加熱した後の試験管 A の中には、炭素と銅がある。

【過去問 46】

酸化銀を加熱したときの変化を調べるために次の実験を行った。

(沖縄県 2021 年度)

〈実験〉図1のように、酸化銀 1.00 g を乾いた試験管 A に入れ、完全に反応させるため、気体が発生しなくなるまでガスバーナーで加熱した。はじめに出てきた気体を水で満たしておいた試験管 B に集めた後、続けて出てきた気体を試験管 C に集めた。



〈結果〉酸化銀を加熱すると気体が発生し、試験管 A には酸化銀とは色の異なる物質が残った。

問1 次の文は試験管 A に残った物質についてまとめたものである。文中の (①) ~ (③) に当てはまる語句の組み合わせとして、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。

試験管 A に入れた加熱前の酸化銀は黒色であったが、加熱後試験管 A に残った物質は (①) であった。この物質を取り出し、みがくと光沢が出た。金づちでたたくと (②)。また、電気を通すか確認したところ (③)。

	①	②	③
ア	赤褐色	粉々になった	電気を通した
イ	赤褐色	薄く広がった	電気を通さなかった
ウ	白色	粉々になった	電気を通さなかった
エ	白色	薄く広がった	電気を通した

問2 発生した気体の性質を調べるとき、はじめに集めた試験管 B の気体を使わず、2 本目の試験管 C の気体を調べた。その理由として最も適当なものを次のア~オの中から1つ選び記号で答えなさい。

- ア はじめに出てくる気体と、試験管 A にあった固体が入ってきてしまうため。
- イ はじめに出てくる気体には、試験管 A にあった空気が多くふくまれるため。
- ウ はじめに出てくる気体には、試験管 A で発生した気体が多くふくまれるため。
- エ はじめに出てくる気体が、水に溶けにくい調べるため。
- オ はじめに出てくる気体は、高温であるため。

問3 試験管Cに集めた気体の性質として、最も適当なものを次のア～カの中から1つ選び記号で答えなさい。

- ア 石灰水をいれてよくふると、石灰水が白くにごった。
- イ においをかぐと、刺激臭があった。
- ウ マッチの火を近づけると、音を立ててもえた。
- エ 水でぬらした赤色リトマス紙を近づけると、青色になった。
- オ 水を加えてよくふり、緑色のBTB溶液を入れると、黄色になった。
- カ 火のついた線香を入れると、線香が炎を出して激しくもえた。

問4 試験管Aに入れた酸化銀を加熱したときに起こる化学変化を化学反応式で書きなさい。ただし、酸化銀の化学式は Ag_2O とする。化学式は、アルファベットの太文字、小文字、数字を書く位置や大きさに気をつけて書きなさい。



問5 酸化銀の質量を 2.00 g、3.00 g にかえて同様の実験を行い、試験管A内に残った物質の質量を表1にまとめた。

次に酸化銀の質量を 5.00 g にかえて実験を行い、反応を途中でとめ、試験管Aに残った物質の質量をはかると 4.72 g であった。この中に、化学変化によって生じた物質は何 g 含まれるか答えなさい。

表 1

酸化銀の質量 [g]	1.00	2.00	3.00
加熱後の試験管A内に残った物質の質量 [g]	0.93	1.86	2.79

問1	
問2	
問3	
問4	$2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow$
問5	g

問 1	エ
問 2	イ
問 3	カ
問 4	$2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$
問 5	3.72 g

問 1, 3 酸化銀は、銀と酸素が結びついた物質である。酸化銀を加熱したときの化学変化は熱分解であり、酸化銀は銀と酸素に分解する。加熱後、試験管 Aに残った物質は金属の銀であり、粉末状で生じるため白色に見えるが、押しつぶしてこすると、みがかれて金属光沢が見られるようになる。金属には、金づちなどでたたくと薄く広がる展性や、電気を通す電気伝導性、熱をよく伝える熱伝導性といった性質がある。また、分解して生じた酸素には、ものを燃やす性質があるので、酸素を集めた試験管に火のついた線香を入れると、線香は炎を出して激しく燃える。

問 4 気体の酸素は、分子をつくっている。酸素の分子は、2個の酸素原子から1個の分子ができていますので、その化学式は O_2 と表される。矢印の左側に酸化銀の化学式 Ag_2O を用いた化学反応式において、係数を2として $2\text{Ag}_2\text{O}$ と表すとき、銀の原子2個と酸素の原子1個からなる酸化銀が2個あることを表している。したがって、原子の数の合計は、銀の原子4個と酸素の原子2個である。化学反応式の矢印の左側と右側では、原子の数と種類は等しく、組み合わせが変化する。

問 5 表 1 より、酸化銀の質量と加熱後の試験管 Aに残った物質の質量との差は、次のようになる。

酸化銀の質量 [g]	1.00	2.00	3.00
加熱後の試験管 A内に残った物質の質量 [g]	0.93	1.86	2.79
酸化銀の質量と加熱後の試験管 Aに残った物質の質量との差 [g]	0.07	0.14	0.21

加熱後の試験管 Aに残った物質の質量は、問 1 より、酸化銀の熱分解によって生じた銀の質量である。また、酸化銀と加熱後の試験管 Aに残った物質の質量の差は、銀と結びついていた酸素の質量を示す。したがって、加熱前の酸化銀の質量と、加熱後に生じる銀、酸素の質量は比例していることから、酸化銀 1.00 g が分解すると、銀 0.93 g と酸素 0.07 g が生じることがわかる。

酸化銀の質量を 5.00 g にかえた実験では、反応を途中でとめているので、試験管 Aに残った物質の質量 4.72 g の中には、化学変化によって生じた物質である銀に加え、一部の酸化銀が分解せずに含まれている。このとき、酸化銀の熱分解によって生じた酸素は、 $5.00 - 4.72 = 0.28$ g である。これは、酸化銀 1.00 g の分解によって生じた酸素の質量である 0.07 g の4倍であり、このとき生じる銀の質量も 0.93 g の4倍となるため、求める銀の質量は、 $0.93 \times 4 = 3.72$ g である。