

【過去問 1】

次の問いに答えなさい。

(北海道 2019 年度)

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、次の実験を行った。

- 実験 [1]** 炭酸水素ナトリウムの粉末 2 g を、**図 1** のようにステンレス皿に取り 2 分間加熱した。十分に冷えてから、ステンレス皿ごと質量をはかり、あらかじめ測定しておいたステンレス皿の質量を差し引いて、加熱後の粉末の質量を求めた。ただし、ステンレス皿の質量は加熱しても変化しないものとする。
- [2]** 次に、加熱後の粉末をステンレス皿の中でよくかき混ぜた後、その粉末から 1 g を取ってかわいた試験管に入れた。この試験管を**図 2** のように加熱し、しばらくの間、試験管の内側と水酸化バリウム水溶液のようすを観察した。
- さらに、炭酸水素ナトリウムの粉末 2 g を、4 g、6 g の粉末にかえ、それぞれ同じように**実験[1]**、**[2]**を行った。
- 表は、それぞれの実験結果をまとめたものである。

図 1

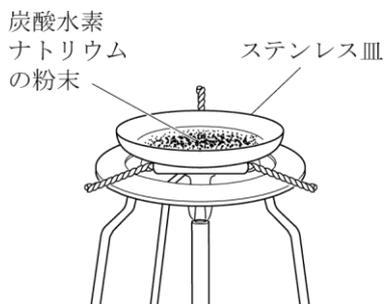
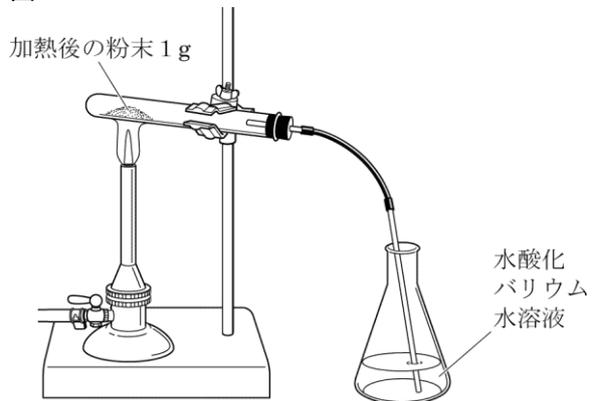


図 2



表

		炭酸水素ナトリウム		
		粉末 2 g のとき	粉末 4 g のとき	粉末 6 g のとき
実験 [1]	加熱後の粉末の質量	1.26g	2.52g	4.20g
実験 [2]	試験管の内側のようす	変化はなかった	変化はなかった	試験管の口付近に液体がついた
	水酸化バリウム水溶液のようす	変化はなかった	変化はなかった	白くにごった

問1 次の文の , に当てはまる語句を, それぞれ書きなさい。

実験[1]において, 炭酸水素ナトリウムは, 加熱によって, 炭酸ナトリウムなど複数の物質に分かれた。このような化学変化(化学反応)を という。また, 炭酸水素ナトリウムに含まれ, 炭酸ナトリウムに含まれない原子は, 原子の記号で書くと である。

問2 炭酸水素ナトリウムの粉末 6 g のときの実験[2]について, 次の(1), (2)に答えなさい。

(1) 試験管の口付近についた液体に塩化コバルト紙をつけたところ, 塩化コバルト紙が青色から赤色(桃色)に変化した。この液体の物質名を書きなさい。

(2) 次の文は, 水酸化バリウム水溶液が白くにごったことについて説明したものである。 , に当てはまる語句を, それぞれ書きなさい。また, ③, ④の { } に当てはまるものを, それぞれア, イから選びなさい。

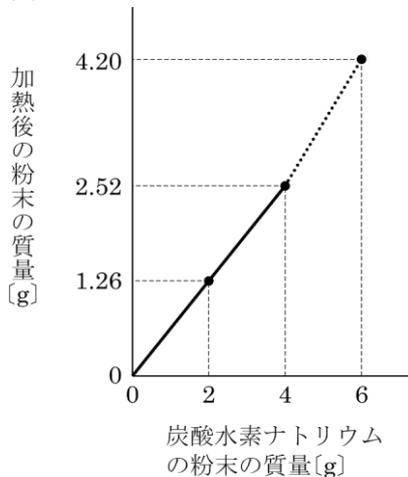
発生した気体によって石灰水が白くにごるとき, その気体は であることがわかる。石灰水に含まれている と水酸化バリウム水溶液に含まれているバリウムは, 原子を原子番号の順に並べた周期表において③ {ア 縦 イ 横} に並んでいることから, ④ {ア 組成 イ 性質} がよく似ている。そのため, 水酸化バリウム水溶液は, 石灰水と同様に, の発生によって白くにごったと考えられる。

問3 図3は, 表の実験[1]の結果をグラフに表したものである。

なお, このグラフでは, 1つの直線で表すことができた炭酸水素ナトリウムの粉末 0 g から 4 g までを実線(——)で表し, 同一直線上にない 4 g から 6 g の間は点線(……)で表している。次の(1), (2)に答えなさい。

(1) 図3において, 炭酸水素ナトリウムの粉末の質量を x [g], 加熱後の粉末の質量を y [g] とすると, x が 0 から 4 のとき, y を x の式で表すと, $y=ax$ となる。 a の値を求めなさい。

図3



(2) 次の文の , に当てはまる数値を, それぞれ書きなさい。

実験[1]において, 炭酸水素ナトリウムの粉末の一部が, 化学変化せずにステンレス皿に残っていたと考えられるのは, 炭酸水素ナトリウムの粉末 2 g, 4 g, 6 g のうち, g のときである。また, このときの実験[2]において, 試験管に入れた粉末のすべてが, 炭酸ナトリウムになるとすると, 試験管の中の炭酸ナトリウムの質量は全部で g であると考えられる。

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

問 1	①	熱分解	
	②	H	
問 2	(1)	水	
	(2)	①	二酸化炭素
		②	カルシウム
		③	ア
④		イ	
問 3	(1)	0.63	
	(2)	①	6
		②	0.9

問 1 ① 1 種類の物質が、別の 2 種類以上の物質に分かれる化学変化を分解という。また、加熱による分解を、特に熱分解という。

② 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 は、加熱によって、炭酸ナトリウム Na_2CO_3 と二酸化炭素 CO_2 と水 H_2O に分解する。この化学変化を化学反応式で表すと次のようになり、炭酸水素ナトリウムに含まれ、炭酸ナトリウムに含まれない原子は、水素(記号 H)であることがわかる。



問 2 (1) 塩化コバルト紙は、水をつけると青色から赤色(桃色)に変化する。

(2) ① 二酸化炭素は石灰水を白くにごらせる。

② 石灰水は、水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の飽和水溶液で、カルシウムを含んでいる。

③, ④ 周期表の縦の列を族、横の行を周期という。同じ族の原子は、化学的な性質がよく似ている。

問 3 (1) 図 3 より、 x が 2 のとき、 y が 1.26 なので、 $y=ax$ に $x=2$ 、 $y=1.26$ を代入すると、 $1.26=2a$

$$a = \frac{1.26}{2} = 0.63$$

(2) ① 実験[2]の結果、炭酸水素ナトリウムの粉末の質量が 2 g、4 g のときは、それぞれ水も二酸化炭素も生じていないことがわかる。したがって、これらのときは、炭酸水素ナトリウムはステンレス皿の上で加熱された時点ですべて分解されていたと考えられる。一方、粉末の質量が 6 g のときは、水と二酸化炭素が生じているので、試験管内には炭酸水素ナトリウムがあったことがわかる。したがって、炭酸水素ナトリウムの粉末の一部が残っていたのは、粉末の質量が 6 g のときであると考えられる。

② ①より、実験[1]で 6 g の炭酸水素ナトリウムの粉末の加熱後に残った、ステンレス皿の上の 4.20 g の粉末は、分解されなかった炭酸水素ナトリウムの粉末の一部を含む混合物である。(1)の式より、6 g の炭酸水素ナト

リウムの粉末がすべて反応したときにできる加熱後の粉末(炭酸ナトリウム)の質量は、 $y=0.63 \times 6=3.78$ [g] であるので、4.20 g の混合物をじゅうぶんに加熱すると、含まれていた炭酸水素ナトリウムの粉末の一部も分解され、全体で3.78 g の炭酸ナトリウムとなる。したがって、このときの割合は、 $3.78 \div 4.20 \times 100=90$ [%] である。この割合は混合物の量が変わっても同じであるので、4.20 g の混合物から取った1 g の粉末を試験管に入れて加熱すると、その90%である0.9 g の炭酸ナトリウムができる。

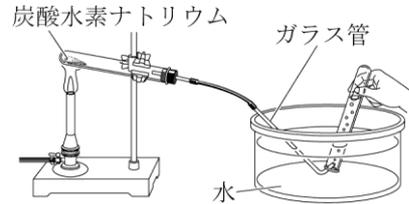
【過去問 2】

炭酸水素ナトリウムについて、次の**実験 1**、**2**を行った。あとの**問 1**～**問 3**に答えなさい。

(青森県 2019 年度)

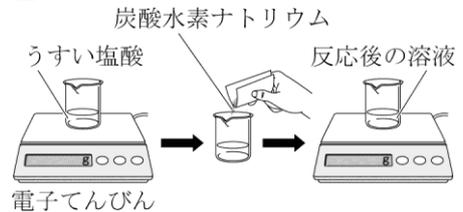
実験 1 炭酸水素ナトリウム約 2 g を試験管に入れ、**図 1**のような装置を用いて加熱したところ、二酸化炭素が発生した。二酸化炭素の発生が止まったところで、ガラス管の先を水から取り出した後に加熱をやめた。加熱後の試験管の中には炭酸ナトリウムの固体ができ、試験管の口もとには液体がついた。この液体は、青色の をうすい赤色 (桃色) に変えたことから、水であることがわかった。

図 1



実験 2 うすい塩酸 15cm³ を入れたビーカー全体の質量を電子てんびんではかり、炭酸水素ナトリウム 0.50 g を加えたところ、二酸化炭素が発生した。二酸化炭素の発生が止まってから、再びビーカー全体の質量をはかった。**図 2** は実験の流れを示したものである。炭酸水素ナトリウムの質量を変えて 5 回の実験を行った。次の表は、その結果をまとめたものである。

図 2



実験の回数	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目
うすい塩酸 15cm ³ が入ったビーカー全体の質量 [g]	80.50	80.50	80.50	80.50	80.50
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
反応後のビーカー全体の質量 [g]	80.74	80.98	81.22	81.58	82.08

ただし、反応によって発生した二酸化炭素はすべて空気中に逃げて、ビーカーに残らないものとする。なお、この実験の化学変化は、次の化学反応式で表すことができる。



問 1 **実験 1** と **実験 2** で発生した二酸化炭素について述べたものとして最も適切なものを、次の 1～4 の中から一つ選び、その番号を書きなさい。

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1 ものを燃やすはたらきがある。 | 2 水によく溶ける。 |
| 3 有機物を燃やしたときにできる。 | 4 刺激の強いにおいがある。 |

問2 実験1について、次のア～ウに答えなさい。

ア 次の文は、下線部の理由について述べたものである。()に入る適切な内容を書きなさい。

ガラス管の先を水に入れたまま火を消すと、加熱していた試験管に()から。

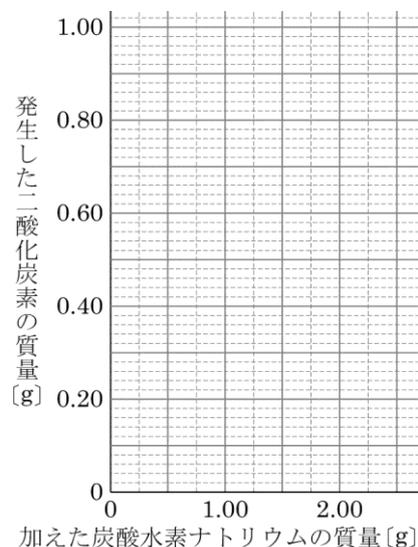
イ に入る適切な語を書きなさい。

ウ この実験の化学変化を、化学反応式で書きなさい。

問3 実験2について、次のア、イに答えなさい。

ア 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すグラフをかきなさい。

イ 少量の不純物をふくむ炭酸水素ナトリウム 1.00 g に同じ濃度の塩酸を十分に加えたとき、0.49 g の二酸化炭素が発生した。この中にふくまれる炭酸水素ナトリウムの質量の割合は何%か、小数第一位を四捨五入して整数で求めなさい。ただし、不純物は塩酸と反応しないものとする。



問1		
問2	ア	
	イ	
	ウ	
問3	ア	
	イ	%

問1	3	
問2	ア	例 水が逆流してしまう
	イ	塩化コバルト紙
	ウ	$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
問3	ア	
	イ	94%

問1 炭素をふくむ物質を有機物といい、有機物を燃やすと、有機物の中にふくまれる炭素が空気中の酸素と化合して二酸化炭素が発生するので、3が正しい。なお、炭素そのものや二酸化炭素などは有機物ではない。1の「ものを燃やすはたらきがある」気体は酸素、2の「水によく溶ける」気体はアンモニア、塩素など、4の「刺激の強いにおいがある」気体はアンモニア、塩素、塩化水素などである。二酸化炭素は、ものを燃やすはたらきがなく、水に少し溶け、においがない気体である。

問2 ア 火を消すと温度が下がるので、加熱していた試験管の中では、高温の気体の体積が小さくなったり、水蒸気が液体の水に状態変化したりして、試験管内の圧力が下がる。このとき、ガラス管の先を水に入れたままにしておくと、加熱していた試験管の方へ水が吸い込まれる（逆流する）ことがある。水が逆流すると、高温の試験管のガラスに触れて、その部分のガラスが急に冷やされて収縮し、壊れて（割れて）しまうことがあり、危険である。

イ ある液体が水であることを確かめるには、塩化コバルト紙を使う。かわいた塩化コバルト紙は青色だが、水にふれるとうすい赤色（桃色）に変化する。

ウ 炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) を加熱すると、熱分解して、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3)、二酸化炭素 (CO_2)、水 (H_2O) ができる。正しい化学反応式をつくるには、まずこれらの化学式をそのまま並べて、 $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ のように書く。この式でナトリウム原子 (Na) の数に注目すると、矢印の左側では1個、右側では2個で、数が合わないので、左側の炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) の数を2倍にして、 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ と書く。このようにすると、ナトリウム原子以外のすべての原子についても、矢印の左右で数が等しくなるので、化学反応式が完成する。

問3 ア 実験2の1回目で、炭酸水素ナトリウムを 0.50 g 加えたときに発生した二酸化炭素の質量は、表から、 $80.50 \text{ [g]} + 0.50 \text{ [g]} - 80.74 \text{ [g]} = 0.26 \text{ [g]}$ である。以下、2回目～5回目も同様に計算すると、順に、0.52 g, 0.78 g, 0.92 g, 0.92 g となる。この結果から、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の組み合わせを表す点を、5個かく（解答のグラフでは、これらの点を省略してある）。この5個の点をそのまま直線で結ぶのではなく、3回目までの結果は原点を通る直線で結び、その線を延長してお

く。また、4回目と5回目は水平な直線で結び、これを左へ延長する。このようにすると、延長した2つの線が交わるので、そこで折れ曲がるグラフをかく。グラフを正しくかくと、加えた炭酸水素ナトリウムが約1.77 gのときに発生した二酸化炭素が0.92 gとなり、そこから右は水平な線となる。

グラフが途中で折れ曲がるのは、炭酸水素ナトリウム約1.77 gとうすい塩酸15cm³とが過不足なく反応するので、それ以上炭酸水素ナトリウムを加えても、うすい塩酸が不足して二酸化炭素が発生しなくなるからである。

イ アから、0.50 gの炭酸水素ナトリウムが反応して0.26 gの二酸化炭素が発生したので、x gの炭酸水素ナトリウムが反応して0.49 gの二酸化炭素が発生したとすると、 $0.50 : 0.26 = x : 0.49$ 0.50×0.49

$$= 0.26 \times x \quad x = 0.50 \times 0.49 \div 0.26 = \frac{49}{52} \text{ [g]} \text{ となる。つまり、不純物をふくむ炭酸水素ナトリウム1.00 gの中に}$$

は、炭酸水素ナトリウムが $\frac{49}{52}$ g ふくまれているということになり、求める割合は、

$$\frac{49}{52} \div 1.00 \times 100 = 94.2 \dots \text{ [%]} \text{ より、94\%である。}$$

【過去問 3】

次の問いに答えなさい。

(岩手県 2019 年度)

問6 化学反応式 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ は、窒素と水素が反応してアンモニアができるときの化学変化を表しています。次のア～エのうち、この化学反応式に関する説明として正しいものはどれですか。一つ選び、その記号を書きなさい。

- ア 「 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2$ 」は、原子が4個ふくまれることを表している。
- イ 「 2NH_3 」は、アンモニア分子2個の中に窒素原子と水素原子が6個ずつふくまれることを表している。
- ウ 分子の総数は、化学反応式中の矢印(→)の左側と右側で等しい。
- エ 反応する窒素分子と水素分子、反応してできるアンモニア分子の個数の比は、1 : 3 : 2である。

問6	
----	--

問6	エ
----	---

問6 化学反応式 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ は、「窒素分子 (N_2) 1つと水素分子 (H_2) 3つが反応して、アンモニア分子 (NH_3) が2つできる」ということを表している。ア…「 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2$ 」は、分子が4個ふくまれていることを表している。イ…「 2NH_3 」は、窒素原子2個と水素原子6個がふくまれていることを表している。ウ…矢印の左側と右側で等しいのは、原子の種類と数。

【過去問 4】

物質の性質のちがいを利用して混合物にふくまれる物質を見分ける課題に取り組み、次のような実験を行いました。これについて、あとの問1～問4に答えなさい。

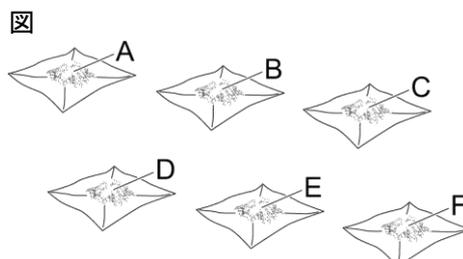
(岩手県 2019 年度)

〔課題〕 白い粉末の物質を特定しよう

図のA～Fは、次の混合物のいずれかである。

- ・ 砂糖とデンプン
- ・ 砂糖と石灰石
- ・ 砂糖と食塩
- ・ デンプンと石灰石
- ・ デンプンと食塩
- ・ 石灰石と食塩

(注意) 混合物を手でさわったり、なめたりしてはいけない。



実 験

- ① 燃焼さじに混合物A～Fをそれぞれ少量とり、弱火で熱した。
- ② 試験管に混合物A～Fをそれぞれ少量入れ、水を加えてよくふり混ぜた。
- ③ 別の試験管に混合物A～Fをそれぞれ少量入れ、うすい塩酸を加えた。
- ④ ペトリ皿に混合物A～Fをそれぞれ少量入れ、ヨウ素液を加えた。
- ⑤ ①～④の結果を表にまとめた。

表

実験 \ 混合物	A	B	C	D	E	F
①熱	こげた	変化なし	こげた	こげた	こげた	こげた
②水	とけた	とけ残った	とけ残った	とけ残った	とけ残った	とけ残った
③うすい塩酸	変化なし	気体が発生した	気体が発生した	気体が発生した	変化なし	変化なし
④ヨウ素液	変化なし	変化なし	変化なし	青紫色に変化した	青紫色に変化した	青紫色に変化した

- ⑥ ①～④の結果から、混合物E、Fどちらにもふくまれている物質は特定できたが、残りの物質は特定できなかったため、さらに実験を行い特定した。

問1 表の①で、こげたことから何の原子がふくまれていることがわかりますか。その原子の記号を書きなさい。

問2 表の③で、発生した気体は何ですか。次のア～エのうちから一つ選び、その記号を書きなさい。

- ア 酸素 イ 水素 ウ アンモニア エ 二酸化炭素

問3 [5]で、[1]～[4]の結果から、混合物A、B、C、Dにふくまれている物質を特定できました。このうち、混合物Cにふくまれている2つの物質は何ですか。ことばで書きなさい。

問4 [6]で、混合物E、Fどちらにもふくまれている物質は何ですか。ことばで書きなさい。また、残りの物質を特定するため、下線部ではどのような実験を行いましたか。実験の結果と、結果から特定したそれぞれの物質を明らかにして、簡単に説明しなさい。

問1	
問2	
問3	と
問4	物質名

問1	C
問2	E
問3	砂糖 と 石灰石
問4	物質名
	デンプン
	例1 混合物E、Fに水を加えてよく混ぜ、それぞれの液に電圧をかける。電流が流れば食塩がふくまれ、流れなければ砂糖がふくまれている。
	例2 混合物E、Fに水を加えてよく混ぜ、ろ過する。ろ過した後の液を燃焼さじにとり、加熱する。白い結晶ができれば食塩がふくまれ、こげれば砂糖がふくまれている。

問1 炭素をふくむ物質を有機物といい、有機物は熱するとこげる。砂糖、デンプンは有機物である。

問2 砂糖、デンプン、食塩、石灰石のうち、うすい塩酸を加えたときに気体が発生するのは石灰石である。石灰石にうすい塩酸を加えると、二酸化炭素が発生する。

問3 実験の[1]の結果から、Bは無機物どうしだから、石灰石と食塩の混合物であることがわかる。[2]の結果から、Aがともに水にとける砂糖と食塩の混合物、[3]の結果から、C、Dは砂糖と石灰石の混合物、デンプンと石灰石の混合物のどちらかであると考えられる。さらに、[4]の結果から、ヨウ素液で青紫色に変化しているこ

とから、Dにはデンプンがふくまれていることがわかるので、**3**の結果と合わせると、これがデンプンと石灰石の混合物である。まとめると、それぞれAが砂糖と食塩、Bが石灰石と食塩、Cが砂糖と石灰石、Dがデンプンと石灰石の混合物である。

問4 **1**～**5**までの結果から、EとFは砂糖とデンプンの混合物か、デンプンと食塩の混合物のどちらかであることがわかっている。デンプンはどちらにもふくまれているので、砂糖と食塩の性質（有機物か無機物か、非電解質か電解質か、など）に着目して見分けることができる方法を考えればよい。

【過去問 5】

再生可能なエネルギー資源の活用方法として期待されているバイオマス発電について興味を持ち、次のような資料収集を行いました。これについて、あとの問いに答えなさい。

(岩手県 2019 年度)

資料

- ① バイオマス発電の燃料は、植物などの生物体（バイオマス）の有機物を原料として得られたエタノールやメタンである。
- ② ①のエタノールは、トウモロコシなどの果実にふくまれるデンプンを原料として、次のようにしてつくられる。
- ① トウモロコシなどの葉の葉緑体で光合成が行われ、二酸化炭素と水からつくられたデンプンなどの養分が、果実に運ばれる。

② デンプンは、ヒトの消化液にもふくまれている消化酵素によって分解されて麦芽糖になり、さらに分解されてブドウ糖になる。

③ ②で得られたブドウ糖を、微生物のはたらきによってエタノールにつくりかえる。
- ③ ①のメタンは、生ごみや家畜の排せつ物などを原料として、微生物のはたらきによってつくられる。
- ④ ②，③で得られたエタノールやメタンを燃焼させて発電する。
- ⑤ ④の発電で排出された二酸化炭素は、光合成によって再び植物に取り込まれる。

問3 ④で、メタンが燃焼したときの化学変化について、に適切な化学式を入れ、化学反応式を完成させなさい。



問3	
----	--

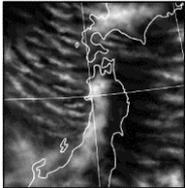
問3	CO ₂ + 2H ₂ O
----	-------------------------------------

問3 メタンと空気中の酸素が化合して二酸化炭素（CO₂）と水（H₂O）ができる反応である。

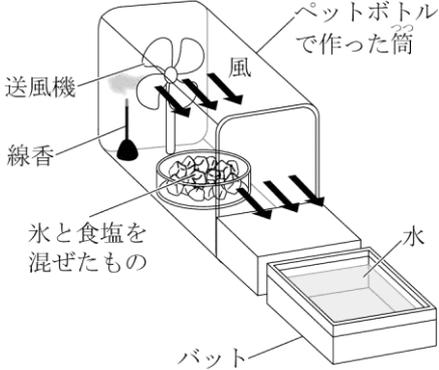
【過去問 6】

純さんと明さんは、秋田県で冬に体験した次のことについて疑問をもち、実験を行ったり話し合ったりした。あとの問いに答えなさい。

(秋田県 2019 年度)

<p>体験Ⅰ：北西の季節風がふいた日、秋田県には多くの雪が降った。図1の気象衛星画像では、日本海の上にも雲が見られた。</p> <p>体験Ⅱ：雪が降った日の朝、雪の上には動物の足あとが見られた。</p> <p>体験Ⅲ：除雪ボランティアに参加し、除雪道具を利用して雪を持ち上げたとき、使う道具によって手ごたえが変わった。</p>	<p>図1</p> 
--	---

問1 純さんは、体験Ⅰについて、日本海の上の雲に関する仮説を立て、実験Ⅰ、Ⅱを行った。

<p>【仮説】 北西の季節風によって運ばれた空気に、日本海から多くの水蒸気が供給されると日本海の上に雲が発生するのではないか。</p> <p>【実験Ⅰ】 図2のように、氷と a 食塩を混ぜたもののまわりの空気を b シベリア気団に、室温と同じ温度の水を入れたバットを日本海に、それぞれ見立てて雲を再現する装置を作った。送風機で風を送ったところ、雲は発生しなかった。</p> <p>【実験Ⅱ】 図2のバットの中にある水を湯にかえて実験Ⅰと同じように風を送ったところ、雲がバットの上で発生した。</p> <p>【考察】 北西の季節風によって運ばれた空気に、日本海から多くの水蒸気が供給される。その空気の温度が (A) に達し、空気中にふくみきれなくなった水蒸気が B ことにより、日本海の上に雲ができると考えられる。その雲が、秋田県に多くの雪を降らせる原因といえる。</p>	<p>図2</p> 
---	---

① 下線部 a の主成分は塩化ナトリウムである。塩化ナトリウムの化学式を書きなさい。

問1	①	
----	---	--

問1	①	NaCl
----	---	------

問1 ① 塩化ナトリウムの化学式は、NaClである。なお、図2の装置で氷と食塩を混ぜているのは、温度を0℃より低くするためである。氷と食塩を適切な割合で混ぜると、最大でおよそ-21℃まで温度を下げるができる。

【過去問 7】

反応する物質の質量の関係について調べるために、鉄粉と硫黄を用いて、次の実験を行った。あとの問いに答えなさい。

(山形県 2019 年度)

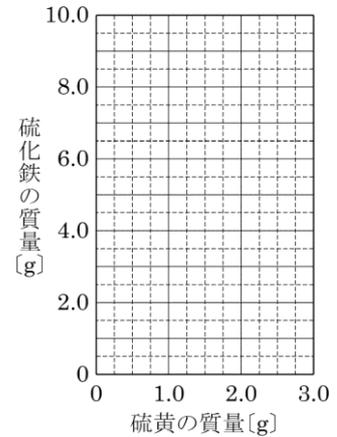
【実験】 表のように鉄粉と硫黄をはかりとり、それぞれ乳鉢でよく混ぜ合わせた。混ぜ合わせたものを試験管A～Cそれぞれに入れ、ガスバーナーで十分に加熱して反応させた。表は、はかりとった鉄粉の質量と硫黄の質量をまとめたものである。

表

試験管	A	B	C
鉄粉の質量[g]	1.75	3.50	5.25
硫黄の質量[g]	1.00	2.00	3.00

【結果】 試験管A～Cそれぞれにおいて、鉄粉と硫黄はすべて反応して硫化鉄ができた。

図



- 問1 下線部について、硫化鉄を化学式で書きなさい。
- 問2 試験管A～Cの結果をもとに、硫黄の質量と生じた硫化鉄の質量の関係を表すグラフを、図にかきなさい。
- 問3 硫黄の質量は変えずに、鉄粉の質量をそれぞれ2倍にして同様の実験を行ったところ、反応後の物質にはいずれも未反応の鉄粉が含まれていた。未反応の鉄粉を含む反応後の物質にうすい塩酸を加えたときに発生する2種類の気体を、それぞれ物質名で書きなさい。

問1	
問2	<p>図</p>
問3	

問1	FeS
問2	
問3	水素
	硫化水素

問1 鉄の化学式はFe, 硫黄の化学式はSであり, これらの化合によってできる硫化鉄の化学式はFeSである。この化合を化学反応式で表すと, $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$ となる。

問2 鉄粉と硫黄はすべて反応しているので, 質量保存の法則より, 鉄粉と硫黄の質量の合計と硫化鉄の質量は等しくなる。Aより, 硫黄が1.00gのとき, 硫化鉄の質量は $1.75 + 1.00 = 2.75$ [g]である。同様に, Bのときの硫化鉄の質量は5.50g, Cのときの硫化鉄の質量は8.25gである。グラフは, 原点を通る直線となる。

問3 鉄とうすい塩酸が反応すると, 無臭の水素が発生する。また, 硫化鉄とうすい塩酸が反応すると, 強いにおい(特有の腐卵臭)のある硫化水素が発生する。

【過去問 8】

次の実験について、問1～問4に答えなさい。

(福島県 2019 年度)

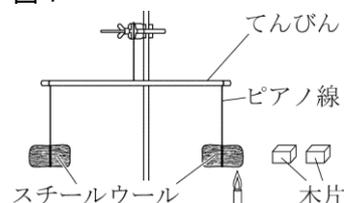
実験1

物質が燃焼したときの質量の変化について調べるため、質量の等しいスチールウールと木片を用意して、次のⅠ、Ⅱを行った。

Ⅰ 図1のようにてんびんの左右に、スチールウールをピアノ線でするしてつり合わせ、片方に火をつけ、てんびんがどちらに傾くかを確認した。スチールウールの燃えた部分は黒色に変化していた。

Ⅱ 図1のてんびんの左右に、木片をピアノ線でするしてつり合わせ、片方に火をつけ、てんびんがどちらに傾くかを確認した。木片の燃えた部分は黒くなっていた。

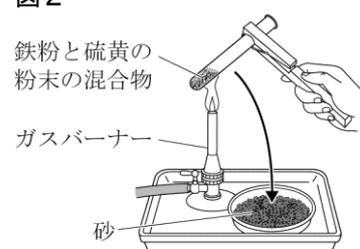
図1



実験2

鉄と硫黄の反応について調べるため、表に示した質量の鉄粉と硫黄の粉末を均一に混ぜ合わせて入れた試験管A～Eを用意した。図2のようにそれぞれの試験管を加熱し、混合物の上部が赤くなった時に砂の上に置いたところ、加熱をやめても光と熱を発しながら反応が進み黒色の物質ができた。十分に冷ました後、できた物質の性質を確認するために磁石をそれぞれの

図2



試験管の下部に近づけたところ、試験管A、B、Cは磁石につかなかったが、試験管D、Eは磁石についた。

表

	試験管A	試験管B	試験管C	試験管D	試験管E
鉄粉[g]	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
硫黄の粉末[g]	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2

問1 実験1について、次のア～ウを、質量の小さい順に左から並べて書きなさい。ただし、ピアノ線の質量は、加熱によって変化しないものとする。

- ア 火をつけなかった方のスチールウール イ 火をつけた方のスチールウール
ウ 火をつけた方の木片

問2 実験2について、鉄Feと硫黄Sから黒色の物質ができるときの化学反応式を書きなさい。

問3 次の文は、試験管Dについて考察したものである。①、②にあてはまるものは何か。①はア、イのどちらかを選び、②は数値を書きなさい。

図書室で調べてみたところ、鉄と硫黄は7：4の質量比で過不足なく反応することが分かった。このことから、試験管A～Cは磁石につかなかったが、試験管Dが磁石についたのは、反応しなかった①{ア 鉄 イ 硫黄}が残っていたためであり、その質量は② gであったと考えられる。

問4 実験1のIで、スチールウールに火をつけて得られた黒色の物質をX、実験2の試験管Aを加熱して得られた黒色の物質をYとする。XとYを少量ずつ試験管にとり、それぞれにうすい塩酸を加えたとき、起こる反応の組み合わせはどのようになるか。次のア～ケの中から1つ選びなさい。

	X	Y
ア	無臭の気体が発生した。	無臭の気体が発生した。
イ	無臭の気体が発生した。	腐卵臭の気体が発生した。
ウ	無臭の気体が発生した。	気体は発生しなかった。
エ	腐卵臭の気体が発生した。	無臭の気体が発生した。
オ	腐卵臭の気体が発生した。	腐卵臭の気体が発生した。
カ	腐卵臭の気体が発生した。	気体は発生しなかった。
キ	気体は発生しなかった。	無臭の気体が発生した。
ク	気体は発生しなかった。	腐卵臭の気体が発生した。
ケ	気体は発生しなかった。	気体は発生しなかった。

問1	→ →	
問2		
問3	①	
	②	
問4		

問1	ウ → ア → イ	
問2	$\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$	
問3	①	ア
	②	0.4
問4	ク	

問1 実験1のIでスチールウール(鉄)に火をつけると、空気中の酸素と化合して酸化鉄になるので、化合した酸素の分だけ質量が増える。よって、てんびんは火をつけた方が下がる。また、IIで木片に火をつけると、有機物である木が燃えて、二酸化炭素と水(水蒸気)が発生する。このとき、木片にふくまれていた炭素原子や水素原子が空気中の酸素と化合して出ていくので、その分だけ質量が減る。よって、てんびんは火をつけていない方が下がる。これらのことから、質量の小さい順に並べると、火をつけた方の木片(ウ)、火をつけなかった方のスチールウール(=火をつけなかった方の木片と同じ質量、ア)、火をつけた方のスチールウール(イ)となる。

問2 鉄(Fe)と硫黄(S)が化合すると、硫化鉄(FeS)ができる。このときの化学反応式は、 $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$ である。

問3 ① 試験管Dは磁石についたことから、鉄が残っていたと考えられる。

② x g の鉄と 3.2 g の硫黄が化合したとすると、 $x : 3.2 = 7 : 4$ これより、 $x = 3.2 \times 7 \div 4 = 5.6$ [g] となるので、残った鉄は、 $6.0 - 5.6 = 0.4$ [g] である。

問4 物質Xは、スチールウールが燃焼してできた酸化鉄で、物質Yは、鉄と硫黄が化合してできた硫化鉄である。酸化鉄にうすい塩酸を加えても気体は発生しない。硫化鉄にうすい塩酸を加えると、腐卵臭のある硫化水素という気体が発生する。

【過去問 9】

次の問いに答えなさい。

(茨城県 2019 年度)

問2 化学変化の前後で質量が変化するかどうかを調べる実験をしたところ、化学変化の前後で全体の質量は変化しないことがわかった。その理由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 物質をつくる原子の組み合わせは変わらないが、原子の種類や数が変わるから。
- イ 物質をつくる原子の組み合わせが変わらず、原子の種類や数も変わらないから。
- ウ 物質をつくる原子の組み合わせが変わり、原子の種類や数も変わるから。
- エ 物質をつくる原子の組み合わせは変わるが、原子の種類や数が変わらないから。

問2	
----	--

問2	エ
----	---

問2 化学変化が起こるときには、物質をつくっている原子の組み合わせが変わるだけで、1つ1つの原子の種類は変わらない。また、原子が新たにできたり消えてなくなったりすることもない。原子は種類によって質量が決まっており、原子の組み合わせが変わるだけで数や種類は変わらないので、化学変化の前後では全体の質量は変化しない。このように、化学変化の前後で全体の質量が変化しないことを、質量保存の法則という。

【過去問 10】

次の問いに答えなさい。

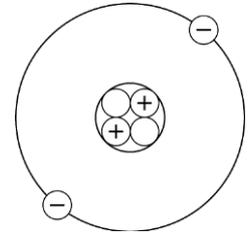
(茨城県 2019 年度)

問2 図は、ヘリウム原子のつくりを模式的に表したものである。次の①、②の問いに答えなさい。

① 次の文中の **あ**、**い** に当てはまる語を書きなさい。

原子の中心には、**あ**がある。そのまわりに-の電気をもった電子が存在している。**あ**は、+の電気をもつ陽子と電気をもたない**い**でできている。

図

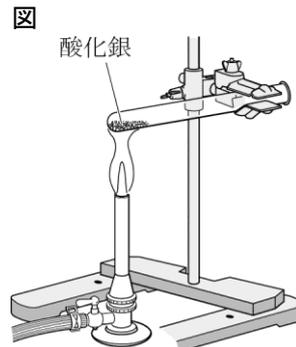


② 原子や原子をつくっている粒子について書かれた文として誤っているものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

- ア 電子の質量は陽子に比べて大きい。
- イ 原子全体では電気をもたない。
- ウ 陽子と電子がもつ電気の量は同じで、電気の+、-の符号が反対である。
- エ 原子の種類は原子中の陽子の数で決まる。

問4 図のように黒色の酸化銀を加熱すると白くなった。

この化学変化を、化学反応式で書きなさい。



問2	①	あ	
		い	
	②		
問4			

問2	①	あ	原子核
		い	中性子
	②	ア	
問4	$2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$		

問2 ① 原子の中心には原子核があり、そのまわりに-の電気をもった電子が存在している。原子核は、+の電気をもつ陽子と、電気をもたない中性子からできている。

② 電子の質量は、陽子に比べてたいへん小さい(陽子の質量のおよそ1800分の1である)。よって、アが誤っている。なお、エのように、原子の種類は原子中の陽子の数で決まる。また、原子のもつ陽子の数と電子の数は同じで、ウのように陽子1個と電子1個がもつ電気の量は同じで符号が反対であるので、原子全体では打ち消し合って、イのように電気をもたない。

問4 酸化銀(化学式は Ag_2O)を加熱すると、銀(化学式は Ag)と酸素(化学式は O_2)に分解する。化学反応式をつくる場合は、まずこれらをそのまま、 $\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag} + \text{O}_2$ のように書く。次に、式の左側と右側で酸素原子の個数を等しく(=2個に)するために、式の左側に Ag_2O を1個追加して、 $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag} + \text{O}_2$ とする。さらに、式の左側と右側で銀原子の個数を等しく(=4個に)するために、式の右側に Ag を3個追加して、 $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$ とする。この式は、式の左右で原子の数がすべて等しいので、正しい化学反応式である。

【過去問 11】

科学部の太郎さんと花子さんが先生と一緒に、6 個のビーカーに入った水溶液を区別する実験の計画を立てている。次の会話を読んで、問 1～問 5 に答えなさい。

(茨城県 2019 年度)

先生：6 個のビーカーに入った水溶液 A～F は、うすい塩酸、炭酸水、食塩水、砂糖水、うすい水酸化ナトリウム水溶液、石灰水のいずれかです。二人は、どのような実験方法や順序で調べますか。

花子：水溶液の性質を調べればわかると思います。

太郎：電流が流れるかどうか調べたり、水溶液を加熱したりするとわかるかもしれませんね。

【太郎さんと花子さんは、計画を立て終わり、先生に確認してもらった。】

先生：水溶液の性質を調べるときは、実験を行うたびにもとのビーカーから水溶液を取り分けてください。それでは、安全に気をつけて実験しましょう。

太郎：まずは、水溶液 A～F をビーカーに取り分けて電流が流れるかどうか確認してみます (図 1)。

花子：同じ電極を使って調べるので、水溶液をかえるときは、a 電極を精製水でよく洗ってくださいね。

太郎：わかりました。

水溶液 C だけ電流が流れなかったので、この水溶液は ですね。

花子：次に、水溶液 A, B, D, E, F を試験管に取り分けて、フェノールフタレイン液を 2, 3 滴加えてみましょう。

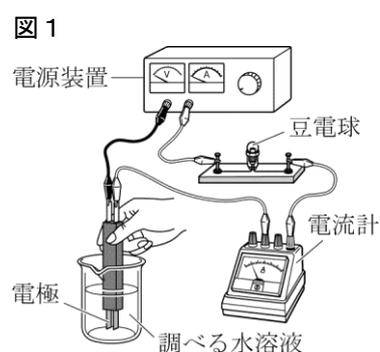
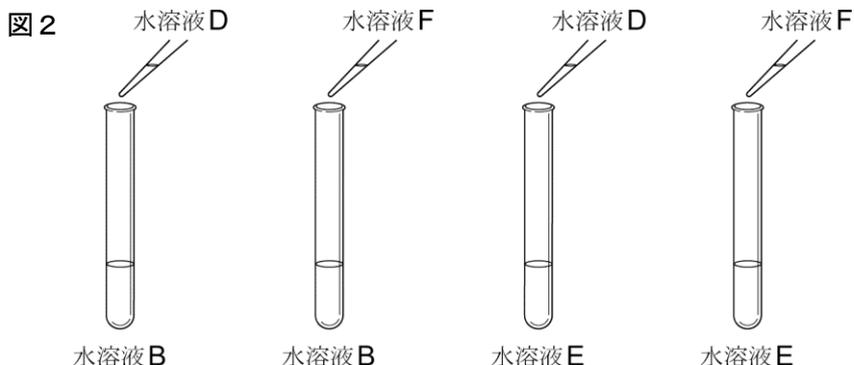
太郎：水溶液 B と水溶液 E は赤くなりました。これらの水溶液はアルカリ性ですね。次に水溶液 A, D, F を調べてみましょう。

花子：それぞれ蒸発皿に少量の水溶液をとって加熱してみます。

太郎：水溶液 A だけ白い固体がでてきました。これで水溶液 A がわかりました。

まだわかっていないものは、水溶液 B, D, E, F です。

花子：この中に石灰水があるから、混ぜると白くにごる組み合わせが一つありますね。水溶液 B と水溶液 E を試験管に 2 本ずつ取り、水溶液 D と水溶液 F をそれぞれ 1 滴ずつ加えてみましょう (図 2)。



太郎：水溶液Dを水溶液Bに混ぜたときだけ白くにごりました。これで水溶液Bと水溶液Dが何かわかりましたね。

花子：残りの水溶液Eと水溶液Fもわかりますね。

先生：これで水溶液の区別ができましたね。他にも水溶液を区別できる **b** 別の実験方法があるか考えてみましょう。

問1 下線部 a の理由を書きなさい。

問2 6種類の水溶液A～Fのうち、文中の に当てはまる水溶液は何か、その名称を書きなさい。

問3 水溶液Fの溶質は何か、化学式で書きなさい。

問4 実験のために準備した食塩水の質量パーセント濃度は10%であった。この食塩水100gに水を加えて質量パーセント濃度が2%の食塩水をつくる時、加える水は何gか、求めなさい。

問5 下線部 b について、別の実験方法では、6種類の水溶液A～Fを4種類の水溶液と2種類の水溶液に区別できる。この実験方法として最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選んで、その記号を書きなさい。

ア ろ過し、ろ紙に残ったものを観察する。

イ 水溶液を青色リトマス紙につけ、色の変化を観察する。

ウ 水溶液を青色の塩化コバルト紙につけ、色の変化を観察する。

エ 緑色のBTB液を数滴加え、色の変化を観察する。

問1	
問2	
問3	
問4	g
問5	

問1	例 調べる水溶液が混ざらないようにするため。
問2	砂糖水
問3	HCl
問4	400 g
問5	イ

水溶液Cは電流が流れなかったので、非電解質の水溶液で、砂糖水である。フェノールフタレイン溶液を加えて赤くなった水溶液B、Eはアルカリ性の水溶液で、うすい水酸化ナトリウム水溶液か石灰水のいずれかである。そ

他の水溶液（うすい塩酸，炭酸水，食塩水）のうち，水を蒸発させて固体が残るのは，固体が溶けている食塩水だけなので，水溶液Aは食塩水で，水溶液D，Fはうすい塩酸か炭酸水のいずれかである。下線部の4種類の水溶液のうち，水溶液Dを水溶液Bに混ぜると白くにごったことから，水溶液Bは石灰水で，水溶液Dは炭酸水（二酸化炭素の水溶液）であるとわかる。よって，残りの水溶液Eはうすい水酸化ナトリウム水溶液，水溶液Fはうすい塩酸である。

問1 水溶液をかえるときに電極を精製水（蒸留水）で洗うのは，電極について水溶液を洗い流し，調べる水溶液が混ざらないようにするためである。

問2 電流が流れなかった水溶液Cは，非電解質である砂糖の水溶液（砂糖水）である。

問3 水溶液Fはうすい塩酸で，溶質は塩化水素（HCl）である。

なお，塩酸のこともHClと表すことがある。塩酸は塩化水素の水溶液なので，純粋な物質（純物質）ではなく混合物であり，本来は化学式というものはないが，習慣的に，塩酸のことも塩化水素と同じHClという記号で表すことが多い。塩酸と他の物質が反応するとき実際に反応に関わるのは，塩酸の溶質の塩化水素である。

問4 質量パーセント濃度が10%の食塩水100gには， $100 \times \frac{10}{100} = 10$ [g]の食塩が含まれている。そこで，これにxgの水を加えて2%の食塩水をつくるとすると， $100 + x$ [g]の食塩水のうちの2%が溶質（10gの食塩）であるから， $(100 + x) \times \frac{2}{100} = 10$ という式をつくることができる。これを解いて， $x = 400$ [g]となる。

問5 水溶液をろ過しても，固体の溶質を取り出すことはできず，すべてろ紙を通過してしまうので，アは適当でない。

青色リトマス紙につけたときに赤色に変わるのは酸性の水溶液だけで，中性やアルカリ性の水溶液をつけても色は変化しない。6種類の水溶液のうち，うすい塩酸と炭酸水は酸性，食塩水と砂糖水は中性，うすい水酸化ナトリウム水溶液と石灰水はアルカリ性なので，イの方法で水溶液を4種類（中性とアルカリ性のもの）と2種類（酸性のもの）に分けることができる。よって，これが適当である。

水に青色の塩化コバルト紙をつけると，塩化コバルト紙が赤色（桃色）に変化するが，塩化コバルト紙は純粋な水だけに反応するのではなく，水溶液の場合も赤色に変化する。よって，ウではすべての水溶液で赤色になって区別ができないので，適当でない。

緑色のBTB液を加えると，酸性の水溶液（うすい塩酸，炭酸水）は黄色に，中性の水溶液（食塩水，砂糖水）は色が変わらず，アルカリ性の水溶液（うすい水酸化ナトリウム水溶液，石灰水）は青色に変化する。よって，3つのグループに分かれてしまうので，エも適当ではない。

【過去問 12】

次の問いに答えなさい。

(栃木県 2019 年度)

問2 次の物質のうち、単体はどれか。

ア 水 イ 窒素 ウ 二酸化炭素 エ アンモニア

問5 物質が熱や光を出しながら激しく酸化されることを何というか。

問2	
問5	

問2	イ
問5	燃焼

問2 純粋な物質（純物質）のうち、1種類の原子からできている物質を単体といい、2種類以上の原子からできている物質を化合物という。ア～エの物質をそれぞれ化学式で表すと、 H_2O （水）、 N_2 （窒素）、 CO_2 （二酸化炭素）、 NH_3 （アンモニア）である。化学式は、その物質を原子の記号と数字で表したものであるため、化学式の中に1種類の原子しか含まれていない物質は単体である。よって、窒素が単体で、他は化合物である。

問5 酸化のうち、物質が熱や光を出しながら激しく酸化されるものを、特に燃焼という。金属（固体）のステールウールやマグネシウムが燃える反応や、液体のエタノールが燃える反応は、酸化である。これに対して、鉄くぎがさびる反応などは、ゆっくりと進み、酸化の一種だが燃焼とはよばない。

【過去問 13】

次の問いに答えなさい。

(群馬県 2019 年度)

問5 水素と酸素が化合して水が生成する化学変化を表す化学反応式を書きなさい。

問6 銅 0.8 g を空気中で加熱し、完全に酸素と反応させると 1.0 g の酸化物が生じた。銅 2.0 g を空気中で加熱し、完全に反応させたとき、反応する酸素の質量はいくらか、書きなさい。

問5	
問6	

問5	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
問6	0.5 g

問5 水素分子 (H_2) 2 個と酸素分子 (O_2) 1 個から水分子 (H_2O) が 2 個できる。

問6 銅 0.8 g から酸化銅 1.0 g ができたことになるので、化合した酸素は $1.0 [\text{g}] - 0.8 [\text{g}] = 0.2 [\text{g}]$ である。つまり、銅と酸素が化合するときの質量比は、銅 : 酸素 = $0.8 : 0.2 = 2.0 : 0.5$ となるので、2.0 g の銅と化合する酸素は 0.5 g である。

【過去問 14】

Sさんは原子の質量に関して疑問をもち、放課後、先生に質問しました。問1～問6に答えなさい。

(埼玉県 2019 年度)

Sさん 以前、原子の種類は100種類以上発見されていて、原子の種類ごとに質量が決まっていると習ったのですが、どうしてそんなことがわかったのですか。1個の原子の質量なんて軽すぎてはかれないと思うのですが。

先生 確かに原子1個の質量を直接はかることはできませんね。でも、質量の比なら化合や分解の実験から求めることができます。

銅粉 0.4 g を用意して、**図1**のように空气中で加熱します。しばらく加熱したら質量をはかり、加熱後の物質をかき混ぜて、再び加熱します。

これを何度か繰り返し、加熱後の物質の質量が変化しなくなるまで続けます。

加熱回数と加熱後の物質の質量の関係をグラフで表すと**図2**のようになります。**図2**から銅粉が完全に空気中の酸素と化合したとき、酸素は何g使われたことがわかりますか。

Sさん g です。

先生 そうですね。この①銅と酸素の化学反応では、銅と酸素の化合の比が、そのまま銅原子と酸素原子の質量の比となります。

図1

ステンレス皿

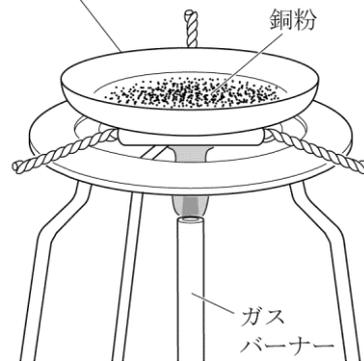
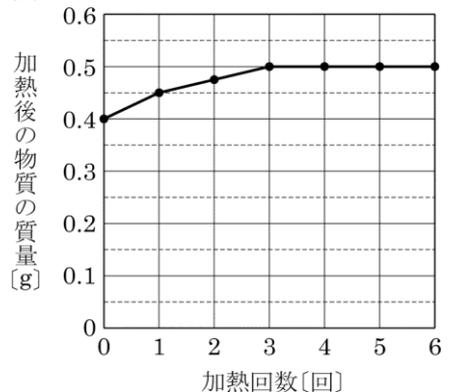


図2



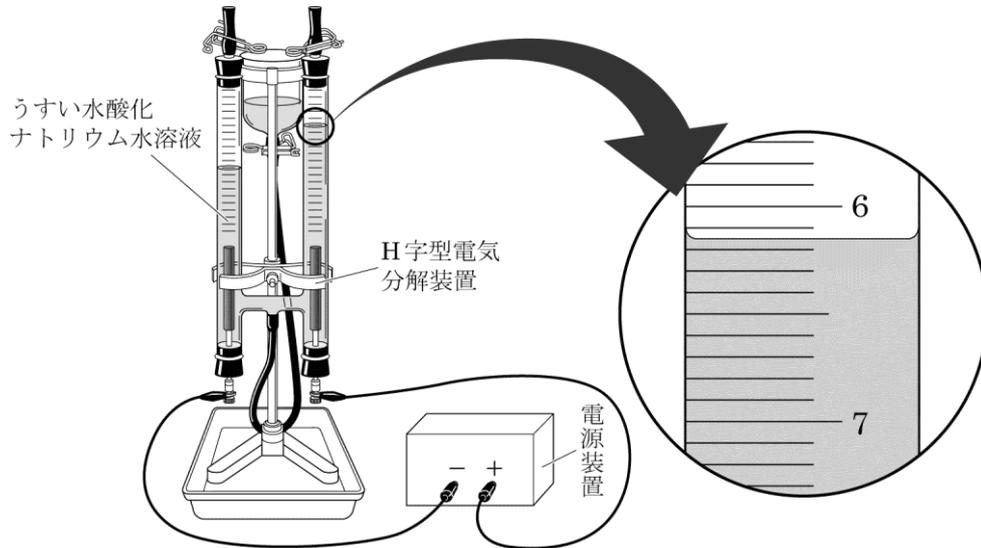
問1 会話文中の にあてはまる数値を求めなさい。

問2 下線部①について、この化学変化を化学反応式で表しなさい。

先生 水素原子と酸素原子の質量の関係についても考えてみましょう。

水の電気分解を行います。水に電流が流れやすくするため、水酸化ナトリウムを溶かしておきましょう。

図3



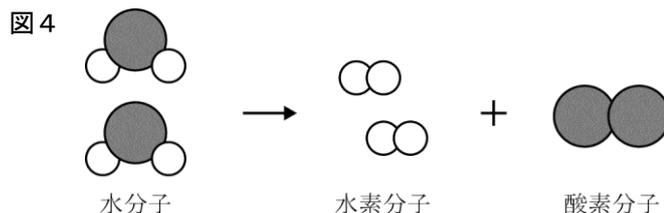
先生 図3のような装置を使って電気分解した結果、それぞれの電極の上部に気体がたまります。液面を真横から水平に見てください。陰極には水素の気体が 12.29cm^3 、陽極には酸素の気体が $\boxed{\text{B}}$ cm^3 発生していますね。このとき、これらの気体についてそれぞれの密度から質量を計算すると、水素の気体は 0.001g 、酸素の気体は 0.008g 発生したことがわかりました。水素原子と酸素原子の質量の比はどうなりますか。

Sさん 水素の気体が 0.001g 、酸素の気体が 0.008g 発生しているので $1:8$ だと思います。

先生 多くの人が同じように間違っていますが、②正しくは $1:16$ です。この理由は化学反応式と組み合わせて考えるとわかりますよ。

問3 会話文中の $\boxed{\text{B}}$ にあてはまる、発生した酸素の気体の体積は何 cm^3 ですか。図3の液面の目盛りから読みとって、書きなさい。

問4 次の図4は、水の電気分解の化学反応式をモデルで表したものです。下線部②について、水素原子と酸素原子の質量の比が $1:16$ となる理由を、図4を参考にして書きなさい。なお、解答に図や式を用いてもかまいません。



先生 さて、2つの実験結果をふまえて、銅原子：酸素原子：水素原子の質量の比がどのようになるか、わかりますか。

Sさん 計算すると、比が **C** と求められました。

先生 そうです。このように、反応によって2種類ずつ原子の質量の比を求め、共通する原子で質量の比を合わせれば、さまざまな原子の種類で質量の比を求めることができます。

Sさん そういうことですか。つまり、原子の種類ごとに質量の比が違うということは、質量そのものも違うということですね。では、銅原子：酸素原子：水素原子の比にマグネシウム原子の比も合わせるには、**D** 実験をして、それぞれの原子の質量の比を調べれば、同じようにして銅原子：酸素原子：水素原子：マグネシウム原子の質量の比を求められますね。

先生 そのとおりです。よく理解できましたね。

問5 会話文中の **C** にあてはまる、銅原子：酸素原子：水素原子の質量の比を、2つの実験結果をふまえて求めなさい。また、計算の過程や考え方も書きなさい。

問6 Sさんが先生との会話を通じて考えた実験について、会話文中の **D** にあてはまる実験方法を、その実験で用いる物質の名称を使って簡潔に書きなさい。

問1	g
問2	→
問3	cm ³
問4	
問5	銅原子：酸素原子：水素原子 = : :
	計算の過程や考え方
問6	

問1	0.1 g
問2	$2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$
問3	6.14 cm ³
問4	例 反応で発生した水素と酸素の気体の質量の比より、水分子をつくっている水素原子と酸素原子の質量の割合は1 : 8である。水分子は水素原子2個に対して酸素原子1個と結びついている。これらのことから原子1個あたりで質量を比較すると0.5 : 8となり、簡単な整数の比で表すと1 : 16となる。
問5	銅原子 : 酸素原子 : 水素原子 = 64 : 16 : 1
	計算の過程や考え方 例 銅原子と酸素原子の質量の比は4 : 1であり、酸素原子と水素原子の質量の比は16 : 1である。酸素原子を16とすると、銅原子 : 酸素原子は64 : 16なので、銅原子 : 酸素原子 : 水素原子は64 : 16 : 1となる。
問6	例 マグネシウムと酸素を化合する

問1 図2で、加熱回数が3回以降のとき、加熱後の物質の質量が0.5gで一定となっていることから、0.4gの銅粉が完全に空気中の酸素と化合すると0.5gとなることがわかる。よって、このとき使われた酸素は、 $0.5 \text{ [g]} - 0.4 \text{ [g]} = 0.1 \text{ [g]}$ である。

問2 銅粉を加熱すると、空気中の酸素と化合して酸化銅ができる。銅、酸素、酸化銅の化学式はそれぞれ、Cu、O₂、CuOである。化学反応式では矢印の左右で原子の種類と数を一致させる必要があることに注意すると、化学反応式は、 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ となる。

問3 図3で、液面の最も低い平らなところを、最小目盛り(0.1cm³)の10分の1まで読み取る。上に行くほど数値が小さくなることに注意すると、6.14cm³と読み取れる。なお、このような測定では、人によって読み取る値に多少の誤差が発生することは避けられないので、6.13cm³または6.15cm³と読み取っても正解である。

問4 先生の言葉から、水が分解して発生した水素と酸素の気体の質量の比は、 $0.001 : 0.008 = 1 : 8$ である。図4から、この1 : 8という質量の比は、水素分子2個と酸素分子1個の質量の比であることがわかる。ここで、さらに原子について考えると、1 : 8という質量の比は、水素原子4個と酸素原子2個の質量の比であるから、原子1個あたりでの質量の比は、 $(1 \div 4) : (8 \div 2) = 0.25 : 4$ となる。これを最も簡単な整数の比で表すと、前項と後項にそれぞれ4を掛けて、1 : 16となる。

問5 銅原子(Cu)と酸素原子(O)は1 : 1の数の比で結びついて、酸化銅(CuO)となる。よって、銅原子と酸素原子の質量の比は、問1の結果を利用して、 $0.4 : 0.1 = 4 : 1$ である。また、水素原子と酸素原子の質量の比は1 : 16である。これらの比を右の図のように縦に並べて書き、この2種類の比を同じ基準で比べることができるよう、上側の4 : 1の比の前項と後項にそれぞれ16を

水素原子	銅原子	酸素原子
	4	1
	64	16
1	:	16
1	:	64
	:	16

掛けて、酸素原子の値を下側の比と同じ16にそろえると、銅原子 : 酸素原子 = 64 : 16となる。これと、下側の水素原子 : 酸素原子 = 1 : 16という比をまとめて書くと、銅原子 : 酸素原子 : 水素原子 = 64 : 16 : 1となる。なお、このように3つ以上の項をもつ比を、連比れんぴという。

問6 問5で求めた銅原子：酸素原子：水素原子の比に，さらにマグネシウム原子の比を合わせて4つの項をもつ連比をつくるには，マグネシウムと酸素を化合させる実験をしてマグネシウム原子：酸素原子の質量の比を求め，問5と同じようにして2種類の比に共通している酸素原子の値をそろえる。

【過去問 15】

うすい塩酸と炭酸水素ナトリウムが反応するときの質量の関係を調べるため、次の実験 1, 2 を行いました。これに関して、あとの問 1, 問 2 に答えなさい。

(千葉県 2019 年度 前期)

実験 1

図 1 のように、うすい塩酸と炭酸水素ナトリウムが入った密閉容器全体の質量を電子てんびんではかった。次に、図 2 のように、密閉容器を傾けて、うすい塩酸と炭酸水素ナトリウムを混ぜ合わせると気体が発生した。気体の発生が完全に終わった後、図 3 のように、密閉容器全体の質量を電子てんびんではかったところ、化学変化の前後で質量の変化はなかった。

図 1

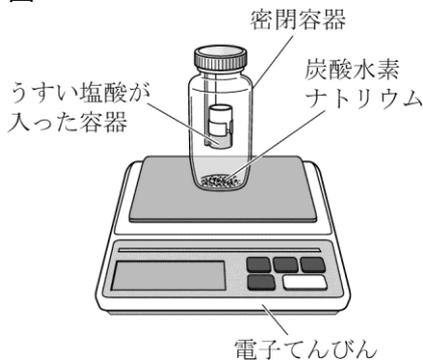


図 2

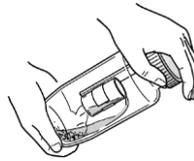
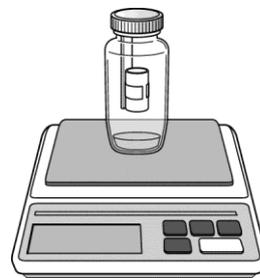


図 3



実験 2

図 4 のように、うすい塩酸 30cm^3 を入れたビーカーと、炭酸水素ナトリウム 1.0g をのせた薬包紙をいっしょに電子てんびんにのせ、反応前の全体の質量をはかった。次に、図 5 のように、炭酸水素ナトリウム 1.0g を、ビーカーに入れたうすい塩酸 30cm^3 に加えたところ、炭酸水素ナトリウムは気体を発生しながら全部溶けた。気体の発生が完全に終わった後、図 6 のように、反応後のビーカーと、薬包紙をいっしょに電子てんびんにのせ、反応後の全体の質量をはかった。この方法でうすい塩酸 30cm^3 に加える炭酸水素ナトリウムの質量を、 2.0g 、 3.0g 、 4.0g 、 5.0g 、 6.0g にかえて、それぞれ実験を行った。表は、その結果をまとめたものである。

図 4



図 5

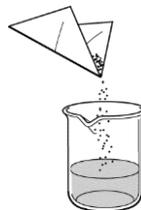


図 6



表

炭酸水素ナトリウムの質量[g]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
反応前の全体の質量[g]	96.0	97.0	98.0	99.0	100.0	101.0
反応後の全体の質量[g]	95.5	96.0	96.5	97.4	98.4	99.4

問1 実験1について、次の①、②の問いに答えなさい。

- ① 次の文章中の にあてはまる最も適切なことばを書きなさい。

化学変化の前後で、その反応に関係する物質全体の質量は変化しない。これを の法則という。

- ② 化学変化の前後で、その反応に関係する物質全体の質量が変化しない理由について説明した文として最も適切なものを、次のア～エのうちから一つ選び、その符号を書きなさい。

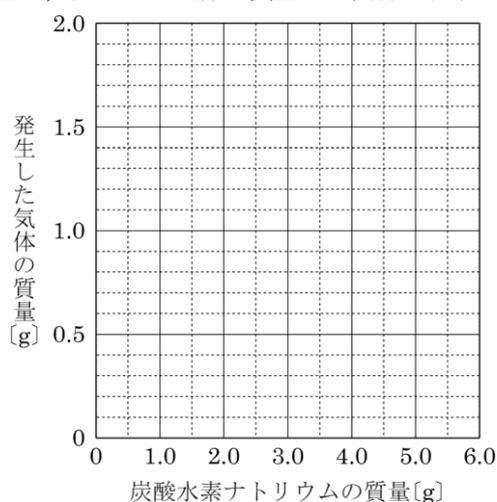
- ア 物質をつくる原子の組み合わせは変わるが、反応に関係する物質の原子の種類と原子の数は変わらないから。
- イ 物質をつくる原子の数は変わるが、反応に関係する原子の組み合わせと原子の種類は変わらないから。
- ウ 物質をつくる原子の組み合わせと原子の種類は変わるが、反応に関係する原子の数は変わらないから。
- エ 物質をつくる原子の数と原子の種類は変わるが、反応に関係する原子の組み合わせは変わらないから。

問2 次の文章は、実験2の結果の表から、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説明したものである。あとの①、②の問いに答えなさい。

発生した気体の質量は、1.6 g になるところまでは炭酸水素ナトリウムの質量に比例する。これは、うすい塩酸に炭酸水素ナトリウムがすべて反応したからである。

また、発生した気体の質量は、1.6 g よりも大きくなる。これはうすい塩酸が不足し、炭酸水素ナトリウムがすべては反応しないで、ビーカー内に残るからである。うすい塩酸 30cm³ に炭酸水素ナトリウム 6.0 g を加えたとき、ビーカー内に残る炭酸水素ナトリウムは g である。

- 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完成させなさい。



- ② 文章中の にあてはまる数値を書きなさい。

問 1	①	
	②	
問 2	①	
	②	g

問 1	①	質量保存
	②	ア
問 2	①	
	②	2.8 g

問 1 化学変化が起きると、その前後で物質をつくる原子の組み合わせは変わるが、反応に関係する原子の種類と数は変わらない。よって、反応に関係する物質全体の質量も変化しない。実験 1 ではうすい塩酸と炭酸水素ナトリウムが反応し、気体の二酸化炭素が発生しているが、容器を密閉しているため気体が出ていかず、全体の質量は変化しない。

問 2 実験 2 では実験 1 のように密閉した容器を使っていないため、発生した気体（二酸化炭素）がビーカーの外に出ていく。反応前の全体の質量と反応後の全体の質量の差は、このとき出ていった気体の質量と等しい。よって表より、炭酸水素ナトリウムが 1.0 g、2.0 g、3.0 g のとき、発生した気体の質量は、それぞれ 0.5 g、

1.0 g, 1.5 g となる。発生した気体の質量は 1.6 g が最大なので、このとき反応した炭酸水素ナトリウムを x g とすると、 $0.5 : 1.0 = 1.6 : x$ よって、 $x = 3.2$ [g] となる。つまり、炭酸水素ナトリウムを 6.0 g 加えたときに残る質量は、 $6.0 - 3.2 = 2.8$ [g] である。

【過去問 16】

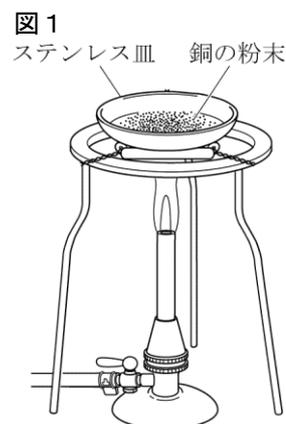
銅と酸化銅を用いた実験について、次の各問に答えよ。

(東京都 2019 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) ステンレス皿の質量を電子てんびんで測定すると 32.86 g であった。このステンレス皿に銅の粉末を 0.40 g 載せ、加熱する前の粉末とステンレス皿を合わせた質量(全体の質量)を測定した。
- (2) 図 1 のように、銅の粉末を薬さじで薄く広げた後、粉末全ての色が変化するまで十分に加熱した。
- (3) ステンレス皿が十分に冷めてから、加熱した後の全体の質量を測定した。
- (4) 質量が変化しなくなるまで(2)と(3)の操作を繰り返し、加熱した後の全体の質量を測定して、化合した酸素の質量を求めた。
- (5) 銅の粉末の質量を、0.60 g, 0.80 g, 1.00 g, 1.20 g に変え、それぞれについて<実験 1>の(1)~(4)と同様の実験を行った。



<結果 1>

銅の粉末の質量 [g]	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
加熱する前の全体の質量 [g]	33.26	33.46	33.66	33.86	34.06
質量が変化しなくなるまで加熱した後の全体の質量 [g]	33.36	33.61	33.86	34.11	34.36
化合した酸素の質量 [g]	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30

問 1 <実験 1>の(4), (5)で、全体の質量が変化しなくなる理由と、銅の粉末を加熱したときの反応を表したモデルを組み合わせたものとして適切なのは、次の表の **ア**~**エ**のうちではどれか。

ただし、●は銅原子 1 個を、○は酸素原子 1 個を表すものとする。

	<実験 1>の(4), (5)で、全体の質量が変化しなくなる理由	銅の粉末を加熱したときの反応を表したモデル
ア	一定量の銅と化合するのに必要な酸素が不足しているから。	● ● + ○ ○ → ● ○ ● ○
イ	一定量の銅と化合するのに必要な酸素が不足しているから。	● + ○ → ● ○
ウ	一定量の銅と化合する酸素の質量には限界があるから。	● ● + ○ ○ → ● ○ ● ○
エ	一定量の銅と化合する酸素の質量には限界があるから。	● + ○ → ● ○

問 2 <結果 1>から、銅の粉末の質量と化合した酸素の質量の関係を、解答用紙の方眼を入れた図に●を用いて記入し、グラフをかけ。

次に、<実験 2>を行ったところ、<結果 2>のようになった。

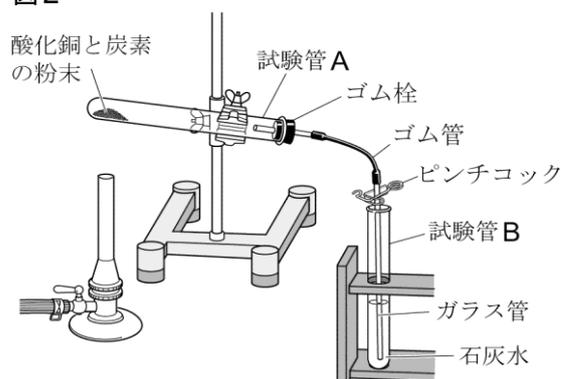
<実験 2>

- (1) 酸化銅 1.00 g と十分に乾燥させた炭素の粉末 0.06 g をよく混ぜ合わせ、乾いた試験管 A に入れ、ガラス管がつながっているゴム栓をして、**図 2** のように試験管 A の口を少し下げ、スタンドに固定し、ガラス管の先を石灰水の入った試験管 B に入れた。
- (2) 試験管 A をガスバーナーで加熱したところ、ガラス管の先から気体が出ていることと、石灰水の色が白く濁ったことが確認できた。
- (3) ガラス管の先から気体が出なくなったことを確認した後、ガラス管を石灰水の中から取り出してから試験管 A の加熱をやめ、ゴム管をピンチコックで閉じた。試験管 A が十分に冷めてから、試験管 A に残った物質を取り出し質量を測定した後、観察した。

<結果 2>

試験管 A に残った物質の質量は 0.84 g であった。赤色の物質と黒色の物質が見られた。赤色の物質を葉さじで強くこすると、金属光沢が見られた。

図 2



- 問 3 <結果 2> から分かる、酸素と銅や炭素との結び付きやすさの違いと、試験管 A で還元される物質を組み合わせたものとして適切なのは、次の表の **ア** ~ **エ** のうちではどれか。

	酸素と銅や炭素との結び付きやすさの違い	試験管 A で還元される物質
ア	酸素は、銅よりも炭素と結び付きやすい。	酸化銅
イ	酸素は、銅よりも炭素と結び付きやすい。	銅
ウ	酸素は、炭素よりも銅と結び付きやすい。	酸化銅
エ	酸素は、炭素よりも銅と結び付きやすい。	銅

- 問 4 <結果 2> から、試験管 A に残った物質のうち、黒色の物質の質量として適切なのは、次の **ア** ~ **エ** のうちではどれか。

ただし、試験管 A 中の炭素は全て反応したものとする。

- ア 0.16 g イ 0.20 g ウ 0.64 g エ 0.80 g

問1	ア イ ウ エ
問2	
問3	ア イ ウ エ
問4	ア イ ウ エ

問1	ウ
問2	
問3	ア
問4	イ

問1 空気中に酸素は十分にあるが、一定量の銅と化合する酸素の質量は決まっている。したがって、正解はウかエ。銅は分子をつくらず、酸素は分子をつくるので、モデルはウのようなになる。

問2 (0.40, 0.10), (0.60, 0.15), (0.80, 0.20), (1.00, 0.25), (1.20, 0.30)の5つに・をかき、これらの・と原点を直線で結ぶと、比例のグラフができる。

- 問3 酸化銅と炭素の粉末を加熱すると、二酸化炭素が発生するため石灰水が白く濁った。また、試験管 A には銅（赤色で金属光沢が見られる）ができ、酸化銅(黒色)も残っていた。これらのことから、銅より炭素のほうが酸素と結び付きやすく（酸化されやすく）、酸化銅が還元されて銅、炭素が酸化されて二酸化炭素ができたと分かる。
- 問4 試験管 A に残った酸化銅と銅の質量は合わせて 0.84 g で、もとの酸化銅は 1.00 g であることから、酸化銅が失った酸素は $1.00 - 0.84 = 0.16$ [g] といえる。〈結果 1〉より、銅と酸素が化合する質量の比は、銅 : 酸素 $= 0.40 : 0.10 = 4 : 1$ なので、0.16 g の酸素と化合する銅の質量を x g とすると、 $4 : 1 = x : 0.16$, $x = 0.64$ [g] となる。試験管 A に残った酸化銅の質量は、 $1.00 - 0.16 - 0.64 = 0.20$ [g] である。

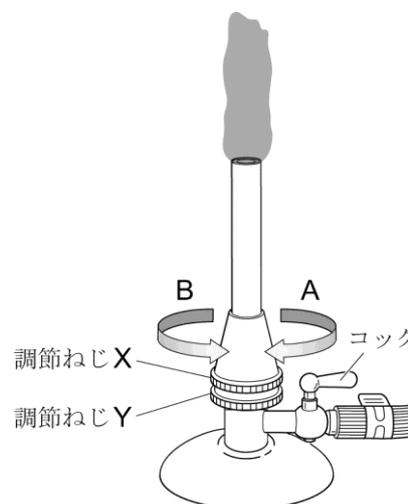
【過去問 17】

次の各問いに答えなさい。

(神奈川県 2019 年度)

問1 右の図は、点火したガスバーナーの空気の量が不足している状態を示している。ガスの量を変えずに空気の量を調節し、炎を青色の安定した状態にするために必要な操作として最も適するものを次の1～4の中から一つ選び、その番号を答えなさい。

- 1 調節ねじYをA方向に回す。
- 2 調節ねじYをB方向に回す。
- 3 調節ねじYをおさえて、調節ねじXだけをA方向に回す。
- 4 調節ねじYをおさえて、調節ねじXだけをB方向に回す。



問2 うすい塩酸が入ったビーカーに亜鉛を入れたところ、反応して気体が発生した。この反応において、亜鉛を入れる前のビーカー全体の質量を a 、亜鉛の質量を b 、反応が終わった後のビーカー全体の質量を c 、発生した気体の質量を d とする。これらの質量の関係を、不等号や等号で示したものとして最も適するものを次の1～4の中から一つ選び、その番号を答えなさい。

- 1 $a + b < c + d$ 2 $a + b > c + d$ 3 $a + b = c + d$ 4 $a + b = c - d$

問1	①	②	③	④
問2	①	②	③	④

問1	4
問2	3

問1 調節ねじXは空気調節ねじ、調節ねじYはガス調節ねじである。これらのねじは、A方向に回すとしまり、B方向に回すと開く。ガスの量を変えずに不足している空気を増やすには、調節ねじY（ガス調節ねじ）をおさえて、調節ねじX（空気調節ねじ）だけをB方向に回す。

問2 化学変化が起こるとき、反応に関係するすべての物質の質量の和は、化学変化の起こる前と後で必ず等しい。これを、質量保存の法則という。この実験では、うすい塩酸が入ったビーカー（質量は a ）に亜鉛（質量は b ）を入れると、水素が発生（質量は d ）して空气中に逃げていくので、反応が終わった後のビーカー全体の質量（ c ）は反応前より小さくなる。ただし、発生した気体の質量を含めて考えれば、質量保存の法則が成り立つ。よって、 $a + b = c + d$ となる。

【過去問 18】

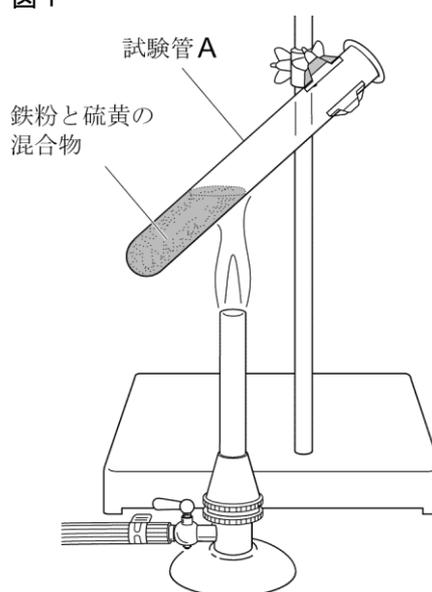
Kさんは、鉄と硫黄の反応について調べるために、鉄粉と硫黄の質量の組み合わせを変えて、次のような実験を行った。図1は用いた装置と加熱の様子を、図2の点a～eは鉄粉と硫黄の質量の組み合わせを示している。これらの実験とその結果について、あとの各問いに答えなさい。ただし、鉄粉と硫黄の混合物を加熱したときは、硫化鉄ができる反応だけが起こるものとする。

(神奈川県 2019 年度)

〔実験1〕 次の①～⑤の順に操作を行った。

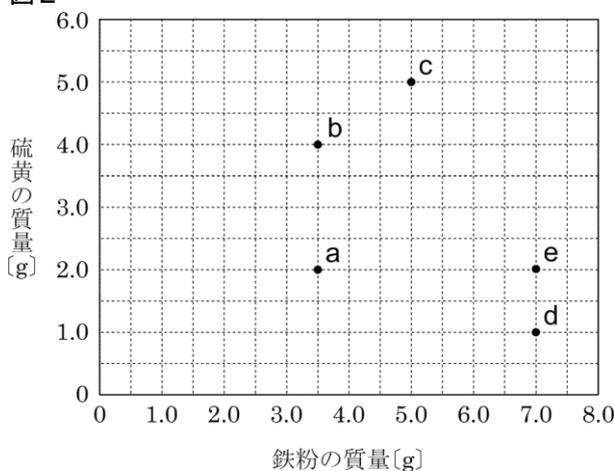
- ① 図2の点aが示す質量の鉄粉と硫黄を乳ばちに取り、よく混ぜ合わせた。
- ② 乳ばちから①の混合物を4.0g取り出して試験管Aに入れ、加熱した。
- ③ 加熱した混合物の色が赤く変わりはじめたところで加熱をやめ、変化の様子を観察した。
- ④ 反応が終わり、試験管Aの温度が下がったところで試験管Aに磁石を近づけ、磁石に引きつけられる物質があるかを観察した。
- ⑤ 試験管Aの中身を少量取り出し、5%の塩酸と反応させ、発生した気体のにおいを調べた。

図1



〔実験2〕 鉄粉と硫黄を図2の点b～eが示す質量の組み合わせにかえ、〔実験1〕と同様の操作を行った。このとき、点bの質量の組み合わせには試験管Bを用い、同様に、点cには試験管Cを、点dには試験管Dを、点eには試験管Eを用いた。

図2



- 問1 〔実験1〕の②で乳ばちに残った混合物を別の試験管に入れ、5%の塩酸を加えたところ気体が発生した。この気体に空気中で火をつけると音を立てて燃えた。このことからわかることとして最も適するものを次の1～4の中から一つ選び、その番号を答えなさい。
- 1 硫黄が塩酸と反応して水素が発生した。
 - 2 鉄粉が塩酸と反応して水素が発生した。
 - 3 鉄粉が塩酸と反応して硫化水素が発生した。
 - 4 硫化鉄が塩酸と反応して硫化水素が発生した。

問2 「実験1」の④で、磁石に引きつけられる物質はなかった。このとき、⑤で発生した気体の性質として最も適するものを次の1～4の中から一つ選び、その番号を答えなさい。

- 1 卵の腐ったような特有のにおいがあり、有毒である。
- 2 においがなく、空気中で火をつけると音を立てて燃える。
- 3 においがなく、ものを燃やすはたらきがある。
- 4 黄緑色で刺激臭があり、漂白作用がある。

問3 鉄の原子を●、硫黄の原子を○としたとき、鉄と硫黄から硫化鉄ができる反応を表したモデルとして最も適するものを次の1～4の中から一つ選び、その番号を答えなさい。

- 1 ●● + ○ → ●○○
- 2 ● + ○○ → ○●○
- 3 ● + ○ → ●○
- 4 ● + ○ → ●○

問4 次の□は、「実験1」と「実験2」に関する先生とKさんの会話である。文中の(X)に適する値を書きなさい。また、(Y)に最も適するものをあとの1～6の中から一つ選び、その番号を書きなさい。

先生 「「実験1」の試験管Aでは鉄粉がすべて反応したと考えられます。実は、3.5gの鉄粉をすべて反応させるのに必要な硫黄の質量は2.0gであることがわかっています。では、7.0gの鉄粉をすべて反応させるには何gの硫黄が必要だと考えられますか。」

Kさん 「(X)gの硫黄が必要だと考えられます。」

先生 「鉄粉7.0g、硫黄(X)gのときの点を図2にかき入れ、この点と点aを通る直線を引くと、この直線は原点を通ることがわかりますね。この直線から「実験2」の試験管B～Eのうち、反応後に鉄粉が残るものと硫黄が残るものを予想できますね。」

Kさん 「たしかに「実験2」の④では、試験管(Y)で磁石に引きつけられる物質がありました。」

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1 B, D | 2 C, E | 3 D, E |
| 4 B, C, D | 5 B, C, E | 6 C, D, E |

問1		①	②	③	④
問2		①	②	③	④
問3		①	②	③	④
問4	X	g			
	Y				

問1		2
問2		1
問3		3
問4	X	4.0 g
	Y	3

問1 乳ばちに残った混合物にうすい塩酸を加えると、混合物中の鉄粉とうすい塩酸が反応して、水素が発生する。水素は空气中で爆発的に燃え、水ができる。

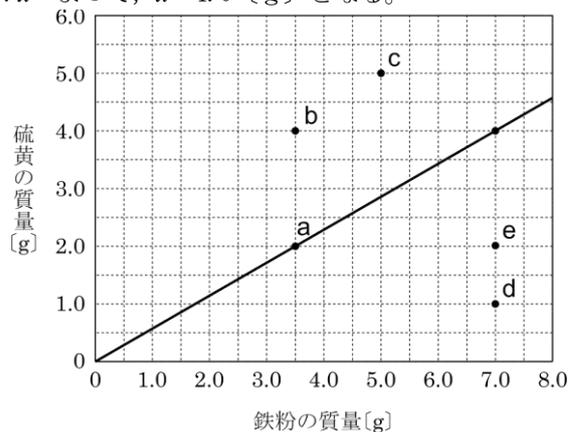
問2 〔実験1〕の④で磁石に引きつけられる物質がなかったことから、このとき鉄粉と硫黄は過不足なく反応しており、加熱後の試験管Aの中身は硫化鉄だけになっていると考えられる。硫化鉄はうすい塩酸と反応して、硫化水素という卵の腐ったような特有のにおいがある有毒な気体を発生する。

問3 鉄の原子と硫黄の原子は、1:1の数の割合で化合して、硫化鉄になる。また、鉄も硫黄も分子をつくらない物質である。よって、モデルで表すときは、●+○ → ●○と表す。なお、化学反応式では、 $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$ となる。

問4 X 求める硫黄の質量を x g とすると、 $3.5 : 2.0 = 7.0 : x$ よって、 $x = 4.0$ [g] となる。

Y 先生が述べているように図2に直線をかき入れると、右の図のようになる。この直線上にある点が表示している割合で硫黄と鉄粉を混ぜ合わせて加熱すると、過不足なく反応する。この直線よりも下側にある点の割合で混ぜ合わせて加熱すると、硫黄に対して鉄粉が多過ぎるので、反応後に鉄粉が余り、磁石を近づけると磁石に引きつけられる。たとえば、点eのように硫黄 2.0 g と鉄粉 7.0 g 混ぜ合わせて反応させると、硫黄 2.0 g は鉄粉 3.5 g と反応して、鉄粉が、 7.0 [g] $- 3.5$ [g] $= 3.5$ [g] 残る。したがって、Yに適するのは、

DとEである。なお、直線よりも上側にあるb点、c点の割合で混ぜ合わせると反応後に硫黄が余るが、この場合は磁石を近づけても磁石に引きつけられない。



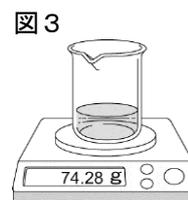
【過去問 19】

うすい塩酸に石灰石を加えたとき、石灰石の質量と発生する気体の質量との関係調べるために、次のⅠ～Ⅲの手順で実験を行った。この実験に関して、あとの問1～問4に答えなさい。

(新潟県 2019 年度)

- Ⅰ 図1のように、うすい塩酸 15.0cm³を入れたビーカーを電子てんびんにのせ、ビーカー全体の質量を測定したところ、74.00 gであった。
- Ⅱ 図2のように、このビーカーに、石灰石 0.50 gを加えたところ、気体が発生した。気体の発生が終わってから、図3のように反応後のビーカー全体の質量を測定したところ、74.28 gであった。
- Ⅲ このビーカーに、さらに石灰石 0.50 gを加え、反応が終わったこと、または、反応がないことを確認してから、ビーカー全体の質量を測定する操作を行った。この操作を、加えた石灰石の質量の合計が 3.00 gになるまでくり返し行った。表は、この実験の結果をまとめたものである。

加えた石灰石の質量の合計[g]	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
反応後のビーカー全体の質量[g]	74.28	74.56	74.84	75.12	75.62	76.12



- 問1 Ⅱについて、発生した気体の質量は何gか。求めなさい。
- 問2 Ⅱ，Ⅲについて、表をもとにして、加えた石灰石の質量の合計と、発生した気体の質量の合計との関係を表すグラフをかきなさい。
- 問3 Ⅲについて、加えた石灰石の質量の合計が 3.00 g のとき、石灰石の一部が反応せずに残っていた。残った石灰石を完全に反応させるためには、同じ濃度のうすい塩酸がさらに何 cm³ 必要か。求めなさい。
- 問4 この実験で用いたものと同じ濃度のうすい塩酸 75.0cm³ に、石灰石 12.00 g を加えて反応させると、発生する気体の質量は何gになるか。求めなさい。

問 1	g
問 2	
問 3	cm ³
問 4	g

問 1	0.22 g
問 2	
問 3	7.5 cm ³
問 4	4.4 g

問 1 74.00 g のビーカー全体に石灰石 0.50 g を加えて、気体が発生した後で質量を測定すると 74.28 g であったので、発生した気体の質量は、 $74.00 \text{ [g]} + 0.50 \text{ [g]} - 74.28 \text{ [g]} = 0.22 \text{ [g]}$ となる。このとき発生する気体は、二酸化炭素である。

問 2 表のそれぞれの場合について、問 1 と同様に発生した気体の質量の合計を求めると、加えた石灰石の質量の合計が小さい方から順に、0.22 g, 0.44 g, 0.66 g, 0.88 g, 0.88 g, 0.88 g となる。これをもとに、加えた石灰石の質量の合計と発生した気体の質量の合計の組合せを表す点を、6 個かく。この 6 個の点をそのまま直線で結ぶのではなく、4 個目までは原点を通る直線で結び、4 個目から 6 個目までは水平な直線で結ぶ。このようにすると、加えた石灰石の質量の合計が 2.00 g のところで折れ曲がるグラフとなる。グラフが途中で折れ曲がるのは、加えた石灰石の質量の合計が 2.00 g のときにうすい塩酸 15.0cm³ と過不足なく反応するので、それ以上石灰石を加えても、うすい塩酸が不足して二酸化炭素が発生しなくなるからである。

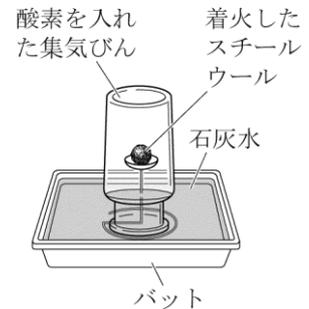
- 問3** 問2で説明したように、石灰石 2.00 g と過不足なく反応するうすい塩酸は 15.0cm³であるので、石灰石 3.00 g を加えると、 $3.00 \text{ [g]} - 2.00 \text{ [g]} = 1.00 \text{ [g]}$ の石灰石が反応せずに残る。この石灰石と過不足なく反応するうすい塩酸の体積を $x\text{cm}^3$ とすると、 $2.00 : 15.0 = 1.00 : x$ $x = 7.5 \text{ [cm}^3\text{]}$ と求められる。
- 問4** うすい塩酸の体積は、この実験のときとくらべて、 $75.0 \text{ [cm}^3\text{]} \div 15.0 \text{ [cm}^3\text{]} = 5.0$ より、5倍となっているので、75.0cm³のうすい塩酸と過不足なく反応する石灰石の質量も5倍となり、 $2.00 \text{ [g]} \times 5 = 10.00 \text{ [g]}$ である。よって、反応によってこの実験のときの5倍の質量の気体が発生し、反応後に石灰石が、 $12.00 \text{ [g]} - 10.00 \text{ [g]} = 2.00 \text{ [g]}$ 残る。問2から、うすい塩酸 15.0cm³ と石灰石 2.00 g が反応すると 0.88 g の気体が発生したので、発生する気体の質量は、 $0.88 \text{ [g]} \times 5 = 4.4 \text{ [g]}$ である。

【過去問 20】

鉄に関する、次の実験を行った。これらをもとに、以下の問いに答えなさい。

(石川県 2019 年度)

[実験Ⅰ] 図のように①酸素を入れた集気びんを着火したスチールウール(鉄)にかぶせたところ、熱や光を出しながら激しく反応し、②集気びん内の水面が上昇した。また、反応によってできた黒色の物質の質量は、反応前のスチールウールよりも増加していた。



[実験Ⅱ] 試験管の中に鉄粉と硫黄の混合物を入れて、ガスバーナーで加熱し、色が赤く変わり始めたところで加熱をやめた。③いったん反応が始まると、加熱をやめても反応が続き、黒色の物質ができた。この物質に塩酸を加えると、④気体が発生した。

[実験Ⅲ] 鉄粉、⑤活性炭、食塩水をビーカーに入れて混ぜ合わせたところ、混合物の温度は10分後に70℃まで上昇し、湯気が出た。混合物の温度が室温に戻ったときに、⑥ビーカーごと電子てんびんにのせ、質量をはかったところ、反応前の質量とほとんど変わらなかった。

問1 実験Ⅰについて、次の(1)~(3)に答えなさい。

(1) 下線部①について、このような反応を何というか、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 分解 イ 還元 ウ 蒸留 エ 燃焼

(2) 下線部②について、集気びん内の水面が上昇したのは、集気びん内の気圧が下がったためである。集気びん内の気圧が下がったのはなぜか、理由を書きなさい。

(3) 次の文は、この実験で確認できたことをまとめたものである。文中の(あ)、(い)にあてはまる内容の組み合わせを、ア~エから1つ選び、その符号を書きなさい。

石灰水の色が(あ)ことから、二酸化炭素が(い)ことがわかった。

ア あ:白くにごった い:発生した イ あ:白くにごった い:発生しなかった
ウ あ:変化しなかった い:発生した エ あ:変化しなかった い:発生しなかった

問3 実験Ⅲについて、次の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 下線部⑤について、電子てんびんを用いて活性炭X gをはかりとるには、次のア~エをどの順番で行えばよいか、最も適切な順に並べ、その符号を書きなさい。

ア 電子てんびんに、折り目をつけた薬包紙をのせる。
イ 電子てんびんの0点スイッチ(表示を0.00 gにするスイッチ)を押す。
ウ 電子てんびんを水平な台の上に置き、電源を入れる。
エ 電子てんびんの表示がX gになるように、薬さじで活性炭をのせる。

問1	(1)	
	(2)	
	(3)	
問3	(1)	→ → →

問1	(1)	エ
	(2)	集気びん内の酸素が減ったから。
	(3)	エ
問3	(1)	ウ → ア → イ → エ

問1 (1) この実験では、鉄が空気中の酸素と化合し、酸化鉄になっている。このとき起こったような、物質が熱や光を出しながら激しく酸素と化合する反応を、燃焼という。

(2) 集気びん内の気圧が下がったのは、鉄と化合した酸素の分だけ気体の酸素が減ったためである。

(3) 鉄が酸化される反応では、酸化鉄が生じるだけで、二酸化炭素は発生しない。よって、石灰水には変化は見られない。

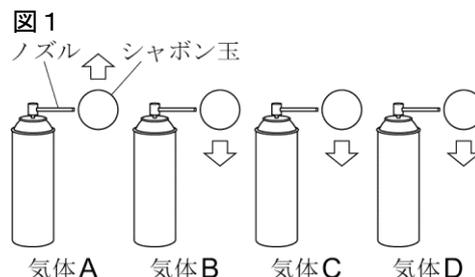
問3 (1) 電子てんびんは、まず水平な台の上に置いて電源を入れ(ウ)、折り目をつけた薬包紙をのせてから(ア)、0点スイッチを押す(イ)。その後、電子てんびんの表示がX gになるように、薬さじで活性炭をのせる(エ)。薬包紙をのせてから0点スイッチを押す操作をするのは、薬包紙の質量をはからずに、活性炭の質量だけをはかるようにするためである。

【過去問 21】

気体A～Dそれぞれが入っている4種類のボンベを使って、気体を見分ける実験を行った。気体A～Dは、酸素、窒素、水素、二酸化炭素のいずれかである。問1～問5に答えなさい。

(山梨県 2019 年度)

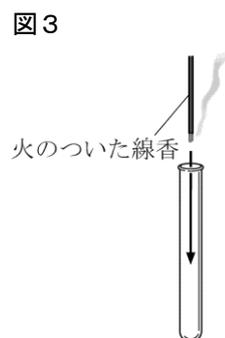
〔実験1〕 図1のように、ボンベの先にノズルをつけ、シャボン液を使ってシャボン玉をつくった。気体Aのシャボン玉は上昇したが、気体B、気体C、気体Dのシャボン玉は下降した。



〔実験2〕 気体Aを試験管に入れ、試験管の口にマッチの火を近づけたところ、音を出して燃え、試験管の内側がくもった。試験管の内側に塩化コバルト紙をつけると、赤色に変わった。



〔実験3〕 ペットボトルを3本用意し、それぞれに水を半分入れ、気体B、気体C、気体Dを、3本のペットボトルに別々に十分に入れた。図2のように、ふたを閉め、よく振ったところ、気体Bを入れたペットボトルだけが大きくへこんだ。

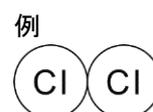


〔実験4〕 気体Cと気体Dをそれぞれ別の試験管に入れ、図3のように、火のついた線香を中に入れたところ、気体Cでは線香が炎を出し、また、気体Dでは線香の火が消えた。

問1 次のア～エのうち、発生する気体が気体Aと同じものを一つ選び、その記号を書きなさい。

- ア 酸化銀を加熱すると発生する気体。
- イ ふくらし粉（ベーキングパウダー）に酢を加えると発生する気体。
- ウ 塩酸を電気分解すると陽極に発生する気体。
- エ 鉄にうすい塩酸を加えると発生する気体。

問2 気体Bを、例にならい、原子の記号を用いたモデルでかきなさい。



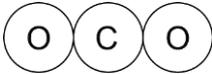
問3 気体Cは何か、名称を書きなさい。また、〔実験4〕において、下線部のような反応が見られたのは、この気体にどのような性質があるからか、簡単に書きなさい。

問4 次のア～オのうち、酸素、窒素、水素、二酸化炭素のいずれにも当てはまらないものを一つ選び、その記号を書きなさい。

- ア 空気中に最も多く存在する。
- イ 有機物を燃やしたとき、水とともに発生する。
- ウ 水溶液がアルカリ性を示す。
- エ 葉緑体で行われる光合成によって、デンプンなどの養分とともにつくられる。
- オ ロケットの燃料や、燃料電池に利用されている。

問5 気体の集め方には、上方置換法、下方置換法、水上置換法がある。下方置換法で集めることが最も適していると考えられる気体は、どのような性質の気体か。「水」と「空気」という二つの語句を使って、簡単に書きなさい。

問1	
問2	
問3	名称
	性質
問4	
問5	

問1	エ
問2	
問3	名称 酸素
	性質 例 物質を燃やす
問4	ウ
問5	例 水に溶けやすく、空気より密度が大きい性質をもつ気体

問1 気体Aは、【実験1】でシャボン玉が上昇したことから空気より密度が小さく、【実験2】で燃えて水ができることから水素と考えられる。

ア…酸化銀を加熱すると、酸素(気体)と銀(固体)に分解する。イ…ふくらし粉(ベーキングパウダー)に酢を加えたときに発生する気体は、二酸化炭素である。ウ…塩酸を電気分解すると、陽極から塩素、陰極から水素が発生する。エ…鉄にうすい塩酸を加えると水素が発生する。

問2 気体Bは、【実験3】より水に溶けるといえる。酸素、窒素、二酸化炭素の中で、酸素と窒素は水に溶けにくく、水に少し溶けるのは二酸化炭素だけなので、気体Bは二酸化炭素である。二酸化炭素の化学式は、 CO_2 である。

問3 気体Cは、【実験4】より他の物質を燃やすはたらきがあるといえる。酸素、窒素のうち他の物質を燃やすはたらきがあるのは酸素なので、気体Cは酸素である。残った気体Dは、窒素といえる。

問4 ア…空気中に最も多く存在する気体は窒素である。イ…有機物を燃やすと、水と二酸化炭素(気体)が発生する。ウ…酸素、窒素、水素、二酸化炭素のうち、水に溶けてアルカリ性を示す気体はない。エ…光合成とは、光のエネルギーを利用して、水と二酸化炭素(気体)から、養分と酸素(気体)がつくられるはたらきである。オ…ロケットの燃料には水素や酸素が利用され、燃料電池も水素と酸素から水ができる反応が利用されている。

問5 水に溶けにくい気体は水上置換法で集め、水に溶けやすい気体のうち、空気より密度が大きい気体は下方置換法、空気より密度が小さい気体は上方置換法で集める。

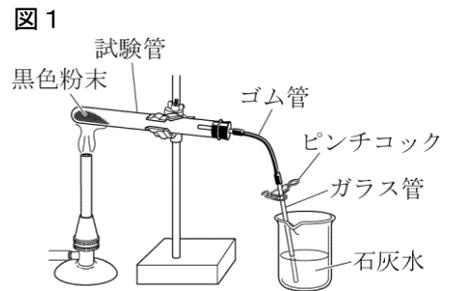
【過去問 22】

問いに答えなさい。

(長野県 2019 年度)

問1 授業で酸化銅から銅をとり出す反応について学習した太郎さんは、酸化銅と炭素を過不足なく反応させ、赤色の純粋な銅をとり出したいと考え、実験を行った。

- 〔実験1〕① 図1のような装置を組み、試験管Aに酸化銅の黒色粉末 4.0 gを入れた。Aを加熱したところ、ガラス管の先から少量の気体が出たがすぐに止まり、酸化銅と石灰水には変化がみられなかった。
- ② 石灰水からガラス管をとり出し、加熱をやめてピンチコックでゴム管をとめた。加熱した試験管が冷めた後、試験管内に残った固体の質量を測定し、固体を観察した。
- ③ 試験管B～Fに、それぞれ酸化銅の黒色粉末 4.0 gと、異なる質量の炭素の黒色粉末とをよく混ぜ合わせて入れた。B～Fを①と同様の装置で加熱したところ、ガラス管の先から盛んに気体が出て、石灰水は白くにごった。反応後、②と同様の操作をした。
- ④ ①～③の結果を表にまとめた。



表

	A	B	C	D	E	F
混ぜ合わせた炭素の質量[g]	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
試験管内に残った固体の質量[g]	4.0	3.7	3.5	3.2	3.3	3.4
試験管内に残った固体のようす	黒色粉末のみ	赤色粉末と黒色粉末	赤色粉末と黒色粉末	赤色粉末のみ	赤色粉末と黒色粉末	赤色粉末と黒色粉末

- (1) 実験1の①で出た気体は何か。最も適切なものを次のア～エから1つ選び、記号を書きなさい。
- ア 黒色粉末から発生した水素 イ 黒色粉末から発生した酸素
ウ 黒色粉末から発生した二酸化炭素 エ 試験管の中にあつた空気
- (2) 酸化物が、酸素をうばわれる化学変化を何というか、書きなさい。
- (3) 酸化銅と炭素を混ぜ合わせて過不足なく反応させて純粋な銅をとり出したい。その場合の酸化銅の質量と炭素の質量の比を表をもとに求め、最も簡単な整数で表しなさい。
- (4) C, E内に残った黒色粉末はそれぞれ何か。最も適切なものを次のア～ウから1つずつ選び、記号を書きなさい。
- ア 酸化銅 イ 炭素 ウ 酸化銅と炭素の混合物
- (5) 酸化銅 6.4 g と炭素 0.6 g とを混ぜ合わせ、実験1の③と同様に実験を行ったところ、反応後に赤色粉末と黒色粉末が残っていた。残った固体に酸化銅または炭素のどちらかを加えて混ぜ合わせ、もう一度加熱することで試験管内に銅のみを残したい。酸化銅と炭素のうち、どちらの物質を何g混ぜ合わせて加熱すればよいか。物質名を書き、その質量を小数第1位まで求めなさい。

問 1	(1)		
	(2)		
	(3)	(酸化銅の質量) : (炭素の質量) :	
	(4)	C	
		E	
(5)	物質名		
	質量	g	

問 1	(1)	エ	
	(2)	還元	
	(3)	(酸化銅の質量) : (炭素の質量) 40 : 3	
	(4)	C	ア
		E	イ
(5)	物質名	酸化銅	
	質量	1.6 g	

- 問 1 (1) 加熱によって試験管の中の空気が膨張し、そのうち少量がガラス管から出ていく。試験管内では気体が発生するわけではないので、ガラス管から気体が出ていくのもすぐに止まる。
- (2) 物質と酸素が結びついて別の物質に変わる化学変化を酸化といい、酸化物から酸素がうばわれる化学変化を還元という。この実験では酸化銅が還元されて銅ができています。
- (3) 実験後に赤色粉末だけが残ったDの結果から、4.0 gの酸化銅と0.3 gの炭素が反応して、3.2 gの銅だけが残ったと考えられる。よって、酸化銅と炭素は $4.0 : 0.3 = 40 : 3$ の質量の比で過不足なく反応する。
- (4) Cでは、Dよりも炭素が少なかったため、還元されてできた銅(赤色粉末)と、還元されなかった酸化銅(黒色粉末)の混合物が残ったと考えられる。Eでは、Dよりも炭素が多かったため、還元されてできた銅(赤色粉末)と、あまった炭素(黒色粉末)の混合物が残ったと考えられる。
- (5) 酸化銅と炭素は40 : 3で反応することから、酸化銅6.4 gと過不足なく反応する炭素の量を x [g]とすると、 $40 : 3 = 6.4 : x$ 、 $x = 0.48$ より0.48 gとわかる。また、炭素0.6 gと過不足なく反応する酸化銅の量を y [g]とすると、 $40 : 3 = y : 0.6$ 、 $y = 8.0$ より8.0 gとわかる。よって、酸化銅を1.6 g加え、合計8.0 gになるようにして実験を行えば、酸化銅と炭素が過不足なく反応し、銅だけが残る。

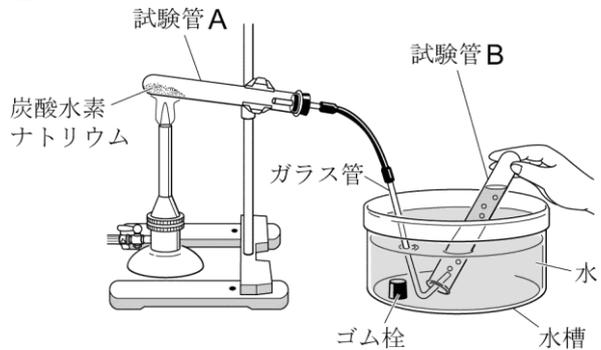
【過去問 23】

炭酸水素ナトリウムを用いて、実験1～3を行った。問1～問5に答えなさい。

(岐阜県 2019 年度)

〔実験1〕 図のように、乾いた試験管Aに炭酸水素ナトリウム 2.0 gを入れて加熱し、出てきた気体を試験管Bに集めた。このとき、初めに出てきた試験管1本分の気体は捨てた。気体が出なくなった後、加熱をやめた。試験管Aを観察すると、試験管Aの口の内側に液体が見られ、底には白い固体が残っていた。

図



〔実験2〕 実験1で気体を集めた試験管Bに、石灰水を入れてよく振ったところ、石灰水が白く濁った。また、試験管Aの口の内側に見られた液体に、塩化コバルト紙をつけると、塩化コバルト紙の色が青色から桃色に変わった。

〔実験3〕 炭酸水素ナトリウム 表

と、加熱後の試験管Aに残った白い固体を同量、それぞれ別の試験管にとり、水を加えてよく振って水への溶け方を調べた。さらに、それぞれの

	炭酸水素ナトリウム	白い固体
水への溶け方	少し溶けた	よく溶けた
フェノールフタレイン溶液を加えたときの色	うすい赤色	赤色

試験管にフェノールフタレイン溶液を加えたときの色を観察した。表は、その結果をまとめたものである。

問1 実験1で、試験管Bに気体を集める方法を何というか。言葉で書きなさい。

問2 実験1で、次のア、イは加熱をやめるときの操作である。正しい操作の順に並べ、符号で書きなさい。また、操作を逆にすると、試験管Aが割れる可能性がある。その理由を、「試験管A」、「水」という2つの言葉を用いて簡潔に説明しなさい。

ア ガスバーナーの火を消す。

イ ガラス管を水槽の水の中から出す。

問3 次の□の(1)、(2)に当てはまるものを、それぞれの語群から1つずつ選び、符号で書きなさい。また、(3)に当てはまる言葉を書きなさい。

実験3で、炭酸水素ナトリウムと白い固体が溶けた水溶液は、フェノールフタレイン溶液を加えると色が変わったことから、どちらも□(1)性を示すことが分かる。よって、それらの水溶液のpHは□(2)。また、□(1)性の水溶液に共通するイオンは□(3)イオンである。

(1)の語群 ア 酸

イ 中

ウ アルカリ

(2)の語群 ア 7より大きい

イ 7である

ウ 7より小さい

問4 実験1～3で、炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) は、加熱することによって、別の物質である炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) になった。

- (1) 炭酸水素ナトリウムを加熱したときの化学変化を、化学反応式で書きなさい。
- (2) 加熱後の試験管Aに残った炭酸ナトリウムの質量は、最初に入れた炭酸水素ナトリウムの質量に比べてどのようになるか。ア～ウから1つ選び、符号で書きなさい。
ア 大きくなる。 イ 変わらない。 ウ 小さくなる。

問5 ホットケーキの材料には重そう(炭酸水素ナトリウム)が使われている。ホットケーキの断面にはたくさんあなが見られる。このあなは重そうを熱するとき発生する何という物質によってできるか。実験1～3を参考にして、言葉で書きなさい。

問1	法	
問2	操作の順	→
	理由	
問3	(1)	
	(2)	
	(3)	
問4	(1)	
	(2)	
問5		

問1	水上置換 法	
問2	操作の順	イ → ア
	理由	例 試験管Aに水槽の水が流れ込むから。
問3	(1)	ウ
	(2)	ア
	(3)	水酸化物
問4	(1)	$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
	(2)	ウ
問5	二酸化炭素	

問1 水に溶けにくい気体は、水上置換法で集める。

問2 ガスバーナーの火を消す前にガラス管を水槽の水の中から出しておかないと、冷えて気圧が下がった試験管

Aに、ガラス管を通して水槽の水が逆流してしまうことがある。

- 問3 フェノールフタレイン溶液は、アルカリ性の水溶液に加えると赤色を示す。アルカリ性の水溶液は、pHが7より大きい値となる。水溶液中の水酸化物イオン(OH⁻)が多いほど、強いアルカリ性の水溶液になる。
- 問4 (1) 化学反応式では、反応の前後で原子の種類や数が変わらないようにする。ここでは、炭酸水素ナトリウム(NaHCO₃)が加熱によって分解して、炭酸ナトリウム(Na₂CO₃)、水(H₂O)、二酸化炭素(CO₂)ができる。
- (2) 分解によって生じた二酸化炭素や水のぶん、試験管Aに残った炭酸ナトリウムの質量は、加熱前の炭酸水素ナトリウムの質量よりも小さくなっている。
- 問5 炭酸水素ナトリウムの分解によって発生する気体の二酸化炭素によって、ホットケーキの中にたくさんのあなができる。

【過去問 24】

次の問いに答えなさい。

(静岡県 2019 年度)

問3 木炭を用意し、質量を測った後、図2のように、空气中で木炭を燃やす。燃やした後に残っていたものの質量を測ったところ、質量が減少していた。燃やした後に残っていたものの質量が減少していたのはなぜか。その理由を、簡単に書きなさい。



問3	
----	--

問3	二酸化炭素が発生したから。
----	---------------

問3 木炭を燃やすと、木炭にふくまれる炭素が空気中の酸素と結びつき、二酸化炭素となって空気中に出ていく。そのため、質量が減少する。

【過去問 25】

次の文は、太郎さんが、自由研究でベーキングパウダーの中に炭酸水素ナトリウムがどれくらい含まれているかについて調べるため、先生と相談しながら【実験】を行ったときの会話である。

太郎：ベーキングパウダーの中に炭酸水素ナトリウムがどれくらい含まれているかについて調べたいと思います。炭酸水素ナトリウムの実験といえば、ガスバーナーを用いて炭酸水素ナトリウムの粉末を熱分解すると、炭酸ナトリウムと【物質X】と【気体Y】が生じる実験を習いました。

先生：他に加熱しない実験もあります。塩酸に炭酸水素ナトリウムを加えると、塩化ナトリウムと【物質X】と【気体Y】が生じます。このような気体が発生する化学変化の場合、質量保存の法則を利用すれば、発生した【気体Y】の量を求めることができます。そして、発生した【気体Y】の量をもとにして、反応した炭酸水素ナトリウムの量を求めることができます。

太郎：それではまず、発生した【気体Y】の量と、反応した炭酸水素ナトリウムの量の関係を調べてみたいと思います。

- 【実験】① 図1のように、炭酸水素ナトリウムの粉末0.5gをのせた薬包紙と、うすい塩酸20cm³を入れたビーカーの質量を電子てんびんで測定し、反応前の質量とした。
- ② 次に、炭酸水素ナトリウムの粉末をビーカーに入れてうすい塩酸と十分に反応させた後、図2のように、薬包紙とともに反応後のビーカーの質量を電子てんびんで測定し、反応後の質量とした。
- ③ ①と同じうすい塩酸20cm³を用いて、炭酸水素ナトリウムの粉末の質量を0gから3.5gの間でさまざまに変えて、①、②と同じことを行った。

この【実験】では、次のように2種類の物質から3種類の物質が生じた。



また、表は【実験】の③で、炭酸水素ナトリウムの粉末の質量が0.5g, 1.0g, 1.5g, 2.0g, 2.5g, 3.0g, 3.5gのときの結果をまとめたものである。

図1

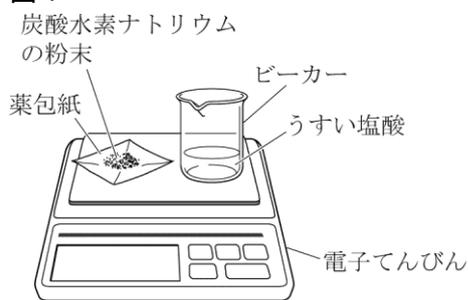
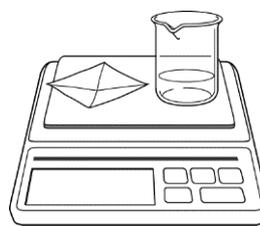


図2



表

炭酸水素ナトリウムの粉末の質量 [g]	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
反応前の質量 [g]	81.3	81.8	82.3	82.8	83.3	83.8	84.3
反応後の質量 [g]	81.1	81.4	81.7	82.0	82.5	83.0	83.5

次の問1から問4に答えなさい。

(愛知県 2019 年度 A)

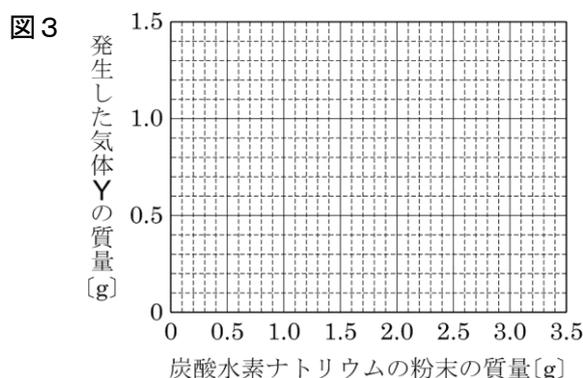
問1 炭酸水素ナトリウムの熱分解で生じる「物質X」に塩化コバルト紙をつけると、青色の塩化コバルト紙が赤色(桃色)に変わる。「物質X」は何か。化学式で書きなさい。

問2 この〔実験〕では、質量保存の法則を利用して、発生した「気体Y」の質量を求めることができる。このように、化学変化の前後で物質全体の質量が変化しないのはなぜか。このことについて45字以内で述べなさい。

ただし、「化学変化の前後で、・・・」という書き出しで始め、「原子の組み合わせ」、「原子の種類と数」という語句を用いること。

(注意) 句読点も1字に数えて、1字分のマスを使うこと。

問3 〔実験〕の③の結果から、炭酸水素ナトリウムの粉末の質量と、発生した「気体Y」の質量は、どのような関係になるか。横軸に炭酸水素ナトリウムの粉末の質量を、縦軸に発生した「気体Y」の質量をとり、その関係を表すグラフを解答欄の図3に書きなさい。また、3.0gの炭酸水素ナトリウムを用いた〔実験〕の後、ビーカーの中に残った炭酸水素ナトリウムを全て反応させるためには、〔実験〕で用いたうすい塩酸を、さらに少なくとも何 cm^3 加えればよいか、求めなさい。



問4 〔実験〕で用いた炭酸水素ナトリウムを、ベーキングパウダー5.0gにかえて〔実験〕の①、②と同じことを行ったとき、発生した「気体Y」の質量は0.5gであった。このとき用いたベーキングパウダーと同じベーキングパウダー100g中に含まれる炭酸水素ナトリウムは何gか。最も適当なものを、次のアからカまでの中から選んで、そのかな符号を書きなさい。ただし、ベーキングパウダーの中に含まれる物質の中で、うすい塩酸と反応する物質は炭酸水素ナトリウムのみとする。

ア 10g イ 25g ウ 40g エ 55g オ 70g カ 85g

問1	
問2	化学変化の前後で、
問3	<p>図3</p> <p>発生した気体Yの質量[g]</p> <p>炭酸水素ナトリウムの粉末の質量[g]</p>
	必要な塩酸の体積 cm^3
問4	

問1	H_2O
問2	化学変化の前後で、原
	子の組み合わせは変化
	するが、原子の種類と
	数は変化しないから。
問3	<p>図3</p> <p>発生した気体Yの質量[g]</p> <p>炭酸水素ナトリウムの粉末の質量[g]</p>
	必要な塩酸の体積 10 cm^3
問4	イ

問1 青色の塩化コバルト紙が赤色（桃色）に変わったことから、物質Xは水と考えられる。水の化学式は H_2O である。

問2 気体Yは二酸化炭素（ CO_2 ）であり、問題文の化学反応式は、「 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 」となる。このように、化学変化の前後で、原子の組み合わせは変わるが、原子の種類と数は変わらない。したがって、物質全体の質量は化学変化の前後で変わらない（質量保存の法則）。

問3 図1、図2の電子てんびんで反応後の塩化ナトリウムと水の質量は測定できるが、二酸化炭素は空気中に出てしまうので質量を測定できない。したがって、表より「反応前の質量－反応後の質量」の計算をすれば、二酸化炭素の質量を求められる。炭酸水素ナトリウムが0.5gのとき二酸化炭素の質量は $81.3 - 81.1 = 0.2$ [g]、1.0gのとき二酸化炭素の質量は $81.8 - 81.4 = 0.4$ [g]、以下同様に計算すると、1.5gのとき0.6g、2.0gのとき0.8g、2.5gのとき0.8g、3.0gのとき0.8g、3.5gのとき0.8gとなる。

作成したグラフより、炭酸水素ナトリウムが2.0gで、うすい塩酸が 20cm^3 のとき、過不足なく反応すると考えられる。質量（体積）の比は、炭酸水素ナトリウム：うすい塩酸 $=2.0 : 20 = 1.0 : 10$ である。炭酸水素ナトリウムが3.0gのとき、反応せずに残っている炭酸水素ナトリウムは $3.0 - 2.0 = 1.0$ [g]であり、追加に必要なうすい塩酸の体積は 10cm^3 である。

問4 発生した二酸化炭素が0.5gのときの炭酸水素ナトリウムの質量 x [g]は、問3のグラフで二酸化炭素の質量が0.8gまでは比例のグラフであることなどから考えると、 $0.8 : 2.0 = 0.5 : x$ 、 $x = 1.25$ [g]である。100gは5.0gの20倍なので、求める炭酸水素ナトリウムの質量は $1.25 \times 20 = 25$ [g]である。

【過去問 26】

次の問いに答えなさい。

(愛知県 2019 年度 B)

問2 気体が発生する化学変化について調べるため、次の〔実験〕を行い、3種類の気体A、B、Cを発生させた。

- 〔実験〕① マグネシウムにうすい塩酸を加えて気体Aを発生させた。
 ② 二酸化マンガンにうすい過酸化水素水を加えて気体Bを発生させた。
 ③ 塩化銅水溶液を電気分解して、電気分解装置の陽極（+極）付近から気体Cを発生させた。

3種類の気体A、B、Cは、〔実験〕の方法以外でも発生させることができる。それぞれの気体について、その方法を説明した文として最も適当なものを、次のアからカまでの中からそれぞれ選んで、そのかな符号を書きなさい。

- ア 亜鉛にうすい硫酸を加える。
 イ 鉄粉に硫黄の粉末を混ぜて加熱する。
 ウ うすい塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加える。
 エ 塩酸を電気分解し、電気分解装置の陽極（+極）付近から発生させる。
 オ 水酸化ナトリウムを溶かした水を電気分解し、電気分解装置の陽極（+極）付近から発生させる。
 カ 硫化鉄にうすい塩酸を加える。

問2	A		B		C	
----	---	--	---	--	---	--

問2	A	ア	B	オ	C	エ
----	---	---	---	---	---	---

問2 発生する気体は、気体Aが水素、気体Bが酸素、気体Cが塩素である。

気体A…アで亜鉛にうすい硫酸を加えると、水素が発生する。

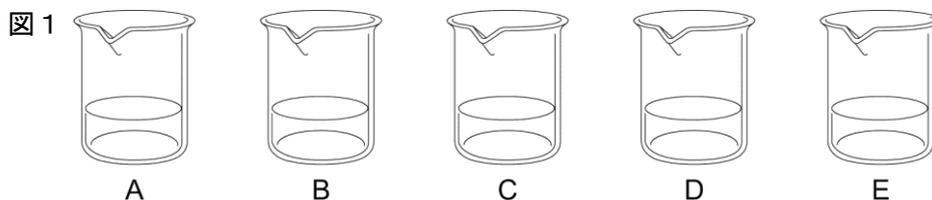
気体B…オの水の電気分解では、陽極（+極）に酸素、陰極に水素が発生する。

気体C…エで塩酸を電気分解すると、陽極（+極）から塩素、陰極から水素が発生する。

なお、イの鉄粉に硫黄の粉末を混ぜて加熱したときは硫化鉄ができ、気体は発生しない。また、ウのうすい塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の反応では、中和が起これば気体は発生しない。カの硫化鉄にうすい塩酸を加えたときは、硫化水素（特有のにおいのある有毒な気体）が発生する。

【過去問 27】

水溶液中の物質を区別するため、〔実験1〕から〔実験5〕までを行った。図1のビーカーA, B, C, D, Eには、塩化アンモニウム、塩化ナトリウム、水酸化ナトリウム、塩化水素、水酸化カルシウムのいずれかの水溶液が入っている。



- 〔実験1〕 ビーカーAからEまでの水溶液の一部をそれぞれ別の試験管にとり、それぞれの試験管にフェノールフタレイン溶液を数滴加えた。ビーカーAとEの水溶液は赤色になったが、他の水溶液は変化しなかった。
- 〔実験2〕 ビーカーAからEまでの水溶液の一部をそれぞれ別の試験管にとり、それぞれの試験管に二酸化炭素を吹き込んだところ、ビーカーEのみが白く濁った。
- 〔実験3〕 ビーカーBとEの水溶液の一部をそれぞれとり、試験管の中で混ぜ合わせた。その試験管を加熱すると特有の刺激臭のある気体Xが発生した。
- 〔実験4〕 ビーカーCとDの水溶液をそれぞれ1滴ずつ別のスライドガラスにとり、ガスバーナーで静かに加熱し、水を蒸発させたところ、ビーカーCの水溶液のみ白い結晶が残った。
- 〔実験5〕 ビーカーAとDの水溶液を、ある比率で試験管の中で混ぜ合わせると、ビーカーCと同じ物質の水溶液ができた。

次の問いに答えなさい。

(愛知県 2019 年度 B)

問1 ビーカーC, Eの水溶液中に溶けていた物質は何か。次のアからオまでの中から、それぞれ最も適当なものを選んで、そのかな符号を書きなさい。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ア 塩化アンモニウム | イ 塩化ナトリウム | ウ 水酸化ナトリウム |
| エ 塩化水素 | オ 水酸化カルシウム | |

問2 [実験3]で発生した気体Xについて説明した文章として最も適当なものを、次のアからカまでのの中から選んで、そのかな符号を書きなさい。

- ア 気体Xの集め方としては水上置換法が適している。また、この気体Xの分子1個は2種類の原子が全部で3個結びついてできている。
- イ 気体Xの集め方としては水上置換法が適している。また、この気体Xの分子1個は2種類の原子が全部で4個結びついてできている。
- ウ 気体Xの集め方としては上方置換法が適している。また、この気体Xの分子1個は2種類の原子が全部で3個結びついてできている。
- エ 気体Xの集め方としては上方置換法が適している。また、この気体Xの分子1個は2種類の原子が全部で4個結びついてできている。
- オ 気体Xの集め方としては下方置換法が適している。また、この気体Xの分子1個は2種類の原子が全部で3個結びついてできている。
- カ 気体Xの集め方としては下方置換法が適している。また、この気体Xの分子1個は2種類の原子が全部で4個結びついてできている。

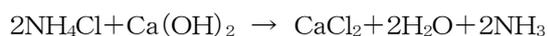
問1	C		E	
問2				

問1	C	イ	E	オ
問2	エ			

問1 ビーカーCの水溶液… [実験1]でアルカリ性ではないことがわかる。[実験2]で二酸化炭素で白く濁らないこと、すなわち、石灰水（水酸化カルシウムの水溶液）ではないことがわかる。[実験3]より、白い結晶（固体）が溶けていることがわかる。[実験5]より、AとDの水溶液（水酸化ナトリウム水溶液と塩酸）を混合すると同じ水溶液ができている。以上のことから、塩化ナトリウムの水溶液（食塩水）であると考えられる。

ビーカーEの水溶液… [実験1]でアルカリ性であることがわかる。[実験2]で二酸化炭素で白く濁ったことから、石灰水（水酸化カルシウムの水溶液）である。[実験3]より、ビーカーBとEの水溶液は、混ぜ合わせて加熱すると気体Xが発生することから、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの水溶液であることが考えられる。以上のことから、ビーカーEの水溶液は水酸化カルシウムの水溶液であると考えられる。

問2 [実験3]の結果から、この気体Xはアンモニア（NH₃）と考えられる。



アンモニアは、空気より軽く水に溶けやすいので上方置換法で集める。また、この気体の分子1個は、NとHの2種類の原子が全部で4個結びついてできている。

【過去問 28】

次の実験について、あとの各問いに答えなさい。

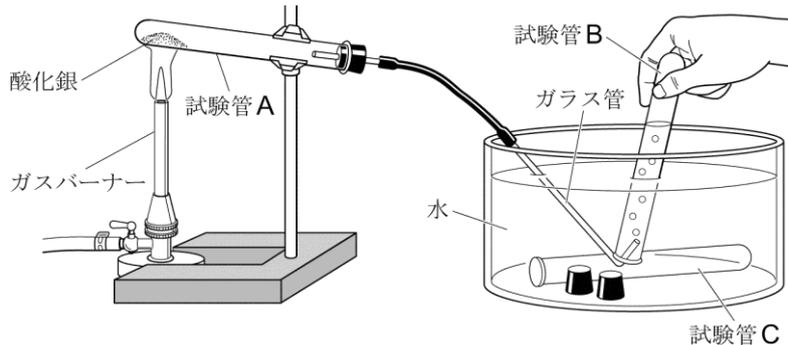
(三重県 2019 年度)

〈実験〉 酸化銀を加熱したときの変化を調べるために、次の①～③の実験を行った。

① 図1のように、質量 1.00 g の酸化銀を試験管 A に入れ、試験管 A の口を少し下げてガスバーナーで加熱した。酸化銀を加熱すると気体が発生して、酸化銀とは色の異なる固体が残った。実験をはじめ

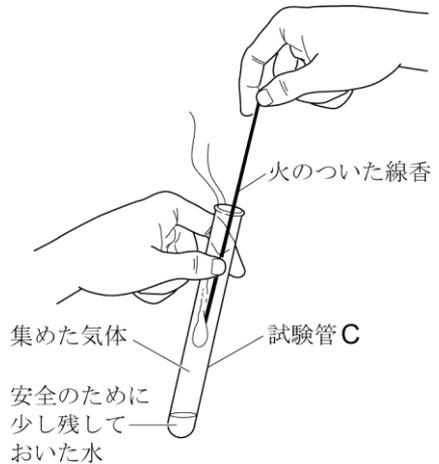
てすぐに出てきた気体を試験管 B に集めた後、続けて出てきた気体を試験管 C に集めた。気体が発生しなくなってから加熱をやめ、試験管 A 中の物質をよく冷ましてから、試験管 A 中の物質の質量を測定すると、その値は 0.93 g であった。

図 1



② 図2のように、①で試験管 C に集めた気体の中に火のついた線香せんこうを入れたところ、線香が激しく燃えた。ただし、①で試験管 C には安全のために水を少し残しておいた。

図 2



③ 図1の試験管 A に入れる酸化銀の質量を 2.00 g, 3.00 g, 4.00 g にかえて①と同様の実験を行った。加熱後の試験管 A に残った固体を調べると、酸化銀の質量を 4.00 g にかえて実験を行ったときは、気体が発生しなくなる前に加熱をやめたため、加熱後の物質の中に酸化銀が一部残っていることがわかった。表は、加熱した酸化銀の質量と加熱後の試験管 A 中の物質の質量をまとめたものである。

表

酸化銀の質量 [g]	1.00	2.00	3.00	4.00
加熱後の試験管 A 中の物質の質量 [g]	0.93	1.86	2.79	3.79

問 1 ①について、次の(a)～(d)の各問いに答えなさい。

(a) 酸化銀を加熱する実験のように、試験管に固体を入れて加熱する実験では、図1のように、加熱する試験管 A の口を少し下げるのはなぜか、次のア～エから最も適当なものを1つ選び、その記号を書きなさい。

ア 加熱する固体全体を均一に加熱しやすくするため。

イ 加熱する固体全体を高温で加熱しやすくするため。

ウ 実験で気体が発生した場合に、気体をガラス管の方に流れやすくするため。

エ 実験で液体が生じた場合に、液体が加熱部分に流れないようにするため。

(b) 加熱後に試験管 A の中に残った固体の物質は何色か、次のア～エから最も適当なものを 1 つ選び、その記号を書きなさい。

ア 白色 イ 黒色 ウ 赤色 エ 茶色

(c) 試験管 A に入れた酸化銀を加熱したときに起きた化学変化を、化学反応式で表すとどうなるか、書きなさい。ただし、酸化銀の化学式は Ag_2O とする。

(d) この実験のように、1 種類の物質が 2 種類以上の物質に分かれる化学変化の中でも、特に加熱によって起こる化学変化を何というか、その名称を書きなさい。

問 2 ②について、①で発生した気体の性質を調べるとき、試験管 B に集めた気体を使わなかったのはなぜか、その理由を「空気」という言葉を使って、簡単に書きなさい。

問 3 ③について、酸化銀の質量を 4.00 g にかえて実験を行ったとき、加熱後の質量 3.79 g の物質の中に、化学変化でできた物質は何 g ふくまれているか、その質量を求めなさい。

問 1	(a)	
	(b)	
	(c)	
	(d)	
問 2		
問 3	g	

問 1	(a)	エ
	(b)	ア
	(c)	$2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$
	(d)	熱分解
問 2	はじめに試験管 A の中にあった空気が多くふくまれているから。	
問 3	2.79 g	

問 1 (a) 固体を加熱する場合、固体にふくまれていた水分から液体の水が発生することがある。発生した液体の水が試験管の加熱部分に流れると割れるおそれがあるため、試験管の口は少し下げしておく。

(b), (c) 酸化銀 (Ag_2O) は、加熱されて銀 (Ag) と酸素 (O_2) に分かれている。このときに起きた化学変化を化学反応式で書くと、 $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$ のようになる。化学反応式では、反応の前後で原子の数や種類が変わらないように注意する。よって、加熱後に試験管 A の中に残った固体は銀である。

(d) 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分解といい、このとき特に加熱によって起きる分解を熱分解という。同様に、電流を流すことで起きる分解を特に電気分解という。

問2 この実験で加熱をはじめた直後は、加熱によって生じた気体ではなく、もともと試験管Aの中にあった空気がガラス管を通して試験管Bに多く集められる。

問3 表から、酸化銀 3.00 g を加熱してすべて分解させると、銀 2.79 g ができることがわかる。酸化銀をそれより 1.00 g 多い 4.00 g 使って実験を行い、加熱後に 2.79 g より 1.00 g 多い 3.79 g の物質が残ったことから、1.00 g の酸化銀は反応せずに残っており、分解してできた銀が 2.79 g であるとわかる。

【過去問 29】

太郎さんと花子さんは、マグネシウムの反応に興味をもち、マグネシウムを使った実験を行いました。後の問いに答えなさい。

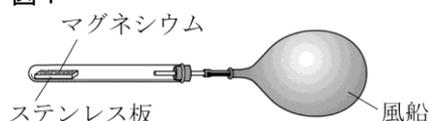
(滋賀県 2019 年度)

【実験 1】

<方法>

- ① 図 1 のように、0.09 g のマグネシウムを置いたステンレス板を試験管に入れ、空気で満たした風船をつなげて装置をつくる。
- ② 図 1 の装置全体の質量を測定する。
- ③ 図 2 のように、図 1 の装置をガスバーナーで十分に加熱する。
- ④ 加熱後に冷ました図 1 の装置全体の質量を測定する。

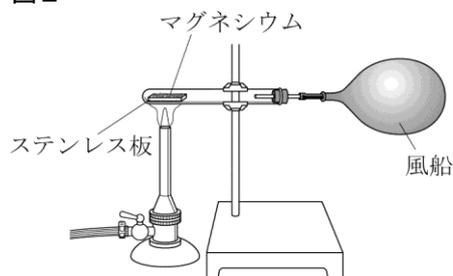
図 1



<結果>

- ・加熱すると、マグネシウムが激しく光や熱を出しながら燃えた。
- ・加熱後、ステンレス板の上に白い物質が残った。
- ・図 1 の装置全体の質量を加熱前、加熱後に測定した値は、ともに、50.39 g であった。

図 2



問 1 実験 1 で、マグネシウムが酸素と化合することによってできた白い物質は何ですか。物質名と、その物質を表す化学式をそれぞれ書きなさい。

問 2 実験 1 の下線部について、化学変化の前後で物質全体の質量は変わらないことを示す法則を何といいますか。書きなさい。また、この法則が成り立つ理由を、原子の性質にふれて書きなさい。



実験 1 が終わった試験管の中に、マグネシウムが少し残っているようだね。マグネシウムがすべて反応する前に、反応が止まったのかな。



マグネシウムが塩酸と反応するとき、マグネシウムの質量と発生する水素の量に、どのような関係があるのか調べてみよう。



反応後の試験管に残った物質をとり出して、塩酸を加えて水素が発生すれば、マグネシウムの一部が反応しないで残っていることが確認できるね。

問 1	物質名	
	化学式	
問 2	法則名	
	理由	

問 1	物質名	酸化マグネシウム
	化学式	MgO
問 2	法則名	質量保存の法則
	理由	<p>例</p> <p>化学変化では、物質をつくる原子の組み合わせが変わるだけで、原子が新しくできたり、なくなったりすることはなく、全体の原子の種類と数は変わらないから。</p>

問 1 マグネシウムが酸素と化合すると、酸化マグネシウム（化学式MgO）になる。

問 2 化学変化の前後で、反応に関わる物質全体の質量は変わらない。これを質量保存の法則という。化学変化では、物質をつくる原子の組み合わせが変わるだけで、原子が新しくできたり、なくなったりすることはない。原子は種類によって質量が決まっており、全体の原子の種類と数が変わらないので、化学変化の前後では質量は変わらない。

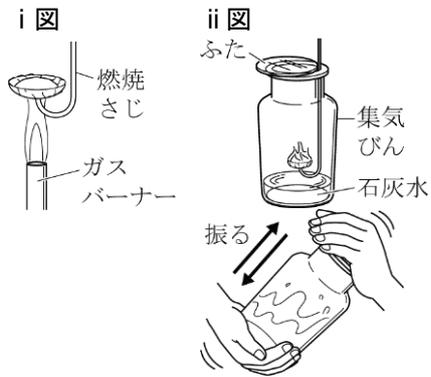
【過去問 30】

砂糖, 食塩, 炭酸水素ナトリウム, デンプンの性質を調べて判別するために, 次の〈実験Ⅰ〉・〈実験Ⅱ〉を行った。〈実験Ⅰ〉・〈実験Ⅱ〉中の物質A～Dはすべて異なる物質であり, それぞれ砂糖, 食塩, 炭酸水素ナトリウム, デンプンのいずれかである。これについて, あとの問1～問3に答えよ。

(京都府 2019 年度)

〈実験Ⅰ〉

操作① アルミニウムはくをまいた燃焼さじを4本用意し, 物質A～Dをそれぞれ0.5gずつ別々にのせ, 右のi図のように, 炎の中に入れて燃えるかどうかを調べる。燃えた物質についてはii図のように, 火がついたまま石灰水の入った集気びんに入れてふたをする。火が消えたら燃焼さじをとり出し, iii図のように集気びんを振り, 石灰水の様子を調べる。



操作② 20℃の水 80gを入れたビーカーを4個用意する。1個目のビーカーに物質Aを8g, 2個目のビーカーに物質Bを8g, 3個目のビーカーに物質Cを8g, 4個目のビーカーに物質Dを8g加えてかき混ぜ, 溶けるかどうかを調べる。

【結果Ⅰ】

	物質A	物質B	物質C	物質D
操作①	燃えて炭になり 石灰水は白くにごった	燃えなかった	燃えて炭になり 石灰水は白くにごった	燃えなかった
操作②	溶けた	少し溶け残った	ほとんどが溶け残った	溶けた

〈実験Ⅱ〉 物質B・Dを0.5gずつ用意する。うすい塩酸100gを入れたビーカーを2個用意する。一方のビーカーに物質Bを0.5g, もう一方のビーカーに物質Dを0.5g加えて, ようすを調べる。

【結果Ⅱ】 物質Bを加えたビーカーでは気体が発生し, 物質Dを加えたビーカーでは気体が発生しなかった。

問1 〈実験Ⅰ〉の操作①で物質A・Cが燃えたときに発生し, 石灰水を白くにごらせた気体は何か, 化学式で書け。また, 物質A・Cのような, 燃えたときに, 石灰水を白くにごらせる気体が発生し, 炭になる物質を何というか, 最も適当なものを, 次の(ア)～(エ)から1つ選べ。

(ア) 混合物 (イ) 単体 (ウ) 無機物 (エ) 有機物

問2 〈実験Ⅰ〉の操作②で物質Dをすでに8g溶かした水溶液に, さらに物質Dを加えて飽和水溶液にする。水溶液の温度は20℃とし, 物質Dは20℃の水100gに36gまで溶けるものとする, 物質Dを少なくともあと何g加えれば飽和水溶液になると考えられるか求めよ。

問3 次の文章は、【結果Ⅰ】・【結果Ⅱ】から、わかったことをまとめたものの一部である。文章中の

・に入る物質として最も適当なものを、(ア)～(エ)からそれぞれ1つずつ選べ。

物質Aは、(実験Ⅰ)の操作①の結果、燃えて炭になり石灰水は白くにごった。また、操作②の結果、溶けた。これらの結果から、物質Aはであることがわかった。

物質Bは、(実験Ⅰ)の操作①の結果、燃えなかった。また、操作②の結果、少し溶け残った。(実験Ⅱ)の結果、物質Bを加えたビーカーでは気体が発生した。これらの結果から、物質Bはであることがわかった。

(ア) 砂糖 (イ) 食塩 (ウ) 炭酸水素ナトリウム (エ) デンプン

問1	化学式	ア イ ウ エ			
問2		g			
問3	X	ア イ ウ エ	Y	ア イ ウ エ	

問1	化学式	CO ₂	エ		
問2		20.8	g		
問3	X	ア	Y	ウ	

問1 石灰水を白くにごらせる気体は二酸化炭素であり、その化学式はCO₂である。空气中で燃えて二酸化炭素が発生する物質は、炭素をふくむ物質である。このような物質を有機物という。ウの無機物は炭素をふくまない物質、イの単体は1種類の原子でできた物質、アの混合物は複数の物質が混ざったものをいう。

問2 飽和水溶液とは、物質が水に限度まで溶けた水溶液のことである。水100gに物質Dは36g溶けるので、80gの水に溶ける物質Dをxgとすると、 $100:36=80:x$ 、 $x=28.8$ [g]となる。物質Dはすでに8g溶けているので、さらに溶ける質量は $28.8-8=20.8$ [g]である。

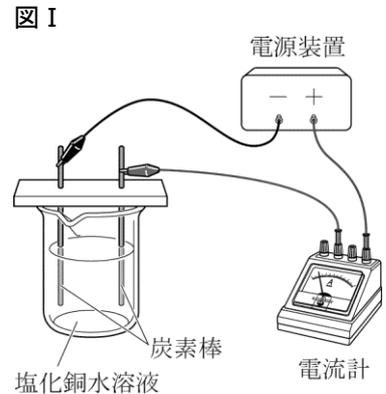
問3 【結果Ⅰ】操作①より、物質A、Cは砂糖かデンプン、物質B、Dは食塩か炭酸水素ナトリウムと考えられる。砂糖は水に溶け、デンプンは水に少ししか溶けないので、操作②より、物質Aは砂糖、物質Cはデンプンといえる。また、【結果Ⅱ】より、うすい塩酸と反応して気体(二酸化炭素)が発生した物質Bは炭酸水素ナトリウムといえる。食塩はうすい塩酸と反応しないので、物質Dは食塩である。

【過去問 31】

物質にはそれぞれ特徴があることに興味をもった理科部のGさんは、顧問のI先生と一緒に実験1, 2を行った。あとの問いに答えなさい。

(大阪府 2019 年度)

【実験1】塩化銅(CuCl_2)の結晶から銅を取り出すため、塩化銅の水溶液をつくり、図Iのように、炭素棒を電極にして電気分解を行った。



【実験2】酸化銅の粉末 4.00 g と炭素の粉末 0.30 g をはかりとり、よく混ぜて試験管の中に入れ、図IIのように加熱した。発生した気体は石灰水に通し、試験管の中に残った物質の質量を測定した。



[実験2の結果] ビーカーの中の石灰水は白くにごり、気体の発生が終わるまで加熱を続けたところ、試験管の中に残った物質の質量の合計は 3.64 g となった。

問3 Gさんは、実験2で試験管の中に残った物質の質量が 3.20 g ではなく、3.64 g になったことについて、原因を推測した。炭素は空気中の酸素とは反応せず酸化銅とだけ反応し、また、反応した酸化銅と炭素はすべて銅と二酸化炭素に変化したものとして、あとの問いに答えなさい。

【Gさんの推測】

推測1：酸化銅または炭素のいずれかを多く試験管の中に入れてしまったため、完全に反応が終わるまで加熱した後も、銅の他に酸化銅または炭素のいずれかが試験管の中に残った。

推測2：酸化銅と炭素の質量をそれぞれ正しくはかりとり試験管の中に入れたが、十分に混ざっていなかったため完全には反応せず、銅の他に酸化銅も炭素も試験管の中に残った。

- ① 推測1のうち、炭素を多く入れてしまったため、酸化銅が完全に反応した後に炭素が残ったことが原因であったとすると、試験管の中に入れた炭素は何gであったと考えられるか、求めなさい。答えは小数第2位まで書きなさい。
- ② 推測2が原因であったとすると、試験管の中に入れた酸化銅は何%が反応したと考えられるか、求めなさい。

問4 実験2では、試験管の中で酸化反応と還元反応が同時に起こっている。次の文中の a , b に入れるのに適している物質の名称をそれぞれ書きなさい。

試験管の中で酸化された物質は a であり、還元された物質は b である。

問3	①	g	
	②	%	
問4	①		②

問3	①	0.74 g	
	②	60 %	
問4	①	炭素	② 酸化銅

問3 ① 酸化銅 4.00 g と炭素 0.30 g が過不足なく反応すると、銅だけが 3.20 g 残るはずが、混合物が 3.64 g 残っている。よって、**推測1**で多い物質が炭素とすると、この 3.64 g の混合物は、銅 3.20 g と炭素であると考えられる。このとき、混合物中の炭素の質量は、 $3.64 \text{ [g]} - 3.20 \text{ [g]} = 0.44 \text{ [g]}$ であり、酸化銅が還元されて銅が 3.20 g できるときに炭素が 0.30 g 使われたので、試験管の中に入れた炭素は、これらの合計の $0.44 \text{ [g]} + 0.30 \text{ [g]} = 0.74 \text{ [g]}$ であったと考えられる。

② 酸化銅 4.00 g 中の酸素の質量は、酸化銅：酸素 = (4 + 1) : 1 より、 $4.00 \text{ [g]} \times \frac{1}{4+1} = 0.80 \text{ g}$

である。4.00 g の酸化銅と 0.30 g の炭素が過不足なく反応することから、酸素と炭素が化合する質量の割合は、酸素：炭素 = $0.80 : 0.30 = 8 : 3$ となる。**実験2の結果**で試験管の中に残った物質の質量の合計は 3.64 g なので、発生した二酸化炭素の質量は、 $(4.00 + 0.30) \text{ [g]} - 3.64 \text{ [g]} = 0.66 \text{ [g]}$

であり、この二酸化炭素 0.66 g 中の酸素の質量は、 $0.66 \text{ [g]} \times \frac{8}{8+3} = 0.48 \text{ [g]}$ となる。酸化銅：酸素 = (4 + 1) : 1 = 5 : 1 より、0.48 g の酸素をふくむ酸化銅の質量を $x \text{ [g]}$ とすると、 $x : 0.48 = 5 : 1$
 $x = 2.40 \text{ [g]}$ したがって、 $\frac{2.40 \text{ [g]}}{4.00 \text{ [g]}} \times 100 = 60 \text{ [%]}$

問4 酸化銅と炭素の混合物を加熱すると、酸化銅が還元されて銅ができ、炭素が酸化されて二酸化炭素が発生する。還元は酸化物が酸素を失う化学変化、酸化は物質が酸素と化合する化学変化であり、これらは同時に起こる。

【過去問 32】

次の問いに答えなさい。

(兵庫県 2019 年度)

問2 炭酸水素ナトリウムを加熱したときにできる物質について、答えなさい。

(1) このとき、できた液体が水であることを確かめる方法について説明した次の文の ， 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。

水は、をに変化させることから確かめられる。

ア ①塩化コバルト紙 ②青色から赤色(桃色)

イ ①塩化コバルト紙 ②赤色(桃色)から青色

ウ ①青色リトマス紙 ②赤色

エ ①赤色リトマス紙 ②青色

(2) 水のほかにできる物質の化学式として適切なものを、次のア～オから2つ選んで、その符号を書きなさい。

ア NaCl イ O₂ ウ Na₂CO₃ エ CO₂ オ H₂

問2	(1)	
	(2)	

問2	(1)	ア	
	(2)	ウ	エ

問2 (1) 乾いた塩化コバルト紙は青色をしているが、水にふれると赤色(桃色)に変化する。

(2) 炭酸水素ナトリウム(NaHCO₃)を加熱すると、炭酸ナトリウム(Na₂CO₃)、二酸化炭素(CO₂)、水(H₂O)の3つの物質に分解する。

【過去問 33】

炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) は重そうとも呼ばれ、カルメ焼きを作るときには欠かせない物質である。この炭酸水素ナトリウムについて、**実験 I**～**実験 III**を行った。次の**問 1**、**問 2**に答えなさい。

(和歌山県 2019 年度)

問 1 次の**実験 I**について、あとの(1)～(3)に答えなさい。

実験 I 「炭酸水素ナトリウムの性質を調べる」

- (i) 図 1 のように実験装置を組み立て、炭酸水素ナトリウムをガスバーナーで十分加熱したところ、気体 **A** が発生し、石灰水は白くにごった。また、試験管中に固体 **B** が残り、試験管の口の部分には液体 **C** がたまった。
- (ii) 液体 **C** に乾燥させた塩化コバルト紙をつけると色が変わった。
- (iii) 水が 5 cm^3 入った試験管を 2 本用意し、一方には炭酸水素ナトリウムを、もう一方には固体 **B** を 0.5 g ずつ入れ、溶け方を観察した。その後、フェノールフタレイン溶液をそれぞれの試験管に 2 滴加え、色の変化を観察した。
- (iv) (iii)の結果を表 1 にまとめた。

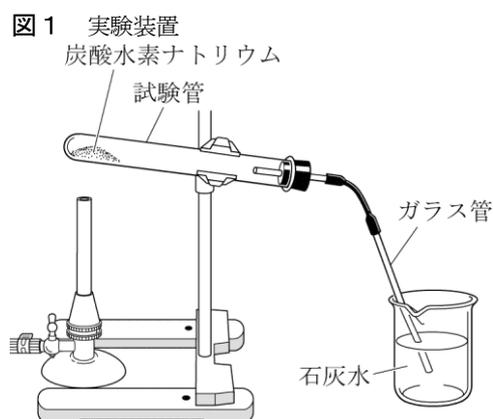


表 1 実験 I (iii)の結果

	炭酸水素ナトリウム	固体 B
水への溶け方	試験管の底に溶け残りがあつた。	すべて溶けた。
フェノールフタレイン溶液を加えたときの色の变化	うすい赤色になった。	濃い赤色になった。

- (1) この実験では、加熱をやめる前に、石灰水からガラス管を引きぬく必要がある。その理由を簡潔に書きなさい。
- (2) 次の文は、(i)～(iv)でわかったことについてまとめた内容の一部である。文中の①～③について、それぞれ **A**、**I** のうち適切なものを 1 つ選んで、その記号を書きなさい。

(ii)で、塩化コバルト紙の色が①{**A** 青色から赤(桃)色 **I** 赤(桃)色から青色}へと変化したことから、液体 **C** は水であることがわかった。

(iii)では、フェノールフタレイン溶液によって、どちらの水溶液も赤色に変化したことから、この 2 つの水溶液の性質はどちらも②{**A** 酸性 **I** アルカリ性}であることがわかった。また、変化した後の赤色の濃さの違いから、②の性質が強いのは、③{**A** 炭酸水素ナトリウム **I** 固体 **B**}が溶けた水溶液であるとわかった。

- (3) 炭酸水素ナトリウムは加熱により、気体A、固体B、水に分かれた。このときの化学変化を表す化学反応式を書きなさい。ただし、解答欄には化学反応式を途中まで示している。

問2 次の実験Ⅱ、実験Ⅲについて、あとの(1)～(3)に答えなさい。

実験Ⅱ 「炭酸水素ナトリウムと塩酸との反応を調べる」

- (i) 図2のように、うすい塩酸40.0gが入ったビーカーに炭酸水素ナトリウム1.0gを加え、ガラス棒でかき混ぜ完全に反応させた。次に、発生した二酸化炭素を空气中に逃がしてから、ビーカー内の質量をはかった。
- (ii) うすい塩酸40.0gを入れたビーカーを5個用意し、それぞれに加える炭酸水素ナトリウムの質量を2.0g、3.0g、4.0g、5.0g、6.0gと変えて、(i)と同じ操作を行った。
- (iii) (i)、(ii)の測定結果を表2にまとめた。
- (iv) 表2から、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の関係を、図3のグラフにまとめた。

図2 実験のようす



図3 グラフ

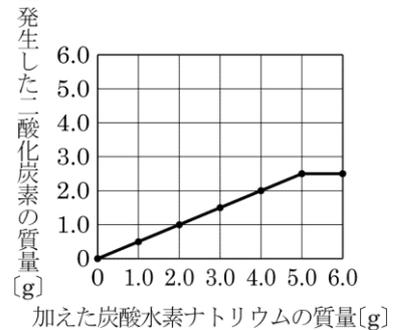


表2 実験Ⅱ(i)、(ii)の測定結果

加えた炭酸水素ナトリウムの質量[g]	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
ビーカー内の質量[g]	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.5

実験Ⅲ 「ベーキングパウダーに含まれる炭酸水素ナトリウムの割合を調べる」

- (i) 炭酸水素ナトリウムのかわりに、ホットケーキなどを作るときに使用されるベーキングパウダーを使って、実験Ⅱ(i)、(ii)と同じ操作を行った。
- (ii) (i)の測定結果を表3にまとめた。

表3 実験Ⅲ(i)の測定結果

加えたベーキングパウダーの質量[g]	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
ビーカー内の質量[g]	40.00	40.85	41.70	42.55	43.40	44.25	45.10

- (1) 塩酸の性質について述べ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 赤色リトマス紙を青色に変える。

イ 緑色のBTB溶液を青色に変える。

ウ 水分を蒸発させると、白い固体が残る。

エ マグネシウムと反応して、気体が生じる。

- (2) 実験Ⅱについて考察した文として正しいものを、次のア～エの中から2つ選んで、その記号を書きなさい。
- ア 加える炭酸水素ナトリウム 6.0 g をすべて反応させるためには、同じ濃度のうすい塩酸が 48.0 g 必要である。
- イ 炭酸水素ナトリウムを 5.0 g 以上加えたときに、はじめてビーカー内の水溶液に塩化ナトリウムが生じ始める。
- ウ 発生した二酸化炭素の質量は、加えた炭酸水素ナトリウムの質量に常に比例する。
- エ 図3のグラフで、発生した二酸化炭素の質量が変わらなくなったとき、ビーカー内の塩酸はすべて反応している。
- (3) 表2と表3より、加えたベーキングパウダーに含まれる炭酸水素ナトリウムの割合は何%か、書きなさい。ただし、使用するベーキングパウダーは、炭酸水素ナトリウムと塩酸の反応においてのみ気体が発生するものとする。

問1	(1)						
	(2)	①		②		③	
	(3)	$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow$					
問2	(1)						
	(2)						
	(3)	%					

問1	(1)	石灰水が試験管に逆流しないようにするため。					
	(2)	①	ア	②	イ	③	イ
	(3)	$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$					
問2	(1)	エ					
	(2)	ア			エ		
	(3)	30 %					

- 問1 (1) 加熱をやめる前に石灰水からガラス管を引きぬいておかないと、冷えて気圧が下がった試験管の中に石灰水が逆流してしまう危険性がある。
- (2) 青色の塩化コバルト紙に水をつけると赤(桃)色に変化する。フェノールフタレイン溶液をアルカリ性の水溶液に加えると、無色から赤色に変化する。アルカリ性が強いほどフェノールフタレイン溶液が示す赤色は濃くなる。
- (3) 炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) を加熱すると分解して、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3)、二酸化炭素 (CO_2)、水 (H_2O) ができる。
- 問2 (1) 塩酸は酸性の水溶液なので、マグネシウムと反応して、気体の水素が生じる。また、青色リトマス紙を赤

色に変え、緑色のBTB溶液を黄色に変える。溶質である塩化水素は気体なので、水分を蒸発させても固体は残らない。

- (2) ここでは、 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ という反応が起きている。塩化ナトリウムは炭酸水素ナトリウムを加えはじめた直後から生じている。図3のグラフから、炭酸水素ナトリウムを加えはじめたときは、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は比例しているが、炭酸水素ナトリウムの質量が5.0 g以上になると、炭酸水素ナトリウムを増やしても発生する二酸化炭素の質量は一定で変化しなくなることがわかる。このとき、ビーカー内の塩酸はすべて反応している。つまり、塩酸40.0 gと炭酸水素ナトリウム5.0 gが過不足なく反応すると考えられるので、

炭酸水素ナトリウム6.0 gをすべて反応させるためには、 $40.0 \text{ [g]} \times \frac{6.0 \text{ [g]}}{5.0 \text{ [g]}} = 48.0 \text{ [g]}$ より、塩酸48.0 gが必要とわかる。

- (3) 表2では、加えた炭酸水素ナトリウムの質量が1.0 gのとき、ビーカー内の質量が40.5 gになっており、 $40.0 \text{ [g]} + 1.0 \text{ [g]} - 40.5 \text{ [g]} = 0.5 \text{ [g]}$ より、0.5 gの二酸化炭素が発生して出ていったとわかる。表3では、加えたベーキングパウダーの質量が1.0 gのとき、ビーカー内の質量が40.85 gになっており、 $40.0 \text{ [g]} + 1.0 \text{ [g]} - 40.85 \text{ [g]} = 0.15 \text{ [g]}$ より、0.15 gの二酸化炭素が発生している。0.5 gの二酸化炭素が1.0 gの炭酸水素ナトリウムから発生するので、0.15 gの二酸化炭素が発生するのは、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が、

$1.0 \text{ [g]} \times \frac{0.15 \text{ [g]}}{0.5 \text{ [g]}} = 0.3 \text{ [g]}$ のときである。よって、 $\frac{0.3 \text{ [g]}}{1.0 \text{ [g]}} \times 100 = 30 \text{ [%]}$ と求められる。

【過去問 34】

鉄と硫黄の混合物を加熱したときの変化を調べるために、次の**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 2019 年度)

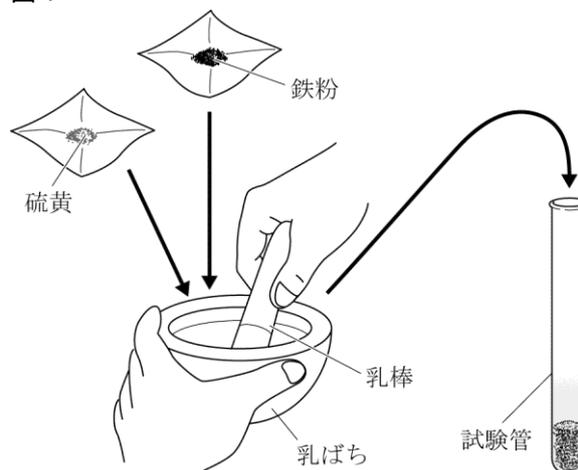
実験 1

図 1 のように、乳ばちに鉄粉 5.6 g と硫黄(粉末)3.2 g を入れて乳棒で十分に混ぜ合わせ、一部を試験管に入れた。

この試験管をガスバーナーで加熱して、混合物の色が赤く変わりはじめたところで加熱をやめた。

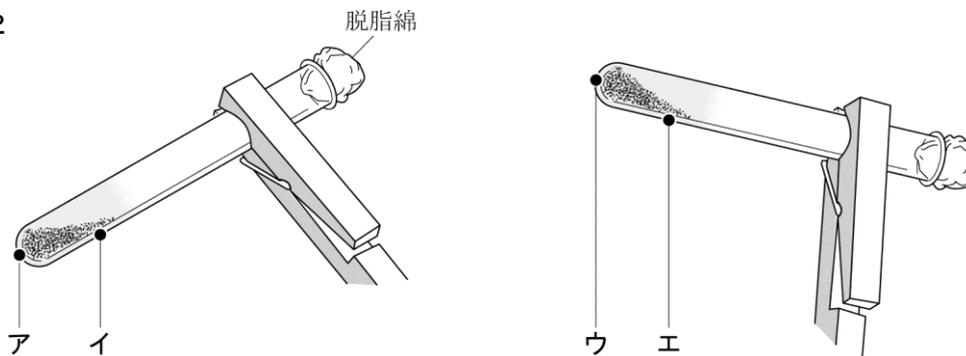
その後も反応が進んで鉄と硫黄はすべて反応し、黒い物質が生じた。

図 1



問 1 図 1 の試験管をガスバーナーで加熱するとき、試験管の向きと加熱する場所として、最も適切なものを、次の図 2 のア～エからひとつ選び、記号で答えなさい。

図 2



問 2 **実験 1** の下線部の黒い物質は何か、**物質名**を答えなさい。

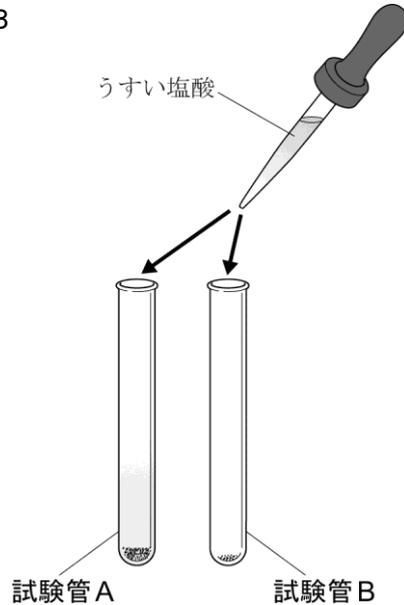
問 3 図 1 の試験管を加熱したときに起こった化学変化を、化学反応式で表しなさい。

問 4 **実験 1** で生じた黒い物質の質量は 3.3 g であった。このとき反応した硫黄の質量は何 g か、答えなさい。

実験 2

図3のように、試験管Aと試験管Bを用意した。試験管Aには、実験1の乳ばちに残った粉末を少量入れ、試験管Bには、実験1で生じた黒い物質を少量入れた。次に、それぞれの試験管にうすい塩酸を数滴加えると、両方の試験管からそれぞれ気体が発生した。

図3



問5 実験2の試験管Aと試験管Bに、それぞれ発生した気体の性質の組み合わせとして、最も適切なものを、次のア～カからひとつ選び、記号で答えなさい。

	試験管A	試験管B
ア	無色，無臭で，空気中で火をつけると，音を立てて燃える。	無色で特有のにおいがあり，有毒である。
イ	無色で特有のにおいがあり，有毒である。	黄緑色で刺激臭があり，殺菌作用がある。
ウ	黄緑色で刺激臭があり，殺菌作用がある。	無色，無臭で，空気中で火をつけると，音を立てて燃える。
エ	無色，無臭で，空気中で火をつけると，音を立てて燃える。	黄緑色で刺激臭があり，殺菌作用がある。
オ	無色で特有のにおいがあり，有毒である。	無色，無臭で，空気中で火をつけると，音を立てて燃える。
カ	黄緑色で刺激臭があり，殺菌作用がある。	無色で特有のにおいがあり，有毒である。

問1	
問2	
問3	
問4	g
問5	

問1	イ
問2	硫化鉄
問3	$\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$
問4	1.2 g
問5	ア

問1 鉄と硫黄の混合物を試験管に入れて加熱するときは、試験管の口を上にして、混合物の上部を加熱する。

問2 鉄と硫黄の混合物を加熱すると、鉄と硫黄が化合して、硫化鉄という黒い物質ができる。

問3 鉄 (Fe) の原子と硫黄 (S) の原子が 1 : 1 の数の比で化合して、硫化鉄 (FeS) ができる。これを化学反応式で表すと、 $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$ となる。

問4 実験1では、鉄粉 5.6 g と硫黄 3.2 g を混ぜ合わせている。このときの鉄と硫黄の質量の比は、 $5.6 : 3.2 = 56 : 32 = 7 : 4$ である。この混合物の一部を加熱したときに鉄と硫黄がすべて反応したので、反応した鉄と硫黄の質量の比は 7 : 4 である。よって、硫化鉄 3.3 g のうちの硫黄の質量の割合は

$$\frac{4}{7+4} = \frac{4}{11} \text{であるから、硫黄の質量は、} 3.3 \times \frac{4}{11} = 1.2 \text{ [g]}$$

問5 試験管Aにうすい塩酸を加えると、鉄と硫黄の混合物のうちの鉄とうすい塩酸が反応して、水素が発生する。水素は無色、無臭で、空気中で火をつけると音を立てて燃え、水ができる。

また、試験管Bにうすい塩酸を加えると、硫化鉄とうすい塩酸が反応して、硫化水素が発生する。硫化水素は無色で、卵のくさったような特有のにおい(腐卵臭)があり、有毒である。

【過去問 35】

次の問いに答えなさい。

(島根県 2019 年度)

問2 銅の質量と化合する酸素の質量の関係を調べる目的で**実験2**を行った。これについて、あとの1～3に答えなさい。

実験2

操作1 図3のように、空のステンレス皿の質量をはかった。

操作2 銅粉末 0.40 g をはかり取り、図4のように、銅粉末をステンレス皿全体にうすく広げ、銅の赤い色がすべて黒い色になるまでよくかき混ぜながら、十分に加熱した。

操作3 よく冷やしてから、加熱したステンレス皿と黒い色の物質の質量をはかった。

操作4 操作2の銅粉末の質量を 0.60 g, 0.80 g, 1.00 g に変え、操作1～操作3をくり返し行い、結果をまとめた。

図3

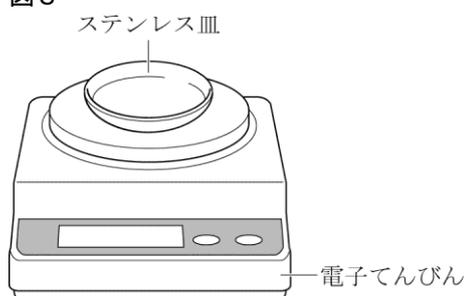
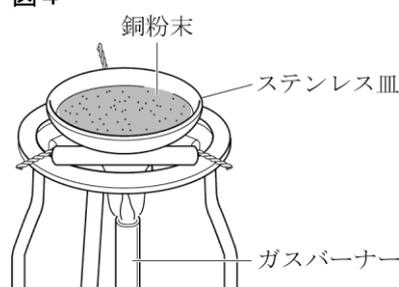


図4



結果

加熱前のステンレス皿のみの質量[g]	20.12	20.10	20.09	20.12
銅粉末の質量[g]	0.40	0.60	0.80	1.00
加熱後のステンレス皿と黒い色の物質の質量[g]	20.62	20.85	21.09	21.37

- 下線部で銅の色が変化したのは、空気中に存在する酸素と化合したからである。この反応のように、物質が酸素と化合する化学変化を何というか、その名称を答えなさい。
- 結果をもとに、銅粉末の質量 [g] と生成した黒い色の物質の質量 [g] との関係を表すグラフをかきなさい。なお、解答欄の縦軸と横軸のすべての [] には、結果の最大値を考えて、目盛りをかきなさい。
- 実験2で生じた黒い色の物質を集めて 3.00 g はかり取った。これに十分な量の炭素粉末を加え、よく混ぜ合わせて十分に加熱したところ、銅粉末をとり出すことができた。このとき、とり出すことができる銅粉末は何 g か、小数第2位まで求めなさい。

問2	1	
	2	
	3	g

問2	1	酸化
	2	
	3	2.40 g

問2 (1) 銅は赤色だが、銅が酸素と化合（酸化）してできた酸化銅は黒色である。このときの反応は、 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ である。

(2) 黒い色の物質の質量は、加熱後のステンレス皿と黒い色の物質の質量から、加熱前のステンレス皿のみの質量を引けば求められる。たとえば、銅粉末の質量が 0.40 g のときは、 $20.62 - 20.12 = 0.5$ [g]。同様にしてそれぞれの点の位置を求め、それらの点と原点を通る直線にかく。軸の目盛りは、最大値となる $21.37 - 20.12 = 1.25$ [g] があてはまる数値となるように決める。

(3) 表や求めたグラフより、酸化銅では、銅と酸素が銅：酸素 = 4 : 1 の質量の比で結びついている。

したがって、酸化銅 3.00 g 中に含まれる銅の質量は、 $3.00 \times \frac{4}{4+1} = 2.40$ [g]

【過去問 36】

律子さんは、授業でA I（人工知能）に関する調べ学習をした。次は、律子さんがつくったポスターの一部である。問いに答えなさい。

(岡山県 2019 年度)

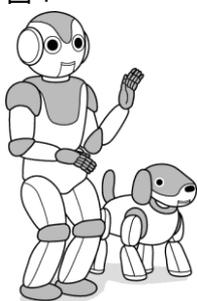
身近になったA I ～A Iの活用例～

A Iってなに？

A Iとは人の知的機能を代行するコンピュータシステム。

☆ロボット

図1



A Iがマイクやカメラなどの入力装置からの情報を得て、**図1**のような、人や動物に似せたロボットは、声や動きに対して反応する。それは、**(a)人が耳や目などから情報を得て反応するのと似ている**。声の場合、A Iは**(b)音の振動を解析し、ことばに変換して認識している**。

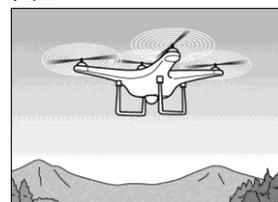


ロボットはA Iの進歩によって声や動きを細かく認識できるようになってきました。コミュニケーションロボットは、より高機能になると考えられます。

☆ドローン

図2のようなドローンは、遠隔操作で飛行したり、自動で飛行したりする。機体には主に**(c)プラスチック**が使われている。A Iが各種センサーから**(d)機体の傾きなどの情報**を得て、プロペラの回転数を制御することで、ドローンは、安定した飛行を実現している。

図2



ドローンがA Iによる自動制御で飛行できるようになれば、山間部への物品の運搬などが容易になり、労働力不足の解消などに効果があると考えられます。

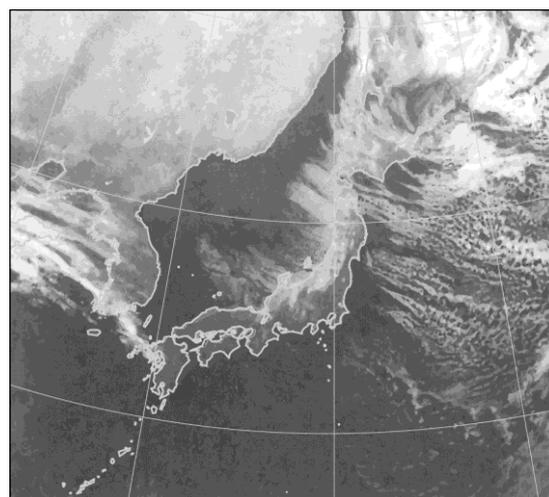
☆画像認識

気象分野では、A Iが**図3**のような過去の膨大な**(e)気象情報**を学習し、最新の気象情報から、天気の変化を予測している。医療分野では、**(f)レントゲン検査やX線を使ったCT検査**、**(g)小型のカメラを体内に入れる内視鏡検査**などで得られる画像をA Iが解析し、それを医師が診断するときに活用する研究が進んでいる。



画像認識は様々な分野に応用されている技術の一つです。
A Iは短時間で正確な予測や解析が期待できるため、人による判断と合わせて、より精度が高くなると考えられます。

図3 (気象庁Webページから作成)



まとめ

問3 下線部(c)について、(1)、(2)に答えなさい。

- (1) プラスチックは、ロウや砂糖などと同じように、燃焼させると二酸化炭素と水を生じる。このような物質を何といいますか。
- (2) 質量 0.54 g、体積 0.45cm³のプラスチックの密度は何 g/cm³ですか。

問3	(1)	
	(2)	g/cm ³

問3	(1)	有機物
	(2)	1.2 g/cm ³

問3 (1) 炭素を含む物質を有機物といい、有機物を燃焼させると二酸化炭素が生じる。また、有機物にはふつう水素原子も含まれるので、燃焼させたときに水も生じる。なお、炭素そのものや二酸化炭素などの物質は、炭素を含んでいても有機物ではなく、無機物に分類される。

- (2) 密度 [g/cm³] = $\frac{\text{物質の質量 [g]}}{\text{物質の体積 [cm}^3\text{]}}$ より、 $\frac{0.54 \text{ [g]}}{0.45 \text{ [cm}^3\text{]}} = 1.2 \text{ [g/cm}^3\text{]}$

【過去問 37】

陽子さんは、理科の授業で銅と酸素を反応させる実験を行った。次は、そのときの【実験 1】のレポートの一部である。問 1，問 2 に答えなさい。

(岡山県 2019 年度)

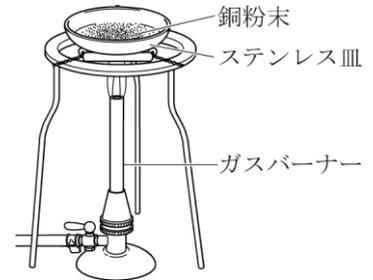
【実験 1】 図 1 のように、銅粉末をはかりとって強火でしっかりと加熱し、加熱後の物質の質量を測定した。これを銅粉末の質量を変えてくり返した。

〈目的〉 銅と酸素が反応するときの質量の関係を確かめる。

〈結果〉

反応前の銅粉末の質量 [g]	0.50	1.00	1.50	2.00
加熱後の物質の質量 [g]	0.59	1.18	1.77	2.37

図 1



○グラフ

〈考察〉 実験結果のグラフから、(a)反応前の銅粉末の質量と反応した酸素の質量の間には比例関係があることがわかった。銅粉末がすべて酸化銅 (CuO) に変化すると、反応前の銅粉末の質量と加熱後の物質の質量との比は 4 : 5 になるが、(b)実験で得られた加熱後の物質の質量は、この比から予想されるものと比べて小さかった。この理由には、銅粉末が完全に反応しきっていないことが考えられる。

問 1 【実験 1】について、(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 2種類以上の物質が結びついて、別の物質ができる化学変化を何といいますか。
- (2) 下線部(a)について、【実験 1】の結果から得られるグラフを、解答用紙にかきなさい。
- (3) 下線部(b)について、加熱後の物質が、生じた酸化銅 (CuO) と未反応の銅粉末 (Cu) のみだとすると、反応前の銅粉末の質量が 2.00 g のときでは、未反応の銅粉末の質量は何 g ですか。

問2 陽子さんは、酸化鉄を含む鉄鉱石を、コークス（炭素）とともに加熱し、鉄を得ていることを知った。このように、酸素と結びつきが強く、加熱しただけでは酸素をとり除くことが難しい物質については、より酸素と結びつきやすい物質と反応させることで、酸素をとり除くことができる。そこで、銀、銅、マグネシウム、炭素について、酸素との結びつきやすさを比較するため、【実験2】～【実験5】を行った。(1)～(3)に答えなさい。

【実験2】 酸化銀 (Ag_2O) と酸化銅 (CuO) を、それぞれ試験管の中で加熱した。

〈結果〉 酸化銀からは気体が発生し、銀を生じた。酸化銅は反応しなかった。

【実験3】 【実験2】 では反応しなかった酸化銅を、図2のように炭素粉末とともに加熱し、(c)気体が発生してしばらくしてから、試験管Bに気体を集めた。

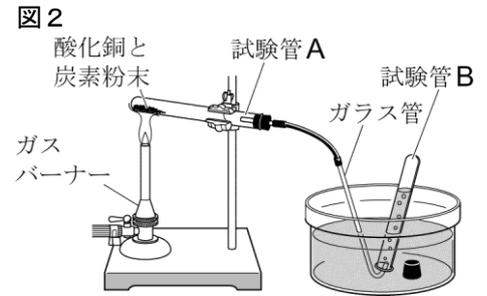
〈結果〉 試験管Aの中に銅を生じた。また、試験管Bの中の気体は二酸化炭素であった。

【実験4】 マグネシウムリボンを二酸化炭素中で燃焼させた。

〈結果〉 マグネシウムリボンは激しく反応し、酸化マグネシウム (MgO) と炭素を生じた。

【実験5】 マグネシウム粉末と銀粉末を、それぞれ空気中で加熱した。

〈結果〉 マグネシウム粉末は激しく反応し、酸化マグネシウムを生じた。銀粉末は反応しなかった。



(1) 【実験2】 について、酸化銀を加熱したときの反応を表した次の化学反応式を完成させなさい。



(2) 下線部(c)について、ガラス管からはじめに出てくる気体を集めない理由を説明しなさい。

(3) 【実験1】～【実験5】の結果から、次のア～エを酸素と結びつきやすい順に並べ、記号で答えなさい。

ア 銀 イ 銅 ウ マグネシウム エ 炭素

(3) 考察に、「銅粉末がすべて酸化銅になると、反応前の銅粉末の質量と加熱後の物質の質量との比は4:5になる」とあるので、銅粉末と酸素は、 $4 : (5 - 4) = 4 : 1$ の質量の比で化合するとわかる。また、【実験1】では銅粉末が2.00 gのとき、 $2.37 \text{ [g]} - 2.00 \text{ [g]} = 0.37 \text{ [g]}$ の酸素が化合している。よって、このときすでに反応した銅粉末の質量を $x \text{ g}$ とすると、 $x : 0.37 = 4 : 1$ より、 $x = 1.48 \text{ [g]}$ となる。したがって、未反応の銅粉末の質量は、 $2.00 - 1.48 = 0.52 \text{ [g]}$ である。

問2 (1) 酸化銀 (Ag_2O) を加熱すると、銀 (Ag) と酸素 (O_2) に分解する。化学反応式をつくる場合は、まずこれらをそのまま、 $\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag} + \text{O}_2$ と書く。次に、式の左側と右側で酸素原子の個数を等しく (= 2個に) するために、式の左側に Ag_2O を1個追加して、 $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag} + \text{O}_2$ とする。さらに、式の左側と右側で銀原子の個数を等しく (= 4個に) するために、式の右側に Ag を3個追加して、 $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$ とする。このようにしてできた最後の式は、式の左右で原子の数がすべて等しいので、正しい化学反応式である。

(2) 図2のような装置で気体を発生させるとき、試験管Aやゴム管には空気が入っており、気体の発生が始まってしばらくは、発生した気体とともに装置内の空気も試験管Bの中に入ってくる。したがって、ガラス管からはじめに出てくる気体には、もともと試験管Aやゴム管に入っていた空気が多く含まれており、発生した気体の性質を調べるのに適していない。

(3) 【実験3】から、高温のとき、酸素原子は酸化銅から離れて炭素と結びつくので、炭素の方が銅よりも酸素と結びつきやすいといえる (炭素 > 銅)。【実験4】から、高温のとき、酸素は二酸化炭素から離れてマグネシウムと結びつくので、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いえる (マグネシウム > 炭素)。【実験1】から、高温のとき銅は酸素と結びつくが、【実験5】から、高温のときにも銀は酸素と結びつかない (銅 > 銀)。

これらの関係をまとめると、酸素との結びつきやすさは、マグネシウム > 炭素 > 銅 > 銀となる。

なお、【実験5】から、高温のときにマグネシウムは酸素と結びつくが、銀は酸素と結びつかず、【実験2】から、すでに銀と酸素と結びついている酸化銀は、高温になると分解し、銀と酸素が分かれることも、この順番と一致する。

【過去問 38】

ある学級の理科の授業で、美咲さんたちは、液体どうしの混合物を加熱して取り出した液体を調べる実験をして、それぞれでノートにまとめました。次に示した【ノート】は、美咲さんのノートの一部です。あとの問1～問5に答えなさい。

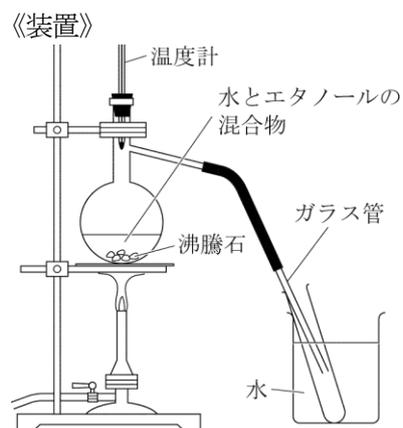
(広島県 2019 年度)

【ノート】

〔方法〕

I 右の図のように装置を組み立て、水 20cm^3 とエタノール 5cm^3 の混合物を加熱し、出てきた液体を順に3本の試験管A～Cに約 3cm^3 ずつ集めたら①加熱をやめる。1本集めるときに②出てくる気体の温度を測定する。

II 3本の試験管にたまった液体のにおいをそれぞれ調べる。また、3本の試験管にたまった液体にそれぞれ浸したろ紙を蒸発皿に置き、そこにマッチの火を近付けたときの様子を調べる。



〔結果〕

試験管	A 1本目	B 2本目	C 3本目
温度[℃]	85.3	89.5	93.0
におい	エタノールのにおいがした	少しエタノールのにおいがした	においはしなかった
火を近付けたときの様子	よく燃えた	燃えるがすぐ消えた	燃えなかった

〔考察〕

〔結果〕から、3本の試験管にたまった液体を比べると、1本目の③試験管Aはエタノールを最も多く含んでいるが、2本目の試験管B、3本目の試験管Cの順に、次第に水を多く含むようになることが分かる。

問1 この実験のように、液体を加熱して沸騰させ、出てくる気体を冷やして再び液体として取り出す方法を何とといいますか。その名称を書きなさい。

問2 下線部①について、加熱をやめるときには、《装置》のガラス管が、試験管にたまった液体の中に入っていないことを確認する必要があります。これは、ある現象が起こることを防ぐためです。それはどのような現象ですか。簡潔に書きなさい。

問 1	
問 2	
問 3	
問 4	(1)
	(2)
問 5	

問 1	蒸留	
問 2	試験管にたまった液体の逆流。	
問 3	ウ	
問 4	(1)	エタノールの沸点は水の沸点よりも低いため。
	(2)	77.0 %
問 5	C, H	

- 問 1 異なる種類の液体からなる混合物を加熱し、それぞれの物質の沸点のちがいを利用して、混合物からそれぞれの物質を分けて取り出す方法を蒸留という。
- 問 2 加熱をやめると、温度が下がってフラスコの中の圧力も下がる。このとき、ガラス管の先が試験管にたまった液体の中に入っていると、液体がガラス管から逆流してしまう。
- 問 3 状態変化では、物質の粒子の運動のようすが変わる。そのため、加熱して液体から気体へと変化するとき、粒子どうしの間隔が広がって体積が大きくなる。一方、粒子の種類や数、大きさが変化することはないため、質量は変化しない。
- 問 4 (1) 学校の実験室のような環境では、水の沸点は 100°C 、エタノールの沸点は 78°C である。エタノールの沸点は水の沸点よりも低いため、水とエタノールの混合物を加熱すると、先にエタノールが多く気体になって出てくる。
- (2) 液体の体積は 18.0cm^3 、質量は 15.3g なので、密度 $[\text{g}/\text{cm}^3] = \frac{\text{物質の質量} [\text{g}]}{\text{物質の体積} [\text{cm}^3]}$ より、 $\frac{15.3 [\text{g}]}{18.0 [\text{cm}^3]} = 0.85 [\text{g}/\text{cm}^3]$ である。グラフより、密度が $0.85\text{g}/\text{cm}^3$ のときの質量パーセント濃度は 77.0% である。
- 問 5 塩化コバルト紙が青色から赤色に変化したことから、集気びんの内側に付いた液体は水 (H_2O) であると分かる。また、石灰水が白くにごったことから、二酸化炭素 (CO_2) ができたことが分かる。よって、エタノールには、H (水素)、O (酸素)、C (炭素) が含まれていることが考えられるが、エタノールを燃焼させてこれらの物質が生じたことから、酸素がエタノールに含まれていたものなのか、燃焼の際に結びついた空気中のものなのかは、この実験だけでは判断できない。したがって、これらのうちから O を除いた H と C が解答となる。なお、実際には、エタノールはこれらの 3 種類の原子がすべて含まれている。

【過去問 39】

炭酸水素ナトリウムの熱分解について調べるために、次の実験を行った。あとの問1～問4に答えなさい。

(山口県 2019 年度)

[実験]

- ① 炭酸水素ナトリウム 1.0 g をはかりとり、乾いた試験管に入れた。
- ② ①の試験管の質量をはかって記録した後、図1のように、試験管を加熱した。
- ③ ガラス管からはじめに出てきた気体を、試験管1本分ほど集めて捨てた後、ガラス管からさらに出てくる気体を試験管に集め、水中でゴム栓をした。
- ④ ガラス管から気体が出てこなくなるまで十分に試験管を加熱した後、ガラス管を水そうからとり出し、ガスバーナーの火を消した。このとき、加熱していた試験管の口の内側には液体が付着していた。
- ⑤ ③で気を集めた試験管のゴム栓をはずして、火のついた線香を試験管に入れてようすを観察した。
- ⑥ 加熱していた試験管には白い固体が残っていた。加熱していた試験管からゴム栓をはずして、試験管を十分に乾燥させた後、白い固体を含めた試験管の質量をはかり、記録した。
- ⑦ ①の炭酸水素ナトリウムの質量を 2.0 g, 3.0 g, 4.0 g にかえて、②～⑥の操作を行った。表1は、実験の結果をまとめたものである。

図1

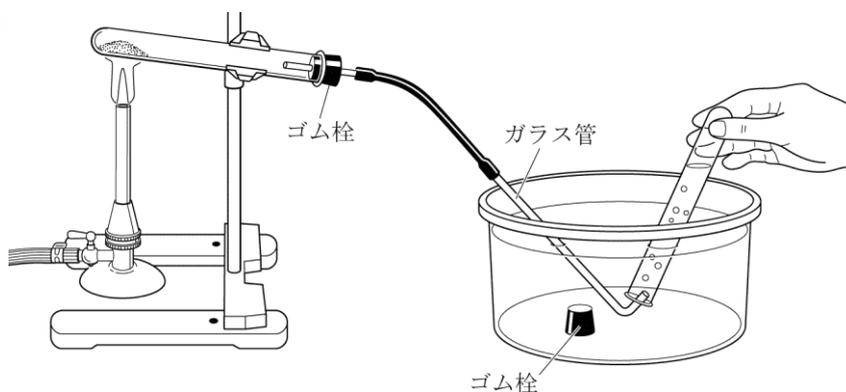


表1

炭酸水素ナトリウムの質量[g]	1.0	2.0	3.0	4.0
②ではかった質量 [g]	25.6	26.6	27.6	28.6
⑥ではかった質量 [g]	25.3	25.8	26.6	27.2

問1 [実験] の④の下線部が水であるかどうかを調べることにした。次の文が、そのときの方法を説明したものとなるように、() 中の a～d の語句について、正しい組み合わせを、1～4 から1つ選び、記号で答えなさい。

加熱していた試験管の口の内側に付着した液体に、乾いた (a リトマス紙 b 塩化コバルト紙) をつけ、(c 赤色から青色 d 青色から赤色) に変化すると、付着した液体が水であることがわかる。

- 1 aとc 2 aとd 3 bとc 4 bとd

問2 [実験] の④において、実験を安全に行うためには、試験管の加熱をやめる前に水そうからガラス管をとり出す必要がある。その理由を書きなさい。

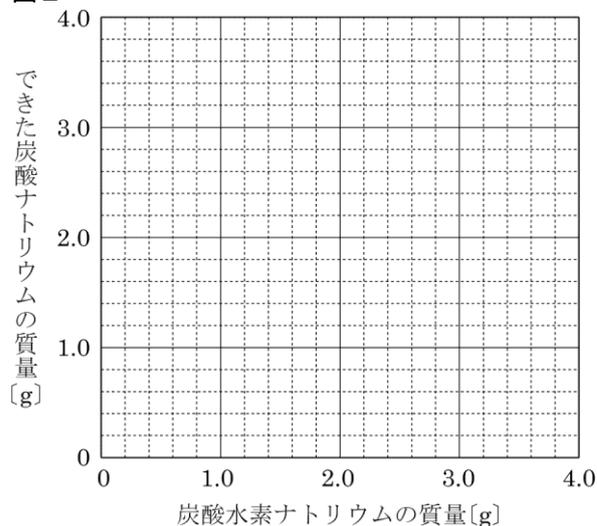
問3 [実験] の③で試験管に集めた気体は、二酸化炭素である。このとき、[実験] の⑤の下線部において、火のついた線香のようすがどのようなになると、集めた気体が二酸化炭素であることが確かめられるか。書きなさい。

問4 [実験] の⑥の下線部は、炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 の熱分解によってできた炭酸ナトリウム Na_2CO_3 である。次のア、イに答えなさい。

ア 表1をもとにして、「炭酸水素ナトリウムの質量」と「できた炭酸ナトリウムの質量」の関係を表すグラフを、図2にかきなさい。

イ [実験] において起こった炭酸水素ナトリウムの熱分解を、化学反応式で書きなさい。

図2



問 1	
問 2	
問 3	
問 4	ア <div style="text-align: center;"> 図 2 </div>
	イ

問 1	4
問 2	例 水が試験管内に逆流しないようにするため。
問 3	火が消える。
問 4	ア <div style="text-align: center;"> 図 2 </div>
	イ

- 問 1 青色の塩化コバルト紙が赤色に変化することで、水を判別することができる。リトマス紙は、酸性の場合に青色から赤色に変わり、アルカリ性の場合に赤色から青色に変わるため、中性である水の判別には使えない。
- 問 2 水そうからガラス管をとり出しておかないと、火を止めた後、発生した水がガラス管を通して試験管に逆流してしまうことがある。

問3 発生した二酸化炭素を水上置換法によって集めているため、試験管内はほぼすべてが二酸化炭素となっている。二酸化炭素には水素のように燃えたり、酸素のようにものを燃やすのを助けたりする性質はなく、試験管内にはこれらの性質をもつ他の気体がふくまれないと考えられるため、この試験管に火のついた線香を入れると、すぐに火が消える。

問4 この実験では、 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ という反応が起きている。実験の⑥のとき、二酸化炭素(CO_2)はもとの試験管から気体として出ていっており、また水(H_2O)は、「試験管を十分に乾燥させた」とあるので、蒸発していると考えられる。よって、表1の②ではかった質量と⑥ではかった質量の差が、炭酸水素ナトリウム(NaHCO_3)の分解によって発生した二酸化炭素と水の質量である。この発生した二酸化炭素と水の質量を求めると、炭酸水素ナトリウムが1.0gのときには $25.6[\text{g}] - 25.3[\text{g}] = 0.3[\text{g}]$ となる。よって、1.0gの炭酸水素ナトリウムからできた炭酸ナトリウムは $1.0[\text{g}] - 0.3[\text{g}] = 0.7[\text{g}]$ である。同様に、炭酸水素ナトリウムが2.0g, 3.0g, 4.0gのときについても求めると、次の表のようになる。これらを表す点をかき、どの点からも近くなるようにグラフを作成する。

炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	1.0	2.0	3.0	4.0
発生した二酸化炭素と水の質量 [g]	0.3	0.8	1.0	1.4
できた炭酸ナトリウムの質量 [g]	0.7	1.2	2.0	2.6

【過去問 40】

AさんとBさんは、よく冷える瞬間冷却パック（簡易冷却パック）を身近な材料でつくろうと考え、理科室でT先生と次の探究的な活動を行った。あとの問いに答えなさい。

（山口県 2019 年度）

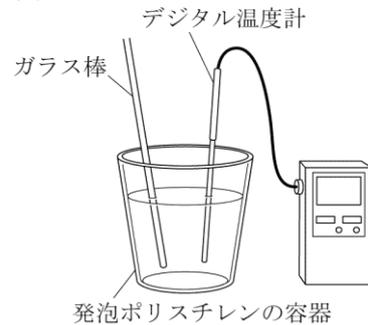
瞬間冷却パックの材料として、市販されているクエン酸と重そうを用意し、次の〈仮説1〉を検証するために、実験を行った。

〈仮説1〉クエン酸と重そうの質量の合計が大きいほど、温度がより低くなる。

【実験】

- ① クエン酸 10 g と重そう 10 g をよく混ぜ、発泡ポリスチレンの容器に入れた。
- ② 図1のように、デジタル温度計を入れ、水 100 cm³ を加え、ガラス棒でかき混ぜながら、10 秒ごとに温度を記録した。温度が一定になっても、開始から6分間は測定を続けた。
- ③ ①で混ぜる材料の質量を「クエン酸 20 g と重そう 20 g」「クエン酸 30 g と重そう 30 g」にかえて、①、②の操作を行った。
- ④ 結果と考察を図2のようにまとめた。

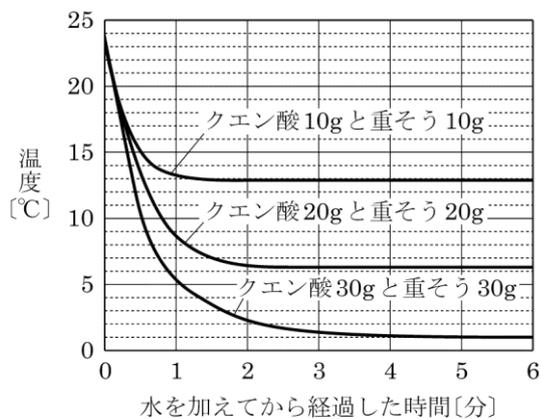
図1



〔装置の構造をわかりやすくするため、中が見えるように図示している。〕

図2

【結果】



【考察】

クエン酸と重そうの質量の合計が大きいほど、最低温度が低くなっており、〈仮説1〉は正しいといえる。

次に、Aさんは、より冷える条件を見つけようと考え、次の〈仮説2〉をたてた。

〈仮説2〉クエン酸と重そうの質量の比によって、最低温度が変わる。

Aさんは、〈仮説2〉を検証するために、[実験]の①で混ぜる材料の質量を表1のようにかえ、[実験]の①、②の操作を行う計画をたてた。

表1

	クエン酸と重そうの質量の比	クエン酸の質量	重そうの質量
1回目	1 : 2	30g	60g
2回目	1 : 1	30g	30g
3回目	2 : 1	30g	15g

問2 [実験]の①において、発泡ポリスチレンの容器を用いたのはなぜか。「熱」という語を用いて、簡潔に述べなさい。

問3 次の文が、図2のグラフが示す温度変化を説明したものとなるように、()の中のa～dの語句について、最も適切な組み合わせを、1～4から選び、記号で答えなさい。

クエン酸と重そうの質量の合計が大きいほど、最低温度になるまでの時間は (a 短い b 長い) が、クエン酸と重そうの質量の合計を変えても、(c 13℃ d 18℃) になるまでにかかる時間はほぼ同じである。

- 1 aとc 2 aとd 3 bとc 4 bとd

問4 Bさんは、Aさんがたてた表1の計画に対して疑問をもち、AさんやT先生と、次の□のような会話をした。

Bさん： Aさんの計画では、各回で、クエン酸と重そうの質量の□あ□ため、クエン酸と重そうの質量の比の違いが、最低温度にどのように影響するかを調べることはできないと思います。

T先生： そうだね。変化させる条件を1つだけにすることが必要ですね。

Bさん： Aさん、実験の考察を振り返って、一緒に計画をたて直してみようよ。

Aさん： はい。仮説2を正しく検証できるように、混ぜる材料の質量を設定し直してみるよ。

Aさんは、BさんやT先生との会話にもとづいて、〈仮説2〉を正しく検証できるように、[実験]の①で混ぜる材料の質量を表2のように設定し直した。

表2

	クエン酸と重そうの質量の比	クエン酸の質量	重そうの質量
1回目	1 : 2	□a□ g	□b□ g
2回目	1 : 1	30 g	30 g
3回目	2 : 1	□c□ g	□d□ g

図2の【考察】をふまえ、あに適切な語句を書きなさい。また、a～dにあてはまる数値をそれぞれ求めなさい。

問2				
問3				
問4	あ			
	a	b	c	d

問2	例 容器の外側から内側に熱が伝わりにくくするため。			
問3	4			
問4	あ	合計が異なる		
	a	b	c	d
	20	40	40	20

問2 発泡ポリスチレンの容器は熱を伝えにくいため、容器の外側から大量の熱が入ってくるのを防ぎ、化学反応による温度変化のようすを調べるのに適している。

問3 図2では、およそ 18℃になるまでの時間はいずれの場合もほぼ同じだが、13℃になるまでの時間は異なっている。また、クエン酸 30 g と重そう 30 g のときに最も低い温度まで下がり、最低温度になるまでの時間は最も長い。

問4 表1ではクエン酸と重そうの質量の合計が、1回目は90 g、2回目は60 g、3回目は45 gとなっており、それぞれ異なってしまっている。表2では2回目に質量の合計が60 gになるように決めているので、1回目と3回日も質量の合計が60 gになるようにする。

【過去問 41】

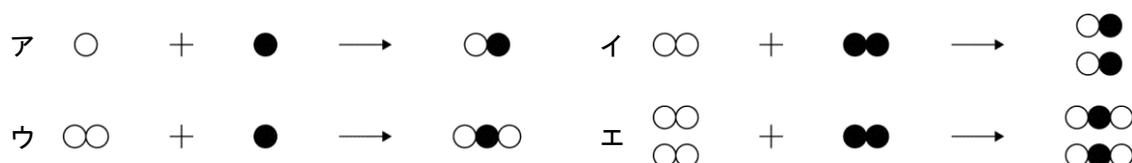
次の問いに答えなさい。

(徳島県 2019 年度)

問1 青色の塩化コバルト紙を入れたポリエチレンの袋に水素と酸素を入れ、この混合気体に点火すると、水素と酸素が激しく反応し、塩化コバルト紙が赤色に変化した。(a)・(b)に答えなさい。

(a) このときにできた物質は何か、物質名を書きなさい。

(b) このときの化学変化をモデルで表したものとして正しいものはどれか、ア～エから1つ選びなさい。ただし、○は水素原子、●は酸素原子を表している。



問1	(a)	
	(b)	

問1	(a)	水
	(b)	エ

問1 (a) ポリエチレンの袋に入った水素と酸素の混合気体に点火すると、水素と酸素が化合して、水ができる。青色の塩化コバルト紙は水にふれると赤色に変化するので、その変化のようすからも、水ができたことが確認できる。

(b) 水素と酸素の化合を化学反応式で書くと、 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ となる。この式は、水素分子2個と酸素分子1個が化合して水分子2個ができることを表している。よって、エが正しい。気体のうち、酸素、水素、窒素、塩素などは、同じ原子が2個結び付いて1個の分子をつくっている。

- (4) 次の文は、**実験Ⅲ**の結果についての太郎さんと先生の会話の一部である。文中のX～Zの□内にはまる言葉の組み合わせとして最も適当なものを、あとの表の**ア～エ**から一つ選んで、その記号を書け。

太郎：二酸化炭素の中ではものは燃えないと思っていましたが、マグネシウムは二酸化炭素の中でも燃え続けていましたね。

先生：そうだね。燃焼は、物質が酸素と結びつくときに光や熱を出す反応だから、この実験では、マグネシウムが集気びんの中で酸素と結びついていた、ということだね。

太郎：でも、集気びんの中には二酸化炭素しか入っていませんでしたよね。マグネシウムはどこにあった酸素と結びついたのでしょうか。それに、集気びんの中でできた黒色の物質は何なのでしょう。

先生：集気びんの中でマグネシウムが燃焼したのは、マグネシウムが□X□中の酸素原子と結びついていたからなんだ。黒色の物質は□X□が酸素原子をうばわれてできた□Y□だよ。つまり、この実験では、マグネシウムによって□X□が□Z□されていた、ということだね。

表

	X	Y	Z
ア	酸化マグネシウム	マグネシウム	酸化
イ	酸化マグネシウム	マグネシウム	還元
ウ	二酸化炭素	炭素	酸化
エ	二酸化炭素	炭素	還元

問 1	(1)	
	(2)	
	(3)	g
	(4)	

問 1	(1)	㊦
	(2)	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$
	(3)	0.3 g
	(4)	エ

問 1 (1) うすい塩酸にマグネシウムリボンを入れると、水素が発生する。マグネシウムリボンを入れて水素が発生する水溶液は、水素イオン (H^+) が含まれる酸の水溶液である。選択肢のうち、酸の水溶液は食酢だけで、他はすべて水酸化物イオン (OH^-) が含まれるアルカリの水溶液である。

(2) マグネシウムの化学式はMg, 酸素の化学式は O_2 , 酸化マグネシウムの化学式はMgOである。

$\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}$ のように書くと、 \rightarrow の左右でOの数が合わない。化学変化の前後で原子の種類や数は変化しないので、 $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$ とする。

(3) 表より、マグネシウムと酸化マグネシウムの質量の比は $0.3 : 0.5 = 3 : 5$ である。よって、マグネシウムと、マグネシウムと化合した酸素の質量の比は、 $3 : (5 - 3) = 3 : 2$ となる。加熱後の物質 2.3 gのうち、

マグネシウム 1.5 g と化合した酸素の質量は $2.3 - 1.5 = 0.8$ [g] であり、この酸素と化合したマグネシウムの質量を x [g] とすると、 $3 : 2 = x : 0.8$, $x = 1.2$ [g] となる。したがって、酸素と化合せずに残っているマグネシウムは、 $1.5 - 1.2 = 0.3$ [g] である。

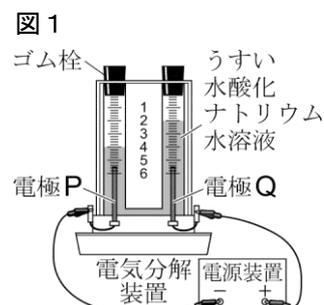
- (4) 二酸化炭素の化学式は CO_2 であり、炭素原子 (C) と酸素原子 (O) からできている。したがって、火のついたマグネシウムを二酸化炭素中に入れると、マグネシウムと二酸化炭素中の酸素原子が結びついて酸化マグネシウム (白色の物質) ができると同時に、二酸化炭素が酸素原子をうばわれて炭素 (黒色の物質) ができる。物質が酸素と結びつく反応を酸化、酸化物が酸素をうばわれる反応を還元といい、酸化と還元は同時に起こる。

【過去問 43】

化学変化と水溶液の性質に関する次の問いに答えなさい。

(愛媛県 2019 年度)

問1 [実験1] うすい水酸化ナトリウム水溶液を電気分解装置に満たし、一定時間電流を流すと、図1のように、水が電気分解され、水素、酸素がそれぞれ発生した。電極Pで発生した気体の体積は、電極Qで発生した気体の体積のおよそ2倍であった。



- (1) 次の文の①, ②の{ }の中から、それぞれ適当なもの一つずつ選び、その記号を書け。

実験1の電極Pで発生した気体は①{ア 水素 イ 酸素}であり、電極Pは②{ウ 陽極 エ 陰極}である。

- (2) 実験1で、水の電気分解を起こりやすくするために、純粋な水ではなく、水酸化ナトリウム水溶液を用いた。水酸化ナトリウム水溶液を用いた方が、水の電気分解が起こりやすい理由を、「水酸化ナトリウム水溶液」「純粋な水」「電流」の三つの言葉を用いて、簡単に書け。
- (3) 水を電気分解したときに起こる化学変化を、化学反応式で書け。

問1	(1)	①		②	
	(2)				
	(3)				

問1	(1)	①	ア	②	エ
	(2)	水酸化ナトリウム水溶液は、純粋な水と比べて、電流を流しやすいから。			
	(3)	$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$			

- 問1 (1) 水の電気分解では、陰極からは水素、陽極からは酸素が発生する。
- (2) 電解質である水酸化ナトリウムを溶かしてつくった水溶液は、純粋な水よりも電流を流しやすい。
- (3) 水 (H_2O) を電気分解することで、水素 (H_2) と酸素 (O_2) が発生する。このとき、水分子2個から、水素分子2個と酸素分子1個ができる。

【過去問 44】

次の問いに答えなさい。

(佐賀県 2019 年度 一般)

問2 次の(1), (2)の問いに答えなさい。

- (1) 質量パーセント濃度が2%の食塩水をつくりたい。1 gの食塩を何gの水に溶かせばよいか, 書きなさい。
- (2) 2種類の原子が結びついた化合物が化学反応を起こした。一方の種類の原子1個を **A**, もう一方の種類の原子1個を **B** と表すモデルを使って, この化学変化を表すと次のようになった。



ここで, **A****B****A** は **A** 2個と **B** 1個が結びついているようすを, **B****B** は **B** 2個が結びついているようすをそれぞれ表している。

A の原子の種類を表す記号を **A**, **B** の原子の種類を表す記号を **B** とすると, この化学変化を化学反応式で表したのものとして最も適当なものを, 次のア~オの中から一つ選び, 記号を書きなさい。



問2	(1)	g
	(2)	

問2	(1)	49 g
	(2)	オ

問2 (1) 質量パーセント濃度[%] = $\frac{\text{溶質の質量 [g]}}{\text{溶液の質量 [g]}} \times 100$ なので, 1 gの食塩を x gの水に溶かすとすると,
 $\frac{1}{x+1} \times 100 = 2$ これを解いて, $x = 49$ [g]

- (2) 矢印の左側では「**ABA**」が1つのかたまりになっており, この部分は, **A₂B**のように原子の個数を右下に書いて表す(1は省略する)。図ではこのかたまりが2個あるので, **2A₂B**と書く。次に, 矢印の右側では「**A**」が4個あるので**4A**と書く。また, 「**BB**」のかたまりは, **B₂**のように原子の個数を右下に書いて表す。これらのことから, **オ**が正しい。

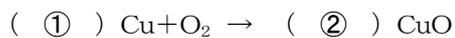
【過去問 45】

次の問いに答えなさい。

(佐賀県 2019 年度 特色)

問2 次の(1), (2)の問いに答えなさい。

(1) 次の化学反応式の (①), (②) にあてはまる適当な数値を, それぞれ書きなさい。



(2) ある物質でできた物体の質量は 13.5 g で, 体積は 15cm³であった。この物質の密度は何 g/cm³か, 書きなさい。

問2	(1)	①	
		②	
	(2)	g/cm ³	

問2	(1)	①	2
		②	2
	(2)	0.9 g/cm ³	

問2 (1) 銅が酸化されて酸化銅になる化学変化である。2個の銅原子 (2Cu) が酸素分子 (O₂) と結びついて2個の酸化銅 (2CuO) ができる。左辺の酸素分子の酸素原子が2個であることから, 右辺の酸素原子を2個にし, それに合わせて銅原子の数を調整する。2Cu+O₂ → 2CuO

(2) 密度 [g/cm³] = $\frac{\text{質量 [g]}}{\text{体積 [cm}^3\text{]}}$ である。したがって, $\frac{13.5 \text{ [g]}}{15 \text{ [cm}^3\text{]}} = 0.9 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ となる。

【過去問 46】

次の問いに答えなさい。

(佐賀県 2019 年度 特色)

問1 鉄の化学変化について調べるために【実験1】を行った。(1)~(3)の各問いに答えなさい。

【実験1】

- ① 図1のように、鉄粉(鉄)の入った試験管に酸素を入れ、酸素でふくらませた風船を装着して密閉した。
- ② 図2のように、試験管をガスバーナーで加熱したところ、鉄粉は光を出しながら酸化されていき、風船が小さくなっていくようすが観察された。
- ③ 鉄粉の反応がみられなくなったため、ガスバーナーの火を消したところ、図3のように風船は小さくなったままだった。

図1

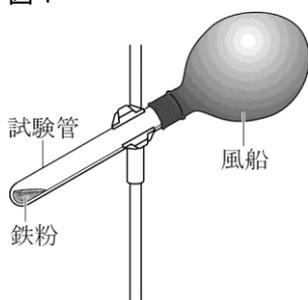


図2

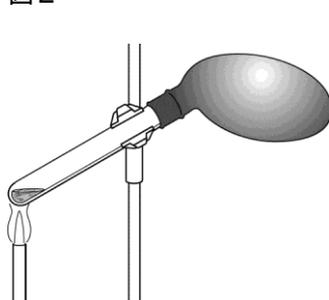
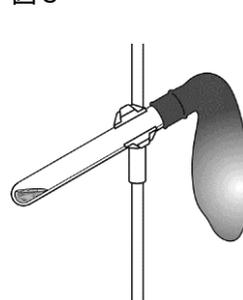


図3



- (1) 下線部のように、光や熱を出しながら激しく進む酸化を特に何というか、書きなさい。
- (2) 鉄は、加熱後に別の物質になっている。このことを確認する方法と、このときみられる鉄と加熱後の物質の性質の違いを簡潔に書きなさい。
- (3) 下線部の反応の前後で、試験管と風船の中にあるすべての物質の質量と酸素分子の数はそれぞれどのように変化するか。その組み合わせとして最も適当なものを、次のア~カの中から一つ選び、記号を書きなさい。

	試験管と風船の中にあるすべての物質の質量	試験管と風船の中にある酸素分子の数
ア	大きくなる	変わらない
イ	大きくなる	減る
ウ	変わらない	変わらない
エ	変わらない	減る
オ	小さくなる	変わらない
カ	小さくなる	減る

問 1	(1)		
		方法	
	(2)	みられる性質の違い	
	(3)		

問 1	(1)	燃焼	
		方法	例 それぞれをうすい塩酸に入れる
	(2)	みられる性質の違い	例 鉄からは気体が発生するが、加熱後の物質からは、ほとんど気体が発生しない
	(3)	エ	

問 1 (1) 【実験 1】では、鉄と酸素が化合して酸化鉄ができています。物質が酸素と化合することを酸化といい、酸化によってできた物質を酸化物という。酸化のうち、物質が熱や光を出しながら激しく酸化される現象を特に燃焼という。

(2) 鉄と加熱後の酸化鉄が別の物質であることを確認する方法をあげればよい。鉄をうすい塩酸に入れると水素が発生するが、酸化鉄では水素が発生しない。

(3) 【実験 1】で鉄と酸素の原子の組み合わせは変わるが、全体の原子の数は変化しない。したがって、試験管と風船の中にあるすべての物質の質量は変わらない。しかし、風船の中にある酸素分子の一部は鉄と化合してしまい、分子の形では存在しなくなるので、気体として存在している酸素分子の数は減る。

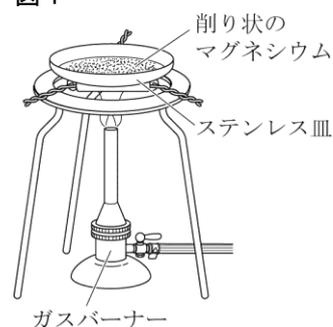
【過去問 47】

次の実験 1, 実験 2 について, あとの問いに答えなさい。

(長崎県 2019 年度)

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

図 1



表

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

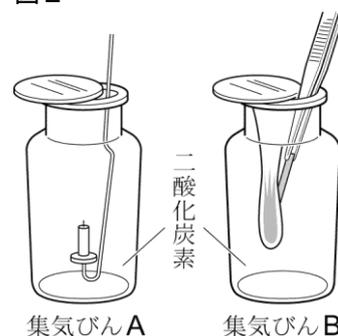
- 問 1 マグネシウムが酸化するときの化学反応式を書け。
- 問 2 完全に酸化したのは何回目の加熱と考えられるか。
- 問 3 表の結果から, マグネシウムの質量と化合する酸素の質量の比を, 最も簡単な整数の比で表せ。

【実験 2】乾いた集気びん A, 集気びん B にそれぞれ二酸化炭素を十分に満たして, ふたをした。

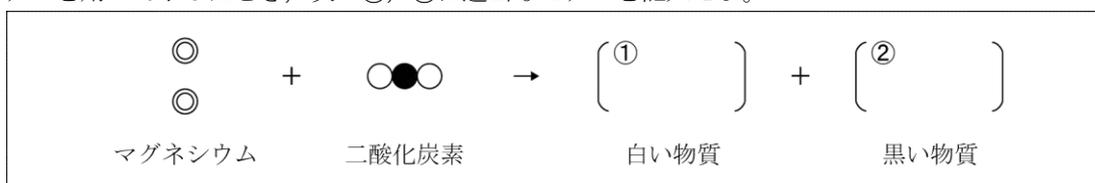
集気びん A には火をつけたろうそくを, 集気びん B には火をつけたマグネシウムリボンを, ふたを素早く^{すばやく}とって, 集気びんの中に入れ観察した。

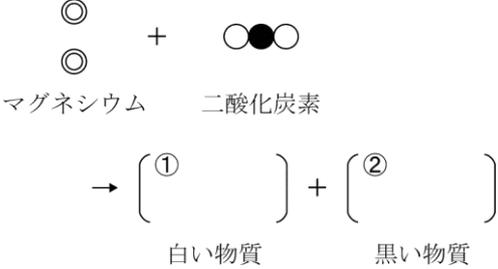
図 2 のように, 集気びん A では, ろうそくの火がすぐに消えた。一方, 集気びん B ではマグネシウムリボンが燃え続け, 反応後には白い物質と黒い物質が見られた。

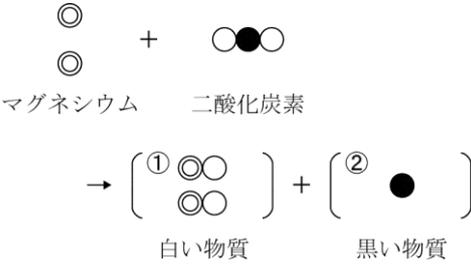
図 2



- 問 4 集気びん A 内で下線部の結果になるのはなぜか, 簡単に説明せよ。
- 問 5 集気びん B 内で起きた反応について, マグネシウム原子を◎, 炭素原子を●, 酸素原子を○とするモデルを用いて示したとき, 次の①, ②に適切なモデルを記入せよ。



問1	
問2	回目
問3	マグネシウム:酸素 = :
問4	
問5	

問1	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$
問2	4 回目
問3	マグネシウム:酸素 = 3 : 2
問4	燃焼に必要な酸素が足りないから。
問5	

- 問1 マグネシウム (Mg) が酸化すると、酸素 (O₂) と結びついて酸化マグネシウム (MgO) ができる。このとき、マグネシウム原子1個に対し酸素原子1個が結びつく。
- 問2 マグネシウムが完全に酸化すると、それ以上加熱しても酸素と結びつかなくなるため、加熱後も物質の質量が増えなくなる。
- 問3 1.44 g のマグネシウムが完全に酸化して、2.40 g の酸化マグネシウムができています。このときマグネシウムと結びついた酸素の質量は2.40 [g] - 1.44 [g] = 0.96 [g] なので、求める質量の比は、マグネシウム : 酸素 = 1.44 : 0.96 = 3 : 2 となる。
- 問4 火のついたろうそくが燃え続けるためにはじゅうぶんな量の酸素が必要である。ふたをしたびんの中ではすぐに酸素が足りなくなるため、火が消える。
- 問5 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$ という反応が起きる。Mgは◎、CO₂は○●○で表されているので、MgOは◎○、Cは●となる。

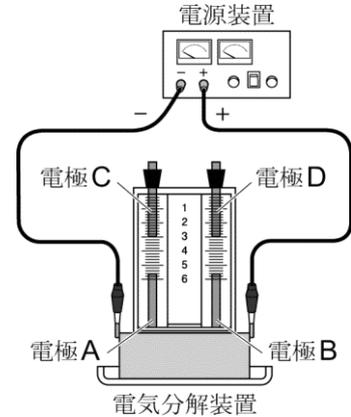
【過去問 48】

次の実験1～実験3について、あとの問いに答えなさい。

(長崎県 2019 年度)

【実験1】 図の装置を用いて、水に少量の水酸化ナトリウムを溶かした水 溶液を満たして電流を流すと、電極A、電極Bで気体が発生した。

図



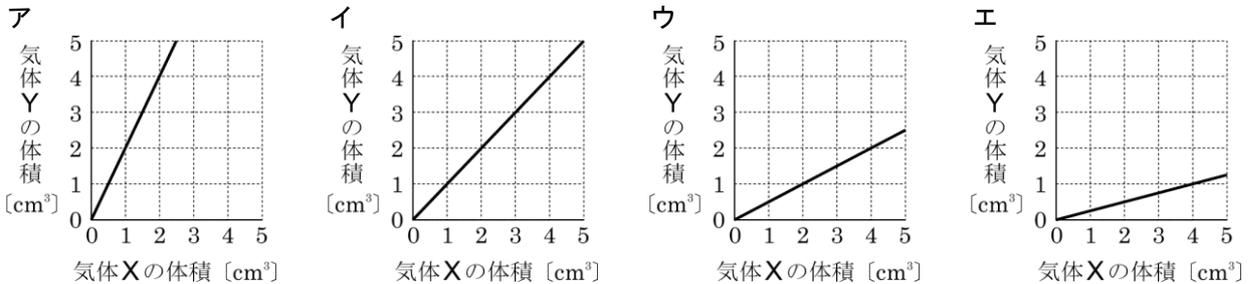
【実験2】 実験1のあと、電極Aで発生した気体X、電極Bで発生した気体Yの体積や性質をそれぞれ調べた。

【実験3】 実験2のあと、再び電流を流して気体の発生を確認したあと、電源装置をはずして、電極C、電極Dに電子オルゴールをつなぐと音が出た。

問1 実験1で、下線部のようにした理由として最も適当なものは、次のどれか。

- ア 水に溶けている二酸化炭素を吸収するため。
- イ 水の温度上昇を防ぐため。
- ウ 発生した気体が水に溶けないようにするため。
- エ 水に電流が流れやすくするため。

問2 実験2で、発生した気体Xと気体Yの関係についてまとめたグラフとして、最も適当なものは、次のどれか。



問3 実験2で、発生した気体Xの確認方法とそのときに起こる現象について、次の語群の中から必要なものを1つ用いて説明せよ。

語群 青色リトマス紙 赤色リトマス紙 マッチ 石灰水 色をつけたろ紙

問4 実験3で、電気分解装置が電池としてはたらいっているときの反応を、化学反応式で書け。

問5 実験3では、電気エネルギーが全て音エネルギーに変換されることはなく、熱エネルギーなど、利用目的以外のエネルギーにも変換される。はじめのエネルギーに対する、目的のエネルギーに変換された割合を何というか。

問 1	
問 2	
問 3	
問 4	
問 5	

問 1	エ
問 2	ウ
問 3	火のついたマッチを近づけると、音を立てて燃える。
問 4	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
問 5	エネルギー変換効率

- 問 1 純粋な水は電流を通しにくいので、水酸化ナトリウムのような電解質を水に溶かすことで、電流が流れやすくなる。
- 問 2 一極につながっている電極Aから発生した気体Xは水素、+極につながっている電極Bから発生した気体Yは酸素である。水を電気分解したときに発生する水素と酸素の割合は、水素：酸素＝2：1となる。
- 問 3 集めた水素に火のついたマッチを近づけると、音を立てて気体が激しく燃える。
- 問 4 水の電気分解では、 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ という化学反応が起きたが、この装置を電池として使うと、これを逆にした反応が起きる。これが燃料電池のしくみである。
- 問 5 エネルギー変換効率が高いほど、エネルギーが利用目的以外に変換されてしまう割合が低くなるといえる。

【過去問 49】

次の問いに答えなさい。

(熊本県 2019 年度)

問2 優子さんは、鉄がさびる条件を調べるため、綿の入ったびんを6つ用意し、水などの液体を加えた後、図24のように鉄くぎを入れてびんの中の様子を記録した。表25は、びんA～Fに加えた液体の種類とふたの有無をまとめ、2日後のびんの中の様子を示したものである。

図24



表25

	びんに加えた液体の種類	ふたの有無	2日後のびんの中の様子	
			液体を含ませた綿	鉄くぎの表面
びんA	水	なし	鉄くぎの周りだけが茶色に変化した。	ほとんど変化しなかった。
びんB	水	あり	鉄くぎの周りだけが茶色に変化した。	ほとんど変化しなかった。
びんC	食塩水	なし	全体が茶色に変化した。	茶色に変化した。
びんD	食塩水	あり	鉄くぎの周りだけが茶色に変化した。	ほとんど変化しなかった。
びんE	砂糖水	なし	鉄くぎの周りだけが茶色に変化した。	ほとんど変化しなかった。
びんF	砂糖水	あり	鉄くぎの周りだけが茶色に変化した。	ほとんど変化しなかった。

(1) 鉄くぎがさびるのは、鉄の酸化によるものである。酸素が十分にあると鉄くぎがさびやすくなることは、表25の①(ア びんA, B イ びんC, D ウ びんE, F)の中の様子から判断できる。また、水、食塩水、砂糖水のうち、食塩水を加えると鉄くぎがさびやすくなることは、表25の②(ア びんA, C, E イ びんB, D, F)の中の様子から判断できる。

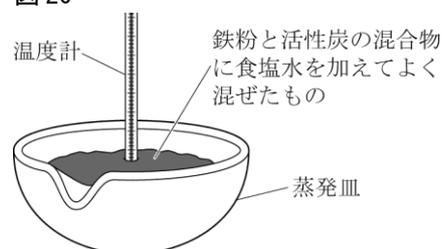
①, ②の()の中からそれぞれ正しいもの一つずつ選び、記号で答えなさい。

(2) 優子さんは、質量パーセント濃度が15%の食塩水30gを準備していたが、水を加えて濃度を5%にした食塩水で実験を行った。15%の食塩水30gに加えた水の質量は何gか、求めなさい。

(3) 食品に含まれる物質の中には、空気中の酸素によって酸化されるものが多い。このような食品の酸化を防ぐための薬剤として、鉄がよく用いられる。鉄が食品の酸化防止にはたらくのはなぜか。その理由を、鉄が酸化されやすい物質であることに着目して書きなさい。

次に優子さんは、鉄の酸化を利用したかいろのしくみを調べるため、図26のように、鉄粉と活性炭を蒸発皿に入れ、食塩水を加えて温度変化を測定する実験を行うことにした。

図26



- (4) 優子さんは、「食塩水の体積がかわるの温度変化に与える影響」および「食塩水の濃度がかわるの温度変化に与える影響」を調べるため、表 27 の実験 I, II, III を計画した。表 27 の実験 III の a, b の組み合わせとして適当なものを、次のア～エから一つ選び、記号で答えなさい。

ア a : 5 b : 7.5 イ a : 5 b : 12.5
ウ a : 10 b : 5 エ a : 10 b : 10

表 27

	実験 I	実験 II	実験 III
鉄粉 [g]	6	6	6
活性炭 [g]	3	3	3
食塩水の濃度 [%]	5	5	a
食塩水の体積 [cm ³]	5	2.5	b

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

問 2	(1)	①	イ	②	ア
	(2)	60 g			
	(3)	鉄が食品よりも先に酸化されることで、酸素が食品にふれるのを防ぐから。			
	(4)	ウ			

問 2 (1) 「酸素が十分にある」というのは、びんにふたをせず、外から空気中の酸素が十分に供給される状態を指している。この状態で鉄くぎがはっきりとさびたのはびん C であるから、びん C の結果と、それとはふたの条件だけが異なる (=びん C の対照実験の) びん D の結果とを比較すると、酸素が十分にあると鉄くぎがさびやすくなることが判断できる。また、食塩水を加えると鉄くぎがさびやすくなることは、びん C の結果と、これとは加える液体の種類だけが異なるびん A, びん E の結果とを比較することで判断できる。

- (2) 質量パーセント濃度が 15% の食塩水 30 g 中には、食塩が、 $30 \text{ [g]} \times 0.15 = 4.5 \text{ [g]}$ 含まれている。

よって、水を $x \text{ g}$ 加えたとする、質量パーセント濃度 [%] = $\frac{\text{溶質の質量 [g]}}{\text{溶液の質量 [g]}} \times 100$ より、

$$5 \text{ [%]} = \frac{4.5 \text{ [g]}}{30+x \text{ [g]}} \times 100 \quad \text{これを解いて、} x=60 \text{ [g]} \text{ となる。}$$

- (3) 鉄は酸化されやすい物質なので、空気が通る袋に鉄を入れて食品といっしょに置いておくと、鉄の方が食品よりも先に酸化され、酸素が食品にふれるのを防ぐことができる。鉄は、このような目的 (脱酸素剤) として使われることが多い。

- (4) 表 27 で、実験 I と II は食塩水の体積だけが異なっているので、実験 II は I の対照実験で、この 2 つの結果を比較することにより、「食塩水の体積がかわるの温度変化に与える影響」がわかるようになっている。同様に考えると、実験 III は I の対照実験で、実験 I と III の結果を比較することで「食塩水の濃度がかわるの温度変化に与える影響」がわかるようになっているはずである。したがって、実験 III は、実験 I と「食塩水の濃度」だけが異なり、「食塩水の体積」は同じであると考えられる。食塩水の体積が同じという条件に当てはまるのはウのみであるので、これが最も適当である。なお、ウの食塩水の濃度は、実験 I のものとは異なる値となっており、ウが正しいことが確かめられる。

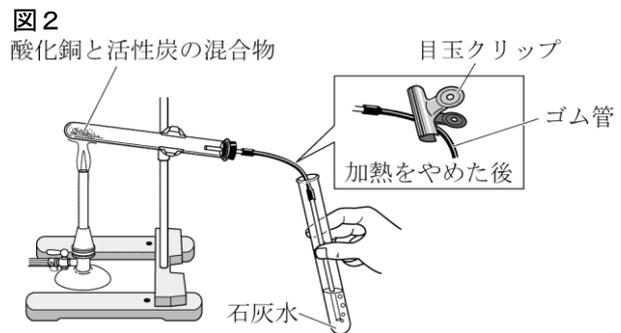
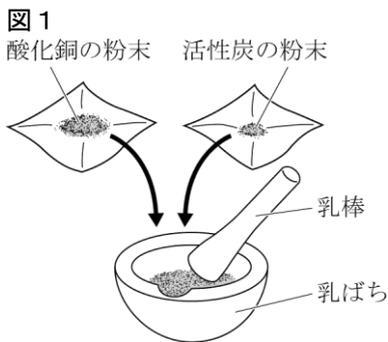
【過去問 50】

大輝^{だいき}さんたちは、酸化銅から銅を取り出せるか調べるために次のような実験を行い、結果を表にまとめた。後の問1、問2に答えなさい。

(宮崎県 2019 年度)

〔実験〕

- ① 図1のように乳ばち^{にゅうぱち}と乳棒^{にゅうぼう}を用いて酸化銅の粉末と活性炭の粉末をよく混ぜ合わせ、試験管に入れた。
- ② 図2のような装置を組み立てて試験管に入れた混合物を強火で加熱し、混合物の変化や石灰水の変化を観察した。
- ③ 気体の発生が終わったら、ガラス管を石灰水からとり出したあと、ガスバーナーの火を消した。
- ④ 加熱をやめたあと、試験管に空気が入りこまないように、目玉クリップでゴム管を閉じた。
- ⑤ 加熱したものを、試験管が冷めてから厚紙の上にとり出して色を観察した。また、葉さじの裏側でこすったときのようすを調べた。



表

観察したこと	結果
石灰水の変化	白くにごった
混合物の色の変化	黒色の混合物は、一部が赤茶色になった
葉さじの裏側でこすったときのようす	赤茶色の物質をこすると特有の光沢が出た

問1 実験の③で、下線部の順に操作をする理由を書きなさい。

問1 ガスバーナーの火を消す前にガラス管を石灰水からとり出しておかないと、ガラス管を通して石灰水が試験管へ逆流してしまう可能性がある。

問2 $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ という反応が起きている。銅原子 (Cu) が◎, 酸素原子 (O) が○, 炭素原子 (C) が●で表されているので、酸化銅は酸素をうばわれ銅となり◎2個で、二酸化炭素 (CO₂) は○●○で、それぞれ表される。ここでは、酸化物である酸化銅から酸素がとり除かれ、銅ができています。このとき同時に、炭素が酸化されて二酸化炭素ができています。

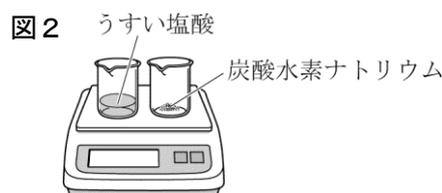
【過去問 51】

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 2019 年度)

問2 ひろみさんとたかしさんは、化学変化と物質の質量の関係について調べるため、炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸を使って**実験1**と**実験2**を行った。

実験1 ひろみさんは、プラスチックの容器にうすい塩酸 10.0cm^3 を入れた試験管と炭酸水素ナトリウム 1.0g を入れ、**図1**のように容器のふたを閉めて容器全体の質量をはかったところ 75.0g であった。次に、ふたを閉めたまま容器を傾けて炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸を反応させた。反応が終わってからしばらく放置し、再び容器全体の質量をはかったところ 75.0g であった。



たかしさんは、2つのビーカーにうすい塩酸 10.0cm^3 と炭酸水素ナトリウム 1.0g をそれぞれ入れ、**図2**のように2つのビーカー全体の質量をいっしょにはかったところ 210.0g であった。次に、炭酸水素ナトリウムが入ったビーカーにうすい塩酸をすべて入れて反応させた。反応が終わってからしばらく放置し、再び2つのビーカー全体の質量をいっしょにはかったところ 209.5g であった。

実験2 2人は5つのビーカーにそれぞれうすい塩酸 20.0cm^3 を入れ、**図3**のように、ビーカー全体の質量をはかった。次に、これらの5つのビーカーに炭酸水素ナトリウム 1.0g , 2.0g , 3.0g , 4.0g , 5.0g をそれぞれ加え、うすい塩酸と反応させた。反応が終わってからしばらく放置し、再びビーカー全体の質量をはかった。表は、この実験の結果である。



表

うすい塩酸を入れたビーカー全体の質量 [g]	102.0	112.9	103.5	117.0	103.9
加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
反応後のビーカー全体の質量 [g]	102.5	113.9	105.0	119.2	107.1

1 次の、**実験1**について話し合っている2人と先生の会話である。

たかしさん：私の実験では反応の前と後で質量が変わっていましたが、ひろみさんの実験では変わっていませんでした。

先生：その理由は何だと考えますか。

ひろみさん：発生していた気体と関係があるのかな。

たかしさん：そうか、私の実験では、発生した気体の分だけ質量が変わったのかな。

ひろみさん：私の実験では、**a** から質量が変わらなかったのですね。

先生：そのとおりです。このように、化学変化の前と後では、物質全体の質量は変わりません。このことを**b**の法則といいます。

問2	1	(1)	ア, エ
		(2)	容 器 の ふ た を 閉 め た
		(3)	質 量 保 存
2	<p style="text-align: center;">発生した気体の質量 [g]</p> <p style="text-align: center;">加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]</p>		
3	80 %		

問2 1 (1) ア…化石燃料の燃焼によって生じる二酸化炭素には、宇宙へと放出される熱の一部を地表へともどす効果（温室効果）がある。温室効果をもつ気体を温室効果ガスという。イ…二酸化炭素は無臭である。ウ…空气中に体積の割合で約 20%ふくまれている気体は酸素である。空気中の二酸化炭素の体積の割合は 1%にも満たない。エ…二酸化炭素は炭素（C）と酸素（O）の化合物である。

(2) 容器のふたが閉まっていれば、二酸化炭素は空気中に出ないで、質量は変わらない。

(3) 化学変化では、原子の組み合わせが変わるだけで、原子の種類や数は変化しない。したがって、化学変化の前後で、物質全体の質量は変化しない。この法則を、質量保存の法則という。

2 発生した気体（二酸化炭素）の質量は、うすい塩酸を入れたビーカー全体の質量と加えた炭酸水素ナトリウムの質量の合計から、反応後のビーカー全体の質量を引けば求められる。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をまとめると、次の表ようになる。

加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
発生した二酸化炭素の質量 [g]	0.5	1.0	1.5	1.8	1.8

炭酸水素ナトリウムと反応することができるうすい塩酸が足りている間は、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は比例の関係にあるので、グラフは原点を通る直線になる。しかし、表より、加えた炭酸水素ナトリウムの質量が 4.0 g、5.0 g のとき、発生した二酸化炭素の質量は変化していないことから、このうすい塩酸 20.0cm³ と炭酸水素ナトリウムが反応して発生する二酸化炭素の質量は最大 1.8 g である。したがって、グラフの形は、発生した気体の質量が 1.8 g になるまでは原点を通る直線で、以降は横軸と平行になる。

3 グラフより、発生した二酸化炭素の質量が 1.2 g になるときの炭酸水素ナトリウムの質量は、

2.4 g となる。したがって、この混合物中の炭酸水素ナトリウムの割合は、 $\frac{2.4}{3.0} \times 100 = 80$ [%]

【過去問 52】

酸化銅から最も多くの銅を取り出すために必要な炭素の質量を調べる実験を行った。

(沖縄県 2019 年度)

〈実験〉

手順 1. 黒色の酸化銅 2.0 g を入れた 4 本の試験管それぞれに、炭素粉末 0.09 g, 0.12 g, 0.15 g, 0.18 g を混合し、図 1 の装置で気体が発生しなくなるまで加熱した。

手順 2. 発生する気体の種類を調べるために石灰水に通した。

手順 3. 加熱後、試験管に残った物質を取り出して質量をはかり、その様子を確認した。



〈結果〉

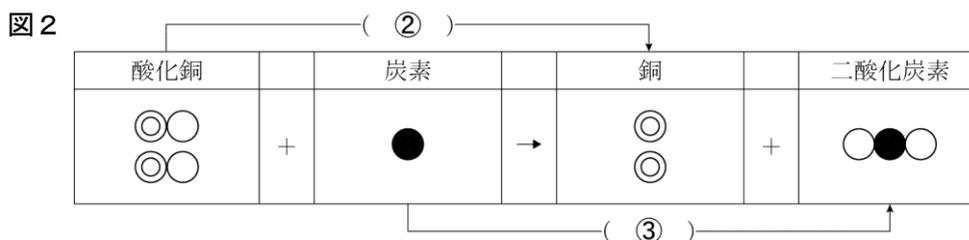
- 石灰水が白くにごったことから、発生した気体は二酸化炭素であることが確認された。
- それぞれの実験結果をまとめると表 1 のとおりであった。
- 加熱後の物質をくわしく観察したところ、4 本の試験管すべてに赤色の粉末が見られた。また、炭素粉末の質量 0.09 g, 0.12 g, 0.18 g では黒色の粉末が混ざっており、炭素粉末の質量 0.15 g では黒色の粉末が見られず赤色の粉末のみであった。

表 1 混合した炭素粉末の質量と加熱後の結果

酸化銅の質量	2.0 g			
混合した炭素粉末の質量	0.09 g	0.12 g	0.15 g	0.18 g
加熱後の物質の質量	1.76 g	1.68 g	1.60 g	() g
加熱後の物質の様子	赤色と黒色の粉末	赤色と黒色の粉末	赤色の粉末のみ	赤色と黒色の粉末

〈考察〉

- この反応では、酸化銅は炭素に (①) を奪われて銅に変化したと考えられる。よって酸化銅は (②) されて、炭素は (③) されたといえる。
- この化学変化を〔銅原子を◎、酸素原子を○、炭素原子を●〕としてそれぞれの物質をモデルで表すと図 2 のようになる。



- 結果 3 において、炭素粉末の質量 0.15 g では黒色の粉末が見られないということは、酸化銅と炭素粉末のどちらもすべて反応したといえる。よって、酸化銅 2.0 g に含まれる銅を最も多く取り出すために必要な炭素の質量 (最小量) は 0.15 g だと考えられる。

問1 考察1, 2の空欄(①)～(③)に当てはまる語句の組み合わせを, ア～カから1つ選び記号で答えなさい。

	①	②	③
ア	酸素	酸化	還元
イ	酸素	還元	酸化
ウ	水素	酸化	還元
エ	水素	還元	酸化
オ	銅	酸化	還元
カ	銅	還元	酸化

問2 図2を参考に, この化学変化を化学反応式で表しなさい。化学式はアルファベットの大文字・小文字, 数字を書く位置や大きさに気を付けて答えなさい。

問3 この実験より酸化銅2.0gに含まれる銅と酸素の質量がわかる。酸化銅に含まれる銅と酸素の質量の比を最も簡単な整数比で答えなさい。

問4 銅は電線など様々なところで使われる金属であり, その原料である「銅鉱石」から得ることができる。銅鉱石1kgから得られる銅は最大何gであるか答えなさい。ただし, 銅鉱石の成分はすべて酸化銅であるものとする。

問5 表1の()に入る値を説明した文として最も適当なものをア～オから1つ選び記号で答えなさい。

- ア 炭素粉末の質量が0.15gのとき, 酸化銅と炭素粉末はすべて反応したので0.18gとなる。
- イ 混合した炭素粉末の質量が0.03g増えるにつれて加熱後の物質の質量が0.08gずつ減少してきたので, 1.52gとなる。
- ウ 炭素粉末の質量0.15gとの反応において酸化銅に含まれる銅1.60gをすべて取り出せたので, 1.60gとなる。
- エ 酸化銅2.0gに含まれる酸素をすべて反応させる炭素粉末の質量は0.15gなので, 得られた銅1.60gに, 反応せずに残る炭素粉末0.03gを加えて1.63gとなる。
- オ 酸化銅2.0gと炭素粉末0.18gを混合したので, 2.18gとなる。

問1	
問2	$2 \underline{\quad} + \underline{\quad} \rightarrow 2 \underline{\quad} + \underline{\quad}$
問3	銅 : 酸素 = \quad :
問4	\quad g
問5	

問1	イ
問2	$2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$
問3	銅：酸素 = 4 : 1
問4	800 g
問5	エ

- 問1, 2 酸化銅 (CuO) が炭素 (C) によって酸素 (O) を奪われる反応は、左辺と右辺で原子の数が等しくなることに注意して、 $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$ のように表される。酸化銅は炭素によって還元されて銅 (Cu) に変化し、炭素は酸化されて二酸化炭素 (CO₂) になっている。酸化と還元は、化学反応のなかで同時に起こる。
- 問3 この実験で、黒色の粉末は酸化銅および炭素であり、赤い粉末は酸化銅が還元されて変化した銅である。よって、表1より、混合した炭素粉末が0.15gのとき過不足なく反応し、酸化銅が完全に還元されて銅になったことがわかる。このとき、2.0gの酸化銅は1.60gの銅となっている。したがって、酸化銅中の銅と酸素の質量の比は、銅：酸素=1.60：(2.0-1.60)=1.6：0.4=4：1となる。
- 問4 問3の解説より、酸化銅と銅の質量の比は、酸化銅：銅=(4+1)：4=5：4となるので、銅の質量をx[g]とすると、1kg=1000gであるので、 $1000:x=5:4$ より、 $x=800$ [g] よって、銅の質量は最大で800gになることがわかる。
- 問5 この反応では、酸化銅2.0gと炭素粉末0.15gが完全に反応して銅が1.60g生じている。酸化銅の質量は2.0gで一定なので、加える炭素粉末を0.18gに増やしても、反応するのはそのうちの0.15gで変わらない。したがって、残りの0.03gは酸化銅と反応せずにそのまま残る。よって、表1の空欄にあてはまるのは、 $1.60+0.03=1.63$ [g] である。