

第 3 章	化学(2 年)	高校入試過去問題	化学変化	2230
			物質の質量	

[問題 1] (岐阜 2022 年 2 月)

次の実験 1, 2 を行った。問 1～問 7 に答えなさい。

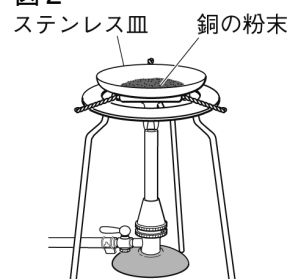
〔実験 1〕図 1 のように、プラスチックの容器に、炭酸水素ナトリウム 1.50 g と、うすい塩酸 5.0 cm³ を入れた試験管を入れ、ふたをしっ
かり閉めて容器全体の質量をはかった。次に、容器を傾けて、炭酸
水素ナトリウムとうすい塩酸を混ぜ合わせると、気体が発生した。
気体が発生しなくなったら、容器全体の質量をはかると、混ぜ合
わせる前と変わらなかった。

図 1



〔実験 2〕図 2 のように、ステンレス皿に銅の粉末 0.60 g を入れ、質
量が増えなくなるまで十分に加熱したところ、黒色の酸化銅が
0.75 g できた。銅の粉末の質量を、0.80 g, 1.00 g, 1.20 g, 1.40 g
と変えて同じ実験を行った。表は、その結果をまとめたものである。

図 2



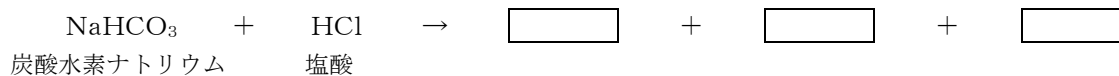
表

銅の粉末の質量 [g]	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
酸化銅の質量 [g]	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75

問 1 実験 1 で、発生した気体は何か。言葉で書きなさい。

問 2 実験 1 の下線部の結果から、化学変化の前と後では、物質全体の質量が変わらないということが分
かった。この法則を何というか。言葉で書きなさい。

問 3 実験 1 の化学変化を化学反応式で表すと、次のようになる。それぞれの に当てはまる化学
式を書き、化学反応式を完成させなさい。



問 4 実験 1 で、気体が発生しなくなった容器のふたをゆっくり開け、しばらくふたを開けたままにして、
もう一度ふたを閉めてから質量をはかると、混ぜ合わせる前の質量と比べてどうなるか。

ア～ウから 1 つ選び、符号で書きなさい。

ア 増加する。 イ 変化しない。 ウ 減少する。

問 5 表をもとに、銅の粉末の質量と化合した酸素の質量の関係をグラフにかきなさい。

なお、グラフの縦軸には適切な数値を書きなさい。

問 6 実験 2 で、銅の粉末 0.90 g を質量が増えなくなるまで十分に加熱すると、酸化銅は何 g できるか。
小数第 3 位を四捨五入して、小数第 2 位まで書きなさい。

問 7 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。

酸化銅と (1) の粉末を試験管に入れて混ぜ, 十分加熱したところ, 酸化銅が銅に変化した。このとき, 試験管の中でできた銅の質量は, 反応前の酸化銅の質量と比べて (2)。

- (1)の語群 ア 銅 イ 炭素 ウ 炭酸水素ナトリウム
 (2)の語群 ア 増加した イ 変化しなかった ウ 減少した

[解答欄]

問 1	二酸化炭素	
問 2	質量保存 の法則	
問 3	$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	
問 4	ウ	
問 5		
問 6	1.13 g	
問 7	(1)	イ
	(2)	ウ

【解説】

問 1, 3 炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸を混ぜ合わせると、
 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ のように反応し、塩化ナトリウム、水、気体の二酸化炭素が生じる。

問 2, 4 **ポイント** 化学変化と質量保存の法則

化学変化の前後で物質をつくる原子の組み合わせは変わるが、原子の総数と種類は変わらないので、変化の前後で物質全体の質量は変化しない。

実験 1 では、質量保存の法則により、反応後の質量は反応前と変化しないが、容器のふたを開けることで、発生した二酸化炭素が空気中へ出ていき、その分の質量が減少する。

問 5 銅と結びついた酸素の質量は、(酸化銅の質量) - (銅の粉末の質量) で求められる。「質量が変化しなくなるまで十分に加熱した」とあるので、銅の粉末は全て酸素と結びつき、酸化銅に変化している。

問 6 全て反応したとき、銅の質量と結びつく酸素の質量との比が 4 : 1 となることが、**問 5** で作成したグラフより分かる。

よって、銅の粉末とできる酸化銅との質量の比は、 $4 : (4 + 1) = 4 : 5$ となる。

この比より、銅の粉末 0.90 g からできる酸化銅の質量を x とすると、 $0.90 : x = 4 : 5$ これを解いて、 $x = 1.125 \text{ g}$ 解答は小数第 3 位を四捨五入した値となるので、1.13 g となる。

問 7 酸化銅が銅になる変化は還元であるので、炭素によって酸化銅を還元する操作が当てはまる。

問 5, 6 より、銅が酸化されて酸化銅となると、結びついた酸素の分の質量が増加しているので、逆に酸化銅が還元されて銅となると、それまで結びついていた酸素の分、質量は減少する。

[問題 2] (宮崎 2022 年 2 月)

美希さんは、お菓子作りに用いるベーキングパウダーには炭酸水素ナトリウムが含まれていることを知り炭酸水素ナトリウムについて調べた。後の問 1，問 2 に答えなさい。

問 1 美希さんは、炭酸水素ナトリウムを加熱したときの変化について調べるために、実験 I を行い、レポートにまとめた。後の(1)～(3)の問いに答えなさい。

[レポート] (一部)

【学習問題】 炭酸水素ナトリウムを加熱すると何ができるだろうか。

【実験 I】 ① 炭酸水素ナトリウム 2 g を乾いた試験管 A に入れ、図 1 のような装置を組み立てた。

② 試験管 A を加熱して、はじめに出てくる気体を試験管 1 本分捨ててから、発生した気体を 3 本の試験管 (B, C, D) に集めた。

③ 試験管 B に火のついた線香を入れた。

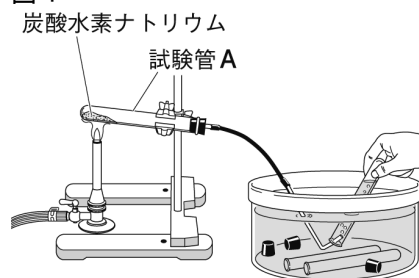
④ 試験管 C に火のついたマッチを近づけた。

⑤ 試験管 D に石灰水を入れてよく振った。

⑥ 加熱後の試験管 A の口付近についた液体に、乾燥した塩化コバルト紙をつけた。

⑦ 加熱後の試験管 A に残った白い物質を別の試験管に移し、水を加えてとかした後、フェノールフタレイン溶液を加えた。

図 1



【結果】 表 1

実験 I の操作	結果
③	a。
④	変化はなかった。
⑤	石灰水は b。
⑥	塩化コバルト紙が赤色に変化した。
⑦	濃い赤色になった。

【考察】 表 1 から、発生した気体は二酸化炭素であり、試験管 A の口付近についた液体は水だとわかった。また、加熱後の試験管 A に残った白い物質を水にとかすと、その水溶液は C であることもわかった。

(1) 図 1 のように、安全に実験を行うために試験管 A の口を少し下げて加熱する理由を、簡潔に書きなさい。

(2) a, b に入る適切な内容の組み合わせを、次のア～エから 1 つ選び、記号で答えなさい。

ア a : 線香が激しく燃えた b : 透明のままであった

イ a : 線香が激しく燃えた b : 白くにごった

ウ a : 線香の火が消えた b : 透明のままであった

エ a : 線香の火が消えた b : 白くにごった

(3) c に入る適切な言葉を、次のア～ウから1つ選び、記号で答えなさい。

ア アルカリ性

イ 酸性

ウ 中性

問2 美希さんは、うすい塩酸に炭酸水素ナトリウムを加えることでも二酸化炭素が発生することを知り、**実験Ⅱ**を行い、結果を**表2**にまとめた。後の(1)、(2)の問いに答えなさい。

〔実験Ⅱ〕

- ① ビーカーA～Dにうすい塩酸 20cm^3 をそれぞれ入れ、**図2**のように反応前の質量をそれぞれ測定した。
- ② ①のビーカーに、それぞれ異なる質量の炭酸水素ナトリウムを加え、反応させた。
- ③ 気体の発生が止まったら、再びビーカーの質量を測定し、反応後の質量とした。

図2

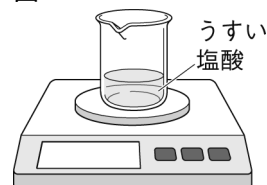
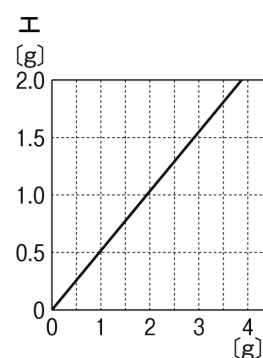
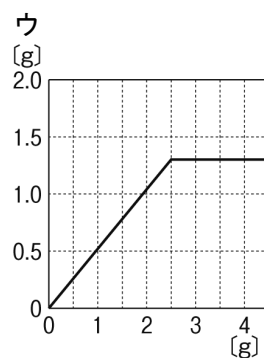
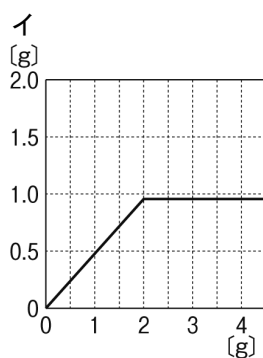
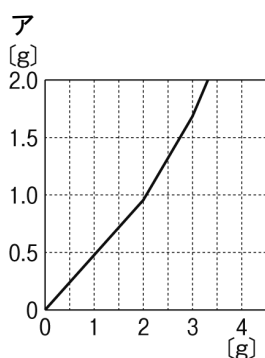


表2

ビーカー	A	B	C	D
反応前の質量 [g]	83.60	83.60	83.60	83.60
加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	1.00	2.00	3.00	4.00
反応後の質量 [g]	84.08	84.56	85.30	86.30

(1) **表2**に関して、加えた炭酸水素ナトリウムの質量と発生した二酸化炭素の質量との関係を表したグラフとして、最も適切なものはどれか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。ただし、それぞれのグラフは加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g] を横軸に、発生した二酸化炭素の質量 [g] を縦軸にとったものである。



(2) 美希さんは、**実験Ⅱ**と同じ濃度の塩酸 20cm^3 にベーキングパウダー 6 g を加える実験を行った。

このとき 0.78 g の二酸化炭素が発生したとすると、ベーキングパウダーには炭酸水素ナトリウムが何%含まれていたか、求めなさい。ただし、発生した二酸化炭素はすべてベーキングパウダーに含まれる炭酸水素ナトリウムが反応して発生したものとする。

[解答欄]

問 1	(1)	(例) 液体が発生した場合、加熱部分に流れて試験管が割れないようにするため。	
	(2)	エ	
	(3)	ア	
問 2	(1)	ウ	
	(2)	25	%

[解説]

問 1

(1) 発生した液体が試験管の加熱部に流れこむと、液体で冷やされた内側と加熱されている外側の間に大きな温度差が生じ、割れてしまうおそれがある。

(2), (3) 炭酸水素ナトリウムを加熱すると、 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ のように熱分解し、炭酸ナトリウム、水、二酸化炭素を生じる。

したがって、生じた二酸化炭素が満たされた試験管内に火のついた線香を入れると、酸素がないため火は消える (a)。

一方、二酸化炭素が石灰水と反応すると、白くにごる (b) ようすが観察される。

また、フェノールフタレイン溶液と反応して赤色を示すことから、炭酸ナトリウムの水溶液はアルカリ性 (c) であることがわかる。

問 2 (1) $\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ のように反応するので、発生した塩化ナトリウムと水はビーカー内に残り、気体の二酸化炭素は空气中に失われる。したがって、質量保存の法則より、(反応前の質量) + (加えた炭酸水素ナトリウムの質量) - (反応後の質量) を計算することで、発生した二酸化炭素の質量が求められる。表 2 にこの計算結果を加えると次のようになる。

ビーカー	A	B	C	D
反応前の質量 [g]	83.60	83.60	83.60	83.60
加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	1.00	2.00	3.00	4.00
反応後の質量 [g]	84.08	84.56	85.30	86.30
発生した二酸化炭素の質量 [g]	0.52	1.04	1.30	1.30

この表より、ビーカー C と D、すなわち横軸が 3 と 4 のときに縦軸の値が 1.3 で一定となっているウが正しいグラフとなる。

(2) 発生する二酸化炭素の質量 0.78 g は、最大値となる 1.30 g よりも小さいので、ビーカー A における質量の比をもとに計算する。A では加えた炭酸水素ナトリウムが 1.00 g のときに二酸化炭素が 0.52 g 発生することから、二酸化炭素 0.78 g が発生するときの炭酸水素ナトリウムの質量を x とすると、 $1.00 : 0.52 = x : 0.78$ これを解いて、 $x = 1.50 \text{ g}$ よって、ベーキングパウダー 6 g に含まれる炭酸水素ナトリウム 1.50 g の割合は、 $\frac{1.50 \text{ g}}{6 \text{ g}} \times 100 = 25\%$

[問題 3] (香川 2022 年 2 月)

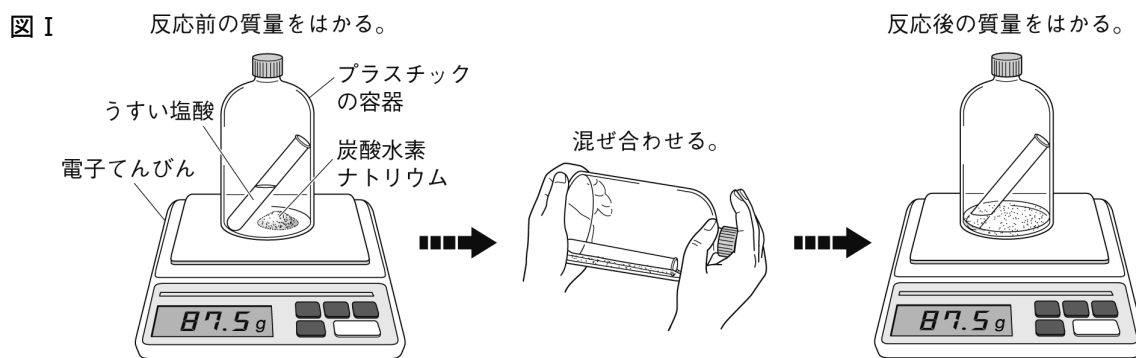
次の問 1, 問 2 に答えなさい。

問 1 化学変化の前後で、物質の質量がどのように変化するかを調べるために、次の実験Ⅰ～Ⅲをした。
これに関して、あとの(1)～(4)の問いに答えよ。

実験Ⅰ うすい硫酸 10cm^3 が入ったビーカーと、うすい水酸化バリウム水溶液 10cm^3 が入ったビーカーの質量をまとめて電子てんびんではかった。次に、そのうすい硫酸をうすい水酸化バリウム水溶液に静かに加えたところ、水溶液が白くにごった。これを静かに置いておくと、ビーカーの底に白い固体が沈殿した。この白い固体が沈殿しているビーカーと、うすい硫酸が入っていたビーカーの質量をまとめて電子てんびんではかったところ、反応の前後で質量の変化はなかった。

(1) 実験Ⅰにおける、うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液が反応して白い固体ができたときの化学変化を、化学反応式で表せ。

実験Ⅱ 図Ⅰのように、うすい塩酸と炭酸水素ナトリウムをプラスチックの容器に入れて密閉し、その容器全体の質量電子てんびんではかった。次に、その密閉したプラスチックの容器の中で、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。反応後のプラスチックの容器全体の質量電子てんびんではかったところ、反応の前後で質量の変化はなかった。



(2) 実験Ⅰ, Ⅱのそれぞれの文中の下線部に、反応の前後で質量の変化はなかったとあるが、次の文は、化学変化の前後で、その反応に関係している物質全体の質量が変化しない理由について述べようとしたものである。文中の2つの〔 〕内にあてはまる言葉を、㊦, ㊧から一つ, ㊨, ㊩から一つ, それぞれ選び、その記号を書け。また、文中の□内にあてはまる最も適当な言葉を書け。
化学変化の前後で、その反応に関係している物質全体の質量が変化しないのは、反応に関わった物質をつくる原子の組み合わせは変化〔㊦ する ㊧ しない〕が、反応に関わった物質をつくる原子の種類と数は変化〔㊨ する ㊩ しない〕ためである。このように、化学変化の前後で、その反応に関係している物質全体の質量が変わらないことを□の法則という。

(3) 実験Ⅱで、気体が発生しなくなってから、プラスチックの容器のふたをゆっくりとあけ、もう一度ふたを閉めてから、再びプラスチックの容器全体の質量電子てんびんではかったところ、質量は減少していた。ふたをあけて、もう一度ふたを閉めたプラスチックの容器全体の質量が減少したのはなぜか。その理由を簡単に書け。

実験Ⅲ 図Ⅱのように、うすい塩酸 20cm^3 が入ったビーカーの質量を電子てんびんではかった。次に、そのうすい塩酸に炭酸水素ナトリウムを静かに加えて反応させたところ、気体が発生した。気体が発生しなくなったあと、反応後のビーカー全体の質量をはかった。この方法で、うすい塩酸 20cm^3 に対して、加える炭酸水素ナトリウムの質量を、 0.5g 、 1.0g 、 1.5g 、 2.0g 、 2.5g 、 3.0g にして、それぞれ実験した。あとの表は、その結果をまとめたものである。

図Ⅱ うすい塩酸が入ったビーカーの質量をはかる。



炭酸水素ナトリウムを静かに加える。



反応後のビーカー全体の質量をはかる。



表

うすい塩酸 20cm^3 が入ったビーカーの質量 [g]	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
反応後のビーカー全体の質量 [g]	80.3	80.6	80.9	81.2	81.7	82.2

(4) **実験Ⅱ**、**Ⅲ**の結果から考えて、**実験Ⅲ**で用いたのと同じうすい塩酸をビーカーに 30cm^3 とり、それに炭酸水素ナトリウム 4.0g を加えて、十分に反応させたとき、発生する気体は何 g と考えられるか。

問2 太郎さんは次の**実験Ⅰ**～**Ⅲ**をした。これに関して、あとの(1)～(6)の問いに答えよ。

実験Ⅰ 砂糖、食塩、エタノール、プラスチック、スチールウールをそれぞれ燃焼さじの上にのせ、炎の中に入れて加熱し、燃えるかどうかを調べた。加熱したときに火がついて燃えたものは、図Ⅰのように石灰水が入った集気びんの中に入れて、火が消えるまで燃焼させた。そのあと、燃焼さじを集気びんから取り出し、集気びんをよくふって石灰水の変化を調べた。加熱したときに火がつかず燃えなかったものも、石灰水が入った集気びんの中に入れて、温度が下がるまでしばらく待った。そのあと、燃焼さじを集気びんから取り出し、集気びんをよくふって石灰水の変化を調べた。次の表Ⅰは、その結果をまとめたものである。

図Ⅰ



表Ⅰ

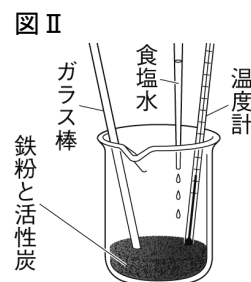
調べたもの	砂糖	食塩	エタノール	プラスチック	スチールウール
加熱したときのようす	燃えた	燃えなかった	燃えた	燃えた	燃えた
石灰水のようす	白くにごった	変化なし	白くにごった	白くにごった	変化なし

(1) **実験Ⅰ**で調べたもののうち、砂糖は有機物に分類される。次の㉑～㉕のうち、表Ⅰの結果と調べたものの特徴をふまえて、**実験Ⅰ**で調べたものが有機物かどうかを説明したものとして、最も適当なものを一つ選んで、その記号を書け。

- ㉑ 食塩は燃えなかったが、砂糖と同じように白い固体なので有機物である
- ㉒ エタノールは燃えたが、砂糖と違って液体なので有機物ではない
- ㉓ プラスチックは燃えたが、砂糖と違って人工的に合成された物質なので有機物ではない
- ㉔ スチールウールは燃えたが、砂糖と違って燃えたあとに集気びんの中の石灰水を変化させなかったもので有機物ではない

- (2) 火がついて燃える物質には、**実験Ⅰ**で調べた固体や液体以外にも、天然ガスに含まれるメタンや、水の電気分解で生成する水素などの気体がある。メタンや水素は、燃焼するときに熱が発生するため、エネルギー源として利用される。一方で、空気中でメタンと水素がそれぞれ燃焼するときに発生する物質には違いがある。どのような違いがあるか。簡単に書け。

実験Ⅱ 鉄粉と活性炭をビーカーに入れてガラス棒で混ぜ、温度計で温度をはかった。そのときの物質の温度は 23.0°C であった。次に、**図Ⅱ**のように、ビーカー内に食塩水をスポイトで5, 6滴加えてガラス棒でかき混ぜると、反応が起こって物質の温度が上がった。最も高くなったときの物質の温度は 75.0°C であった。



- (3) 次の文は、**実験Ⅱ**で起こった化学変化に関して述べようとしたものである。文中の **P**、**Q** の 内にあてはまる最も適当な言葉を、それぞれ書け。

実験Ⅱでは、ビーカー内の鉄粉が空気中にある酸素と化合して温度が上がった。このような、物質が酸素と化合する化学変化を P といい、この反応は市販の化学かいろにも利用されている。このように、化学変化のときに温度が上がる反応を Q 反応という。

実験Ⅲ 太郎さんは**実験Ⅱ**の結果から、「化学変化が起こるときにはいつも温度が上がる」という仮説を立てた。その仮説を確かめるために、先生と相談して、室温と同じ温度になったいろいろな物質をビーカー内で混ぜ合わせて、反応が起こる前の物質の温度と、反応により最も温度が変化したときの物質の温度を記録した。**表Ⅱ**は、その結果をまとめたものである。

表Ⅱ

混ぜ合わせた物質	反応が起こる前の物質の温度 $[^{\circ}\text{C}]$	最も温度が変化したときの物質の温度 $[^{\circ}\text{C}]$
塩酸と水酸化ナトリウム水溶液	23.0	29.5
塩化アンモニウムと水酸化バリウム	23.0	5.0
酸化カルシウムと水	23.0	96.0

- (4) 塩酸は塩化水素が水にとけた水溶液である。塩化水素は水にとけると電離する。塩化水素の電離を表す式を化学式を用いて書け。
- (5) 塩化アンモニウムと水酸化バリウムを混ぜ合わせると、アンモニアが発生する。次の **ア**～**ウ**のうち、アンモニアの集め方として、最も適しているものを一つ選んで、その記号を書け。また、その集め方をするのは、アンモニアがどのような性質をもつかからか。その性質を **水** **空気** の言葉を用いて書け。
- ア** 上方置換法 **イ** 下方置換法 **ウ** 水上置換法

- (6) 次の文は、**実験Ⅱ**と**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。あとのア～エのうち、文中のXの 内にあてはまる言葉として最も適当なものを一つ選んで、その記号を書け。

太郎：鉄粉と活性炭に食塩水を加えて混ぜ合わせたときや、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせたときのように、化学変化が起こるときには温度が上がるということがわかりました。特に、酸化カルシウムと水を混ぜ合わせたときには70℃以上も温度が上がって驚きました。

先生：太郎さんの仮説は「化学変化が起こるときにはいつも温度が上がる」というものでしたね。では、塩化アンモニウムと水酸化バリウムを混ぜ合わせてアンモニアが発生したときの結果はどう考えますか。

太郎：化学変化が起こるときには のではないかと思います。

先生：その通りです。

- ア 温度が上がるはずなので、この反応は化学変化とはいえない
イ 温度が上がるはずなので、混ぜ合わせる量を増やせば熱が発生して温度が上がる
ウ 温度が上がると考えていましたが、温度が下がる反応もある
エ 温度が上がると考えていましたが、温度が下がったのでこの結果は除いたほうがよい

[解答欄]

問 1	(1)	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$		
	(2)	記号	㊦ と ㊧	
		言葉	質量保存 の法則	
	(3)	(例) 容器内の気体の一部が容器から逃げたから。		
	(4)	1.2 g		
問 2	(1)	㊧		
	(2)	(例) メタンが燃焼するときには <u>二酸化炭素と水が発生するが</u> , 水素が燃焼するときには <u>水だけが 発生する</u> という違いがある。		
		(例) メタンが燃焼するときには <u>二酸化炭素が発生するが</u> , 水素が燃焼するときには <u>二酸化炭素が発生しない</u> という違いがある。 などから一つ		
	(3)	P	酸化	Q 発熱
	(4)	$\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$		
	(5)	記号	ア	
		性質	(例) <u>水に溶けやすく空気より軽い</u> という性質。	
(6)	ウ			

【解説】

問 1

- (1) うすい硫酸 (H_2SO_4) と うすい水酸化バリウム水溶液 ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) の反応では、硫酸バリウム (BaSO_4) の白い固体と水 (H_2O) ができる。
化学反応式で→の左右の原子の種類と数を合わせるため、 H_2O を $2\text{H}_2\text{O}$ とする。
- (3) うすい塩酸 (HCl) と炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) を反応させると、塩化ナトリウム (NaCl) と水 (H_2O)、二酸化炭素 (CO_2) ができる ($\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$)。
よって、発生した気体は二酸化炭素である。容器のふたをあけると、発生した気体 (二酸化炭素) の一部が容器から逃げていくため、容器全体の質量は減少したと考えられる。
- (4) 実験Ⅲにおいて、反応前の質量 (反応前のビーカー全体の質量+加えた炭酸水素ナトリウムの質量) から、反応後のビーカー全体の質量を引けば、発生した二酸化炭素の質量を求めることができる。これをまとめると、次のようになる。

うすい塩酸 20cm^3 が入ったビーカーの質量 [g] +加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]	80.5	81.0	81.5	82.0	82.5	83.0
反応後のビーカー全体の質量 [g]	80.3	80.6	80.9	81.2	81.7	82.2
発生した二酸化炭素の質量 [g]	0.2	0.4	0.6	0.8	0.8	0.8

加えた炭酸水素ナトリウムの質量が 0.5g ふえるごとに、発生する二酸化炭素の質量は 0.2g ずつふえ、炭酸水素ナトリウムを 2.0g 以上加えると、発生する二酸化炭素の質量が一定 (0.8g) になっている。このことから、実験Ⅲで用いたうすい塩酸 20cm^3 に過不足なく反応する炭酸水素ナトリウムの質量は 2.0g であり、それ以上は反応しないことがわかる。

このうすい塩酸 30cm^3 と過不足なく反応する炭酸水素ナトリウムの質量を x とすると、

$20 : 30 = 2.0 : x$, $x = 3.0\text{g}$ である (4.0g 加えても、 $4.0 - 3.0 = 1.0\text{g}$ は反応しない)。

したがって、発生する二酸化炭素の質量を y とすると、 $0.5 : 0.2 = 3.0 : y$, $y = 1.2\text{g}$ である。

問 2

- (1) 有機物は、「炭素 (C) をふくむ物質」である (ただし、炭素・二酸化炭素をのぞく)。
㉗…白い固体なら有機物であるというわけではないので、誤り。㉘…固体か液体かで有機物か無機物かの判断はできないので、誤り。㉙…人工的に合成された物質か否かで有機物か無機物かの判断はできないので、誤り。㉚…スチールウールは鉄 (Fe) でできており、炭素をふくまない。
有機物であれば、炭素 (C) をふくむので、空気中で燃やすと酸素 (O_2) と結びついて、二酸化炭素 (CO_2) ができ、石灰水を白くにごらせるはずである。よって正しい。
- (2) 有機物であるメタン (CH_4) は、成分の元素として炭素 (C) と水素 (H) をふくむので、燃焼するときに二酸化炭素 (CO_2) と水 (H_2O) が発生する。一方、水素 (H_2) は炭素をふくまないで、燃焼するときに水 (H_2O) だけが発生し、二酸化炭素 (CO_2) は発生しない。
- (4) 塩化水素 (HCl) は、水にとけると水素イオン (H^+) と塩化物イオン (Cl^-) に電離する。
- (5) アンモニアは、水に非常にとけやすいので、水と気体を置きかえて集める水上置換法は適さない。また、アンモニアは空気よりも軽い (密度が空気よりも小さい) ので、上方置換法で集める。

[問題 4] (奈良石川 2022 年 2 月)

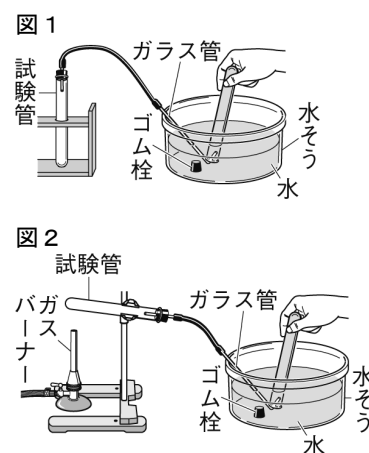
研一さんと花奈さんは、いろいろな気体を発生させ、集める実験を計画し、表 1 のようにまとめた。

また、□内は、実験の計画を立てた後の 2 人の会話である。各問いに答えよ。

ただし、実験器具は発生させる気体ごとに新しいものに取り替えて用いることとする。

表 1

実験者	発生させる気体	気体の発生方法	気体の集め方
研一	二酸化炭素	図 1 のような装置をつくり、試験管に石灰石とうすい塩酸を入れる。	水上置換法
	水素	図 1 のような装置をつくり、試験管に亜鉛とうすい塩酸を入れる。	水上置換法
花奈	アンモニア	図 2 のような装置をつくり、試験管に塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を入れて加熱する。	水上置換法
	酸素	図 2 のような装置をつくり、試験管に酸化銀を入れて加熱する。	水上置換法



花奈：発生させる気体の種類が違ってても、気体の集め方はどれも同じだね。

研一：そうだね。でも、①アンモニアは水上置換法ではなく、上方置換法で集める必要があるよ。

花奈：あ、そうだったね。アンモニアの集め方は見直すね。他に気をつけることはあるかな。

研一：発生させる気体を水上置換法で集めるときは、②はじめに出てくる気体は集めず、しばらく発生させてから気体を集めるようにすることかな。

問 1 発生した気体が二酸化炭素であることは、気体を集めた試験管にある液体を入れてよく振ると液体が白くにごることで確かめることができる。ある液体とは何か。その名称を書け。

問 2 表 1 の水素の発生方法以外でも、水素を発生させることができる。次のア～エのうち、発生する気体が水素であるものを 1 つ選び、その記号を書け。

- ア 二酸化マンガンにうすい過酸化水素水を加えると発生する気体
- イ 硫化鉄にうすい塩酸を加えると発生する気体
- ウ 塩化銅水溶液を電気分解すると陽極に発生する気体
- エ うすい塩酸を電気分解すると陰極に発生する気体

問 3 下線部①のようにするのは、アンモニアにどのような性質があるからか。「水」、「密度」の語を用いて簡潔に書け。

問 4 下線部②のようにする理由を簡潔に書け。

問 5 花奈さんは、計画にしたがって酸素を発生させる実験を行ったところ、酸化銀を加熱した後の試験管の中に白い物質が残っていることに気づいた。そこで、酸化銀の質量と酸化銀を加熱した後に試験管の中に残った物質の質量との関係を調べるために、次の [] 内の実験を行った。

図 2 のような装置をつくり、試験管に酸化銀 1.00 g を入れて加熱した。気体が発生しなくなつてから加熱をやめ、試験管の中に残った物質の質量をはかった。同様の操作を、酸化銀の質量を 2.00 g, 3.00 g, 4.00 g と変えて行った。表 2 は、その結果をまとめたものである。

表 2	酸化銀の質量[g]	1.00	2.00	3.00	4.00
	加熱後の試験管の中に残った物質の質量[g]	0.93	1.86	2.79	3.72

- ① 酸化銀を加熱したときの化学変化を化学反応式で書け。ただし、酸化銀の化学式は Ag_2O とする。
- ② 引き続き、酸化銀の質量を 5.00 g に変えて実験を行ったが、気体が発生しなくなる前に加熱をやめてしまった。このとき、加熱後の試験管の中に残った物質の質量は 4.72 g であった。この結果から、反応した酸化銀の質量は、加熱前の酸化銀 5.00 g のうちの何%であったと考えられるか。その値を書け。

[解答欄]

問 1	石灰水	
問 2	エ	
問 3	(例) 水にとけやすく、密度が空気よりも小さいという性質。	
問 4	(例) はじめに出てくる気体には、試験管の中にあつた空気がふくまれているから。	
問 5	①	$2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$
	②	80 %

[解説]

問 2 アでは酸素、イでは硫化水素、ウでは陽極から塩素（陰極には銅が付着）、エでは陰極から水素（陽極からは塩素）が発生する。

問 3 水上置換法は、発生した気体を水と置き換えて集めるので、水にとけやすい性質をもつアンモニアには適さない。

問 5 ① 酸化銀を加熱すると、酸化銀 $\rightarrow$ 銀+酸素 という反応が起こる。これを化学反応式で表すと、「 $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$ 」となる。 $\rightarrow$ の左右で各原子の数を同じにする。銀は分子をつくらないので化学式は Ag 、酸素は分子をつくるので化学式は O_2 であることに注意する。たとえば、「 $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{O}_2$ 」や「 $\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag}_2 + \text{O}$ 」などとするのは誤りである。

② 酸化銀 1.00 g からできる銀と酸素の質量は、それぞれ 0.93 g と、 $1.00 - 0.93 = 0.07$ g なので、質量の比は酸化銀：酸素 = 1.00 : 0.07 である。発生した酸素が $5.00 - 4.72 = 0.28$ g のとき、反応した酸化銀の質量を x とすると、 $1.00 : 0.07 = x : 0.28$, $x = 4.00$ g である。したがって、求める割合は、 $\frac{4.00 \text{ g}}{5.00 \text{ g}} \times 100 = 80$ より 80% である。

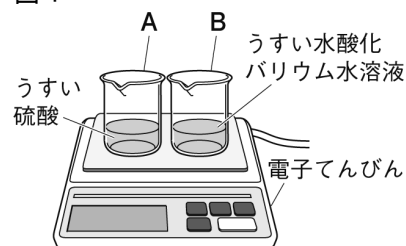
[問題 5] (福岡 2022 年 2 月)

化学変化の前後で、物質全体の質量が変化するかどうかを調べる実験を行った。次の 内は、その実験の手順である。

【実験 1】

- ① 図 1 のように、うすい硫酸 20mL とうすい水酸化バリウム水溶液 20mL をそれぞれビーカー A, B に入れ、全体の質量をはかる。
- ② B 中のうすい水酸化バリウム水溶液に、A 中のうすい硫酸を全て加えて混ぜ合わせ、変化のようすを観察し、A, B を含む全体の質量をはかる。

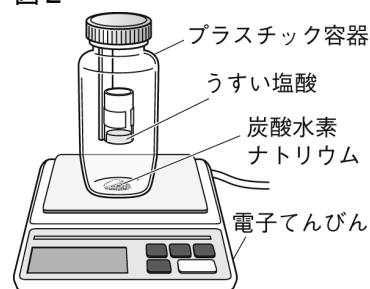
図 1



【実験 2】

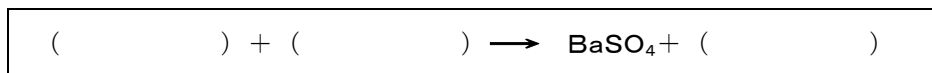
- ① 図 2 のように、プラスチック容器にうすい塩酸 5 mL と炭酸水素ナトリウム 1 g を別々に入れて密閉し、容器全体の質量をはかる。
- ② 容器を傾けて、うすい塩酸と炭酸水素ナトリウムを混ぜ合わせて、変化のようすを観察し、反応が終わってから容器全体の質量をはかる。

図 2



問 1 下線部の操作によって、白い沈殿ができた。この操作によって起こった化学変化を、化学反応式で表すとどうなるか。解答欄の図 3 を完成させよ。

図 3



問 2 次の 内は、実験 1, 2 の結果について説明した内容の一部である。文中の (X), (Y) にあてはまる語句の正しい組み合わせを、あとの 1 ~ 4 から 1 つ選び、番号を書け。また、(Z) に、適切な語句を入れよ。

化学変化の前後では、物質をつくる (X) は変化するが、(Y) は変化しないため、化学変化に関係する物質全体の質量は変化しない。これを (Z) の法則という。

- | | |
|------------------|----------------|
| 1 X : 原子の種類 | Y : 原子の組み合わせと数 |
| 2 X : 原子の種類と数 | Y : 原子の組み合わせ |
| 3 X : 原子の組み合わせと数 | Y : 原子の種類 |
| 4 X : 原子の組み合わせ | Y : 原子の種類と数 |

問 3 実験 2 ② の操作の後、容器のふたをゆっくり開けるとプシュッと音がした。その後、再びふたを閉めてから、容器全体の質量をはかった。容器全体の質量は、ふたを開ける前と比べてどうなるか。次の 1 ~ 3 から 1 つ選び、番号を書け。また、そう判断した理由を、「気体」という語句を用いて、簡潔に書け。

- | | | |
|--------|--------|---------|
| 1 増加する | 2 減少する | 3 変化しない |
|--------|--------|---------|

[解答欄]

問 1	図 3 $(\text{H}_2\text{SO}_4) + (\text{Ba}(\text{OH})_2) \longrightarrow \text{BaSO}_4 + (2\text{H}_2\text{O})$	
問 2	番号	4
	Z	質量保存
問 3	番号	2
	理由	(例) 容器の中の気体が容器の外へ出ていっ ــ たから。

[解説]

問 1 硫酸 (H_2SO_4) と水酸化バリウム ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) の反応では、硫酸バリウム (BaSO_4) の白い沈殿と水 (H_2O) ができる。化学反応式では、矢印の左右で原子の種類と数が等しくなるので、水 (H_2O) は $2\text{H}_2\text{O}$ となることに注意する。

問 3 塩酸と炭酸水素ナトリウムは、 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ のように反応して塩化ナトリウムと水と二酸化炭素ができる。容器のふたを開けると、気体の二酸化炭素が容器の外へ出ていくため、容器全体の質量は小さくなる。