

## 【過去問 1】

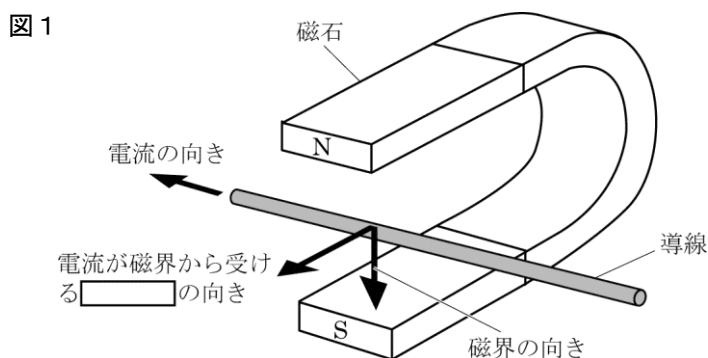
次の問いに答えなさい。

(北海道 2019 年度)

問1 次の文の ① ～ ⑧ に当てはまる語句を書きなさい。

- (1) 流れる電流の向きと大きさが周期的に変わる電流を，直流に対し ① という。
- (2) 自然界で生活している生物は，食べる・食べられるという関係でつながっている。このつながりを ② 連鎖という。
- (3) 地球は，北極と南極を結ぶ軸（地軸）を中心に回転している。この運動を地球の ③ という。
- (4) 水溶液の pH の値が7より小さいとき，その水溶液は ④ 性である。
- (5) 親と同じ形質が子や孫に現れることを ⑤ という。
- (6) 地球から見て，太陽の全部または一部が月にかくれる現象を ⑥ という。
- (7) 血しょうは毛細血管からしみ出し， ⑦ 液となって細胞のまわりを満たす。
- (8) 原子が電子を失い，+の電気を帯びたものを ⑧ という。

問2 図1のように磁石の磁界の中に導線を入れ電流を流したとき，図中の 〇 に当てはまる語句を書きなさい。



問3 太陽系の惑星は，地球型惑星と木星型惑星に分けることができる。地球型惑星を，ア～オから2つ選びなさい。

ア 海王星      イ 土星      ウ 火星      エ 天王星      オ 金星

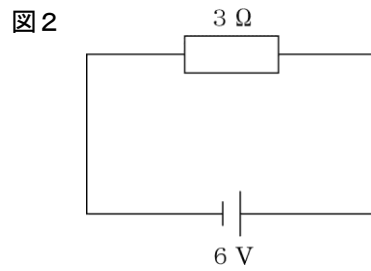
問4 次の文の①の {      } に当てはまるものを，ア，イから選びなさい。また， ② に当てはまる物質名を書きなさい。

塩化銅水溶液に電流を流すと，① {ア 陽極      イ 陰極} の表面に銅が付着し，もう一方の電極付近から ② が発生する。

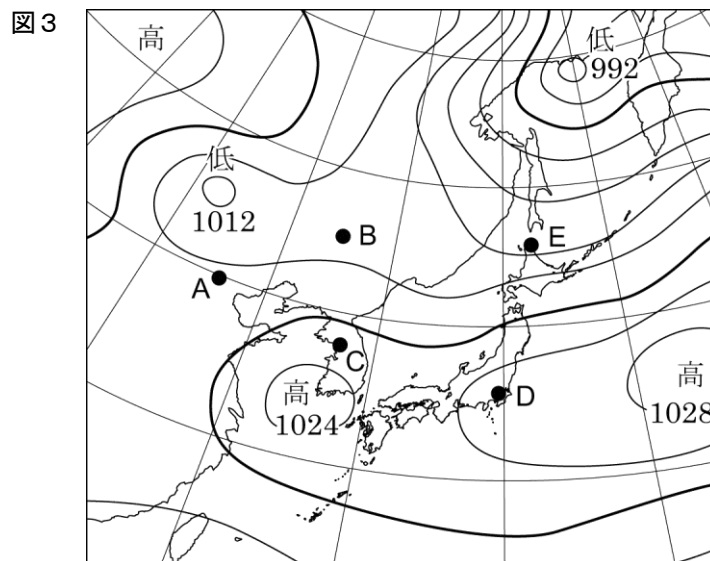
問5 セキツイ動物には，まわりの温度が変化しても体温がほぼ一定に保たれる動物が含まれる。このようなセキツイ動物を，ア～カからすべて選びなさい。

ア メダカ      イ ハト      ウ ミミズ  
エ ウサギ      オ イカ      カ トカゲ

問6 図2の回路に流れる電流の大きさは何Aか、書きなさい。



問7 図3は、ある日時における気圧配置を表した天気図である。図中の●印で示した地点のうち、1020hPa より気圧が高い地点を、A～Eからすべて選びなさい。



|     |     |   |  |
|-----|-----|---|--|
| 問 1 | (1) | ① |  |
|     | (2) | ② |  |
|     | (3) | ③ |  |
|     | (4) | ④ |  |
|     | (5) | ⑤ |  |
|     | (6) | ⑥ |  |
|     | (7) | ⑦ |  |
|     | (8) | ⑧ |  |
| 問 2 |     |   |  |
| 問 3 |     |   |  |
| 問 4 | ①   |   |  |
|     | ②   |   |  |
| 問 5 |     |   |  |
| 問 6 | A   |   |  |
| 問 7 |     |   |  |

|     |      |    |      |
|-----|------|----|------|
| 問 1 | (1)  | ①  | 交流   |
|     | (2)  | ②  | 食物   |
|     | (3)  | ③  | 自転   |
|     | (4)  | ④  | 酸    |
|     | (5)  | ⑤  | 遺伝   |
|     | (6)  | ⑥  | 日食   |
|     | (7)  | ⑦  | 組織   |
|     | (8)  | ⑧  | 陽イオン |
| 問 2 | カ    |    |      |
| 問 3 | ウ    |    | オ    |
| 問 4 | ①    | イ  |      |
|     | ②    | 塩素 |      |
| 問 5 | イ, エ |    |      |
| 問 6 | 2 A  |    |      |
| 問 7 | C, D |    |      |

問 1 (1) 向きと大きさが周期的に変わる電流を交流, 向きが変わらない電流を直流という。

(2) 食物連鎖は, 単純なひとつなぎの関係ではなく, 複雑にからみあい, 網の目のようになっている。これを食物網という。

(3) 地球は地軸を中心に, 北極側から見て反時計回りに自転している。

(4) pH は中性の 7 を中心に, 7 よりも小さいときは酸性, 7 よりも大きいときはアルカリ性である。

(5) 遺伝する形質のもととなるものを遺伝子という。遺伝子は細胞の染色体に含まれている。

(6) 太陽(日)がかくれる(食べられる→全部または一部が見えなくなる)ので日食である。日食は, 地球から太陽を見たとき, 地球-月-太陽の順にならんだときに起こる。

(7) 組織液は, 細胞が血液中の酸素や栄養分を取り入れるなかだちの役割をしている。

(8) 原子が+の電気を帯びたものを陽イオン, -の電気を帯びたものを陰イオンとよぶ。

問 2 電流が磁界から受ける力の向きは, 電流の向きと磁界の向きのそれぞれに対して垂直な向きになっている。

問 3 太陽系の惑星は, 太陽から近い順に, 水星, 金星, 地球, 火星, 木星, 土星, 天王星, 海王星の 8 つ。そのうち, 水星から火星までを地球型惑星, 木星から海王星までを木星型惑星とよぶ。

問 4 塩化銅  $\text{CuCl}_2$  は, 水溶液中で, 銅イオン  $\text{Cu}^{2+}$  と塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  に電離する。+の電気を帯びた銅イオンは陰極側に引きよせられ, 陰極の表面で電子を受けとり, 固体の銅として付着する。また, -の電気を帯びた塩化物イオンは, 陽極側に引きよせられ, 陽極の表面で電子を放出して塩素原子に, 塩素原子が 2 つ結びついて, 塩素分子となることで気体の塩素として発生する。

問 5 まわりの温度が変化しても, 体温がほぼ一定に保たれるしくみをもつ動物を, 恒温動物とよぶ。多くのほ紐ウ類(ウサギ)と鳥類(ハト)は恒温動物である。一方, まわりの温度が変化すると, それにともなって体温が変化する動物を, 変温動物とよぶ。ほ紐ウ類と鳥類以外の動物がこの変温動物である。メダカは魚類, トカゲはハチュウ類, ミミズとイカは無セキツイ動物である。

問 6 オームの法則より, 電流  $[A] = \text{電圧} [V] \div \text{抵抗} [\Omega]$  よって,  $6 [V] \div 3 [\Omega] = 2 [A]$

問 7 等圧線は, 4hPa ごとに実線で引かれ, 20hPa ごとに太い線で表されている。A は 1016~1020hPa の間に, B は 1012~1016hPa の間に, C は 1020~1024hPa の間に, D は 1024~1028hPa の間に, E は 1008~1012hPa の間にあるので, 1020hPa より気圧が高い地点は, C と D である。

## 【過去問 2】

次の問1～問4に答えなさい。

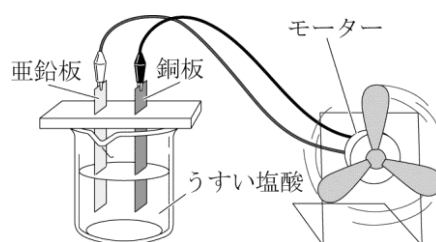
(青森県 2019 年度)

問1 質量 142.0 g のビーカーに、ある濃度のアンモニア水  $25\text{cm}^3$  をはかり取って入れ、さらに水  $350\text{cm}^3$  を加えて、うすいアンモニア水をつくった。うすいアンモニア水が入ったビーカー全体の質量をはかったところ、514.7 g であった。次のア、イに答えなさい。

ア アンモニア水はアンモニアと水が混ざり合ったものである。このように、いくつかの物質が混ざり合ったものを何というか、書きなさい。

イ 下線部のアンモニア水の密度は何  $\text{g}/\text{cm}^3$  か、小数第三位を四捨五入して求めなさい。ただし、水の密度を  $1.0\text{g}/\text{cm}^3$  とする。

問2 亜鉛板、銅板、マグネシウムリボンの3種類の金属板と、うすい塩酸、塩化ナトリウム水溶液、エタノール水溶液を準備した。金属板の中から亜鉛板と銅板を選び、右の図のようにうすい塩酸に入れて、モーターにつないだところ、電流が流れ、モーターが回った。次に、金属板の組み合わせや水溶液を変えて、モーターが回るかどうかを調べた。次のア、イに答えなさい。



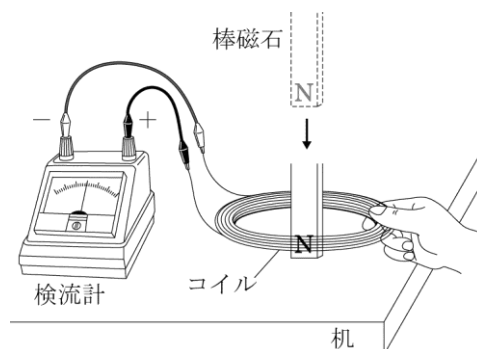
ア 化学変化によって電流を取り出すことができる装置を何というか、書きなさい。

イ 次の1～6の中で、電流を取り出すことができる金属板と水溶液の組み合わせはどれか。適切なものをすべて選び、その番号を書きなさい。

- 1 亜鉛板と銅板を、エタノール水溶液に入れる。
- 2 亜鉛板と亜鉛板を、うすい塩酸に入れる。
- 3 亜鉛板とマグネシウムリボンを、塩化ナトリウム水溶液に入れる。
- 4 銅板と銅板を、エタノール水溶液に入れる。
- 5 銅板とマグネシウムリボンを、うすい塩酸に入れる。
- 6 マグネシウムリボンとマグネシウムリボンを、塩化ナトリウム水溶液に入れる。

問3 右の図のように、コイルを検流計につなぎ、棒磁石のN極を下にしてコイルの上から中に入れたところ、検流計の針は左にふれた。次のア、イに答えなさい。

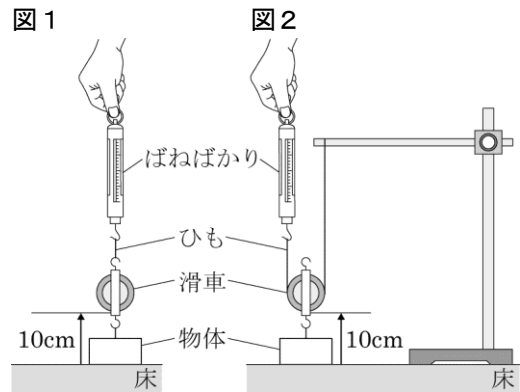
ア 図のような装置で、磁界が変化して電圧が生じ、コイルに電流が流れる現象を何というか、書きなさい。



イ 図の状態から、コイルの巻数を変え、棒磁石のS極を下にして動かしたときの、検流計の針のふれの向きや大きさについて述べたものはどれか。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。ただし、磁石を動かす速さは同じ速さとし、コイルは動かさないものとする。

- 1 コイルの巻数を多くし、S極をコイルの中から上に引き出すと、針は左に大きくふれる。
- 2 コイルの巻数を多くし、S極をコイルの上から中に入れると、針は左に小さくふれる。
- 3 コイルの巻数を少なくし、S極をコイルの中から上に引き出すと、針は右に小さくふれる。
- 4 コイルの巻数を少なくし、S極をコイルの上から中に入れると、針は右に大きくふれる。

問4 図1は、滑車と質量 300 g の物体を直接床面から 10cm 引き上げる実験を、図2は、同じ滑車を使って同じ物体を床面から 10cm 引き上げる実験を表したものである。図2の状態から引き上げたところ、ばねばかりの値は 1.6 N を示した。次のア、イに答えなさい。ただし、ひもと滑車の間には、摩擦力ははたらかないものとし、ひもの伸びや質量は無視できるものとする。また、質量 100 g の物体にはたらく重力の大きさを 1 N とする。



ア 次の文章は、この実験について述べたものである。文章中の ①, ② に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを、1～4の中から一つ選び、その番号を書きなさい。

図2で物体を引き上げたとき、ばねばかりが示す値の大きさは、図1のときと比べて ① になった。また、ひもを引く距離は、図1のときと比べて ② になった。

- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| 1 ① 2倍 ② 2倍   | 2 ① 2分の1 ② 2分の1 |
| 3 ① 2倍 ② 2分の1 | 4 ① 2分の1 ② 2倍   |

イ 滑車の質量は何 g か、求めなさい。

|    |   |                 |
|----|---|-----------------|
| 問1 | ア |                 |
|    | イ | $\text{g/cm}^3$ |
| 問2 | ア |                 |
|    | イ |                 |
| 問3 | ア |                 |
|    | イ |                 |
| 問4 | ア |                 |
|    | イ | $\text{g}$      |

|     |   |                        |
|-----|---|------------------------|
| 問 1 | ア | 混合物                    |
|     | イ | 0.91 g/cm <sup>3</sup> |
| 問 2 | ア | 化学電池                   |
|     | イ | 3, 5                   |
| 問 3 | ア | 電磁誘導                   |
|     | イ | 1                      |
| 問 4 | ア | 4                      |
|     | イ | 20 g                   |

問 1 ア 純粋な物質（純物質）は、アンモニアや水などの、1種類の物質からできているものである。これに対して、アンモニア水などの、いくつかの物質が混ざり合ったものを混合物という。

イ うすいアンモニア水が入ったビーカー全体の質量（514.7 g）のうち、142.0 g はビーカーで、水の密度が 1.0 g/cm<sup>3</sup> であることから、350.0 g が水である。よって、下線部のアンモニア水の質量は、514.7 [g] - 142.0 [g] - 350.0 [g] = 22.7 [g] このアンモニア水の体積は 25 cm<sup>3</sup> であったので、  
密度は、密度 [g/cm<sup>3</sup>] =  $\frac{\text{物質の質量 [g]}}{\text{物質の体積 [cm}^3\text{]}}$  より、 $\frac{22.7 \text{ [g]}}{25 \text{ [cm}^3\text{]}} = 0.908 \text{ [g/cm}^3\text{]}$  よって、小数第三位を四捨五入して、0.91 g/cm<sup>3</sup> となる。

問 2 ア 化学変化によって電流を取り出すことができる装置を、化学電池という。

イ 電解質の水溶液に2種類の金属を電極として入れると、化学電池ができ、電流を取り出すことができる。  
うすい塩酸は電解質である塩化水素の水溶液で、塩化ナトリウム水溶液は電解質である塩化ナトリウムの水溶液だが、エタノール水溶液は非電解質であるエタノールの水溶液である。よって、うすい塩酸または塩化ナトリウム水溶液に2種類の金属を入れている 3 と 5 のとき、電流を取り出すことができる。

問 3 ア 図のような装置でコイルや磁石を動かすと、コイルの中の磁界が変化する。磁界が変化すると、コイルに電流を流そうとする電圧が生じるので、電流が流れる。この現象を電磁誘導という。

イ コイルの巻数を多くすると誘導電流は大きくなり、検流計の針のふれは大きくなる。逆に、コイルの巻数を少なくすると誘導電流は小さくなり、針のふれは小さくなる。よって、2 と 4 は間違いである。  
また、下にする磁石の極を逆にすると検流計の針のふれる向きは逆になり、磁石の極をコイルに近づけるかコイルから遠ざけるかを変えても、針のふれる向きは逆になる。これらの両方を変えたと、針のふれる向きは元と同じになる。1 や 3 のように S 極をコイルの中から上に引き出すと、S 極がコイルから遠ざかることになるので、図の状態から磁石の極を変え、近づけるか遠ざけるかも変えていることになり、検流計の針は図のときと同じ左にふれる。よって、1 が正しい。

問 4 ア 図 1 では、物体と滑車を引き上げているが、滑車は特に定滑車や動滑車としてのはたらしはしていない。図 2 では滑車が動滑車としてのはたらいしている。動滑車を使うと、加える力は 2 分の 1 になり、ひもを引く距離は 2 倍になる。

イ 図 2 の状態でばねばかりは 1.6 N の値を示したので、物体と滑車にはたらく重力の大きさは、1.6 [N] × 2 = 3.2 [N] である。よって、物体と滑車の合計の質量は、3.2 × 100 = 320 [g] このうち、物体の質量は 300 g なので、滑車の質量は、320 [g] - 300 [g] = 20 [g]

## 【過去問 3】

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。

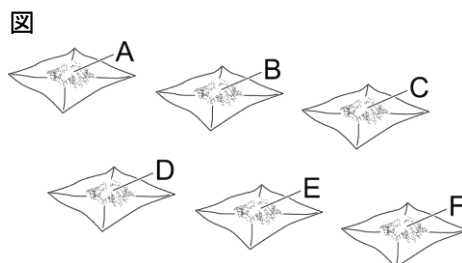
(岩手県 2019 年度)

〔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 燃烧さじに混合物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

| 混合物<br>実験 | 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  | <table border="1"> <tr> <th>物質名</th><th></th></tr> <tr> <td></td><td></td></tr> </table> | 物質名 |  |  |  |
| 物質名 |                                                                                          |     |  |  |  |
|     |                                                                                          |     |  |  |  |

| 問1  | C                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |      |    |                                                                |    |                                                                             |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|----|----------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------|
| 問2  | E                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |      |    |                                                                |    |                                                                             |
| 問3  | 砂糖 と 石灰石                                                                                                                                                                                                                                                               |     |      |    |                                                                |    |                                                                             |
| 問4  | <table border="1"> <tr> <th>物質名</th><th>デンプン</th></tr> <tr> <td>例1</td><td>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。</td></tr> <tr> <td>例2</td><td>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。</td></tr> </table> | 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。 |
| 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 4】

里奈さんは、木炭（備長炭）とアルミニウムはくを用いた木炭電池を知り、詳しく調べるために、次の①～④の手順で実験を行った。あとの問いに答えなさい。

（山形県 2019 年度）

## 【実験】

- ① 100 g の水に 20 g の食塩をとかして食塩水をつくり、つくった食塩水でティッシュペーパーをしめらせた。
- ② 図 1 のように、①のティッシュペーパーを巻きつけた木炭に、アルミニウムはく A、B を、たがいに触れないようにして巻きつけた。
- ③ 図 2 のような装置を組み、モーターの導線をアルミニウムはく B と木炭につないだところ、モーターが回り始めた。
- ④ モーターを 1 時間回し続けたあと、アルミニウムはく A、B をはずし、木炭に巻きつけたティッシュペーパーにフェノールフタレイン溶液を数滴たらして、アルミニウムはく A、B が触れていた部分の色の変化をそれぞれ観察した。また、はずしたアルミニウムはく A、B の様子をそれぞれ観察した。

図 1

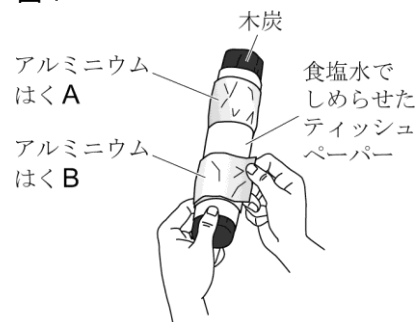
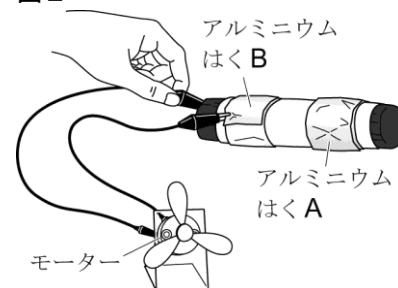


図 2



問 1 下線部について、100 g の水に 20 g の食塩をとかした食塩水の質量パーセント濃度は何%か。小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めなさい。

問 2 次は、里奈さんが、実験から考えられることや調べたことについてまとめたものであり、表は、実験結果である。あとの問いに答えなさい。

木炭の表面には、無数の小さな穴がある。木炭電池では、この小さな穴に入った酸素分子と水分子が電子を受けとるはたらきをする。

実験結果から、アルミニウム原子は 1 個あたり **a** 個の電子を放出して  $\text{Al}^{3+}$  になり、木炭の表面では酸素分子と水分子が電子

を受けとって  $\text{OH}^-$  になっていたと考えられる。このとき、アルミニウムがもつ **b** エネルギーが電気エネルギーに変換されており、+極は **c** となっている。

また、木炭電池のように、充電ができない電池は **d** とよばれる。木炭電池のように、空気中の酸素を利用する電池には他にどのようなものがあるか、さらに調べてみたい。

表

|                | アルミニウムはく A | アルミニウムはく B |
|----------------|------------|------------|
| ティッシュペーパーの色の変化 | 変化はなかった。   | 赤色に変わった。   |
| アルミニウムはくの様子    | 変化はなかった。   | ぼろぼろになった。  |

- (1) **a** にあてはまる数を書きなさい。また、**b** にあてはまる語を書きなさい。

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

ア c アルミニウム      d 一次電池      イ c アルミニウム      d 二次電池  
 ウ c 木炭      d 一次電池      エ c 木炭      d 二次電池

問3 空気中の酸素を利用する電池には燃料電池があり、燃料電池は環境に対する影響が少ないと考えられている。電気エネルギーを得る際に燃料電池で起こる反応を、化学反応式で書きなさい。

|     |     |   |  |
|-----|-----|---|--|
| 問 1 | %   |   |  |
| 問 2 | (1) | a |  |
|     |     | b |  |
|     | (2) |   |  |
| 問 3 |     |   |  |

|     |                                                            |   |    |
|-----|------------------------------------------------------------|---|----|
| 問 1 | 16.7 %                                                     |   |    |
| 問 2 | (1)                                                        | a | 3  |
|     |                                                            | b | 化学 |
|     | (2)                                                        | ウ |    |
| 問 3 | $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ |   |    |

問1 質量パーセント濃度 [%] = 溶質の質量 [g] ÷ 溶液の質量 [g] × 100 なので、

$$20 \div (20 + 100) \times 100 = 16.66\cdots \rightarrow 16.7\%$$

問2 (1) アルミニウムはくがぼろぼろになった変化は、金属のアルミニウムがアルミニウムイオンに変化したことを示している。アルミニウム原子 (Al) がイオンになると  $\text{Al}^{3+}$  になることから、アルミニウム原子は電子を3個放出して陽イオンになるといえる。また、木炭電池では化学変化によって電気エネルギーをとり出すので、アルミニウムは化学エネルギーをもつといえる。

(2) アルミニウムから電子が放出され、木炭で電子が受けとられている。電子は一極から＋極へ移動するので、アルミニウムが－極、木炭が＋極といえる。また、充電ができない電池を一次電池、充電ができる電池を二次電池という。

問3 燃料電池とは、水の電気分解の逆の反応である、水素 ( $\text{H}_2$ ) と酸素 ( $\text{O}_2$ ) から水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ができる反応を利用している。反応後は水しかできないので、環境に対する影響が少ない。化学反応式では、矢印の左右で各原子の数を合わせる。

## 【過去問 5】

次の問 1～問 4 に答えなさい。

(福島県 2019 年度)

問 1 次の文の X にあてはまることばは何か。書きなさい。

ヒトの血液の成分である X は毛細血管からしみ出て組織液となる。組織液には、X にとけて運ばれてきた養分や赤血球により運ばれてきた酸素がふくまれる。

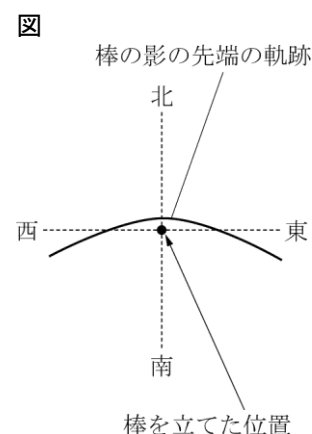
問 2 福島県のある地点で太陽の動きを調べるために、地面に棒を垂直に立て、太陽による棒の影の動きを観察した。図は、ある日の棒の影の先端の位置を観察し、記録したものである。観察をした日として最も適当なものを、次のア～ウの中から 1 つ選びなさい。

ア 6 月 21 日                      イ 9 月 21 日                      ウ 12 月 21 日

問 3 車のバッテリーや携帯電話の電池は、使用して電圧が低下しても、外部から逆向きの電流を流すと低下した電圧が回復し、くり返し使用することができる。このような電池を何というか。次のア～ウの中から 1 つ選びなさい。

ア 一次電池                      イ 二次電池                      ウ 燃料電池

問 4 ある物体をばねばかりにつるし、物体にはたらく重力の大きさをはかると 5.0 N であった。この物体をばねばかりにつるしたまま、水を入れている容器に触れないように水の中に完全に沈めたとき、ばねばかりの値は 1.6 N を示した。このときの物体にはたらく浮力の大きさは何 N か。求めなさい。



|     |   |
|-----|---|
| 問 1 |   |
| 問 2 |   |
| 問 3 |   |
| 問 4 | N |

|     |       |
|-----|-------|
| 問 1 | 血しょう  |
| 問 2 | ア     |
| 問 3 | イ     |
| 問 4 | 3.4 N |

問 1 血液の成分である血しょうは、毛細血管からしみ出て、細胞のまわりを満たす組織液となる。

問 2 このような観察を行うと、太陽が東側にある日の出のころには棒の影は西側へのびるので、棒の影の先端は棒の西側に記録される。また、正午ごろの影の先端は棒の北側に、日の入りのころの影の先端は棒の東側に記録される。図の曲線は、こうして記録した点をすべて結んだものである。

図の曲線の最も左側の点は、観察を行った中で最も早い時刻に記録されたもので、このとき太陽は、この点と棒を立てた位置とを直線で結んで延長した方角にあるから、真東よりも北側に太陽があったことがわかる。

よって、この日の太陽は真東よりも北側から出ていたと考えられ、選択肢の中ではアの6月21日(夏至の日)だけがあてはまる。夏至の日には、太陽は真東よりも北側から出て、南の空の高い位置を通り、真西よりも北側へ沈む。

なお、イの9月21日は秋分の日で、太陽は真東から出て真西に沈む。ウの12月21日は冬至の日で、太陽は真東よりも南側から出て真西よりも南側に沈む。

**問3** 使用して低下した電圧が回復しない電池を、一次電池という。乾電池などは一次電池である。使用して電圧が低下しても、充電して電圧を回復させることができる電池を、二次電池という。二次電池には、車のバッテリーなどに使われる鉛蓄電池、携帯電話などに使われるリチウムイオン電池のほか、ニッケル水素電池などがある。燃料電池とは、水の電気分解と逆の化学変化を利用して、水素と酸素が化合するときに発生する電気エネルギーを直接とり出すものをいう。

**問4** 物体を水の中に完全に沈めたとき、ばねばかりの値が5.0Nから1.6Nに変化したので、この差の、 $5.0\text{ [N]} - 1.6\text{ [N]} = 3.4\text{ [N]}$  が、物体にはたらく浮力の大きさである。

## 【過去問 6】

次の実験について、問1～問4に答えなさい。

(福島県 2019 年度)

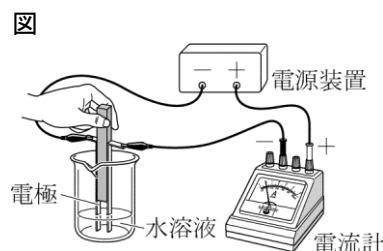
### 実 験

無色透明の水溶液が  $30\text{cm}^3$  ずつ入ったビーカーA, B, C, Dを用意した。A～Dに入っている水溶液は、うすい塩酸、うすい水酸化ナトリウム水溶液、うすい硫酸、砂糖水の4種類のいずれかである。これらを区別するために次のⅠ～Ⅲを行った。

Ⅰ 各ビーカーの水溶液を  $5\text{cm}^3$  ずつそれぞれ試験管にとり、マグネシウムリボンを入れると、AとBの水溶液は気体が発生したが、CとDの水溶液は気体は発生しなかった。

Ⅱ 各ビーカーの水溶液を  $5\text{cm}^3$  ずつそれぞれ試験管にとり、塩化バリウム水溶液を加えると、Aの水溶液は沈殿が生じたが、B, C, Dの水溶液は沈殿は生じなかった。

Ⅲ 図のような装置を用いて、各ビーカーの水溶液に約3Vの電圧を加えて、電流が流れるかどうかを調べた。A, B, Cでは電流が流れたが、Dでは電流は流れなかった。



問1 実験のⅠでA, Bの水溶液から生じた気体は同じ種類であった。この気体の説明として正しいものを、次のア～エの中から1つ選びなさい。

- ア 石灰水を白くにごらせる性質をもつ。
- イ 空気中に体積の割合で約20%ふくまれる。
- ウ 刺激臭があり、水に非常によくとける。
- エ 同じ温度で比べると気体の中でいちばん密度が小さい。

問2 実験のⅡについて、Aの水溶液で生じた沈殿は、塩化バリウムの電離により生じた陽イオンと水溶液中のある陰イオンが結びついてできた物質である。この陰イオンは何か。イオン式で書きなさい。

問3 ビーカーBとビーカーCの水溶液はそれぞれ4種類のうちどれか。名称を書きなさい。

問4 実験のⅠ, Ⅱはそのままに、実験のⅢで行う操作の代わりに次のア～オのいずれかの操作を行うことでも、ビーカーA～Dの水溶液を区別することができる。その操作として最も適当なものはどれか。ア～オの中から1つ選びなさい。

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| ア 食塩水を加える。          | イ 水酸化バリウム水溶液を加える。 |
| ウ 塩化コバルト紙につける。      | エ 青色リトマス紙につける。    |
| オ フェノールフタレイン溶液を加える。 |                   |

|     |   |
|-----|---|
| 問 1 |   |
| 問 2 |   |
| 問 3 | B |
|     | C |
| 問 4 |   |

|     |   |                    |
|-----|---|--------------------|
| 問 1 |   | エ                  |
| 問 2 |   | $\text{SO}_4^{2-}$ |
| 問 3 | B | うすい塩酸              |
|     | C | うすい水酸化ナトリウム水溶液     |
| 問 4 |   | オ                  |

問 1 マグネシウム，鉄，亜鉛などの金属にうすい塩酸やうすい硫酸を加えると，水素が発生する。水素は，同じ温度で比べると，気体の中でもっとも密度が小さい。なお，石灰水を白くにごらせる性質をもつ（ア）のは二酸化炭素，空気中に体積の割合で約 20%ふくまれる（イ）のは酸素，刺激臭があり，水に非常によくとける（ウ）のはアンモニア，または塩化水素である。

問 2 ビーカーの水溶液中にある陰イオンは，うすい塩酸中の塩化物イオン，うすい水酸化ナトリウム水溶液中の水酸化物イオン，うすい硫酸中の硫酸イオンの 3 つである（砂糖は非電解質であり電離しないので，砂糖水の中にはイオンは存在しない）。このうち，塩化バリウムの電離により生じたイオン（バリウムイオン， $\text{Ba}^{2+}$ ）と硫酸イオン（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）が結びつくと，硫酸バリウム（ $\text{BaSO}_4$ ）の白い沈殿が生じる。

問 3 実験のⅠから，ビーカー A，B の水溶液はうすい塩酸かうすい硫酸であることがわかり，実験のⅡでビーカー A の水溶液はうすい硫酸とわかるから，ビーカー B の水溶液はうすい塩酸である。残りのうすい水酸化ナトリウム水溶液と砂糖水のうち，実験のⅢで電流が流れるのは電解質の水溶液であるうすい水酸化ナトリウム水溶液の方だから，ビーカー C の水溶液がうすい水酸化ナトリウム水溶液で，ビーカー D の水溶液が砂糖水である。

問 4 問 3 で説明したように，実験のⅠとⅡから，うすい塩酸とうすい硫酸がどのビーカーの水溶液かわかるので，残りのうすい水酸化ナトリウム水溶液と砂糖水が区別できるものを選ぶ。ア～オのうちから選ぶと，オのフェノールフタレイン溶液を加える操作となる。うすい水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性なので，フェノールフタレイン溶液を加えると赤色になるが，砂糖水は中性で，フェノールフタレイン溶液を加えても色は無色のままである。

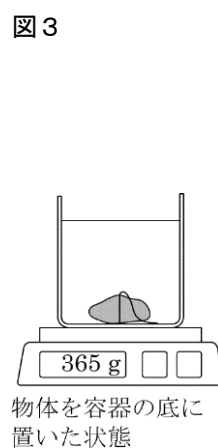
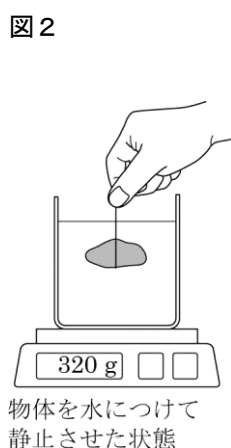
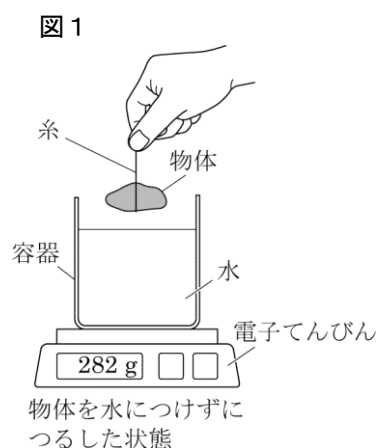
なお，ウの塩化コバルト紙は，かわいた状態では青色で，水にふれると赤色（桃色）に変化する。純粋な水でなくても，水をふくんでいれば赤色に変化するので，水溶液を塩化コバルト紙につけるとどの場合も赤色になり，区別ができない。また，エの青色リトマス紙は，酸性の水溶液をつけると赤色に変化する。

## 【過去問 7】

次の問1～問6に答えなさい。

(茨城県 2019 年度)

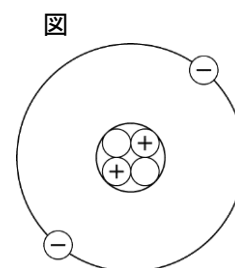
- 問1 質量のわからない物体を軽くて細い糸でしばり、図1～3のように状態を変化させ、電子てんびんの示す値を読みとったところ、図1の状態で282 g、図2の状態で320 g、図3の状態で365 gであった。あとの文中の **あ**， **い** に当てはまる数値を書きなさい。ただし、100 gの物体にはたらく重力の大きさを1 Nとする。



この物体の質量は **あ** g である。また、図2で電子てんびんの示す値が図1での値より大きくなるのは、「物体にはたらく浮力と逆向きの力」が加わるためである。よって、この物体にはたらく浮力は **い** N である。

- 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。

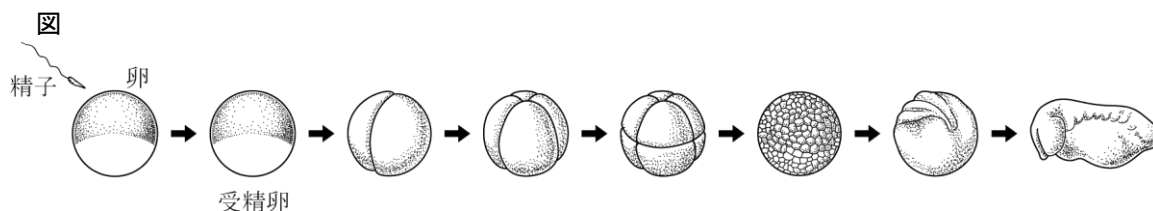
- ① 次の文中の **あ**， **い** に当てはまる語を書きなさい。
- 原子の中心には、**あ** がある。そのまわりに－の電気をもった電子が存在している。**あ** は、＋の電気をもつ陽子と電気をもたない **い** でできている。



- 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3 生物は自らと同じ種類の新しい個体をつくることで子孫を残している。図はヒキガエルの精子と卵が受精して受精卵となり、受精卵が分裂して成長していくようすを示している。あとの①，②の問いに答えなさい。



- ① 受精卵が分裂をくり返して親と同じような形へ成長する過程を何というか，書きなさい。
- ② 精子や卵は生殖細胞とよばれる特別な細胞である。生殖細胞と染色体の数について書かれた文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。

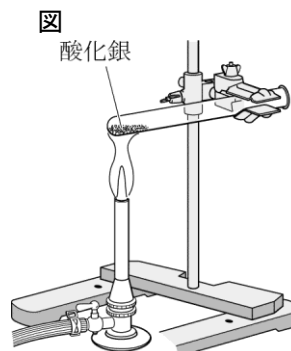
ア 生殖細胞は体細胞分裂によってつくられるので，染色体の数はもとの細胞の半分になる。

イ 生殖細胞は減数分裂によってつくられるので，染色体の数はもとの細胞と同じである。

ウ 生殖細胞が受精してできる受精卵の染色体の数は，親の体をつくっている細胞の中にある染色体の数と同じになる。

エ 生殖細胞が受精してできる受精卵の染色体の数は，親の体をつくっている細胞の中にある染色体の数の2倍になる。

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。



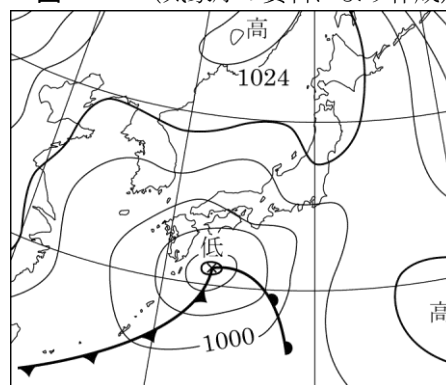
問5 次の文中の「あ」，「い」に当てはまる語を書きなさい。

生物は，まわりの水や空気，土などの自然環境や動物や植物などとの間にさまざまな関連をもって生きている。ある環境とそこにすむ生物とを一つのまとまりと見たとき，これを「あ」という。

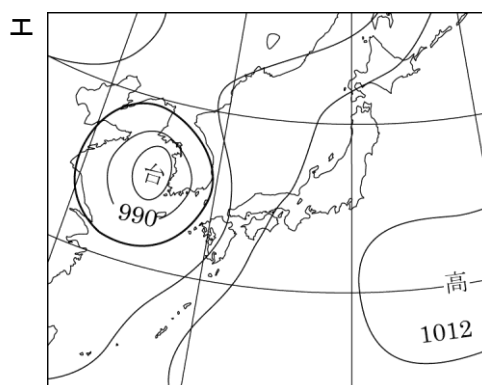
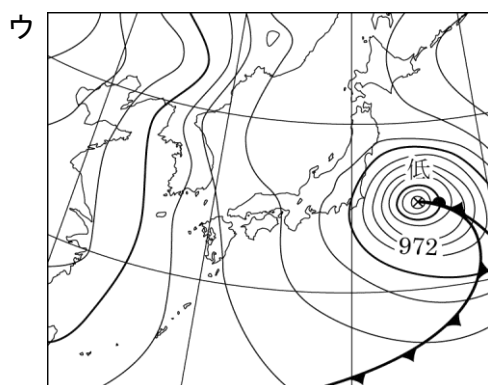
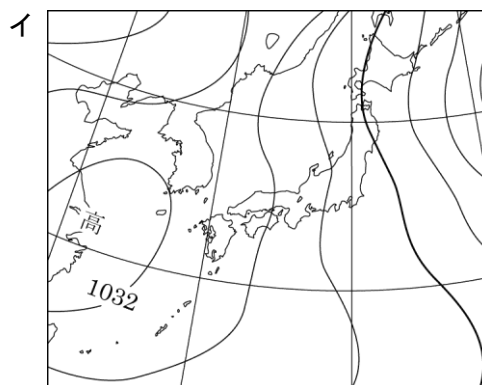
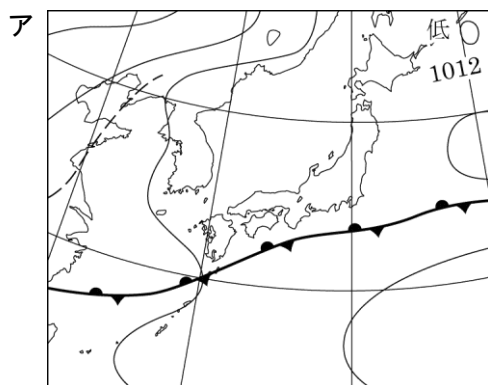
人間が生きていくための活動により，「あ」が大きな影響を受けるようになってきた。その例の一つとして，ある地域に本来いなかった生物がほかの地域から持ちこまれ，そこに定着することがある。そのような生物を「い」という。「い」が増えると，本来その場所にすんでいた生物の生存をおびやかす場合もある。わたしたち人間も自然の一部であることを自覚し，自然環境の保全に努めることが必要である。

問6 図は、日本付近の天気図である。次の①、②の問いに答えなさい。

図 (気象庁の資料により作成)



① 図の1日後の天気図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。



② 低気圧や高気圧、前線について説明した文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 低気圧の中心部では、下降気流となっている。
- イ 高気圧はまわりよりも気圧が高いところである。
- ウ 寒冷前線の近くでは、乱層雲ができることが多い。
- エ 温暖前線の近くでは、寒気が暖気の上をはい上がっていく。

|     |   |   |  |
|-----|---|---|--|
| 問 1 | あ | g |  |
|     | い | N |  |
| 問 2 | ① | あ |  |
|     |   | い |  |
|     | ② |   |  |
| 問 3 | ① |   |  |
|     | ② |   |  |
| 問 4 |   |   |  |
| 問 5 | あ |   |  |
|     | い |   |  |
| 問 6 | ① |   |  |
|     | ② |   |  |

|     |                                                            |        |     |
|-----|------------------------------------------------------------|--------|-----|
| 問 1 | あ                                                          | 83 g   |     |
|     | い                                                          | 0.38 N |     |
| 問 2 | ①                                                          | あ      | 原子核 |
|     |                                                            | い      | 中性子 |
|     | ②                                                          | ア      |     |
| 問 3 | ①                                                          | 発生     |     |
|     | ②                                                          | ウ      |     |
| 問 4 | $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$ |        |     |
| 問 5 | あ                                                          | 生態系    |     |
|     | い                                                          | 外来種    |     |
| 問 6 | ①                                                          | ウ      |     |
|     | ②                                                          | イ      |     |

問 1 図 1 の 282 g は容器と水の質量で、図 3 の 365 g は容器、水、物体の質量である。よって、物体の質量は、 $365 \text{ [g]} - 282 \text{ [g]} = 83 \text{ [g]}$  である。

次に、図 2 と図 3 では電子てんびんの質量の値が、 $365 \text{ [g]} - 320 \text{ [g]} = 45 \text{ [g]}$  だけ異なっているが、これは、図 2 で手にかかっていた物体の重さが、手で支えていない図 3 では電子てんびんにかかっていることが原因である。よって、図 2 で手にかかっていた物体の重さは、 $45 \div 100 = 0.45 \text{ [N]}$  である。物体の質量は 83 g なので、空気中での物体の重さは、 $83 \div 100 = 0.83 \text{ [N]}$  であり、図 2 で手にかかっていた重さの方が、 $0.83 \text{ [N]} - 0.45 \text{ [N]} = 0.38 \text{ [N]}$  だけ少ないが、これは水中の物体に浮力がはたらいっているためである。よって、い の浮力は、0.38 N である。

なお、図 2 で軽くなった 0.38 N 分の重さは、なくなってしまったわけではなく、電子てんびんにかかっている。そのため、図 2 の電子てんびんの値は、図 1 より、 $320 \text{ [g]} - 282 \text{ [g]} = 38 \text{ [g]}$  だけ大きくなっている。

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3 ① 受精卵が分裂をくり返して親と同じような形へ成長する過程を、発生という。

② 生殖細胞は、減数分裂という特別な細胞分裂によってつくられ、染色体の数がもとの細胞の半分になる。また、生殖細胞(動物では精子と卵、植物では精細胞と卵細胞)が受精して受精卵ができると、それぞれの生殖細胞から、もとの細胞の半分の数になっていた染色体が受けつがれるので、受精卵の染色体の数は、親の体をつくっている細胞の中にある染色体の数と同じになる。

問4 酸化銀(化学式は $\text{Ag}_2\text{O}$ )を加熱すると、銀(化学式は $\text{Ag}$ )と酸素(化学式は $\text{O}_2$ )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 $\text{Ag}_2\text{O}$ 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 $\text{Ag}$ 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。

問5 水、空気、土などの環境と、そこにすむ生物とを一つのまとまりと見たとき、これを生態系という。

また、人間の活動によって、ある地域に本来いなかった生物がほかの地域から持ちこまれて定着することがあり、このような生物を外来種という。北アメリカ原産の魚類であるオオクチバスなどは、日本固有の生態系のバランスをくずすおそれがある外来種としてよく知られている。

問6 ① 日本付近の上空には、偏西風という強い西風が吹いており、この影響で、日本付近では温帯低気圧や移動性高気圧が西から東へ移動し、天気もそれにつれて西から東へ変化していくことが多い。**図**では高知県の南方に寒冷前線と温暖前線をともなう温帯低気圧の中心があるが、1 日後にはこの温帯低気圧は東へ移動していることが予想される。よって、前線をともなう温帯低気圧が日本の東海上にある**ウ**が、1 日後の天気図として最も適当である。

② まわりよりも気圧が高いところを高気圧、低いところを低気圧という(何 hPa 以上が高気圧であるというような数値の基準はない)。よって、**イ**が正しい。低気圧の中心部には上昇気流があるので、**ア**は間違い。寒冷前線の近くでは積乱雲ができることが多く、温暖前線の進行方向には乱層雲ができることが多いので、**ウ**は間違い。寒冷前線の近くでは寒気が暖気を激しくもち上げ、温暖前線の近くでは暖気が寒気の上をはい上がっていくので、**エ**は間違い。

## 【過去問 8】

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。

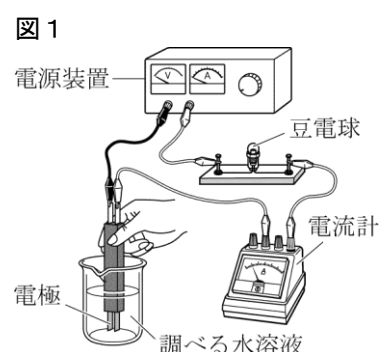
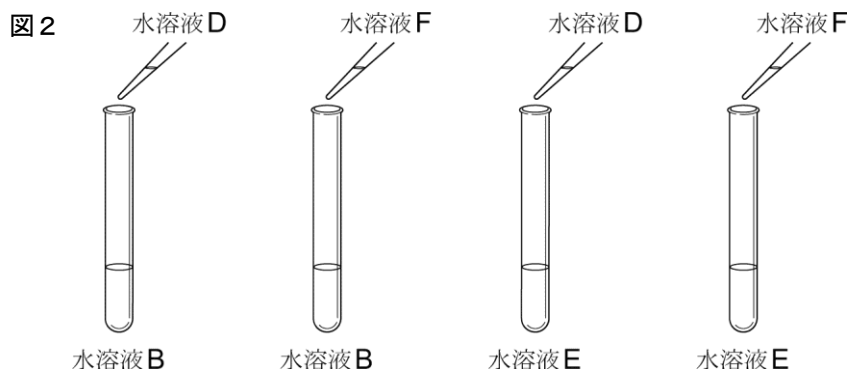
太郎：水溶液 B と水溶液 E は赤くなりました。これらの水溶液はアルカリ性ですね。次に水溶液 A, D, F を調べてみましょう。

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%の食塩水をつくるとき、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。その他の水溶液（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、電極についた水溶液を洗い流し、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  $x$  g 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のできる。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、**A** 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、**I** 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 9】

酸とアルカリの反応について調べるために、次の実験(1)、(2)を行った。

(1) 5個のビーカーA, B, C, D, Eを用意し、それぞれに水酸化バリウム水溶液をメスシリンダーで50cm<sup>3</sup>ずつはかって入れた。

(2) (1)のビーカーA, B, C, D, Eにうすい硫酸をそれぞれ体積を変えて加え、生じた白色の沈殿<sup>ちんでん</sup>の質量を測定した。表は、その結果をまとめたものである。

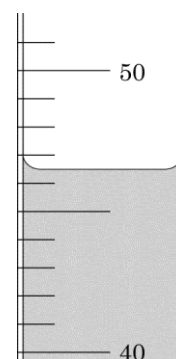
|                            | A   | B   | C   | D   | E    |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| うすい硫酸の体積[cm <sup>3</sup> ] | 2.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 | 10.0 |
| 白色の沈殿の質量[g]                | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9  |

このことについて、次の問1, 問2, 問3, 問4に答えなさい。

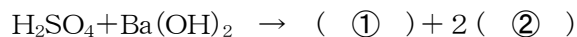
(栃木県 2019 年度)

問1 酸とアルカリを混ぜたときに起こる、互いの性質を打ち消し合う反応を何というか。

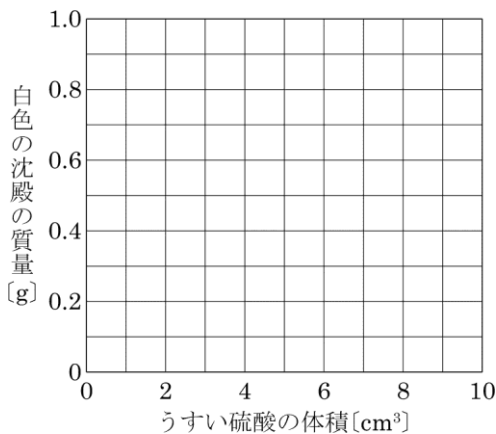
問2 実験(1)において、メスシリンダーで水酸化バリウム水溶液をはかろうとしたところ、右の図のようになった。50cm<sup>3</sup>にするためには、さらに水酸化バリウム水溶液を何cm<sup>3</sup>加えればよいか。

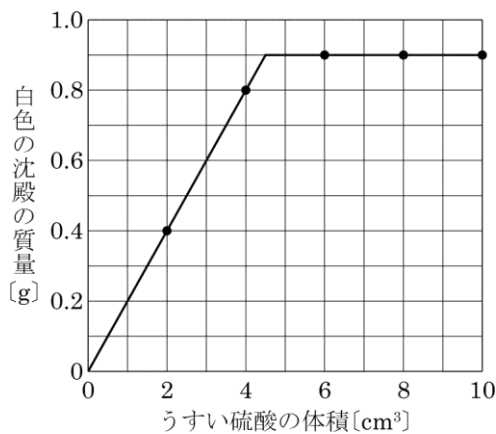


問3 実験(2)のビーカー内で起こる変化は、化学反応式で次のように表される。①, ②に当てはまる物質の化学式をそれぞれ書きなさい。



問4 実験(2)において、加えたうすい硫酸の体積と生じた白色の沈殿の質量との関係を表すグラフをかきなさい。

|     |                                                                                   |  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|--|
| 問 1 |                                                                                   |  |
| 問 2 | $\text{cm}^3$                                                                     |  |
| 問 3 | ①                                                                                 |  |
|     | ②                                                                                 |  |
| 問 4 |  |  |

|     |                                                                                     |                      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 問 1 | 中和                                                                                  |                      |
| 問 2 | $3.5 \text{ cm}^3$                                                                  |                      |
| 問 3 | ①                                                                                   | $\text{BaSO}_4$      |
|     | ②                                                                                   | $\text{H}_2\text{O}$ |
| 問 4 |  |                      |

問 1 酸とアルカリを混ぜると、互いの性質を打ち消し合う反応が起こり、塩<sup>えん</sup>と水ができる。この反応を中和という。

問 2 メスシリンダーを使って液体の体積をはかるときは、液面の最も平らな位置の目盛りを、真横から最小目盛りの 10 分の 1 まで読み取る。図では、水酸化バリウム水溶液の体積は  $46.5 \text{ cm}^3$  と読み取れるので、これを  $50 \text{ cm}^3$  にするためには、 $50 - 46.5 = 3.5 [\text{cm}^3]$  の水酸化バリウム水溶液を加えればよい。

問 3 うすい硫酸と水酸化バリウム水溶液を混ぜると中和が起こり、硫酸バリウム ( $\text{BaSO}_4$ ) という白色で水にとけにくい塩と、水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ができる。矢印の左右で原子の種類と数を一致させることに気をつけて、これを化

学反応式で書くと、 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ となる。

**問4** 表の数字をもとに、5個の点をかく。この5個の点をそのまま結んでいくのではなく、ビーカーA、Bの結果を表す2個の点は原点を通る直線で結び、その線を延長しておく。また、ビーカーC～Eの結果を表す3個の点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、その交点で折れ曲がるグラフをかく。グラフを正しくかくと、加えたうすい硫酸の体積が $4.5\text{cm}^3$ のときに白色の沈殿の質量が $0.9\text{g}$ 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、うすい硫酸 $4.5\text{cm}^3$ と水酸化バリウム水溶液 $50\text{cm}^3$ を混ぜ合わせたときに過不足なく中和が起こるので、それ以上うすい硫酸を加えても、水酸化バリウムが不足して新たな硫酸バリウムの沈殿はできなくなるからである。

## 【過去問 10】

酸の水溶液とアルカリの水溶液を混ぜ合わせたときの反応を調べるために、次の実験を行った。後の問1～問3に答えなさい。

(群馬県 2019 年度)

## [実験]

うすい塩酸  $6\text{ cm}^3$  をビーカーに入れ、BTB溶液を数滴加えた。次に、こまごめピペットを用いて塩酸と同じ濃度の水酸化ナトリウム水溶液を少しずつビーカーの中に加えていき、加えた体積とビーカー内の水溶液の色の変化を観察すると、 $6\text{ cm}^3$  加えたところで水溶液は緑色になった。その後、水酸化ナトリウム水溶液を水溶液の色の変化がなくなるまで加え続けた。

問1 図Iのようなこまごめピペットで水酸化ナトリウム水溶液を吸い取った後に注意すべき点を、こまごめピペットの向きに着目して、簡潔に書きなさい。

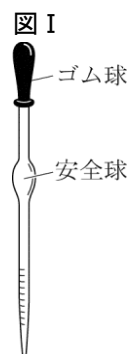
問2 この実験において、水酸化ナトリウム水溶液を加え始めてから加え終えるまでの、ビーカー内の水溶液の色の変化を表すように、次の①～③に当てはまるものを、ア～ウからそれぞれ選びなさい。

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| ① | → | ② | → | ③ |
|---|---|---|---|---|

ア 緑色

イ 黄色

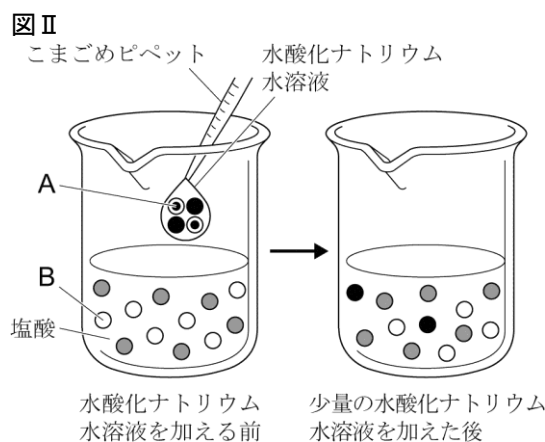
ウ 青色



問3 図IIは、実験の様子を、塩酸と少量の水酸化ナトリウム水溶液に含まれるイオンのモデルを用いて表したものである。ただし、水酸化ナトリウム水溶液を加える前と後のイオンの個数は、反応した数をもとにかかっている。また、電解質は全て電離し、水は電離していないものとして考えている。次の①～③の問いに答えなさい。

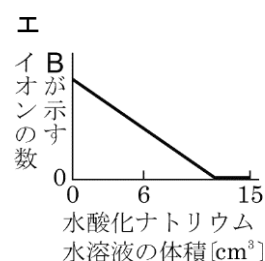
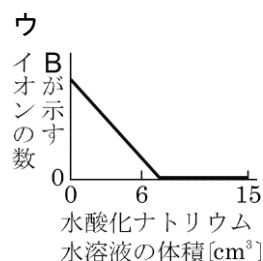
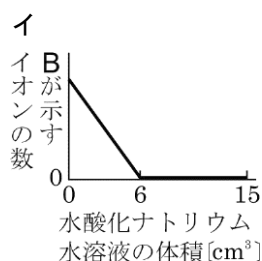
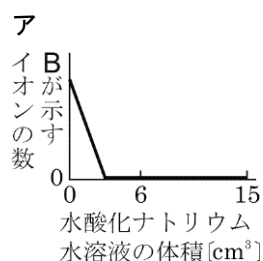
① 図IIのAとBが示すイオンのイオン式を、それぞれ書きなさい。

② 水酸化ナトリウム水溶液を  $9\text{ cm}^3$  加えたとき、ビーカーの中に含まれるイオンの総数は何個か、書きなさい。ただし、塩酸  $1\text{ cm}^3$  に含まれるイオンの総数と水酸化ナトリウム水溶液  $1\text{ cm}^3$  に含まれるイオンの総数は、それぞれ  $2a$  個とする。



- ③ 塩酸の濃度と体積は変えずに、水を加えて濃度を $\frac{1}{2}$ 倍にした水酸化ナトリウム水溶液を用いて同じ

実験を行ったとする。15cm<sup>3</sup>の水酸化ナトリウム水溶液を加えていったときの、加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積とビーカー内のBが示すイオンの数の関係を表すグラフとして最も適切なものを、次のア～エから選びなさい。



|    |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|
| 問1 |   |   |   |   |   |
| 問2 | ① |   | ② |   | ③ |
| 問3 | ① | A |   | B |   |
|    | ② |   |   |   |   |
|    | ③ |   |   |   |   |

|    |                         |        |                 |   |                |
|----|-------------------------|--------|-----------------|---|----------------|
| 問1 | 例<br>こまごめピペットの先を上に向けない。 |        |                 |   |                |
| 問2 | ①                       | イ      | ②               | ア | ③              |
| 問3 | ①                       | A      | OH <sup>-</sup> | B | H <sup>+</sup> |
|    | ②                       | 18 a 個 |                 |   |                |
|    | ③                       | エ      |                 |   |                |

問1 水溶液がゴム球に入ると、ゴム球が傷むおそれがあるので、こまごめピペットは先を上に向けてゴム球部分に水溶液が入らないように注意する必要がある。

問2 BTB溶液は酸性で黄色、中性で緑色、アルカリ性で青色を示す。うすい塩酸は酸性なので、アルカリ性の水酸化ナトリウム水溶液を加えるにつれて、酸性→中性→アルカリ性の順に変化する。

問3 ① 図Ⅱで「水酸化ナトリウム水溶液を加える前」のビーカーの中は塩酸であるので、左側のビーカー内の2つのモデルは、水素イオン(H<sup>+</sup>)と塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)のどちらかである。同様に、水酸化ナトリウム水溶液中の2つのモデルは、水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)とナトリウムイオン(Na<sup>+</sup>)のどちらかである。これらを混ぜ合わせて中和し、「少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えた後」となったとき、Aが示すイオンはなくなっている。これは、イオンどうしが結びついて水となったことを示しているので、Aは水素イオンまたは水酸化物イオンのどちらかであり、Aは水酸化ナトリウム水溶液中のイオンであったことから、水酸化物イオンと考えられる。Bについても、Aと同じように、中和反応の後で数が減っていることから、こちらは水素イオンと分かる。

中和反応で水ができるとき、水素イオンと水酸化物イオンは1:1の数の比で結びつく。したがって、図Ⅱでは、左側の反応前の水素イオン(B)は6個、水酸化物イオン(A)は2個であり、水素イオンの方が6-2=4〔個〕ぶん多かったことから、右側には反応しなかった4個ぶんの水素イオンが残っている。

- ②  $1\text{ cm}^3$  の塩酸と水酸化ナトリウム水溶液に含まれるイオンの総数がそれぞれ  $2a$  個 ( $a$  個 +  $a$  個) とあるので、塩酸  $1\text{ cm}^3$  には水素イオンと塩化物イオンがそれぞれ  $a$  個、水酸化ナトリウム水溶液には水酸化物イオンとナトリウムイオンがそれぞれ  $a$  個含まれていることになる。

塩酸  $6\text{ cm}^3$  には、水素イオンと塩化物イオンがそれぞれ  $6a$  個含まれている。また、水酸化ナトリウム水溶液  $9\text{ cm}^3$  には、水酸化物イオンとナトリウムイオンがそれぞれ  $9a$  個含まれている。これらを混ぜ合わせて中和させると、水素イオンと水酸化物イオンは  $1:1$  の数の比で結びつくため、それぞれ  $6a$  個ぶんが結びついて水になる。この結果、水素イオン  $6a$  個はすべてなくなり、水酸化物イオンは  $9a - 6a = 3a$  [個] 残る。一方、塩化物イオン  $6a$  個とナトリウムイオン  $9a$  個は、どちらもそのままの数で存在する。よって、これらを足し合わせると、イオンの総数は  $3a + 6a + 9a = 18a$  [個] となる。

- ③ ①より **B** は水素イオンであったので、グラフの縦軸の値は水素イオンの数となる。水酸化ナトリウム水溶液の濃度を  $\frac{1}{2}$  倍にして実験を行うと、 $1\text{ cm}^3$  の塩酸に含まれる水素イオンの数と、 $2\text{ cm}^3$  の水酸化

ナトリウム水溶液に含まれる水酸化物イオンの数とが等しくなる。よって、**エ** のように、 $6\text{ cm}^3$  の塩酸に対して  $12\text{ cm}^3$  の水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき、ちょうど中和して縦軸の値が  $0$  になる。

## 【過去問 11】

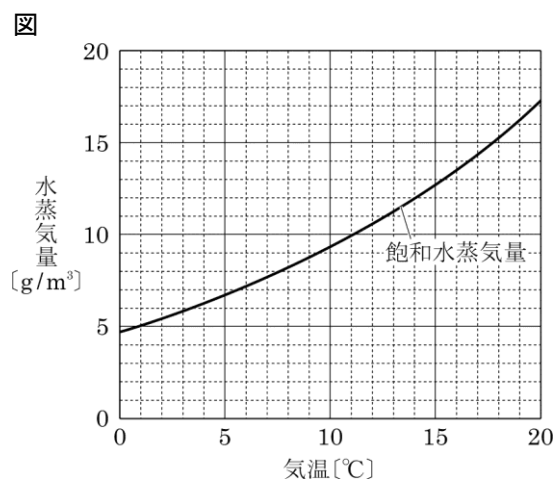
次の各問に答えなさい。

(埼玉県 2019 年度)

問1 次のア～エの中から、地球型惑星を一つ選び、その記号を書きなさい。

ア 火星                      イ 木星                      ウ 土星                      エ 天王星

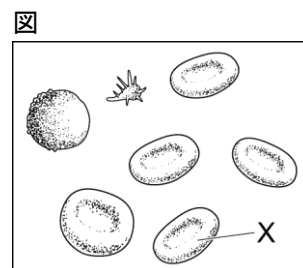
問2 右の図は、気温と飽和水蒸気量との関係を表したグラフです。気温  $11^{\circ}\text{C}$ 、湿度 25% のとき、空気  $1\text{ m}^3$  中の水蒸気量は何 g ですか。図をもとに求めなさい。



問3 イヌワラビとゼニゴケに共通している点を、次のア～エの中から一つ選び、その記号を書きなさい。

ア 維管束がない。  
イ 根、茎、葉の区別がある。  
ウ 胞子でふえる。  
エ 雄株と雌株がある。

問4 右の図は、ヒトの血液中の固形の成分を模式的に表したものです。図中のXは、酸素を運ぶはたらきをしています。このXの名称を書きなさい。



問5 水  $40\text{ g}$  に砂糖  $10\text{ g}$  を溶かしたときの砂糖水の質量パーセント濃度は何%か求めなさい。

問6 右の図のように、BTB溶液を数滴加えた塩酸  $10\text{cm}^3$  の入ったビーカーに、水酸化ナトリウム水溶液を  $2\text{cm}^3$  ずつ加えて水溶液の色を観察しました。次の表は、観察した結果をまとめたものです。水酸化ナトリウム水溶液を  $16\text{cm}^3$  加えたとき、ビーカーの水溶液中に最も多く含まれるイオンを、下のア～エの中から一つ選び、その記号を書きなさい。



表

| 水酸化ナトリウム水溶液の量 $[\text{cm}^3]$ | 0  | 2  | 4  | 6  | 8  | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 水溶液の色                         | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 緑色 | 青色 | 青色 | 青色 | 青色 | 青色 |

ア 水素イオン      イ 塩化物イオン      ウ ナトリウムイオン      エ 水酸化物イオン

問7 ある学校で使っていた白熱電球を、ほぼ同じ明るさのLED電球にとりかえます。40Wの白熱電球に100Vの電圧を加えて55秒間使用したときと同じ電圧、同じ電力量で、4.4WのLED電球は何秒間使用できるか求めなさい。

問8 単位に関して述べた次のア～エの中から、下線部が正しいものを一つ選び、その記号を書きなさい。

ア パスカル（記号Pa）は、圧力の単位である。面を垂直に押す力の大きさが同じなら、力のはたらく面積が大きいほど圧力は大きくなる。

イ ジュール（記号J）は、エネルギーの単位である。物体に対して仕事をする能力をエネルギーとよんでおり、熱や電気のエネルギーもジュールで表すことができる。

ウ シーベルト（記号Sv）は、放射線が人体にどれくらいの影響があるかを表す単位である。私たちは、自然放射線を年間に1人あたり約2シーベルト受けている。

エ オーム（記号 $\Omega$ ）は、電気抵抗の単位である。抵抗器の両端に電圧を加えたときに、抵抗の値が大きいほど電流は流れやすい。

|    |   |
|----|---|
| 問1 |   |
| 問2 | g |
| 問3 |   |
| 問4 |   |
| 問5 | % |
| 問6 |   |
| 問7 | 秒 |
| 問8 |   |

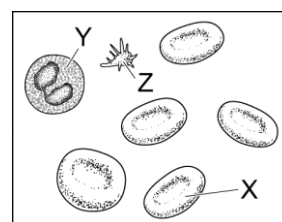
|    |       |
|----|-------|
| 問1 | ア     |
| 問2 | 2.5 g |
| 問3 | ウ     |
| 問4 | 赤血球   |
| 問5 | 20 %  |
| 問6 | ウ     |
| 問7 | 500 秒 |
| 問8 | イ     |

問1 太陽系の8つの惑星は、小型で密度が大きい地球型惑星と、大型で密度が小さい木星型惑星に分けられる。太陽に近い4つの惑星（水星、金星、地球、火星）は地球型惑星で、太陽から遠い4つの惑星（木星、土星、海王星、天王星）は木星型惑星である。

問2 グラフから、気温 11℃での飽和水蒸気量は  $10.0 \text{ g/m}^3$  と読み取れる。よって、湿度 25%のとき、空気  $1 \text{ m}^3$  中の水蒸気量は、 $10.0 [\text{g}] \times 0.25 = 2.5 [\text{g}]$  である。

問3 イヌワラビなどのシダ植物とゼニゴケなどのコケ植物は、ともに孢子でふえる。一般に、シダ植物には維管束があり、コケ植物には維管束がないので、アは間違い。シダ植物には根、茎、葉の区別があり、コケ植物には根、茎、葉の区別がないので、イは間違い。シダ植物には雄株と雌株の区別はなく、コケ植物には雄株と雌株があるので、エは間違い。

問4 ヒトの血液の成分のうち、酸素を運ぶはたらきをする X は赤血球である。なお、赤血球以外の固形の成分には、細菌などを分解するはたらきをする白血球（右の図の Y）と、出血したときに血液を固めるはたらきをする血小板（右の図の Z）がある。また、血液の液体の成分を血しょうといい、養分や不要な物質などを運ぶはたらきをする。



問5 質量パーセント濃度 [%] =  $\frac{\text{溶質の質量} [\text{g}]}{\text{溶液の質量} [\text{g}]} \times 100$  で計算する。水  $40 \text{ g}$  に砂糖  $10 \text{ g}$  を溶かしたときの溶液（砂糖水）の質量は、 $40 [\text{g}] + 10 [\text{g}] = 50 [\text{g}]$  だから、質量パーセント濃度は、 $\frac{10 [\text{g}]}{50 [\text{g}]} \times 100 = 20 [\%]$  である。

問6 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液との中和の反応は、 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  と表すことができ、反応前の塩化水素（HCl）と水酸化ナトリウム（NaOH）、反応後にできる塩化ナトリウム

（NaCl）はいずれも電離してイオンとして存在しており、反応後にできる水（ $\text{H}_2\text{O}$ ）だけが分子として存在している。この実験では、加えた水酸化ナトリウム水溶液が  $10 \text{ cm}^3$  のときに水溶液が緑色になり、中性になっていることから、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液は、 $10 \text{ cm}^3$  ずつで過不足なく反応することがわかる。よって、仮に、 $10 \text{ cm}^3$  のうすい塩酸中に水素イオン（ $\text{H}^+$ ）と塩化物イオン（ $\text{Cl}^-$ ）が 10 個ずつ、 $10 \text{ cm}^3$  の水酸化ナトリウム水溶液中にナトリウムイオン（ $\text{Na}^+$ ）と水酸化物イオン（ $\text{OH}^-$ ）が 10 個ずつ含まれているとして、水酸化ナトリウム水溶液の量とイオンの個数との関係は、表 1 のようになる。

表 1

| 水酸化ナトリウム水溶液の量 [ $\text{cm}^3$ ] | 0  | 2  | 4  | 6  | 8  | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|---------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 水素イオン（ $\text{H}^+$ ）の数 [個]     | 10 | 8  | 6  | 4  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 塩化物イオン（ $\text{Cl}^-$ ）の数 [個]   | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| ナトリウムイオン（ $\text{Na}^+$ ）の数 [個] | 0  | 2  | 4  | 6  | 8  | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| 水酸化物イオン（ $\text{OH}^-$ ）の数 [個]  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 4  | 6  | 8  | 10 |

※ 表 1 の 10 は、過不足なく中和している状態。

加えた水酸化ナトリウム水溶液の量が  $10 \text{ cm}^3$  になるまでは、加えるたびに中和が起こり、水素イオンと水酸化物イオンが結びついて水分子になるので、水素イオンの数は減っていき、水酸化物イオンは残らず、ナトリウムイオンの数は増えていく。塩化物イオンは、塩化水素の一部である場合も、中和で生じた塩（塩化

ナトリウム)の一部である場合も、どちらもイオンの状態なので数は変化しない。

加えた水酸化ナトリウム水溶液の量が  $10\text{cm}^3$  を超えると、それ以上中和は起こらず、水酸化ナトリウム水溶液を加えるたびに、ナトリウムイオンと水酸化物イオンの数だけが増えていく。

この表から、**ウ**が正しいことがわかる。

**問7** 家庭用の白熱電球は、 $100\text{V}$ の電圧を加えたときに、表示されている電力が使われる。また、電力量 $[\text{J}]$ ＝電力 $[\text{W}]$ ×時間 $[\text{s}]$ である。よって、 $40\text{W}$ の白熱電球に $100\text{V}$ の電圧を加えて55秒間使用したときの電力量は、 $40[\text{W}] \times 55[\text{s}] = 2200[\text{J}]$  これと同じ電力量で $4.4\text{W}$ のLED電球が $x$ 秒間使用できるとすると、 $4.4x = 2200$  よって、 $x = 2200 \div 4.4 = 500$  より、500秒間使用できる。

**問8** 正しいのは**イ**で、熱のエネルギー(熱量)や電気のエネルギー(電力量)の単位はジュールである。**ア**は、面を垂直に押す力の大きさが同じなら、力のはたらく面積が大きいほど圧力は小さくなる(または、力のはたらく面積が小さいほど圧力は大きくなる)ので、間違い。日本では年間に1人あたり約2ミリシーベルトの自然放射線を受けており、1ミリシーベルトは1シーベルトの1000分の1なので、**ウ**は実際の1000倍の値になっており、間違い。**エ**は、抵抗器の両端に電圧を加えたときには、抵抗の値が大きいほど電流は流れにくい(または、抵抗の値が小さいほど電流は流れやすい)ので、間違い。

## 【過去問 12】

Sさんは、電池について調べるため、次の実験を行いました。これに関する先生との会話文を読んで、あとの問1～問4に答えなさい。

(千葉県 2019 年度 後期)

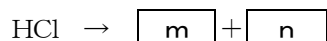
Sさん：図のように、うすい塩酸の中によく磨いた亜鉛板と銅板を入れ、光電池用モーターにつなぐとモーターが回転して、プロペラが回り始めました。電流が流れているということです。

先生：そのとおりです。うすい塩酸の中で、a板が溶けだしbイオンになります。このとき生じた電子は、導線中をc板に向かって移動し、c板の表面で、うすい塩酸の水溶液中に溶けている別のイオンが電子を受け取ることで電流が流れています。では、次にうすい塩酸を食塩水（塩化ナトリウム水溶液）や砂糖水にかえて実験を行ってみましょう。

Sさん：食塩水のときはプロペラが回りましたが、砂糖水のときはプロペラが回りませんでした。

先生：そうですね。電流が流れるのは、どのようなときか考えてみましょう。

問1 会話文中の下線部について、塩酸は、気体の塩化水素が水に溶けた水溶液である。塩化水素が水溶液中で電離するようすを表す次の式のm、nにあてはまる最も適切なイオン式を、それぞれ書きなさい。



問2 会話文中のa～cにあてはまることばの組み合わせ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 | a：亜鉛 | b：陰 | c：銅  |
| イ | a：亜鉛 | b：陽 | c：銅  |
| ウ | a：銅  | b：陰 | c：亜鉛 |
| エ | a：銅  | b：陽 | c：亜鉛 |

問3 次の文章は、実験の結果をまとめたものである。文章中のxにあてはまる最も適切なことばを書きなさい。

塩化水素や塩化ナトリウムのように、水に溶かしたとき水溶液に電流が流れる物質をxという。xの水溶液に亜鉛板と銅板を入れると、電池ができる。

問4 図のように、化学変化によって電気エネルギーをとり出している例として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、その符号を書きなさい。

- ア ネオン管にセーターでこすったプラスチックの下じきを近づけると、ネオン管が光る。  
 イ 検流計につないだコイルに磁石を近づけると、検流計の針が振れる。  
 ウ 豆電球を手回し発電機につなぎハンドルを回すと、豆電球が光る。  
 エ 燃料電池に電子オルゴールを接続すると、電子オルゴールが鳴る。

|    |   |  |   |  |
|----|---|--|---|--|
| 問1 | m |  | n |  |
| 問2 |   |  |   |  |
| 問3 |   |  |   |  |
| 問4 |   |  |   |  |

|    |     |       |   |        |
|----|-----|-------|---|--------|
| 問1 | m   | $H^+$ | n | $Cl^-$ |
| 問2 | イ   |       |   |        |
| 問3 | 電解質 |       |   |        |
| 問4 | エ   |       |   |        |

- 問1 塩化水素 (HCl) が水に溶けると、水素イオン ( $H^+$ ) と塩化物イオン ( $Cl^-$ ) に電離する。  
 問2 亜鉛 (Zn) がうすい塩酸に溶けると、陽イオンである亜鉛イオン ( $Zn^{2+}$ ) になり、2個の電子が生じる。この電子が導線中を通して銅板に移動すると、銅板の表面で水溶液中の水素イオンに渡される。  
 問3 電解質の水溶液の中では、溶質が陽イオンと陰イオンに電離している。塩化ナトリウム (NaCl) の場合は、ナトリウムイオン ( $Na^+$ ) と塩化物イオン ( $Cl^-$ ) に電離する。  
 問4 エの燃料電池では、燃料となる物質を使った化学変化によって電気エネルギーをとり出している。アは静電気、イとウは電磁誘導によって起こる現象。

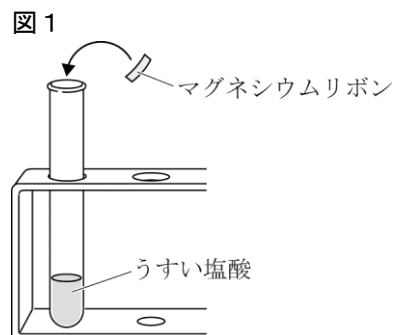
## 【過去問 13】

Sさんは酸と金属を反応させたり、酸とアルカリを反応させたりしたときに起こる変化を調べるために、次の実験1, 2を行いました。これに関して、あとの問1～問3に答えなさい。

(千葉県 2019 年度 前期)

## 実験1

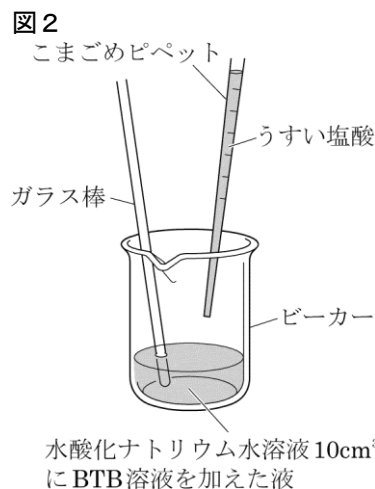
図1のように、うすい塩酸 $5\text{cm}^3$ を試験管に入れ、マグネシウムリボンを加えたところ気体が発生した。



## 実験2

- ① 5個のビーカーA, B, C, D, Eを用意し、それぞれに同じ濃さの水酸化ナトリウム水溶液 $10\text{cm}^3$ を入れた。
- ② ①のビーカーAに、緑色のBTB溶液を数滴加えて、液の色の変化を観察し、pHメーターで液のpHを測定した。
- ③ ①の4個のビーカーB, C, D, Eに、それぞれ緑色のBTB溶液を数滴加えた。図2のように、ガラス棒でかき混ぜながら、うすい塩酸をこまごめピペットで、ビーカーBには $3\text{cm}^3$ 、ビーカーCには $6\text{cm}^3$ 、ビーカーDには $9\text{cm}^3$ 、ビーカーEには $12\text{cm}^3$ を加え、液の色の変化を観察し、pHメーターで液のpHを測定した。

表は、②, ③の結果をまとめたものである。

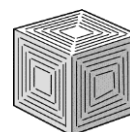


表

| ビーカー                        | A    | B    | C   | D   | E   |
|-----------------------------|------|------|-----|-----|-----|
| 加えたうすい塩酸の体積 $[\text{cm}^3]$ | 0    | 3    | 6   | 9   | 12  |
| ビーカー内の液の色                   | 青    | 青    | 緑   | 黄   | 黄   |
| ビーカー内の液のpHの値                | 11.5 | 11.1 | 7.0 | 3.1 | 2.9 |

- ④ ビーカーC内の液をスライドガラスに少量とり、水分を蒸発させると、結晶が現れた。図3はその結晶をルーペで観察したものスケッチである。

図3



問1 実験1で、発生する気体の性質として最も適当なものを、次のア～エのうちから一つ選び、その符号を書きなさい。

- ア 石灰水を白くにごらせる。  
 イ 特有の刺激臭がある。  
 ウ 空気より密度が小さい。  
 エ ものを燃やすはたらきがある。

問2 実験2の③で、ビーカーB, C, D, E内の液の性質はどのようなになるか。次のア～エのうちから最も適当なものを一つ選び、その符号を書きなさい。

|   | ビーカーB | ビーカーC | ビーカーD | ビーカーE |
|---|-------|-------|-------|-------|
| ア | 酸性    | 酸性    | 中性    | アルカリ性 |
| イ | 酸性    | 中性    | アルカリ性 | アルカリ性 |
| ウ | アルカリ性 | アルカリ性 | 中性    | 酸性    |
| エ | アルカリ性 | 中性    | 酸性    | 酸性    |

問3 次の文章は、実験2が終わったあとのSさんと先生の会話である。あとの(a), (b)の問いに答えなさい。

Sさん：酸は水に溶けて **w** を生じる物質で、アルカリは水に溶けて **x** を生じる物質ですね。

先生：そのとおりです。酸とアルカリの水溶液を混合すると、**w** と **x** が結合して、**y** ができることで、おたがいの性質を打ち消し合います。この反応を中和といいます。実験2の④で観察された結晶は、中和してできる物質です。何だと思いますか。

Sさん：**z** だと思います。

先生：そのとおりです。

(a) 会話文中の **w**, **x** にあてはまるイオン名(イオンの名称)を、それぞれ書きなさい。また、**y** にあてはまる物質名を書きなさい。

(b) 会話文中の **z** にあてはまる物質の化学式を書きなさい。

|     |     |   |  |   |
|-----|-----|---|--|---|
| 問 1 |     |   |  |   |
| 問 2 |     |   |  |   |
| 問 3 | (a) | w |  | x |
|     |     | y |  |   |
|     | (b) |   |  |   |

|     |     |      |       |   |
|-----|-----|------|-------|---|
| 問 1 | ウ   |      |       |   |
| 問 2 | エ   |      |       |   |
| 問 3 | (a) | w    | 水素イオン | x |
|     |     | y    | 水     |   |
|     | (b) | NaCl |       |   |

問 1 うすい塩酸にマグネシウムリボンを加えると水素が発生する。水素は空気よりも密度が小さい。

問 2 BTB溶液はアルカリ性で青色，中性で緑色，酸性で黄色を示す。

問 3 うすい塩酸の溶質である塩化水素（HCl）は，水に溶けると水素イオン（ $\text{H}^+$ ）と塩化物イオン（ $\text{Cl}^-$ ）に電離する。水酸化ナトリウム（NaOH）は水に溶けると水酸化物イオン（ $\text{OH}^-$ ）とナトリウムイオン（ $\text{Na}^+$ ）に電離する。うすい塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和では，水素イオンと水酸化物イオンが結びついて水（ $\text{H}_2\text{O}$ ）ができる。また，残った液の水分を蒸発させると，塩化ナトリウム（NaCl）の結晶が現れる。

## 【過去問 14】

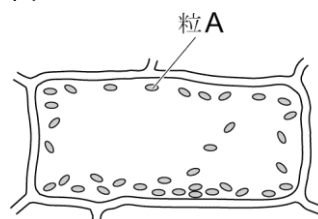
次の各問に答えよ。

(東京都 2019 年度)

問1 図1は、ヨウ素液に浸したオオカナダモの葉の細胞を模式的に表したものである。オオカナダモの葉の細胞には、ヨウ素液に浸して青紫色に変化した粒Aが数多く見られた。粒Aの特徴と、粒Aの名称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。

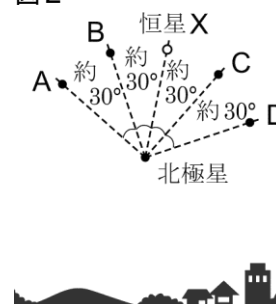
|   | 粒Aの特徴            | 粒Aの名称 |
|---|------------------|-------|
| ア | 細胞でできた不要物が含まれる。  | 液胞    |
| イ | 光合成を行い、デンプンをつくる。 | 液胞    |
| ウ | 細胞でできた不要物が含まれる。  | 葉緑体   |
| エ | 光合成を行い、デンプンをつくる。 | 葉緑体   |

図1



問2 東京のある地点において、ある日の午後9時に北の空を観測したところ、図2のように北極星と恒星Xが見えた。観測した日から30日後の午後9時に、同じ地点で北の空を観測した場合、恒星Xが見える位置として適切なのは、次のうちではどれか。

図2



- ア A  
イ B  
ウ C  
エ D

問3 コイルを付けた透明な板を用意し、コイルの周りにN極が黒く塗られた方位磁針を置いた。コイルに電流を流したとき、コイルに流れている電流の向きと方位磁針のN極が指す向きを表したものを図3のA、Bから一つ、コイルの周りの磁力線を模式的に表したものを図4のC、Dから一つ、それぞれ選び、組み合わせたものとして適切なのは、ア～エのうちではどれか。

図3

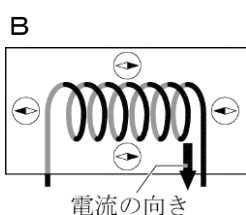
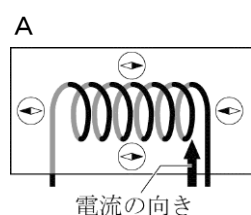
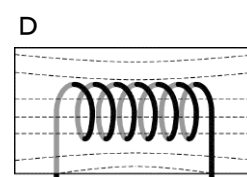
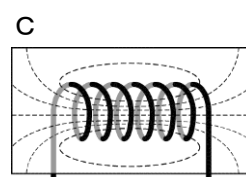


図4



ア A, C

イ A, D

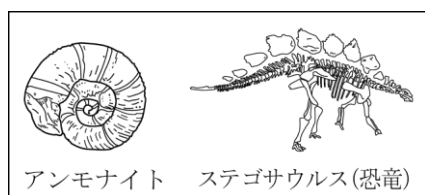
ウ B, C

エ B, D

問4 図5のA～Cは、それぞれ古生代、中生代、新生代のいずれかの地質年代の示準化石をスケッチしたものである。A～Cを地質年代の古いものから順に並べたものとして適切なのは、ア～エのうちではどれか。

図5

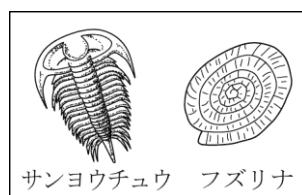
A



B



C



ア A→B→C

イ A→C→B

ウ C→A→B

エ C→B→A

問5 水に水酸化ナトリウムを入れてよくかき混ぜ、うすい水酸化ナトリウム水溶液を作った。水酸化ナトリウムと水酸化ナトリウム水溶液について述べたものとして適切なのは、次のうちではどれか。

ア 水酸化ナトリウムは水に溶けて $H^+$ を生じる酸で、水酸化ナトリウム水溶液のpHの値は7より小さい。

イ 水酸化ナトリウムは水に溶けて $H^+$ を生じる酸で、水酸化ナトリウム水溶液のpHの値は7より大きい。

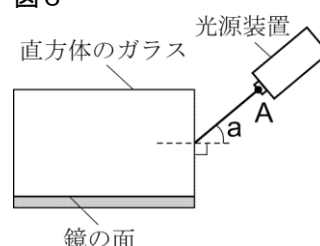
ウ 水酸化ナトリウムは水に溶けて $OH^-$ を生じるアルカリで、水酸化ナトリウム水溶液のpHの値は7より小さい。

エ 水酸化ナトリウムは水に溶けて $OH^-$ を生じるアルカリで、水酸化ナトリウム水溶液のpHの値は7より大きい。

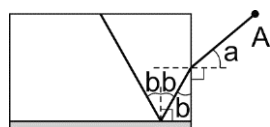
問6 図6は、光源装置、直方体のガラス、鏡を固定し、光源装置の点Aから直方体のガラスに入射するまでの光の道筋を表している。鏡の面は、直方体のガラスの一面に密着させている。直方体のガラス内に入射した後の光の道筋を表したものとして適切なのは、次のア～エのうちではどれか。

ただし、図6及びア～エで示した記号a, b, cは、それぞれ異なる大きさの角を表すものとする。

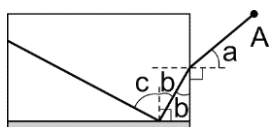
図6



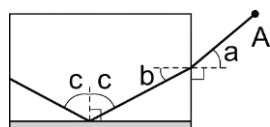
ア



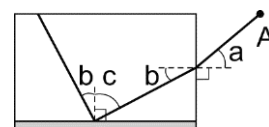
イ



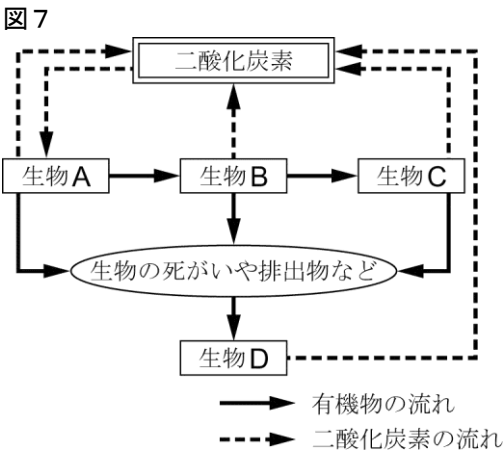
ウ



エ



問7 図7は、生態系における炭素の循環を表したものである。生態系において生物の数量(生物量)のつり合いのとれた状態のとき、生物A、生物B、生物Cの生物の数量(生物量)の大小関係と、生態系における生物Dの名称を組み合わせたものとして適切なのは、次の表のA～Eのうちではどれか。



|   | 生物A、生物B、生物Cの生物の数量(生物量)の大小関係 | 生態系における生物Dの名称 |
|---|-----------------------------|---------------|
| A | 生物A > 生物B > 生物C             | 生産者           |
| I | 生物A > 生物B > 生物C             | 分解者           |
| U | 生物C > 生物B > 生物A             | 生産者           |
| E | 生物C > 生物B > 生物A             | 分解者           |

|    |         |
|----|---------|
| 問1 | A I U E |
| 問2 | A I U E |
| 問3 | A I U E |
| 問4 | A I U E |
| 問5 | A I U E |
| 問6 | A I U E |
| 問7 | A I U E |

|    |   |
|----|---|
| 問1 | E |
| 問2 | I |
| 問3 | A |
| 問4 | U |
| 問5 | E |
| 問6 | U |
| 問7 | I |

問1 光合成を行いデンプンをつくるのは葉緑体、細胞でできた不要物が含まれるのは液胞である。葉緑体ではデンプンがつくられるので、ヨウ素液で青紫色に変化する。

問2 同じ時刻に見える北の空の星は、北極星を中心に、30日で約30°反時計回りに回って見える。

問3 右手の親指を直角に開き、コイルに流れる電流の向きに合わせて親指以外の4本の指でコイルをにぎると、親指の向きがコイルの内側の磁界の向きになる。方位磁針のN極が指す向きが磁界の向きである。コイルの内側と外側の磁界の向きは逆になる。

問4 Cは古生代, Aは中性代, Bは新生代を示す示準化石である。

問5 水酸化ナトリウムが水に溶けて電離すると, ナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) と水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) が生じる。  
水酸化物イオンがある水溶液はアルカリ性であり, その pH の値は7より大きい。

問6 空気中からガラス中に光が進むときは, 入射角>屈折角となる。また, 鏡の面で光が反射するときは, 入射角=反射角となる。

問7 生物Aは二酸化炭素を取り入れているので植物と考えられる。生物A (植物) を食べる生物Bは草食動物, 生物B (草食動物) を食べる生物Cは肉食動物であり, その数量関係は一般に, 生物A > 生物B > 生物Cとなる。また, 生物の死がいや排出物などを分解する生物Dを分解者という。

## 【過去問 15】

生徒が、暮らしの中の防災について、科学的に探究しようと考え、自由研究に取り組んだ。生徒が書いたレポートの一部を読み、次の各問に答えよ。

(東京都 2019 年度)

＜レポート1＞ 水を確保する方法について

災害により数日間断水する恐れがある。そこで、断水時に水を確保するため、海水から水を得る方法について調べることにした。

海水は塩分濃度が高く、そのまま飲むことはできない。海水の代わりに食塩水を用いて実験を行ったところ、ろ紙を用いたろ過では食塩水中の食塩を取り除くことができないが、蒸留によって食塩水から水を得られることが分かった。

問1 ＜レポート1＞に関して、ろ紙を用いたろ過では食塩水中の食塩を取り除くことができない理由と、蒸留によって食塩水から水を得る方法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。

|          | ろ紙を用いたろ過では食塩水中の食塩を取り除くことができない理由          | 蒸留によって食塩水から水を得る方法                 |
|----------|------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>ア</b> | 食塩水中のナトリウムイオンと塩化物イオンは、ろ紙の穴（すき間）よりも小さいから。 | 食塩水を沸騰させ、出てくる水蒸気を冷やして集めることで水を得る。  |
| <b>イ</b> | 食塩水中のナトリウムイオンと塩化物イオンは、ろ紙の穴（すき間）よりも小さいから。 | 食塩水を冷やし、食塩水中の塩分を結晶として取り出すことで水を得る。 |
| <b>ウ</b> | 食塩水中のナトリウムイオンと塩化物イオンは、ろ紙の穴（すき間）よりも大きいから。 | 食塩水を沸騰させ、出てくる水蒸気を冷やして集めることで水を得る。  |
| <b>エ</b> | 食塩水中のナトリウムイオンと塩化物イオンは、ろ紙の穴（すき間）よりも大きいから。 | 食塩水を冷やし、食塩水中の塩分を結晶として取り出すことで水を得る。 |

**<レポート2> ブレーカーについて**

災害時、家庭内の電気機器などに異常を来すと、漏電した電流で感電したり、流れ続けた電流で電気コードなどが発熱して火災を起こしたりする恐れがある。感電や火災を防ぐため、家庭内で安全に電気を使うことができる仕組みについて調べることにした。

安全に電気が使用されるために、家庭内には分電盤があり、分電盤にはブレーカーがついている。ブレーカーには、用途に応じて様々な種類があり、スイッチを切ると家庭内のコンセントに流れる電流を遮断したり、決められた以上の電流が流れると自動で電流を遮断したりするものがあることが分かった。また、家の電気機器の消費電力を調べたところ、液晶テレビが 250W、電気ストーブが 1000W、ドライヤーが 1200W であった。

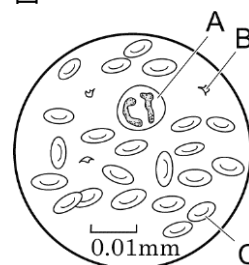
問2 <レポート2>に関して、15A以上の電流が流れると自動で電流を遮断するブレーカーとつながっている電圧 100V のコンセントに、消費電力 1000W の電気ストーブをつなげて使用しているとき、消費電力と発熱量の関係と、追加して安全に使用することができる電気機器を組み合わせたものとして適切なのは、次の表の **ア**～**エ**のうちではどれか。

|          | 消費電力と発熱量の関係       | 追加して安全に使用することができる電気機器 |
|----------|-------------------|-----------------------|
| <b>ア</b> | 消費電力が大きいと発熱量は小さい。 | 250Wの液晶テレビ            |
| <b>イ</b> | 消費電力が大きいと発熱量は小さい。 | 1200Wのドライヤー           |
| <b>ウ</b> | 消費電力が大きいと発熱量は大きい。 | 250Wの液晶テレビ            |
| <b>エ</b> | 消費電力が大きいと発熱量は大きい。 | 1200Wのドライヤー           |

**<レポート3> 応急手当について**

災害時には、ガラスの破片やがれきなどでけがをする恐れがある。出血がある場合には、傷口に清潔な布などを直接当て、強く圧迫すると出血が止まる。そこで、止血と血液の成分との関係について調べることにした。

血液中には、出血した血液を固める働きをもつ成分が含まれていることが分かった。また、顕微鏡を用いてヒトの血液の標本を観察したところ、**図**のように **A**～**C**の固形の成分が見られることが分かった。

**図**

問3 <レポート3>に関して、**図**の **A**と **B**のうち、出血した血液を固める働きをもつ成分と、出血した血液を固める働きをもつ成分の名称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。

|          | 出血した血液を固める働きをもつ成分 | 出血した血液を固める働きをもつ成分の名称 |
|----------|-------------------|----------------------|
| <b>ア</b> | <b>A</b>          | 白血球                  |
| <b>イ</b> | <b>A</b>          | 血小板                  |
| <b>ウ</b> | <b>B</b>          | 白血球                  |
| <b>エ</b> | <b>B</b>          | 血小板                  |

**<レポート4> ひょうが降る現象について**

気象災害の一つに、ひょうによる農作物や建物などへの被害がある。人がけがをする恐れもあるので、建物に避難する必要がある。そこで、ひょうが降る現象について調べることにした。

温められた地表の上空に冷たい空気が入り、温度差が大きくなると、上昇気流が発生することがある。急激な上昇気流により、積乱雲が発達する過程で、地上付近の水蒸気を含んだ空気は上昇するにつれて温度が低くなり、空気中の水蒸気は冷えて水滴になる。水蒸気を含んだ空気の上昇が続くと、水滴は氷の粒となる。氷の粒は周りの水蒸気を取り込んで更に大きくなり、重くなると下降する。下降する途中で、再び上昇気流により上昇することがあり、上昇と下降を繰り返すと大きな氷の粒になる。地上に落ちてきた氷の粒のうち、直径5mm以上のものをひょうと呼び、直径が5cmを超えるものもあることが分かった。

また、積乱雲は寒冷前線付近で生じる上昇気流でもできることが分かった。

問4 <レポート4>に関して、雲ができるとき空気が上昇するにつれて温度が低くなる理由と、寒冷前線付近で積乱雲が発達する様子について述べたもの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。

|   | 雲ができるとき空気が上昇するにつれて温度が低くなる理由 | 寒冷前線付近で積乱雲が発達する様子                 |
|---|-----------------------------|-----------------------------------|
| ア | 上空では気圧が低く、空気が膨張するから。        | 暖気が寒気に向かって進み、寒気の上をはい上がり、上昇気流が起こる。 |
| イ | 上空では気圧が低く、空気が膨張するから。        | 寒気が暖気に向かって進み、暖気を押し上げて、上昇気流が起こる。   |
| ウ | 上空では気圧が高く、空気が収縮するから。        | 暖気が寒気に向かって進み、寒気の上をはい上がり、上昇気流が起こる。 |
| エ | 上空では気圧が高く、空気が収縮するから。        | 寒気が暖気に向かって進み、暖気を押し上げて、上昇気流が起こる。   |

|    |                         |                         |                         |                         |
|----|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 問1 | <input type="radio"/> ア | <input type="radio"/> イ | <input type="radio"/> ウ | <input type="radio"/> エ |
| 問2 | <input type="radio"/> ア | <input type="radio"/> イ | <input type="radio"/> ウ | <input type="radio"/> エ |
| 問3 | <input type="radio"/> ア | <input type="radio"/> イ | <input type="radio"/> ウ | <input type="radio"/> エ |
| 問4 | <input type="radio"/> ア | <input type="radio"/> イ | <input type="radio"/> ウ | <input type="radio"/> エ |

|    |                         |
|----|-------------------------|
| 問1 | <input type="radio"/> ア |
| 問2 | <input type="radio"/> ウ |
| 問3 | <input type="radio"/> エ |
| 問4 | <input type="radio"/> イ |

問1 ろ紙を用いたろ過で取り除くことができないものは、ろ紙の穴（すき間）より小さい。また、食塩水を沸騰させ、出てきた水蒸気を冷やすと水が得られ（蒸留）、後に食塩が残る。

問2 電力[W]＝電圧[V]×電流[A]なので、100[V]×15[A]＝1500[W]。1500Wまで使用できるので、追加で使用できる電気機器は、消費電力が1500－1000＝500[W]までである。発熱量[J]＝電力[W]×時間[s]なので、時間が一定なら、消費電力が大きいほど発熱量も大きい。

- 問3 出血した血液を固める働きをもつ成分は血小板といい、図ではBである。Aは白血球であり病原菌を分解する働きをもち、Cは赤血球でありヘモグロビンを含み、酸素を運ぶ働きをもつ。
- 問4 上空ほど気圧が低いため空気は膨張し温度は低くなり、露点以下になると水蒸気が水滴に変わり、雲ができる。寒冷前線は、寒気が暖気に向かって進み、暖気を急激に押し上げるので上昇気流ができ、積乱雲などが発達する。

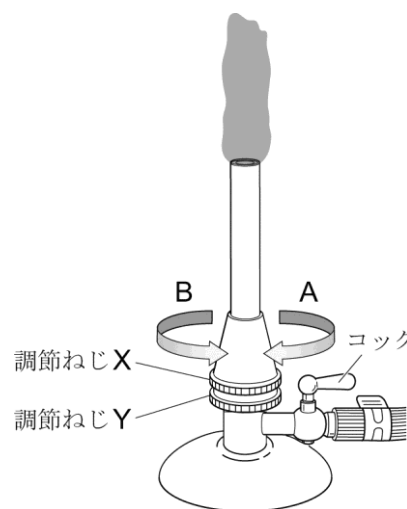
## 【過去問 16】

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3 表のように、試験管A～Eにそれぞれうすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を入れた。さらに、BTB溶液を2滴ずつ加えてよく混ぜ、水溶液の色を記録した。このときの試験管A～Eの水溶液に関する記述として最も適するものをあとの1～6の中から一つ選び、その番号を答えなさい。

| 試験管                                  | A   | B   | C   | D   | E   |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| うすい塩酸の体積 [cm <sup>3</sup> ]          | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| うすい水酸化ナトリウム水溶液の体積 [cm <sup>3</sup> ] | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 |
| 水溶液の色                                | 黄色  | 黄色  | 緑色  | 青色  | 青色  |

- 1 試験管A～Eの水溶液中の水素イオンの数は、ほぼ同じである。
- 2 試験管Aの水溶液中の水素イオンの数と塩化物イオンの数は、ほぼ同じである。
- 3 試験管Bの水溶液中では、中和は起こらなかった。
- 4 試験管Cの水溶液中の水酸化物イオンの数は、ナトリウムイオンの数より多い。
- 5 試験管Dの水溶液中の水素イオンの数は、ナトリウムイオンの数より多い。
- 6 試験管Eの水溶液中の塩化物イオンの数は、ナトリウムイオンの数より少ない。

|     |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|
| 問 1 | ① | ② | ③ | ④ |   |   |
| 問 2 | ① | ② | ③ | ④ |   |   |
| 問 3 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |

|     |   |
|-----|---|
| 問 1 | 4 |
| 問 2 | 3 |
| 問 3 | 6 |

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。

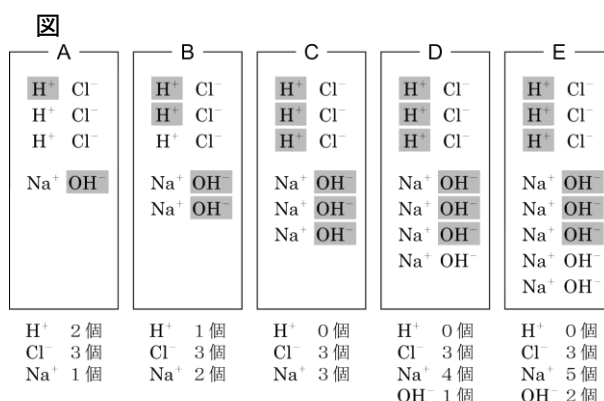
問 2 化学変化が起こるとき, 反応に関係するすべての物質の質量の和は, 化学変化の起こる前と後で必ず等しい。これを, 質量保存の法則という。この実験では, うすい塩酸が入ったビーカー (質量は a) に亜鉛 (質量は b) を入れると, 水素が発生 (質量は d) して空気中に逃げていくので, 反応が終わった後のビーカー全体の質量 (c) は反応前より小さくなる。ただし, 発生した気体の質量を含めて考えれば, 質量保存の法則が成り立つ。よって,  $a + b = c + d$  となる。

問 3 うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を混ぜたときに起こる中和の反応は,

$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  と表せる。このとき, 反応前の塩化水素 (HCl) と水酸化ナトリウム (NaOH), 反応後にできる塩化ナトリウム (NaCl) はいずれも電離してイオンとして存在しており, 反応後にできる水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) だけが分子として存在している。

表から, うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液は  $3.0\text{cm}^3$  ずつで過不足なく中和して水溶液が中性になるので, 仮に,  $3.0\text{cm}^3$  のうすい塩酸中に水素イオン ( $\text{H}^+$ ) と塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ ) が 3 個ずつ,  $3.0\text{cm}^3$  のうすい水酸化ナトリ

ウム水溶液中にナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) と水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) が 3 個ずつ含まれているとして, 混ぜたあとの試験管 A ~ E のイオンのようすを表すと, 図のようになる。この図から, 6 が正しいことがわかる。なお, 過不足なく中和が起こるのは試験管 C だけだが, 中和の反応自体はすべての試験管で起こっている。



※  $\text{H}^+$  と  $\text{OH}^-$  とは, 実際にはイオンの状態ではなくて, それぞれのビーカーの中で結びついて水分子 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) の状態になっている。

## 【過去問 17】

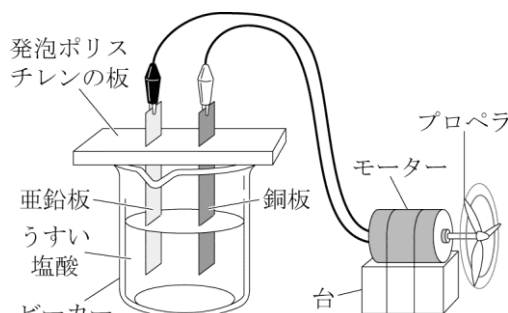
金属板と水溶液を用いた装置をつくり、電流が流れる条件を調べるために、次の**実験 1～3**を行った。この実験に関して、あとの**問 1**、**問 2**に答えなさい。ただし、実験で用いる金属板は磨いてあるものとする。

(新潟県 2019 年度)

**実験 1** 右の図のように、うすい塩酸の中に、亜鉛板と銅板を入れ、それぞれを導線でモーターとつないだところ、プロペラが回転した。

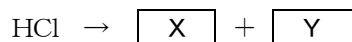
**実験 2** うすい塩酸を入れたビーカーに、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えて中性にした。**実験 1**と同じ実験装置で、うすい塩酸のかわりに、この中性の水溶液を入れたところ、プロペラが回転した。

**実験 3** **実験 1**と同じ実験装置で、うすい塩酸のかわりに、砂糖水を入れたところ、プロペラは回転しなかった。



**問 1** **実験 1**について、次の①～③の問いに答えなさい。

- ① 次の  $\boxed{\text{X}}$ ， $\boxed{\text{Y}}$  の中にイオン式を書き入れて、水溶液中の塩化水素の電離を表す式を完成させなさい。



- ② +極がどちらの金属板であるかを調べるとき、モーターのかわりに用いる実験器具として、最も適当なものを、次のア～オから一つ選び、その符号を書きなさい。

ア 豆電球      イ 電圧計      ウ 抵抗器      エ 電熱線      オ 乾電池

- ③ **実験 1**で、プロペラが回転したのは、電流が流れたからである。このとき、亜鉛板と銅板で起こる化学変化について述べた次の文中の  $\boxed{\text{a}}$  ～  $\boxed{\text{c}}$  に当てはまる数字を、それぞれ書きなさい。

亜鉛板の表面では、亜鉛原子 1 個が電子を  $\boxed{\text{a}}$  個放出し、亜鉛イオンになる。放出された電子は、導線とモーターを通過して銅板に流れる。銅板の表面では、うすい塩酸中の水素イオン 1 個が、流れてきた電子を  $\boxed{\text{b}}$  個受け取って水素原子となる。水素原子は  $\boxed{\text{c}}$  個結びついて水素分子 1 個となり、気体の水素となる。

**問 2** **実験 2**，**3**について、**実験 2**では、電流が流れ、プロペラが回転し、**実験 3**では、電流が流れず、プロペラが回転しなかったのはなぜか。その理由を、「水溶液」という語句を用いて書きなさい。

|     |   |   |  |   |   |
|-----|---|---|--|---|---|
| 問 1 | ① | X |  | Y |   |
|     | ② |   |  |   |   |
|     | ③ | a |  | b | c |
| 問 2 |   |   |  |   |   |

|     |                                                      |   |                |   |   |                 |   |
|-----|------------------------------------------------------|---|----------------|---|---|-----------------|---|
| 問 1 | ①                                                    | X | H <sup>+</sup> |   | Y | Cl <sup>-</sup> |   |
|     | ②                                                    | イ |                |   |   |                 |   |
|     | ③                                                    | a | 2              | b | 1 | c               | 2 |
| 問 2 | 例<br>実験 2 の水溶液は電解質の水溶液であり, 実験 3 の砂糖水は非電解質の水溶液であったから。 |   |                |   |   |                 |   |

問 1 ① 塩化水素 ( $HCl$ ) が電離すると, 水素イオン ( $H^+$ ) と塩化物イオン ( $Cl^-$ ) に分かれる。よって,  $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$  となる。

② 実験 1 と 2 では, 亜鉛板が－極, 銅板が＋極である化学電池ができています。＋極がどちらの金属板であるかを確かめるには, 選択肢の中では電圧計を用いるのが最も適当である。電圧計の＋端子, 一端子に, それぞれ＋極, ー極となっている金属板をつなぐと電圧計の針は右側にふれ, 逆につなぐと針は左側にふれるので, ＋極とー極を判断することができる。なお, 電圧計の 0 から左側の目盛りの数は少ないので, 針がふり切れて電圧計を壊さないように, つなぐー端子はなるべく大きなものからとす必要がある。

③ 実験 1 の亜鉛板では, 亜鉛原子 ( $Zn$ ) が電子を 2 個放出して亜鉛イオン ( $Zn^{2+}$ ) になり, うすい塩酸中に溶け出していく。放出された電子は, 導線とモーターを通過して銅板に流れる。銅板の表面では, うすい塩酸中の水素イオン ( $H^+$ ) 1 個が流れてきた電子を 1 個受け取って水素原子 ( $H$ ) となり, この水素原子が 2 個結びついて水素分子 ( $H_2$ ) 1 個となって, 気体の水素として発生する。

問 2 電解質 (水に溶けたときに水溶液に電流が流れる物質) の水溶液に 2 種類の金属板を入れると, 化学電池ができる。実験 2 では, うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を過不足なく中和させると塩化ナトリウムと水ができるので, 実験 2 の中性の水溶液は, 電解質である塩化ナトリウムの水溶液である。これに対して実験 3 の砂糖水は, 非電解質である砂糖の水溶液なので, 水溶液には電流が流れず, 装置は化学電池としてののはたらきをしない。

## 【過去問 18】

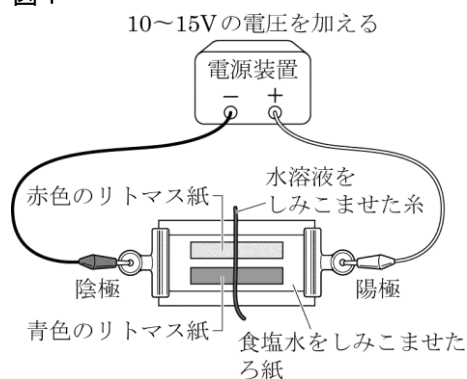
酸とアルカリの2つの水溶液を混ぜ合わせてできた水溶液の性質を調べる実験を行った。あとの問いに答えなさい。ただし、水素イオンと水酸化物イオンは、結びついて水をつくるものとする。

(富山県 2019 年度)

## 〈実験〉

- ㊦ ある濃度のうすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を準備し、表のように混ぜ合わせて水溶液A～Fをつくった。
- ㊧ スライドガラスの上に食塩水をしみこませたろ紙と、赤色と青色のリトマス紙をのせ、図1のような装置をつくって10～15Vの電圧を加えることができるようにした。
- ㊨ リトマス紙の中央に、水溶液Aをしみこませた糸をのせて電圧を加え、リトマス紙の色の変化を調べたところ、赤色と青色のどちらのリトマス紙でも色の変化は見られなかった。
- ㊩ 水溶液B～Fについても、同様に調べたところ、いくつかのリトマス紙で色の変化が見られた。
- ㊪ 水溶液A～Fにマグネシウムリボンを入れ、反応の様子を観察した。

図 1



## 表

| 水溶液                                  | A | B  | C  | D  | E  | F  |
|--------------------------------------|---|----|----|----|----|----|
| うすい塩酸の体積 [cm <sup>3</sup> ]          | 6 | 10 | 12 | 15 | 18 | 25 |
| うすい水酸化ナトリウム水溶液の体積 [cm <sup>3</sup> ] | 3 | 6  | 12 | 5  | 9  | 10 |

問1 水溶液Aの性質は、酸性、中性、アルカリ性のどれか、書きなさい。また、水溶液Aにふくまれるイオンをすべてイオン式で書きなさい。

問2 ㊨において、水溶液B、Eを用いたときに見られる変化はどれか。次のア～オからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ア 青色のリトマス紙が陰極に向かって赤色になる。
- イ 青色のリトマス紙が陽極に向かって赤色になる。
- ウ 赤色のリトマス紙が陰極に向かって青色になる。
- エ 赤色のリトマス紙が陽極に向かって青色になる。
- オ どちらのリトマス紙も変化しない。

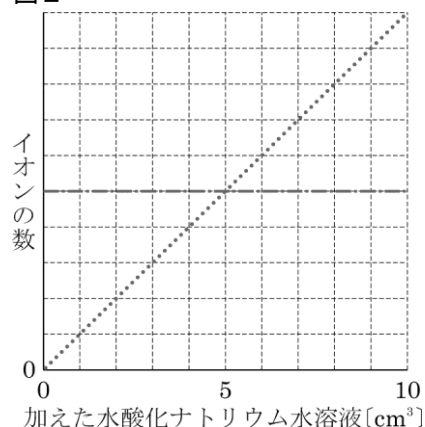
問3 ㊪において、気体が発生する水溶液はどれか、A～Fからすべて選び、記号で答えなさい。また、発生する気体は何か、化学式で書きなさい。

問4 次の文は実験結果について考察したものである。文中の空欄 ( X ), ( Y ) には適切なことばを, ( Z ) には数値を書きなさい。

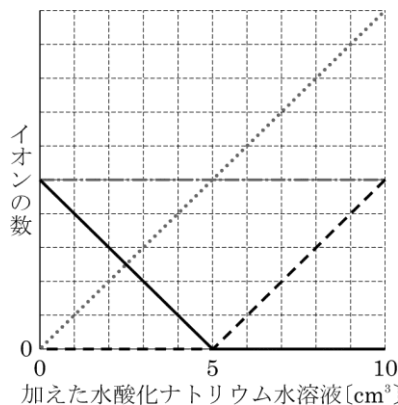
酸性の水溶液に共通して含まれる ( X ) イオンは, マグネシウムと反応して気体を発生させる。アルカリ性水溶液に共通して含まれる ( Y ) イオンは, マグネシウムとは反応しない。この実験で用いたうすい水酸化ナトリウム水溶液に含まれる ( Y ) イオンの数は, 同体積のうすい塩酸に含まれる ( X ) イオンの数の ( Z ) 倍である。

問5 実験で用いたうすい塩酸 10cm<sup>3</sup>に, 同じく実験で用いたうすい水酸化ナトリウム水溶液 10cm<sup>3</sup>を, 少しずつ加えながら混ぜ合わせた。図2は, この加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積と, 混ぜ合わせてできた水溶液中のある2つのイオンの数の関係を表している。このとき, 問4の ( X ) イオンと ( Y ) イオンの数はどのように変化するか, グラフにかき入れなさい。ただし, ( X ) イオンの数は実線(——)で, ( Y ) イオンの数は破線(----)でかくこと。

図2



|    |     |  |   |   |   |
|----|-----|--|---|---|---|
| 問1 | 性質  |  |   |   |   |
|    | イオン |  |   |   |   |
| 問2 | B   |  |   | E |   |
| 問3 | 水溶液 |  |   |   |   |
|    | 気体  |  |   |   |   |
| 問4 | X   |  | Y |   | Z |
| 問5 |     |  |   |   |   |

|     |                                                                                   |                               |   |      |     |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---|------|-----|
| 問 1 | 性質                                                                                | 中性                            |   |      |     |
|     | イオン                                                                               | $\text{Cl}^-$ , $\text{Na}^+$ |   |      |     |
| 問 2 | B                                                                                 | E                             |   | E    | オ   |
| 問 3 | 水溶液                                                                               | D, F                          |   |      |     |
|     | 気体                                                                                | $\text{H}_2$                  |   |      |     |
| 問 4 | X                                                                                 | 水素                            | Y | 水酸化物 | Z 2 |
| 問 5 |  |                               |   |      |     |

問 1 この実験で酸性の水溶液を使うと、水溶液中の水素イオン ( $\text{H}^+$ ) が陰極に向かって移動し、青色のリトマス紙が赤色に変化し、陰極に向かって広がる。アルカリ性水溶液を使うと、水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) が陽極に向かって移動し、赤色のリトマス紙が青色に変化し、陽極に向かって広がる。赤色と青色のどちらのリトマス紙でも色の変化しなかったことから、水溶液 A は中性であるとわかる。この実験に用いたうすい塩酸には塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ ) と水素イオン、うすい水酸化ナトリウム水溶液にはナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) と水酸化物イオンが含まれているが、中性の水溶液 A では水素イオンと水酸化物イオンはすべて結びついて水になっているので、水溶液 A に含まれるイオンは塩化物イオンとナトリウムイオンだけである。

問 2 水溶液 A が中性であることから、塩酸：水酸化ナトリウム水溶液 = 6 : 3 = 2 : 1 の割合で混ぜ合わせるときに中性になることがわかる。よって水酸化ナトリウム水溶液の割合がそれよりも多い B はアルカリ性、塩酸：水酸化ナトリウム水溶液 = 2 : 1 の割合になっている E は中性である。

問 3, 問 4 塩酸がすべて中和されずに水素イオンが残っている酸性の水溶液では、マグネシウムを入れたときに反応が起き、気体の水素 ( $\text{H}_2$ ) が発生する。塩酸：水酸化ナトリウム水溶液 = 2 : 1 の割合で混ぜ合わせるときに中性になることから、水酸化ナトリウム水溶液に含まれる水酸化物イオンの数は、同体積の塩酸に含まれる水素イオンの 2 倍であるとわかる。

問 5 うすい塩酸にうすい水酸化ナトリウム水溶液を加える中和反応では、塩化物イオンとナトリウムイオンは、水溶液中にどちらもイオンのまま存在する。よって、図 2 のグラフで、イオンの数がずっと一定になっている (-----) のは、もとのうすい塩酸にふくまれていた塩化物イオンだと考えられる。また、グラフが一定の傾きになるように増え続けている (·····) のは、水酸化ナトリウム水溶液を加えるにしたがって増加する、ナトリウムイオンと考えられる。一方、この反応では、うすい塩酸に含まれる水素イオンと、うすい水酸化ナトリウム水溶液に含まれる水酸化物イオンは、結びついて水を生じる。したがって、水素イオンの数は、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えるにつれて減っていき、水酸化物イオンの数は、中和が起こっている間は増加しない。すべて中和されると、水素イオンは数が 0 に、水酸化物イオンはその時点から増加をはじめる。----- と ····· の交点より、加えた水酸化ナトリウム水溶液が  $5\text{ cm}^3$  になったとき、水素イオンはすべて中和されてその数が 0 になる。水酸化物イオンの数は、加えた水酸化ナトリウム水溶液が  $5\text{ cm}^3$  になるまでは、すべて中和されるために 0 である。加えた水酸化ナトリウム水溶液が  $5\text{ cm}^3$  より多くなると、水酸化ナトリウム水溶液を加えれば加えるほど増えていく。この増えていくときのグラフの傾きは、ナトリウムイオンの数を示すグラフの傾きと同じとなる。

## 【過去問 19】

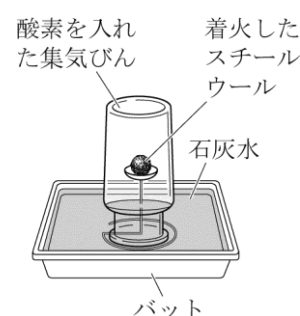
鉄に関する、次の実験を行った。これらをもとに、以下の各問に答えなさい。

(石川県 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2 実験Ⅱについて、次の(1)～(3)に答えなさい。

(1) 下線部③について、このように反応が続いたのはなぜか、理由を書きなさい。

(2) 塩酸の溶質が水溶液中で電離しているようすを、化学式とイオン式を用いて書きなさい。

(3) 下線部④について、発生した気体の特徴について述べたものはどれか、次のア～エから最も適切なものを1つ選び、その符号を書きなさい。

ア 空気中に約78%含まれる。                      イ 物質の中で、密度が一番小さい。  
ウ 卵が腐った<sup>くさ</sup>ようなにおいがある。                      エ 物質を燃やすはたらきがある。

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。

(2) 下線部⑥について、このような結果になったのはなぜか、理由を書きなさい。

|    |     |                                                 |
|----|-----|-------------------------------------------------|
| 問1 | (1) |                                                 |
|    | (2) |                                                 |
|    | (3) |                                                 |
| 問2 | (1) |                                                 |
|    | (2) | →                                               |
|    | (3) |                                                 |
| 問3 | (1) | →                      →                      → |
|    | (2) |                                                 |

|    |     |                                                   |
|----|-----|---------------------------------------------------|
| 問1 | (1) | エ                                                 |
|    | (2) | 集気びん内の酸素が減ったから。                                   |
|    | (3) | エ                                                 |
| 問2 | (1) | 反応によって生じた熱が次の反応を引き起こしたから。                         |
|    | (2) | $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ |
|    | (3) | ウ                                                 |
| 問3 | (1) | ウ → ア → イ → エ                                     |
|    | (2) | 鉄と結びついた酸素の質量と、発熱による蒸発で減少した水の質量がほぼ同じであったから。        |

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2 (1) 鉄粉と硫黄の混合物を加熱すると、鉄と硫黄が化合する反応が起こる。この反応は発熱反応で、多くの熱を出すので、反応によって生じた熱で次の反応が起こることがくり返されるため、加熱をやめても反応が続く。

(2) 塩酸の溶質である塩化水素 (HCl) は、水溶液中で水素イオン ( $H^+$ ) と塩化物イオン ( $Cl^-$ ) に電離している。よって、 $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$  となる。

(3) 鉄と硫黄が化合してできる硫化鉄に塩酸を加えると、卵が腐ったようなにおいがある、硫化水素という気体が発生する (ウ)。なお、空気中に約 78% 含まれる (ア) のは窒素の、物質の中で密度が一番小さい (イ) のは水素の、物質を燃やすはたらきがある (エ) のは酸素の特徴をそれぞれ表している。

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。

(2) 実験Ⅲは、化学かいろなどで利用される反応で、鉄が空気中の酸素と化合して酸化鉄になっており、このとき熱が発生している。「湯気が出た」とあることからわかるように、発生した熱によって水が蒸発して装置内から出ていくので、そのぶん全体の質量は小さくなるが、一方で鉄に空気中の酸素が化合するので、そのぶん全体の質量が大きくなる。反応後の質量はこれらの増減のバランスによって決まるが、この実験のときには、質量の減少分と増加分とがほぼ同じであったため、反応後の質量は反応前の質量とほとんど変わらなかったと考えられる。

## 【過去問 20】

吉田さんの所属する科学部では、毎年夏に学校の近くにある A 池を調査している。今年は、次のような調査を行った。これをもとに、以下の各問に答えなさい。

(石川県 2019 年度)

〔調査〕 ある日の午後 5 時に、①A 池の水面付近を観察すると、②オオカナダモが多く見られ、フナやメダカも見られた。フナの生息数を推定するため、標本調査を行った。まず、A 池の数カ所で、網を用いてフナを 100 匹捕獲し、目印をつけて放した。そして、フナを放してから 1 週間後の午後 5 時に、再び A 池で同じ方法でフナを 50 匹捕獲したところ、目印をつけたフナが 2 匹含まれていた。また、今年の調査では 1 週間にわたって毎日、早朝と夕方に池の水面付近の水温と pH の値の測定を初めて行った。

問 1 下線部①について、池の水面が見えるのは、太陽の光が水面の凹凸<sup>おうつ</sup>でいろいろな方向にはね返って目に届くからである。このうち、水面でいろいろな方向に光がはね返る現象を何というか、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 全反射                      イ 乱反射                      ウ 放射                      エ 屈折

問 2 下線部②について、次の文中の ( あ ), ( い ) にあてはまる語句の組み合わせを、ア～エから 1 つ選び、その符号を書きなさい。

オオカナダモの葉脈は平行に並んでいることから、根のつくりは ( あ ) である。また、子葉は ( い ) 枚である。

ア あ：ひげ根              い：1                      イ あ：ひげ根              い：2  
ウ あ：主根と側根      い：1                      エ あ：主根と側根      い：2

問 3 次の文は、調査の後に科学部で行った話し合いの一部である。あとの(1)～(3)に答えなさい。

吉田：今年の調査から推定される A 池のフナの個体数は (        ) 匹だったので、先輩たちが昨年調査した結果と比べると減少しているね。なぜだろうね。

中村：夏は池の水が循環しにくくなる傾向があるのだけど、今年の夏はすごく暑かったから、水質の変化があったのかなあ。

山口：水質の変化なら、今年は pH メーターで測定したデータがあるから見てみるね。……あつ。A 池の水の pH の値は、早朝は小さく、夕方は大きい傾向があるよ。

中村：1 日でそんなに pH の値が変化するのか。おもしろいね。そういえば、今年は昨年と比べてオオカナダモが多く見られたから、影響があったのかな。

吉田：どうかな。1 日の pH の値の変化でフナの個体数に大きな影響が出るとは思えないから、来年以降も継続的に pH の値を測定しないといけないね。

- (1) 文中の (        ) にあてはまる値を求めなさい。ただし、調査を行った 1 週間でフナの個体数の増減がなく、また、目印をつけた個体は、目印がなくならず、池の中に一様に分散したものとする。
- (2) 文中の下線部について、その理由を、水面付近の水と底の水を比較し、温度と密度に着目して書きなさい。

- (3) 話し合いの翌日の朝、バケツを2個用意し、一方にA池の水を、もう一方にA池の水とオオカナダモを入れ、玄関先の明るい場所に置いた。そして、両方の水のpHの値を測定したところ、6.2であった。その日の夕方両方の水のpHの値を測定したところ、オオカナダモを入れたバケツの方のみ、水のpHの値が8.1に上昇していた。pHの値が上昇したのはなぜか、理由をオオカナダモのはたらきに着目して書きなさい。

|    |       |
|----|-------|
| 問1 |       |
| 問2 |       |
| 問3 | (1) 匹 |
|    | (2)   |
|    | (3)   |

|    |                                               |
|----|-----------------------------------------------|
| 問1 | イ                                             |
| 問2 | ア                                             |
| 問3 | (1) 2500 匹                                    |
|    | (2) 水面付近の水は、底の水と比べて温度が高く、密度が小さいため水面付近にとどまるから。 |
|    | (3) 水に溶けて酸性を示す二酸化炭素を、オオカナダモが光合成を行うことで、吸収したから。 |

問1 水面の凹凸などで光がいろいろな方向にはね返る現象を、乱反射という。

問2 オオカナダモは、葉脈が平行に並んでいることから、子葉が1枚の単子葉類である。単子葉類の根はひげ根で、茎では維管束が散らばっているという特徴がある。

問3 (1) 標本調査は、全体の数と標本の数の比はつねに一定であるという考え方をもとにしている。この調査の場合、推定されるA池のフナの数個体数を $x$ 匹とすると、 $x$ 匹のフナの中に目印をつけたフナが100匹おり、目印をつけたフナは池の中に、一様に分散していることになる。よって、1週間後に50匹捕獲した中に目印をつけたフナが2匹含まれていたとすると、 $x:100=50:2$ と考えることができる。これより、 $x=2500$ 〔匹〕となる。

(2) 夏には、太陽の強い日射によって、水面付近の水の温度がかなり高くなる。水は温度が高いほど体積が大きくなるので密度が小さくなり、下へ沈みにくくなって、水面付近にとどまりやすくなる。一方、池の底の水は水面付近の水に比べて温度が低く、密度が大きいので上昇しにくいいため、底にとどまりやすくなる。このようにして、池の水が循環しにくくなると考えられる。

(3) pHの値は、7のときに中性で、7より小さいほど酸性が強く、7より大きいほどアルカリ性が強い。ここでは、朝にどちらのバケツも明るい場所に置いており、このときオオカナダモが入っている方では、オオカナダモが光合成をさかんに行って、水中に溶けていた二酸化炭素を吸収したことが考えられる。二酸化炭素は水に溶けると酸性を示すので、二酸化炭素が少なくなった結果、夕方になるとオオカナダモを入れたバケツの方のみで、pHの値が上昇したと考えられる。

## 【過去問 21】

5 種類の物質 **a**～**e** について、性質のちがいを利用して、それぞれの物質を特定する実験を行った。なお、5 種類の物質は砂糖、硝酸カリウム、塩化ナトリウム、ポリスチレン、水酸化ナトリウムのいずれかである。あとの問いに答えよ。

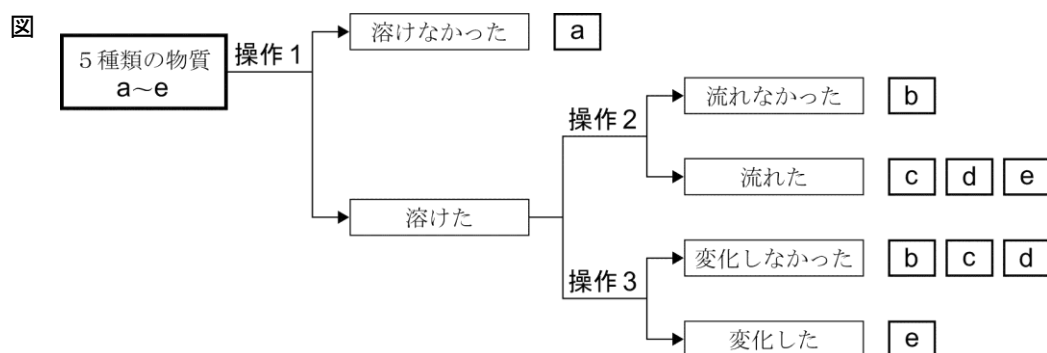
(福井県 2019 年度)

〔実験 1〕 物質 **a**～**e** について操作 1～3 を行った。図はその結果である。

操作 1 それぞれに適当な量の水を加えてよくかきまぜて、水に溶けるか溶けないかを調べた。

操作 2 操作 1 で水に溶けた物質 **b**～**e** の水溶液について、電流が流れるか流れないかを調べた。

操作 3 操作 1 で水に溶けた物質 **b**～**e** の水溶液について、フェノールフタレイン溶液を加えて色の変化を調べた。



問 1 物質 **a** の質量をはかり、ステンレス皿に置いてガスバーナーを用いて、空気中で燃焼させた。その後、ステンレス皿上に残った物質の質量をはかったところ、燃焼前と比べて質量が減少していた。質量が減少したのはなぜか。その理由を簡潔に書け。

問 2 物質 **b** について、電流が流れなかったのはなぜか。その理由を、解答欄の書き出しに続けて簡潔に書け。

問 3 物質 **e** について、操作 3 によって水溶液は何色から何色に変化したか、書け。

〔実験 2〕 実験 1 の結果、物質 **c** と物質 **d** は硝酸カリウムと塩化ナトリウムのどちらかであることがわかった。実験 1 では物質 **c** と物質 **d** は区別できなかったため、次の操作を行い、溶解度のちがいから物質 **c** と物質 **d** を見分けることにした。

表は、水 100 g に溶ける硝酸カリウムと塩化ナトリウムの質量を水の温度ごとに表したものである。

表 硝酸カリウムと塩化ナトリウムの溶解度〔g/水 100 g〕

| 水の温度〔℃〕 | 0    | 10   | 20   | 40   | 60    | 80    | 100   |
|---------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 硝酸カリウム  | 13.3 | 22.0 | 31.6 | 63.9 | 109.2 | 168.8 | 244.8 |
| 塩化ナトリウム | 37.6 | 37.7 | 37.8 | 38.3 | 39.0  | 40.0  | 41.1  |

**操作** 2つのビーカーに 20℃の水を  g 入れ、物質 **c** と物質 **d** をそれぞれ 20.0 g ずつ入れてよくかきまぜたところ、どちらも溶け残った、次に、その水溶液を 80℃以上に温めたところ、どちらも完全に水に溶けた、その後、それぞれの水溶液を 10℃まで冷やして、生じた結晶の質量をはかった。

**結果** 物質 **c** を溶かした水溶液より物質 **d** を溶かした水溶液の方が、生じた結晶の質量は大きかった。

問4 実験2の文章を読み、 に当てはまる最も適当な数値を次のア～エから1つ選んで、その記号を書け。また、10℃まで冷やしたときに生じた物質 **d** の結晶は何 g か、書け。

ア 10

イ 25

ウ 50

エ 100

|    |                       |
|----|-----------------------|
| 問1 |                       |
| 問2 | 物質 <b>b</b> は水に溶けたとき、 |
| 問3 | から                    |
| 問4 | 記号                    |
|    | 質量 g                  |

|    |                                   |
|----|-----------------------------------|
| 問1 | 生じた二酸化炭素と水（水蒸気）が空気中に出ていくから。       |
| 問2 | 物質 <b>b</b> は水に溶けたとき、<br>電離しないから。 |
| 問3 | 無色 から 赤色                          |
| 問4 | 記号 ウ                              |
|    | 質量 9.0 g                          |

問1 水に溶けなかった物質 **a** はポリスチレンである。ポリスチレンは有機物で、炭素と水素を含む物質である。空气中で燃焼させると、この炭素や水素が空気中の酸素と結びついて、二酸化炭素や水ができ、気体となって出ていく。

問2 電解質は水に溶けると電離し、その水溶液には電流が流れる。硝酸カリウム、塩化ナトリウム、水酸化ナトリウムは電解質だが、砂糖は非電解質である。よって、物質 **b** は砂糖とわかる。

問3 無色の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、赤色に変化する。この実験で水溶液がアルカリ性を示した物質 **e** は水酸化ナトリウムである。

問4 表より、20℃の水 100 g に硝酸カリウムは 31.6 g、塩化ナトリウムは 37.8 g 溶ける。また、80℃の水 100 g に硝酸カリウムは 168.8 g、塩化ナトリウムは 40.0 g とける。実験2で使った水が 50 g だったとすると、20℃では硝酸カリウムが 15.8 g、塩化ナトリウムが 18.9 g 溶けるので、どちらも溶け残る。80℃では硝酸カリウムが 84.4 g、塩化ナトリウムが 20.0 g 溶けるので、どちらもすべて溶ける。したがって、ウの 50 g が最も適当と考えられる。もし、水が 10 g だったとすると、80℃のときにどちらも溶け残ってしまう。25 g だったと

すると、80℃のときに塩化ナトリウムが溶け残ってしまう。100 g だったとすると、20℃のときに硝酸カリウムも塩化ナトリウムも溶け残らない。

80℃の水 50 g に 20 g の物質を溶かしてつくった水溶液をそれぞれ 10℃まで冷やすと、溶けきれなくなった物質が結晶となって出てくるが、このとき、10℃での溶解度が小さい硝酸カリウムの方が生じる結晶の質量が大きい。10℃の水 50 g に溶ける硝酸カリウムの質量は 11.0 g なので、 $20.0 \text{ [g]} - 11.0 \text{ [g]} = 9.0 \text{ [g]}$  が結晶として出てくる。

## 【過去問 22】

水溶液の電気分解について、あとの問いに答えよ。

(福井県 2019 年度)

I 図1のようにうすい塩酸の電気分解を行った。

問1 うすい塩酸の電気分解を行うとき、電極として一般的に亜鉛は用いない。その理由を簡潔に書け。

問2 電源装置の電圧を6Vにし、0.1Aの電流を200秒間流して電気分解を行った。このときの電力量は何Jか、書け。

問3 うすい塩酸の電気分解を行ったとき、陽極から水に溶ける気体が発生した。この気体が溶けた陽極付近の水溶液の性質を確かめる方法と結果として、適当なものはどれか。次のア～エから1つ選んで、その記号を書け。

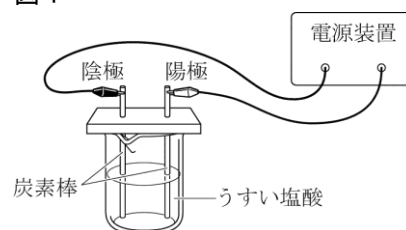
ア 石灰水を加えると白くにごる。

イ 赤色のリトマス試験紙に水溶液をつけると青く変わる。

ウ BTB溶液を加えると青くなる。

エ 赤いインクを滴下するとインクの色が消える。

図1



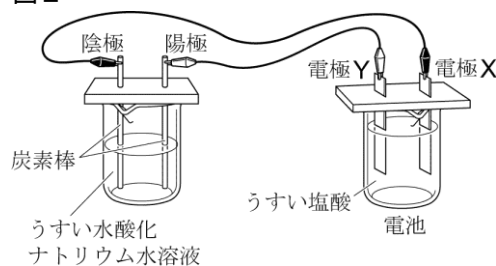
II 図2のように、うすい塩酸と、電極として亜鉛板、銅板を使った電池を用いて、うすい水酸化ナトリウム水溶液に電流を流したところ電気分解が起こり、陽極、陰極ともに気体が発生した。

問4 表の①～③の各項目に当てはまるものとして正しい組み合わせを、表のア～カから1つ選んで、その記号を書け。

表

|   | ① 電極X | ② X, Yのうち質量が変化する電極 | ③ 電池と電気分解装置から共通して発生する気体 |
|---|-------|--------------------|-------------------------|
| ア | 亜鉛板   | 電極X                | 酸素                      |
| イ | 亜鉛板   | 電極X                | 水素                      |
| ウ | 亜鉛板   | 電極Y                | 水素                      |
| エ | 銅板    | 電極X                | 酸素                      |
| オ | 銅板    | 電極Y                | 酸素                      |
| カ | 銅板    | 電極Y                | 水素                      |

図2



問5 うすい水酸化ナトリウム水溶液のかわりに、塩化銅水溶液を用いて、電流を流したところ電気分解が起こった。このときの電気分解の化学変化を化学反応式で書け。

|    |   |
|----|---|
| 問1 |   |
| 問2 | J |
| 問3 |   |
| 問4 |   |
| 問5 |   |

|     |                                                     |
|-----|-----------------------------------------------------|
| 問 1 | 亜鉛は塩酸と反応するから。                                       |
| 問 2 | 120 J                                               |
| 問 3 | エ                                                   |
| 問 4 | イ                                                   |
| 問 5 | $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{Cl}_2$ |

問 1 亜鉛はうすい塩酸に入れただけで反応して溶けてしまい、気体の水素が発生する。

問 2 電圧 [V] × 電流 [A] = 電力 [W] より、電圧が 6 V、電流が 0.1 A のときの電力は 6 [V] × 0.1 [A] = 0.6 [W] である。また、電力 [W] × 時間 [s] = 電力量 [J] より、求める電力量は、0.6 [W] × 200 [s] = 120 [J] となる。

問 3 うすい塩酸を電気分解すると、陽極では塩素が発生する。塩素には漂白作用があり、赤いインクを滴下すると色が消える。

問 4 銅板と亜鉛板をうすい塩酸に入れて電池をつくる場合、亜鉛板がとけて電子を放出し、亜鉛イオン ( $\text{Zn}^{2+}$ ) ができる。この電子が電極から出て移動していくことで電流が流れるので、この電池では亜鉛板が一極となる。よって、電気分解装置の陰極につながっている X が亜鉛板である。また、電池の + 極となる銅板では、水素イオン ( $\text{H}^+$ ) が電子を受けとって水素分子 ( $\text{H}_2$ ) をつくり、気体となって出ていく。電気分解装置では、陰極からは水素、陽極からは酸素が発生する。

問 5 塩化銅水溶液 ( $\text{CuCl}_2$ ) を電気分解すると、陰極では固体の銅 (Cu) ができ、陽極では塩素 ( $\text{Cl}_2$ ) が発生する。

## 【過去問 23】

うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液について調べるために、次の実験を行った。問1、問2に答えなさい。  
ただし、それぞれの化学式は、硫酸は $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、水酸化バリウムは $\text{Ba}(\text{OH})_2$ である。

(山梨県 2019 年度)

〔実験1〕 うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液を用意し、フェノールフタレイン液、BTB溶液、リトマス紙を使って、それぞれの水溶液の性質を調べ、表1のようにまとめた。

表1

|                           | うすい硫酸   | うすい水酸化バリウム水溶液 |
|---------------------------|---------|---------------|
| 無色のフェノールフタレイン液を加えたときの色の变化 | 変化しなかった | X             |
| 緑色のBTB溶液を加えたときの色の变化       | Y       | 青色になった        |
| 赤色リトマス紙の色の变化              | 変化しなかった | 青色になった        |
| 青色リトマス紙の色の变化              | 赤色になった  | 変化しなかった       |

- 〔実験2〕 ① うすい水酸化バリウム水溶液  $40\text{cm}^3$  をビーカーにとり、図のように、メスシリンダーを用いてうすい硫酸  $10\text{cm}^3$  を加えた。このとき、ビーカー内に白い沈殿が生じた。
- ② ①の混合液中に生じた白い沈殿をろ過して乾燥させ、沈殿した物質の質量を測定した。
- ③ ②でろ過したろ液にBTB溶液を2、3滴加え、色の变化を確認した。
- ④ ①の加えるうすい硫酸の体積を  $20\text{cm}^3$ ,  $30\text{cm}^3$ ,  $40\text{cm}^3$ ,  $50\text{cm}^3$  と変えて、②、③と同様の操作を行い、その結果を表2のようにまとめた。

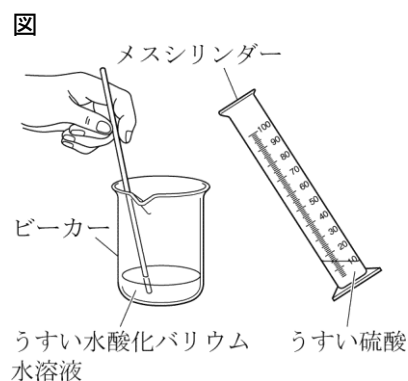


表2

| 加えたうすい硫酸の体積 [ $\text{cm}^3$ ] | 10     | 20   | 30   | 40   | 50   |
|-------------------------------|--------|------|------|------|------|
| 沈殿した物質の質量 [g]                 | 0.25   | 0.50 | 0.75 | 0.85 | 0.85 |
| 緑色のBTB溶液を加えたときの色の变化           | 青色になった |      |      | Y    |      |

問1 〔実験1〕, 〔実験2〕について、(1), (2)の問いに答えなさい。

- (1) 表1の X, 表1, 表2の Y に当てはまるものを、次のア～オから一つずつ選び、その記号をそれぞれ書きなさい。

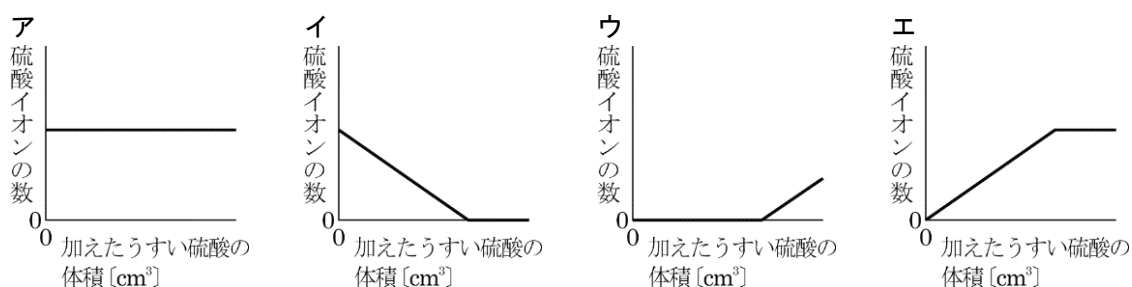
ア 変化しなかった      イ 黄色になった      ウ 緑色になった  
エ 青色になった      オ 赤色になった

- (2) BTB溶液と赤色リトマス紙を、それぞれ青色に変化させたイオンを何というか、その名称を書きなさい。

問2 〔実験2〕について、(1)～(3)の問いに答えなさい。

- (1) 沈殿した物質は何か、化学式で書きなさい。

- (2) 加えたうすい硫酸の体積と、混合液中の硫酸イオンの数の関係をグラフに表すと、どのようになると考えられるか。次のア～エから最も適当なものを一つ選び、その記号を書きなさい。



- (3) 表2から、中性になると考えられるのは、うすい水酸化バリウム水溶液 40cm<sup>3</sup>にうすい硫酸を何 cm<sup>3</sup>加えたときか、求めなさい。

|    |     |                 |  |   |  |
|----|-----|-----------------|--|---|--|
| 問1 | (1) | X               |  | Y |  |
|    | (2) |                 |  |   |  |
| 問2 | (1) |                 |  |   |  |
|    | (2) |                 |  |   |  |
|    | (3) | cm <sup>3</sup> |  |   |  |

|    |     |                    |   |   |   |
|----|-----|--------------------|---|---|---|
| 問1 | (1) | X                  | オ | Y | イ |
|    | (2) | 水酸化物イオン            |   |   |   |
| 問2 | (1) | BaSO <sub>4</sub>  |   |   |   |
|    | (2) | ウ                  |   |   |   |
|    | (3) | 34 cm <sup>3</sup> |   |   |   |

- 問1 (1) うすい水酸化バリウム水溶液はアルカリ性であり、無色のフェノールフタレイン液を加えると赤色、緑色のBTB溶液を加えると青色になる。うすい硫酸は酸性であり、緑色のBTB溶液を加えると黄色になる。
- (2) BTB溶液と赤色リトマス紙をそれぞれ青色にする水溶液はアルカリ性であり、アルカリ性の水溶液には共通して水酸化物イオン (OH<sup>-</sup>) がふくまれる。

- 問2 (1) 酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜると、中和が起こり、塩<sup>えん</sup>ができる。うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液の中和の反応は、 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  となり、塩は硫酸バリウム (BaSO<sub>4</sub>) である。

- (2) うすい硫酸は、水溶液中で  $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$  のように電離する。このとき硫酸イオン  $\text{SO}_4^{2-}$  は、水酸化バリウムの  $\text{Ba}^{2+}$  がある間はこれと結びついて BaSO<sub>4</sub> の沈殿を生じるため、この間の水溶液中の  $\text{SO}_4^{2-}$  の数はゼロである。BTB溶液を加えた水溶液が黄色になると、酸性となったことを示しているの、このとき水溶液中の OH<sup>-</sup> の数はゼロになっている。OH<sup>-</sup> の数がゼロとなったとき、つまり、すべての OH<sup>-</sup> が H<sup>+</sup> と反応したとき、すべての Ba<sup>2+</sup> も  $\text{SO}_4^{2-}$  と反応しているので、水溶液中には Ba<sup>2+</sup> は残っていない。したがって、その後は BaSO<sub>4</sub> が生じないので、うすい硫酸を加えるほど硫酸イオンの数は増えていく。

- (3) 表2より、加えたうすい硫酸の体積が 30cm<sup>3</sup> までは、10cm<sup>3</sup> 加えるごとに硫酸バリウムの質量は 0.25 g ずつ増える。一方、30cm<sup>3</sup> から 40cm<sup>3</sup> の間では、0.10 g しか増えていない。したがって、加えたうすい硫酸の体積が 30cm<sup>3</sup> から 40cm<sup>3</sup> の間で中性になると考えられる。硫酸バリウムが 0.10 g できるとき、必要なうすい硫酸の体積を  $x$  [cm<sup>3</sup>] とすると、 $10 : 0.25 = x : 0.10$ ,  $x = 4$  [cm<sup>3</sup>] である。したがって、この水溶液を中性にするのに必要なうすい硫酸の体積は、 $30 + 4 = 34$  [cm<sup>3</sup>] である。

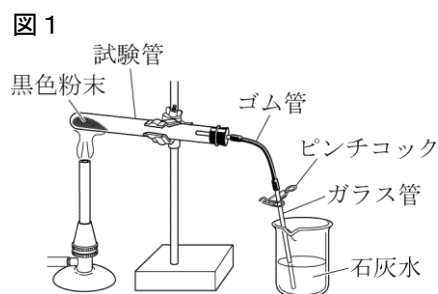
## 【過去問 24】

各問いに答えなさい。

(長野県 2019 年度)

- 問1 授業で酸化銅から銅を取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、赤色の純粋な銅を取り出したいと考え、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取り出し、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 試験管の中にあった空気
- (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取り出したい。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2 太郎さんは、電解質の水溶液の性質について学んだ後、次の仮説を立て、検証のために実験を行った。

〔仮説〕塩酸は酸性を示し、水酸化ナトリウム水溶液はアルカリ性を示し、どちらも電流が流れる。塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせて水溶液を中性にすると、水素イオンと水酸化物イオンが結びついていて、水溶液中からイオンがなくなるために、電流が流れなくなる。

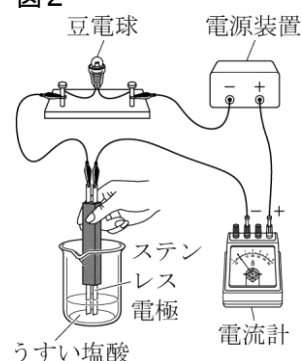
〔実験2〕うすい塩酸  $50\text{cm}^3$  をビーカーに入れ、BTB溶液を数滴加えたところ、水溶液は黄色になった。これにうすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えてよくかき混ぜた。 $50\text{cm}^3$  加えたところで水溶液は緑色になり、さらに加えると青色になった。

〔実験3〕① 図2のように回路をつくり、ステンレス電極を実験2で用いたものと同じ濃度の塩酸  $50\text{cm}^3$  に入れた。

② 回路に5Vの電圧を加えたところ、水溶液に電流が流れた。

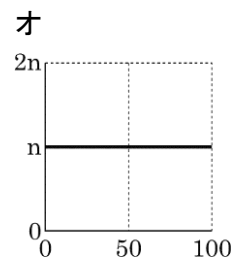
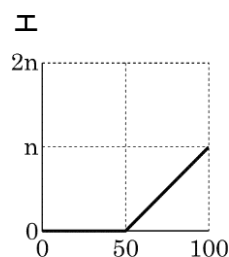
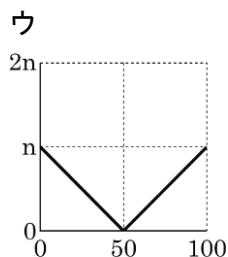
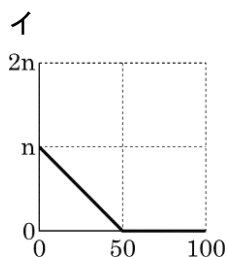
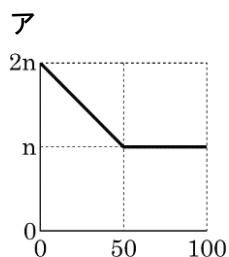
③ ①の塩酸に、実験2で用いたものと同じ濃度の水酸化ナトリウム水溶液を  $5\text{cm}^3$  ずつ加えてよくかき混ぜ、そのたびに電流が流れるかどうかを調べたところ、すべての場合において電流が流れた。加えた水酸化ナトリウム水溶液が  $100\text{cm}^3$  になるまで実験をくり返した。ただし、電流を流したことによる水溶液の濃度の変化はないものとする。

図2



(1) 水素イオンと水酸化物イオンが結びついて生じる物質は何か、化学式で書きなさい。

(2) 実験2で、最初に塩酸の中にあった水素イオンの数を  $n$  [個] としたとき、加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積  $[\text{cm}^3]$  を横軸に、水溶液中の水素イオンの数と水酸化物イオンの数の合計 [個] を縦軸にとって表したグラフとして最も適切なものを次のア～オから1つ選び、記号を書きなさい。



(3) 実験3の③から、太郎さんは仮説の下線部に誤りがあると考え、水溶液中のイオンの種類と数に着目した。

i 実験3の③で、水酸化ナトリウム水溶液を加えていったとき、水溶液中のイオンの総数はどのように変化していったと考えられるか、グラフに表しなさい。ただし、最初に塩酸の中にあった水素イオンの数を  $n$  [個] とする。

ii 仮説の下線部を修正してまとめた次の文の  に当てはまる適切な言葉を、水溶液中に存在するイオンの名称を示し、簡潔に書きなさい。

水素イオンと水酸化物イオンが結びついていて、 ために、電流が流れた。

|     |     |          |                                                                  |
|-----|-----|----------|------------------------------------------------------------------|
| 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 2 | (1) |          |                                                                  |
|     | (2) |          |                                                                  |
|     | (3) | i        | <p>水溶液中のイオンの総数 [個]</p> <p>加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積 [cm<sup>3</sup>]</p> |
| ii  |     |          |                                                                  |

|     |     |                      |                                                                            |
|-----|-----|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 問 1 | (1) | エ                    |                                                                            |
|     | (2) | 還元                   |                                                                            |
|     | (3) | (酸化銅の質量)<br>40       | (炭素の質量)<br>3                                                               |
|     | (4) | C                    | ア                                                                          |
|     |     | E                    | イ                                                                          |
| 問 2 | (5) | 物質名                  | 酸化銅                                                                        |
|     |     | 質量                   | 1.6 g                                                                      |
|     | (1) | $\text{H}_2\text{O}$ |                                                                            |
|     | (2) | ウ                    |                                                                            |
|     | (3) | i                    | <p>水溶液中のイオンの総数 [個]</p> <p>加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積 <math>[\text{cm}^3]</math></p> |
|     |     | ii                   | 例<br>水溶液中にナトリウムイオンや塩化物イオンが存在する                                             |

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  $x [\text{g}]$  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  $y [\text{g}]$  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。

問 2 (1) 水素イオン ( $\text{H}^+$ ) と水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) が反応すると、水分子 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ができる。

(2) 塩酸は塩化水素 ( $\text{HCl}$ ) の水溶液である。塩化水素は水溶液中では水素イオン ( $\text{H}^+$ ) と塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ ) に電離している。ここに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水酸化ナトリウム ( $\text{NaOH}$ ) が電離してできたナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) と水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) のうち、水酸化物イオンと水素イオンが結びついて水ができる。よって、はじめは水酸化ナトリウム水溶液を加えるほど、水素イオンの数が減っていく。水酸化ナトリウム水溶液を  $50 \text{ cm}^3$  加えて水溶液が中性になり、水素イオンがすべてなくなると、今度は水酸化物イオンが残るようになり、水酸化ナトリウム水溶液を加えるほどその数は増えていく。

- (3) 最初に水素イオンと塩化物イオンが  $n$  個ずつあったとすると、水素イオンがなくなるまでの間は、水素イオンが減ったぶんだけ水酸化ナトリウム水溶液の中にあったナトリウムイオンが増えていくため、水溶液中のイオンの総数は  $2n$  のまま変わらない。水酸化ナトリウム水溶液を  $50\text{cm}^3$  加え、水素イオンがなくなると、加えた水酸化ナトリウム水溶液の中の水酸化物イオンとナトリウムイオンがそのまま残るようになるため、イオンの総数は増えていく。水素イオンがなくなってからさらに  $50\text{cm}^3$  加え、合計  $100\text{cm}^3$  の水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき、イオンの総数は最初の 2 倍の  $4n$  になる。水溶液中にはつねにイオンがあるので、電流はどの場合でも流れる。

## 【過去問 25】

身のまわりの物質及び化学変化とイオンに関する問1，問2に答えなさい。

(静岡県 2019 年度)

問1 3つのビーカーA～Cを用意し、次の手順にしたがって、ミョウバン、<sup>しょうさん</sup>硝酸カリウム、塩化ナトリウムの結晶をとり出す実験を行った。表1は、ミョウバン、硝酸カリウム、塩化ナトリウムの、水100gに溶ける質量と温度の関係を表したものである。

手順

- ① 3つのビーカーA～Cのそれぞれに、60℃の水100gを入れ、ビーカーAにはミョウバンを、ビーカーBには硝酸カリウムを、ビーカーCには塩化ナトリウムを、それぞれ溶け残りがないようにかき混ぜながら加え、飽和水溶液をつくる。
- ② ビーカーA、Bの水溶液の温度を30℃まで下げ、ろ過して結晶をとり出す。
- ③ ビーカーCの水溶液を蒸発皿に少量入れ、加熱して結晶をとり出す。

表1

| 温度<br>[℃] | ミョウ<br>バン<br>[g] | 硝酸<br>カリウム<br>[g] | 塩化ナト<br>リウム<br>[g] |
|-----------|------------------|-------------------|--------------------|
| 0         | 5.7              | 13.3              | 35.7               |
| 30        | 16.5             | 45.6              | 36.1               |
| 60        | 57.5             | 109.2             | 37.1               |

① 塩化ナトリウム水溶液は混合物である。次のア～エの中から、混合物を1つ選び、記号で答えなさい。

ア エタノール      イ 空気      ウ 二酸化炭素      エ アンモニア

② 手順①でつくった60℃のミョウバンの飽和水溶液の質量パーセント濃度は何%か。小数第2位を四捨五入して、小数第1位まで書きなさい。

③ 手順②において、ミョウバンと硝酸カリウムの結晶をとり出したとき、結晶の質量が大きいのはどちらの物質か。また、その物質の結晶の質量は何gか。それぞれ答えなさい。

④ 塩化ナトリウム水溶液は、温度を下げても塩化ナトリウムの結晶をとり出しにくいいため、手順③のように、加熱して塩化ナトリウムの結晶をとり出す。塩化ナトリウム水溶液の温度を下げても、塩化ナトリウムの結晶をとり出しにくいのはなぜか。その理由を、表1を参考にして、簡単に書きなさい。

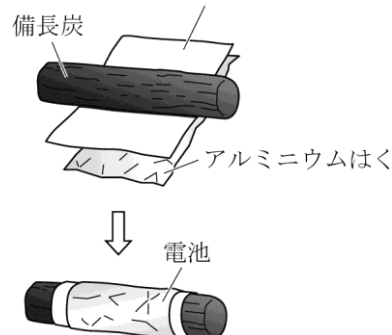
問2 図9のように、<sup>びんちようたん</sup>備長炭に、塩化ナトリウム水溶液とフェノールフタレイン溶液をしみこませたキッチンペーパーを巻き付け、その上に、アルミニウムはくを巻き付けて電池をつくる。

- ① 塩化ナトリウムは、水の中で陽イオンと陰イオンに電離する。次の[ ]の中が、塩化ナトリウムの電離するようすを適切に表したものとなるように、( ㊦ )～( ㊩ )に1つずつ、化学式またはイオン式を補いなさい。

( ㊦ ) → ( ㊩ ) + ( ㊩ )

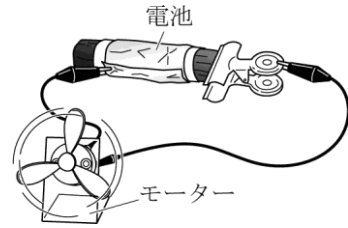
図9

塩化ナトリウム水溶液とフェノールフタレイン溶液をしみこませたキッチンペーパー



- ② 図 10 のように、図 9 の電池にモーターを接続した。このとき、モーターが回り、アルミニウムはくがぼろぼろになった。次の [ ] 中の文が、図 10 のように接続したときの、電池で起こる化学変化について述べたものとなるように、文中の ( ㊦ ), ( ㊧ ) に、「+」か「-」のいずれかの記号を補いなさい。また、文中の ( ㊨ ) ~ ( ㊩ ) のそれぞれに補う言葉の組み合わせとして、ア〜カの中から正しいものを1つ選び、記号で答えなさい。

図 10



電池の ( ㊦ ) 極の表面では、アルミニウム原子が電子を放出して、アルミニウムイオンになり、生じた電子は導線を通して ( ㊧ ) 極に移動する。( ㊧ ) 極の表面では、備長炭に含まれる酸素分子と塩化ナトリウム水溶液中の水分子が電子を受けとって、水酸化物イオンになり、水酸化物イオンがキッチンペーパーに溶け出す。この電子の移動により電流が流れる。

このとき、キッチンペーパーにしみこませた水溶液は、中性から ( ㊨ ) 性に変化し、pH の値が ( ㊩ ) なる。そのため、キッチンペーパーは ( ㊩ ) 色に染まる。

- |   |   |      |   |     |   |   |   |   |   |   |     |   |   |
|---|---|------|---|-----|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|
| ア | ㊨ | アルカリ | ㊩ | 大きく | ㊩ | 赤 | イ | ㊨ | 酸 | ㊩ | 大きく | ㊩ | 青 |
| ウ | ㊨ | アルカリ | ㊩ | 大きく | ㊩ | 青 | エ | ㊨ | 酸 | ㊩ | 小さく | ㊩ | 青 |
| オ | ㊨ | アルカリ | ㊩ | 小さく | ㊩ | 赤 | カ | ㊨ | 酸 | ㊩ | 小さく | ㊩ | 赤 |

|     |   |    |   |  |  |  |   |  |   |  |  |   |  |  |  |
|-----|---|----|---|--|--|--|---|--|---|--|--|---|--|--|--|
| 問 1 | ① |    |   |  |  |  |   |  |   |  |  |   |  |  |  |
|     | ② | %  |   |  |  |  |   |  |   |  |  |   |  |  |  |
|     | ③ | 物質 |   |  |  |  |   |  |   |  |  |   |  |  |  |
|     |   | 質量 | g |  |  |  |   |  |   |  |  |   |  |  |  |
|     | ④ |    |   |  |  |  |   |  |   |  |  |   |  |  |  |
| 問 2 | ① | ㊦  |   |  |  |  | ㊧ |  |   |  |  | ㊨ |  |  |  |
|     | ② | ㊦  |   |  |  |  |   |  | ㊧ |  |  |   |  |  |  |
|     |   | 記号 |   |  |  |  |   |  |   |  |  |   |  |  |  |

|     |   |                   |        |   |                 |   |                 |
|-----|---|-------------------|--------|---|-----------------|---|-----------------|
| 問 1 | ① | イ                 |        |   |                 |   |                 |
|     | ② | 36.5 %            |        |   |                 |   |                 |
|     | ③ | 物質                | 硝酸カリウム |   |                 |   |                 |
|     |   | 質量                | 63.6 g |   |                 |   |                 |
|     | ④ | 温度による溶解度の差が小さいから。 |        |   |                 |   |                 |
| 問 2 | ① | ㊸                 | NaCl   | ㊹ | Na <sup>+</sup> | ㊺ | Cl <sup>-</sup> |
|     | ② | ㊸                 | －      |   | ㊹               | ＋ |                 |
|     |   | 記号                | ア      |   |                 |   |                 |

問 1 ① 空気は窒素や酸素などのさまざまな気体が混ざった混合物である。

② 60℃の水 100 g にミョウバンは 57.5 g とけるので、水溶液全体の質量は  $100 \text{ [g]} + 57.5 \text{ [g]} = 157.5 \text{ [g]}$  となる。このときの質量パーセント濃度は、 $\frac{57.5 \text{ [g]}}{157.5 \text{ [g]}} \times 100 = 36.50 \dots [\%]$  より、小数第 2 位を四捨五入すると 36.5% である。

③ この実験で得られる結晶の質量が大きいのは、60℃の水に溶ける質量と 30℃の水に溶ける質量の差が大きい物質である。それぞれ求めると、ミョウバンは  $57.5 \text{ [g]} - 16.5 \text{ [g]} = 41.0 \text{ [g]}$ 、硝酸カリウムは  $109.2 \text{ [g]} - 45.6 \text{ [g]} = 63.6 \text{ [g]}$  である。

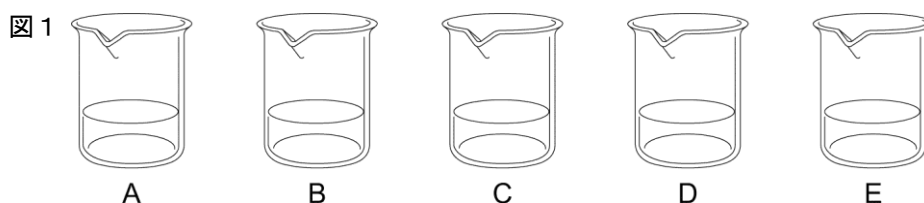
④ ミョウバンや硝酸カリウムは温度が変化すると溶解度が大きく変化するが、塩化ナトリウムは温度が変化しても溶解度がほとんど変化しないため、水溶液の温度を変えてもほとんど結晶は得られない。

問 2 ① 塩化ナトリウム (NaCl) が水に溶けると、ナトリウムイオン (Na<sup>+</sup>) と塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>) に電離する。

② 電子は電池の一極から出て導線を通り、+極に移動する。この実験では、+極に移動した電子によって水酸化物イオンができる。水酸化物イオンをふくむ水溶液はアルカリ性を示す。アルカリ性の水溶液は、pH の値は中性の 7 より大きくなる。また、アルカリ性の水溶液は、フェノールフタレイン溶液を赤色に変化させる。

## 【過去問 26】

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 1 から問 4 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。

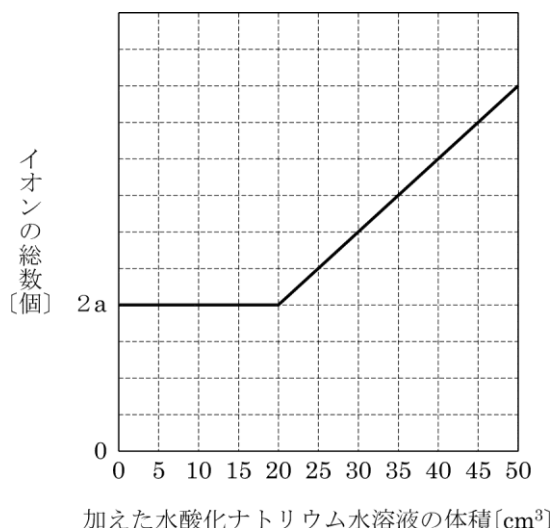
- ア 気体Xの集め方としては水上置換法が適している。また、この気体Xの分子1個は2種類の原子が全部で3個結びついてできている。
- イ 気体Xの集め方としては水上置換法が適している。また、この気体Xの分子1個は2種類の原子が全部で4個結びついてできている。
- ウ 気体Xの集め方としては上方置換法が適している。また、この気体Xの分子1個は2種類の原子が全部で3個結びついてできている。
- エ 気体Xの集め方としては上方置換法が適している。また、この気体Xの分子1個は2種類の原子が全部で4個結びついてできている。
- オ 気体Xの集め方としては下方置換法が適している。また、この気体Xの分子1個は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3 図2のグラフは、ある濃度の塩化水素の水溶液（以下、塩酸とする。） $10\text{cm}^3$ に、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていったときの、水溶液中のイオンの総数（陽イオンの数と陰イオンの数の合計）の変化を、はじめの塩酸  $10\text{cm}^3$  中のイオンの総数を  $2a$  個として示したものである。この塩酸には、水素イオンが  $a$  個、塩化物イオンが  $a$  個含まれている。

このとき、塩酸  $10\text{cm}^3$  に、水酸化ナトリウム水溶液を  $20\text{cm}^3$  よりも多く加えた場合の水溶液中にはどのようなイオンが存在するか。水溶液中に存在するイオンをそれぞれイオン式で示したものと最も適当なものを、次のアからキまでのの中から選んで、そのかな符号を書きなさい。

- ア  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$                       イ  $\text{H}^+$ ,  $\text{Cl}^-$                       ウ  $\text{Na}^+$ ,  $\text{OH}^-$
- エ  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$                       オ  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$                       カ  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$
- キ  $\text{Na}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$

図2



問4 問3で用いたものと同じ濃度の塩酸  $10\text{cm}^3$  を水でうすめて  $20\text{cm}^3$  にした。このうすめた塩酸から  $10\text{cm}^3$  をとり、そこに問3で用いたものと同じ濃度の水酸化ナトリウム水溶液  $30\text{cm}^3$  を加えた。

このときの水溶液中のイオンの総数を、問3で用いた a の文字を使った式で表すとどうなるか。最も適当なものを、次のアからオまでのの中から選んで、そのかな符号を書きなさい。

ア a                  イ  $1.5a$                   ウ  $2a$                   エ  $2.5a$                   オ  $3a$

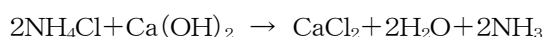
|    |   |  |   |  |
|----|---|--|---|--|
| 問1 | C |  | E |  |
| 問2 |   |  |   |  |
| 問3 |   |  |   |  |
| 問4 |   |  |   |  |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 問1 | C | イ | E | オ |
| 問2 | エ |   |   |   |
| 問3 | キ |   |   |   |
| 問4 | オ |   |   |   |

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ます。以上のことから、塩化ナトリウム水溶液（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（ $\text{NH}_3$ ）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。

問3 最初  $2a$  個あったイオンの数は、水素イオン  $\text{H}^+$  が  $a$  個、塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  が  $a$  個であったと考えられる。水酸化ナトリウム水溶液中のナトリウムイオン  $\text{Na}^+$  と水酸化物イオン  $\text{OH}^-$  は同数なので、ある量の水酸化ナトリウム水溶液を加えていき、たとえば  $\text{Na}^+$  が  $x$  個、 $\text{OH}^-$  が  $x$  個のとき、 $x$  個の  $\text{H}^+$  と  $x$  個の  $\text{OH}^-$  が結びついて水分子  $\text{H}_2\text{O}$  ができる。水分子はイオンではないので、水溶液中には、 $\text{Na}^+$  が  $x$  個増えて、 $\text{H}^+$  が  $x$  個減ることになる。この関係は塩酸が完全に中和するまで変わらないため、水酸化ナトリウム水溶液を  $20\text{cm}^3$  加えてちょうど完全に中和するまで続く。グラフより、水酸化ナトリウム水溶液を  $20\text{cm}^3$  加えたときのイオンの総数は、 $\text{Cl}^-$  が  $a$  個残り、 $\text{Na}^+$  が  $a$  個追加されて  $2a$  であることがわかる。このとき、 $\text{H}^+$  の  $a$  個と  $\text{OH}^-$  の  $a$  個はたがいに結びついて水分子  $\text{H}_2\text{O}$  となっているが、水分子はイオンの総数としては数えない。その後は、水酸化ナトリウム水溶液を加えるごとに、 $\text{Na}^+$  と  $\text{OH}^-$  が増えていき、さらに  $20\text{cm}^3$  加えたときに、 $\text{Na}^+$  と  $\text{OH}^-$  がそれぞれ  $a$  個ずつ、合計  $2a$  個増え、イオンの総数は  $4a$  個となる。水溶液中に存在するイオンは、最初からあった  $\text{Cl}^-$  と、追加で増えた  $\text{Na}^+$ 、 $\text{OH}^-$  である。

問4 うすめた塩酸中  $20\text{cm}^3$  中には、 $a$  個の水素イオン  $\text{H}^+$  と  $a$  個の塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  があり、さらにそこから  $10\text{cm}^3$  をとったので、 $\frac{1}{2} \times a$  個の  $\text{H}^+$  と、 $\frac{1}{2} \times a$  個の  $\text{Cl}^-$  がある。そこに水酸化ナトリウム  $30\text{cm}^3$  を加えたから、 $\frac{3}{2} \times a$  個のナトリウムイオン  $\text{Na}^+$  と  $\frac{3}{2} \times a$  個の水酸化物イオン  $\text{OH}^-$  が加えられたことになる。したがって、 $\frac{1}{2} \times$

a 個の  $\text{Cl}^-$  と,  $\frac{3}{2} \times a$  個の  $\text{Na}^+$  が残る。さらに,  $\frac{1}{2} \times a$  個の  $\text{H}^+$  と  $\frac{3}{2} \times a$  個の  $\text{OH}^-$  から  $\frac{1}{2} \times a$  個の水分子  $\text{H}_2\text{O}$  が生じ,  $\frac{2}{2} \times a$  個の  $\text{OH}^-$  が残る。したがって, イオンの総数は,  $\frac{1}{2} \times a + \frac{3}{2} \times a + \frac{2}{2} \times a = 3a$  [個] となる。

## 【過去問 27】

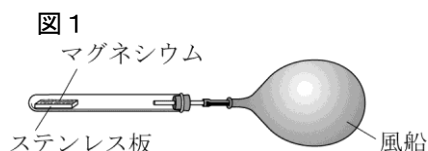
太郎さんと花子さんは、マグネシウムの反応に興味をもち、マグネシウムを使った実験を行いました。後の問1から問5までの各問いに答えなさい。

(滋賀県 2019 年度)

## 【実験 1】

## &lt;方法&gt;

- 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。

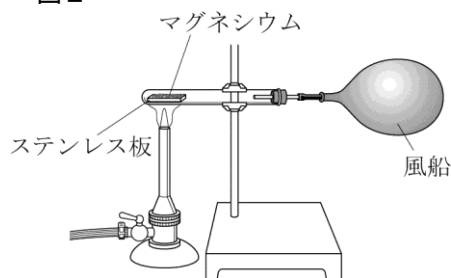


- ② 図1の装置全体の質量を測定する。
- ③ 図2のように、図1の装置をガスバーナーで十分に加熱する。
- ④ 加熱後に冷ました図1の装置全体の質量を測定する。

## &lt;結果&gt;

- ・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。



太郎さん

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。



太郎さん

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。



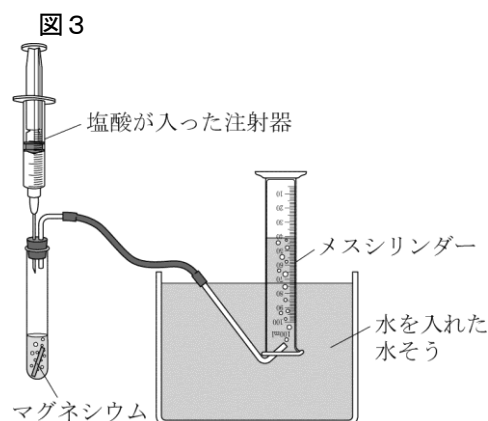
花子さん

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。

## 【実験2】

## &lt;方法&gt;

- ① 試験管にマグネシウムを入れ、図3のように、注射器を用いて塩酸を試験管の中に注入する。
- ② 発生する水素を水上置換法で集める。
- ③ マグネシウムがなくなり、水素が発生しなくなったら、発生した水素の体積を測定する。このとき、気体の体積を正しく測定するために、水そうの液面とメスシリンダー内の液面をそろえる。
- ④ マグネシウムの質量を変えて、同様の実験を行う。



## &lt;結果&gt;

表は、実験の結果をまとめたものである。

表

|                              |      |      |      |      |
|------------------------------|------|------|------|------|
| マグネシウムの質量 [g]                | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.08 |
| 発生した水素の質量 [cm <sup>3</sup> ] | 20.0 | 40.0 | 60.0 | 80.0 |

問3 実験2で、マグネシウムが塩酸と反応するとき、マグネシウムはどのようなイオンに変化しましたか。次のアからエまでの中から1つ選びなさい。

ア  $\text{Mg}^+$ イ  $\text{Mg}^{2+}$ ウ  $\text{Mg}^-$ エ  $\text{Mg}^{2-}$ 

## 【実験3】

## &lt;方法&gt;

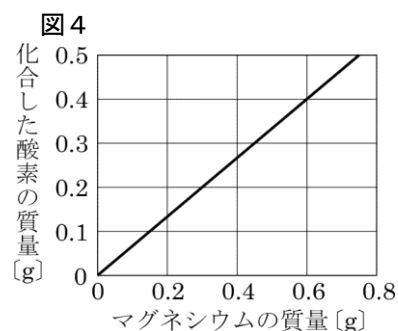
実験1の反応後の試験管に残った物質を別の試験管にとり出して、実験2と同様に、塩酸を注入し発生する水素の体積を測定する。

## &lt;結果&gt;

発生した水素の体積は、24.0cm<sup>3</sup>であった。

問4 実験2、3の結果から、実験1で反応したマグネシウムの質量は何gですか。求めなさい。

問5 実験1でマグネシウムの一部が反応しないで残っているかどうかを確かめるためには、反応後の試験管の中に残った物質の質量を調べる方法もある。図4は、マグネシウムが酸素と化合するときの、マグネシウムの質量と化合した酸素の質量の関係を表したグラフである。マグネシウム 0.09 g を加熱した場合に、反応後の物質の質量がどのような値になれば、マグネシウムの一部が反応しないで残っていることになりますか。図4から考えて書きなさい。



|    |     |  |
|----|-----|--|
| 問1 | 物質名 |  |
|    | 化学式 |  |
| 問2 | 法則名 |  |
|    | 理由  |  |
| 問3 |     |  |
| 問4 | g   |  |
| 問5 |     |  |

|    |               |                                                                                           |
|----|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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い。全体の原子の種類と数は変わらないから。</p> |
| 問3 | イ             |                                                                                           |
| 問4 | 0.066 g       |                                                                                           |
| 問5 | 0.15 g より小さい値 |                                                                                           |

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。

問3 マグネシウムや亜鉛などの金属と、塩酸や硫酸などの酸が反応すると、金属が酸に溶け、水素が発生する。

この水素は、酸が電離して生じた水素イオンが変化したものである。またこのとき、金属はイオンとなって、酸の陰イオン（塩酸の場合は塩化物イオン $\text{Cl}^-$ 、硫酸の場合は硫酸イオン $\text{SO}_4^{2-}$ ）と結びつく。マグネシウムは電子を2個失ってイオンになるので、イオン式で表すと、 $\text{Mg}^{2+}$ となる。

問4 実験2の表から、マグネシウムの質量と発生した水素の体積は比例していることがわかる。実験3で24.0 $\text{cm}^3$ の水素が発生したから、このとき反応したマグネシウムの質量を $x\text{ g}$ とすると、

$x : 24.0 = 0.08 : 80.0$  より、 $x = 0.024$  [g] つまり、実験1では0.024 gのマグネシウムが残っていたことになるので、実験1で反応したマグネシウムは、 $0.09 - 0.024 = 0.066$  [g]

問5 図4から、マグネシウムと酸素は、 $0.6 : 0.4 = 3 : 2$ の質量の比で化合することがわかる。よって、マグネシウム0.09 gを加熱したとき、完全に反応すると、 $0.09 \times \frac{2}{3} = 0.06$  [g]の酸素と化合して、 $0.09$  [g] +  $0.06$  [g] =  $0.15$  [g]の酸化マグネシウムになる。逆に、反応後の物質の質量が0.15 gより小さければ、まだ酸素と化合していないマグネシウムが残っているということがわかる。

## 【過去問 28】

上部に電極をとりつけた電気分解装置を用いて、次の〈実験Ⅰ〉・〈実験Ⅱ〉を行った。これについて、あとの問1・問2に答えよ。

(京都府 2019 年度)

〈実験Ⅰ〉 i 図のように、うすい水酸化ナトリウム水溶液を満たした電気分解装置と、電源装置を導線でつなぐ。電圧の大きさを5Vに調整して一定時間電流を流し、水の電気分解を行い、ようすを観察する。

i 図

ii 図

〈実験Ⅱ〉 ii 図のように、電源装置を電気分解装置から外し、電子オルゴールと上部の電極を導線でつなぎ、電子オルゴールが鳴るかどうかを調べる。

【結果】 〈実験Ⅰ〉では、陽極と陰極から気体が発生し、それぞれの電極の上部に気体がたまった。  
 〈実験Ⅱ〉では、電子オルゴールが鳴った。

問1 次の文章は、水の電気分解に関してまとめたものの一部である。文章中の ① に入る最も適当な語句を、ひらがな3字で書け。また、②・③に入るイオン式の組み合わせとして最も適当なものを、(ア)～(エ)から1つ選べ。

物質が水溶液中で、陽イオンと陰イオンに分離することを ① という。水酸化ナトリウムが、水溶液中でナトリウムイオンと水酸化物イオンに ① することによって、水に電気が通りやすくなり、電気分解が進みやすくなる。このとき生じるイオンをイオン式で表すと、ナトリウムイオンは ②、水酸化物イオンは ③ である。

- (ア) ②  $\text{Na}^+$  ③  $\text{H}^-$  (イ) ②  $\text{Na}^+$  ③  $\text{OH}^-$   
 (ウ) ②  $\text{Na}^-$  ③  $\text{H}^+$  (エ) ②  $\text{Na}^-$  ③  $\text{OH}^+$

問2 下線部電子オルゴールが鳴ったことから、電気分解装置内では化学反応が起こり、電気エネルギーがとり出されたと考えられる。このとき〈実験Ⅱ〉で起こった化学反応を表した化学反応式として最も適当なものを、次の(ア)～(カ)から1つ選べ。また、〈実験Ⅱ〉で起こる化学反応によって、電気エネルギーをとり出す装置のことを何電池というか、ひらがな5字で書け。

- (ア)  $\text{H}_2 + \text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$  (イ)  $4\text{H} + 2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  (ウ)  $2\text{H} + \text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$   
 (エ)  $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$  (オ)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  (カ)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}$

|    |   |   |   |   |   |   |    |
|----|---|---|---|---|---|---|----|
| 問1 |   |   |   | ア | イ | ウ | エ  |
| 問2 | ア | イ | ウ | エ | オ | カ | 電池 |

|    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 問1 | で | ん | り | イ |   |   |   |   |    |
| 問2 | オ |   |   | ね | ん | り | ょ | う | 電池 |

問1 物質が水に溶けて陽イオンと陰イオンに分離することを電離という。水酸化ナトリウム (NaOH) は、水溶液中ではナトリウムイオン (Na<sup>+</sup>) と水酸化物イオン (OH<sup>-</sup>) に電離している。ナトリウムイオンは陽イオン、水酸化物イオンは陰イオンである。

問2 水の電気分解を行うと、陽極側に酸素、陰極側に水素が発生する。この装置に電子オルゴールをつなぐと、水素 (H<sub>2</sub>) と酸素 (O<sub>2</sub>) が化合し水ができる、水の電気分解と逆の反応が起こり、電気エネルギーが発生して電子オルゴールが鳴る。水素や酸素、水は分子をつくり、化学反応式は→の左右で原子の数をそろえるので、 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ となる。また、このようにして電気エネルギーをとり出す装置を燃料 (ねんりょう) 電池という。燃料電池は水だけを生じ、有害な排出物が少ないため、自動車などの利用に開発が進められている。

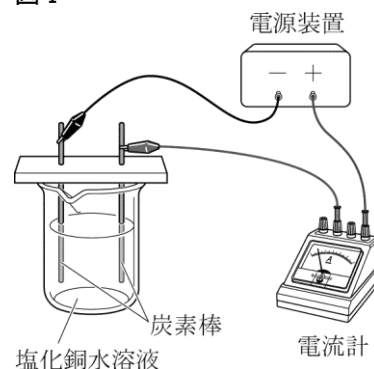
## 【過去問 29】

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( $\text{CuCl}_2$ )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。

図I



問1 塩化銅は水にとけて電離する。塩化銅の電離のようすを化学式とイオン式を使って表しなさい。

問2 次の文は、**実験1**で銅が付着した極の変化のようすを述べたものである。文中の①[ ], ②[ ]から適切なものをそれぞれ一つずつ選び、記号を○で囲みなさい。

銅が付着したのは①[ア 陰極 イ 陽極]である。炭素棒の表面に銅が付着したことで、炭素棒は②[ウ 青 エ 赤 オ 白]になった。

【GさんとI先生の会話1】

I先生：塩化銅から銅を取り出せましたね。次は、酸化銅から銅を取り出す方法を考えてください。酸化銅は水にはとけません。

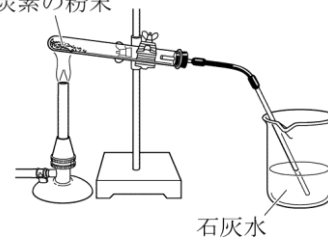
Gさん：酸化銅に炭素の粉末を混ぜて加熱し、酸化銅から酸素を取り除く方法が考えられます。

I先生：いいですね。酸化銅の質量と炭素の質量との関係についても一緒に考えましょう。準備した酸化銅は、銅と酸素の質量の比が4 : 1になっているので、4.00 gの酸化銅から3.20 gの銅を取り出すことができます。4.00 gの酸化銅に0.30 gの炭素の粉末を混ぜて加熱すると、酸化銅と炭素は過不足なく反応し、試験管の中には銅だけが3.20 g残るはずです。

【**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。

図II

酸化銅の粉末と炭素の粉末



【**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。

【GさんとI先生の会話2】

I先生：実験2のような固体どうしの場合、反応が起こりにくいことがよくあります。では次に、今までの学習をもとにして、物質の特定に挑戦しましょう。ここに、A～Eの5種類の物質があります。これらは、表Iに示した5種類のうちのいずれかです。それぞれどの物質であるか特定してみましょう。まず何を調べますか。

Gさん：いずれの物質も水にとけるので、水溶液のpHの値を調べ、酸性、中性、アルカリ性のいずれになるかを調べたいと思います。

I先生：いいですね。それぞれ100gの水に5gずつとかしてpHの値を調べてください。五つの水溶液のうち酸性を示すものが一つだけあります。

Gさん：Aの水溶液は酸性を示しました。BとCの水溶液は中性、DとEの水溶液はアルカリ性を示しました。次に、実験1の装置を用いて各水溶液に電流が流れるかを調べたいと思います。

I先生：なるほど。電解質か非電解質かを調べるのですね。

Gさん：Bだけが非電解質でした。このことから、Cが   であることも分かりました。次に、水溶液がアルカリ性だったDとEを特定したいのですが。

I先生：それでは、Eを実験2のように加熱してみましょう。ただし、炭素の粉末を混ぜる必要はありません。Eだけを加熱してください。

表I

| 物 質       |
|-----------|
| 塩化ナトリウム   |
| 炭酸水素ナトリウム |
| 炭酸ナトリウム   |
| 砂糖        |
| 塩化アンモニウム  |

Gさん：Eを加熱したら，試験管の内側に⑦無色透明の液体がつき，ビーカーの中の石灰水は実験2のときと同じように白くにごりました。

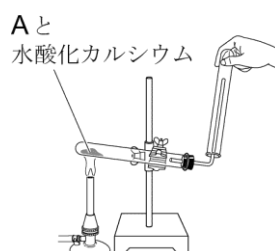
I先生：実は，Eを十分に加熱した後，試験管の中に残った固体の物質はDと同じものです。

Gさん：これで，A～Eのすべての物質が何であるのかは特定できました。Aについては，もう少し特徴を知りたいです。

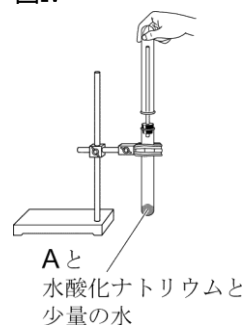
I先生：それでは，次のような実験はどうでしょうか。

図Ⅲのように，Aと水酸化カルシウムを混ぜて試験管の中に入れ，加熱します。または，図Ⅳのように，Aと水酸化ナトリウムを混ぜて試験管の中に入れ，少量の水を加えます。⑧いずれの方法でも同じ気体が発生し，上方置換で集めることができます。⑨下方置換や水上置換では集めることができません。

図Ⅲ



図Ⅳ



問5 GさんとI先生の会話2について，次の問いに答えなさい。

- ① 水溶液が中性であるとき，pHの値はいくらか。答えは整数で書きなさい。
- ② に入れるのに適している物質の名称を，表Ⅰに示した5種類の物質から選び，書きなさい。
- ③ Eを十分に加熱したところ，Eは3種類の物質に分解した。3種類の物質のうち，下線部⑦で示した物質の化学式を書きなさい。
- ④ 下線部⑧について，図Ⅲまたは図Ⅳの方法で発生する気体のうち，水蒸気以外の気体の名称を書きなさい。
- ⑤ 下線部⑨について，下方置換や水上置換では集めることができない気体の一般的な特徴を簡潔に書きなさい。

|    |   |     |   |       |
|----|---|-----|---|-------|
| 問1 | → |     |   |       |
| 問2 | ① | ア イ | ② | ウ エ オ |
| 問3 | ① | g   |   |       |
|    | ② | %   |   |       |
| 問4 | ① |     | ② |       |
| 問5 | ① |     |   |       |
|    | ② |     |   |       |
|    | ③ |     |   |       |
|    | ④ |     |   |       |
|    | ⑤ |     |   |       |

|    |                                                           |                      |   |       |
|----|-----------------------------------------------------------|----------------------|---|-------|
| 問1 | $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ |                      |   |       |
| 問2 | ①                                                         | ア イ                  | ② | ウ エ オ |
| 問3 | ①                                                         | 0.74 g               |   |       |
|    | ②                                                         | 60 %                 |   |       |
| 問4 | ①                                                         | 炭素                   | ② | 酸化銅   |
| 問5 | ①                                                         | 7                    |   |       |
|    | ②                                                         | 塩化ナトリウム              |   |       |
|    | ③                                                         | $\text{H}_2\text{O}$ |   |       |
|    | ④                                                         | アンモニア                |   |       |
|    | ⑤                                                         | 空気より密度が小さく、水にとけやすい。  |   |       |

問1 塩化銅 ( $\text{CuCl}_2$ ) は、水にとけると銅イオン ( $\text{Cu}^{2+}$ ) と塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ ) に電離する。塩化銅1つあたりの銅イオンと塩素イオンの数の比は1 : 2なので、 $\text{Cl}^-$ は $2\text{Cl}^-$ とする。このようにすると、+の電気の量と-の電気の量は等しくなる。

問2 陽イオンである銅イオンは、電流が流れると陰極に引かれて銅原子になる。金属の銅は赤色をしているので、銅が付着することで、炭素棒は赤くなる。

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  $0.44 [\text{g}] + 0.30 [\text{g}] = 0.74 [\text{g}]$  であつたと考えられる。

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、 $\frac{2.40 [\text{g}]}{4.00 [\text{g}]} \times 100 = 60 [\%]$

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。

問5 ① 中性の水溶液のpHは7で、水溶液のpHが7より大きくなるほどアルカリ性が強く、小さくなるほど酸性が強い。

② B と C の水溶液は中性とあり、5種類の物質のうち水溶液が中性を示すのは、塩化ナトリウムか砂糖であるので、B と C はこのどちらかである。さらに、これらの物質のうちBだけが非電解質とあり、この2つのうち非電解質なのは砂糖なので、Bが砂糖と分かる。したがって、Cは塩化ナトリウムである。電解質とは水溶液が電流を流す物質、非電解質とは水溶液が電流を流さない物質である。

なお、水溶液が酸性を示すAは塩化アンモニウム、アルカリ性を示すDとEは炭酸水素ナトリウムか炭酸ナトリウムである。

③ Eを加熱するとDができることから、Eが炭酸水素ナトリウム、Dは炭酸ナトリウムである。炭酸水素ナ

トリウムを加熱すると、 $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  のように分解し、炭酸ナトリウム以外に、無色透明の液体（水）と二酸化炭素ができる。水の化学式は $\text{H}_2\text{O}$ 、二酸化炭素の化学式は $\text{CO}_2$ である。

- ④、⑤ 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱したり、塩化アンモニウムと水酸化ナトリウムの混合物に水を加えたりすると、アンモニアが発生する。発生したアンモニアは非常に水にとけやすく、また、空気より密度が小さいので、上方置換（法）で集めるのが適している。水にとけにくい気体は水上置換（法）で集め、水にとけやすく空気より密度が大きい気体は下方置換（法）、水にとけやすく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 30】

酸とアルカリに関する次の問いに答えなさい。

(兵庫県 2019 年度)

問1 うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液を用いて、実験を行った。

- (1) 硫酸が電離したときにできる陽イオンと陰イオンの数の比として適切なものを、次のア～ウから1つ選んで、その符号を書きなさい。

ア 1 : 1                  イ 1 : 2                  ウ 2 : 1

- (2) うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液を、班ごとに自由な割合でよく混ぜて、白い沈殿ができたことを確認した後、上澄み液を3つの試験管に分けて入れた。その後、それぞれの試験管に図1の操作を各班で決めた順序で行うこととした。ただし、1つめの操作を行ったあとに2つめの操作の結果を推測するよう、先生から指示があった。

表1は、各班が決めた操作を行う順序と、1つめに行った操作の結果を示している。1つめの操作の結果をもとに2つめの操作の結果について適切な推測をしている発言を、あとのア～エから2つ選んで、その符号を書きなさい。

| 図1                                                                                                                                                     |  | 表1 |               |                |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----|---------------|----------------|-------------|
| <p>&lt;試験管に行う操作&gt;</p> <p>※試験管ごとに別の操作を行う。</p> <p>※行う順序は班で自由に決める。</p> <p>操作A フェノールフタレイン溶液を1～2滴加える。</p> <p>操作B マグネシウムリボンを加える。</p> <p>操作C うすい硫酸を加える。</p> |  |    | 操作A後の<br>溶液の色 | 操作B後の<br>気体の発生 | 操作C後の<br>沈殿 |
|                                                                                                                                                        |  | 1班 | ① 赤色          | ②              | ③           |
|                                                                                                                                                        |  | 2班 | ① 無色          | ③              | ②           |
|                                                                                                                                                        |  | 3班 | ③             | ① なし           | ②           |
|                                                                                                                                                        |  | 4班 | ②             | ① あり           | ③           |

※①～③は操作を行う順序

|                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br> | <p>ア 1班では、まず操作Aをして水溶液が赤色になったの。だから、次の操作Bでは、気体が発生すると思うわ。</p> <p>イ 2班では、操作Aで水溶液が無色のままだったよ。だったら、次に行う操作Cでは、沈殿はできないはずさ。</p> <p>ウ 3班では、最初の操作Bでは気体が発生しなかったんだ。それなら、操作Cをしても沈殿は絶対にできないよね。</p> <p>エ 4班では、さっきの操作Bで気体が発生したわ。ということは、操作Aをしても溶液は必ず無色のままね。</p> | <br> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

問2 うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を用いて、次の実験を行った。

<実験>

ビーカーA～Fにうすい塩酸を 50cm<sup>3</sup> ずつ入れ、BTB溶液をそれぞれ2～3滴加えた。その後、うすい水酸化ナトリウム水溶液を、表2に示した体積だけ、ビーカーB～Fにそれぞれ加えてよくかき混ぜたところ、ビーカーDの水溶液は緑色になった。

表2

| ビーカー                              | A  | B  | C  | D  | E  | F  |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| 溶液                                |    |    |    |    |    |    |
| 塩酸の体積 [cm <sup>3</sup> ]          | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 水酸化ナトリウム水溶液の体積 [cm <sup>3</sup> ] | 0  | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |

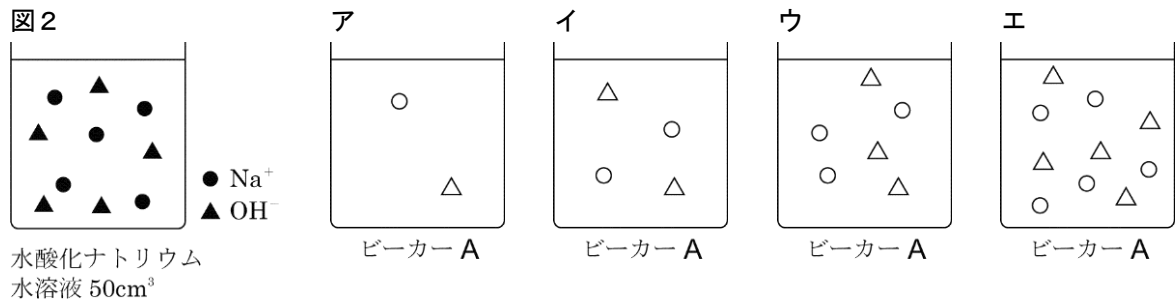
- (1) 実験後のビーカーAとFの水溶液の色として適切なものを、次のア～エからそれぞれ1つ選んで、その符号を書きなさい。

ア 青色                      イ 紫色                      ウ 赤色                      エ 黄色

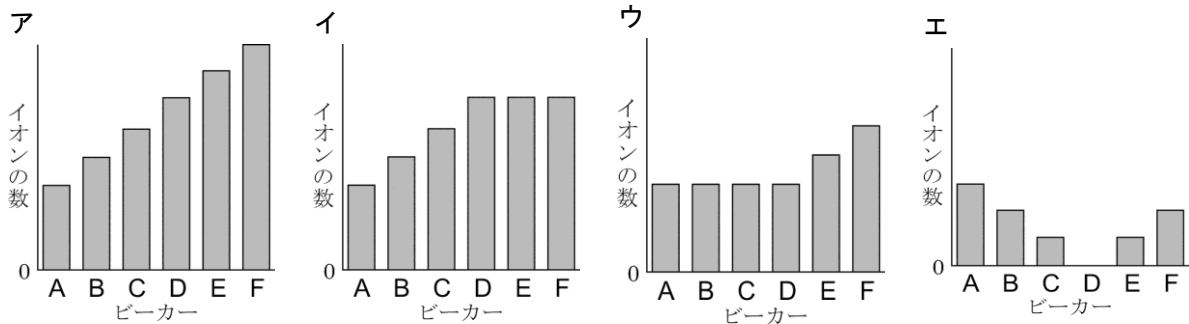
- (2) ビーカーB～Fでは、水溶液の温度が上昇していた。この理由を説明した次の文の□に入る適切な語句を、漢字2字で書きなさい。

酸とアルカリが中和する化学反応は、□反応であるため。

- (3) 図2は、実験でビーカーFに加えた、うすい水酸化ナトリウム水溶液  $50\text{cm}^3$  に含まれるイオンの種類と数を模式的に表したものである。このとき、ビーカーAの水溶液に含まれるイオンの種類と数を模式的に表したものととして適切なものを、次のア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。



- (4) 実験後のビーカーA～Fに含まれる、全てのイオンの数を比較したグラフとして適切なものを、次のア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。



- (5) 実験の準備として、密度  $1.2\text{ g/cm}^3$  で35%の塩酸に水を加えて、密度  $1.0\text{ g/cm}^3$  で5.0%の塩酸をちょうど  $350\text{cm}^3$  つくった。このとき使用した35%の塩酸は何  $\text{cm}^3$  か、四捨五入して整数で求めなさい。

|    |     |               |  |   |  |
|----|-----|---------------|--|---|--|
| 問1 | (1) |               |  |   |  |
|    | (2) |               |  |   |  |
| 問2 | (1) | A             |  | F |  |
|    | (2) | 反応            |  |   |  |
|    | (3) |               |  |   |  |
|    | (4) |               |  |   |  |
|    | (5) | $\text{cm}^3$ |  |   |  |

|     |     |                    |   |   |   |
|-----|-----|--------------------|---|---|---|
| 問 1 | (1) | ウ                  |   |   |   |
|     | (2) | イ                  |   | エ |   |
| 問 2 | (1) | A                  | エ | F | ア |
|     | (2) | 発熱 反応              |   |   |   |
|     | (3) | ウ                  |   |   |   |
|     | (4) | ウ                  |   |   |   |
|     | (5) | 42 cm <sup>3</sup> |   |   |   |

問 1 (1) 硫酸が電離すると、 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ のように、陽イオンである水素イオン 2 個と、陰イオンである硫酸イオン 1 個ができる。

(2) うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液を混ぜると中和が起こり、硫酸バリウムの白い沈殿ができる。このとき、班ごとに自由な割合で混ぜることから、上澄み液は、過不足なく中和して中性になる場合、うすい硫酸の方が多くて中和後にうすい硫酸が残って酸性になる場合、うすい水酸化バリウム水溶液が多くて中和後にうすい水酸化バリウム水溶液が残ってアルカリ性になる場合、の 3 通りが考えられる。

また、**操作 A**で使うフェノールフタレイン溶液は、上澄み液がアルカリ性のときに赤色になり、中性や酸性の場合は無色である。**操作 B**で使うマグネシウムリボンは、上澄み液が酸性（うすい硫酸）のときに気体（水素）が発生する。**操作 C**で使ううすい硫酸は、上澄み液がアルカリ性（うすい水酸化バリウム水溶液）のときに、中和が起こって硫酸バリウムの沈殿ができる。

これらをふまえて発言を確かめると、**イ**は、**操作 A**で水溶液が無色だったので上澄み液は中性か酸性であるから、次に**操作 C**を行っても沈殿はできないので、正しい。また、**エ**は、**操作 B**で気体が発生したことから水溶液は酸性で、次に**操作 A**を行っても無色であるので、正しい。

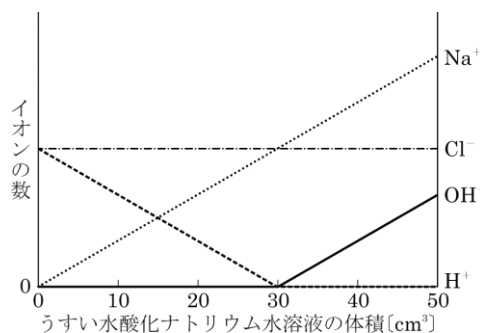
なお、**ア**は、**操作 A**を行って水溶液が赤色になったのでこの水溶液はアルカリ性であるから、次に**操作 B**を行っても気体は発生しないので、誤り。**ウ**は、**操作 B**を行っても気体が発生しなかったので水溶液は中性かアルカリ性であるから、次に**操作 C**を行ったとき、水溶液がアルカリ性であれば沈殿ができるので、誤り。

問 2 (1) うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液が過不足なく反応して溶液が中性になるのは、BTB 溶液による色が緑色になったビーカー **D** である。よって、うすい水酸化ナトリウム水溶液の体積がビーカー **D** よりも少ないビーカー **A** では、うすい塩酸が余るので、溶液は酸性、色は黄色になる。また、うすい水酸化ナトリウム水溶液がビーカー **D** より多いビーカー **F** では、うすい水酸化ナトリウム水溶液が余るので、溶液はアルカリ性、色は青色になる。

(2) 熱を発生し、まわりの温度が上がる反応を、発熱反応という。中和は発熱反応である。

(3) うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液の中和の反応は、 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ と表され、ナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) と塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )、水素イオン ( $\text{H}^+$ ) と水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) がそれぞれ 1 : 1 の数の割合で結びつき、塩化ナトリウム ( $\text{NaCl}$ ) と水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ができる。図 2 では、50cm<sup>3</sup> のうすい水酸化ナトリウム水溶液に含まれるナトリウムイオンと水酸化物イオンが 5 個ずつかかっているの、10cm<sup>3</sup> に対し 1 個ずつと考えることができる。よって、ビーカー **D** ではナトリウムイオンと水酸化物イオンを 3 個ずつ含むうすい水酸化ナトリウム水溶液を加え、これにうすい塩酸中の塩化物イオンと水素イオンが 3 個ずつ結びついて、過不足なく中和したと考えられる。よって、50cm<sup>3</sup> のうすい塩酸に含まれる塩化物イオンと水素イオンが 3 個ずつである **ウ** が適切である。

(4) 表2にもとづいて、仮に、このうすい塩酸  $50\text{cm}^3$  にうすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていったとして、 $\text{H}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{OH}^-$  の4種類のイオンの数がどのように変化するかをグラフで表すと、右の図のようになる。それぞれのイオンは、次のように数が変化する。



- ・水素イオン…加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積が  $30\text{cm}^3$  になるまでは、水素イオンは水酸化物イオンと結びついて水になるので、数が減少していく。うすい水酸化ナトリウム水溶液の体積が  $30\text{cm}^3$  以上に

なると、水素イオンはすべて水酸化物イオンと結びついており、水溶液中には残っていない。

- ・塩化物イオン…中和によって塩化物イオンがナトリウムイオンと結びつき、塩化ナトリウムとなった場合でも、塩化ナトリウムは電解質であるから電離してイオンに分かれる。よって、水溶液中の塩化物イオンの数は一定で、全く変化しない。
- ・ナトリウムイオン…うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えるにしたがって、ナトリウムイオンの数が増えていく。中和によってナトリウムイオンが塩化物イオンと結びつき、塩化ナトリウムとなった場合も、電離してナトリウムイオンの状態になっている。よって、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えるにしたがって、その数は水溶液中に一定の割合で増えていく。
- ・水酸化物イオン…加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積が  $30\text{cm}^3$  になるまでは、水酸化物イオンが水素イオンと結びついて水になるので、水溶液中にはイオンとして存在していない。うすい水酸化ナトリウム水溶液の体積が  $30\text{cm}^3$  以上になると、水溶液を加えるにしたがって数が増えていく。

よって、うすい水酸化ナトリウム水溶液が  $30\text{cm}^3$  になるまでは、ナトリウムイオンの数の増加と、水素イオンと結びついて水になることによる水酸化物イオンの数の減少とが打ち消し合い、水溶液中のイオンの総数はもとのうすい塩酸と変わらず、一定である。 $30\text{cm}^3$  以上になると、うすい水酸化ナトリウム水溶液を加えるにしたがって、ナトリウムイオンと水酸化物イオンが増えるので、イオンの総数は増加する。よって、ウが適切である。

- (5)  $5.0\%$  の塩酸  $350\text{cm}^3$  は密度が  $1.0\text{ g/cm}^3$  であるから、質量は、 $350 [\text{cm}^3] \times 1.0 [\text{g/cm}^3] = 350 [\text{g}]$  である。この中には、溶質である塩化水素が、 $350 [\text{g}] \times 0.05 = 17.5 [\text{g}]$  含まれている。よって、 $35\%$  の塩酸  $x\text{cm}^3$  に  $17.5\text{ g}$  の塩化水素が含まれていたと考えて、解くことができる。 $35\%$  の塩酸  $x\text{cm}^3$  の質量は、密度が  $1.2\text{ g/cm}^3$  であるから、 $x [\text{cm}^3] \times 1.2 [\text{g/cm}^3] = 1.2x [\text{g}]$  となる。このうちの  $35\%$  が塩化水素であるから、塩化水素の質量は、 $1.2x [\text{g}] \times 0.35 = 0.42x [\text{g}]$  となる。

よって、 $0.42x = 17.5$   $x = 41.6 \dots [\text{cm}^3]$  より、四捨五入して  $42\text{cm}^3$  となる。

## 【過去問 31】

春香さんは、科学部の活動において、物質を水にとかしたときのとけ方の違いを調べるために、次の**実験**を行った。各問いに答えよ。

(奈良県 2019 年度)

**実験** 100 g の水が入ったビーカーを 2 つ用意し、水温を 40℃ に保ちながら、一方のビーカーには塩化ナトリウム 35.0 g を、もう一方のビーカーには硝酸カリウム 35.0 g を加え、それぞれガラス棒でしっかりかき混ぜたところ、2 つの物質はすべてとけた。次に、この 2 つの水溶液を 20℃ まで急に冷

やし、それぞれの水溶液から結晶が出てくるかどうかを調べた。表は、その結果をまとめたものである。

|            | 20℃のときの様子  |
|------------|------------|
| 塩化ナトリウム水溶液 | 結晶は出てこなかった |
| 硝酸カリウム水溶液  | 結晶が出てきた    |

問 1 塩化ナトリウムは、水溶液中で電離している。塩化ナトリウムの電離を表す式を、化学式とイオン式を用いて書け。

問 2 **実験**で、春香さんがつくった 40℃ の塩化ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度は何%か。小数第 2 位を四捨五入した値で書け。

問 3 **実験**で、硝酸カリウム水溶液から硝酸カリウムの結晶ができたことと同じ現象で結晶ができたと考えられるものとして最も適切なものを、次のア～エから 1 つ選び、その記号を書け。

ア うすい硫酸にうすい水酸化バリウム水溶液を加えると、硫酸バリウムができた。

イ 水を冷やしていくと、氷ができた。

ウ 塩化銅水溶液に電流を流すと、陰極に銅が付着した。

エ ミョウバンの水溶液を冷やしていくと、ミョウバンができた。

問 4 次の□内は、**実験**から数日後に、春香さんが先生と交わした会話の一部である。

先生：今日は、水溶液の中から出てきた結晶の質量について考えてみましょう。先日の**実験**で用いた水溶液を保管していますので、まず、水溶液の水温をはかり、ビーカーの中を観察しましょう。

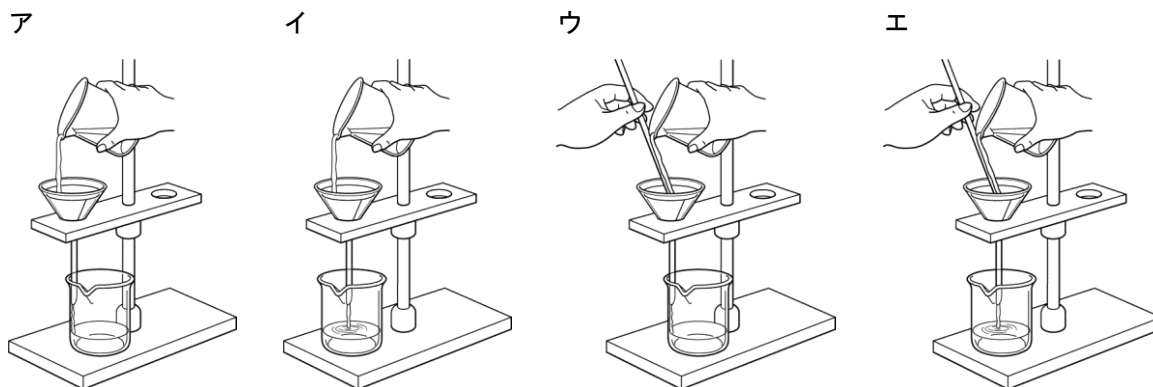
春香：はい。どちらの水溶液も、水温は 20℃ で変わりませんが、塩化ナトリウム水溶液では、結晶が出てきています。硝酸カリウム水溶液では、結晶がふえているように思います。

先生：しっかり観察できていますね。それでは、2 つの水溶液のうち、硝酸カリウム水溶液について考えてみましょう。この水溶液から出てきた硝酸カリウムの結晶の質量は何 g だと思いますか。水溶液と結晶を合わせた質量と、水溶液の水温、そしてその水温における硝酸カリウムの溶解度がわかれば、実際に結晶の質量をはからなくても計算することができます。ちなみに、硝酸カリウムは、20℃ の水 100 g に 31.6 g までとくことができますよ。

春香：水溶液と結晶を合わせた質量は 125.0 g です。先日の**実験**では、40℃ で、この水溶液に硝酸カリウムが 35.0 g とけていました。20℃ では、硝酸カリウムが 31.6 g とけていると考えて、出てきた結晶の質量は、35.0 g から 31.6 g を引いた 3.4 g だと思います。

先生：わかりました。それでは、春香さんの予想が正しいかどうかを確かめるために、ろ過して水溶液を完全に取り除き、出てきた硝酸カリウムの結晶の質量をはかることにしましょう。

- ① ろ過のしかたとして正しいものを、次のア～エから1つ選び、その記号を書け。



- ② 下線部の結果，出てきた硝酸カリウムの結晶の質量は，春香さんが予想した質量よりも大きかった。その理由を簡潔に書け。
- ③ 下線部の結果，出てきた硝酸カリウムの結晶の質量は，何 g であると考えられるか。小数第2位を四捨五入した値で書け。

|    |     |
|----|-----|
| 問1 |     |
| 問2 | %   |
| 問3 |     |
| 問4 | ①   |
|    | ②   |
|    | ③ g |

|    |                                                     |             |
|----|-----------------------------------------------------|-------------|
| 問1 | $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ |             |
| 問2 | 25.9 %                                              |             |
| 問3 | エ                                                   |             |
| 問4 | ①                                                   | ウ           |
|    | ②                                                   | 例 水が蒸発したから。 |
|    | ③                                                   | 6.6 g       |

問1 塩化ナトリウムの化学式はNaClであり，水にとけるとナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) と塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ ) に電離する。

問2 質量パーセント濃度 [%] =  $\frac{\text{溶質の質量 [g]}}{\text{溶質の質量 [g] + 溶媒の質量 [g]}} \times 100$  なので，

$$\frac{35.0 \text{ [g]}}{35.0 \text{ [g]} + 100 \text{ [g]}} \times 100 = 25.92 \cdots \rightarrow 25.9 \text{ [%]}$$

問3 実験で硝酸カリウム水溶液を冷やすと硝酸カリウムの結晶が出てきたのは，硝酸カリウムは温度によって溶解度が大きく変化するためである（温度が下がるほど，溶解度は小さくなる）。水溶液の温度を下げることで結晶を得るのは，再結晶の操作のひとつである。エのミョウバンも，硝酸カリウムのように，温度によって溶解度が大きく変化するが，塩化ナトリウムのように，温度による溶解度の変化が小さく，水溶液の温度を下げてもあまり結晶が出てこない物質もある。ア…酸とアルカリの中和によって，水と塩（硫酸バリウム）ができ

た反応である。イ…水を冷やして、氷に状態変化させた反応である。ウ…塩化銅水溶液を、銅（陰極）と塩素（陽極）に電気分解させた反応である。

- 問4 ① ろ過の操作をするときは、水溶液はガラス棒に伝わらせてろ紙（ろうと）に注ぐので、ア、イは誤り。また、ろうとの先（あし）のとがったほうをビーカーの内側の壁につけるので、エも誤りであり、正解はウとなる。
- ② 水溶液をビーカーに入れてふたをせずに数日置いておくと、水面から蒸発して、水が減る。したがって、温度が変わらなくても、蒸発した水の分とける硝酸カリウムの質量は減り、硝酸カリウムの結晶はふえる。このように水を蒸発させて量を減らし、そこにとけていた分の溶質を結晶として得るのも、再結晶の操作の一種である。
- ③ 硝酸カリウムの水溶液の温度を  $40^{\circ}\text{C}$  から  $20^{\circ}\text{C}$  まで下げると、飽和水溶液となり、出てくる結晶の質量は  $35.0 - 31.6 = 3.4$  [g] となる。数日後に、水溶液と出てくる結晶を合わせた質量は  $125.0$  g なので、 $125.0 - 35.0 = 90.0$  [g] が水の質量となり、蒸発した水の質量は  $10.0$  g である。 $20^{\circ}\text{C}$  の水  $10.0$  g ( $100$  g の  $\frac{1}{10}$ ) にとける硝酸カリウムの質量は、 $31.6 \times \frac{1}{10} = 3.16$  [g] なので、出てくる結晶の質量は  $3.4 + 3.16 = 6.56$  より、 $6.6$  g となる。

## 【過去問 32】

和美さんたちは、「スポーツを取り巻く科学」というテーマで課題研究に取り組んだ。次の問1～問3に答えなさい。

(和歌山県 2019 年度)

問1 次の文は、和美さんがヨット競技について調べ、まとめた内容の一部である。あとの(1)～(3)に答えなさい。

ヨット競技は、図1のようなヨットで、風の力などの自然条件を利用して海上を進み、決められたコースを通して早くゴールに着くことを競う競技です。和歌浦湾沿岸には、日本の代表選手が強化練習などを行うナショナルトレーニングセンターが設置されています(図2)。和歌浦湾では、夏季にも安定した風の吹く日が多いなど、1年を通してヨット競技に適した気象や海の条件が整っています。

よく晴れた昼間、陸上の気温が海上の気温より高くなると、陸上で①{ア 上昇 イ 下降}気流が生じます。すると、陸上の気圧が海上の気圧より②{ア 高く イ 低く}なることで、図2の矢印のうちの、③{ア 海から陸 イ 陸から海}の向きに海風が生じます。

こうした風の向きや強さだけでなく、ヨット競技は波の高さや潮の流れなどによっても試合展開が大きく左右されるスポーツです。

図1 ヨット

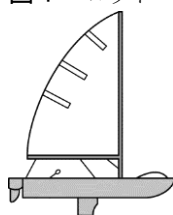
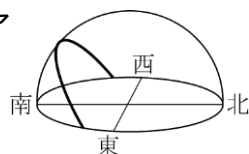


図2 和歌浦湾の位置と拡大図(一部)



- (1) ヨットは、水中で上向きの力を受けることで水に浮くことができる。この上向きの力を何というか、書きなさい。
- (2) 文中の下線部の季節において、和歌浦湾沿岸での太陽の1日の動きを透明半球に記録した図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。

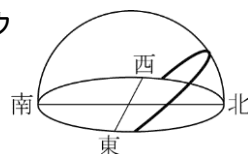
ア



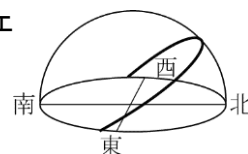
イ



ウ



エ



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

問2 次の文は、和夫さんがカーリングについて調べ、まとめた内容の一部である。あとの(1)～(3)に答えなさい。

カーリングは、氷上でストーン（取っ手をつけた円盤型の石）を滑らせ、約 40m先に描かれた円の中心近くに静止させて点数を競います。ストーンの多くは①花こう岩でできており、②質量は約 20kgです。

カーリングの試合を行うとき、試合前にジョウロのような器具で水をまき、氷の表面に無数の氷の粒を作ります（図3）。ストーンを通過させたい前方の③氷をブラシでこすると、生じる熱によって氷の粒の表面がわずかにとけます（図4）。これにより、ストーンの滑りがよくなり、ストーンをコントロールできます。

図3 ストーンと氷の表面

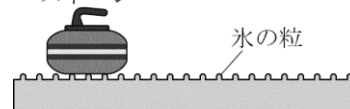


図4 ブラシでこするようす



- (1) 文中の下線部①のように、マグマが地下の深いところでゆっくり冷え固まってできた岩石を何というか、書きなさい。
- (2) 文中の下線部②について、質量 20kg のストーンを水平な机の上に置いたとき、机と接している部分の面積は  $0.002\text{m}^2$  であった。机がこのストーンから受ける圧力の大きさは何 Pa か、書きなさい。ただし、100 g の物体にはたらく重力の大きさを 1 N とする。
- (3) 文中の下線部③のように、固体がとけて液体に変化するときの温度を何というか、書きなさい。また、文中の下線部③と同じ原因で熱が生じる現象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 化学かいろを外袋から取り出して、そのまま放置したとき。
  - イ 原子力発電でウランなどの核燃料が核分裂するとき。
  - ウ 自転車のブレーキがタイヤの回転を止めるとき。
  - エ 木炭が燃えているとき。

問3 次の文は、美紀さんがスポーツドリンクについて調べ、まとめた内容の一部である。あとの(1)、(2)に答えなさい。

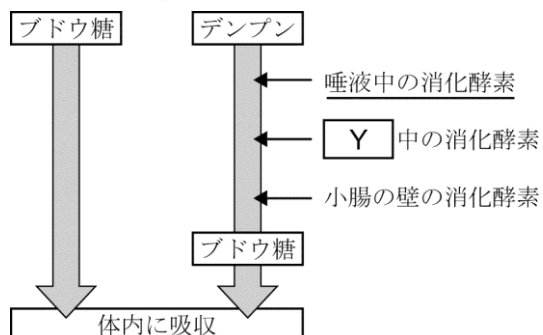
表1は、3種類のスポーツドリンク A、B、C に含まれている主な成分を表にまとめたものです。どのスポーツドリンクにも最も多く含まれている成分は炭水化物で、そのほとんどはブドウ糖や果糖などの糖類です。図5のように、ブドウ糖はそのまま体内に吸収されますが、デンプンは消化酵素でブドウ糖に分解されてから体内に吸収されます。そのため、ブドウ糖はデンプンよりも、口からとり入れたときに効率よく吸収されます。

次に多く含まれている成分はナトリウムで、主に塩化ナトリウムを原材料としています。塩化ナトリウムは、水に溶けるとナトリウムイオンと X に分かります。ナトリウムイオンは、体内の水分バランスの維持などのはたらきをしています。

表1 成分表(100cm<sup>3</sup>当たり)

| 成分         | A   | B   | C   |
|------------|-----|-----|-----|
| 炭水化物[g]    | 6.2 | 4.7 | 3.4 |
| ナトリウム[mg]  | 49  | 40  | 50  |
| カリウム[mg]   | 20  | 8   | 5   |
| マグネシウム[mg] | 0.6 | 1.2 | 1.0 |

図5 ブドウ糖とデンプンが体内に吸収される過程



- (1) 文中の **X** にあてはまる適切な語を書きなさい。
- (2) 図5中の下線部の消化酵素を何というか、書きなさい。また、**Y** にあてはまる適切な消化液を書きなさい。

|    |     |      |  |    |   |
|----|-----|------|--|----|---|
| 問1 | (1) |      |  |    |   |
|    | (2) |      |  |    |   |
|    | (3) | ①    |  | ②  | ③ |
| 問2 | (1) |      |  |    |   |
|    | (2) | Pa   |  |    |   |
|    | (3) | 温度   |  | 記号 |   |
| 問3 | (1) |      |  |    |   |
|    | (2) | 消化酵素 |  |    |   |
|    |     | Y    |  |    |   |

|    |     |           |       |    |   |
|----|-----|-----------|-------|----|---|
| 問1 | (1) | 浮力        |       |    |   |
|    | (2) | イ         |       |    |   |
|    | (3) | ①         | ア     | ②  | イ |
| 問2 | (1) | 深成岩       |       |    |   |
|    | (2) | 100000 Pa |       |    |   |
|    | (3) | 温度        | 融点    | 記号 | ウ |
| 問3 | (1) | 塩化物イオン    |       |    |   |
|    | (2) | 消化酵素      | アミラーゼ |    |   |
|    |     | Y         | すい液   |    |   |

- 問1 (1) 水中に物体を入れると、その物体には上向きの浮力がはたらく。浮力とヨットにはたらく重力がつり合うため、ヨットは水面で浮かぶ。
- (2) 和歌山県では夏季の太陽は真東よりも北寄りの位置から上り、南の空の高い位置を通して、真西よりも北寄りの位置に沈む。

- (3) 陸上の気温が海上の気温より高くなると、陸上で上昇気流が生じ、陸上の気圧が海上よりも低くなる。このとき、海から陸への風が吹き、海上では下降気流が生じている。海上の気温が陸上の気温より高くなると、これとは逆の現象が起き、陸から海への風が吹く。

問2 (1) マグマが地下深くでゆっくり冷え固まると、等粒状組織をもつ深成岩ができる。

- (2)  $20\text{kg}$  ( $20000\text{ g}$ ) のストーンにはたらく重力は  $200\text{ N}$  である。よって、求める圧力は、  
 $200\text{ [N]} \div 0.002\text{ [m}^2\text{]} = 100000\text{ [Pa]}$  となる。

- (3) 固体がとけて液体に変化するときの温度を融点、液体が沸騰して気体に変化するときの温度を沸点という。氷をブラシでこすったときに熱が生じるのは摩擦力によるものである。自転車のブレーキがタイヤの回転を止めるときにも摩擦力が使われる。

問3 (1) 塩化ナトリウム ( $\text{NaCl}$ ) は水に溶けるとナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) と塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ ) に電離する。

- (2) 唾液にはアミラーゼという消化酵素がふくまれている。アミラーゼにはデンプンを分解するはたらきがある。デンプンを分解するはたらきをもつ消化酵素は、すい液や小腸の壁にもふくまれている。

## 【過去問 33】

身近なもので電池をつくるため、木炭とアルミニウムはくを用いて、次の**実験**を行った。あとの**会話 1**、**会話 2**、**会話 3**は、班で話し合ったものである。あとの各問いに答えなさい。

(鳥取県 2019 年度)

## 実験

図 1 のように、キッチンペーパーに質量パーセント濃度 20% の食塩水を十分にしみこませ、木炭に巻き、さらにその上からアルミニウムはくを巻いた。そして、図 2 のように電子オルゴールを導線でつないだところ、電子オルゴールの音が鳴った。

図 1

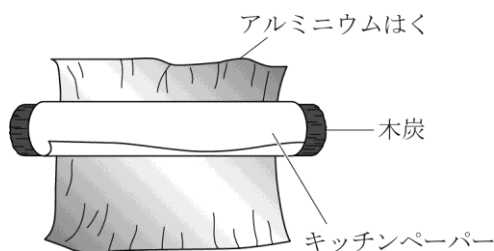


図 2



## 会話 1

たけるさん 電子オルゴールの音が鳴ったので、電池がつくれたということだね。

あかりさん 食塩水以外でも電池がつくれないかな。

はるとさん そうだね。いろいろな水溶液で実験してみよう。

問 1 **実験**について、質量パーセント濃度 20% の食塩水 150 g をつくった。このとき必要な食塩の質量は何 g か、答えなさい。

問 2 **実験**で用いた食塩水かわりに、2.5% 塩酸、20% 砂糖水、2.5% 塩化銅水溶液、レモン汁を用いて、同様の**実験**を行った。次の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 実験結果として、最も適切なものを、次のア～エからひとつ選び、記号で答えなさい。

|   | 電子オルゴールの音が鳴った  | 電子オルゴールの音が鳴らなかった |
|---|----------------|------------------|
| ア | 塩酸、レモン汁        | 砂糖水、塩化銅水溶液       |
| イ | 塩酸、塩化銅水溶液、レモン汁 | 砂糖水              |
| ウ | 砂糖水、塩化銅水溶液     | 塩酸、レモン汁          |
| エ | 塩酸、塩化銅水溶液      | 砂糖水、レモン汁         |

(2) 食塩水を含め、電子オルゴールの音が鳴った水溶液に共通している特徴を答えなさい。

## 会話2

- たけるさん 電子オルゴールの音が鳴った装置には、何か変化はあったのかな。
- あかりさん 実験装置を分解して、変化がないか調べてみようよ。
- はるとさん 電子オルゴールの音が鳴った装置だけ、①アルミニウムはくの表面に小さい穴がいくつもあいてボロボロになっているよ。なぜだろうね。
- あかりさん この電池で、アルミニウムはくが<sup>マイナス</sup>一極になっていると考えれば、うまく説明できると思うよ。

問3 会話2の下線部①のようになった理由を、「アルミニウム」、「電子」の2つの語を用いて、説明しなさい。

## 会話3

- たけるさん みんなは身のまわりで使われている電池について、どんなことを知っているのかな。
- はるとさん 例えば、携帯電話にリチウムイオン電池が使われているね。
- あかりさん ほかに、燃料電池を動力に使った自動車の開発が進められていると聞いたことがあるよ。でも、普及するにはまだ課題があるみたいだよ。
- たけるさん これからは、②環境への負荷ができるだけ少ないエネルギー資源の開発や、エネルギー資源を有効に利用する方法の開発が必要になってくるね。

問4 会話3の下線部②について、太陽光発電は、発電時において火力発電よりも環境への負荷が少ないと考えられている。その理由を答えなさい。ただし、設備や設置場所および費用に関することは除くものとする。

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

|    |      |                                |
|----|------|--------------------------------|
| 問1 | 30 g |                                |
| 問2 | (1)  | イ                              |
|    | (2)  | 例<br>電解質の水溶液である。               |
| 問3 | 例    | アルミニウムが電子を失って、陽イオンとなってとけ出したから。 |
| 問4 | 例    | 発電時に二酸化炭素や汚染物質などを排出しないから。      |

- 問1 質量パーセント濃度が20%の食塩水150gであるから、食塩水150gのうちの20%が食塩である。よって、 $150[\text{g}] \times 0.2 = 30[\text{g}]$ の食塩が必要である。
- 問2 (1), (2) 電解質の水溶液に異なる2枚の金属板を入れると、化学電池ができる。図1のような電池(木炭電池)では、片方の金属板が木炭になっているが、これも化学電池の一種で、同じように考えることができる。塩酸、塩化銅水溶液、レモン汁は電解質の水溶液なので、これらをキッチンペーパーにしみこませた場合は電池になり、電子オルゴールの音が鳴るが、砂糖水は電解質の水溶液ではないので、砂糖水を使った場合は電子オルゴールの音は鳴らない。レモン汁は酸性なので水素イオンを含んでおり、これは溶質が電離して水素イオンが生じたものであるから、電解質の水溶液である。
- 問3 アルミニウムは木炭電池の中で一極となっており、アルミニウム原子(Al)が電子を失って陽イオン( $\text{Al}^{3+}$ )となってとけ出しているため、電池を使用していると表面に小さい穴がいくつもあき、しだいにボロボロになっていく。
- 問4 太陽光発電は、太陽光の放射エネルギーの一部を直接電気に変えているので、発電時に二酸化炭素や汚染物質などを排出しない。このため、環境への負荷が少ない。

## 【過去問 34】

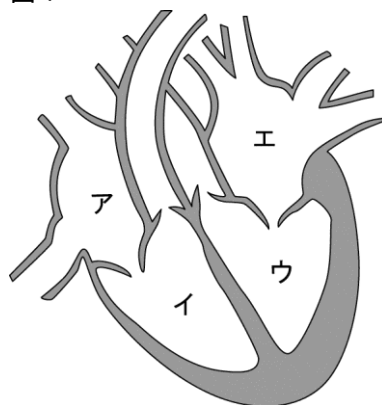
次の問1～問3に答えなさい。

(島根県 2019 年度)

問1 次の1～4に答えなさい。

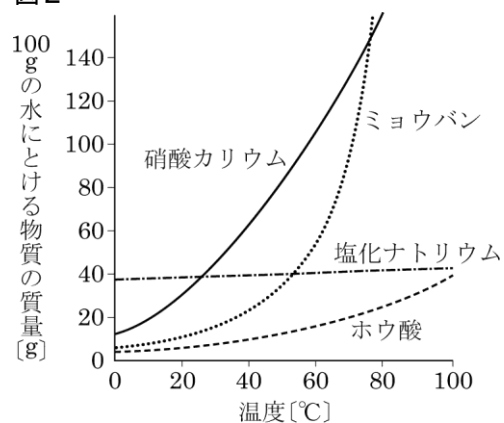
- 1 図1は、正面からみたヒトの心臓と、それに関連した血管を示したものである。酸素を多く含んでいる血液がある部分はどこか、ア～エからすべて選び、記号で答えなさい。

図1



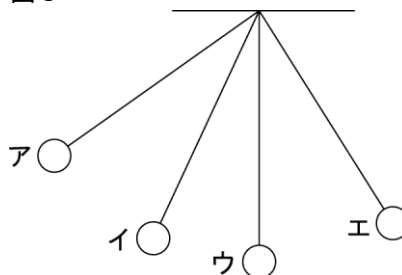
- 2 図2は、ホウ酸、塩化ナトリウム、ミョウバン、硝酸カリウムの4つの物質の溶解度曲線を示したものである。それぞれの結晶 50 g を別々のビーカーに入れ、水 100 g を加えて水温を 40℃ に保ち、よくかき混ぜた。このとき、結晶が完全にとけた物質はどれか、その名称をすべて答えなさい。

図2



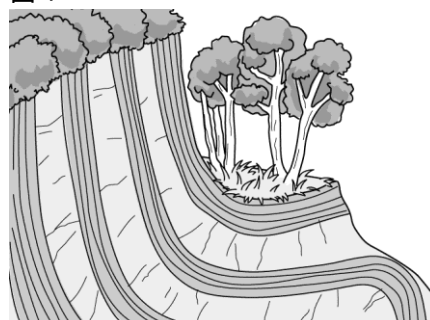
- 3 図3は、ふりこの運動を示したものである。この運動で、物体の運動エネルギーが最も大きくなる位置はどこか、ア～エから一つ選び、記号で答えなさい。

図3



- 4 図4は、大きな力がはたらき、波打つように曲げられた地層を示したものである。このような地層の曲がり方を何というか、その名称を答えなさい。

図4



問2 図5は、島根県大田市にある「三瓶小豆原埋没林」を示したものである。この埋没林は主にスギであり、約4000年前に起こった三瓶山の大規模な噴火により、溶岩ドームがくずれて発生した火砕流と、水で運ばれた火山灰によってつくられた。次の1、2に答えなさい。

1 スギはマツなどと同じ裸子植物である。裸子植物について述べた文としてあてはまらないものはどれか、ア～エからすべて選び、記号で答えなさい。

- ア 発達した維管束をもつ。
- イ 種子をつくらず胞子でふえる。
- ウ 果実をつくる。
- エ 子房がなく胚珠がむき出しになっている。

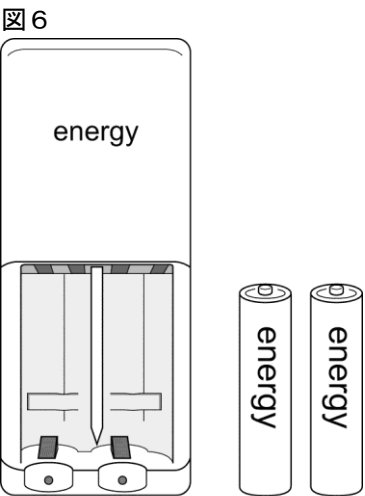
2 溶岩ドームをつくるマグマには、どのような特徴があるか、答えなさい。



(三瓶小豆原埋没林公園ホームページより)

問3 図6は、デジタルカメラなどで利用されているニッケル水素電池である。これについて、次の1、2に答えなさい。

- 1 ニッケル水素電池は、外部から逆向きの電流を流すと低下した電圧が回復し、くり返し使うことができる。このような電池を何というか、その名称を答えなさい。
- 2 電圧 1.2Vのニッケル水素電池2個を直列につないで8.0Ωの抵抗器1個に電流を流すとき、抵抗器に流れる電流の大きさは何Aか、求めなさい。



ニッケル水素電池

|    |   |   |
|----|---|---|
| 問1 | 1 |   |
|    | 2 |   |
|    | 3 |   |
|    | 4 |   |
| 問2 | 1 |   |
|    | 2 |   |
| 問3 | 1 |   |
|    | 2 | A |

|     |   |          |
|-----|---|----------|
| 問 1 | 1 | ウ, エ     |
|     | 2 | 硝酸カリウム   |
|     | 3 | ウ        |
|     | 4 | しゅう曲     |
| 問 2 | 1 | イ, ウ     |
|     | 2 | ねばりけが強い。 |
| 問 3 | 1 | 二次電池     |
|     | 2 | 0.3 A    |

問 1 (1) 図 1 のアは右心房, イは右心室, ウは左心室, エは左心房である。全身の細胞から二酸化炭素を受けとった静脈血は, 大静脈から右心房へと流れこむ。右心房へ流れこんだ血液は, 右心室へ流れこみ, 肺動脈を通過して肺へと送られる。肺では, 血液は二酸化炭素を出して酸素を受けとって動脈血となり, 動脈血は肺静脈を通過して左心房へと流れこむ。左心房へ流れこんだ血液は, 左心室へ流れこみ, 大動脈を通過してふたたび全身へと送り出される。したがって, 酸素を多く含む血液(動脈血)がある部分は, ウの左心室とエの左心房。

(2) 結晶が完全にとけた物質は, 水の温度が  $40^{\circ}\text{C}$  のとき  $100\text{ g}$  の水にとける物質の質量(溶解度)が  $50\text{ g}$  よりも大きい物質である。図 2 より, 水の温度が  $40^{\circ}\text{C}$  のときの溶解度が  $50\text{ g}$  よりも大きいのは, 硝酸カリウムだけである。

(3) ふりこの運動で, 運動エネルギーが最も大きくなるのは, ふりこのおもりが最下点(ウ)にあるときである。おもりが最下点にあるとき, 摩擦や空気の抵抗を考えなければ, ふりはじめの位置でもっていた位置エネルギーはすべて運動エネルギーに移り変わるため, 最下点での位置エネルギーは最も小さくなる。

(4) 水平に堆積した地層が長期間にわたって両側から大きな力で押され続けると, 図 4 のように波打つように曲げられる。このような地層の曲がりをしゅう曲という。

問 2 (1) 裸子植物は, 種子をつくる植物(種子植物)のなかまのうち, 子房がなく胚珠がむき出しになっている植物であり, エの特徴にあてはまる。ア…種子植物は発達した維管束をもつので, 裸子植物にもあてはまる。イ…種子をつくらず胞子でふえるのは, コケ植物やシダ植物などである。ウ…果実は子房が成長してできるので, 裸子植物にはできない。

(2) ねばりけが強いマグマは, 火山が噴火したときに流れにくく, 火口付近で盛り上がってドーム状の形になる。これを溶岩ドームという。一方, ねばりけが弱いマグマの場合はあまり盛り上がらずに溶岩が流れていくため, 溶岩ドームはできない。

問 3 (1) 二次電池に外部から逆向きの電流を流して, 低下した電圧を回復させることを充電という。二次電池には, ニッケル水素電池のほかに, 自動車で使われる鉛蓄電池や, 携帯電話や携帯ゲーム機などで使われるリチウムイオン電池などがある。

(2) 2 個の電池を直列につなぐと, 電圧の大きさは 2 個の電池の電圧の合計になる。したがって, 電圧の大きさは  $1.2 + 1.2 = 2.4 [\text{V}]$  であり, 抵抗器の抵抗の大きさが  $8.0 \Omega$  なので, 抵抗器に流れる電流の大きさは, オームの法則より,  $2.4 [\text{V}] \div 8.0 [\Omega] = 0.3 [\text{A}]$

## 【過去問 35】

次の問1, 問2に答えなさい。

(島根県 2019 年度)

問1 水に電流を流したときの変化を調べる目的で**実験1**を行った。これについて、あとの1～4に答えなさい。

**実験1**

**操作1** 電気分解装置の中にうすい水酸化ナトリウム水溶液を満たし、**図1**に示すように2つの電極と電源装置をつないだ。

**操作2** 6Vの電圧を加え電流を流した。

**操作3** 両電極からは気体が発生するようすが観察された。それぞれの電極に気体が十分集まったところで電流を流すのをやめた。

**操作4** 電源装置を外し、**図2**に示すように2つの電極と電子オルゴールをつなげたところ音が鳴った。

図1

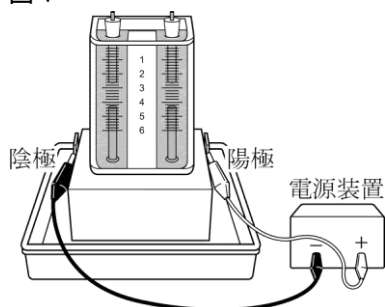
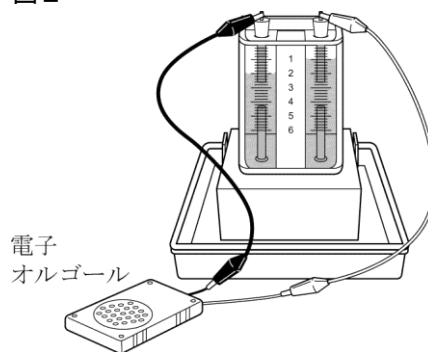


図2



- 1 **実験1**では、純粋な水ではなく**下線部**のようにうすい水酸化ナトリウム水溶液を用いる。これは、純粋な水は電流を流さないが、水酸化ナトリウムのような電解質をとかした水溶液中にはイオンが存在するため、電流が流れるようになるからである。水溶液中で水酸化ナトリウムが電離したときに生じる陽イオンと陰イオンの**イオン式**をそれぞれ答えなさい。
- 2 **操作3**で、**陽極側**に発生した気体の性質として最も適当なものを、次の**ア～エ**から**一つ**選び、記号で答えなさい。
  - ア 火のついた線香を近づけると、線香の炎が激しく燃える。
  - イ 水で湿らせた赤色のリトマス紙を近づけると、リトマス紙の色が青色に変化する。
  - ウ 火のついたマッチを近づけると、ポンという音がして燃える。
  - エ 石灰水に通すと、石灰水が白くにごる。
- 3 **実験1**から、水は2種類の物質に分解したと考えられる。このように、物質が分解する化学変化を、次の**ア～エ**から**一つ**選び、記号で答えなさい。
  - ア 固体のロウを加熱する。
  - イ うすい塩酸に亜鉛を加える。
  - ウ 酸化銀を加熱する。
  - エ うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせる。

- 4 操作4で電子オルゴールの音が鳴ったのは、ある化学変化が起こり、エネルギーが発生したからである。このとき起こった化学変化を化学反応式で示しなさい。

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

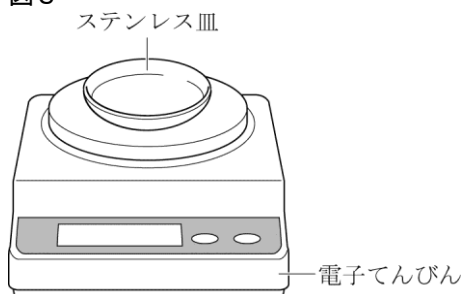
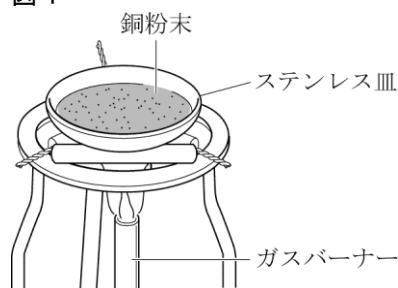


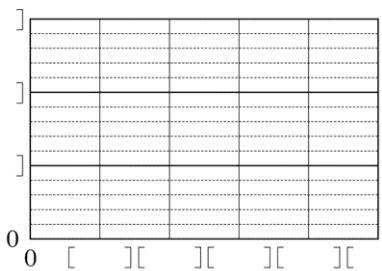
図4

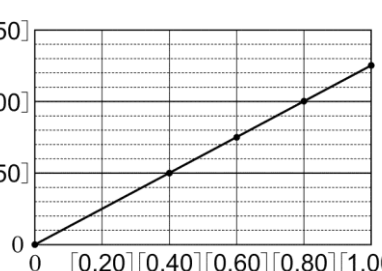


### 結果

|                         |       |       |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 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、空气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をはかり取った。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 1 | 1 | 陽イオン                                                                                                                                                                                                                      |  | 陰イオン |  |
|     | 2 |                                                                                                                                                                                                                           |  |      |  |
|     | 3 |                                                                                                                                                                                                                           |  |      |  |
|     | 4 |                                                                                                                                                                                                                           |  |      |  |
| 問 2 | 1 |                                                                                                                                                                                                                           |  |      |  |
|     | 2 | <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; margin-right: 10px;">黒い色の物質の質量[g]</div>  </div> |  |      |  |
|     | 3 | g                                                                                                                                                                                                                         |  |      |  |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                             |               |      |               |
|-----|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|---------------|
| 問 1 | 1 | 陽イオン                                                                                                                                                                                                                        | $\text{Na}^+$ | 陰イオン | $\text{OH}^-$ |
|     | 2 | ア                                                                                                                                                                                                                           |               |      |               |
|     | 3 | ウ                                                                                                                                                                                                                           |               |      |               |
|     | 4 | $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                  |               |      |               |
| 問 2 | 1 | 酸化                                                                                                                                                                                                                          |               |      |               |
|     | 2 | <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; margin-right: 10px;">黒い色の物質の質量[g]</div>  </div> |               |      |               |
|     | 3 | 2.40 g                                                                                                                                                                                                                      |               |      |               |

問 1 (1) 水酸化ナトリウム ( $\text{NaOH}$ ) は、水溶液中で電離してナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) と水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) になる。

(2) 水の電気分解では、陽極側に酸素が、陰極側に水素が発生する。酸素には、ものが燃えるのを助けるはたらきがある (ア)。イ…赤色リトマス紙が青色に変化しているので、水にとけてアルカリ性を示す気体である。アンモニアなどがあてはまる。ウ…火を近づけると音がして、気体そのものが燃えるのは水素である。エ…石灰水に通すと石灰水が白くにごる気体は、二酸化炭素である。

(3) ア…固体のロウを加熱すると、液体となる。これは、ロウであることは変わらない、状態変化である。イ…亜鉛とうすい塩酸 (塩化水素) から水素と塩化亜鉛が生じる反応であり、  
 $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnCl}_2$  のように表される。化学反応式からわかるように、1 種類の物質が 2 種類以上に

分かれる分解ではない。ウ…酸化銀を加熱すると、銀と酸素に分解（熱分解）するため、これが物質が分解する化学変化である。 $(2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2)$ 。エ…うすい塩酸とうすい水酸化ナトリウム水溶液が反応すると、水と塩<sup>えん</sup>ができる。これは中和反応である。 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

- (4) 操作4のとき起こった化学変化は、水素と酸素の化合 $(2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O})$ である。このように、水の電気分解と逆の反応で電気を取り出す電池を、特に燃料電池という。

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】

次の問1～問4に答えなさい。

(愛媛県 2019 年度)

問1 [実験1] 音の伝わる速さを調べるために、運動会等でスタートの際に鳴らすピストルとストップウォッチを用意した。図1のように、位置qでAさんがピストルを鳴らし、位置pのBさんは、その音が聞こえると同時にピストルを鳴らした。このとき、Aさんは、Aさんがピストルを鳴らしてからBさんが鳴らしたピストルの音が聞こえるまでの時間をストップウォッチで測定した。

次に、Aさんが位置qから位置rに移動し、同じ方法で実験を行うと、①位置qで測定した時間より位置rで測定した時間の方が0.30秒長かった。

[実験2] 図2のように、位置qでAさんがピストルを鳴らし、位置pのBさんは、その音が聞こえると同時にピストルを鳴らした。このとき、位置sでCさんは、

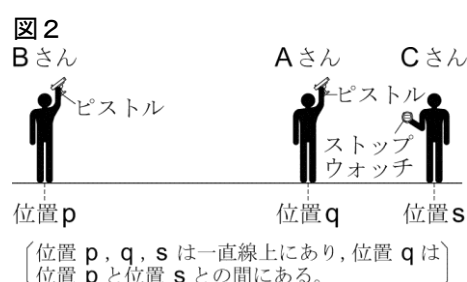
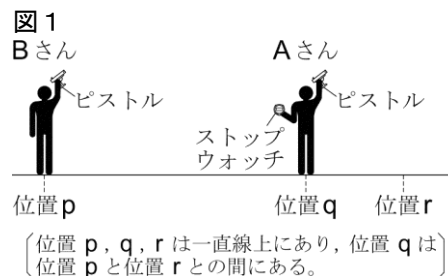
②Aさんが鳴らしたピストルの音が聞こえてからBさんが鳴らしたピストルの音が聞こえるまでの時間をストップウォッチで測定した。

ただし、刺激を受けてから反応が起こるまでの時間は考えないものとする。

(1) 実験1で、位置qから位置rまでの距離と下線部①の結果をもとに、ピストルの音の伝わる速さを求めると  $340\text{m/s}$  であった。位置qから位置rまでの距離は何mか。

(2) 次の文の①、②の{ }の中から、それぞれ適当なものを一つずつ選び、その記号を書け。

実験2で、位置pから位置qまでの距離を一定に保ち、位置qから位置sまでの距離を大きくしたとき、下線部②の時間は、①{ア 長くなる イ 短くなる ウ 変わらない}。また、位置qから位置sまでの距離を一定に保ち、位置pから位置qまでの距離を大きくしたとき、下線部②の時間は、②{ア 長くなる イ 短くなる ウ 変わらない}。



問2 表1は、ほぼ同じ緯度に位置する韓国のソウルと新潟市における、12月、1月、2月の各月の、平均気温、平均湿度、降水量をまとめたものである。表1のソウルにおける12月の平均気温、平均湿度と同じ気温、湿度の空気中に含まれる水蒸気量を、 $0.4^{\circ}\text{C}$ における飽和水蒸気量を $5.0\text{ g/m}^3$ として求めると、 $3.3\text{ g/m}^3$ であった。また、図3は、ソウルと新潟市の位置を示している。

表1 [表中の数値は過去30年間の平均値である。]

|     | ソウル                            |             |             | 新潟市                            |             |             |
|-----|--------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------|
|     | 平均気温<br>[ $^{\circ}\text{C}$ ] | 平均湿度<br>[%] | 降水量<br>[mm] | 平均気温<br>[ $^{\circ}\text{C}$ ] | 平均湿度<br>[%] | 降水量<br>[mm] |
| 12月 | 0.4                            | 66          | 22.5        | 5.2                            | 75          | 217.4       |
| 1月  | -2.4                           | 64          | 20.8        | 2.4                            | 71          | 186.0       |
| 2月  | 0.6                            | 64          | 24.9        | 2.7                            | 74          | 122.4       |

[理科年表2019による]

- (1) 表1の新潟市における12月の平均気温、平均湿度と同じ気温、湿度の空気中に含まれる水蒸気量は何 $\text{g/m}^3$ か。次のア～エのうち、最も適当なものを一つ選び、その記号を書け。ただし、 $5.2^{\circ}\text{C}$ における飽和水蒸気量を $6.9\text{ g/m}^3$ とする。

ア  $1.7\text{ g/m}^3$     イ  $2.1\text{ g/m}^3$     ウ  $3.9\text{ g/m}^3$     エ  $5.2\text{ g/m}^3$

- (2) 冬季において、新潟市には、大陸のシベリア付近の高気圧の影響により、季節風が吹いてくる。シベリア付近の高気圧から吹いてくる季節風は、元は冷たく乾燥しているが、新潟市では、表1のように降水量が多い。その理由を、季節風の中の空気の様子の変化について触れながら、「日本海」「水蒸気」の二つの言葉を用いて、簡単に書け。

図3



問3 中和について調べるために、次の実験を行った。

[実験3] 5個のビーカーA～Eに㊸うすい塩酸を $5\text{ cm}^3$ ずつとったあと、BTB溶液を数滴ずつ加えた。次に、ビーカーB～Eに㊹うすい水酸化ナトリウム水溶液をそれぞれ2, 4, 6,  $8\text{ cm}^3$ ずつ加えて水溶液の色の変化を観察した。表2は、その結果を

まとめたものである。反応後、青色に変化したビーカーDの水溶液に、下線部㊸のうすい塩酸を、水溶液の色が緑色になるまで少しずつ加えた。このとき、加えたうすい塩酸はちょうど $1\text{ cm}^3$ で、水溶液のpHを調べると7であった。

[実験4] 実験3終了後、新たにビーカーKを用意し、4個のビーカーA, B, C, Eそれぞれの水溶液を全て入れて、よくかき混ぜると水溶液の色は黄色になった。

- (1) 実験3終了後のビーカーA～Eの水溶液のうち、pHが最も大きいのはどの水溶液か。A～Eの記号で書け。また、その水溶液は酸性、アルカリ性のどちらか。
- (2) 実験4のビーカーKの水溶液を中性にするためには、下線部㊹のうすい水酸化ナトリウム水溶液を何 $\text{cm}^3$ 加えればよいか。

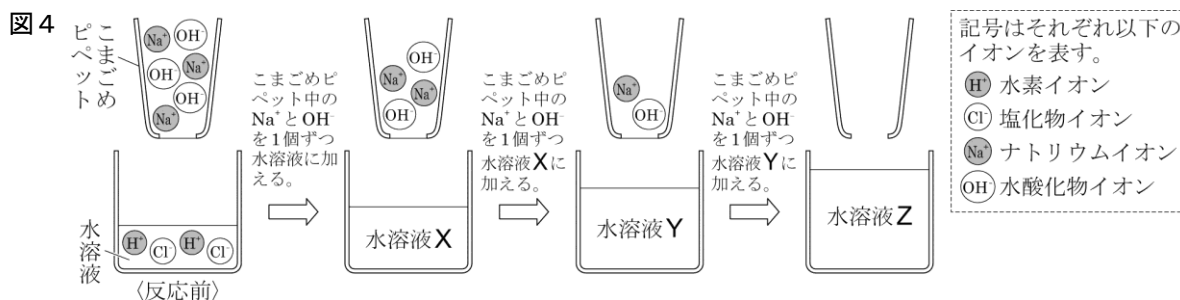
表2

| ビーカー                            | A  | B  | C  | D  | E  |
|---------------------------------|----|----|----|----|----|
| うすい塩酸[ $\text{cm}^3$ ]          | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  |
| うすい水酸化ナトリウム水溶液[ $\text{cm}^3$ ] | 0  | 2  | 4  | 6  | 8  |
| 反応後の水溶液の色                       | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 青色 | 青色 |

- (3) 図4は、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液が中和して水と塩<sup>えん</sup>ができる様子モデルを示したものである。反応前の水溶液中には $\text{H}^+$ と $\text{Cl}^-$ が2個ずつあるものとし、イオンの総数を4個とする。水溶液に $\text{Na}^+$ と $\text{OH}^-$ を1個ずつ加えて反応させていったとき、水溶液X、Y、Z中のイオンの総数はそれぞれ何個か。表3のA～Eから、適当なものを一つ選び、その記号を書け。

表3 [表中の数値の単位は個]

|   | 水溶液X | 水溶液Y | 水溶液Z |
|---|------|------|------|
| A | 2    | 0    | 2    |
| I | 4    | 4    | 4    |
| U | 4    | 4    | 6    |
| E | 6    | 4    | 4    |



- 問4 植物の体のつくりに興味を持った太郎さんは、理科の授業で、シダ植物とコケ植物の特徴をまとめることにした。まず、図5のような、シダ植物やコケ植物の特徴を書いたカードを用意した。次に、図6のように、黒板に円を二つかけ、シダ植物だけに当てはまるカードをAの場所に、コケ植物だけに当てはまるカードをCの場所に、シダ植物とコケ植物の両方に当てはまるカードをBの場所に、それぞれ貼り付けた。

図5

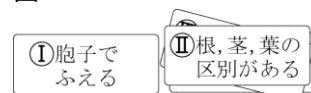


図6

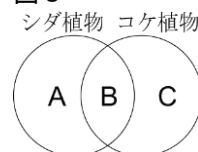
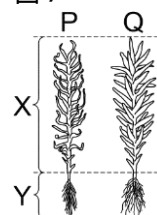


図7



次に、理科室で育てているコケ植物のスギゴケをルーペで観察しようとしたところ、図7のXの部分が、Pのように、乾燥して縮れていた。そこで、太郎さんは、コケ植物の、水の吸収と移動に関する特徴について学んだことを生かし、図7のXの部分を、Qのように、水を含んだ状態にもどしてから観察した。

- (1) 図5の①と②のカードは、それぞれ図6のA～Cのどの場所に貼り付ければよいか。A～Cから一つずつ選び、その記号を書け。
- (2) 次の文の①、②の{ }の中から、それぞれ適当なものを一つずつ選び、A～Eの記号で書け。
- コケ植物の体には、維管束が①{A ある I ない}。また、図7のXの部分を、PからQの状態にするためには、②{U Xの部分 E Yの部分}を水で湿らせるとよい。

|     |     |               |  |     |  |
|-----|-----|---------------|--|-----|--|
| 問 1 | (1) | m             |  |     |  |
|     | (2) | ①             |  | ②   |  |
| 問 2 | (1) |               |  |     |  |
|     | (2) |               |  |     |  |
| 問 3 | (1) | 記号            |  | 水溶液 |  |
|     | (2) | $\text{cm}^3$ |  |     |  |
|     | (3) |               |  |     |  |
| 問 4 | (1) | ①             |  | ②   |  |
|     | (2) | ①             |  | ②   |  |

|     |     |                          |   |     |       |
|-----|-----|--------------------------|---|-----|-------|
| 問 1 | (1) | 51 m                     |   |     |       |
|     | (2) | ①                        | ウ | ②   | ア     |
| 問 2 | (1) | エ                        |   |     |       |
|     | (2) | 日本海を通過するときに、空気が水蒸気を含むから。 |   |     |       |
| 問 3 | (1) | 記号                       | E | 水溶液 | アルカリ性 |
|     | (2) | 6 $\text{cm}^3$          |   |     |       |
|     | (3) | ウ                        |   |     |       |
| 問 4 | (1) | ①                        | B | ②   | A     |
|     | (2) | ①                        | イ | ②   | ウ     |

問 1 (1)  $340\text{m/s}$  の音が  $0.30$  秒で伝わる距離は、 $340 [\text{m/s}] \times 0.30 [\text{s}] = 102 [\text{m}]$  である。この距離は、音が位置  $q$  と位置  $r$  の間を往復する距離と等しいので、 $q$  から  $r$  までの距離は、 $102 [\text{m}] \div 2 = 51 [\text{m}]$  である。

(2) 下線部⑥で測定できる時間は、 $q$  からの音が  $p$  に伝わり、 $p$  からふたたび  $q$  までもどってきたあと、 $q$  から  $s$  まで伝わるのにかかる時間と、 $q$  から出た音が直接  $s$  まで伝わるのにかかる時間の差である。つまり、音が  $q$  から  $p$  の間を往復するのにかかる時間を測定していることになる。よって、 $p$  から  $q$  までの距離を一定に保った場合、 $q$  から  $s$  までの距離を大きくしても下線部⑥の時間は変わらない。 $q$  から  $s$  までの距離を一定に保ち、 $p$  から  $q$  までの距離を大きくした場合は、下線部⑥の時間は長くなる。

問 2 (1)  $5.2^\circ\text{C}$  における飽和水蒸気量が  $6.9 \text{ g/m}^3$  で、湿度が  $75\%$  なので、 $6.9 [\text{g/m}^3] \times 0.75 = 5.175 [\text{g/m}^3]$  と求められる。

(2) シベリア付近の高気圧から吹いてくる季節風は、日本海を通過するときに大量の水蒸気を含み、日本列島の日本海側にある新潟市で大量の雪を降らせる。日本列島の山脈を越える間に空気中の水蒸気は少なくなるため、太平洋側ではかわいた風が吹く。

問 3 (1) 水酸化ナトリウム水溶液を加えた量が多いほど、酸性→中性→アルカリ性と変化した後、アルカリ性が強くなり、 $\text{pH}$  は大きくなる。アルカリ性では  $\text{BTB}$  溶液は青色を示す。

(2) 実験 3 の D より、この塩酸  $6 \text{ cm}^3$  と水酸化ナトリウム水溶液  $6 \text{ cm}^3$  を混ぜると  $\text{pH} 7$  の中性になることがわかる。A、B、C、E の水溶液をすべて混ぜると、塩酸  $20 \text{ cm}^3$  と水酸化ナトリウム水溶液  $14 \text{ cm}^3$  を混ぜたことになる。よって、これを中性にするためには、水酸化ナトリウム水溶液を  $6 \text{ cm}^3$  加えて、塩酸  $20 \text{ cm}^3$  と水酸化ナトリウム水溶液  $20 \text{ cm}^3$  が混ざった状態にすればよい。

- (3) Xでは,  $\text{H}^+$ と $\text{OH}^-$ が1個ずつ反応して, 1個の $\text{H}_2\text{O}$ 分子ができています。イオンは $\text{H}^+$ と $\text{Na}^+$ が1個ずつと,  $\text{Cl}^-$ が2個残っており, 総数は4個となります。Yでは, Xからさらに $\text{H}^+$ と $\text{OH}^-$ が1個ずつ反応して, さらに1個の $\text{H}_2\text{O}$ 分子ができています。イオンは $\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ が2個ずつ残っており, 総数は4個となります。Zでは,  $\text{OH}^-$ が1個,  $\text{Na}^+$ が3個,  $\text{Cl}^-$ が2個残っており, イオンの総数は6個となります。

問4 (1) コケ植物とシダ植物は, ともに孢子でふえる。また, コケ植物には根, 茎, 葉の区別がないが, シダ植物には根, 茎, 葉の区別がある。

- (2) コケ植物には維管束がなく, 体全体から水を吸収する。図7のYの部分は仮根といい, 体を固定するはたらきがあるが, シダ植物や種子植物の根のように, 大量の水を吸収するはたらきはない。

## 【過去問 37】

次の問1～問4に答えなさい。

(高知県 2019 年度 A)

問1 水溶液には、電流が流れるものと流れないものがある。電流が流れる水溶液中には、電気を帯びたイオンとよばれる粒子が存在している。このことについて、次の(1)・(2)の問いに答えよ。

(1) 水に溶かしたときに電流が流れる物質を、次のア～エからすべて選び、その記号を書け。

ア 塩化銅

イ エタノール

ウ 砂糖

エ 塩化水素

(2) ナトリウム原子Naの原子核には<sup>プラス</sup>の電気をもつ陽子が11個ある。ナトリウム原子がイオンとなったナトリウムイオンNa<sup>+</sup>には、<sup>マイナス</sup>の電気をもつ電子は何個あるか。

問2 高知県のある地点で、5月のある日の午前9時に、雲量、風力、風向、気圧、湿度を観測した。このことについて、次の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 雲量と風力を観測した結果、雲量は7、風力は4であり、雨や雪は降っていなかった。また、小さなこいのぼりを用いて図1のような装置をつくり、方位磁針で東西南北を合わせて置き、風向を観測した。図2は、観測時のこの装置のようすを真上から見た模式図である。このときの観測結果をもとに、天気、風力、風向を天気図記号を使って表せ。

図1

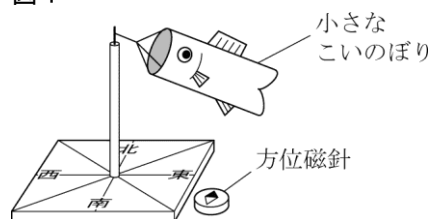
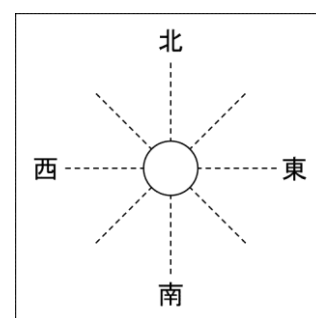
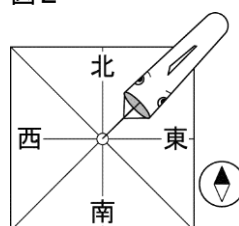
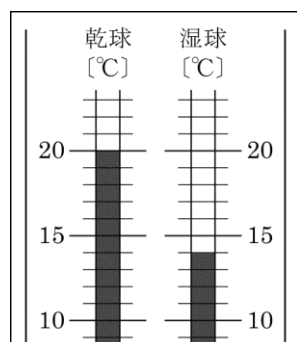


図2



(2) 気圧を観測したところ、気圧計の針は「1005」の値を示した。このときの気圧の単位を書け。

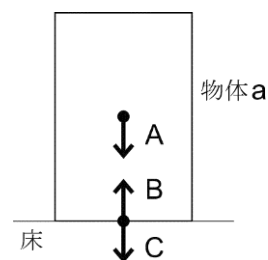
(3) 次の図は、湿度を観測したときの乾湿計の一部を模式的に表したものであり、表は湿度表である。このときの湿度は何%か。



| 乾球の示す温度 [°C] | 乾球と湿球の示す温度の差 [°C] |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|              | 0                 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| 20           | 100               | 90 | 81 | 72 | 64 | 56 | 48 | 40 |
| 18           | 100               | 90 | 80 | 71 | 62 | 53 | 44 | 36 |
| 16           | 100               | 89 | 79 | 69 | 59 | 50 | 41 | 32 |
| 14           | 100               | 89 | 78 | 67 | 56 | 46 | 37 | 27 |

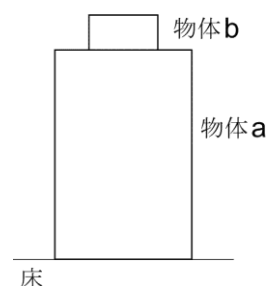
問3 水平な床の上に置かれて静止している物体 **a** がある。このことについて、次の(1)・(2)の問いに答えよ。

- (1) 右の図は、物体 **a** と床のそれぞれにはたらく力を表したものである。図中の **A**、**B**、**C** の矢印は、床が物体 **a** を押す力、物体 **a** が床を押す力、物体 **a** にはたらく重力のいずれかである。次の文は、これらの力の関係について述べたものである。文中の **あ** ～ **え** に当てはまる力として正しいものを、**A** ～ **C** から一つずつ選び、その記号を書け。ただし、同じ記号を何度使ってもよいこととする。



力のつり合いの関係である二つの力は **あ** と **い** であり、作用・反作用の関係である二つの力は **う** と **え** である。

- (2) 右の図のように、物体 **a** の上に質量 50 g の物体 **b** を重ねて置いた。このとき、床が物体 **a** を押す力の大きさが 5 N であった。物体 **a** の質量は何 g か。ただし、100 g の物体にはたらく重力の大きさを 1 N とする。



問4 無セキツイ動物について、次の(1)～(3)の問いに答えよ。

- (1) 無セキツイ動物のうち、カニ、カブトムシ、クモは、からだが外骨格でおおわれており、からだとしに節があるという特徴をもっている。このような特徴をもつ動物を、無セキツイ動物の中でも何動物というか、書け。
- (2) 無セキツイ動物の中には軟体動物とよばれるグループがある。軟体動物に含まれるものを、次の **A** ～ **E** からすべて選び、その記号を書け。

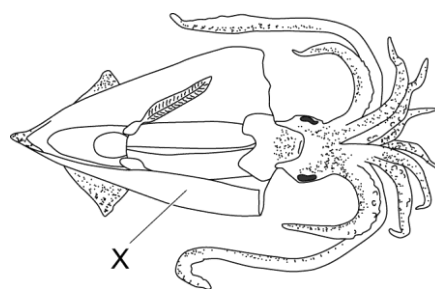
**A** アサリ

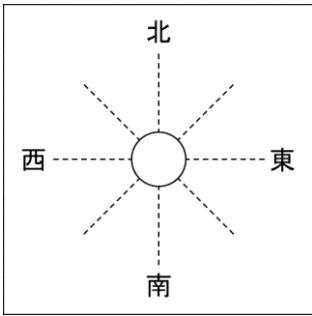
**I** エビ

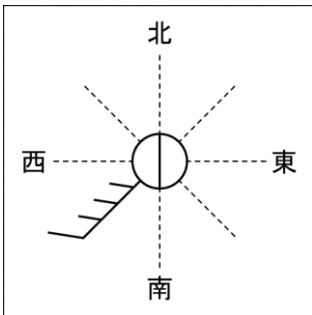
**U** タコ

**E** ヘビ

- (3) 右の図は、解剖したイカを模式的に表したものである。図中の **X** は、イカの内臓を包んでいる膜である。この膜を何とよぶか、書け。



|     |     |                                                                                   |  |   |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|--|---|
| 問 1 | (1) |                                                                                   |  |   |
|     | (2) | 個                                                                                 |  |   |
| 問 2 | (1) |  |  |   |
|     | (2) |                                                                                   |  |   |
|     | (3) | %                                                                                 |  |   |
| 問 3 | (1) | あ                                                                                 |  | い |
|     |     | う                                                                                 |  | え |
| 問 4 | (2) | g                                                                                 |  |   |
|     | (1) | 動物                                                                                |  |   |
|     | (2) |                                                                                   |  |   |
| 問 4 | (3) | 膜                                                                                 |  |   |

|     |     |                                                                                     |   |   |
|-----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 問 1 | (1) | ア, エ                                                                                |   |   |
|     | (2) | 10 個                                                                                |   |   |
| 問 2 | (1) |  |   |   |
|     | (2) | hPa                                                                                 |   |   |
|     | (3) | 48 %                                                                                |   |   |
| 問 3 | (1) | あ                                                                                   | A | い |
|     |     | う                                                                                   | B | え |
| 問 4 | (2) | 450 g                                                                               |   |   |
|     | (1) | 節足 動物                                                                               |   |   |
|     | (2) | ア, ウ                                                                                |   |   |
| 問 4 | (3) | 外とう 膜                                                                               |   |   |

問1 (1) 塩化銅や塩化水素は電解質で、水に溶けると電離してイオンを生じる。電解質の水溶液には電流が流れ、一方、エタノールや砂糖は非電解質であり、この水溶液には電流が流れない。

(2) ナトリウム原子がイオンとなったナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ ) は、もとのナトリウム原子が電子を1個失って1価の陽イオンとなった状態である。もとのナトリウム原子には陽子が11個あるので、電子もこの数と等しい11個があったが、イオンとなったときに電子1個を失ったので、電子の数は  $11 - 1 = 10$  個となる。

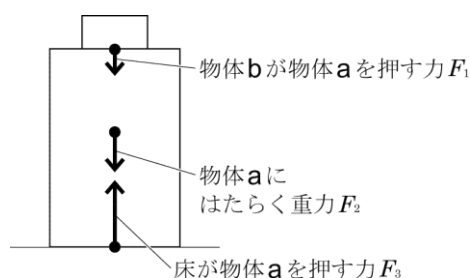
問2 (1) 雲量が0～1のときは快晴(記号○)、2～8のときは晴れ(記号⊙)、9～10のときはくもり(記号◎)となる。風向は矢羽根の向きで、風力は羽根の数で表す。

(2) 気圧は、ヘクトパスカル (hPa) という単位で表す。1気圧は約1013hPaである。

(3) 乾湿計の乾球は  $20^{\circ}\text{C}$ 、湿球は  $14^{\circ}\text{C}$  を示している。よって、乾球の示す温度が  $20^{\circ}\text{C}$  で、乾球と湿球の示す温度の差が  $6^{\circ}\text{C}$  となるときの湿度を表から読みとると、48%となる。

問3 (1) Aは物体aにはたらく重力、Bは床が物体aを押す力、Cは物体aが床を押す力である。AとBはいずれも同一の物体aにはたらく力で、つり合いの関係にある。一方、BとCは2つの物体それぞれにはたらく力で、作用・反作用の関係にある。

(2) 物体aにはたらくしている力だけを示すと、右の図のようになる。50gの物体bには0.5Nの重力がはたらくしているため、bが物体aを押す力  $F_1$  の大きさも0.5Nである。 $F_1 + F_2 = F_3$  なので、 $F_2 = F_3 - F_1 = 5\text{ [N]} - 0.5\text{ [N]} = 4.5\text{ [N]}$  より、aにはたらく重力が4.5Nであるとわかるので、aの質量は450gとなる。



問4 (1) カブトムシ以外のさまざまな昆虫類も、節足動物に含まれる。節足動物はあらゆる動物のなかで最も種類が多い。

(2), (3) アサリやタコ、イカなどは軟体動物で、内臓がある部分を包む外とう膜をもつ。なお、エビは甲殻類(節足動物)、ヘビはは虫類(セキツイ動物)に分類される。

## 【過去問 38】

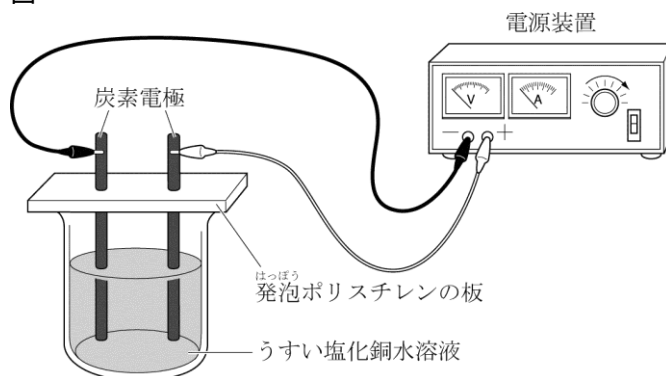
うすい塩化銅水溶液に電流を流したときの変化について調べる実験を行った。次の□内は、その実験の方法や結果をまとめたものである。

(福岡県 2019 年度)

図のような装置を組み立て、うすい塩化銅水溶液に十分な電圧を加えると、回路に電流が流れ、陽極から気体が発生した。

次に、電源を切り、陽極付近の液をとって、赤インクで色をつけた水に入れると、赤インクの色が消えた。また、陰極に付着した物質をろ紙にとり、乳棒でこすると( )が見られた。

図



問1 下線部の変化は、陽極から発生した気体がもつ性質によるものである。この性質を何というか。また、陽極から発生した気体の名称を書け。

問2 文中の( )に入る、金属がもつ共通の性質を書け。

問3 塩化銅の、水溶液中での電離のようすを表す式を、イオン式を用いて書け。

問4 塩化銅のように、水に溶かしたとき水溶液に電流が流れる物質を、次の1～4から全て選び、番号で答えよ。

- 1 水酸化ナトリウム      2 エタノール      3 塩化水素      4 砂糖

|    |    |   |
|----|----|---|
| 問1 | 性質 |   |
|    | 名称 |   |
| 問2 |    |   |
| 問3 | →  | + |
| 問4 |    |   |

|    |                                                           |          |
|----|-----------------------------------------------------------|----------|
| 問1 | 性質                                                        | 漂白(脱色)作用 |
|    | 名称                                                        | 塩素       |
| 問2 | 金属光沢(光沢)                                                  |          |
| 問3 | $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ |          |
| 問4 | 1, 3                                                      |          |

問1 塩化銅水溶液に電流を流して電気分解を行うと、陽極から気体の塩素が発生し、陰極に固体の銅が付着する。

塩素には漂白作用があり、この作用によって赤インクの色が消えた。

問2 金属が共通にもつ性質としては、こすると光沢が出る（金属光沢）、たたいたり引っ張ったりするとのびる、電流をよく通す、熱をよく伝えるなど、いくつかがある。ここでは、ろ紙にとった銅を乳棒でこすることで見られた性質なので、金属光沢を選ぶ。

問3 塩化銅（ $\text{CuCl}_2$ ）は、水溶液中で銅イオン（ $\text{Cu}^{2+}$ ）と塩化物イオン（ $\text{Cl}^-$ ）に電離する。このとき、銅イオン1個に対し、塩化物イオンは2個できる。

問4 水に溶かしたときに水溶液に電流が流れる物質を電解質、流れない物質を非電解質という。水酸化ナトリウムや塩化水素は電解質、エタノールや砂糖は非電解質である。

## 【過去問 39】

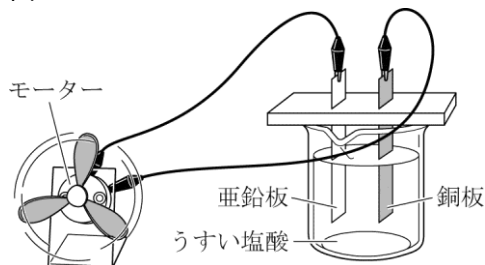
電池について調べるために、【実験】を行った。問1～問7に答えなさい。

(佐賀県 2019 年度 一般)

## 【実験】

- ① ビーカーに入れたうすい塩酸によくみがいた銅板と亜鉛板を入れ、図のようにモーターとつないだところ、モーターは回転を始めた。
- ② 銅板を見ると、表面に泡がついていることから、気体が発生していることがわかった。
- ③ しばらくして亜鉛板を取り出したところ、表面がざらついているようすが観察された。

図



問1 塩酸を扱うときに注意することとして誤っているものを、次のア～エの中から一つ選び、記号を書きなさい。

- ア 塩酸を容器からビーカーに移すときは、ガラス棒を伝わらせて静かにそそぐ。
- イ 目に入らないように、保護メガネをかける。
- ウ 手についた場合には、すぐに大量の水で洗い流す。
- エ 机の近くで作業しやすいように、すわった状態で扱う。

問2 身のまわりの水溶液の中で、異なる金属板を入れモーターなどをつないでも、電流がとり出せないものを、次のア～エの中から一つ選び、記号を書きなさい。

- ア レモンの汁      イ 食塩水      ウ 食酢      エ 砂糖水

問3 【実験】の②で発生した気体は水素であった。水素の性質として最も適当なものを次のア～エの中から一つ選び、記号を書きなさい。

- ア 水によく溶け、刺激臭がある。
- イ 水に少し溶け、空気よりも重い。
- ウ 水にほとんど溶けず、空気よりも軽い。
- エ 水にほとんど溶けず、空気の約20%を占める。

問4 1個の電子を $\ominus$ と表すモデルを用いると、モーターが回っている間の亜鉛板の表面では、次の化学変化が起こっている。( )にあてはまるイオンをイオン式で書きなさい。

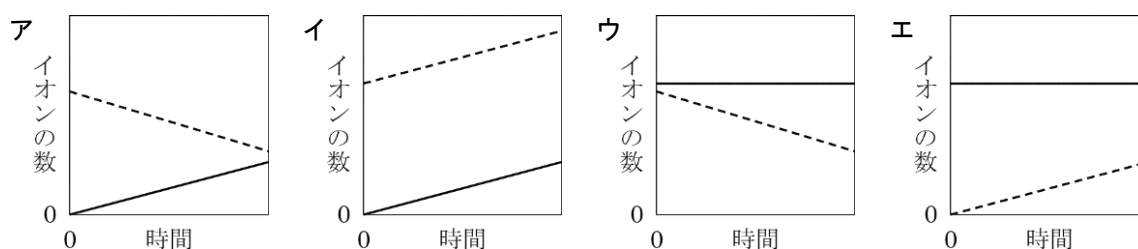


問5 次の文は銅板での水素の発生について述べたものである。文中の( A ), ( B ), ( C )にあてはまる数値や語句の組み合わせとして最も適当なものを、ア～クの中から一つ選び、記号を書きなさい。

銅板の表面では、塩酸中の1個の水素イオンが（ A ）個の電子を（ B ）水素原子になり、水素原子が2個結びついて、水素が発生する。このとき、電子は（ C ）移動している。

|   | A | B     | C                 |
|---|---|-------|-------------------|
| ア | 1 | 受け取って | 亜鉛板からモーターを通過して銅板へ |
| イ | 1 | 受け取って | 銅板からモーターを通過して亜鉛板へ |
| ウ | 1 | 放出して  | 亜鉛板からモーターを通過して銅板へ |
| エ | 1 | 放出して  | 銅板からモーターを通過して亜鉛板へ |
| オ | 2 | 受け取って | 亜鉛板からモーターを通過して銅板へ |
| カ | 2 | 受け取って | 銅板からモーターを通過して亜鉛板へ |
| キ | 2 | 放出して  | 亜鉛板からモーターを通過して銅板へ |
| ク | 2 | 放出して  | 銅板からモーターを通過して亜鉛板へ |

問6 モーターが回っている間の、水溶液中の塩化物イオンと亜鉛イオンの数の変化を表したグラフはどのようなになるか。最も適当なものを次のア～エの中から一つ選び、記号を書きなさい。ただしグラフは縦軸にイオンの数、横軸に時間を取り、実線（——）が塩化物イオンを、破線（----）が亜鉛イオンを表している。



問7 身のまわりで使われている電池について述べた文として正しいものを、次のア～エの中からすべて選び、記号を書きなさい。

ア マンガン乾電池はたくさんの電気を充電できるため、日中に太陽光発電でつくった電気をためて夜間に使うための設備に利用される。

イ リチウムイオン電池は何度も充電できるため、携帯電話などに利用される。

ウ ニッケル水素電池は充電できず使い捨てだが、コンパクトで安定した電圧が得られるため、ゲーム機などに利用される。

エ 鉛蓄電池は何度も充電できる電池で、自動車のバッテリーなどに利用される。

|    |  |
|----|--|
| 問1 |  |
| 問2 |  |
| 問3 |  |
| 問4 |  |
| 問5 |  |
| 問6 |  |
| 問7 |  |

|     |                  |
|-----|------------------|
| 問 1 | エ                |
| 問 2 | エ                |
| 問 3 | ウ                |
| 問 4 | $\text{Zn}^{2+}$ |
| 問 5 | ア                |
| 問 6 | エ                |
| 問 7 | イ, エ             |

- 問 1 薬品や火を使う実験は、立って行うのが基本である。これは、万一、危険な状況が発生したときに、逃げやすく、危険を避けやすいからである。
- 問 2 図のような装置で電池ができ、電流がとり出せるのは、電解質（水に溶かしたときに電流が流れる物質）の水溶液に異なる金属板を入れた場合だけである。ア～ウはいずれも電解質の水溶液だが、エの砂糖水は非電解質の水溶液なので、砂糖水に異なる金属板を入れても、電流はとり出せない。
- 問 3 水素はほとんど水に溶けず、空気よりも軽い気体である。なお、水素は最も軽い（密度が小さい）気体である。
- 問 4 亜鉛原子（Zn）がイオンになるとき、電子を 2 個放出して亜鉛イオンになる。亜鉛イオンは、イオン式で  $\text{Zn}^{2+}$  と書く。
- 問 5 図の装置では、銅板の表面で水素イオン（ $\text{H}^+$ ）が 1 個の電子を受け取って水素原子（H）になり、水素原子が 2 個結びついて水素分子（ $\text{H}_2$ ）となって、気体の水素として発生する。また、亜鉛板では亜鉛原子（Zn）が電子を 2 個放出して亜鉛イオン（ $\text{Zn}^{2+}$ ）になり、うすい塩酸中に溶け出していく。このとき放出された電子は、モーターを通過して銅板へ移動し、水素イオンと結びつく。よって、この電池では、電子を放出する亜鉛板が一極で、電子が流れこむ銅板が＋極である。また、電流の流れる向きは電子の移動の向きとは逆なので、電流は銅板からモーターを通過して亜鉛板へ流れる。
- 問 6 問 5 の解説で述べたことから、電流が流れてモーターが回っている間は、亜鉛板が溶け出して亜鉛イオンの数が増えていき、一方で水素イオンは銅板付近で水素原子になるので水素イオンの数が減っていく。うすい塩酸中にふくまれる塩化物イオン（ $\text{Cl}^-$ ）は、これらの電極での反応に関係がないので、数は変化しない。
- 問 7 この問題では、選択肢中の電池が充電できない電池（一次電池という）か、充電できる電池（二次電池）かを見分けることが問われている。充電できない電池には、マンガン乾電池やリチウム電池などがある。また、充電できる電池には、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、鉛蓄電池などがある。よって、イとエが正しい。

## 【過去問 40】

次の問1，問2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

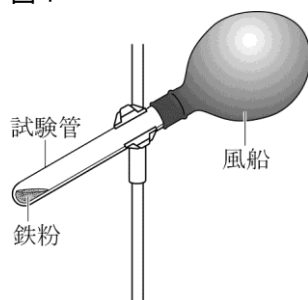


図2

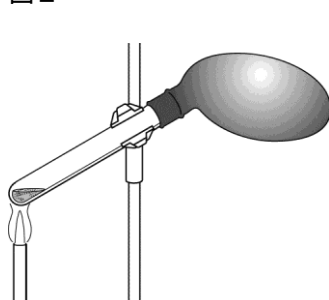
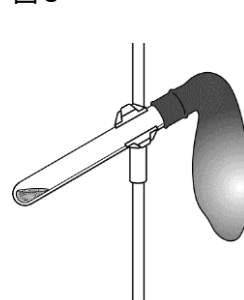


図3



- (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。

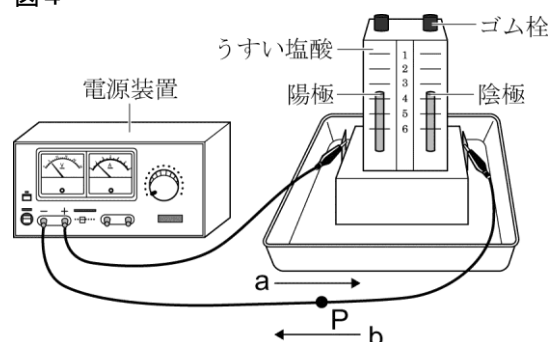
|   | 試験管と風船の中にあるすべての物質の質量 | 試験管と風船の中にある酸素分子の数 |
|---|----------------------|-------------------|
| ア | 大きくなる                | 変わらない             |
| イ | 大きくなる                | 減る                |
| ウ | 変わらない                | 変わらない             |
| エ | 変わらない                | 減る                |
| オ | 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

問2 うすい塩酸を電気分解したときの様子を調べるために【実験2】を行った。(1)～(4)の各問いに答えなさい。

【実験2】

- ① 図4のように電気分解装置にうすい塩酸を入れ、電源装置につないだ。
- ② 電圧を加えたところ、陽極ではXが、陰極ではYがそれぞれ気体として発生した。
- ③ 陰極側のゴム栓を取りはずしてマッチの炎を近づけると、発生したYは音を立てて燃えた。

図4



- (1) 図4の点Pにおける導線中の電子の流れの向きと電流の向きは、それぞれ矢印a, bのいずれかである。その組み合わせとして最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選び、記号を書きなさい。

|   | 電子の流れの向き | 電流の向き |
|---|----------|-------|
| ア | a        | a     |
| イ | a        | b     |
| ウ | b        | a     |
| エ | b        | b     |

- (2) 塩酸は塩化水素の水溶液であり、塩化水素は塩酸中で陽イオンと陰イオンに電離する。この電離の様子を、イオン式を使って書きなさい。また、このとき生じる陰イオンの名称を書きなさい。
- (3) 陽極側のゴム栓を取りはずして陽極側の液をとり、赤色のインクで着色したろ紙につけると、ろ紙の色が変化した。この変化がおこるのは、陽極で発生したXにどのような性質があるためか。最も適当なものを、次のア～エの中から一つ選び、記号を書きなさい。
- ア 有色である。                      イ 漂白作用がある。
- ウ 殺菌作用がある。                  エ 水溶液は酸性を示す。
- (4) 【実験2】で発生したYの用途の一つに、Yと酸素の化学変化から直接電気エネルギーを取り出すことができるしくみがある。このしくみを何というか、書きなさい。

|     |     |           |   |
|-----|-----|-----------|---|
| 問 1 | (1) |           |   |
|     |     | 方法        |   |
|     | (2) | みられる性質の違い |   |
|     | (3) |           |   |
| 問 2 | (1) |           |   |
|     | (2) | 電離のようす    | → |
|     |     | 名称        |   |
|     | (3) |           |   |
|     | (4) |           |   |

|     |     |           |                                                   |
|-----|-----|-----------|---------------------------------------------------|
| 問 1 | (1) | 燃焼        |                                                   |
|     |     | 方法        | 例<br>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<br>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 2 | (1) | イ         |                                                   |
|     | (2) | 電離のようす    | $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ |
|     |     | 名称        | 塩化物イオン                                            |
|     | (3) | イ         |                                                   |
|     | (4) | 燃料電池      |                                                   |

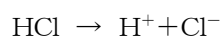
問 1 (1) 【実験 1】では、鉄と酸素が化合して酸化鉄ができています。物質が酸素と化合することを酸化といい、酸化によってできた物質を酸化物という。酸化のうち、物質が熱や光を出しながら激しく酸化される現象を特に燃焼という。

(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。

問 2 (1) 電源装置の＋極につながっているほうの極が陽極であり、電流は＋極から一極に向かって流れる。したがって、電流の向きは**b**である。一方、電子の流れの向きは一極から＋極に向かう向きなので、**a**である。したがって、正解は**イ**となる。

(2) 塩化水素HClは、次のように電離する。



このとき生じるのは水素イオン ( $\text{H}^+$ ) と塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ ) である。このうち、陰イオンは塩化物イオンである。

- (3) 陽極で発生した X は塩素 ( $\text{Cl}_2$ ) の気体である。塩素は黄緑色をした空気より重い気体で、有毒であり、水にとけやすい。また、赤インクで着色したろ紙の色を漂白するなど漂白作用がある。
- (4) 【実験 2】で発生した Y は、水素 ( $\text{H}_2$ ) の気体である。水素と酸素 ( $\text{O}_2$ ) の化学変化から直接電気エネルギーを取り出すしくみを燃料電池という。燃料電池で発生するのは水だけであるので、環境に対する悪影響が少ないと考えられ、燃料電池自動車などの開発が進められている。

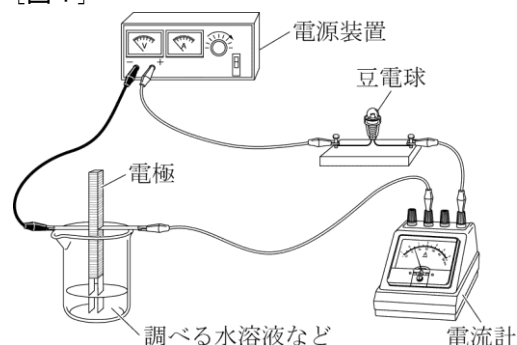
## 【過去問 41】

太郎さんと花子さんは、水溶液に電流が流れるしくみについて調べるために、次の実験を行った。問1～問6に答えなさい。

(大分県 2019 年度)

Ⅰ 塩化ナトリウム水溶液などに流れる電流について調べた。

〔図1〕



① ビーカーA, B, Cを用意し, Aに精製水 100mL, Bに5%の塩化ナトリウム水溶液 100mL, Cに20%の塩化ナトリウム水溶液 100mLを入れた。

② ビーカーAの精製水に電極を入れ, 〔図1〕の装置で, 電源装置のスイッチを入れて豆電球のようすを調べた。ビーカーAを, ビーカーB, Cにそれぞれかえて, 豆電球のようすを同様に調べた。なお, ビーカーA～Cに加えた電圧はすべて同じであった。

〔表1〕は, ①, ②の結果をまとめたものである。

〔表1〕

| ビーカー    | A(精製水) | B(5%の塩化ナトリウム水溶液) | C(20%の塩化ナトリウム水溶液) |
|---------|--------|------------------|-------------------|
| 体積(mL)  | 100    | 100              | 100               |
| 豆電球のようす | 光らなかった | 光った              | Bより明るく光った         |

問1 〔表1〕から, 次のように考察した。正しい文になるように, ( a ), ( b ) に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを, ア～エから1つ選び, 記号を書きなさい。

濃い水溶液はうすい水溶液よりも, ( a ) の数が ( b ) ので, 電流が大きく, 豆電球が明るく光る。

|   | ア   | イ   | ウ   | エ   |
|---|-----|-----|-----|-----|
| a | 水分子 | 水分子 | イオン | イオン |
| b | 多い  | 少ない | 多い  | 少ない |

酸とアルカリの水溶液を混ぜた液について, 次の実験を行った。

Ⅱ 酸とアルカリの水溶液を混ぜた液の性質を調べた。

③ うすい水酸化バリウム水溶液を 20mL 入れたビーカーD, E, F, G, Hを用意し, それぞれに緑色のBTB液を数滴加えた。

④ ビーカーE～Hにうすい硫酸をそれぞれ5mL, 10mL, 15mL, 20mL 加えたところ, 白い物質ができた。なお, ビーカーDにはうすい硫酸を加えなかった。

⑤ ビーカーE～Hの中の混ぜた液をそれぞれろ過し, 白い物質とろ液に分け, ろ液の色を観察した。

[表2]は、[3]～[5]の結果をまとめたものである。

[表2]

| ビーカー                 | D  | E  | F  | G  | H  |
|----------------------|----|----|----|----|----|
| うすい水酸化バリウム水溶液の体積[mL] | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 加えたうすい硫酸の体積[mL]      | 0  | 5  | 10 | 15 | 20 |
| ろ液の色                 | 青  | 青  | 緑  | 黄  | 黄  |

問2 うすい水酸化バリウム水溶液が手についてしまった場合、どのようにすればよいか。最も適当なものを、ア～エから1つ選び、記号を書きなさい。

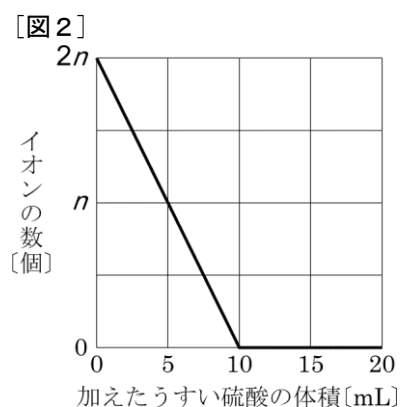
- ア 酸性の水溶液で洗い流す。                      イ 大量の水で洗い流す。  
ウ 布でよくふき取る。                              エ ドライヤーでよく乾かす。

問3 [4]で、うすい硫酸を加えたときの化学変化を、化学反応式で書きなさい。

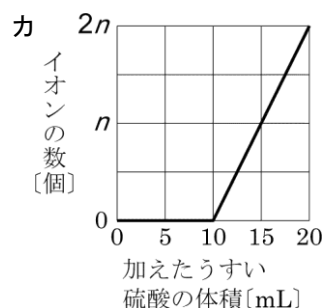
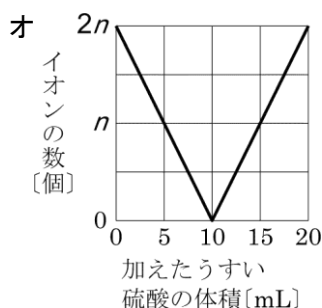
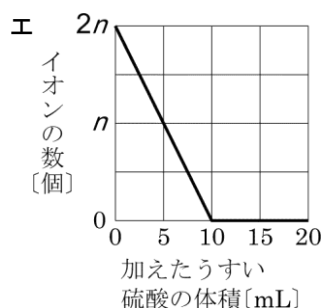
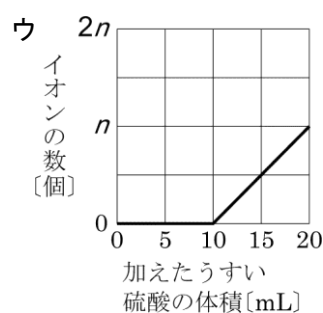
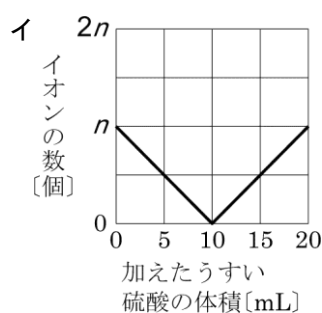
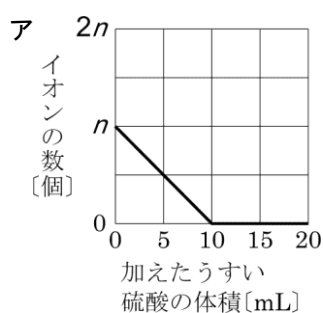
問4 [4]で、できた白い物質は何か。物質名を書きなさい。

問5 [図2]は、[3],[4]で、[3]の「うすい水酸化バリウム水溶液 20mL」にふくまれる水酸化物イオンの数を $2n$ 個として、「加えたうすい硫酸の体積」と、混ぜた液中の水酸化物イオンの「イオンの数」の関係を表したグラフである。

[図2]を参考にして、次の①、②の関係を表したグラフとして最も適当なものを、ア～カからそれぞれ1つずつ選び、記号を書きなさい。なお、①と②には同じ記号を選んでもよい。



- ① 「加えたうすい硫酸の体積」と、混ぜた液中の水素イオンの「イオンの数」  
② 「加えたうすい硫酸の体積」と、混ぜた液中のバリウムイオンの「イオンの数」



この実験の後、[図1]の装置で[表2]のビーカーD～Hのろ液に電流を流したらどうなるか、太郎さんと花子さんは、予想を立てた。次の文は、そのときの会話の一部である。

太郎：[図1]の装置で、[表2]のビーカーD～Hのろ液に電流を流したら豆電球の明るさはどうなるかな。

花子：ビーカーD、Eのろ液は青色、ビーカーG、Hのろ液は黄色なので、同じ色のろ液どうして比べてみようよ。

太郎：そうだね。まずは、ビーカーDとEのろ液に電流を流したときの明るさを比べてみようよ。

花子：ⅠとⅡを関連付けて考えると、( a )のろ液に電流を流したときの方が明るいと思うわ。

太郎：なるほど。花子さんの考えを参考にすると、ビーカーGとHのろ液に電流を流したときの明るさを比べたら、( b )のろ液に電流を流したときの方が明るくなりそうだね。

花子：そうだね。では、本当にそうなるか実際にやってみようよ。

問6 正しい文になるように、( a )、( b )に当てはまる適切な語句の組み合わせを、ア～エから1つ選び、記号を書きなさい。

|   | ア     | イ     | ウ     | エ     |
|---|-------|-------|-------|-------|
| a | ビーカーD | ビーカーD | ビーカーE | ビーカーE |
| b | ビーカーG | ビーカーH | ビーカーG | ビーカーH |

|    |   |  |   |  |
|----|---|--|---|--|
| 問1 |   |  |   |  |
| 問2 |   |  |   |  |
| 問3 |   |  |   |  |
| 問4 |   |  |   |  |
| 問5 | ① |  | ② |  |
| 問6 |   |  |   |  |

|    |                                                                                                    |   |   |   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| 問1 | ウ                                                                                                  |   |   |   |
| 問2 | イ                                                                                                  |   |   |   |
| 問3 | 例 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ |   |   |   |
| 問4 | 硫酸バリウム                                                                                             |   |   |   |
| 問5 | ①                                                                                                  | カ | ② | ア |
| 問6 | イ                                                                                                  |   |   |   |

問1 濃い塩化ナトリウム水溶液は、同じ体積のうすい塩化ナトリウム水溶液よりも溶質の塩化ナトリウムの量が多いので、水溶液中で塩化ナトリウムが電離してできるイオンの数も多い。イオンは電気を帯びている粒子なので、イオンが多いほど電気が運ばれやすく、電流が大きくなって、豆電球がより明るく光る。

問2 酸性やアルカリ性の水溶液が手についてしまった場合は、すぐに大量の水で洗い流す。ウやエのように布で

ふき取ったりそのまま乾かししたりすると、溶質の酸やアルカリが皮膚の上に残ってしまうので、このようにしてはいけない。また、**A**のようにアルカリ性のうすい水酸化バリウム水溶液を酸性の水溶液中で中和しようとするのは、過不足なく中和できる保証がなく、非常に危険である。

**問3** うすい水酸化バリウム水溶液にうすい硫酸を加えると、水酸化バリウム ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ) と硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) が電離してできた2種類の陽イオンと2種類の陰イオンの組み合わせが変わる。このとき、バリウムイオン ( $\text{Ba}^{2+}$ ) と硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) が結びついて硫酸バリウム ( $\text{BaSO}_4$ ) という<sup>えん</sup>塩ができ、そのほかに水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ができる。矢印の左右で原子の種類と数を一致させることに気をつけて、これを化学反応式で書くと、 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  となる。

**問4** うすい硫酸を加えたときにできた白い物質は、うすい硫酸とうすい水酸化バリウム水溶液が中和してできた硫酸バリウムである。この物質は水に溶けにくいので、水溶液中に白い沈殿となって現れる。

**問5** **問3**の化学反応式から考えると、過不足なく中和が起こるとき、水素イオン2個と水酸化物イオン2個から水が2分子でき、硫酸イオン1個とバリウムイオン1個から硫酸バリウムが1個できる。よって、**図2**で、はじめにうすい水酸化バリウム水溶液 20mL 中に  $2n$  個の水酸化物イオンがあり、うすい硫酸 10mL を加えたときに過不足なく中和して水酸化物イオンの数が0個になったとすると、うすい硫酸 10mL 中には水素イオンが  $2n$  個あることになる。また、はじめのバリウムイオンの数は、水酸化物イオンの半分だから  $n$  個である。

次に、うすい硫酸を少しずつ加えていくことを考えると、10mL 加えるまでは、水素イオンはただちに水溶液中の水酸化物イオンと結びついて水になるので、水溶液中には残らない(0個)。加えたうすい硫酸が 10mL を超えてからは、水酸化物イオンがなくなっているのに、加えるにしたがって水素イオンの数も増える。うすい硫酸を 20mL 加えたときは、中和されないうすい硫酸が 10mL 残り、水溶液中の水素イオンの数は  $2n$  個になる。よって、水素イオンの数のグラフは**力**になる。

また、バリウムイオンは、はじめは  $n$  個あるが、うすい硫酸を加えていくと、加えられた硫酸イオンと結びついて硫酸バリウムになって沈殿する。このとき、水溶液中にイオンとしては存在しないので、しだいに数が減っていく。うすい硫酸を 10mL 加えたときには過不足なく中和が起こるので、バリウムイオンはすべて硫酸イオンと結びつき、0個になる。その後は、水溶液中にバリウムイオンは新たに増えないので、0個のままである。よって、バリウムイオンの数のグラフは**A**になる。

**問6** 実験**II**のビーカー**E**では、うすい硫酸を 5mL 加えることによって中和が起こり、水溶液中からバリウムイオンと水酸化物イオンの一部がなくなっている。また、加えたうすい硫酸中の水素イオンと硫酸イオンはそれぞれすべて水と硫酸バリウムになっており、水溶液中にイオンとしては残っていない。よって、ビーカー**D**と**E**のろ液中のイオンの数を比べると、**D**の方が多い。

また、ビーカー**F**で過不足なく中和が起こるので、ビーカー**G**と**H**では硫酸が余った状態になっている。このときバリウムイオンと水酸化物イオンは中和によってすべてなくなっており、水溶液中には余った水素イオンと硫酸イオンが残っている。よって、ビーカー**G**と**H**のろ液中のイオンの数を比べると、加えたうすい硫酸の量が多いビーカー**H**の方が、水素イオンも硫酸イオンも多い。

実験**I**から、水溶液中のイオンの数が多いほど電流がよく通り、豆電球が明るく光るので、ビーカー**D**と**E**ではビーカー**D**の方が、ビーカー**G**と**H**ではビーカー**H**の方が、それぞれ明るく光る。

## 【過去問 42】

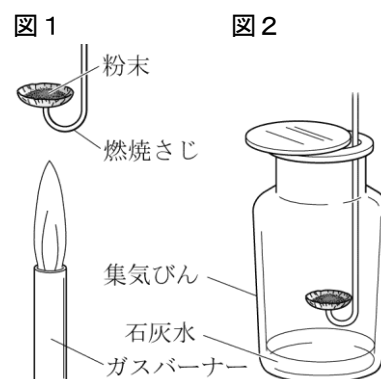
後の問1, 問2に答えなさい。

(宮崎県 2019 年度)

- 問1 結衣さんたちは、すりつぶしてある白色の粉末X, Y, Zが、砂糖、デンプン、食塩のいずれかであることを先生から伝えられたあと、粉末X, Y, Zが何であることを調べる方法を考えて実験を行い、結果を表にまとめた。後の(1), (2)の問いに答えなさい。

## 〔実験〕

- ① 20℃の水 100 gが入ったビーカーに、40 gの粉末Xを入れて、かき混ぜたときのようすを調べた。粉末Y, Zについても粉末Xと同様の操作を行った。
- ② 図1のように、粉末X, Y, Zをアルミニウムはくを巻いた燃焼さじにそれぞれとって炎の中に入れ、燃えるかどうか調べた。
- ③ ②で火がついたら、図2のように燃焼さじを石灰水の入った集気びんに入れた。火が消えたらとり出して、集気びんにふたをしてよく振り、石灰水のようすを調べた。



## 表

| 粉末<br>調べる方法  | X          | Y           | Z         |
|--------------|------------|-------------|-----------|
| ①水に入れたときのようす | ほとんどがとけ残った | 少しとけ残りがあった  | とけ残りがなかった |
| ②加熱したときのようす  | 燃えて炭になった   | 燃えずに白い粉が残った | 燃えて炭になった  |
| ③石灰水のようす     | 白くにごった     | —           | 白くにごった    |

- (1) 40 gの粉末Zは、水 100 gにすべてとけた。この水溶液の質量パーセント濃度を求めなさい。ただし、答えは、小数第1位を四捨五入して求めなさい。

(2) 結衣さんたちは、**実験**をもとに粉末X、Y、Zがそれぞれ何であるかを考えて、次のようにまとめた。

**a** には適切な原子の記号を入れ、**b** には適切な物質の組み合わせを、**ア～カ**から1つ選び、記号で答えなさい。

〔まとめ〕

粉末X、Zは、**実験**の②で燃えて炭になり、**実験**の③で石灰水が白くにごった。このことから、粉末X、Zは、**a** をふくむ物質であることがわかる。**実験**の①の結果も踏まえると、粉末X、Y、Zはそれぞれ**b**であることがわかる。

|          |        |        |
|----------|--------|--------|
| ア X：砂糖   | Y：デンプン | Z：食塩   |
| イ X：砂糖   | Y：食塩   | Z：デンプン |
| ウ X：デンプン | Y：砂糖   | Z：食塩   |
| エ X：デンプン | Y：食塩   | Z：砂糖   |
| オ X：食塩   | Y：砂糖   | Z：デンプン |
| カ X：食塩   | Y：デンプン | Z：砂糖   |

問2 <sup>ゆういち</sup> 勇一さんは、図3のように、電解質の水溶液であるクエン酸水溶液をしみこませたペーパータオルを銅板に巻きつけ、さらに、アルミニウムはくをペーパータオルの上から巻きつけることで、図4のような電池をつくった。つくった電池から電気エネルギーを長時間とり出し続けたあとのようすを観察すると、アルミニウムはくだけが、図5のようにぼろぼろになっていた。後の(1)、(2)の問いに答えなさい。

図3

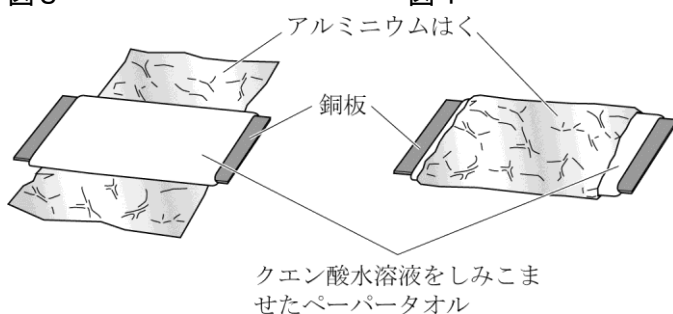
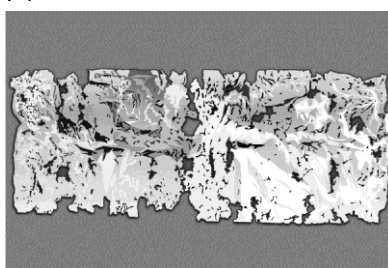
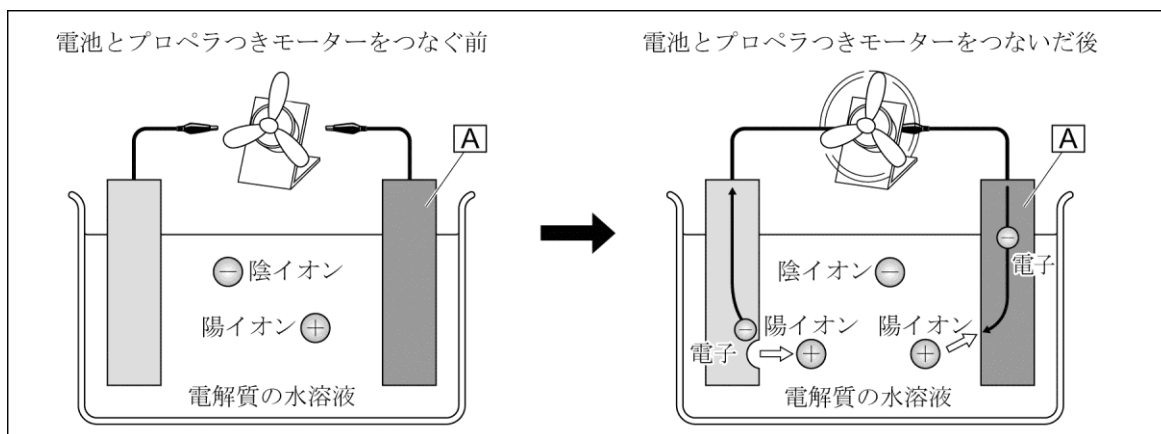


図5



(1) 図6は、電池のモデルを図示したものである。図4の電池において、図6の[A]に相当するものは何か。最も適切なものを、**ア～ウ**から1つ選び、記号で答えなさい。

図6



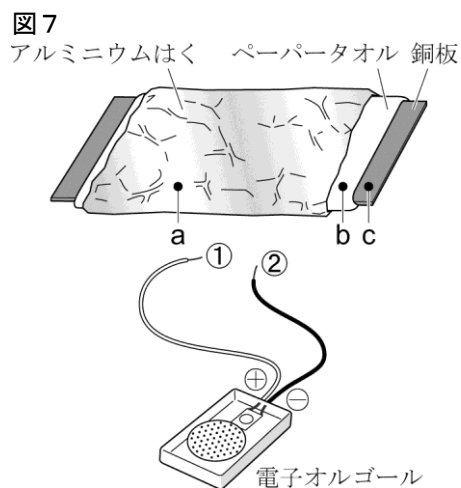
ア 銅板

イ アルミニウムはく

ウ ペーパータオル

(2) 図4の電池に、+極と-極を正しくつなぐと音が鳴る電子オルゴールをつないで、音を鳴らしたい。図7で、電子オルゴールの導線の先端①、②は、a～cのどの点につなげばよいか。適切な点の組み合わせを、次のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

- |   |     |     |   |     |     |
|---|-----|-----|---|-----|-----|
| ア | ①：a | ②：b | イ | ①：a | ②：c |
| ウ | ①：b | ②：a | エ | ①：b | ②：c |
| オ | ①：c | ②：a | カ | ①：c | ②：b |



|    |     |   |  |   |  |
|----|-----|---|--|---|--|
| 問1 | (1) | % |  |   |  |
|    | (2) | a |  | b |  |
| 問2 | (1) |   |  |   |  |
|    | (2) |   |  |   |  |

|    |     |      |   |   |   |
|----|-----|------|---|---|---|
| 問1 | (1) | 29 % |   |   |   |
|    | (2) | a    | C | b | エ |
| 問2 | (1) | ア    |   |   |   |
|    | (2) | オ    |   |   |   |

問1 (1) 溶質が 40 g，溶液が 140 g となるので，質量パーセント濃度は， $40 \text{ [g]} \div 140 \text{ [g]} \times 100 = 28.57 \dots$  [%] より，小数第1位を四捨五入して，29%となる。

(2) 加熱したときに燃えなかった Y は無機物で，炭素 (C) をふくまない食塩だと考えられる。砂糖とデンプンはいずれも有機物で，炭素をふくむため，燃やすと二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) が発生する。砂糖は水によくとけるが，デンプンはとけないので，X がデンプン，Z が砂糖と考えられる。

問2 (1) アルミニウムと銅を使って電池をつくった場合，銅が+極，アルミニウムが-極となる。図6では電子は電池の-極から出てモーターを通り，+極に移動するため，[A]に相当するのは銅板である。

(2) (1)より，銅板が+極，アルミニウムはくが-極となる。したがって，電子オルゴールの+極側(①)を銅板の c に，-極側(②)をアルミニウムはくの a に，それぞれつなぐ。

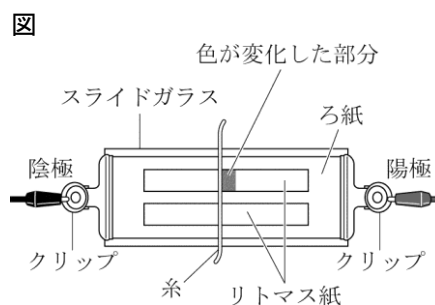
## 【過去問 43】

次の問1, 問2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1 硝酸カリウム水溶液でしめらせて電流を流しやすくしたろ紙をスライドガラスに置き、その上に青色リトマス紙と赤色リトマス紙をのせ、両端を金属のクリップでとめた。このとき、2つのリトマス紙の色は変化しなかった。

次に、両端のクリップに電圧を加え、2つのリトマス紙の中央にうすい水酸化バリウム水溶液をしみこませた糸を置くと、一方のリトマス紙の色が変化した。しばらくすると、図のようにリトマス紙の色が変化した部分が陽極側に広がった。



- 1 硝酸カリウム水溶液に関する次の文中の①, ②について、それぞれ正しいものはどれか。

硝酸カリウム水溶液は①(ア 非電解質 イ 電解質)の水溶液である。また、この水溶液は②(ア 酸性 イ 中性 ウ アルカリ性)の水溶液である。

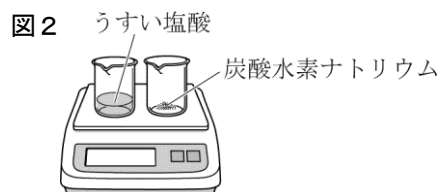
- 2 色が変わったリトマス紙は、青色リトマス紙と赤色リトマス紙のどちらか。また、リトマス紙の色を変化させたイオンの名称を書け。
- 3 うすい水酸化バリウム水溶液にうすい硫酸を加えると白い沈殿が生じる。この化学変化を表す次の化学反応式を完成せよ。



- 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  $10.0\text{cm}^3$  を入れた試験管と炭酸水素ナトリウム  $1.0\text{g}$  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  $75.0\text{g}$  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  $75.0\text{g}$  であった。

たかしさんは、2つのビーカーにうすい塩酸  $10.0\text{cm}^3$  と炭酸水素ナトリウム  $1.0\text{g}$  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  $210.0\text{g}$  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  $209.5\text{g}$  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  $20.0\text{cm}^3$  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  $1.0\text{g}$ 、 $2.0\text{g}$ 、 $3.0\text{g}$ 、 $4.0\text{g}$ 、 $5.0\text{g}$  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。

図3



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 次に、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。

(1) 炭酸水素ナトリウムとうすい塩酸の反応で発生した気体は、二酸化炭素である。二酸化炭素についてあてはまるものをすべて選べ。

ア 温室効果ガスの 1 つである。

イ 特有の刺激臭がある。

ウ 空気中に体積の割合で約 20% ふくまれている。

エ 化合物である。

(2) a にあてはまる、実験 1 でひろみさんが行った操作を 10 字以内で書け。

(3) b にあてはまることばを書け。

2 実験 2 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気体の質量との関係を表したグラフをかけ。ただし、発生した気体はすべて空気中に出ていったものとし、グラフの横軸は加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]、縦軸は発生した気体の質量 [g] とする。また、縦軸については目盛りの数値も書き、結果から求められるすべての値を「●」で記入すること。

3 炭酸水素ナトリウムと塩化ナトリウムの混合物がある。ひろみさんとたかしさんは、実験 2 の結果をもとにして、この混合物にふくまれる炭酸水素ナトリウムの質量の割合を調べた。

実験 2 で用いたものと同じ濃度のうすい塩酸  $20.0\text{cm}^3$  に、この混合物  $3.0\text{g}$  を加えて反応させた。反応が終わってからしばらく放置し、質量の変化を調べたところ、 $1.2\text{g}$  の気体が発生したことがわかった。この混合物  $3.0\text{g}$  にふくまれていた炭酸水素ナトリウムの質量の割合は何%か。ただし、塩化ナトリウムは塩酸と反応しない。

|    |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |   |  |  |  |
|----|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---|--|--|--|
| 問1 | 1                                                            | ①                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | ② |  |  |  |
|    | 2                                                            | リトマス紙                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |   |  |  |  |
|    |                                                              | イオンの名称                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |   |  |  |  |
| 3  | $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |   |  |  |  |
| 問2 | 1                                                            | (1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |   |  |  |  |
|    |                                                              | (2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |   |  |  |  |
|    |                                                              | (3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |   |  |  |  |
|    | 2                                                            | <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-right: 10px;">発生した気体の質量 [g]</div> </div> <p style="text-align: center;">0      1.0    2.0    3.0    4.0    5.0</p> <p style="text-align: center;">加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]</p> |  |   |  |  |  |
|    | 3                                                            | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |   |  |  |  |

| 問 1 | 1                   | ①                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | イ    |   |         |   | ② | イ |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---------|---|---|---|---|---|---------------------|---------------|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     | 2                   | リトマス紙                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |   | 赤色リトマス紙 |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|     |                     | イオンの名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |   | 水酸化物イオン |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|     | 3                   | $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |   |         |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 問 2 | 1                   | (1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ア, エ |   |         |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|     |                     | (2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 容    | 器 | の       | ふ | た | を | 閉 | め | た                   |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|     |                     | (3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 質量保存 |   |         |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|     | 2                   | <div><div>発生した気体の質量 [g]</div><table border="1"><caption>Data points from the graph</caption><thead><tr><th>加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]</th><th>発生した気体の質量 [g]</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1.0</td><td>0.5</td></tr><tr><td>2.0</td><td>1.0</td></tr><tr><td>3.0</td><td>1.5</td></tr><tr><td>4.0</td><td>1.8</td></tr><tr><td>5.0</td><td>1.8</td></tr></tbody></table><div>加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g]</div></div> |      |   |         |   |   |   |   |   | 加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g] | 発生した気体の質量 [g] | 0 | 0 | 1.0 | 0.5 | 2.0 | 1.0 | 3.0 | 1.5 | 4.0 | 1.8 | 5.0 | 1.8 |
|     | 加えた炭酸水素ナトリウムの質量 [g] | 発生した気体の質量 [g]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |   |         |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 0   | 0                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |   |         |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 1.0 | 0.5                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |   |         |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2.0 | 1.0                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |   |         |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 3.0 | 1.5                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |   |         |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4.0 | 1.8                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |   |         |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 5.0 | 1.8                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |   |         |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 3   | 80 %                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |   |         |   |   |   |   |   |                     |               |   |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

問 1 1 硝酸カリウム ( $\text{KNO}_3$ ) は、水に溶かすとカリウムイオン ( $\text{K}^+$ ) と硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) に電離する。したがって、硝酸カリウム水溶液は、水素イオン ( $\text{H}^+$ ) も水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) もふくまないため、中性の水溶液である。

2 水酸化バリウム ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ) は、水に溶かすとバリウムイオン ( $\text{Ba}^{2+}$ ) と水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) に電離する。水酸化物イオンは-の電気を帯びており、陽極側に引かれる。また、水酸化物イオンはアルカリ性の性質を示すため、赤色リトマス紙の陽極側が青色に変化した。

3 アルカリである水酸化バリウム ( $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ) と、酸である硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) を混ぜ合わせると、中和の反応が起こり、水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) が生じるとともに、塩である硫酸バリウム ( $\text{BaSO}_4$ ) の白い沈殿が生じる。

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。空气中的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ていかないので、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  $20.0\text{cm}^3$  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  $1.8\text{g}$  である。したがって、グラフの形は、発生した気体の質量が  $1.8\text{g}$  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  $1.2\text{g}$  になるときの炭酸水素ナトリウムの質量は、 $2.4\text{g}$  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、 $\frac{2.4}{3.0} \times 100 = 80$  [%]