【過去問 1】

次の問いに答えなさい。

（北海道 2023 年度）

問１　次の文の［ ② ］に当てはまる語句を書きなさい。

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

問１	(2)	②	

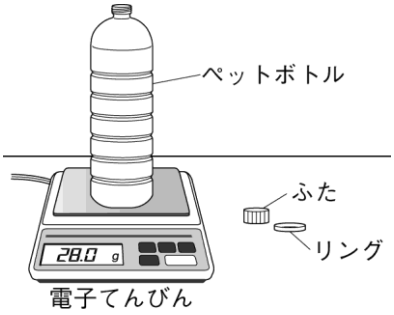
問１	(2)	②	原子核

【過去問 2】

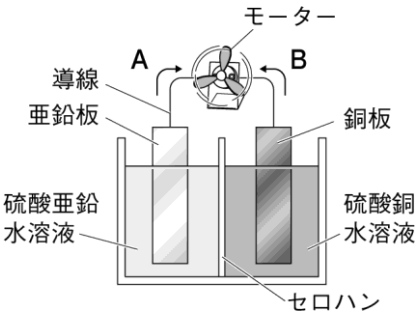
次の**問１**～**問４**に答えなさい。

（青森県 2023 年度）

問１　ペットボトルは，ポリエチレンテレフタラートでできている。右の図のように，空のペットボトルの質量をはかったところ，28.0ｇであった。このペットボトルは，何cm^3のポリエチレンテレフタラートでできているか，求めなさい。ただし，ポリエチレンテレフタラートの密度は1.4ｇ/cm^3であるものとする。



問２　右の図のように，亜鉛板を硫酸亜鉛水溶液に入れたものと，銅板を硫酸銅水溶液に入れたものを，セロハンで隔てて組み合わせた電池を作った。これにモーターをつないだところ，モーターがまわった。次の**ア**，**イ**に答えなさい。



ア　下線部のような化学電池を何というか，書きなさい。

イ　下の文章は，モーターを十分にまわした後の亜鉛板と銅板の表面の変化と，電子の移動の向きについて述べたものである。文章中の［　①　］に入る内容として適切なものを，次の１～４の中から一つ選び，その番号を書きなさい。また，［　②　］に入る電子の移動する向きは，図のＡ，Ｂのどちらか，その記号を書きなさい。

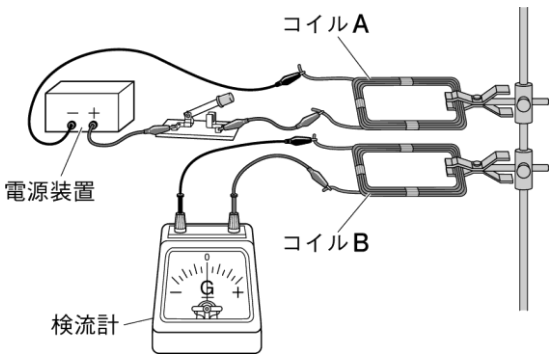
> モーターを十分にまわした後，［　①　］。このことから，電子は，図の［　②　］の向きに移動していることがわかる。

１　亜鉛板では亜鉛が付着し，銅板では銅が溶け出した
２　亜鉛板では亜鉛が付着し，銅板では銅が付着した
３　亜鉛板では亜鉛が溶け出し，銅板では銅が溶け出した
４　亜鉛板では亜鉛が溶け出し，銅板では銅が付着した

問３　**図１**の装置を用いて，コイルＡに電流を流したところ，コイルＢにつないだ検流計の針が＋にふれた。次の**ア**，**イ**に答えなさい。

ア　下線部について，このとき流れた電流の名称を書きなさい。

図１



イ　図２のように，図１のコイルＢの真上からＳ極を下にして棒磁石を落下させるときの，検流計の針のふれのようすについて述べたものとして適切なものを，次の１～４の中から一つ選び，その番号を書きなさい。

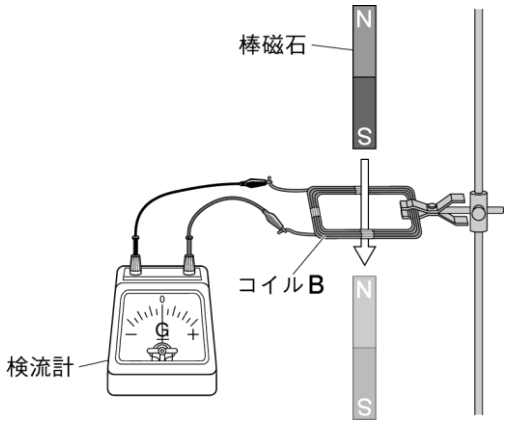
１　＋にふれた後，－にふれて０に戻る。

２　＋にふれた後，０に戻る。

３　－にふれた後，＋にふれて０に戻る。

４　－にふれた後，０に戻る。

図２



問４　図１のように，300ｇの物体にひもをつけ，床から 40cm の高さまでゆっくりと一定の速さで引き上げた。次に，図２のように，同じ物体を斜面に置き，床から 40cm の高さまで斜面に沿ってゆっくりと一定の速さで引いたところ，ばねばかりは 2.0Ｎを示した。次のア，イに答えなさい。ただし，100ｇの物体にはたらく重力の大きさを１Ｎとし，ひもの重さや物体と斜面との摩擦は考えないものとする。

図１

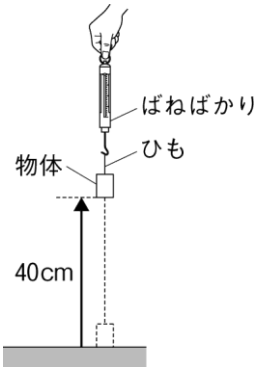
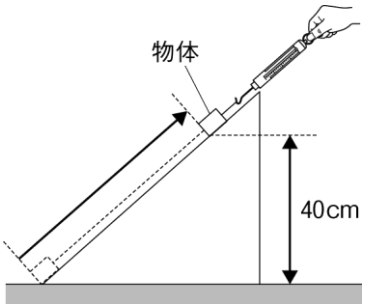


図２



ア　図１，２で，手が物体にした仕事の大きさは変わらない。このことを何というか，書きなさい。

イ　図２について，物体が斜面に沿って移動した距離は何 cm か，求めなさい。

問１				cm^3	
問２	ア				
	イ	①		②	
問３	ア				
	イ				
問４	ア				
	イ			cm	

<table>
<tr><td>問１</td><td colspan="5">20cm³</td></tr>
<tr><td rowspan="2">問２</td><td>ア</td><td colspan="4">ダニエル電池</td></tr>
<tr><td>イ</td><td>①</td><td>4</td><td>②</td><td>A</td></tr>
<tr><td rowspan="2">問３</td><td>ア</td><td colspan="4">誘導電流</td></tr>
<tr><td>イ</td><td colspan="4">1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">問４</td><td>ア</td><td colspan="4">仕事の原理</td></tr>
<tr><td>イ</td><td colspan="4">60cm</td></tr>
</table>

問１ 密度

$$\text{密度【g/cm}^3\text{】}=\frac{\text{質量【g】}}{\text{体積【cm}^3\text{】}}$$

ポリエチレンテレフタラートの密度が 1.4 g/cm³，ペットボトルの質量が 28.0 g なので，その体積は，$\frac{28.0\,\text{g}}{1.4\,\text{g/cm}^3}=20\,\text{cm}^3$と求められる。

問２ イ ダニエル電池で起こる反応

ダニエル電池では，それぞれの極で次のような反応が起こる。

・＋極…$Cu^{2+}+2e^- \rightarrow Cu$

（＋極では，水溶液中の銅イオンCu^{2+}が銅板の表面で電子e^-を２個受け取って銅原子Cuとなる。）

・－極…$Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^-$

（－極では，亜鉛板の亜鉛原子Znが電子 e^-を２個失い，亜鉛イオンZn^{2+}となって溶け出す。）

亜鉛板では亜鉛板が溶け出している。このとき，亜鉛原子が亜鉛イオンとなり，電子が放出される。この電子は，図のＡの向きに移動し，銅板の表面で銅イオンに受け渡される。これにより銅原子ができるため，銅板には銅が付着していく。

問３ ア コイルＡに電流を流すと，コイルＢの中の磁界が変化し，誘導電流が流れる。このような現象を電磁誘導という。

イ **図１**では，コイルＡの下側がＳ極，上側がＮ極となっている。よって，**図２**のようにコイルＢの上側から棒磁石のＳ極が近づいてくるときは，**図１**と同じように検流計の針が＋にふれる。棒磁石がコイルＢの中を通り抜けて，下側からＮ極が遠ざかっていくときは，上側からＳ極が近づいてくるときとは磁界の変化が逆になるので，検流計は－にふれる。その後，棒磁石の影響がなくなると，検流計の針は０に戻る。

問４ イ **図１**では，300 g の物体を真上に持ち上げているので，3.0Ｎの力で 40cm（0.4m）移動させている。このときの仕事は，3.0Ｎ×0.4m＝1.2Ｊである。**図２**では，物体に 2.0Ｎの力を加えており，このときの仕事も 1.2Ｊとなるから，物体を斜面に沿って移動させた距離は，1.2Ｊ÷2.0Ｎ＝0.6mより，60cm である。

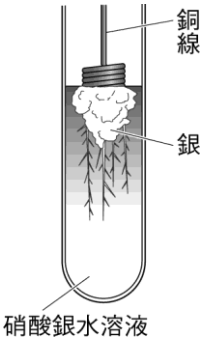
【過去問 3】

金属とイオンの性質と電池のしくみについて調べるため，次のような**実験**を行いました。これについて，下の**問１～問４**に答えなさい。

（岩手県 2023 年度）

実験１

図Ⅰ



1 銅線を硝酸銀水溶液に入れたところ，**図Ⅰ**のように銅線のまわりに銀が付着した。

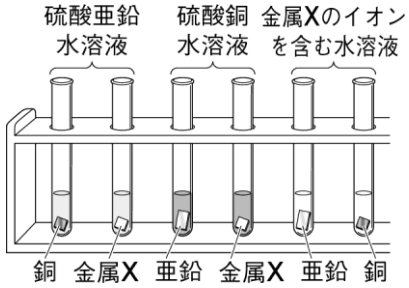
実験２

2 硫酸亜鉛水溶液，硫酸銅水溶液，金属Ｘのイオンを含む水溶液が入った試験管を，それぞれ２本ずつ用意した。

3 **図Ⅱ**のように，硫酸亜鉛水溶液には銅片と金属Ｘ片を，硫酸銅水溶液には亜鉛片と金属Ｘ片を，金属Ｘのイオンを含む水溶液には亜鉛片と銅片をそれぞれ入れ，金属片の表面の変化を観察した。

4 3 の結果を**表**にまとめた。

図Ⅱ



表

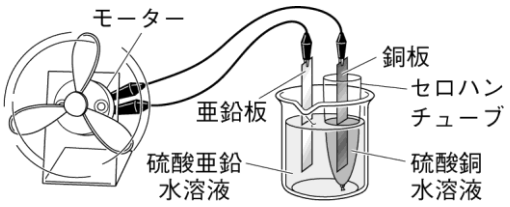
	硫酸亜鉛水溶液	硫酸銅水溶液	金属Xのイオンを含む水溶液
亜鉛		銅が付着した	金属Xが付着した
銅	反応しなかった		反応しなかった
金属X	反応しなかった	銅が付着した	

実験３

5 **図Ⅲ**のようにダニエル電池とモーターをつないだところ，モーターが回った。

6 **図Ⅲ**のセロハンチューブをビニール袋にかえると，モーターは回らず，電流は流れなかった。

図Ⅲ



問１ 1 で，銀が付着した変化を化学反応式で表すとどうなりますか。次の ① ，② に適当な**化学式**や**電子**を書き入れ，化学反応式を完成させなさい。ただし，電子１個をe^-で表すこととします。

Ag^+ ＋ ① → ②

問２ 4 で，亜鉛，銅，金属Ｘの３つの金属をイオンになりやすい順番に並べると，どのようになりますか。その順番を**数字**で書きなさい。

問３　5 で，次の**ア**～**エ**のうち，**図Ⅲ**のダニエル電池の亜鉛板と銅板で起きている変化の組み合わせとして，正しいものはどれですか。**一つ**選び，その記号を書きなさい。

	亜鉛板	銅板
ア	亜鉛が電子を失い，とけ出した	銅イオンが電子を受けとり，銅が付着した
イ	亜鉛が電子を失い，とけ出した	銅が電子を失い，とけ出した
ウ	亜鉛イオンが電子を受けとり，亜鉛が付着した	銅イオンが電子を受けとり，銅が付着した
エ	亜鉛イオンが電子を受けとり，亜鉛が付着した	銅が電子を失い，とけ出した

問４　6 で，モーターが回らず，電流が流れなかったのはなぜですか。その理由を，**イオン**ということばを用いて簡単に書きなさい。

問１	①		②	
問２	亜鉛	番目		
	銅	番目		
	金属X	番目		
問３				
問４				

問１	①	e^-	②	Ag
問２	亜鉛	１番目		
	銅	３番目		
	金属X	２番目		
問３	**ア**			
問４	例 **電流を流すために必要なイオンが移動できないから。**			

問１　１個の銀イオン（Ag^+）が１個の電子（e^-）を受けとり，１個の銀原子（Ag）ができる。

問２　金属のイオンへのなりやすさ

イオンになりやすい金属の単体を，イオンになりにくい金属の陽イオンが存在する水溶液に入れると，次のように変化する。

・イオンになりやすい金属…イオンになりにくい金属の陽イオンに電子をあたえ，陽イオンとなって水溶液中に溶け出す。

・イオンになりにくい金属の陽イオン…イオンになりやすい金属から電子を受け取って，金属の単体になる（イオンになりやすい金属の表面に付着する)。

硫酸亜鉛水溶液に銅や金属Ｘを入れたときは反応せず，硫酸銅水溶液や金属Ｘのイオンを含む水溶液に亜鉛を入れたときは銅や金属Ｘが付着したことから，最もイオンになりやすいのは亜鉛であると分かる。硫酸銅水溶液に亜鉛や金属Ｘを入れるといずれも銅が付着し，硫酸亜鉛水溶液や金属Ｘのイオンを含む水溶液に銅を入れたときは反応しなかったことから，最もイオンになりにくいのは銅であると分かる。

問３ ダニエル電池で起こる反応

ダニエル電池では，それぞれの極で次のような反応が起こる。

・＋極…$Cu^{2+}+2e^{-} \rightarrow Cu$

（＋極では，水溶液中の銅イオンCu^{2+}が銅板の表面で電子e^{-}を受け取って銅原子Cuとなる。）

・－極…$Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^{-}$

（－極では，亜鉛板の亜鉛原子Znが電子を失い，亜鉛イオンZn^{2+}となって溶け出す。）

問４ ダニエル電池で使うセロハンチューブには小さな穴があいており，この穴を通ってイオンが移動することで，電気的なかたよりが大きくなることを防いでいる。セロハンチューブをビニール袋にかえると，このようなイオンの移動ができなくなる。

【過去問 4】

次の**問１～問３**に答えなさい。

（宮城県 2023 年度）

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

〔**資料**〕

1 陰極線の発見	2 電子の発見	3 原子の構造解明
真空放電管を使った実験で，真空放電管に大きな電圧を加えると，陰極線が観測された。	真空放電管を使った実験で，陰極線が$^{マイナス}-$の電気をもつ電子の流れだとわかった。	$^{プラス}+$の電気をもつ陽子と，電気をもたない中性子が発見され，原子の構造が解明された。

(1) 原子の性質について述べたものとして，最も適切なものを，次の**ア～エ**から**１つ**選び，記号で答えなさい。

ア 種類によって大きさが決まっている。　**イ** 化学変化によって２つに分けることができる。

ウ １個の質量は種類に関係なく同じである。　**エ** 化学変化によって他の種類の原子に変わる。

(3) 3について，解明された原子の構造について述べたものとして，最も適切なものを，次の**ア～エ**から**１つ**選び，記号で答えなさい。

ア 原子核は陽子と中性子からできていて，原子核のまわりに電子が存在する。

イ 原子核は陽子と電子からできていて，原子核のまわりに中性子が存在する。

ウ 原子核は中性子からできていて，原子核のまわりに陽子と電子が存在する。

エ 原子核は陽子からできていて，原子核のまわりに電子と中性子が存在する。

(4) 原子を構成する陽子，電子，中性子のうち，陽子と電子が電気をもっているにもかかわらず，原子が全体として電気を帯びていない理由を，簡潔に述べなさい。

問３	(1)	
	(3)	
	(4)	

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

【過去問 5】

里奈さんと慎也さんは，酸性やアルカリ性を示す水溶液に興味をもち，次の①，②の手順で**実験**を行った。あとの問いに答えなさい。

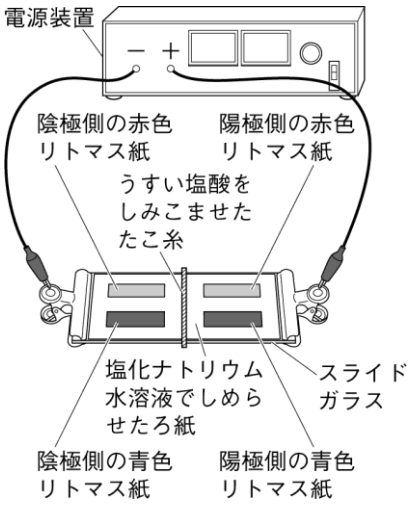
（山形県 2023 年度）

【実験】

① 塩化ナトリウム水溶液でしめらせたろ紙をスライドガラスにのせ，それらの両端を金属のクリップでとめ，電源装置につないだ。

② **図**のように，赤色リトマス紙，青色リトマス紙，うすい塩酸をしみこませたたこ糸を，塩化ナトリウム水溶液でしめらせたろ紙の上にのせ，約 10Vの電圧を加えて，リトマス紙の色の変化を観察した。

図



【結果】

電圧を加えると，陰極側の青色リトマス紙が，たこ糸側からしだいに赤色に変化した。ほかのリトマス紙には，色の変化はなかった。

問１ 塩化ナトリウム水溶液は，物質の分類上，次の**ア**～**エ**のどれにあたるか。適切なものを一つ選び，記号で答えなさい。

ア 単体　　**イ** 純粋な物質　　**ウ** 混合物　　**エ** 化合物

問２ 下線部について，純粋な水ではなく塩化ナトリウム水溶液でろ紙をしめらせた理由を，書きなさい。

問３ 次は，実験後の里奈さんと慎也さんの対話である。あとの問いに答えなさい。

里奈：電圧を加えると，陰極側の青色リトマス紙の色がたこ糸側からしだいに変化したね。

慎也：そうだね。リトマス紙の色は，塩化ナトリウム水溶液でしめらせたろ紙にのせても変化しなかったから，うすい塩酸に含まれる陽イオンの［ a ］イオンが，青色リトマス紙の色を変化させたことがわかるね。

里奈：酸性を示すイオンは［ a ］イオンだと確認できたね。では，アルカリ性を示すイオンが水酸化物イオンであることも，授業で習ったアルカリ性の水溶液を使って確認できるかな。

慎也：うすい塩酸のかわりにうすい水酸化ナトリウム水溶液を使って実験してみたらどうかな。うすい水酸化ナトリウム水溶液にはナトリウムイオンと水酸化物イオンが含まれているよね。塩化ナトリウム水溶液と共通のイオンであるナトリウムイオンはリトマス紙の色を変化させないから，水酸化物イオンに着目して確認できると思うよ。

里奈：なるほど。確かにそうだね。

慎也：この**実験**で［ b ］リトマス紙の色がたこ糸側からしだいに変化すれば，アルカリ性を示すイオンが，水酸化物イオンであるといえるね。

(1) ［ a ］にあてはまる語を書きなさい。

(2) [b] にあてはまる言葉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 陰極側の赤色　　**イ** 陽極側の赤色　　**ウ** 陰極側の青色　　**エ** 陽極側の青色

問４　うすい塩酸は，水に濃い塩酸を加えてつくられる。水に質量パーセント濃度が35％の濃い塩酸10ｇを加えて，質量パーセント濃度が２％のうすい塩酸をつくりたい。必要な水は何ｇか，求めなさい。

問１		
問２		
問３	(1)	
	(2)	
問４		g

問１		**ウ**
問２		例 **電流が流れるようにするため。**
問３	(1)	**水素**
	(2)	**イ**
問４		**165　g**

問１ 塩化ナトリウム水溶液は，塩化ナトリウムと水の混合物である。

問２ 純粋な水には電流が流れにくいので，電流が流れるようにするために塩化ナトリウム水溶液を使う。

問３ (1) うすい塩酸の溶質である塩化水素（HCl）は，水にとけると水素イオン（H^+）と塩化物イオン（Cl^-）に電離する。このとき，電圧を加えると陽イオンである水素イオンが陰極側に移動し，陰極側の青色リトマス紙が赤色に変化する。

(2) うすい塩酸のかわりにうすい水酸化ナトリウム水溶液を使って同様の実験を行うと，水酸化ナトリウム（NaOH）が水酸化物イオン（OH^-）とナトリウムイオン（Na^+）に電離する。ここに電圧を加えると水酸化物イオンは陽極側に移動するので，陽極側の赤色リトマス紙が青色に変化する。

問４ 質量パーセント濃度

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

35％の濃い塩酸 10ｇにふくまれる溶質の塩化水素は，$10\times\frac{35}{100}=3.5$ｇである。これに水を加えて２％のうすい塩酸をつくるとき，必要な水をxｇとすると，$\frac{3.5}{10+x}\times 100=2$が成り立つ。これを解くと，$x=165$ｇと求められる。

【過去問 6】

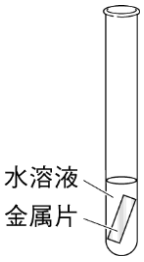
次の**実験**について，**問１～問５**に答えなさい。

（福島県 2023 年度）

実験１

図１のように，金属の陽イオンの水溶液（濃度５％）が入った試験管に金属片を入れる実験を行った。このとき，硫酸マグネシウム水溶液には亜鉛片または銅片を，硫酸亜鉛水溶液にはマグネシウム片または銅片を，硫酸銅水溶液にはマグネシウム片または亜鉛片をそれぞれ入れ，金属片の変化を観察した。

図１



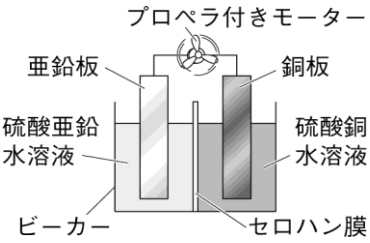
結　果

	硫酸マグネシウム水溶液	硫酸亜鉛水溶液	硫酸銅水溶液
マグネシウム片		亜鉛が付着した	銅が付着した
亜鉛片	反応しなかった		銅が付着した
銅片	反応しなかった	反応しなかった	

実験２

図２のように，ビーカーの中をセロハン膜で区切り，一方に硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板を入れ，もう一方に硫酸銅水溶液と銅板を入れた。亜鉛板と銅板を，導線とプロペラ付きモーターでつないでダニエル電池をつくったところ，プロペラが回転した。

図２



問１　**実験１**の結果より，マグネシウム，亜鉛，銅のうち，最も陽イオンになりやすい金属はどれか。物質名を書きなさい。

問２　次の文は，**実験２**の電池における電子の移動について述べたものである。**X**～**Z**にあてはまることばの組み合わせとして最も適当なものを，右の**ア**～**エ**の中から１つ選びなさい。

電子は導線中を［ X ］へ移動する。亜鉛板では亜鉛原子が電子を［ Y ］反応が，銅板では銅イオンが電子を［ Z ］反応が起こる。

	X	Y	Z
ア	銅板から亜鉛板	失う	受けとる
イ	銅板から亜鉛板	受けとる	失う
ウ	亜鉛板から銅板	失う	受けとる
エ	亜鉛板から銅板	受けとる	失う

問３　**実験２**の電池の亜鉛板の表面で起こる反応を化学反応式で書きなさい。ただし，電子はe^-で表しなさい。

問４　次の文は，**実験２**で電流が流れているときのそれぞれの水溶液の濃度の変化について述べたものである。**P**，**Q**にあてはまることばの組み合わせとして正しいものを，右の**ア**～**エ**の中から１つ選びなさい。

電流が流れているとき，硫酸亜鉛水溶液の濃度は少しずつ［ P ］なる。また，硫酸銅水溶液の濃度は少しずつ［ Q ］なる。

	P	Q
ア	こく	こく
イ	こく	うすく
ウ	うすく	こく
エ	うすく	うすく

問５　**実験２**において，セロハン膜をとり除いたところ，プロペラの回転はだんだんおそくなり止まった。次の文は，この結果について述べたものである。［　　］にあてはまることばとして最も適当なものを，下の**ア**～**エ**の中から１つ選びなさい。

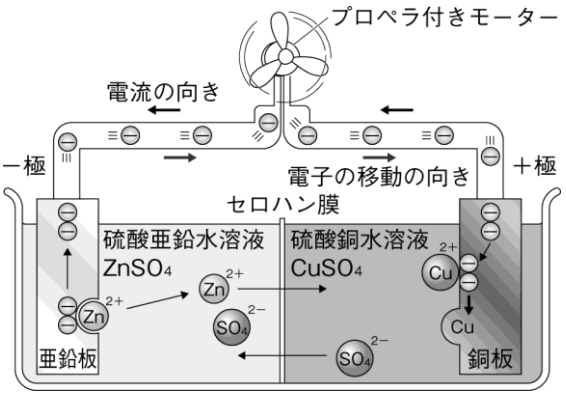
セロハン膜がとり除かれ，２つの水溶液が混ざったことで，［　　］反応が起こり，導線中での電子の移動がほとんどなくなったためと考えられる。

ア　亜鉛原子と銅イオンの間で電子の受けわたしが起こり，亜鉛板上に銅が付着する
イ　亜鉛原子と銅イオンの間で電子の受けわたしが起こり，銅板上に亜鉛が付着する
ウ　銅原子と亜鉛イオンの間で電子の受けわたしが起こり，亜鉛板上に銅が付着する
エ　銅原子と亜鉛イオンの間で電子の受けわたしが起こり，銅板上に亜鉛が付着する

問１	
問２	
問３	
問４	
問５	

問１	マグネシウム
問２	ウ
問３	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$
問４	イ
問５	ア

問１　マグネシウム片を硫酸亜鉛水溶液に入れると，マグネシウム原子がマグネシウムイオンとなり，水溶液中の亜鉛イオンが亜鉛原子となって付着する。同様に，マグネシウム片を硫酸銅水溶液に入れると銅が付着する。また，硫酸マグネシウム水溶液に亜鉛片や銅片を入れたときは反応しなかった。これらのことから，マグネシウム，亜鉛，銅のうちでは，マグネシウムが最も陽イオンになりやすいことがわかる。



問２，３ 亜鉛板の表面では，亜鉛原子（Zn）が電子を失って亜鉛イオン（Zn^{2+}）となる。この反応は，　$Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^-$ と表される。このとき放出された電子は，亜鉛板から銅板に向かって導線中を移動する。銅板の表面では，銅イオン（Cu^{2+}）が電子を受けとって銅原子（Cu）となる。この反応は，　$Cu^{2+}+2e^- \rightarrow Cu$ と表される。このようすをまとめると図のようになる。

問４ 電流が流れているとき，亜鉛板の亜鉛原子はどんどん電子を失い，水溶液中の亜鉛イオンが増加していく。一方，硫酸銅水溶液の中の銅イオンはどんどん電子を受けとり，銅原子となって銅板に付着していくので，水溶液中の銅イオンは減少していく。

問５ セロハン膜をとり除くと，硫酸亜鉛水溶液と硫酸銅水溶液が混ざり合うため亜鉛板の亜鉛原子と水溶液中の銅イオンの間で直接的に電子の受け渡しが起こり，亜鉛板に銅が付着していく。

【過去問 7】

太郎さんは，**図１**のような装置を組み立ててダニエル電池を用いた**実験１**を行い，どのようなしくみで電気エネルギーを取り出せるかを調べた。**問１～問５**に答えなさい。

（茨城県 2023 年度）

《実験１》

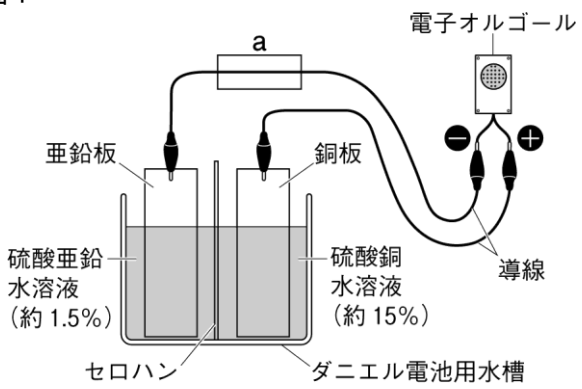
【方法】

❶ 電子オルゴールとつなぎ，音が鳴るかどうかで電流の向きを調べる。

❷ プロペラ付きモーターにつなぎかえて，水溶液の様子をしばらく観察する。

❸ 金属板の様子を観察する。

図１



【結果】

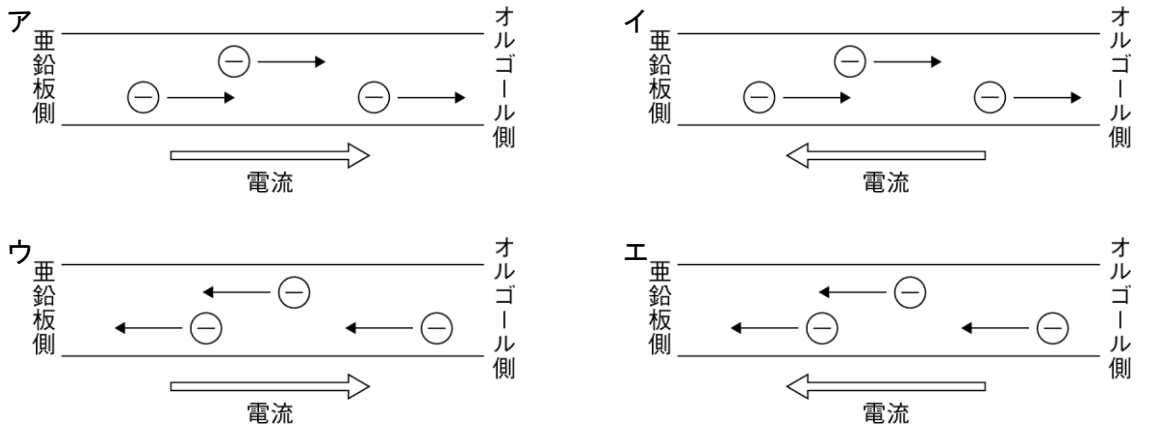
	結果
❶	亜鉛板と銅板を**図１**のようにつないだときに音が鳴った。
❷	プロペラは回転し，硫酸銅水溶液の色がうすくなった。
❸	銅板の表面に赤い物質が付着し，亜鉛板は表面に凹凸ができて，黒くなっていた。

問１ 電池に関する次の文中の［　　］に当てはまる語を書きなさい。

物質のもつ［　　］エネルギーを電気エネルギーに変える装置を電池（化学電池）といい，私たちの身のまわりで利用されている。

問２ ダニエル電池の＋極で起こる反応を電子e^-を用いた化学反応式で書きなさい。

問３ **実験１**の**図１**中の**a**において，導線を電子が流れる向きと，電流が流れる向きを表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。なお，図中の㊀は電子を表している。



問４　**実験１**について，セロハンの代わりにイオンを通さないガラス製の板を用いて，２つの水溶液が混ざらないようにしたときの結果を説明したものとして，最も適切なものを，次の**ア**～**エ**の中から１つ選んで，その記号を書きなさい。

ア　電子オルゴールの音は鳴らなかった。

イ　プロペラの回転の向きが反対になった。

ウ　亜鉛板に赤い物質が付着した。

エ　硫酸銅水溶液の色が濃くなった。

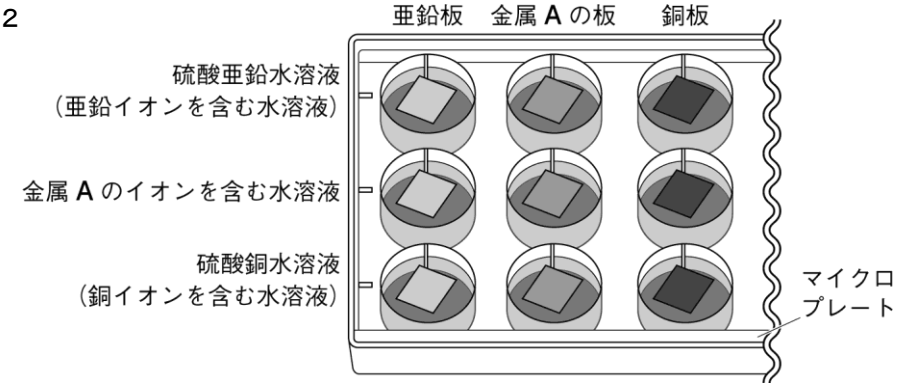
問５　太郎さんは，３種類の金属（亜鉛，金属Ａ，銅）について，イオンへのなりやすさを調べるために**実験２**を行った。

《実験２》

【方法】

図２のように，亜鉛板，金属Ａの板，銅板をそれぞれ，硫酸亜鉛水溶液，金属Ａのイオンを含む水溶液，硫酸銅水溶液に入れて，その様子を観察した。

図２



【結果】

	亜鉛板	金属 A の板	銅板
硫酸亜鉛水溶液	変化なし	変化なし	変化なし
金属 A のイオンを含む水溶液	金属 A が付着	変化なし	変化なし
硫酸銅水溶液	銅が付着	銅が付着	変化なし

亜鉛，金属Ａ，銅の３種類の金属の板とそれぞれのイオンを含む水溶液を組み合わせてダニエル電池と同じしくみの電池を作った。**＋極**と**－極**の組み合わせとして，正しいものには○を，誤っているものには×を書きなさい。

	＋極	**－極**
ア	亜鉛と硫酸亜鉛水溶液	金属Ａと金属Ａのイオンを含む水溶液
イ	金属Ａと金属Ａのイオンを含む水溶液	亜鉛と硫酸亜鉛水溶液
ウ	銅と硫酸銅水溶液	金属Ａと金属Ａのイオンを含む水溶液
エ	金属Ａと金属Ａのイオンを含む水溶液	銅と硫酸銅水溶液

問１								
問２								
問３								
問４								
問５	ア		イ		ウ		エ	

問１	化学							
問２	Cu^{2+} ＋ $2e^-$ → Cu							
問３	イ							
問４	ア							
問５	ア	×	イ	○	ウ	○	エ	×

問１ 物質がもつ化学エネルギーは，化学電池によって電気エネルギーに変えられるほかに，化学反応によって熱エネルギーや光エネルギーに変えられたりする。

問２，３ ダニエル電池で起こる反応

ダニエル電池では，それぞれの極で次のような反応が起こる。

・＋極…$Cu^{2+}+2e^-$ → Cu

（＋極では，水溶液中の銅イオンCu^{2+}が銅板の表面で電子e^-を受け取って銅原子Cuとなる。）

・－極…Zn → $Zn^{2+}+2e^-$

（－極では，亜鉛板の亜鉛原子Znが電子を失い，亜鉛イオンZn^{2+}となって溶け出す。）

亜鉛板で，亜鉛原子が失った電子が亜鉛板側から導線を通って銅板に移動すると，銅板の表面で，水溶液中の銅イオンがこの電子を受け取って銅原子になる。銅板の表面に付着した赤い物質はこの銅である。電子は－極から出て＋極に移動するので，亜鉛板が－極，銅板が＋極である。

問４ セロハンの代わりにガラス製の板で２つの水溶液を仕切って同様の実験を行うと，すぐに電気的なかたよりが大きくなり，装置が電池としてはたらかなくなってしまう。

問５ 実験２で，硫酸亜鉛水溶液に金属Ａの板や銅板を入れても変化はなく，亜鉛板を金属Ａの水溶液に入れると金属Ａが付着し，亜鉛を硫酸銅水溶液に入れると銅が付着したことから，亜鉛，金属Ａ，銅では，亜鉛が最もイオンになりやすいとわかる。また，硫酸銅水溶液に亜鉛板や金属Ａの板を入れるとそれぞれ銅が付着し，銅板を金属Ａの水溶液や硫酸亜鉛水溶液に入れても変化がないことから，亜鉛，金属Ａ，銅では，銅が最もイオンになりにくいとわかる。

ダニエル電池と同じしくみの電池を作ったとき，組み合わせて使った２種類の金属のうち，イオンになりにくい金属が＋極に，イオンになりやすい金属が－極になるので，金属Ａと亜鉛を組み合わせた場合では金属Ａが＋極，亜鉛が－極になり，銅と金属Ａを組み合わせた場合では銅が＋極，金属Ａが－極になる。

【過去問 8】

次の**問１**，**問２**に答えなさい。

（茨城県 2023 年度）

問１　太郎さんは，先生と理科の授業で学んだことについて振り返りを行っている。次の会話を読んで，下の①，②の問いに答えなさい。

太郎：持続可能な社会の実現に向けて，再生可能エネルギーの研究は重要なものだとわかりました。特に，ａバイオマス発電については，発電所で燃料を燃焼させるにもかかわらず，大気中の二酸化炭素は増加しないという点が興味深かったです。

先生：そうですね。間伐材を燃料にした場合は，その植物が光合成によって吸収した二酸化炭素と，発電の燃料として燃焼させた際に出される二酸化炭素の量がほぼつり合うのでしたね。

太郎：そのように考えると，植物の光合成は持続可能な社会の実現にとっても，大事な反応だと思います。

先生：そうですね。光合成については，授業ではオオカナダモとBTB液（BTB溶液）を使って実験し，BTB液の色の変化から，植物が二酸化炭素を吸収するのかどうかを調べましたね。では，これ以外の方法で植物が二酸化炭素を吸収するのかどうかを調べることはできますか。

太郎：はい，できると思います。石灰水を使えば調べられると思います。

先生：では，どのような実験を行えばよいと思いますか。

太郎：まず，２本の試験管Ａ，Ｂを用意します。試験管Ａ，Ｂそれぞれに採取したばかりの大きさがほぼ同じタンポポの葉を入れ，さらに試験管Ｂはアルミニウムはくで覆います。それから，試験管Ａ，Ｂそれぞれにストローで息をふきこみ，すぐにゴム栓でふたをします。そして，それらの試験管に，光合成に十分な時間光を当てた後，石灰水を使って，植物が二酸化炭素を吸収したのかどうかを調べようと思います。

先生：よく考えましたね。でも，ｂこの実験だけでは，「植物が二酸化炭素を吸収するのかどうか」を調べる実験の対照実験としては不十分ではないでしょうか。

①　下線部ａに関する説明として正しいものを次の**ア**～**エ**の中から２つ選んで，その記号を書きなさい。

ア　バイオマス発電では，化石燃料を用いた火力発電と異なり，タービンは必要としない。
イ　バイオマス発電では，動物の排泄物（はいせつぶつ）も燃料となる。
ウ　バイオマス発電では，燃料を安定して確保することが課題である。
エ　バイオマス発電では，放射線を出す放射性廃棄物の管理が重要である。

② 下線部ｂについて，もう１本試験管を増やし，「植物が二酸化炭素を吸収するのかどうか」を調べるための実験を行う場合，どのような実験を行えばよいか。

次の追加実験に関する文中の［ あ ］～［ う ］に当てはまる語の組み合わせとして最も適切なものを，あとの**ア～ク**の中から１つ選んで，その記号を書きなさい。

試験管Ａの結果と比較するために，新しい試験管Ｃに，タンポポの葉を［ あ ］，アルミニウムはくで［ い ］，ストローで息を［ う ］ものを準備し，その後，光合成に十分な時間光を当てる実験を行う。

	あ	い	う
ア	入れて	覆い	ふきこんだ
イ	入れて	覆い	ふきこまない
ウ	入れて	覆わず	ふきこんだ
エ	入れて	覆わず	ふきこまない
オ	入れないで	覆い	ふきこんだ
カ	入れないで	覆い	ふきこまない
キ	入れないで	覆わず	ふきこんだ
ク	入れないで	覆わず	ふきこまない

問２ 花子さんと太郎さんは，光合成と光の強さについて話している。次の会話を読んで，あとの①，②の問いに答えなさい。

花子：光を強くすると光合成は活発になるのかな。試験管の中にタンポポの葉を入れて，LEDライトを１灯か２灯当てた場合で石灰水を入れて，にごり方を比べられたらおもしろいのだけど。

太郎：そうだね。でも，石灰水のにごり方って，数値として表すのは難しそうだね。吸収した二酸化炭素の量を数値として比較できるような方法がないかな。

花子：理科の授業で石灰水について勉強したよ。それを実験で利用できないかな。

花子さんのノートの一部

○石灰水について

・石灰水は，水酸化カルシウム$Ca(OH)_2$が溶解した飽和水溶液である。また，二酸化炭素CO_2は水に溶けると，炭酸H_2CO_3となる。

・石灰水に二酸化炭素を通すと，次の化学反応が起こる。

$Ca(OH)_2+H_2CO_3 \rightarrow CaCO_3+2H_2O$

・石灰水が白くにごるのは，炭酸カルシウム$CaCO_3$が，水に溶けにくい白色の固体だから。

・このように，この反応は，水に溶けた二酸化炭素と水酸化カルシウムの中和である。

《実験》

【方法】

❶ ４本の試験管Ｄ，Ｅ，Ｆ，Ｇを用意する。**表**に示す組み合わせで，大きさのほぼ同じタンポポの葉および同量の二酸化炭素を試験管に入れ，ゴム栓をする。(二酸化炭素の量は，光合成を行うのに十分な量とする。)

❷ **表**に示すように昼白光のLEDライトを１灯または同じLEDライトを２灯用い，試験管に光を 30 分当てる。

❸ 試験管に石灰水を入れ，再びゴム栓をしてよくふる。

❹ 石灰水をろ過し，ろ液に少量のBTB液を入れる。

❺ BTB液の色の変化に注意しながら，ろ液にある濃度の塩酸を少しずつ加えていき，中性になるまでに必要な塩酸の量を測定する。

表

	実験の操作		
	方法❶で試験管に加えるもの		**方法❷**で用いる LED ライトの数
	二酸化炭素	タンポポの葉	
試験管 D	入れない	入れない	1 灯
試験管 E	入れる	入れない	1 灯
試験管 F	入れる	入れる	1 灯
試験管 G	入れる	入れる	2 灯

【結果の予想】

・試験管Ｄと試験管Ｅを比べた場合，**方法❺**で中性になるまでに必要な塩酸の量は，試験管Ｅの方が少なくなる。
(理由) [え] ため，石灰水の中の水酸化カルシウムの量が減るから。

・試験管Ｅ～試験管Ｇで使用する塩酸の量の大小関係は [お] となる。
(理由) タンポポの葉を入れた試験管では，光を強くすることで光合成が活発になり，タンポポの葉が吸収する二酸化炭素の量が増えるから。

① 文中の [え] に当てはまる内容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 石灰水は，水酸化カルシウムの飽和水溶液である
イ 二酸化炭素を入れることで，試験管内の酸素の割合が減っている
ウ 炭酸カルシウムが，水に溶けない白色の固体である
エ 炭酸と水酸化カルシウムが，中和している

② 文中の［ お ］に当てはまる内容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 試験管Ｅ＞試験管Ｆ＞試験管Ｇ　　イ 試験管Ｅ＞試験管Ｇ＞試験管Ｆ

ウ 試験管Ｇ＞試験管Ｆ＞試験管Ｅ　　エ 試験管Ｇ＞試験管Ｅ＞試験管Ｆ

問１	①		
	②		
問２	①		
	②		

問１	①	イ	ウ
	②	キ	
問２	①	エ	
	②	ウ	

問１ ① バイオマス発電では，植物や動物から生まれた資源を燃料として使い，タービンを回して発電を行うため，燃料を安定して確保することが課題である。間伐材や木くずのほかに，動物の排泄物などもバイオマス発電の燃料となる。放射性廃棄物の管理が課題となるのは原子力発電である。

② **対照実験**

調べたいことがらがあるとき，そのことがらの有無以外の条件をすべて同じにして行う実験。このようにして実験を行うことで，そのことがらが実験の結果に影響をおよぼしているか，いないかを確かめることができる。

試験管ＡとＢでは，「日光を当てたかどうか」の条件だけが異なり，そのほかの条件は同じになっているため，「植物が二酸化炭素を吸収するのかどうか」を調べる実験の対照実験としては不十分である。タンポポの葉の有無以外は試験管Ａと同じ条件となる試験管Ｃを用意し，試験管ＡとＣの実験結果を比較することで，「植物が二酸化炭素を吸収するのかどうか」を調べることができる。

問２ ① 水酸化カルシウムの水溶液である石灰水はアルカリ性を示す。石灰水に二酸化炭素を通すと，炭酸と水酸化カルシウムが中和するため，二酸化炭素を通さない場合よりも石灰水の中の水酸化カルシウムの量が減る。

② 試験管Ｅ，Ｆ，Ｇでは，いずれも二酸化炭素を入れた上で，Ｅにはタンポポの葉を入れず，Ｆにはタンポポの葉を入れた上でＬＥＤライトの数を１灯とし，Ｇにはタンポポの葉を入れた上でＬＥＤライトの数を２灯としている。このようにすると，光が強いＧではタンポポの葉が活発に光合成を行い，多くの二酸化炭素が吸収されるので，石灰水を入れたときに水酸化カルシウムは少ししか中和されず，中性になるまでに必要な塩酸の量は多くなる。光が弱いＦではタンポポの葉が少し光合成を行い，Ｇより少ない量の二酸化炭素が吸収されるので，石灰水を入れたときに中和される水酸化カルシウムはＧより多く，中性になるまでに必要な塩酸の量はＧより少なくなる。タンポポの葉を入れていないＥでは光合成は行われず，二酸化炭素が吸収されないので，石灰水を入れたときに中和される水酸化カルシウムはＦより多く，中性になるまでに必要な塩酸の量はＦより少なくなる。次の表は，これをまとめたものである。

	吸収される 二酸化炭素の量	炭酸によって中和される 水酸化カルシウムの量	中性になるまでに 必要な塩酸の量
試験管E	0	多い	少ない
試験管F	Gより少ない	中間	中間
試験管G	最も多い	少ない	多い

【過去問 9】

次の**問１**から**問８**に答えなさい。

（栃木県 2023 年度）

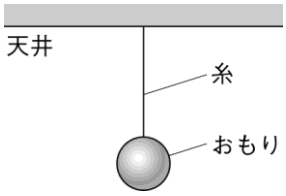
問１　次のうち，子房がなく胚珠がむきだしになっている植物はどれか。

ア　サクラ　　**イ**　アブラナ　　**ウ**　イチョウ　　**エ**　ツツジ

問２　次のうち，空気中に最も多く含まれる気体はどれか。

ア　水素　　**イ**　窒素　　**ウ**　酸素　　**エ**　二酸化炭素

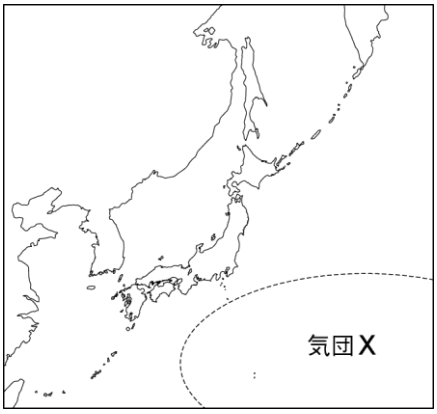
問３　右の図のように，おもりが天井から糸でつり下げられている。このとき，おもりにはたらく重力とつり合いの関係にある力はどれか。



ア　糸がおもりにおよぼす力　　**イ**　おもりが糸におよぼす力

ウ　糸が天井におよぼす力　　**エ**　天井が糸におよぼす力

問４　右の図は，日本付近において，特定の季節に日本の南側に発達する気団Ｘを模式的に表したものである。気団Ｘの特徴として，最も適切なものはどれか。



ア　冷たく乾燥(かんそう)した大気のかたまり

イ　冷たく湿(しめ)った大気のかたまり

ウ　あたたかく乾燥(かんそう)した大気のかたまり

エ　あたたかく湿(しめ)った大気のかたまり

問５　地震が起こると，震源ではＰ波とＳ波が同時に発生する。このとき，震源から離れた場所に，はじめに到達するＰ波によるゆれを何というか。

問６　熱いものにふれたとき，熱いと感じる前に，思わず手を引っこめるなど，ヒトが刺激を受けて，意識とは無関係に起こる反応を何というか。

問７　100Ｖの電圧で 1200Wの電気器具を使用したときに流れる電流は何Ａか。

問８　酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びついてできた物質を何というか。

問１	
問２	
問３	
問４	
問５	
問６	
問７	A
問８	

問１	ウ
問２	イ
問３	ア
問４	エ
問５	初期微動
問６	反射
問７	12　A
問８	塩

問１ 子房がなく胚珠がむきだしになっているのは裸子植物で，ウのイチョウがあてはまる。アのサクラ，イのアブラナ，エのツツジはいずれも胚珠が子房につつまれている被子植物である。

問２ 空気中に最も多く含まれる気体は窒素で，空気のうち約 78%をしめている。次に多い酸素は約 21%で，そのほかの気体はごくわずかである。

問３ 糸がおもりを上向きに引く力と，おもりにはたらく下向きの重力がつり合っている。

問４ 気団Ｘは小笠原気団で，あたたかく湿っているという特徴をもつ。

問５ Ｐ波によるゆれを初期微動，Ｓ波によるゆれを主要動という。Ｐ波の方がＳ波より伝わるのが速いため，地震が発生するとまず初期微動がはじまり，しばらくすると主要動がはじまる。

問６ 熱いものにふれると，刺激の信号が脊髄に伝わり，脊髄から直接命令の信号が出される。この信号が筋肉に伝わるため，熱いと感じる前に反応が起こる。

問７ 電力の計算

電力【W】＝電圧【V】×電流【A】

問８ 中和が起こるときは，酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びついて塩ができ，酸の陽イオン（水素イオン）とアルカリの陰イオン（水酸化物イオン）が結びついて水ができる。

【過去問 10】

塩化銅水溶液の電気分解について調べるために，次の**実験**(1)，(2)，(3)を順に行った。

(1) **図１**のように，電極に炭素棒を用いて，10%の塩化銅水溶液の電気分解を行ったところ，陽極では気体が発生し，陰極では表面に赤色の固体が付着した。

(2) 新たに 10%の塩化銅水溶液を用意し，**実験**(1)と同様の装置を用いて，0.20Aの電流を流して電気分解を行った。その際，10 分ごとに電源を切って陰極を取り出し，付着した固体の質量を測定した。

(3) 電流の大きさを 0.60Aに変えて，**実験**(2)と同様に実験を行った。

図２は，**実験**(2)，(3)について，電流を流した時間と付着した固体の質量の関係をまとめたものである。

図１

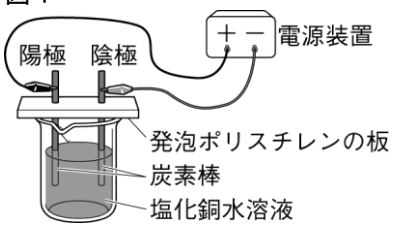
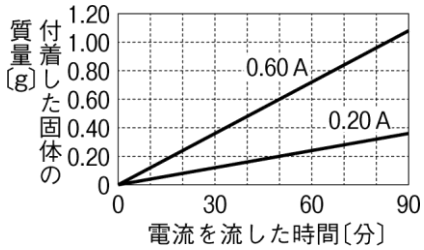


図２



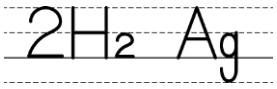
このことについて，次の**問１**，**問２**，**問３**に答えなさい。

（栃木県 2023 年度）

問１ **実験**(1)について，気体のにおいを調べるときの適切なかぎ方を，簡潔に書きなさい。

問２ **実験**(1)で起きた化学変化を，**図３**の書き方の例にならい，文字や数字の大きさを区別して，化学反応式で書きなさい。

図３



問３ **実験**(2)，(3)について，電流の大きさを 0.40Aにした場合，付着する固体の質量が 1.0ｇになるために必要な電流を流す時間として，最も適切なものはどれか。

ア 85 分　　**イ** 125 分　　**ウ** 170 分　　**エ** 250 分

問１	
問２	
問３	

問１	例 手であおぎながらかぐ。
問２	$CuCl_2 \rightarrow Cu + Cl_2$
問３	イ

問１ 気体のにおいをかぐときは，深く吸いこんだりしないように，手であおぎながらかぐ。

問２ 塩化銅（$CuCl_2$）が銅（Cu）と塩素（Cl_2）に分解される。

問３ **図２**から，0.20Ａの電流を 50 分流すと，0.20ｇの銅が付着し，0.60Ａの電流を 50 分流すと，0.60ｇの銅が付着したことがわかる。よって，0.40Ａの電流を 50 分流すと，0.40ｇの銅が付着すると考えられる。1.0ｇの固体が付着するのに必要な時間を x 分とすると，$1.0 : x = 0.40 : 50$ より，$x = 125$ 分と求められる。

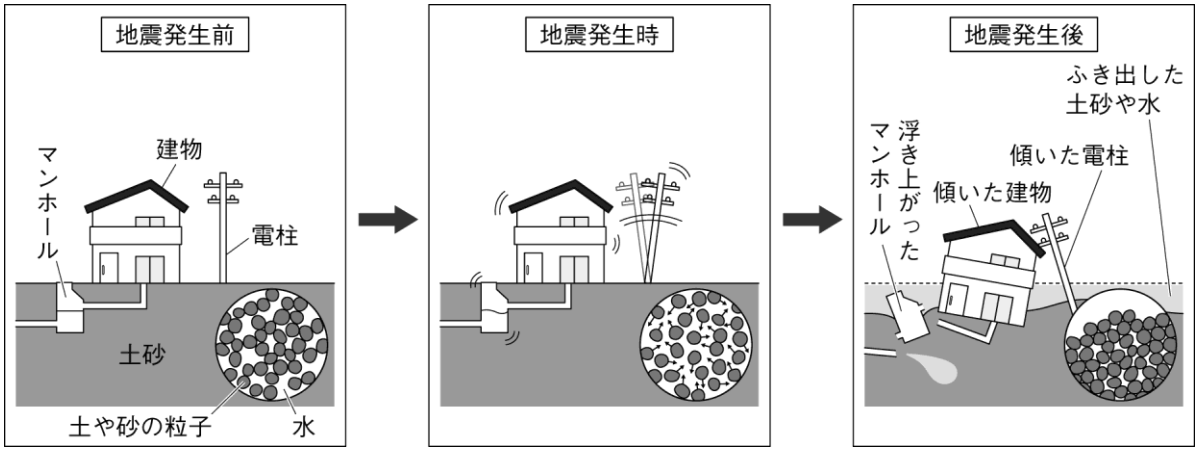
【過去問 11】

次の各問に答えなさい。

（埼玉県 2023 年度）

問１　海岸の埋め立て地や河川沿いなどの砂地において，地震による揺れで**図１**のような被害をもたらす，地面が急にやわらかくなる現象を何といいますか。下の**ア**～**エ**の中から一つ選び，その記号を書きなさい。

図１



ア　津波　　**イ**　土石流　　**ウ**　液状化　　**エ**　高潮

問２　次の**ア**～**エ**の細胞のつくりのうち，植物の細胞と動物の細胞に共通して見られるつくりを**二つ**選び，その記号を書きなさい。

ア　核　　**イ**　葉緑体　　**ウ**　細胞膜　　**エ**　細胞壁

問３　硫酸銅水溶液，硫酸亜鉛水溶液の入った試験管を３本ずつ用意し，それぞれの水溶液に，銅，亜鉛，マグネシウムの金属片を**図２**のように入れました。**表１**はしばらくおいたあとに観察した結果をまとめたものです。この結果から，銅，亜鉛，マグネシウムを**イオンになりやすい順**に並べたものを，下の**ア**～**エ**の中から一つ選び，その記号を書きなさい。

図２

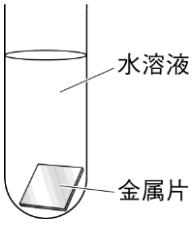


表１

		水溶液	
		硫酸銅水溶液	硫酸亜鉛水溶液
金属片	銅	変化がなかった。	変化がなかった。
	亜鉛	金属表面に赤色の物質が付着した。	変化がなかった。
	マグネシウム	金属表面に赤色の物質が付着した。	金属表面に銀色の物質が付着した。

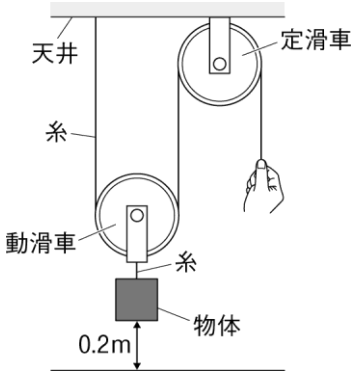
ア　銅＞亜鉛＞マグネシウム　**イ**　銅＞マグネシウム＞亜鉛

ウ　マグネシウム＞銅＞亜鉛　**エ**　マグネシウム＞亜鉛＞銅

問４　**図３**のように，一定の速さで糸を引いて物体を 0.2mもち上げます。物体に 20Nの重力がはたらいているとき，糸を引く力の大きさと，糸を引く距離の組み合わせとして最も適切なものを，次の**ア**～**エ**の中から一つ選び，その記号を書きなさい。ただし，糸と滑車の質量，糸と滑車の間の摩擦は考えないものとします。

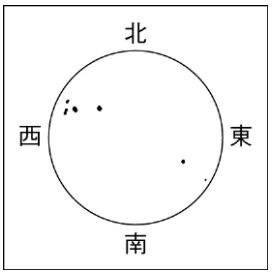
	糸を引く力の大きさ〔N〕	糸を引く距離〔m〕
ア	10	0.2
イ	10	0.4
ウ	20	0.2
エ	20	0.4

図３



問５　**図４**は，天体望遠鏡に太陽投影板と遮光板をとりつけて太陽の像を投影したときに，まわりより暗く見える部分を記録用紙にスケッチしたものです。この部分の名称を書きなさい。

図４

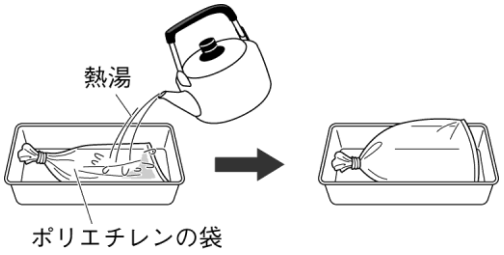


問６　**図５**のバッタやカニのように，外骨格をもち，からだに多くの節がある動物をまとめて何といいますか。その名称を書きなさい。

図５

問７　ポリエチレンの袋に液体のエタノール 4.0ｇを入れ，空気を抜いて密閉したものに，**図６**のように熱湯をかけると，エタノールはすべて気体となり，袋の体積は 2.5Ｌになりました。このときのエタノールの気体の密度は何ｇ/cm^3か求めなさい。

図６



問８　放射性物質が，放射線を出す能力のことを何といいますか。その名称を書きなさい。

問１	
問２	と
問３	
問４	
問５	
問６	
問７	g/cm^3
問８	

問１	**ウ**
問２	**ア と ウ**
問３	**エ**
問４	**イ**
問５	**黒点**
問６	**節足動物**
問７	**0.0016** g/cm^3
問８	**放射能**

問２ 葉緑体・細胞壁は，植物の細胞のみで観察される。

問３ 金属のイオンへのなりやすさ

イオンになりやすい金属の単体を，イオンになりにくい金属の陽イオンが存在する水溶液に入れると，次のように変化する。

・イオンになりやすい金属…イオンになりにくい金属の陽イオンに電子を与え，陽イオンとなって水溶液中に溶け出す。

・イオンになりにくい金属の陽イオン…イオンになりやすい金属から電子を受けとって，金属の単体になる（イオンになりやすい金属の表面に付着する)。

表１より，銅片を硫酸亜鉛水溶液に入れても変化がなかったことから，亜鉛＞銅がいえる。また，マグネシウムを硫酸銅水溶液・硫酸亜鉛水溶液のどちらに入れても,銅と亜鉛が単体の金属として現れることから，マグネシウム＞銅，マグネシウム＞亜鉛がいえる。まとめると，３種類の金属のイオンになりやすい順は，マグネシウム＞亜鉛＞銅となる。

問４ 動滑車を１つ使って物体をもち上げる場合，直接もち上げる場合に比べ，糸を引く力の大きさは半分となるが，引く距離の大きさは２倍となり，仕事の大きさは変わらない（仕事の原理)。よって，糸を引く力の大き

さは，物体にはたらく 20Nの重力の半分の 10Nであるが，糸を引く距離は，**図３**で物体がもち上げられている 0.2mの距離の２倍の，0.4mである。なお，定滑車は，仕事の大きさに影響しない。

問７ 状態変化では質量は変化しないため，気体のエタノールの質量は 4.0ｇのままである。よって，その密度は，１Ｌ＝1000cm^3より，4.0ｇ÷2500cm^3＝0.0016ｇ/cm^3となる。

【過去問 12】

金属のイオンへのなりやすさを調べるため，次の**実験**を行いました。これに関して，あとの**問１～問４**に答えなさい。

（千葉県 2023 年度）

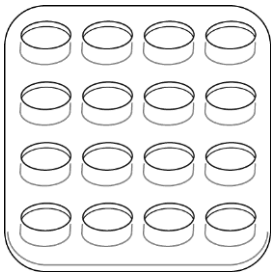
実験

① **図１**のようなマイクロプレートの穴の大きさに合わせて台紙に表をかき，４種類の金属片と４種類の水溶液を入れる場所を決めた。

② **図２**の模式図のように，マイクロプレートを台紙の表の位置に合わせて置き，それぞれに対応する金属片と水溶液を入れた。

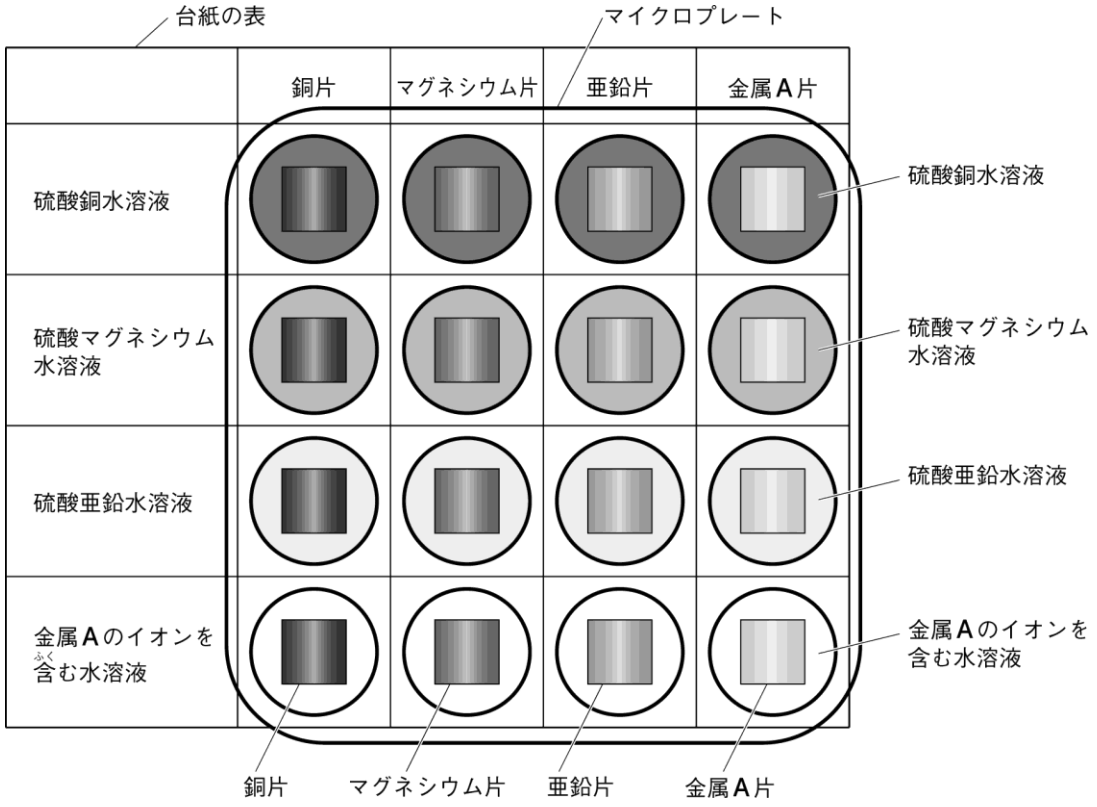
③ それぞれの組み合わせで，どのような変化が起きているかを観察した。

図１



表は，金属片に固体が付着した場合を○，固体が付着しなかった場合を×として，**実験**の結果をまとめたものである。

図２



表

	銅片	マグネシウム片	亜鉛片	金属A片
硫酸銅水溶液	×	○	○	○
硫酸マグネシウム水溶液	×	×	×	×
硫酸亜鉛水溶液	×	○	×	×
金属Aのイオンを含む水溶液	×	○	○	×

問１　**実験**に用いた水溶液には，陽イオンと陰イオンが含まれている。このうち，陽イオンについて説明した文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　原子が電子を受けとって，－(マイナス)の電気を帯びたものを陽イオンという。

イ　原子が電子を受けとって，＋(プラス)の電気を帯びたものを陽イオンという。

ウ　原子が電子を失って，－の電気を帯びたものを陽イオンという。

エ　原子が電子を失って，＋の電気を帯びたものを陽イオンという。

問２　次の文は，**実験**でマイクロプレートにマグネシウム片と硫酸亜鉛水溶液を入れたときに起きた変化について述べたものである。文中の［ x ］，［ y ］にあてはまる最も適当な物質名を，それぞれ書きなさい。

> マイクロプレートにマグネシウム片と硫酸亜鉛水溶液を入れると，［ x ］原子が電子を失って［ x ］イオンとなり，［ y ］イオンが電子を受けとって［ y ］原子となる。

問３　**実験**の結果から，**実験**で用いた金属をイオンになりやすい順に左から並べたものとして最も適当なものを，次の**ア**～**エ**のうちから一つ選び，その符号を書きなさい。

ア　銅，　金属Ａ，　亜鉛，　マグネシウム

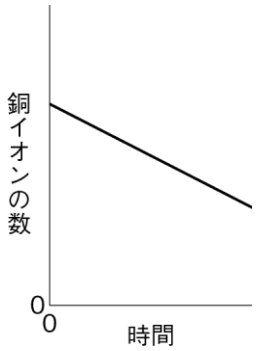
イ　マグネシウム，　亜鉛，　金属Ａ，　銅

ウ　銅，　亜鉛，　金属Ａ，　マグネシウム

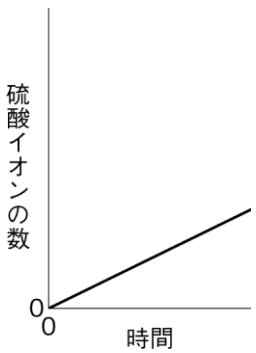
エ　マグネシウム，　金属Ａ，　亜鉛，　銅

問４　**図３**は，**実験**でマイクロプレートに亜鉛片と硫酸銅水溶液を入れたとき，入れてからの時間と入れた硫酸銅水溶液中の銅イオンの数の関係を模式的に表したグラフである。このときの，時間と硫酸銅水溶液中の硫酸イオンの数の関係を模式的に表したグラフ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。

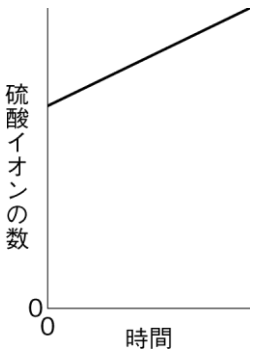
図３



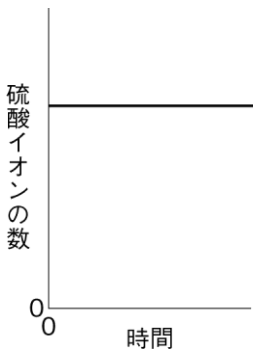
ア



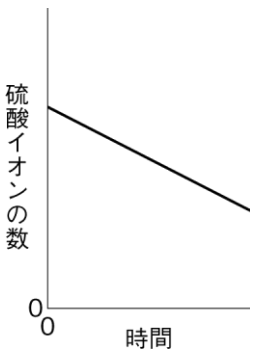
イ



ウ



エ



問１		
問２	x	
	y	
問３		
問４		

問１	エ	
問２	x	マグネシウム
	y	亜鉛
問３	イ	
問４	ウ	

問１ 電子は－の電気を帯びているので，電子を失うと＋の電気を帯びた陽イオンに，電子を受けとると－の電気を帯びた陰イオンになる。

問２ 硫酸亜鉛水溶液中には亜鉛イオンがあり，ここにマグネシウム片を入れると，マグネシウム原子が電子を失ってマグネシウムイオンになり，亜鉛イオンが電子を受けとって亜鉛原子になる。これは，マグネシウムと亜鉛ではマグネシウムの方がイオンになりやすいためである。

問３ 硫酸銅水溶液にマグネシウム片，亜鉛片，金属Ａ片のいずれを入れても固体が付着し，硫酸マグネシウム水溶液，硫酸亜鉛水溶液，金属Ａのイオンを含む水溶液のいずれに銅片を入れたときも固体が付着しなかったことから，銅が最もイオンになりにくいとわかる。また，硫酸マグネシウム水溶液に銅片，亜鉛片，金属Ａ片のいずれを入れても固体は付着せず，硫酸銅水溶液，硫酸亜鉛水溶液，金属Ａのイオンを含む水溶液のいずれにマグネシウム片を入れたときも固体が付着したことから，マグネシウムが最もイオンになりやすいとわかる。硫酸亜鉛水溶液に金属Ａ片を入れたときは固体は付着せず，金属Ａのイオンを含む水溶液に亜鉛片を入れたときは固体が付着したことから，亜鉛の方が金属Ａよりもイオンになりやすいとわかる。よって，イオンになりやすい順に，マグネシウム，亜鉛，金属Ａ，銅となる。

問４ 亜鉛は電子を失って亜鉛イオンになり，銅イオンは電子を受けとって銅原子になるため，銅イオンの数は時間とともに減少していき，亜鉛イオンの数は増加していくが，このとき硫酸イオンの数は変化しない。

【過去問 13】

水溶液の実験について，次の各問に答えよ。

（東京都 2023 年度）

＜**実験１**＞を行ったところ，＜**結果１**＞のようになった。

＜**実験１**＞

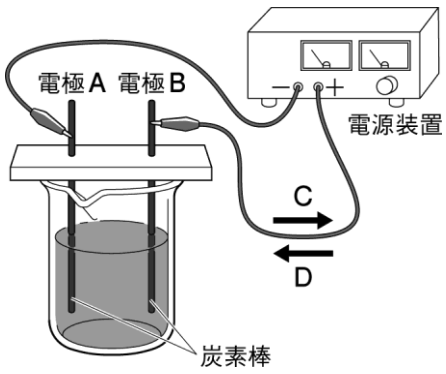
(1) **図１**のように，炭素棒，電源装置をつないで装置を作り，ビーカーの中に５％の塩化銅水溶液を入れ，3.5Vの電圧を加えて，３分間電流を流した。

電流を流している間に，電極A，電極B付近の様子などを観察した。

(2) ＜**実験１**＞の(1)の後に，それぞれの電極を蒸留水（精製水）で洗い，電極の様子を観察した。

電極Aに付着した物質をはがし，その物質を薬さじでこすった。

図１



＜**結果１**＞

(1) ＜**実験１**＞の(1)では，電極Aに物質が付着し，電極B付近から気体が発生し，刺激臭がした。

(2) ＜**実験１**＞の(2)では，電極Aに赤い物質の付着が見られ，電極Bに変化は見られなかった。その後，電極Aからはがした赤い物質を薬さじでこすると，金属光沢が見られた。

次に＜**実験２**＞を行ったところ，＜**結果２**＞のようになった。

＜**実験２**＞

(1) **図１**のように，炭素棒，電源装置をつないで装置を作り，ビーカーの中に５％の水酸化ナトリウム水溶液を入れ，3.5Vの電圧を加えて，３分間電流を流した。

電流を流している間に，電極Aとその付近，電極Bとその付近の様子を観察した。

(2) ＜**実験２**＞の(1)の後，それぞれの電極を蒸留水で洗い，電極の様子を観察した。

＜**結果２**＞

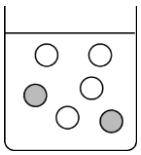
(1) ＜**実験２**＞の(1)では，電流を流している間に，電極A付近，電極B付近からそれぞれ気体が発生した。

(2) ＜**実験２**＞の(2)では，電極A，電極B共に変化は見られなかった。

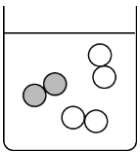
問１ 塩化銅が蒸留水に溶けて陽イオンと陰イオンに分かれた様子を表したモデルとして適切なのは，下の**ア**～**オ**のうちではどれか。

ただし，モデルの● は陽イオン１個，○ は陰イオン１個とする。

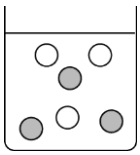
ア



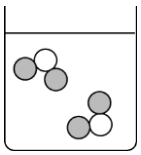
イ



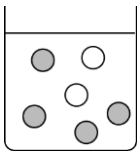
ウ



エ



オ



問２　＜**結果１**＞から，電極Ａは陽極と陰極のどちらか，また，回路に流れる電流の向きはＣとＤのどちらか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。

	電極Ａ	回路に流れる電流の向き
ア	陽極	Ｃ
イ	陽極	Ｄ
ウ	陰極	Ｃ
エ	陰極	Ｄ

問３　＜**結果１**＞の(1)から，電極Ｂ付近で生成された物質が発生する仕組みを述べた次の文の［ ① ］と［ ② ］にそれぞれ当てはまるものを組み合わせたものとして適切なのは，下の表の**ア**～**エ**のうちではどれか。

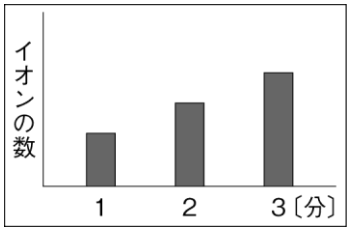
塩化物イオンが電子を［ ① ］，塩素原子になり，塩素原子が［ ② ］，気体として発生した。

	①	②
ア	放出し（失い）	原子１個で
イ	放出し（失い）	２個結び付き，分子になり
ウ	受け取り	原子１個で
エ	受け取り	２個結び付き，分子になり

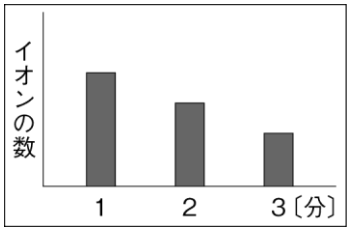
問４　＜**結果１**＞から，電流を流した時間と水溶液中の銅イオンの数の変化の関係を模式的に示した図として適切なのは，下の［ ① ］の**ア**～**ウ**のうちではどれか。また，＜**結果２**＞から，電流を流した時間と水溶液中のナトリウムイオンの数の変化の関係を模式的に示した図として適切なのは，下の［ ② ］の**ア**～**ウ**のうちではどれか。

①

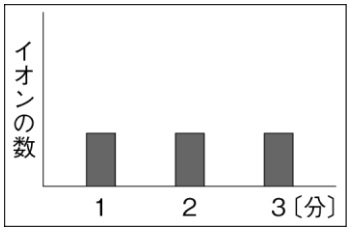
ア



イ

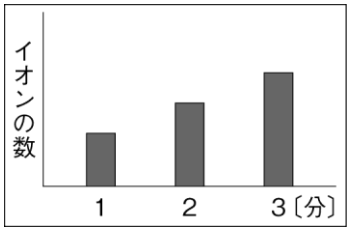


ウ

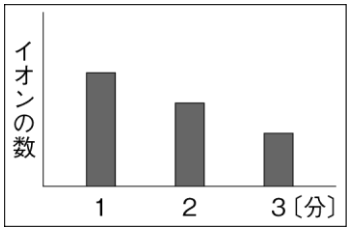


②

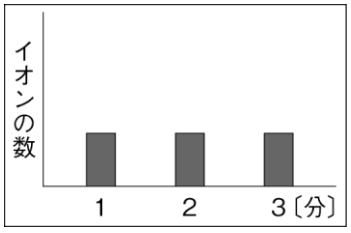
ア



イ



ウ



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

問１	ア	
問２	エ	
問３	イ	
問４	①	②
	イ	ウ

問１ 塩化銅は，陰イオンである塩化物イオン（Cl^-）と，陽イオンである銅イオン（Cu^{2+}）に電離する。これを化学反応式で表すと， $CuCl_2 \rightarrow Cu^{2+}+2Cl^-$ となる。よって，モデルでは●と○の数の比が１：２となる。

問２ 電源装置の－極につながっているＡが陰極である。電流は，電源装置の＋極から出て－極に入るＤの向きに流れる。

問３ 塩化物イオン（Cl^-）が電子を失って塩素原子になり，それが２個結び付いて塩素分子（Cl_2）になる。

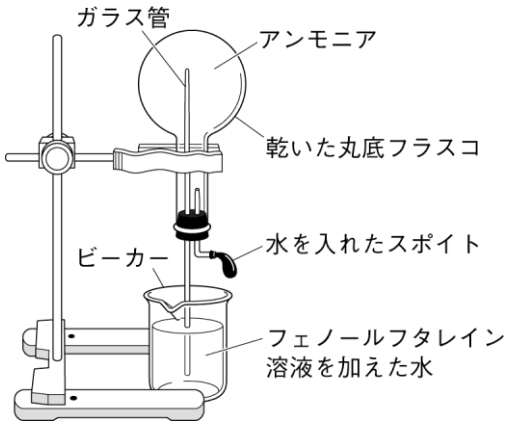
問４ ＜**実験１**＞では，電流を流すと塩化銅が電気分解される。このとき電極Ａ付近では，銅イオン（Cu^{2+}）が電子を受け取って銅原子（Cu）となり，炭素棒に付着する。このため，水溶液中の銅イオンは，電流を流す時間が長くなるほど減少していく。一方，＜**実験２**＞では，電流を流すと水の電気分解が起き，電極Ａ付近からは水素，電極Ｂ付近からは酸素が発生する。このとき，水溶液中のナトリウムイオンの数は変化しない。

【過去問 14】

次の各問いに答えなさい。

（神奈川県 2023 年度）

問１　右の図のような装置を用いて，水を入れたスポイトを押してアンモニアをみたした丸底フラスコ内に水を入れると，ビーカー内のフェノールフタレイン溶液を加えた水がガラス管を通って丸底フラスコ内に噴き出し，その水が赤く色づいた。次の［　　］中のａ～ｃのうち，この現象からわかるアンモニアの性質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。



［　ａ　刺激臭がある。　　ｂ　水に溶けやすい。　　ｃ　水に溶けるとアルカリ性を示す。　］

１　ａのみ　　２　ｂのみ　　３　ｃのみ　　４　ａとｂ　　５　ａとｃ　　６　ｂとｃ

問２　次の表は，硝酸カリウムの溶解度を示したものである。20℃の水 100ｇに硝酸カリウムを少しずつ溶かして飽和水溶液としたのち，水 100ｇを加えて，60℃になるまで加熱したとき，この水溶液に硝酸カリウムをあと何ｇ溶かすことができるか。あとの１～６の中から一つ選び，その番号を答えなさい。

水の温度〔℃〕	20	40	60	80
水 100ｇに溶ける硝酸カリウムの質量〔ｇ〕	32	64	109	169

１　64ｇ　　２　77ｇ　　３　109ｇ　　４　154ｇ　　５　186ｇ　　６　218ｇ

問３　うすい水酸化ナトリウム水溶液を入れたビーカーにフェノールフタレイン溶液を数滴加え，ガラス棒でよくかき混ぜながら，うすい塩酸を少しずつ加えていき，ビーカー内の水溶液の色を観察した。このとき，うすい塩酸を５mL 加えたところでビーカー内の水溶液が無色に変化し，その後うすい塩酸を合計 10mL になるまで加えたが，水溶液の色は無色のままだった。うすい塩酸を加え始めてから 10mL 加えるまでの，ビーカー内の水溶液に含まれるイオンの数の変化についての説明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　水素イオンの数は，増加したのち，一定になった。
２　水酸化物イオンの数は，減少したのち，増加した。
３　塩化物イオンの数は，はじめは一定で，やがて増加した。
４　ナトリウムイオンの数は，つねに一定だった。

問１	①　②　③　④　⑤　⑥
問２	①　②　③　④　⑤　⑥
問３	①　②　③　④

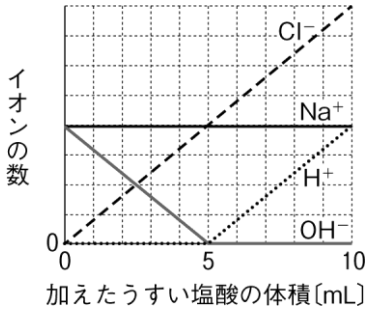
問１	６
問２	５
問３	４

問１ アンモニアには刺激臭があり，水に溶けやすく，水に溶けるとアルカリ性を示す。この実験では，アンモニアが水に溶けやすいため，スポイトを押して丸底フラスコ内に水を入れると，アンモニアが水に溶けて丸底フラスコ内の気圧が下がり，フェノールフタレイン溶液を加えた水が吸い上げられて噴水となる。このフェノールフタレイン溶液を加えた水にアンモニアが溶けると，アルカリ性を示すため，赤く色づく。よって，この実験からはアンモニアが水に溶けやすいことと，水に溶けるとアルカリ性を示すことがわかる。

問２ 硝酸カリウムは，20℃の水 100 g に 32 g 溶け，60℃の水 100 g に 109 g 溶ける。よって，この実験では，

$109\times\frac{200}{100}-32=186$ g の硝酸カリウムをさらに溶かすことができる。

問３ ビーカー内の水溶液は，はじめ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を示す。うすい塩酸を５mL 加えたときに無色に変化したことから，このとき中性になり，さらにうすい塩酸を加えると酸性になったと考えられる。ここでのイオンの数の変化を考えると，ナトリウムイオン（Na^+）はつねに一定である。水酸化物イオン（OH^-）はうすい塩酸を加えると中和によって減少していき，５mL 加えたところで０になり，その後は一定である。塩化物イオン（Cl^-）はうすい塩酸を加えるほど増加し続ける。水素イオン（H^+）はうすい塩酸を５mL 加える



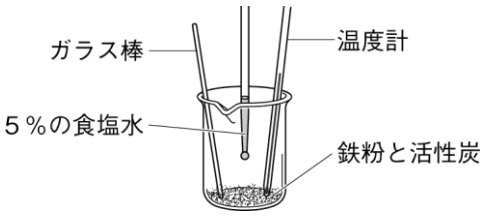
までは中和によって０のまま一定で，その後はうすい塩酸を加えるほど増加し続ける。これらのイオンの数の変化をまとめると，右の図のようになる。

【過去問 15】

化学変化にともなう熱の出入りについて調べるために，次の**実験**を行った。この**実験**に関して，下の**問１**～**問３**に答えなさい。

（新潟県 2023 年度）

実験 右の図のように，ビーカーに鉄粉５ｇと活性炭２ｇを入れて混ぜた後，質量パーセント濃度が５％の食塩水を２cm^3 加え，ガラス棒でかき混ぜながら，温度計で温度を測定すると，温度の上昇が確認できた。



問１ 食塩水について，次の①，②の問いに答えなさい。

① 次の［ X ］の中に物質の化学式を，［ Y ］，［ Z ］の中にイオンの化学式を書き入れて，水溶液中の塩化ナトリウムの電離を表す式を完成させなさい。

［ X ］ → ［ Y ］ ＋ ［ Z ］

② 質量パーセント濃度が５％の食塩水を 40ｇつくるとき，必要な食塩と水の質量はそれぞれ何ｇか。求めなさい。

問２ 化学変化が起こるときには，熱の出入りがともなう。このことについて，次の①，②の問いに答えなさい。

① 化学変化のうち，熱を周囲に放出し，温度が上がる反応を何というか。その用語を書きなさい。

② 化学変化には，熱を周囲から吸収し，温度が下がる反応もある．温度が下がる反応が起こる物質や水溶液の組合せとして，最も適当なものを，次の**ア**～**エ**から一つ選び，その符号を書きなさい。

ア マグネシウムと酸素　　**イ** 硫酸と水酸化バリウム水溶液

ウ 水酸化ナトリウム水溶液と塩酸　　**エ** 炭酸水素ナトリウムとクエン酸水溶液

問３ 寒いときにあたたまるために使うカイロは，この**実験**と同じ化学変化を利用している。カイロを持つ手があたたまるのは，カイロから手に熱が伝わるためである。このような熱の伝わり方を何というか。その用語を書きなさい。

問１	①	X			
		Y			
		Z			
	②	食塩		g	
		水		g	
問２	①			②	
問３					

問１	①	X	NaCl		
		Y	Na^+		
		Z	Cl^-		
	②	食塩	2　g		
		水	38　g		
問２	①	発熱反応		②	エ
問３	伝導（熱伝導）				

問１ ① 塩化ナトリウムNaClはナトリウムイオンNa^+と塩化物イオンCl^-からできている。塩化ナトリウムを水に溶かすと，それぞれのイオンに電離する。

② 質量パーセント濃度は，水溶液の質量に対する溶質の質量の割合を百分率で表したものである。

したがって，食塩水 40 g にふくまれる食塩の質量は，$40\times\frac{5}{100}=2$ g であり，水の質量は

40－２＝38 g となる。

問２ ② **ア**のマグネシウムは酸素と激しく反応して燃焼し，熱を発生する。**イ**や**ウ**のように，硫酸と水酸化バリウム水溶液を混ぜ合わせたり，水酸化ナトリウム水溶液と塩酸を混ぜ合わせたりすると中和し，熱を発生する。**エ**の炭酸水素ナトリウムとクエン酸水溶液を混ぜ合わせると温度が下がる。

問３ **熱の伝わり方**

熱の伝わり方には，熱が物体の中を伝わる伝導（熱伝導），あたためられた水や空気などが上昇し，温度の低い水や空気などが下降することで熱を運ぶ対流（熱対流），空気を伝わらず，空間をへだてて直接熱を出している物体から熱が伝わる放射（熱放射）の３つがある。

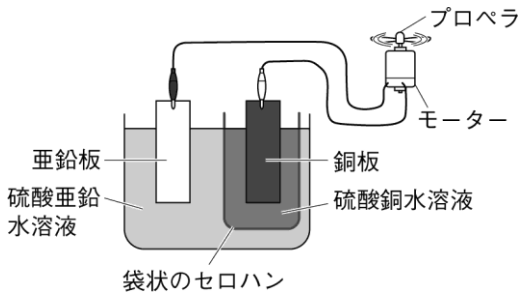
【過去問 16】

電池のしくみを調べるために，次の**実験１，２**を行った。この実験に関して，下の**問１～問３**に答えなさい。

（新潟県 2023 年度）

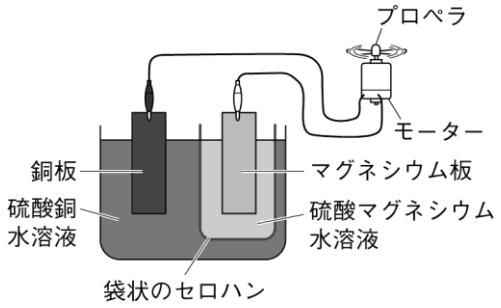
実験１　**図１**のように，硫酸銅水溶液と銅板が入った袋状のセロハンを，硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板が入ったビーカーの中に入れた。銅板と亜鉛板を，それぞれ導線でモーターとつないだところ，プロペラが回転した。

図１



実験２　**図２**のように，硫酸マグネシウム水溶液とマグネシウム板が入った袋状のセロハンを，硫酸銅水溶液と銅板が入ったビーカーの中に入れた。マグネシウム板と銅板を，それぞれ導線でモーターとつないだところ，プロペラが**実験１**とは逆に回転した。

図２



問１　**実験１**について，次の①，②の問いに答えなさい。

① 銅，亜鉛の化学式を，それぞれ書きなさい。

② 水溶液に入っている銅板と亜鉛板のそれぞれに起こる変化について述べた文として，最も適当なものを，次の**ア～エ**から一つ選び，その符号を書きなさい。

ア 銅板も亜鉛板も，ともに溶け出す。
イ 銅板は溶け出し，亜鉛板は表面に物質が付着する。
ウ 銅板は表面に物質が付着し，亜鉛板は溶け出す。
エ 銅板も亜鉛板も，ともに表面に物質が付着する。

問２　次の文は，**実験２**において，プロペラが**実験１**とは逆に回転した理由を説明したものである。文中の［ X ］～［ Z ］に当てはまる語句の組合わせとして，最も適当なものを，下の**ア**～**カ**から一つ選び，その符号を書きなさい。

> **実験１**では［ X ］が－極になり，モーターに電流が流れたが，［ Y ］の方が陽イオンになりやすく，**実験２**では［ Z ］が－極になり，モーターに電流が流れたから。

ア　〔X　亜鉛板，　Y　銅に比べてマグネシウム，　Z　銅板　　〕
イ　〔X　亜鉛板，　Y　銅に比べてマグネシウム，　Z　マグネシウム板〕
ウ　〔X　亜鉛板，　Y　マグネシウムに比べて銅，　Z　銅板　　〕
エ　〔X　亜鉛板，　Y　マグネシウムに比べて銅，　Z　マグネシウム板〕
オ　〔X　銅板，　Y　銅に比べてマグネシウム，　Z　マグネシウム板〕
カ　〔X　銅板，　Y　マグネシウムに比べて銅，　Z　マグネシウム板〕

問３　**実験１，２**で用いた袋状のセロハンのはたらきについて述べた文として，最も適当なものを，次の**ア**～**エ**から一つ選び，その符号を書きなさい。

ア　２種類の水溶液を分けて，水溶液中のイオンが通過できないようにする。
イ　２種類の水溶液を分けて，水溶液中の陽イオンだけが通過できないようにする。
ウ　２種類の水溶液を分けるが，水溶液中のイオンは通過できるようにする。
エ　２種類の水溶液を分けるが，水溶液中の陽イオンだけは通過できるようにする。

問１	①	銅		亜鉛	
	②				
問２					
問３					

問１	①	銅	Cu	亜鉛	Zn
	②	**ウ**			
問２	**イ**				
問３	**ウ**				

問１　② 亜鉛板の表面では，亜鉛原子が電子を放出して亜鉛イオンとなり，水溶液中に溶け出す。また，このとき放出された電子は導線を通って銅板の方へと移動していく。銅板の表面では，硫酸銅水溶液中の銅イオンが電子を受け取り，銅原子となるため銅板の表面に銅が付着する。

問２　化学電池では，電子を放出する電極が－極となるため，**実験１**では亜鉛板が－極となる。また，モーターは電流の流れる向きによって回転する向きが異なる。このことから，**実験２**では，マグネシウム板の方から電子が放出されたことがわかる。よって，銅に比べてマグネシウムの方が陽イオンになりやすいためマグネシウム板から電子が放出され，**実験２**ではマグネシウム板が－極になったことがわかる。

【過去問 17】

酸とアルカリの反応に関する**実験**を行った。あとの問いに答えなさい。

（富山県 2023 年度）

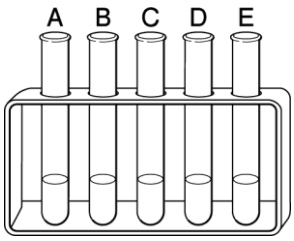
〈**実験**〉

㋐ **図１**のように，試験管Ａ～Ｅにそれぞれ 3.0cm³ のうすい塩酸を入れた。それぞれの試験管に，少量の緑色のBTB溶液を入れてふり混ぜた。この結果，すべての試験管の水溶液は黄色になった。

㋑ 試験管Ｂ～Ｅにうすい水酸化ナトリウム水溶液をこまごめピペットで加え，ふり混ぜた。**表**は，それぞれの試験管に加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積をまとめたものである。この結果，試験管Ｃの水溶液の色は緑色になった。

㋒ ㋑の後，試験管Ａ～Ｅの試験管の水溶液に小さく切ったマグネシウムリボンを入れた。この結果，いくつかの試験管から気体が発生した。

図１



表

試験管	加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積〔cm³〕
A	0
B	1.5
C	3.0
D	4.5
E	6.0

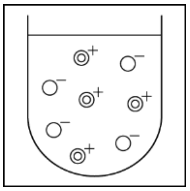
問１ 塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えたときの反応を，化学反応式で書きなさい。

問２ 次の文は，㋑における試験管Ｂ～Ｅの水溶液中のイオンについて説明したものである。文中の空欄（ Ｘ ），（ Ｙ ）に適切なことばを書きなさい。

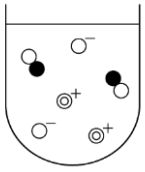
> 試験管Ｂ～Ｅの水溶液では，塩酸の水素イオンと，水酸化ナトリウム水溶液の（ Ｘ ）イオンが結びついて，たがいの性質を打ち消しあう。この反応を（ Ｙ ）という。

問３ **図２**は，㋐における試験管Ｂの水溶液のようすを，水以外について粒子のモデルで表したものである。これを参考に，㋑における試験管Ｂの水溶液のようすを表した図として最も適切なものを，次の**ア**～**エ**から１つ選び，記号で答えなさい。なお，ナトリウム原子を●，塩素原子を○，水素原子を◎として表している。また，イオンになっている場合は，帯びている電気をモデルの右上に＋，－をつけて表している。

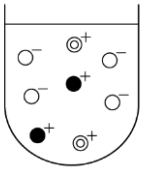
図２



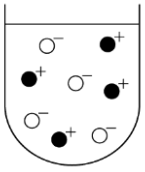
ア



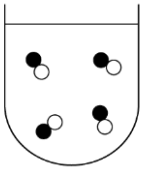
イ



ウ



エ

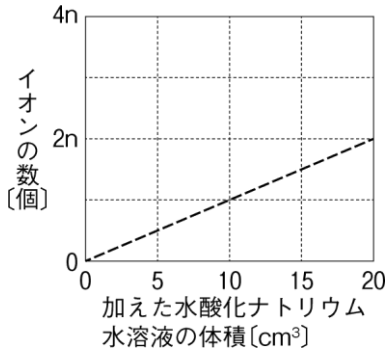


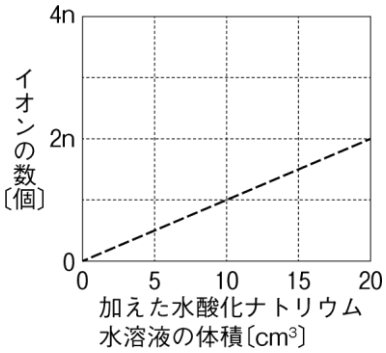
問４　㋒において，気体が発生する試験管はどれか。試験管Ａ～Ｅから**すべて**選び，記号で答えなさい。

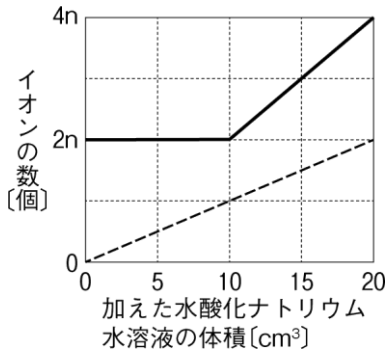
問５　**実験**で使ったものと同じ塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を使い，10cm³の塩酸を入れたビーカーに，20cm³の水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加え，混ぜ合わせた。**図３**の破線（- - - - -）は，加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積と，混ぜ合わせた水溶液中のナトリウムイオンの数の関係を表したグラフである。

最初にビーカーに入れた塩酸 10cm³中の全イオン数（陽イオンと陰イオンの数の合計）を2n個とすると，ビーカーの水溶液中の全イオン数はどのように変化するか。グラフに実線（――）でかき入れなさい。

図３



問１	＋　　→　　＋			
問２	X		Y	
問３				
問４				
問５				

<table>
<tr><td>問１</td><td colspan="4">HCl ＋ NaOH → NaCl ＋ H_2O</td></tr>
<tr><td>問２</td><td>X</td><td>水酸化物</td><td>Y</td><td>中和</td></tr>
<tr><td>問３</td><td colspan="4">イ</td></tr>
<tr><td>問４</td><td colspan="4">A，B</td></tr>
<tr><td>問５</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
</table>

問３ 試験管Ｃの水溶液の色が緑色になったことから，うすい塩酸3.0cm³は水酸化ナトリウム水溶液3.0cm³と過不足なく反応する。よって，試験管Ｂの水溶液は酸性である。この水溶液中には，塩化水素が電離して生じた水素イオンと塩化物イオン，中和で生じたナトリウムイオンが存在する。

問４ マグネシウムリボンをうすい塩酸に加えると気体の水素が発生する。試験管Ａ，Ｂの水溶液には中和していないうすい塩酸が含まれるため，これらの試験管の水溶液にマグネシウムリボンを入れると気体が発生する。

問５ 塩化水素は水溶液中で水素イオンと塩化物イオンに電離し，これらの数の比は１：１となる。同様に水酸化ナトリウムは水溶液中でナトリウムイオンと水酸化物イオンに電離し，これらの数の比は１：１である。また，塩酸 10cm³ と過不足なく反応する水酸化ナトリウム水溶液の体積は 10cm³ である。これらから，加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積が 10cm³ になるまでは，加えた水酸化ナトリウムが電離して生じる水酸化物イオンは水溶液中の水素イオンと反応し，また，ナトリウムイオンの数は反応した水素イオンの数と等しくなるため，水溶液中の全イオン数は一定になる。10cm³ 以後は，加えた水酸化ナトリウムが電離して生じるイオンの数だけ水溶液中の全イオン数は増加していく。

【過去問 18】

金属と水溶液に関する，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。ただし，すべての溶液の濃度は質量パーセント濃度を表すものとする。

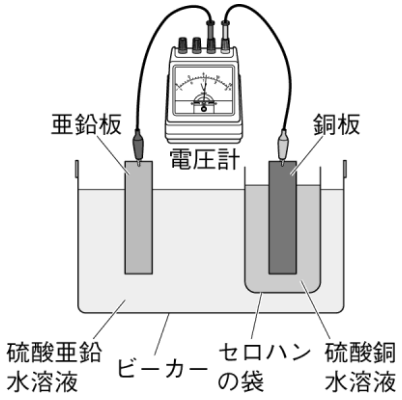
（石川県 2023 年度）

［**実験Ⅰ**］うすい塩酸が入っている試験管に鉄粉を入れたところ，気体が発生した。

［**実験Ⅱ**］５％硫酸亜鉛水溶液が入っている試験管にマグネシウム片を入れたところ，マグネシウム片に灰色の固体が付着したが，硫酸亜鉛水溶液の色は変化しなかった。

［**実験Ⅲ**］５％硫酸銅水溶液が入っている試験管に亜鉛片を入れたところ，亜鉛片に赤色の固体が付着し，硫酸銅水溶液の色がうすくなった。

［**実験Ⅳ**］図のように，５％硫酸亜鉛水溶液を入れたビーカーに亜鉛板を入れた。その後，５％硫酸銅水溶液と銅板を入れたセロハンの袋を，ビーカー中の硫酸亜鉛水溶液に入れた。亜鉛板と銅板に電圧計をつないだところ，電圧計の針が右にふれた。



問１　**実験Ⅰ**について，発生した気体は何か，名称を書きなさい。

問２　**実験Ⅱ**について，硫酸亜鉛が水溶液中で電離しているようすを化学式を用いて書きなさい。

問３　**実験Ⅲ**について，硫酸銅水溶液の色がうすくなったのはなぜか，その理由を書きなさい。

問４　**実験Ⅳ**について，次の(1)～(3)に答えなさい。

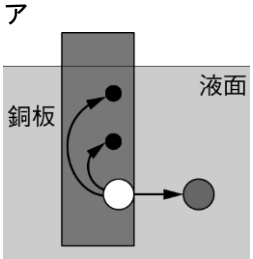
(1)　次の文は，この**実験**におけるセロハンの役割について述べたものである。文中の①，②にあてはまる内容の組み合わせを，下の**ア**～**エ**から１つ選び，その符号を書きなさい。

> セロハンには，この２種類の水溶液を（　①　）し，イオンを（　②　）性質があり，その結果，電流を流し続けることができる。

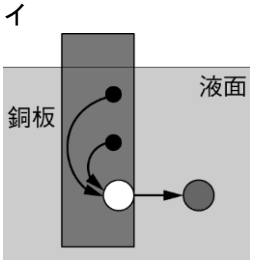
ア　①　混ざりやすく　②　通過させる　　**イ**　①　混ざりやすく　②　通過させない
ウ　①　混ざりにくく　②　通過させる　　**エ**　①　混ざりにくく　②　通過させない

(2)　金属原子を◯，金属イオンを●，電子を●のモデルで表したとき，銅板の表面で起こる化学変化について模式的に表すとどうなるか，次の**ア**～**エ**から適切なものを１つ選び，その符号を書きなさい。

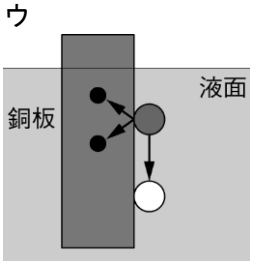
ア



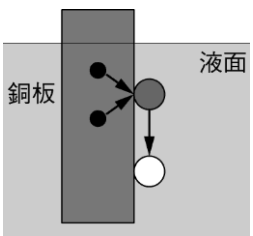
イ



ウ



エ



(3) 次の文は,図の装置の水溶液と金属板の組み合わせを変えた**実験**についてまとめたものである。文中の①,②にあてはまる内容を，下の**ア**～**ウ**からそれぞれ１つ選び，その符号を書きなさい。

> 図の装置の５％硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板を，５％硫酸マグネシウム水溶液とマグネシウム板に変えたところ，電圧計の針が（ ① ）ふれた。また，図の装置の５％硫酸銅水溶液と銅板を，５％硫酸マグネシウム水溶液とマグネシウム板に変えたところ，電圧計の針が（ ② ）ふれた。

ア 左に　　**イ** 右に，**実験Ⅳ**より大きく　　**ウ** 右に，**実験Ⅳ**より小さく

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

問１	水素				
問２	$ZnSO_4 \rightarrow Zn^{2+} + SO_4^{2-}$				
問３	溶液中の銅イオンが減少したから。				
問４	(1)	ウ			
	(2)	エ			
	(3)	①	イ	②	ア

問３ 硫酸銅水溶液に亜鉛片を入れると，亜鉛が電子を放出して亜鉛イオンとなり，このとき放出された電子を水溶液中の銅イオンが受け取って銅原子になる。硫酸銅水溶液は青色の水溶液であり，この色は水溶液中の銅イオンの色であるため，水溶液中の銅イオンが銅原子になり，その数が減少すると水溶液の色がうすくなる。

問４ (2) **実験Ⅳ**のようなダニエル電池では，－極の亜鉛板では，亜鉛が電子を放出して亜鉛イオンとなって水溶液中にとけ出し，この電子が銅板に移動して，銅の表面で水溶液中の銅イオンが電子を受け取って銅原子になる。銅イオンは２価の陽イオンであり，電子２個を受け取って銅原子になる。

(3) **実験Ⅱ**で，硫酸亜鉛水溶液にマグネシウム片を入れるとマグネシウム片に灰色の固体として亜鉛が付着する。このとき，マグネシウムはマグネシウムイオンとして水溶液中にとけ出しており，水溶液中の亜鉛イオンが電子を受け取って亜鉛原子となる。よって，マグネシウムは亜鉛よりも陽イオンになりやすいことがわかる。したがって，硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板を硫酸マグネシウム水溶液とマグネシウム板に変えても，銅板が＋極であることは変わらないため，電圧計の針は右にふれる。また，マグネシウムの方が亜鉛よりも陽イ

オンになりやすいことから，電子を多く放出するため，より大きな電流が流れるため，電圧計の針のふれも大きくなる。硫酸銅水溶液と銅板を硫酸マグネシウム水溶液とマグネシウム板に変えると，マグネシウム板が−極となるため，電流が流れる向きは**実験Ⅳ**と逆向きになり，電圧計の針は左にふれる。

【過去問 19】

各問いに答えなさい。

（長野県 2023 年度）

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

〔**実験１**〕

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

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

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

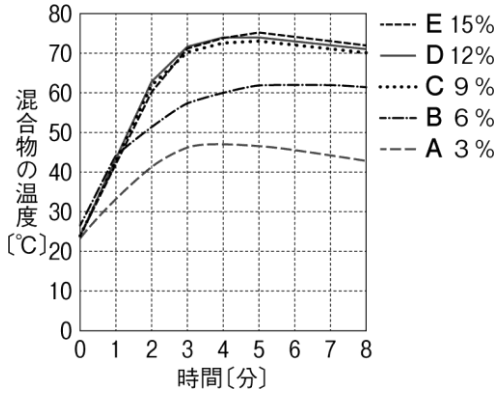
④ ③の結果を**図２**のグラフに表した。

表１

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

図１

図２



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

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

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

ア 白熱電球が点灯する。

イ 電磁調理器で水を加熱する。

ウ ドライヤーから温風を出す。

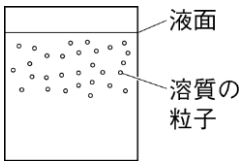
エ ストーブの石油が燃焼する。

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

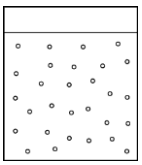
ⅰ 質量パーセント濃度が 15%の食塩水の一部を用いて，質量パーセント濃度が 12%の食塩水 20ｇをつくるとき，加える水の質量は何ｇか，整数で書きなさい。

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

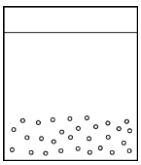
ア



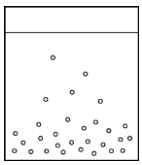
イ



ウ



エ



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

問２　金属のイオンへのなりやすさを比較するために，次のような**実験**を行った。

〔**実験２**〕**図３**のように，マイクロプレートの横の列に，硫酸亜鉛水溶液，硫酸銅水溶液，硫酸マグネシウム水溶液をそれぞれ入れた。縦の列に，亜鉛片，銅片，マグネシウム片をそれぞれ入れ，金属片の変化のようすを観察し，結果を**表２**にまとめた。

図３

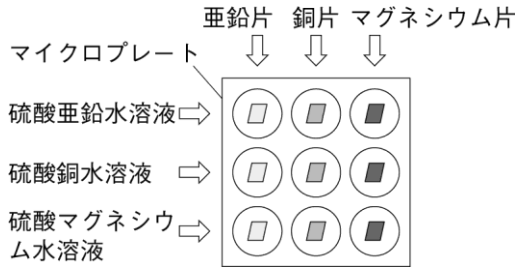


表２

	亜鉛片	銅片	マグネシウム片
硫酸亜鉛水溶液	反応しなかった	反応しなかった	a 金属が付着した
硫酸銅水溶液	b 金属が付着した	反応しなかった	金属が付着した
硫酸マグネシウム水溶液	反応しなかった	反応しなかった	反応しなかった

(1)　**表２**の下線部**a**について，付着した金属の化学式を書きなさい。

(2)　**表２**の下線部**b**について，亜鉛片の一部で起こる銅の化学変化として最も適切なものを，次の**ア**～**エ**から１つ選び，記号を書きなさい。また，このときに起こる銅についての化学反応式を書きなさい。ただし，電子をe^-とする。

ア　硫酸銅水溶液中の銅イオンが電子を受けとって，銅原子になる。

イ　硫酸銅水溶液中の銅イオンが電子を失って，銅原子になる。

ウ　硫酸銅水溶液中の銅原子が電子を受けとって，銅イオンになる。

エ　硫酸銅水溶液中の銅原子が電子を失って，銅イオンになる。

(3)　**表２**より，亜鉛，銅，マグネシウムをイオンになりやすい順に，左から並べたものとして最も適切なものを，次の**ア**～**カ**から１つ選び，記号を書きなさい。

ア　亜鉛，銅，マグネシウム　　**イ**　亜鉛，マグネシウム，銅

ウ　銅，亜鉛，マグネシウム　　**エ**　銅，マグネシウム，亜鉛

オ　マグネシウム，亜鉛，銅　　**カ**　マグネシウム，銅，亜鉛

問１	(1)	i		
		ii		
	(2)	i	g	
		ii		
	(3)	濃度	%	%
		理由		
問２	(1)			
	(2)	記号		
		化学反応式		
	(3)			

問１	(1)	i	発熱反応	
		ii	エ	
	(2)	i	4　g	
		ii	イ	
	(3)	濃度	7　%	8　%
		理由	例 食塩水の質量パーセント濃度が６%と９%では，温度変化のようすに違いがあるので，その間の質量パーセント濃度について調べる必要があるから	
問２	(1)	Zn		
	(2)	記号	ア	
		化学反応式	$Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$	
	(3)	オ		

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

(2) ⅰ **質量パーセント濃度**

ある溶液の質量パーセント濃度は，次の式で求められる。

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

$$=\frac{\text{溶質の質量【g】}}{\text{溶質の質量【g】}+\text{溶媒の質量【g】}}\times 100$$

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

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

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

問２ 金属のイオンへのなりやすさ

イオンになりやすい金属の単体を，イオンになりにくい金属の陽イオンが存在する水溶液に入れると，次のようになる。

・イオンになりやすい金属…イオンになりにくい金属の陽イオンに電子をあたえ，陽イオンとなって水溶液中にとけ出す。

・イオンになりにくい金属の陽イオン…イオンになりやすい金属から電子を受け取って，金属の単体になる（イオンになりやすい金属の表面に付着する）。

(1) 硫酸亜鉛水溶液にマグネシウム片を入れたとき，マグネシウムの方が亜鉛よりもイオンになりやすいため，マグネシウム原子（Mg）は電子を放出してマグネシウムイオン（Mg^{2+}）になり，水溶液中の亜鉛イオン（Zn^{2+}）は電子を受けとって亜鉛原子（Zn）となる。この亜鉛がマグネシウム片の表面に付着した金属である。

(2) 硫酸銅水溶液に亜鉛片を入れたとき，亜鉛の方が銅よりもイオンになりやすいため，亜鉛原子は電子を放出して亜鉛イオンになる。また，水溶液中の銅イオン（Cu^{2+}）は電子を受けとって銅原子（Cu）となる。この銅が亜鉛片の表面に付着した金属である。

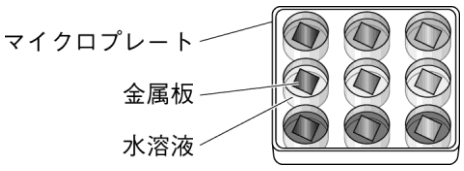
(3) 下線部ａ，ｂから，亜鉛とマグネシウムではマグネシウムの方がイオンになりやすく，銅と亜鉛では亜鉛の方がイオンになりやすいことがわかる。つまり，これらをイオンになりやすい順にならべると，マグネシウム，亜鉛，銅となる。

【過去問 20】

次の**実験１**，**２**を行った。**問１**～**問７**に答えなさい。

（岐阜県 2023 年度）

図１



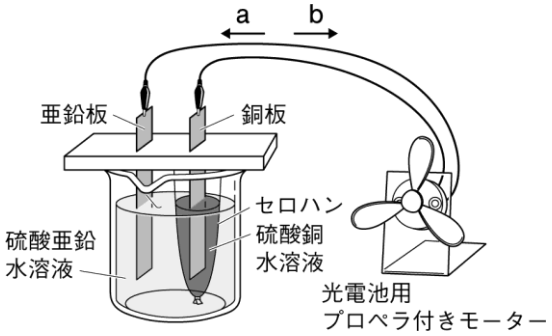
〔**実験１**〕**図１**のように，マイクロプレートの縦の列に同じ種類の金属板，横の列に同じ種類の水溶液を入れ，それぞれの金属板の様子を観察した。**表**は，その結果をまとめたものである。

表

	銅板	亜鉛板	マグネシウム板
硫酸マグネシウム水溶液	変化しなかった。	変化しなかった。	変化しなかった。
硫酸亜鉛水溶液	変化しなかった。	変化しなかった。	マグネシウム板がうすくなり，物質が付着した。
硫酸銅水溶液	変化しなかった。	亜鉛板がうすくなり，赤色の物質が付着した。	マグネシウム板がうすくなり，赤色の物質が付着した。

〔**実験２**〕ビーカーに５％の硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板を入れ，12％の硫酸銅水溶液と銅板を入れた袋状のセロハンを，ビーカーの中に入れた。**図２**のように，亜鉛板と銅板に，光電池用プロペラ付きモーターをつなぐと，プロペラが回転した。

図２



問１　次の［　　］の(1)，(2)に当てはまる正しい組み合わせを，**ア**～**エ**から１つ選び，符号で書きなさい。

実験１で，硫酸亜鉛水溶液にマグネシウム板を入れたとき，マグネシウム板に付着した物質は亜鉛である。これは，マグネシウム原子が電子を［ (1) ］マグネシウムイオンになり，亜鉛イオンが電子を［ (2) ］亜鉛原子になったからである。

ア　(1)　１個失って　(2)　１個受け取って　　**イ**　(1)　１個受け取って　(2)　１個失って

ウ　(1)　２個失って　(2)　２個受け取って　　**エ**　(1)　２個受け取って　(2)　２個失って

問２　**実験１**で，硫酸銅水溶液にマグネシウム板や亜鉛板を入れたとき，赤色の物質が付着した。このとき，硫酸銅水溶液の青色は実験前と比べてどうなったか。**ア**～**ウ**から最も適切なものを１つ選び，符号で書きなさい。

ア　濃くなった。　　**イ**　変化しなかった。　　**ウ**　うすくなった。

問３　**実験１**の結果から，銅，亜鉛，マグネシウムの３種類の金属を，イオンへのなりやすさが大きい順に左から並べたものはどれか。**ア**～**カ**から最も適切なものを１つ選び，符号で書きなさい。

ア　銅，亜鉛，マグネシウム　　**イ**　亜鉛，銅，マグネシウム　　**ウ**　マグネシウム，銅，亜鉛

エ　銅，マグネシウム，亜鉛　　**オ**　亜鉛，マグネシウム，銅　　**カ**　マグネシウム，亜鉛，銅

問４　次の［　　］の(1)，(2)に当てはまる正しい組み合わせを，**ア**～**エ**から１つ選び，符号で書きなさい。

実験２で，銅板は電池の［ (1) ］極であり，**図２**の［ (2) ］の向きに電流が流れる。

ア　(1) ＋ (2) a　　**イ**　(1) ＋ (2) b　　**ウ**　(1) － (2) a　　**エ**　(1) － (2) b

問５　**実験２**で使用した 12%の硫酸銅水溶液 100mL に含まれる硫酸銅の質量は何ｇか。小数第１位を四捨五入して，整数で書きなさい。ただし，12%の硫酸銅水溶液の密度は 1.13ｇ/cm^3 とする。

問６　**実験２**で，銅板では銅イオンが銅に変化する反応が起こる。銅板で起こる反応を，化学反応式で書きなさい。ただし，電子はe^-で表すものとする。

問７　**実験２**で使われているセロハンには，イオンなどが通過できる小さな穴があいている。亜鉛板側から銅板側にセロハンを通過する主なイオンは何か。イオンの化学式で書きなさい。

問１	
問２	
問３	
問４	
問５	ｇ
問６	
問７	

問１	ウ
問２	ウ
問３	カ
問４	ア
問５	14　ｇ
問６	Cu^{2+} ＋ $2e^-$ → Cu
問７	Zn^{2+}

問１　亜鉛イオン（Zn^{2+}）が存在する水溶液中にマグネシウム板を入れたときに，マグネシウムがマグネシウムイオン（Mg^{2+}）となり，亜鉛原子からなる単体の亜鉛がマグネシウム板に付着する反応は，電子１個をe^-として，それぞれ次のように表される。

$Mg \rightarrow Mg^{2+}+2e^{-}$

$Zn^{2+}+2e^{-} \rightarrow Zn$

これらの反応から，マグネシウム原子は電子を２個失ってマグネシウムイオンに変化し，また，亜鉛イオンは電子を２個受け取って亜鉛原子に変化していることがわかる。

問２ **実験１**の操作で，マグネシウム板や亜鉛板に付着した赤色の物質は銅である。この銅は，硫酸銅水溶液中にあった銅イオン（Cu^{2+}）が，電子を受け取って銅原子に変化したことで生じたものであるため，硫酸銅水溶液では，水溶液中で青色を示す銅イオンが減少しており，その色はうすくなる。

問３ **金属のイオンへのなりやすさ**

イオンになりやすい金属の単体を，イオンになりにくい金属の陽イオンが存在する水溶液に入れると，次のように変化する。

・イオンになりやすい金属…イオンになりにくい金属の陽イオンに電子を与え，陽イオンとなって水溶液中に溶け出す。

・イオンになりにくい金属の陽イオン…イオンになりやすい金属から電子を受け取って，金属の単体になる（イオンになりやすい金属の表面に付着する）。

金属板をそれぞれの水溶液に入れたとき，銅板は硫酸マグネシウム水溶液・硫酸亜鉛水溶液のどちらに入れても変化しなかったため，この３種類の金属では，銅が最もイオンになりにくいといえる。これに対し，マグネシウム板は，硫酸亜鉛水溶液・硫酸銅水溶液のどちらに入れても，マグネシウム板が溶け出してうすくなり，亜鉛と銅が付着していることから，マグネシウムが最もイオンになりやすい。よって，マグネシウム＞亜鉛＞銅の順となる。

問４ **図２**は，ダニエル電池のようすを表している。電池では，イオンになりにくい金属が＋極に，イオンになりやすい金属が－極になるため，**問３**より，銅板が＋極に，亜鉛板が－極になる。また，電流は電池の＋極→－極の向きに流れるので，電流の向きは銅板→亜鉛板を表す**a**の矢印があてはまる。なお，電子の移動する向きは－極→＋極で，電流の流れる向きの逆となる。

問５ 密度 1.13 g /cm^3 の 12%の硫酸銅水溶液 100mLの質量は，１cm^3＝１mLとして，

1.13 g /cm^3×100mL＝113 g である。この質量の水溶液において，求める硫酸銅（溶質）の質量を x とすると，質量パーセント濃度が 12%であるから，$\frac{x}{113\,g}\times100=12\%$　これを解いて，x=13.56 g より，

小数第１位を四捨五入すると，含まれる硫酸銅の質量は 14 g となる。

問７ ダニエル電池の反応が進むと，銅板側では，銅原子に変化することで水溶液中からCu^{2+}が減り続けるのに対し，亜鉛板側では，亜鉛板から溶け出したZn^{2+}が増え続ける。ダニエル電池では，亜鉛板側で増加したZn^{2+}が，セロハンの穴を通過して少しずつ銅板側に移動するしくみとすることで，このような電気的なかたよりが生じて電池のはたらきが低下することを防いでいる。

【過去問 21】

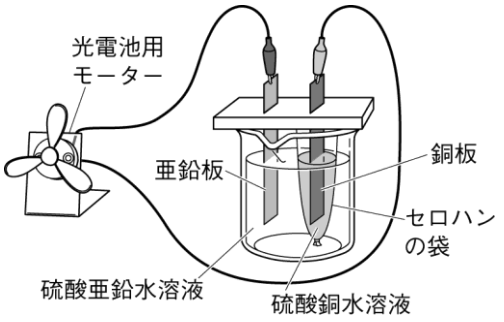
化学変化とイオン及び化学変化と原子・分子に関する**問１**～**問３**に答えなさい。

（静岡県 2023 年度）

問１ **図５**のように，ビーカー内の硫酸亜鉛水溶液に，硫酸銅水溶液が入ったセロハンの袋を入れ，硫酸亜鉛水溶液の中に亜鉛板を，硫酸銅水溶液の中に銅板を入れて電池をつくる。この電池の，亜鉛板と銅板に光電池用モーターを接続すると，光電池用モーターは回転した。

図５の電池のしくみを理解したＲさんとＳさんは，光電池用モーターの回転を速くする方法について話している。このとき，次の①～③の問いに答えなさい。

図５



Ｒさん：ⓐ**図５**の電池は，金属のイオンへのなりやすさによって，銅板と亜鉛板で起こる反応が決まっていたよね。

Ｓさん：そうだね。光電池用モーターの回転の速さは，使用した金属のイオンへのなりやすさと関係していると思うよ。

Ｒさん：銅は変えずに，亜鉛を，亜鉛よりイオンになりやすいマグネシウムに変えて試してみよう。そうすれば，光電池用モーターの回転が速くなりそうだね。

Ｓさん：金属板の面積を大きくしても，電子を放出したり受け取ったりする場所が増えて，光電池用モーターの回転が速くなりそうだね。

Ｒさん：なるほど。ⓑ**図５**の，亜鉛板と硫酸亜鉛水溶液を，マグネシウム板と硫酸マグネシウム水溶液に変えて，銅板，マグネシウム板の面積を，**図５**の，銅板，亜鉛板の面積よりも大きくして，光電池用モーターの回転が速くなるかを調べてみよう。

① 硫酸銅や硫酸亜鉛は，電解質であり，水に溶けると陽イオンと陰イオンに分かれる。電解質が水に溶けて陽イオンと陰イオンに分かれることは何とよばれるか。その名称を書きなさい。

② 下線部ⓐの銅板で起こる化学変化を，電子１個をe^-として，化学反応式で表すと，

Cu^{2+} ＋ $2e^-$ → Cu となる。

a 下線部ⓐの銅板で起こる化学変化を表した化学反応式を参考にして，下線部ⓐの亜鉛板で起こる化学変化を，化学反応式で表しなさい。

b 次の**ア**～**エ**の中から，**図５**の電池における，電極と，電子の移動について，適切に述べたものを１つ選び，記号で答えなさい。

ア 銅板は＋極であり，電子は銅板から導線を通って亜鉛板へ移動する。

イ 銅板は＋極であり，電子は亜鉛板から導線を通って銅板へ移動する。

ウ 亜鉛板は＋極であり，電子は銅板から導線を通って亜鉛板へ移動する。

エ 亜鉛板は＋極であり，電子は亜鉛板から導線を通って銅板へ移動する。

③　下線部ⓑの方法で実験を行うと，光電池用モーターの回転が速くなった。しかし，この実験の結果だけでは，光電池用モーターの回転の速さは使用した金属のイオンへのなりやすさと関係していることが確認できたとはいえない。その理由を，簡単に書きなさい。ただし，硫酸銅水溶液，硫酸亜鉛水溶液，硫酸マグネシウム水溶液の濃度と体積は，光電池用モーターの回転が速くなったことには影響していないものとする。

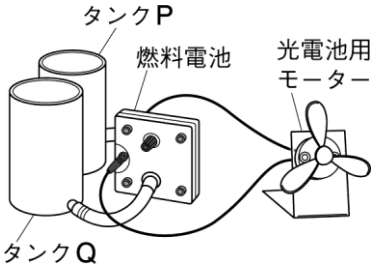
問２　Ｓさんは，水素と酸素が反応することで電気が発生する燃料電池に興味をもち，燃料電池について調べた。**資料１**は，燃料電池で反応する水素と酸素の体積比を調べるために，Ｓさんが行った実験の結果をまとめたレポートの一部を示したものである。

＜**資料１**＞

準備　燃料電池，タンク**Ｐ**，タンク**Ｑ**，光電池用モーター

実験　**図６**のように，タンク**Ｐ**に気体の水素８cm^3を，タンク**Ｑ**に気体の酸素２cm^3を入れ，水素と酸素を反応させる。燃料電池に接続した光電池用モーターの回転が終わってから，タンク**Ｐ**，**Ｑ**に残った気体の体積を，それぞれ測定する。その後，タンク**Ｑ**に入れる気体の酸素の体積を４cm^3，６cm^3，８cm^3に変えて，同様の実験を行う。

図６



結果　**表３**のようになった。

考察　**表３**から，反応する水素と酸素の体積比は２：１である。

表３

入れた水素の体積〔cm^3〕	8	8	8	8
入れた酸素の体積〔cm^3〕	2	4	6	8
残った水素の体積〔cm^3〕	4	0	0	0
残った酸素の体積〔cm^3〕	0	0	2	4

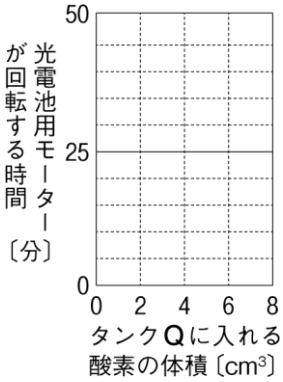
①　この実験で用いた水素は，水を電気分解して発生させたが，ほかの方法でも水素を発生させることができる。次の**ア**～**エ**の中から，水素が発生する反応として適切なものを１つ選び，記号で答えなさい。

ア　酸化銀を試験管に入れて加熱する。　　**イ**　酸化銅と炭素を試験管に入れて加熱する

ウ　硫酸と水酸化バリウム水溶液を混ぜる。　　**エ**　塩酸にスチールウール（鉄）を入れる。

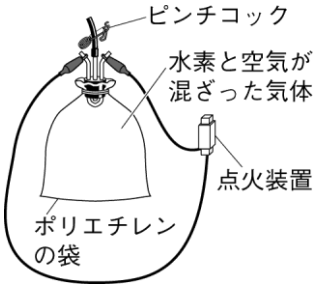
②　燃料電池に接続した光電池用モーターが回転しているとき，反応する水素と酸素の体積比は２：１であり，水素１cm^3が減少するのにかかる時間は５分であった。**表３**をもとにして，タンク**Ｐ**に入れる水素の体積を８cm^3にしたときの，タンク**Ｑ**に入れる酸素の体積と光電池用モーターが回転する時間の関係を表すグラフを，**図７**にかきなさい。ただし，光電池用モーターが回転しているとき，水素は一定の割合で減少しているものとする。

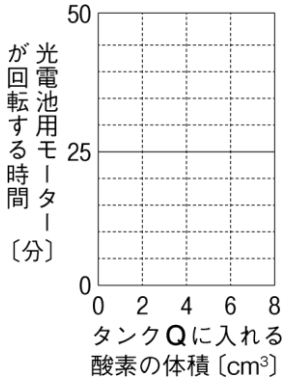
図７

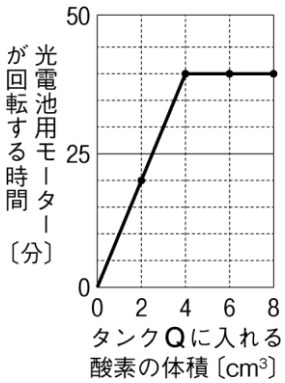


問３　**図８**のように，ポリエチレンの袋の中に，同じ体積の，水素と空気を入れて密閉し，点火装置で点火すると，水素と酸素が２：１の体積の割合で反応し，水が発生した。反応後，ポリエチレンの袋の中に残った気体の温度が点火前の気体の温度と等しくなるまでポリエチレンの袋を放置したところ，発生した水はすべて液体になり，ポリエチレンの袋の中に残った気体の体積は28cm^{3}になった。ポリエチレンの袋の中の酸素はすべて反応したとすると，反応後にポリエチレンの袋の中に残っている水素の体積は何cm^{3}であると考えられるか。計算して答えなさい。ただし，空気には窒素と酸素だけが含まれており，窒素と酸素は４：１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

図８



問１	①		
	②	a	
		b	
	③		
問２	①		
	②	図７ 	
問３			cm^3

問１	①	電離	
	②	a	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
		b	イ
	③	金属板の面積も変えたから。	
問２	①	エ	
	②		
問３	12 cm^3		

問１ ② a 亜鉛板では，亜鉛原子（Zn）が電子を放出して亜鉛イオン（Zn^{2+}）となる。これを化学反応式で表すと， $Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^-$ となる。このとき放出された電子が銅板の表面まで移動すると，銅イオン（Cu^{2+}）が電子を受け取り，銅原子（Cu）となる。

b 電子が移動する向きと電流の流れる向きは逆である。電子は亜鉛板から銅板へと移動するので，電流は銅板から亜鉛板の向きに流れており，銅板が＋極，亜鉛板が－極となる。

③ **対照実験**

調べたいことがらがあるとき，そのことがらの有無以外の条件をすべて同じにして行う実験。このようにして実験を行うことで，そのことがらが実験の結果に影響をおよぼしているか，いないかを確認することができる。

光電池用モーターの回転の速さが使用した金属のイオンへのなりやすさと関係していることを確認するためには，使用した金属の種類以外の条件を同じにして実験を行い，結果を比較する必要がある。

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

② 反応する水素と酸素の体積比が２：１であることから，水素８cm^3と酸素４cm^3がちょうど反応することがわかる。水素１cm^3が減少するのにかかる時間が５分であることから，水素８cm^3が減少するのにかかる時間は，$\frac{8\,cm^3}{1\,cm^3}\times 5$分＝40 分と求められる。よって，原点から，「酸素の体積４cm^3，回転する時間 40 分」の点までは比例の直線となり，酸素の体積が４cm^3以上では，回転する時間は 40 分で一定となるグラフをかけばよい。

問３ 最初に入れた水素の体積を $x$$cm^3$とすると，最初に入れた空気の体積も $x$$cm^3$となる。空気には窒素と酸素だけが含まれており，窒素と酸素は４：１の体積比で混ざっていることから，この袋の中の窒素の体積は$\frac{4}{5}x$$cm^3$，酸素の体積は$\frac{1}{5}x$$cm^3$である。水素と酸素が２：１の体積の割合で反応したことから，２：

$1=\frac{2}{5}x:\frac{1}{5}x$，袋の中の酸素はすべて反応しているので，水素は$\frac{2}{5}x\text{cm}^3$反応したことになる。つまり，反応後の袋に残っている水素の体積は，$x-\frac{2}{5}x=\frac{3}{5}x\text{cm}^3$である。反応によって発生した水はすべて液体になったので，ポリエチレンの袋に残った気体は，$\frac{3}{5}x\text{cm}^3$の水素と，$\frac{4}{5}x\text{cm}^3$の窒素である。つまり，$\frac{3}{5}x+\frac{4}{5}x=28$が成り立ち，これを解くと$x=20$となる。よって，反応後に袋の中に残っている水素の体積は，$\frac{3}{5}x=\frac{3}{5}\times20=12\text{cm}^3$である。

【過去問 22】

金属の種類によるイオンへのなりやすさと電池のしくみについて調べるため，**実験**を行いました。後の**問１**から**問５**に答えなさい。

（滋賀県 2023 年度）

【実験１】

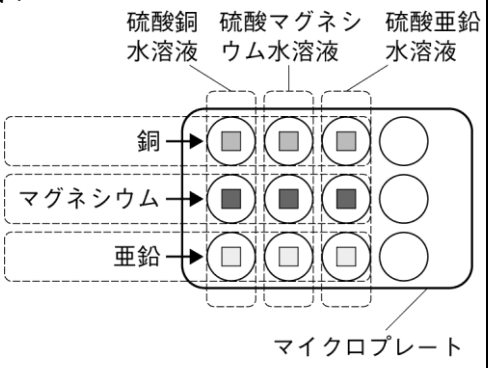
〈**方法**〉

① ３種類の金属片（銅，マグネシウム，亜鉛）と，３種類の水溶液（硫酸銅水溶液，硫酸マグネシウム水溶液，硫酸亜鉛水溶液）を準備する。

② **図１**のように，12 穴のマイクロプレートを使い，縦の列の穴に同じ種類の水溶液を少量入れ，横の列の穴に，同じ種類の金属片を１枚ずつ入れひたす。右端の３穴は使用しない。

③ 金属片と水溶液の変化を観察する。

図１



〈**結果**〉

表は，実験の結果をまとめたものである。

表

	硫酸銅水溶液	硫酸マグネシウム水溶液	硫酸亜鉛水溶液
銅	変化が起こらなかった。	変化が起こらなかった。	変化が起こらなかった。
マグネシウム	マグネシウム片が変化し，赤色の固体が現れ，水溶液の青色がうすくなった。	変化が起こらなかった。	マグネシウム片が変化し，灰色の固体が現れた。
亜鉛	亜鉛片が変化し，a赤色の固体が現れ，水溶液の青色がうすくなった。	変化が起こらなかった。	変化が起こらなかった。

問１ 溶質を水に溶かしたとき，水溶液に電流が流れる物質を何といいますか。書きなさい。

問２ 下線部ａの化学変化を，金属原子とイオンの化学反応式で書きなさい。ただし，電子はe^-で表しなさい。

問３ **実験１**の**結果**から，銅，マグネシウム，亜鉛のうち，最も陽イオンになりやすい金属を，化学式で書きなさい。

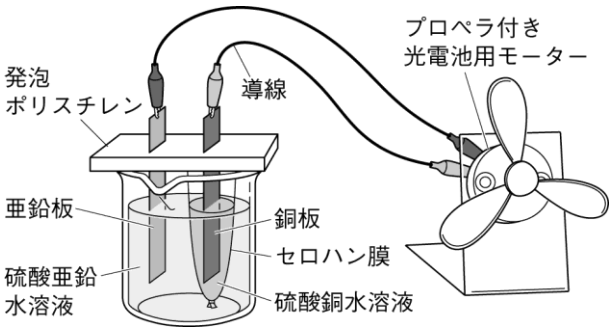
【実験２】

〈方法〉

① **図２**のように，セロハン膜に硫酸銅水溶液と銅板を入れ，亜鉛板，硫酸亜鉛水溶液を使ってダニエル電池をつくり，導線でプロペラ付き光電池用モーターにつなぐ。

② 電池から電流が流れているかどうか，プロペラ付き光電池用モーターの回転で確認する。

図２



③ 電流を流し続けた後，金属板と水溶液の変化を観察する。

〈結果〉

・プロペラ付き光電池用モーターは，回転した。

・それぞれの金属板の表面のようすや，硫酸銅水溶液の色の濃さに変化が見られた。

・さらに，ダニエル電池に関して，セロハン膜の役割を調べたところ，**資料**のとおりであった。

資料　セロハン膜の役割

・電池の２種類の水溶液が簡単に混ざり合わないようにし，亜鉛板と硫酸銅水溶液が直接反応するのを防ぐ。

・ｂイオンがセロハン膜を通って，移動することで，電池のはたらきが低下するのを防ぐ。

問４　**実験２**で使った硫酸銅水溶液の質量パーセント濃度を 15%とします。この水溶液 180 g のうち，溶媒の質量は何 g ですか。求めなさい。

問５　下線部ｂについて，次の(1)，(2)の問いに答えなさい。

(1)　**図２**の反応で，ダニエル電池から電流を流し続ける場合，硫酸銅水溶液中の銅イオンの数は，反応前に比べてどうなると考えられますか。次の**ア**から**ウ**までの中から１つ選びなさい。

ア　増加する　　**イ**　減少する　　**ウ**　変化しない

(2)　ダニエル電池から電流が流れているとき，セロハン膜を通る２種類のイオンは，セロハン膜をはさんで，どの電極側に向かって移動しますか。それぞれのイオンの動きについて，イオンの名前と，「＋極側」，「－極側」という語を使って説明しなさい。ただし，水は電離していないものとします。

問１		
問２		
問３		
問４		g
問５	(1)	
	(2)	

問１		電解質
問２		Cu^{2+} ＋ $2e^{-}$ → Cu
問３		Mg
問４		153 g
問５	(1)	イ
	(2)	セロハン膜を通り，亜鉛イオンは＋極側に，硫酸イオンは－極側に向かって移動する。

問１ 電解質を水に溶かすと，電離して陽イオンと陰イオンに分かれる。

問２ 金属のイオンへのなりやすさ

イオンになりやすい金属の単体を，イオンになりにくい金属の陽イオンが存在する水溶液に入れると，次のようになる。

・イオンになりやすい金属…イオンになりにくい金属の陽イオンに電子をあたえ，陽イオンとなって水溶液中にとけ出す。

・イオンになりにくい金属の陽イオン…イオンになりやすい金属から電子を受けとって，金属の単体になる（イオンになりやすい金属の表面に付着する）。

硫酸銅水溶液には銅イオンがふくまれている。銅と亜鉛では亜鉛の方がイオンになりやすいため，硫酸銅水溶液に亜鉛を入れると，亜鉛原子（Zn）は電子を失って亜鉛イオン（Zn^{2+}）になり，銅イオン（Cu^{2+}）は電子を受けとって銅原子（Cu）になる。

問３ 硫酸マグネシウム水溶液に銅や亜鉛を入れても変化は起きず，硫酸銅水溶液や硫酸亜鉛水溶液にマグネシウムを入れるとマグネシウムがとけて銅や亜鉛が現れているので，最も陽イオンになりやすいのはマグネシウムである。

問４ 質量パーセント濃度

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

溶媒の質量を x g とすると，溶質の質量は $(180-x)$ g と表すことができるので，$15=\frac{180-x}{180}\times 100$ より，$x=153$ g と求められる。

問5 ダニエル電池で起こる反応

ダニエル電池では，それぞれの極で次のような反応が起こる。

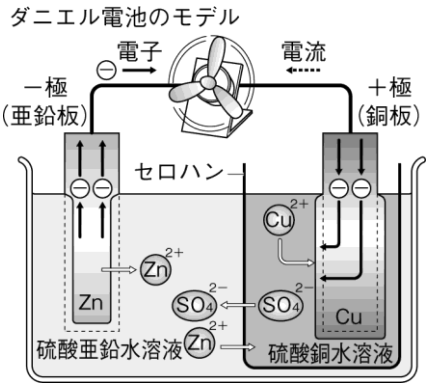
・＋極…$Cu^{2+}+2e^{-} \rightarrow Cu$

（＋極では，水溶液中の銅イオンCu^{2+}が銅板の表面で電子e^{-}を受けとって銅原子Cuとなる。）

・－極…$Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^{-}$

（－極では，亜鉛板の亜鉛原子Znが電子を失い，亜鉛イオンZn^{2+}となってとけ出す。）

硫酸銅水溶液中の銅イオンは銅原子となって銅板に付着していくので，銅イオンの数は減少していく。また，亜鉛板の亜鉛原子はとけ出して亜鉛イオンになるので，亜鉛イオンの数は増加していく。これにより，＋極側では陽イオンが少なく，－極側では陽イオンが多くなっていくが，セロハン膜を通って陽イオンである亜鉛イオンが＋極側に，陰イオンである硫酸イオンが－極側に移動していくことで，電気的なかたよりが防がれ，電池のはたらきが低下しにくくなっている。このようなダニエル電池のしくみをまとめると，右の図のようになる。



【過去問 23】

あきらさんは，次の〈**実験**〉を行った。これについて，下の**問１～問３**に答えよ。

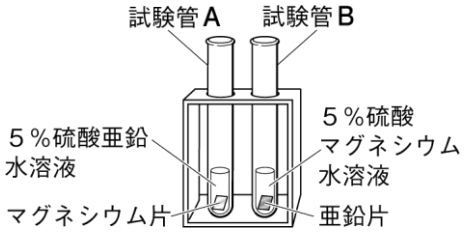
（京都府 2023 年度）

〈**実験**〉

操作①　試験管Ａ・Ｂを用意し，試験管Ａには５％硫酸亜鉛水溶液を，試験管Ｂには５％硫酸マグネシウム水溶液をそれぞれ 5.0mL ずつ入れる。

操作②　右のＩ図のように，試験管Ａにはマグネシウム片を，試験管Ｂには亜鉛片を１つずつ入れ，それぞれの試験管内のようすを観察する。

Ｉ図

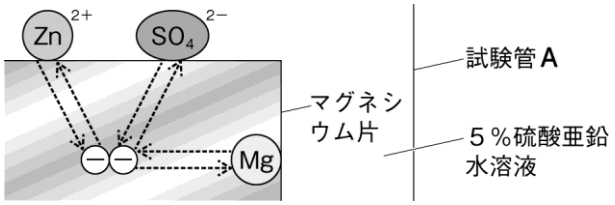


【結果】　**操作②**の結果，試験管Ａではマグネシウム片に色のついた物質が付着したが，試験管Ｂでは変化が見られなかった。

問１　下線部５％硫酸亜鉛水溶液について，５％硫酸亜鉛水溶液の密度を 1.04ｇ/cm^3 とすると，５％硫酸亜鉛水溶液 5.0mL 中の水の質量は何ｇか，小数第２位を四捨五入し，**小数第１位まで**求めよ。

問２　右のⅡ図はあきらさんが，試験管Ａ中で起こった，マグネシウム片に色のついた物質が付着する反応における電子(㊀)の移動を，原子やイオンのモデルを用いて模式的に表そうとしたものである。答案用紙の図中の点線で示された矢印（┈┈▸）のうち，マグネシウム片に色のついた物質が付着する反応における電子の移動を表すために必要なものを**２つ**選び，**実線**（━━）でなぞって図を完成させよ。

Ⅱ図

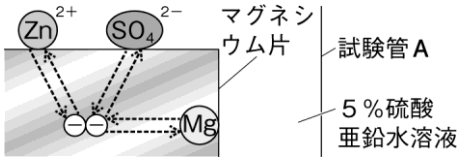


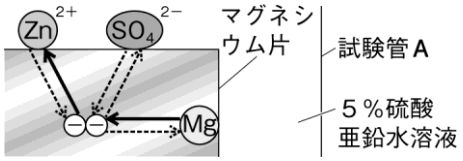
問３　次の文は，あきらさんが**操作①・②**で用いる水溶液と金属片を変えて行った〈**実験**〉について書いたものの一部である。文中の［ X ］～［ Z ］に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の(**ア**)～(**エ**)から１つ選べ。

硫酸銅水溶液を入れた試験管に亜鉛片を，硫酸亜鉛水溶液を入れた試験管に銅片をそれぞれ入れると，［ X ］水溶液に［ Y ］片を入れたときに［ Y ］片に色のついた物質が付着したので，［ Z ］の方がイオンになりやすいとわかる。

(**ア**)　X　硫酸銅　Y　亜鉛　Z　銅　　(**イ**)　X　硫酸銅　Y　亜鉛　Z　亜鉛

(**ウ**)　X　硫酸亜鉛　Y　銅　Z　銅　　(**エ**)　X　硫酸亜鉛　Y　銅　Z　亜鉛

問１	g
問２	
問３	ア　　イ　　ウ　　エ

問１	4.9　g
問２	
問３	イ

問１　１mL＝１cm^3だから，密度〔g/cm^3〕＝物質の質量〔ｇ〕÷物質の体積〔cm^3〕より，５％硫酸亜鉛水溶液の質量は5.0cm^3×1.04 g/cm^3＝5.2ｇとなる。質量パーセント濃度は水溶液の質量に対する溶質の質量の割合を百分率で表したものだから，溶媒である水の質量は，$5.2\times\frac{95}{100}=4.94$ｇとなる。

問２　５％硫酸亜鉛水溶液にマグネシウム片を入れると，マグネシウム原子が電子を放出してマグネシウムイオンになる。この電子を水溶液中の亜鉛イオンが受け取ることで亜鉛原子となり，マグネシウム片に色のついた物質（亜鉛）が付着する。

問３　亜鉛は銅よりもイオンになりやすいため，硫酸銅水溶液に亜鉛片を入れると，亜鉛原子が電子を放出して亜鉛イオンになる。この電子を水溶液中の銅イオンが受け取ることで銅原子となり，亜鉛片に色のついた物質(銅)が付着する。

【過去問 24】

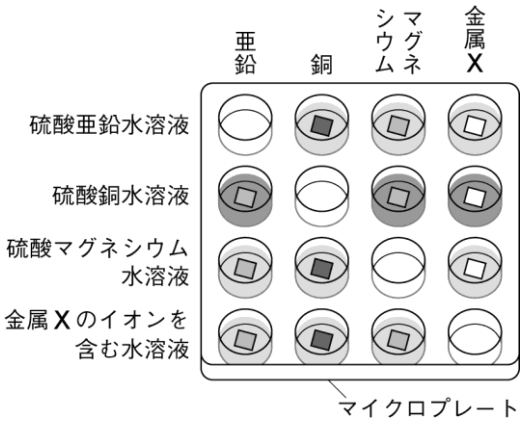
春香さんは, 理科の授業で, 金属のイオンへのなりやすさと電池のしくみについて調べるために, 次の**実験１**, **２**を行った。各問いに答えよ。

（奈良県 2023 年度）

実験１　**図１**のように，マイクロプレートの縦の列に同じ種類の金属片を, 横の列に同じ種類の水溶液をそれぞれ入れ, 金属片の表面に固体が付着するかどうかを観察した。表は，その結果をまとめたものであり，固体が付着した場合を○，付着しなかった場合を×として記している。

実験２　**図２**のようなダニエル電池をつくり，プロペラ付きモーターをつないだところ, プロペラが回転した。

図１



問１　**実験１**で，マグネシウム片に硫酸銅水溶液を入れたとき，付着した固体は赤色であった。赤色の固体が付着した化学変化を，電子をe^-として化学反応式で書け。

問２　**実験１**の結果から，実験で用いた４種類の金属をイオンになりやすい順に並べたとき, 金属**X**は何番目になると考えられるか。その数を書け。

	亜鉛	銅	マグネシウム	金属X
硫酸亜鉛水溶液		×	○	×
硫酸銅水溶液	○		○	○
硫酸マグネシウム水溶液	×	×		×
金属Xのイオンを含む水溶液	○	×	○	

問３　**実験２**で，電流が流れ続けたときに起こると考えられる現象を，次の**ア**～**エ**からすべて選び，その記号を書け。

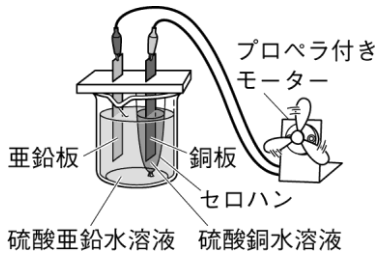
ア　亜鉛板の質量が増える。

イ　銅板の質量が増える。

ウ　硫酸銅水溶液の青色がうすくなる。

エ　硫酸イオンのみが，両方の水溶液の間を，セロハンを通って移動する。

図２



問４　次の［　　］内は，春香さんが，**実験２**のダニエル電池の銅板をマグネシウム板に，硫酸銅水溶液を硫酸マグネシウム水溶液に変えて，**実験２**と同様の操作を行った結果をまとめたものである。①，②について，それぞれ**ア**，**イ**のいずれか適する語を選び，その記号を書け。

［　亜鉛板は①（**ア**　＋極　　**イ**　－極）であり，プロペラは**実験２**と②（**ア**　同じ　　**イ**　逆）向きに回転した。］

問１				
問２		番目		
問３				
問４	①		②	

問１		$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$		
問２		３　番目		
問３		イ，ウ		
問４	①	ア	②	イ

問１ マグネシウム片に硫酸銅水溶液を入れると，マグネシウム原子が電子を２個失ってマグネシウムイオンとなり，硫酸銅水溶液中の銅イオンがこの電子２個を受け取って銅原子となる。

問２ マグネシウム片に硫酸亜鉛水溶液を入れると，マグネシウム片に亜鉛の固体が付着することから，マグネシウムは亜鉛よりもイオンになりやすいことがわかる。また，亜鉛片に金属Ｘのイオンを含む水溶液を入れると，亜鉛片に金属Ｘの固体が付着することから，亜鉛は金属Ｘよりもイオンになりやすいことがわかる。金属Ｘ片に硫酸銅水溶液を入れると銅の固体が付着することから，金属Ｘは銅よりもイオンになりやすいことがわかる。したがって，イオンになりやすい順に並べると，マグネシウム，亜鉛，金属Ｘ，銅となる。

問３ ダニエル電池では，亜鉛板と銅板を用いる。亜鉛と銅では亜鉛の方がイオンになりやすいため，亜鉛が電子を失って亜鉛イオンとなる。このとき，電子は銅板に移動し，水溶液中の銅イオンが電子を受け取ることで銅原子となって銅板に付着する。したがって，亜鉛板の質量は減り，銅板の質量は増える。また，硫酸銅水溶液の青色は銅イオンによるものであり，水溶液中の銅イオンの数が減るため，しだいに色はうすくなっていく。セロハンはイオンが移動できるほどの小さな穴が多数空いており，硫酸イオンだけでなく亜鉛イオンなども移動することができる。

問４ 化学電池では，イオンになりやすい金属板が－極となる。マグネシウムは亜鉛よりもイオンになりやすいため，マグネシウム板が－極となり，電流が流れる向きが逆になるため，プロペラは**実験２**と逆向きに回転する。

【過去問 25】

水溶液に関する**実験Ⅰ**，**実験Ⅱ**を行った。下の**問１～問６**に答えなさい。

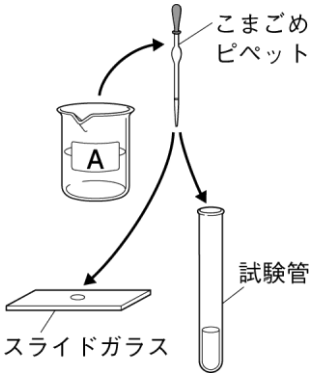
（和歌山県 2023 年度）

実験Ⅰ 「水溶液を特定する実験」

(ⅰ) うすいアンモニア水，うすい塩酸，塩化ナトリウム水溶液，砂糖水のいずれかの水溶液が入ったビーカーが１つずつあり，それぞれにA，B，C，Dのラベルを貼った。

(ⅱ) **図１**のように，Aの水溶液を，こまごめピペットを使って，スライドガラスに１滴のせて，試験管に少量入れた。スライドガラスにのせた水溶液はドライヤーで乾燥させ，試験管の水溶液にはフェノールフタレイン溶液を数滴加えて，それぞれのようすを観察した。

図１ 実験のようす



(ⅲ) B，C，Dの水溶液についても，それぞれ(ⅱ)と同じ操作を行った。

(ⅳ) (ⅱ)，(ⅲ)の結果を**表１**にまとめた。

表１ 実験結果

	Aの水溶液	Bの水溶液	Cの水溶液	Dの水溶液
水溶液を乾燥させた後のようす	何も残らなかった。	白い物体が残った。	白い物体が残った。	何も残らなかった。
フェノールフタレイン溶液による変化	変化しなかった。	変化しなかった。	変化しなかった。	赤色に変化した。

実験Ⅱ 「水溶液を混合し，性質を調べる実験」

(ⅰ) うすい水酸化バリウム水溶液を 20cm³ 入れたビーカーを用意し，緑色のBTB溶液を数滴加え，ビーカー内の水溶液を観察した。

(ⅱ) **図２**のような実験装置を使って，ビーカー内の水溶液に電流が流れるかを調べた。

(ⅲ) **図３**のように，(ⅱ)のビーカーにうすい硫酸を２cm³ 加え，ガラス棒を使ってよくかき混ぜ，ビーカー内の水溶液を観察した。また，電流が流れるかを調べた。

(ⅳ) (ⅲ)の操作を，加えたうすい硫酸が合計 20cm³ になるまで繰り返した。実験結果を**表２**にまとめた。

(ⅴ) うすい硫酸を加える過程において，白い沈殿物が生じたので，(ⅳ)でうすい硫酸を 20cm³ 加えたときのビーカーの中身をろ過した。

図２ 実験装置

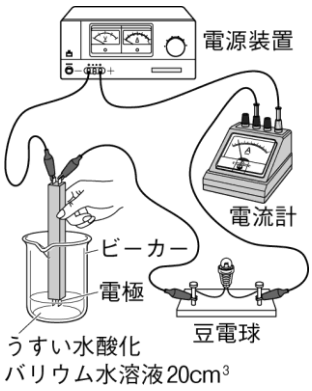


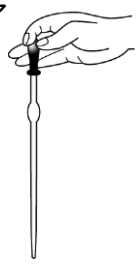
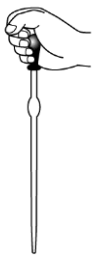
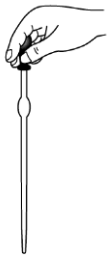
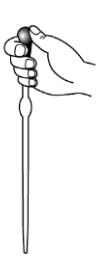
図３ 水溶液を混ぜるようす

表２ 実験結果

加えたうすい硫酸の体積〔cm³〕	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
ビーカー内の水溶液の色	青	青	青	青	青	青	青	青	緑	黄	黄
電流のようす	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○

電流のようすは，電流が流れたときを○，流れなかったときを×で表している。

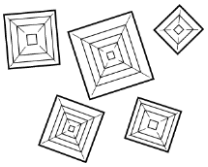
問１　**実験Ⅰ**の下線部について，こまごめピペットの正しい使い方を示したものを，次の**ア**～**エ**の中から１つ選んで，その記号を書きなさい。

ア　  　**イ**　  　**ウ**　  　**エ**　 

問２　次の文は，**実験Ⅰ**の実験結果から考えられることをまとめたものの一部である。下の(1)，(2)に答えなさい。

水溶液を乾燥させた後のようすから，**A**，**D**の水溶液はうすいアンモニア水，うすい塩酸のいずれかであると特定できた。残りの**B**，**C**の水溶液を特定するために，スライドガラスに残った白い物体を顕微鏡で観察した。**図４**は，そのときの**B**の水溶液を乾燥させて残ったもののスケッチである。

図４　**B**の水溶液を乾燥させて残ったもののスケッチ



(1)　**A**，**D**の水溶液にとけていたものに共通する特徴は何か。**表１**の結果をふまえて，書きなさい。

(2)　**A**～**D**の水溶液の組み合わせ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。

	Aの水溶液	**B**の水溶液	**C**の水溶液	**D**の水溶液
ア	うすい塩酸	塩化ナトリウム水溶液	砂糖水	うすいアンモニア水
イ	うすい塩酸	砂糖水	塩化ナトリウム水溶液	うすいアンモニア水
ウ	うすいアンモニア水	塩化ナトリウム水溶液	砂糖水	うすい塩酸
エ	うすいアンモニア水	砂糖水	塩化ナトリウム水溶液	うすい塩酸

問３　**実験Ⅱ**の**表２**より，うすい硫酸を10㎤加えたときのビーカー内の水溶液の性質として最も適切なものを，次の**ア**～**ウ**の中から１つ選んで，その記号を書きなさい。

ア　酸性　　**イ**　中性　　**ウ**　アルカリ性

問４　**実験Ⅱ**の**表２**について，うすい硫酸を16㎤加えたときに電流が流れなかったのはなぜか，その理由を簡潔に書きなさい。ただし，「**イオン**」という語を用いること。

問５　**実験Ⅱ**について，次の化学反応式はこの実験の化学変化を表したものである。［　X　］，［　Y　］にあてはまる化学式をそれぞれ書きなさい。

H_2SO_4　＋　$Ba(OH)_2$　→　［　X　］　＋　2［　Y　］

問６　**実験Ⅱ**(v)について，ろ紙に残った白い沈殿物を乾燥させ，質量を測定すると，0.8ｇであった。
うすい硫酸を10㎤加えた時点では，ビーカー内に白い沈殿物は何ｇあったと考えられるか，書きなさい。

問１		
問２	(1)	
	(2)	
問３		
問４		
問５	X	
	Y	
問６		g

問１		エ
問２	(1)	気体であること。
	(2)	ア
問３		ウ
問４		**イオン**が存在しないから。
問５	X	$BaSO_4$
	Y	H_2O
問６		0.5　g

問２ 溶質がアンモニアであるうすいアンモニア水と，溶質が塩化水素であるうすい塩酸は，水溶液を蒸発させると，溶質も気体として出ていくので，後に何も残らない。よって，ＡとＤはうすいアンモニア水とうすい塩酸のいずれかである。フェノールフタレイン溶液はアルカリ性の水溶液にだけ反応するので，Ｄはうすいアンモニア水，Ａはうすい塩酸である。水溶液を蒸発させたとき，Ｂのような結晶ができるのは塩化ナトリウム水溶液である。よって，Ｃは砂糖水である。

問３ うすい硫酸を 10cm³ 加えたとき，BTB溶液は青色を示しているので，アルカリ性である。

問４，５ うすい硫酸を 16cm³ 加えたとき，BTB溶液は緑色を示しているので，うすい水酸化バリウム水溶液とうすい硫酸がちょうど中和して中性になっていることがわかる。このときの反応は，

$H_2SO_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_4 + 2H_2O$

と表される。反応後には，白い沈殿となっている硫酸バリウム（$BaSO_4$）と，水（H_2O）だけが残るので，液中にイオンがなくなっており，電流は流れない。

問６ **実験Ⅱ**の(v)では水溶液中の水酸化バリウムがすべて反応しており，このときにできる硫酸バリウムの質量を測定している。これは，うすい硫酸を 16cm³ 加えたときにちょうど中和してできる硫酸バリウムの質量と等しい。うすい塩酸を 10cm³ 加えたときにできる硫酸バリウムの質量を x とすると，16ｇ：10ｇ＝0.8ｇ：x より，x＝0.5ｇ。

【過去問 26】

酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜたときの変化を調べるために，次の**実験１**，**実験２**を行った。あとの各問いに答えなさい。

（鳥取県 2023 年度）

実験１

操作１　うすい水酸化ナトリウム水溶液 20cm³ をはかりとり，ビーカーに入れた後，BTB溶液を数滴加えた。

操作２　**図１**のように，**操作１**のビーカーに，うすい塩酸を４cm³ 加え，ガラス棒でかき混ぜ，水溶液の色の変化を観察した。

操作３　加えるうすい塩酸の体積が 20cm³ になるまで，**操作２**を繰り返した。

図１

次の**表１**は，**実験１**の結果をまとめたものである。

表１

加えたうすい塩酸の体積〔cm³〕	4	8	12	16	20
水溶液の色	青色		緑色	黄色	

問１　**実験１**では，酸とアルカリがたがいの性質を打ち消し合う反応が起こった。この反応を何というか，答えなさい。

問２　**実験１**で使ったものと同じ濃度のうすい水酸化ナトリウム水溶液 20cm³ とうすい塩酸 12cm³ をよく混ぜた水溶液をスライドガラスにとり，水を蒸発させると結晶が現れた。この結晶となった物質の化学式を答えなさい。

問３　**実験１**の結果について述べたものとして，最も適切なものを，次の**ア**～**エ**からひとつ選び，記号で答えなさい。

ア　水溶液の色が青色のとき，水溶液中に最も多く存在するイオンは水素イオンである。

イ　水溶液の色が緑色のとき，水溶液中に存在するイオンのほとんどはナトリウムイオンと塩化物イオンである。

ウ　水溶液の色が緑色のとき，電流は流れない。

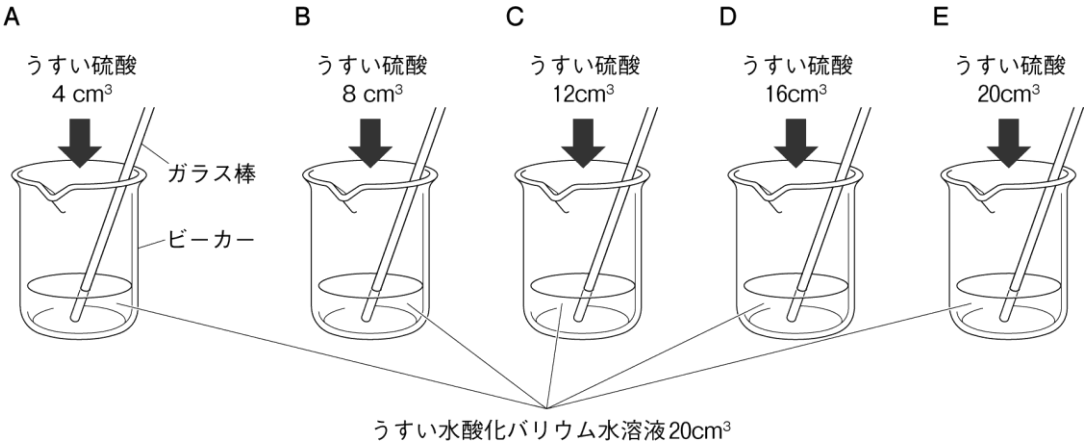
エ　水溶液の色が黄色のとき，水溶液の性質はアルカリ性である。

実験２

操作１　図２のように，Ａ～Ｅのビーカーに同じ濃度のうすい水酸化バリウム水溶液 20cm³ を入れ，Ａ～Ｅのビーカーに同じ濃度のうすい硫酸をそれぞれ４cm³，８cm³，12cm³，16cm³，20cm³ 加え，ガラス棒でかき混ぜたところ，すべてのビーカー内に白い沈殿が生じた。

操作２　**操作１**で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する。また，ろ過したろ液にBTB溶液を２，３滴加え，水溶液の色の変化を観察する。

図２



次の**表２**は，**実験２**の結果をまとめたものである。

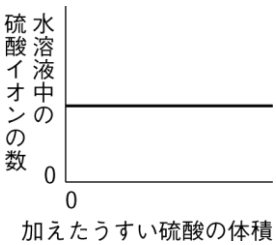
表２

	A	B	C	D	E
加えたうすい硫酸の体積〔cm³〕	4	8	12	16	20
沈殿した物質の質量〔g〕	0.2	0.4	0.6	0.7	0.7
BTB溶液を加えたときの水溶液の色	青色			黄色	

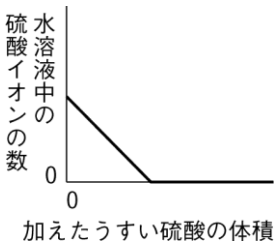
問４　**表２**をもとに，加えたうすい硫酸の体積と沈殿した物質の質量との関係を表すグラフをかきなさい。

問５　**操作１**で加えたうすい硫酸の体積と，沈殿が生じたあとのビーカー内の水溶液中の硫酸イオンの数との関係を，グラフに表したものとして，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。

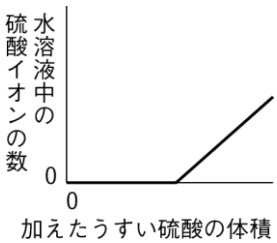
ア



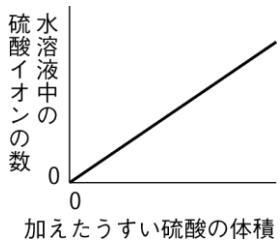
イ

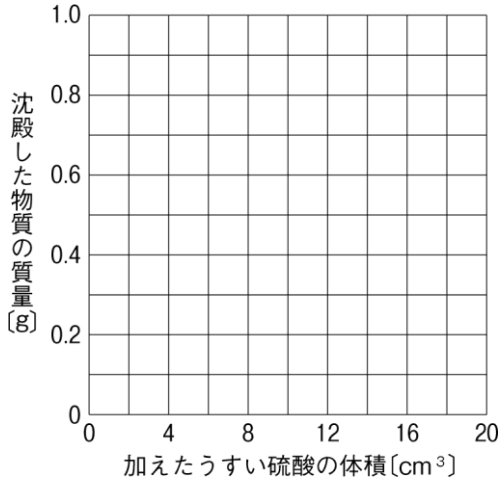


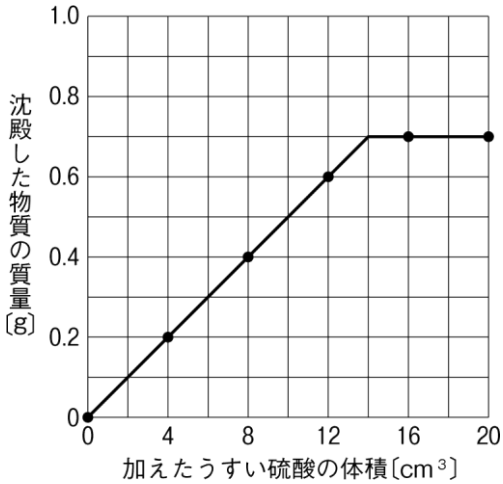
ウ



エ



問１	
問２	
問３	
問４	
問５	

問１	中和
問２	NaCl
問３	イ
問４	
問５	ウ

問2 水酸化ナトリウム水溶液にうすい塩酸を加えると中和が起こり，塩化ナトリウムが生じる。このときの化学変化を化学反応式で表すと，$HCl+NaOH \rightarrow NaCl+H_2O$となる。

問3 BTB溶液は中性では緑色を示すことから，加えたうすい塩酸の体積が $12cm^3$ のとき，うすい水酸化ナトリウム水溶液とうすい塩酸が過不足なく反応していることがわかる。うすい塩酸を加える前は，水酸化ナトリウムが電離して，水溶液中にはナトリウムイオンと水酸化物イオンが含まれる。ここにうすい塩酸を加えていくと，水酸化物イオンと水素イオンが結びつき水ができるので，水溶液の色が青色のとき水溶液中に最も多く存在するイオンはナトリウムイオンである。また，水溶液の色が緑色のとき，水溶液中に存在するイオンのほとんどはナトリウムイオンと塩化物イオンであり，このとき，水溶液中にイオンが含まれるため電流は流れる。うすい水酸化ナトリウム水溶液とうすい塩酸が過不足なく反応したあと，さらにうすい塩酸を加えていくと水素イオンがふえるので，水溶液は酸性になり，BTB溶液は黄色を示す。

問5 うすい硫酸を加える前は，水酸化バリウムが電離して，水溶液中にはバリウムイオンと水酸化物イオンが存在する。ここにうすい硫酸を加えていくと，硫酸が電離して生じた硫酸イオンはバリウムイオンと結びついて沈殿を生じる。この反応は水溶液中のバリウムイオンがなくなるまで続くため，完全に中和するまで，水溶液中の硫酸イオンの数は0のままであり，完全に中和したあとは加えたうすい硫酸の体積だけ硫酸イオンの数は増加していく。

【過去問 27】

電気分解によって発生する気体について調べるために，次の**実験１**，**実験２**を行った。あとの各問いに答えなさい。

（鳥取県 2023 年度）

実験１

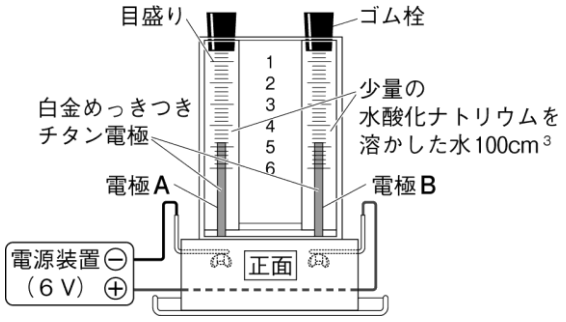
操作１　**図１**のような装置に，少量の水酸化ナトリウムを溶かした水を 100cm³ 入れた。

操作２　電源装置につなぎ，６Ｖの電圧を加えて電流を流した。

操作３　気体が発生し，**電極Ａ**側または**電極Ｂ**側のどちらか一方の気体が４の目盛りまでたまったら電源を切る。

操作４　**電極Ａ**側，**電極Ｂ**側に発生した気体の性質を調べた。

図１



実験２

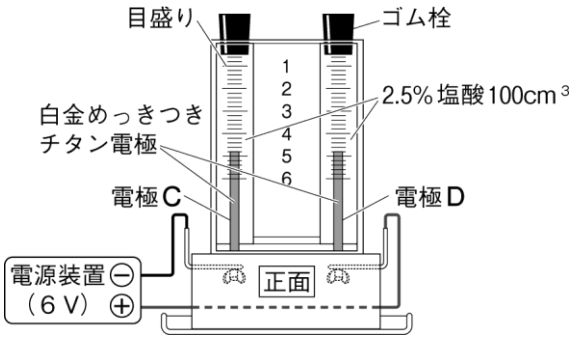
操作１　**図２**のような装置に，2.5%塩酸100cm³を入れた。

操作２　電源装置につなぎ，６Ｖの電圧を加えて電流を流した。

操作３　気体が発生し，**電極Ｃ**側または**電極Ｄ**側のどちらか一方の気体が４の目盛りまでたまったら電源を切る。

操作４　**電極Ｃ**側，**電極Ｄ**側に発生した気体の性質を調べた。

図２



問１　**実験１**では質量パーセント濃度が 2.5%の水酸化ナトリウム水溶液を用いた。この水酸化ナトリウム水溶液を 300ｇつくるとき，必要となる水酸化ナトリウムは何ｇか，答えなさい。

問２　**実験１**で，**電極Ａ**側に発生した気体の性質を調べる方法とその結果として，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。

ア　火のついた線香を入れると，線香が激しく燃える。

イ　赤インクで着色した水に管の上部の液を入れると，着色した水の色が消える。

ウ　マッチの火を近づけると，音を立てて燃える。

エ　水でぬらした赤色リトマス紙を近づけると，青色に変化する。

問３　**実験１**で**電極Ｂ**側に発生した気体と同じ気体を発生させる方法として，適切なものを，次の**ア**～**オ**から**すべて**選び，記号で答えなさい。

ア　石灰石にうすい塩酸を加える。

イ　炭酸水素ナトリウムを加熱する。

ウ　二酸化マンガンにうすい過酸化水素水を加える。

エ　酸化銀を加熱する。

オ　酸化銅と活性炭をまぜたものを加熱する。

問４　**実験２**で用いた塩酸は，塩化水素が水に溶けた水溶液である。塩化水素の電離のようすを，化学式を使って表しなさい。

問５　**実験１**，**実験２**の結果，**電極Ａ**側，**電極Ｂ**側，**電極Ｃ**側，**電極Ｄ**側に発生し，管にたまった気体の体積をそれぞれ**ａ**cm^3，**ｂ**cm^3，**ｃ**cm^3，**ｄ**cm^3とする。**実験１**における，**ａ**，**ｂ**の関係，**実験２**における，**ｃ**，**ｄ**の関係として，最も適切なものを，次の**ア**～**カ**からそれぞれひとつ選び，記号で答えなさい。

ア　ａ＞ｂ

イ　ａ＝ｂ

ウ　ａ＜ｂ

エ　ｃ＞ｄ

オ　ｃ＝ｄ

カ　ｃ＜ｄ

問１	g			
問２				
問３				
問４				
問５	実験1		実験2	

問１	7.5　g			
問２	ウ			
問３	ウ，エ			
問４	$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$			
問５	実験1	ア	実験2	エ

問１ 質量パーセント濃度

ある溶液の質量パーセント濃度は，次の式で求められる。

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

$$=\frac{\text{溶質の質量【g】}}{\text{溶媒の質量【g】}+\text{溶質の質量【g】}}\times 100$$

水溶液の質量が 300 g だから，必要となる水酸化ナトリウムは $300\times\frac{2.5}{100}=7.5$ g となる。

問２ **実験１**では，水が電気分解し，陽極側に酸素，陰極側に水素が発生する。したがって，**電極Ａ**側に発生した気体は水素であり，水素にマッチの火を近づけると，音を立てて燃える。

問５ 水を電気分解すると，発生する水素と酸素の体積の比（水素：酸素）は２：１となるため，**ａ＞ｂ**となる。また，塩酸を電気分解すると陰極側に水素，陽極側に塩素がそれぞれ発生するが，塩素は水に溶けやすい気体であるため，管にたまった気体の体積は**ｃ＞ｄ**となる。

【過去問 28】

次の**問１**，**問２**に答えなさい。

（島根県 2023 年度）

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

実験１

操作１　**Ａ班～Ｅ班**は，それぞれ異なる質量の銅の粉末をはかりとる。

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

操作３　質量の変化がなくなるまで，**操作２**を繰り返す。

結　果　各班の結果は，**表１**のようになった。

図１

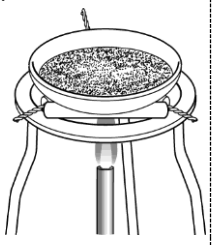


表１

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

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

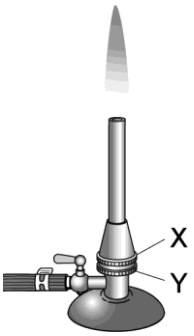
ア　空気の量を減らすために，Ｙのねじを固定して，Ｘのねじを開く。

イ　空気の量を減らすために，Ｘのねじを固定して，Ｙのねじを開く。

ウ　空気の量を増やすために，Ｙのねじを固定して，Ｘのねじを開く。

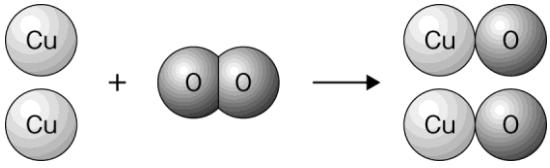
エ　空気の量を増やすために，Ｘのねじを固定して，Ｙのねじを開く。

図２



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

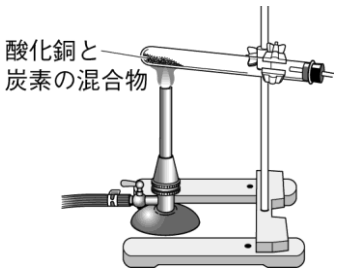
図３



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

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

図４



問２　金属のイオンへのなりやすさのちがいと，電池のしくみを調べる目的で，**実験２**と**実験３**を行った。これについて，下の**１**～**４**に答えなさい。

実験２

操　作　**表２**のような水溶液と金属片の組み合わせで，**図５**のように水溶液に金属片を入れ，しばらく放置して，金属片の表面の変化を観察する。

結　果　この実験の結果は，**表２**のようになった。

図５

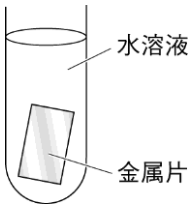


表２

	銅	亜鉛	マグネシウム
硫酸銅水溶液	変化がなかった	赤色の物質が付着した	赤色の物質が付着した
硫酸亜鉛水溶液	変化がなかった	変化がなかった	黒色の物質が付着した
硫酸マグネシウム水溶液	変化がなかった	変化がなかった	変化がなかった

１　**表２**をもとに，銅，亜鉛，マグネシウムを**イオンになりやすい順**に並べなさい。

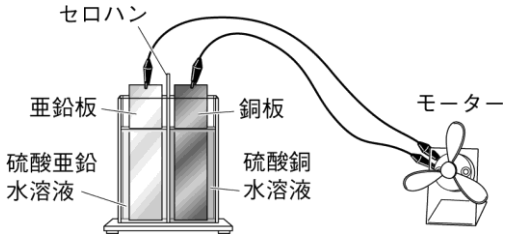
２　硫酸銅水溶液に亜鉛を入れたときに起こった亜鉛の変化と，水溶液中の銅イオンの変化の組み合わせとして最も適当なものを，次の**ア**～**エ**から**一つ**選び，記号で答えなさい。

	亜鉛の変化	水溶液中の銅イオンの変化
ア	$Zn + 2e^- \rightarrow Zn^{2+}$	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
イ	$Zn + 2e^- \rightarrow Zn^{2+}$	$Cu^{2+} \rightarrow Cu + 2e^-$
ウ	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
エ	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$	$Cu^{2+} \rightarrow Cu + 2e^-$

実験３

操　作　**図６**のように，セロハンで仕切った水そうの一方に硫酸亜鉛水溶液を，もう一方に硫酸銅水溶液を入れ，それぞれの水溶液に亜鉛板，銅板をひたした後，モーターをつないだ。

図６

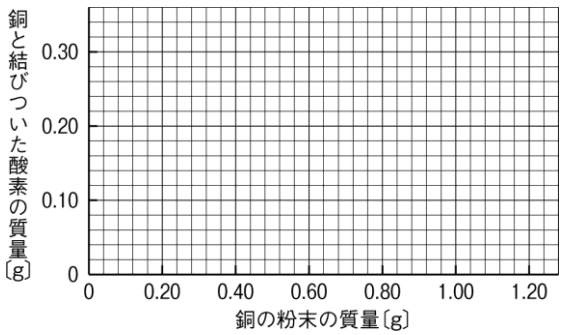


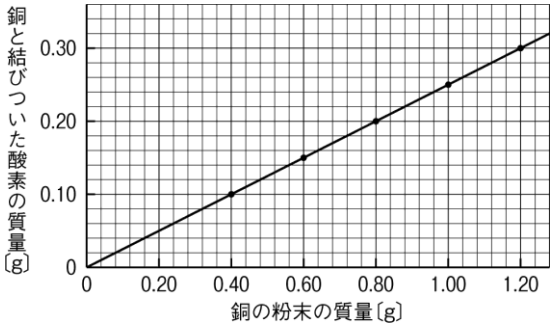
３　**実験３**の結果，モーターが回転した。このときの－（マイナス）極と回路を移動する**電子の向き**の組み合わせとして最も適当なものを，次の**ア**～**エ**から**一つ**選び，記号で答えなさい。

	－極	回路を移動する電子の向き
ア	銅板	銅板から亜鉛板へ
イ	銅板	亜鉛板から銅板へ
ウ	亜鉛板	銅板から亜鉛板へ
エ	亜鉛板	亜鉛板から銅板へ

４　**図６**の亜鉛板をマグネシウム板に，硫酸亜鉛水溶液を硫酸マグネシウム水溶液にかえて，モーターの回転を観察した。その観察結果として最も適当なものを，次の**ア**～**ウ**から**一つ**選び，記号で答えなさい。

ア　同じ向きに回転した。　　**イ**　逆向きに回転した。　　**ウ**　回転しなくなった。

問１	１	
	２	
	３	
	４	g
問２	１	（　　），（　　），（　　）の順にイオンになりやすい。
	２	
	３	
	４	

問１	１	ウ
	２	$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$
	３	
	４	2.00　g
問２	１	（**マグネシウム**），（　**亜鉛**　），（　**銅**　）の順にイオンになりやすい。
	２	ウ
	３	エ
	４	ア

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

３ **操作３**の後の物質の質量は，加熱前の銅の粉末の質量よりも大きい。これは銅と酸素が結びついたためであり，増加した質量は銅と結びついた酸素の質量である。

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

問２　１ 硫酸銅水溶液中には，硫酸銅が電離して銅イオンと硫酸イオンがふくまれる。ここに異なる固体の金属片を入れたとき，金属片の金属の方が銅イオンよりも陽イオンになりやすければ，金属片の金属が電子を出して水溶液中にとけ出し，この電子を水溶液中の銅イオンが受け取って銅原子となり金属片に付着する。硫酸銅水溶液に亜鉛片とマグネシウム片のいずれを入れたときも，金属片には赤色の物質（銅）が付着したことから，亜鉛やマグネシウムは銅よりも陽イオンになりやすいことがわかる。同様に，硫酸亜鉛水溶液にマグネシウム片を入れたとき，マグネシウム片に黒色の物質が付着したことから，マグネシウムイオンが水溶液中にとけ出し，水溶液中の亜鉛イオンが亜鉛原子となって付着したと考えられる。よって，マグネシウムは亜鉛よりも陽イオンになりやすく，銅，亜鉛，マグネシウムにおいて，マグネシウム，亜鉛，銅の順にイオンになりやすいことがわかる。

３ **図６**の装置では，銅よりも亜鉛の方が陽イオンになりやすいため，亜鉛板で亜鉛原子が電子を放出して亜鉛イオンとなって水溶液中にとけ出す。このとき，放出された電子は，銅板の方へ移動し，銅板の表面付近では水溶液中の銅イオンが電子を受け取って銅原子となって銅板に付着する。よって，亜鉛板が−極となり，電子は亜鉛板から銅板の向きへ移動する。

4 **図６**の亜鉛板をマグネシウム板に，硫酸亜鉛水溶液を硫酸マグネシウム水溶液にかえても，銅よりもマグネシウムの方が陽イオンになりやすいため，電流は同じ向きに流れ，モーターは**実験３**と同じ向きに回転する。

【過去問 29】

次は，サイエンス部に所属する太郎さんと先生の会話と，電池に関する実験です。**問１～問６**に答えなさい。

（岡山県 2023 年度）

〈会話〉

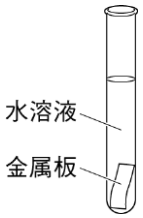
先生：太郎さん，前回の実験を覚えていますか。

太郎：はい，３種類の金属について，陽イオンへのなりやすさを確認しました。

【前回の実験】

図１のように，銅，マグネシウム，亜鉛の金属板を水溶液に入れたときの，金属板の表面の様子を**表**にまとめた。

図１



表

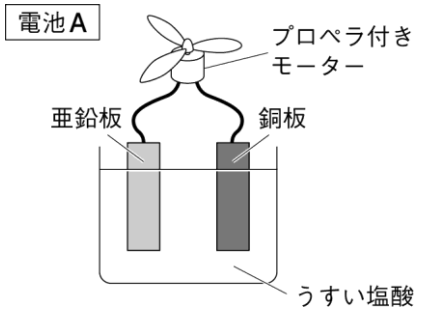
	硫酸銅水溶液	硫酸マグネシウム水溶液	硫酸亜鉛水溶液
銅		変化しなかった	変化しなかった
マグネシウム	銅が付着した		亜鉛が付着した
亜鉛	銅が付着した	変化しなかった	

先生：**【前回の実験】**をもとにして，**図２**のような電池Ａをつくることができますよ。

太郎：すごい。プロペラが回りました。こんなに簡単に電池をつくることができるんですね。

先生：電池のしくみには金属の陽イオンへのなりやすさが関係しているので，２種類の金属と電解質を組み合わせることで電池をつくることができます。

図２



問１　**【前回の実験】**について，３種類の金属のうちで，最も陽イオンになりやすい金属の名称を答えなさい。

問２　電池Ａにおいて，銅板は＋極と－極のどちらになるかを答えなさい。

問３　電池Ａについて，プロペラ付きモーターが回っているときの，水溶液中に含まれる金属イオンの数の変化として最も適当なのは，**ア～ウ**のうちではどれですか。一つ答えなさい。

ア　増加する　　**イ**　変わらない　　**ウ**　減少する

〈会話〉

太郎：あれ，プロペラが回らなくなってしまいました。

先生：長い時間，電気エネルギーを取り出すための工夫が必要ですね。

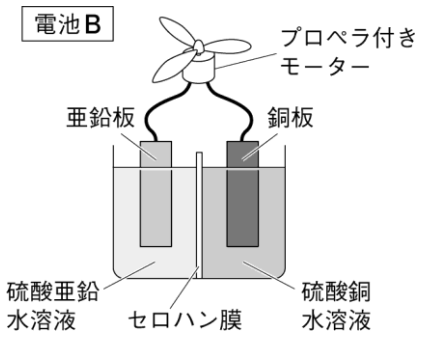
太郎：先生，インターネットで調べると，改良された電池が見つかったので，実験してみます。

【実験１】

図３のような電池**Ｂ**をつくり，プロペラ付きモーターをつなげて，電池**Ａ**とプロペラの回転を比較した。

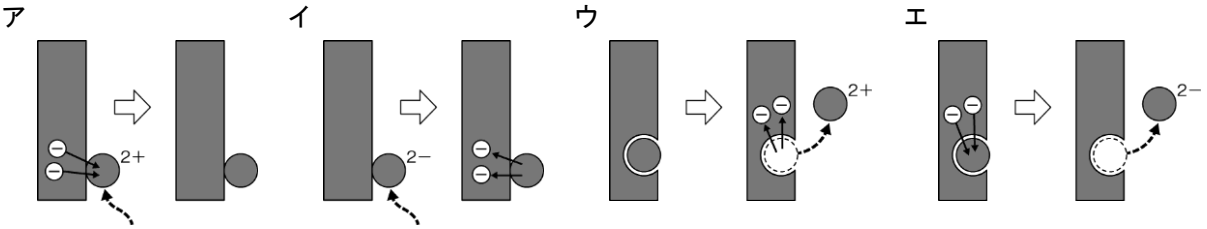
電池**Ａ**と電池**Ｂ**で，回転の勢いに大きな違いは確認できなかったが，電池**Ａ**よりも電池**Ｂ**の方が，長い時間プロペラが回転した。

図３



問４　電池**Ｂ**の銅板付近の様子を表したモデルとして最も適当なのは，**ア**～**エ**のうちではどれですか。一つ答えなさい。ただし，⊖ は電子を，● は原子を，$●^{2+}$ と $●^{2-}$ はイオンを表しています。

ア　**イ**　**ウ**　**エ**



問５　電池**Ｂ**について，さらに長い時間プロペラを回転させる方法として最も適当なのは，**ア**～**エ**のうちではどれですか。一つ答えなさい。

ア　セロハン膜をガラス板に変える。

イ　亜鉛板を銅板に変える。

ウ　硫酸銅水溶液の濃度を小さくする。

エ　硫酸銅水溶液の濃度を大きくする。

〈会話〉

太郎：プロペラをもっと勢いよく回転させることはできますか。

先生：それなら，電圧を大きくしたいですね。電池では，使用する２種類の金属の陽イオンへのなりやすさの差が大きい方が，電圧が大きくなります。

太郎：電池に用いる金属の組み合わせを変えれば，電圧が変わるということですね。**【前回の実験】**を生かして実験してみます。

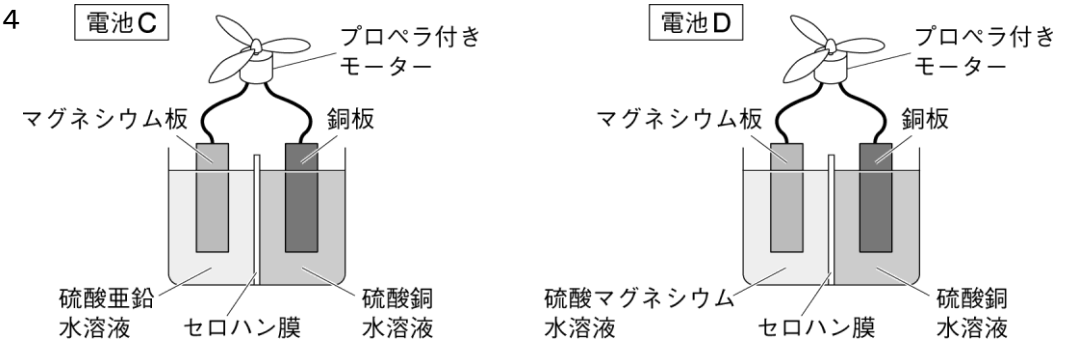
先生：実際に使われている電池でも，＋極と－極に使用する物質や使用する電解質を工夫しています。組み合わせを工夫してみてください。

【実験２】

図４のような電池**C**と電池**D**をつくり，電池**B**，電池**C**，電池**D**のそれぞれに電圧計をつなげて電圧を測定した。

電圧は，電池**B**が 1.1V，電池**C**が 1.6V，電池**D**が 1.8V であった。

図４



問６　次の文は，電池**D**に比べて，電池**C**の電圧が小さかった理由を説明したものです。 (a) ～ (c) に当てはまる最も適当なことばは，**ア～ク**のうちではどれですか。それぞれ一つ答えなさい。

電池**C**のマグネシウム板の表面で， (a) が放出した電子を (b) が受け取るため，銅板側に電子が (c) なり，電池**C**の電圧が電池**D**よりも小さくなった。

ア　マグネシウム原子　　**イ**　亜鉛原子　　**ウ**　銅原子

エ　マグネシウムイオン　　**オ**　亜鉛イオン　　**カ**　銅イオン

キ　移動しやすく　　**ク**　移動しにくく

問１						
問２	極					
問３						
問４						
問５						
問６	(a)		(b)		(c)	

問１	マグネシウム					
問２	＋　極					
問３	ア					
問４	ア					
問５	エ					
問６	(a)	ア	(b)	オ	(c)	ク

問１ ある金属イオンを含む水溶液に異なる金属の固体を入れたとき，水溶液中にイオンとして含まれる金属よりも固体の金属の方が陽イオンになりやすい場合，固体の金属が電子を失って陽イオンとなり，水溶液中の金属のイオンが電子を受け取って固体の金属となる。マグネシウムの金属板を硫酸亜鉛水溶液に入れたとき，金属板の表面に亜鉛が付着したことから，マグネシウムが電子を失って陽イオンとなり，水溶液中の亜鉛イオンが電子を受け取っていると考えることができ，マグネシウムは亜鉛よりも陽イオンになりやすいことが分かる。同様に，亜鉛の金属板を硫酸銅水溶液に入れたとき，銅が付着したことから，亜鉛は銅よりも陽イオンになりやすいことが分かる。したがって，３種類の金属では，マグネシウム，亜鉛，銅の順に陽イオンになりやすいと考えられる。

問２ 亜鉛と銅では亜鉛の方が陽イオンになりやすいため，亜鉛板の亜鉛原子が電子を失って陽イオンとなり水溶液中にとけだす。このとき，電子は導線を通って銅板に移動する。電流の向きと電子の移動する向きは逆であるため，亜鉛板から銅板へ電子が移動するとき，電流の向きは銅板から亜鉛板の向きであり，銅板が＋極，亜鉛板が−極になることが分かる。

問３ プロペラ付きモーターが回っているときは電流が流れていることから，亜鉛板から亜鉛イオンが生じ，このとき生じた電子は銅板に移動し，銅板の表面で水溶液中の水素イオンが電子を受け取る。よって，水溶液中の金属イオンの数は増えていく。

問４ 電池Ｂでは，亜鉛板から移動してきた電子は，銅板の表面で水溶液中の銅イオンが受け取る。
このとき，それぞれの極での反応は，電子１個をe^-で表すと，−極では$Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^-$，＋極では$Cu^{2+}+2e^- \rightarrow Cu$となる。よって，銅板付近では銅イオン$Cu^{2+}$が２個の電子を受け取って銅原子となる。

問５ 電池Ｂでは，しばらくプロペラを回転させると，硫酸銅水溶液中の銅イオンが少なくなったり，亜鉛板から亜鉛イオンがとけ出さなくなったりすることで，やがてプロペラが回転しなくなる。そのため，硫酸銅水溶液の濃度を大きくしたものを用いることで，プロペラをより長い時間回転させることができる。

問６ マグネシウムと亜鉛ではマグネシウムの方が陽イオンになりやすいため，電池Ｃのマグネシウム板の表面では，マグネシウム原子が陽イオンとなってとけ出す。このとき生じた電子は，銅板の方へ移動するだけでなく，

硫酸亜鉛水溶液中の亜鉛イオンが受け取る。これによって，銅板側に移動する電子が減り，電池Ｄに比べて電圧が小さくなったと考えられる。

【過去問 30】

塩酸に溶ける金属と溶けない金属があることに疑問をもったＳさんは，Ｔ先生と次の会話をし，実験を行った。あとの**問１～問３**に答えなさい。

（山口県 2023 年度）

Ｓさん：亜鉛と銅では，なぜ，亜鉛は塩酸に溶け，銅は塩酸に溶けないのでしょうか。

Ｔ先生：すばらしい問いですね。亜鉛が塩酸に溶けるとき，亜鉛Znは［ あ ］の反応により亜鉛イオンZn^{2+}に変化しています。一方，亜鉛の表面では，塩酸の電離によって生じている水素イオンH^+が，$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ の反応により水素H_2に変化しています。

Ｓさん：亜鉛は，原子の状態からイオンに変化し，水素は，イオンの状態から分子に変化していますね。亜鉛が水素よりもイオンになりやすいということでしょうか。

Ｔ先生：よくわかりましたね。逆に，銅が塩酸に溶けないということは，銅が水素よりもイオンになりにくいということなのです。

Ｓさん：亜鉛が水素よりイオンになりやすく，銅が水素よりイオンになりにくいということは，亜鉛が銅よりもイオンになりやすいということですね。

Ｔ先生：そのとおりです。ただ，複数の金属について，水溶液中でのイオンへのなりやすさを比較したいのであれば，別の方法でも調べることができます。亜鉛と銅だけでなく，他の金属も含めて実験してみましょう。

［**実験**］

① ４種類の金属板（鉄板，銅板，亜鉛板，マグネシウム板）と，４種類の５％水溶液（硫酸鉄水溶液，硫酸銅水溶液，硫酸亜鉛水溶液，硫酸マグネシウム水溶液）を用意した。

② **図１**のように，マイクロプレートの縦の列に同じ種類の金属板を入れ，マイクロプレートの横の列に同じ種類の水溶液を入れた。

③ それぞれの金属板が水溶液に溶けるかを観察した。

④ 金属板が溶けたことを「○」，溶けなかったことを「×」として，実験の結果を**表１**にまとめた。

図１

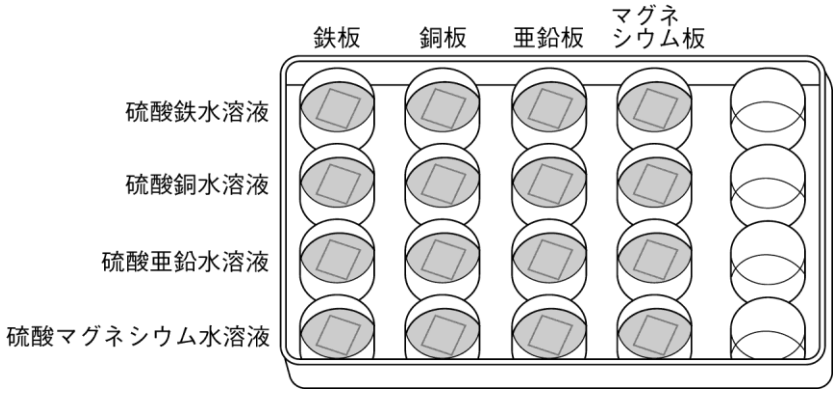


表１

	鉄板	銅板	亜鉛板	マグネシウム板
硫酸鉄水溶液	×	×	○	○
硫酸銅水溶液	○	×	○	○
硫酸亜鉛水溶液	×	×	×	○
硫酸マグネシウム水溶液	×	×	×	×

問１　［あ］に入る，亜鉛Znが亜鉛イオンZn^{2+}になる変化を，e^-を含む化学反応式で書きなさい。

問２　マイクロプレートを用いた実験のように，少量の薬品と小さな器具を用いて行う実験のことを，マイクロスケール実験という。マイクロスケール実験の長所として適切なものを，次の１～４から２つ選び，記号で答えなさい。

１　薬品の使用量を減らせるため，費用を安くすることができる。
２　目的の物質を，より効率よく多く得ることができる。
３　実験結果の誤差を小さくすることができる。
４　実験後に出る廃液の量を少なくすることができる。

問３　水溶液中での金属や水素のイオンへのなりやすさについて，次のア，イに答えなさい。

ア　表１をもとに，鉄，銅，マグネシウムを，イオンになりやすいものから順に並べたものとして，適切なものを，次の１～６から１つ選び，記号で答えなさい。

１　鉄，銅，マグネシウム　２　鉄，マグネシウム，銅
３　銅，鉄，マグネシウム　４　銅，マグネシウム，鉄
５　マグネシウム，鉄，銅　６　マグネシウム，銅，鉄

イ　Ｓさんは，Ｔ先生との会話と実験の結果をもとに，鉄，銅，亜鉛，マグネシウム，水素を，イオンになりやすいものから順に並べようとしたが，実験が不足しており，順番がわからない部分があった。次の文章が，追加で行うべき実験について述べたものとなるように，［い］，［う］，［え］に入る適切な語を書きなさい。

鉄，銅，亜鉛，マグネシウム，水素のうち，「［い］と［う］のどちらがイオンになりやすいか」がわかっていない。そのため，「［い］と［え］が反応するかどうか」を調べると，鉄，銅，亜鉛，マグネシウム，水素を，イオンになりやすいものから順に並べることができる。

問１			
問２			
問３	ア		
	イ	い	
		う	
		え	

問１	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$		
問２	１		４
問３	ア	５	
	イ	い	鉄
		う	水素
		え	塩酸

問３ 金属のイオンへのなりやすさ

イオンになりやすい金属の単体を，イオンになりにくい金属の陽イオンが存在する水溶液に入れると，次のように変化する。

・イオンになりやすい金属…イオンになりにくい金属の陽イオンに電子をあたえ，陽イオンとなって水溶液中に溶け出す。

・イオンになりにくい金属の陽イオン…イオンになりやすい金属から電子を受け取って，金属の単体になる（イオンになりやすい金属の表面に付着する)。

ア ［**実験**］で用意した硫酸鉄水溶液，硫酸銅水溶液，硫酸亜鉛水溶液，硫酸マグネシウム水溶液中には，それぞれ鉄イオン，銅イオン，亜鉛イオン，マグネシウムイオンが存在している。**表１**で，これらの水溶液中に鉄板を入れたとき，硫酸銅水溶液の場合だけ鉄が溶け，他は溶けなかったので，鉄は銅よりもイオンになりやすく，亜鉛とマグネシウムよりイオンになりにくいことがわかる。同様に，銅板を入れたときにはどの水溶液にも銅が溶けなかったので，銅は鉄・亜鉛・マグネシウムよりもイオンになりにくいことがわかる。亜鉛板を入れたときの結果からは，亜鉛は鉄・銅よりもイオンになりやすく，マグネシウムよりもイオンになりにくいことがわかる。マグネシウム板を入れたときの結果からは，マグネシウムは鉄・銅・亜鉛よりもイオンになりやすいことがわかる。したがって，イオンになりやすい金属から順に並べると，マグネシウム，亜鉛，鉄，銅になる。

イ 初めのＳさんとＴ先生の会話から，亜鉛，水素，銅をイオンになりやすいものから順に並べると，亜鉛，水素，銅になることがわかる。この結果と，上で説明した**ア**の結果とを比べると，鉄と水素はどちらも亜鉛よりイオンになりにくく，銅よりイオンになりやすいことはわかるが，鉄と水素のどちらがイオンになりやすいかはわからない。そこで，Ｔ先生の最初のせりふの中で説明されていた方法を利用して，鉄を塩酸に入れてみれば，もし鉄が塩酸に溶けた場合は鉄は水素よりもイオンになりやすく，鉄が塩酸に溶けなかった場合には鉄は水素よりもイオンになりにくいことがわかる（実際には鉄は水素よりもイオンになりやすく，塩酸に溶ける)。

【過去問 31】

Kさんは，みそ汁を作っているときに，なべの底に沈んでいた豆腐が，煮込むことによって浮いてきたことに疑問をもち，Lさんと次の会話をし，実験を行った。あとの**問１～問３**に答えなさい。ただし，100ｇの物体の重さを１Ｎとする。

（山口県 2023 年度）

Kさん：豆腐は水に沈むと思っていたけれど，煮込んだら浮いてきて，火を消したあとも浮いたままだったんだ。水の対流が原因ではなさそうだけれど，なぜだろう。
Lさん：水に浮いてきたということは，煮込む前と後で浮力が変化したのではないかな。
Kさん：そうだね。浮力の変化の原因には，質量の変化や体積の変化が考えられるよね。
Lさん：２種類の粘土を使って，これらのことを調べてみようよ。

［**実験１**］

① ２種類の粘土**A**，**B**を，それぞれ 100mL はかりとった後，**図１**のように糸を取り付けて形を整えた。
② １Ｌメスシリンダーに 500mL の水を入れた。
③ ①の粘土**A**をばねばかりにつるし，空気中でのばねばかりの値を記録した。
④ 粘土**A**を②のメスシリンダーの水の中にすべて入れ，ばねばかりの値とメスシリンダーの目盛りの値を記録した。
⑤ 粘土**A**を粘土**B**に変え，②～④を行った。
⑥ 実験の結果を**表１**にまとめた。

図１

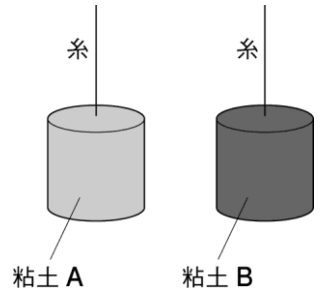


表１

	空気中		水の中	
	ばねばかりの値	メスシリンダーの目盛りの値	ばねばかりの値	メスシリンダーの目盛りの値
粘土 A	1.6N	500mL	0.6N	600mL
粘土 B	2.0N	500mL	1.0N	600mL

［実験２］

① ２種類の粘土Ａ，Ｂを，それぞれ 160ｇはかりとった後，**図２**のように糸を取り付けて形を整えた。

② １Ｌメスシリンダーに 500mL の水を入れた。

③ ①の粘土Ａをばねばかりにつるし，空気中でのばねばかりの値を記録した。

④ 粘土Ａを②のメスシリンダーの水の中にすべて入れ，ばねばかりの値とメスシリンダーの目盛りの値を記録した。

⑤ 粘土Ａを粘土Ｂに変え，②～④を行った。

⑥ 実験の結果を**表２**にまとめた。

図２

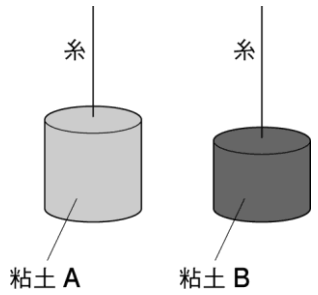


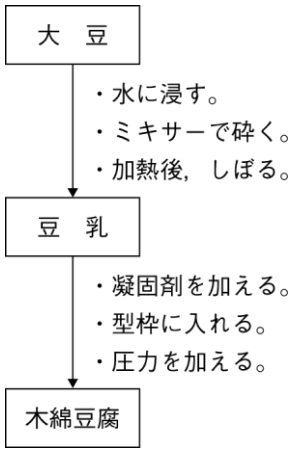
表２

	空気中		水の中	
	ばねばかりの値	メスシリンダーの目盛りの値	ばねばかりの値	メスシリンダーの目盛りの値
粘土Ａ	1.6N	500mL	0.6N	600mL
粘土Ｂ	1.6N	500mL	0.8N	580mL

問１ 豆腐の原材料であるダイズは，子葉が２枚の植物である。被子植物のうち，ダイズのように，子葉が２枚の植物のなかまを何というか。書きなさい。

問２ **図３**は，豆腐の種類の１つである木綿豆腐をつくる主な工程を表した模式図である。次の**ア**，**イ**に答えなさい。

図３



ア 豆乳に凝固剤を加えると，豆乳が固まる。凝固剤の１つである硫酸カルシウム$CaSO_4$に含まれる，カルシウムイオンと硫酸イオンの数の比として適切なものを，次の１～５から１つ選び，記号で答えなさい。

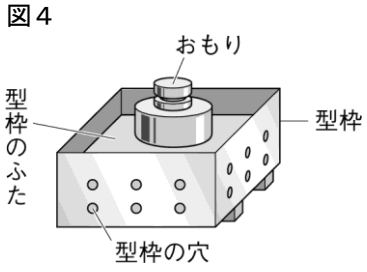
１ ４：１　　２ ２：１　　３ １：１

４ １：２　　５ １：４

イ 木綿豆腐は，凝固剤で固まった豆乳をくずして型枠に入れ，**図４**のように，上から圧力を加えて型枠の穴から水を抜いてつくる。

図４において，型枠のふたは１辺 10㎝の正方形，型枠のふたとおもりは合わせて 200ｇとするとき，木綿豆腐の上面に加わる圧力は何 Pa か。求めなさい。

図４



問３　ＫさんとＬさんは，実験後，Ｔ先生と次の会話をした。下の**ア**，**イ**に答えなさい。

Ｌさん：Ｔ先生，実験の結果は，**表１**，**表２**のようになりました。このことから，浮力は，水の中に入れた物体の体積と関係があることがわかりました。

Ｔ先生：結論をどのように導きましたか。

Ｌさん：**表１**から，［**実験１**］では［ **あ** ］ということがわかりました。また，**表２**から，［**実験２**］では［ **い** ］ということがわかりました。

これらのことから，浮力の大きさは，質量ではなく，体積と関係があると考えました。

Ｔ先生：よく考えましたね。アルキメデスの原理によると，「物体にはたらく浮力の大きさは，その物体が押しのけた液体の重さに等しい。」とされています。

つまり，「物体の重さ」と「その物体と同じ体積の水の重さ」を比較して，「物体の重さ」の方が小さいと，物体は水に浮くことになります。

Ｋさん：そうなのですね。これらの実験の結果をふまえると，なべの底に沈んでいた豆腐が浮いてきたのは，煮込むことによって，豆腐の［ **う** ］ので，「豆腐の重さ」より「豆腐が押しのけた水の重さ」が大きくなったからというわけですね。

Ｔ先生：そのとおりです。実験の結果をもとに正しく考察できましたね。

ア　Ｌさんの発言が，それぞれの実験の結果と合うように，［ **あ** ］，［ **い** ］に入る適切な語句を，次の１～３からそれぞれ１つずつ選び，記号で答えなさい。ただし，同じ記号を選んでもよい。

１　粘土Ａにはたらく浮力の大きさは，粘土Ｂにはたらく浮力の大きさより大きい

２　粘土Ａにはたらく浮力の大きさは，粘土Ｂにはたらく浮力の大きさより小さい

３　粘土Ａにはたらく浮力の大きさと，粘土Ｂにはたらく浮力の大きさは等しい

イ　Ｋさんの発言が，実験の結果をもとにした考察となるように，［ **う** ］に入る適切な語句を書きなさい。

問１			
問２	ア		
	イ		Pa
問３	ア	あ	
		い	
	イ		

問１	双子葉類		
問２	ア	３	
	イ	200 Pa	
問３	ア	あ	３
		い	１
	イ	体積が大きくなった	

問２ イ 圧力の求め方

$$\text{圧力【Pa】}=\frac{\text{力の大きさ【N】}}{\text{力がはたらく面積【m}^2\text{】}}$$ （１㎠＝0.0001m^2，100Pa＝１hPa）

木綿豆腐の上面に垂直に加わる力は，型枠のふたとおもりにはたらく重力で，その大きさは２Ｎである。よって，木綿豆腐の上面に加わる圧力は，２Ｎ÷（0.1×0.1）m^2＝200Pa である。

問３ ア ［**実験１**］で粘土**Ａ**にはたらく浮力の大きさを**表１**から求めると，1.6－0.6＝1.0Ｎである。同様に粘土**Ｂ**にはたらく浮力の大きさは，2.0－1.0＝1.0Ｎである。よって，［**実験１**］では，粘土**Ａ**にはたらく浮力の大きさと，粘土**Ｂ**にはたらく浮力の大きさは等しい。また，［**実験２**］で粘土**Ａ**にはたらく浮力の大きさは，1.6－0.6＝1.0Ｎ，粘土**Ｂ**にはたらく浮力の大きさは，1.6－0.8＝0.8Ｎ。よって，［**実験２**］では，粘土**Ａ**にはたらく浮力の大きさは，粘土**Ｂ**にはたらく浮力の大きさより大きい。

イ 「『豆腐の重さ』より『豆腐が押しのけた水の重さ』が大きくなったからというわけですね」と書かれていることから考えると，煮込んでいる間に豆腐の体積が大きくなって豆腐が押しのける水の量が増え，浮力が大きくなったので浮いてきたのだと考えられる。

【過去問 32】

次の**問１**，**問２**に答えなさい。

（香川県 2023 年度）

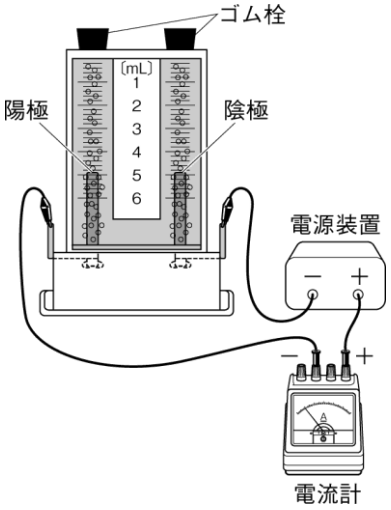
問１　異なる５種類の水溶液Ⓐ～Ⓔがある。これらの水溶液は，［　　］内に示した水溶液のうちのいずれかである。

うすい塩酸　うすい水酸化ナトリウム水溶液　砂糖水　食塩水　エタノール水溶液

水溶液Ⓐ～Ⓔを用いて，次の**実験Ⅰ～Ⅲ**をした。これに関して，あとの(1)～(5)の問いに答えよ。

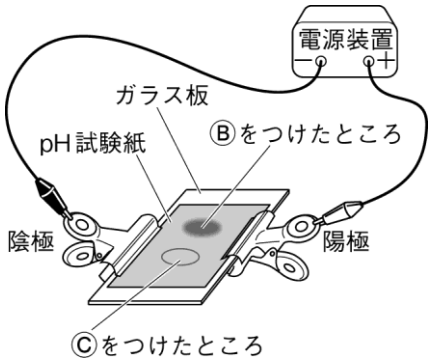
実験Ⅰ　右の**図Ⅰ**のような装置を用意し，Ⓐ～Ⓔをそれぞれ装置に入れて電流を流すと，Ⓐ，Ⓑ，Ⓒには電流が流れ，両極から気体が発生した。Ⓓ，Ⓔには電流が流れず，気体も発生しなかった。Ⓐ，Ⓑ，Ⓒをそれぞれ装置に入れたときに陽極から発生した気体を調べると，Ⓐを入れたときに陽極から発生した気体は酸素であり，Ⓑを入れたときとⒸを入れたときに陽極から発生した気体は，いずれも塩素であることがわかった。

図Ⅰ



実験Ⅱ　右の**図Ⅱ**のように，緑色のpH試験紙を，電流を流しやすくするために硝酸カリウム水溶液でしめらせてガラス板の上に置き，両端をクリップでとめて電源装置につないだ。pH試験紙の上にⒷとⒸを１滴ずつつけると，ⒷをつけたところのpH試験紙の色は赤色に変化したが，Ⓒをつけたところの色は緑色のまま変化しなかった。次に，電源装置から電圧を加え，時間の経過とともにpH試験紙がどのように変化するかを観察した。

図Ⅱ



実験Ⅲ　Ⓐをビーカーに10.0cm³とり，BTB溶液を１～２滴加えてガラス棒でよくかき混ぜながら，Ⓑを少しずつ加えていった。Ⓑを2.0cm³加えるごとに，できた水溶液の色を調べた。下の**表**は，その結果をまとめたものである。Ⓑを合計8.0cm³加えたときにできた水溶液のpHの値は，ちょうど７であった。

表

加えたⒷの体積の合計〔cm³〕	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0
できた水溶液の色	青色	青色	青色	緑色	黄色

(1)　**実験Ⅰ**で，Ⓐを入れたときに装置の陰極から発生した気体は何か。その名称を書け。

(2) Ⓓ, Ⓔがそれぞれどの水溶液であるかを調べるためには, **実験Ⅰ**に加えてどのような操作をおこなえばよいか。次の操作㋐～操作㋒のうち最も適当なものを一つ選び, 操作をおこなったときの変化とそのことからわかる水溶液の種類について簡単に書け。

操作㋐　石灰石を加える

操作㋑　スライドガラスに１滴とり, 水を蒸発させる

操作㋒　フェノールフタレイン溶液を１～２滴加える

(3) 次の文は, **実験Ⅱ**で電圧を加えたときのpH試験紙の変化について述べようとしたものである。文中の２つの〔　　〕内にあてはまる言葉を, ㋐, ㋑から一つ, ㋒, ㋓から一つ, それぞれ選んで, その記号を書け。

電圧を加えてしばらくすると, pH試験紙にⒷをつけて赤色に変化したところが〔㋐　陽極　㋑　陰極〕に向かって移動した。このことから, pH試験紙の色を赤色に変化させるイオンは〔㋒　＋(プラス)の電気　㋓　－(マイナス)の電気〕を帯びていると考えられる。

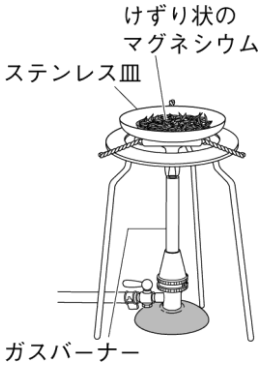
(4) **実験Ⅰ**と**実験Ⅱ**の結果から, Ⓒの水溶液の種類と, Ⓒの溶質が水溶液中で電離していることがわかる。Ⓒの溶質の電離を表す式を, 化学式を用いて書け。

(5) **実験Ⅲ**において, Ⓑを 2.0㎤ ずつ加えてできる水溶液中には何種類かのイオンが含まれている。Ⓑを合計 6.0㎤ 加えて水溶液の色が青色のままであるとき, この水溶液に含まれているイオンのうち, 数が最も多いイオンは何か。その名称を書け。

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

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

図Ⅰ



表Ⅰ

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

(1) **表Ⅰ**から, はじめは質量が増加したが, やがて増加しなくなったことがわかる。質量が増加しなくなったのはなぜか。その理由を簡単に書け。

(2) **実験Ⅰ**では, けずり状のマグネシウムが酸素と結びついて酸化マグネシウムができた。**実験Ⅰ**において, １回目に加熱したあとのステンレス皿の中の物質の質量は 1.60ｇであった。このとき, 酸素と結びつかずに残っているマグネシウムは何ｇであったと考えられるか。

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

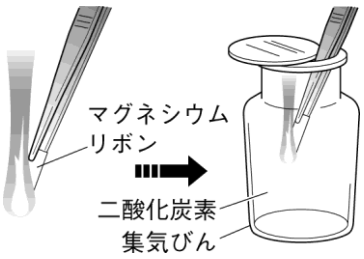
表Ⅱ

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

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

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

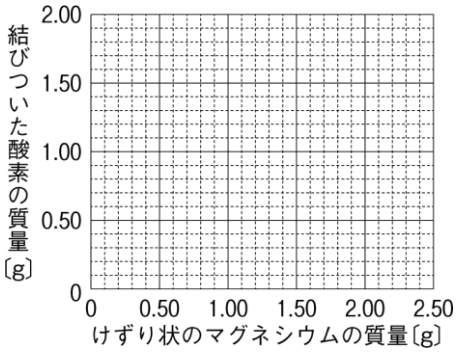
図Ⅱ

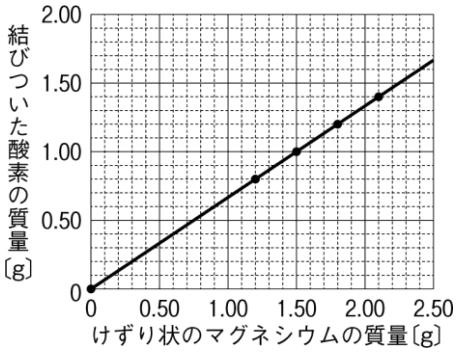


次に，酸化銅と乾燥した炭素粉末を混ぜ合わせた混合物を試験管に入れて加熱すると，気体が発生した。発生した気体を調べると二酸化炭素であることがわかった。気体が発生しなくなったところで加熱をやめ，試験管に残っていた赤色の固体を調べると，銅であることがわかった。

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

㋐　マグネシウム　　㋑　銅　　㋒　炭素

問１	(1)	
	(2)	Ⓓと Ⓔに操作＿＿＿＿＿＿をおこなったとき， ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ ほうの水溶液の種類が＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ であることがわかり，＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ほうの水溶液の種類が ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿であることがわかる。
	(3)	と
	(4)	→ ＋
	(5)	イオン
問２	(1)	から。
	(2)	g
	(3)	
	(4)	→ →

問１	(1)	**水素**
	(2)	例 Ⓓと Ⓔに操作 **㋑** をおこなったとき， **スライドガラスに白い固体が残った** ほうの水溶液の種類が **砂糖水** であることがわかり，**スライドガラスに何も残らなかった** ほうの水溶液の種類が **エタノール水溶液** であることがわかる。 例 Ⓓと Ⓔに操作 **㋑** をおこなったとき， **スライドガラスに何も残らなかった** ほうの水溶液の種類が **エタノール水溶液** であることがわかり，**スライドガラスに白い固体が残った** ほうの水溶液の種類が **砂糖水** であることがわかる。 などからひとつ
	(3)	**㋑ と ㋒**
	(4)	$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$
	(5)	**ナトリウム** イオン
問２	(1)	例 **すべてのマグネシウムが酸素と結びついた** から。
	(2)	**0.60** g
	(3)	
	(4)	**㋐ → ㋒ → ㋑**

問１ (1) Ⓐ～Ⓔの５種類の水溶液のうち，電解質の水溶液ではない砂糖水とエタノール水溶液には電流が流れない。よって，Ⓓ，Ⓔは砂糖水とエタノール水溶液のいずれかである。うすい塩酸，うすい水酸化ナトリウム水溶液，食塩水のうち，電気分解によって陽極から酸素が発生するⒶはうすい水酸化ナトリウム水溶液である。このとき分解されるのは水で，$2H_2O \rightarrow 2H_2+O_2$ という反応が起きるため，陰極からは水素が発生する。

(2) 操作㋑によって砂糖水の溶媒である水を蒸発させると，固体の砂糖が後に残る。エタノール水溶液の場合，水だけでなくエタノールも蒸発してしまうので，後には何も残らない。

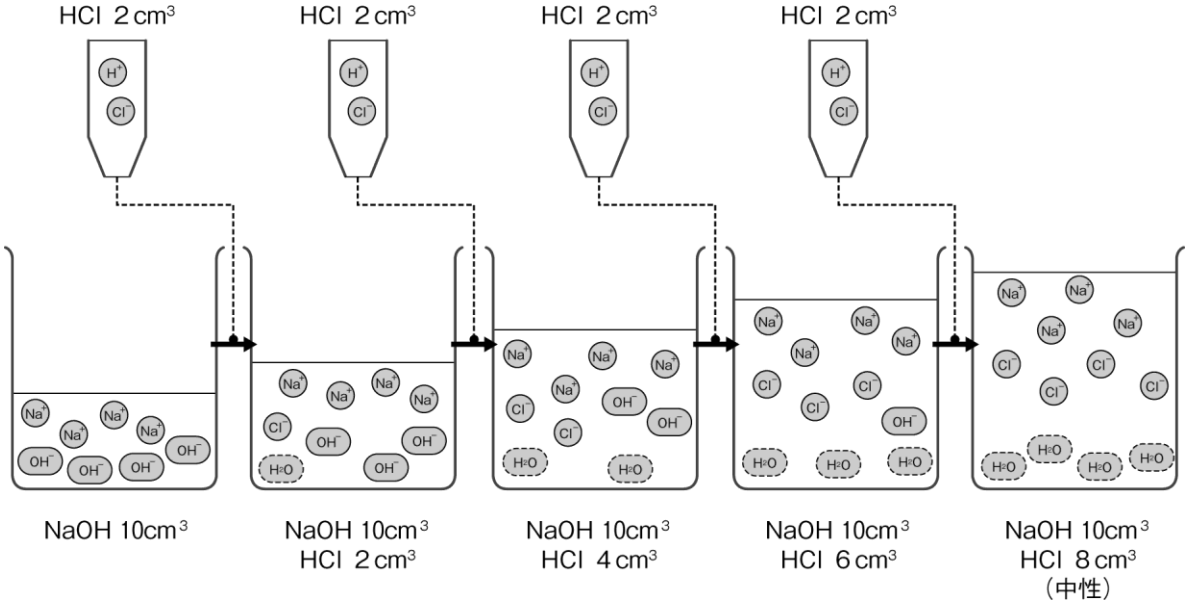
(3) Ⓑと Ⓒはうすい塩酸か食塩水のいずれかである。うすい塩酸は酸性の水溶液，食塩水は中性の水溶液なので，**実験Ⅱ**で pH 試験紙が変化しなかったⒸは食塩水で，Ⓑはうすい塩酸である。うすい塩酸を使って**図Ⅱ**

のように電圧を加えると，水溶液中の水素イオン（H^+）が陰極に移動する。

(4) 食塩水の溶質である塩化ナトリウム（NaCl）は，水にとけるとナトリウムイオン（Na^+）と塩化物イオン（Cl^-）に電離する。

(5) **実験Ⅲ**では，10cm³のうすい水酸化ナトリウム水溶液に，うすい塩酸を 8.0cm³加えたときにBTB溶液が緑色を示しているので，ここで過不足なく中和していると考えられる。このときのイオンの数の関係をまとめると，次の図のようになる。

ここで，10cm³のうすい水酸化ナトリウム水溶液に，うすい塩酸を 6.0cm³加えた場合を考えると，水溶液中に水素イオンは残らず，水酸化物イオンが残り，水溶液がアルカリ性になっているため，BTB溶液が青色を示したことがわかる。この場合，水溶液中では塩化物イオンよりも，水酸化ナトリウムが電離してできたナトリウムイオンの方が多い。また，水酸化物イオンはその多くが水素イオンによって中和されているので，ナトリウムイオンより少ない。よって，数が最も多いのはナトリウムイオンである。



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

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

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

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

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

【過去問 33】

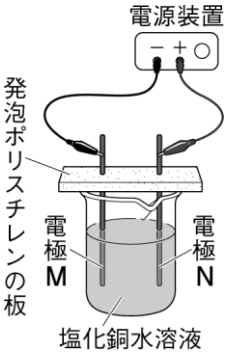
化学変化と水溶液の性質に関する次の**問１・問２**に答えなさい。

（愛媛県 2023 年度）

問１　［**実験１**］**図１**のような装置を用いて，塩化銅水溶液に一定時間電流を流すと，電極Mの表面に赤色の銅が付着し，電極N付近から刺激臭のある気体Xが発生した。

［**実験２**］**図２**のような装置を用いて，うすい塩酸に一定時間電流を流すと，気体Xが**実験１**と同じ極で発生し，もう一方の極では気体Yが発生した。

図１



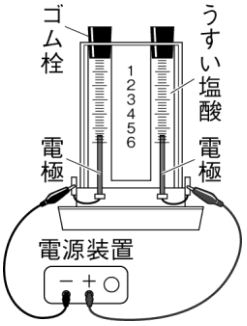
(1)　塩化銅が水に溶けて電離するときに起こる化学変化を，イオンの化学式を用いて，化学反応式で表すとどうなるか。解答欄の化学反応式を完成させよ。

(2)　気体Xは何か。その気体の名称を書け。

(3)　次の文の①，②の｛　｝の中から，それぞれ適当なものを１つずつ選び，**ア**～**エ**の記号で書け。

図１の，電源装置と電極の接続を，電極Mと電極Nが逆になるようにつなぎかえて，**実験１**と同じ方法で実験を行った。このとき，銅が付着したのは，①｛**ア**　電極Mの表面　　**イ**　電極Nの表面｝で，その電極は，②｛**ウ**　陽極　**エ**　陰極｝である。

図２



(4)　次の**ア**～**エ**のうち，気体Yが何であるかを確かめるために行う実験操作として，最も適当なものを１つ選び，その記号を書け。

ア　インクで着色した水に気体Yを通す。

イ　石灰水に気体Yを通す。

ウ　火のついたマッチを気体Yに近づける。

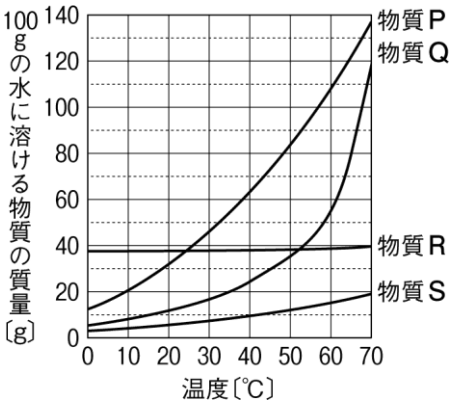
エ　水で湿らせた赤色リトマス紙を気体Yに近づける。

問２　**図３**は，100ｇの水に溶ける物質の質量と温度との関係を表したグラフであり，**表１**は，**図３**の物質Pについて，20℃，60℃における値を示したものである。

［**実験３**］物質P～Sをそれぞれ同じ質量ずつとり，60℃の水 25ｇが入った４個のビーカーに別々に加えて，60℃に保ちながらよくかき混ぜた。このとき，１個のビーカーでは，物質が全て溶けたが，<u>３個のビーカーでは，物質の一部が溶け残った</u>。

［**実験４**］60℃の水 25ｇを入れたビーカーに，物質Pを 15ｇ加えて溶かした水溶液を，20℃まで冷やすと，溶けていた物質Pが結晶として出てきた。

図３



(1) 水のように，溶質を溶かす液体を［ Z ］という。また，溶質が［ Z ］に溶けた液全体を溶液という。Zに当てはまる適当な言葉を書け。

(2) 物質P～Sのうち，下線部で溶け残った物質の質量が最も大きいのはどれか。適当なものを１つ選び，P～Sの記号で書け。

表１

温度	20℃	60℃
物質P	32 g	109 g

(3) 次のア～エのうち，60℃の水 100 g に物質Pを 30 g 溶かした水溶液を，0℃まで冷やしていくとき，物質Pの結晶が出始める温度について述べたものとして，適当なものを１つ選び，その記号を書け。

ア　5～10℃の間で物質Pの結晶が出始める。　　イ　15～20℃の間で物質Pの結晶が出始める。

ウ　40～45℃の間で物質Pの結晶が出始める。　　エ　0℃まで物質Pの結晶は出てこない。

(4) **実験４**で，20℃になったときの，物質Pの水溶液の質量パーセント濃度は何%か。小数第１位を四捨五入して，整数で書け。

(5) **実験４**で出てきた物質Pの結晶はおよそ何 g か。次のア～エのうち，最も適当なものを１つ選び，その記号を書け。

ア　4 g　　イ　7 g　　ウ　11 g　　エ　28 g

問１	(1)	$CuCl_2$ →			
	(2)				
	(3)	①		②	
	(4)				
問２	(1)				
	(2)				
	(3)				
	(4)	%			
	(5)				

<table>
<tr><td rowspan="4">問１</td><td>(1)</td><td colspan="4">$CuCl_2$ → Cu^{2+} ＋ $2Cl^-$</td></tr>
<tr><td>(2)</td><td colspan="4">塩素</td></tr>
<tr><td>(3)</td><td>①</td><td>イ</td><td>②</td><td>エ</td></tr>
<tr><td>(4)</td><td colspan="4">ウ</td></tr>
<tr><td rowspan="5">問２</td><td>(1)</td><td colspan="4">溶媒</td></tr>
<tr><td>(2)</td><td colspan="4">S</td></tr>
<tr><td>(3)</td><td colspan="4">イ</td></tr>
<tr><td>(4)</td><td colspan="4">24 ％</td></tr>
<tr><td>(5)</td><td colspan="4">イ</td></tr>
</table>

問１ (1) 塩化銅（$CuCl_2$）が電離すると，１個の銅イオン（Cu^{2+}）に対して，２個の塩化物イオン（$2Cl^-$）ができる。

(2), (3) 塩化銅水溶液を用いた電気分解では陰極に銅が付着し，陽極付近から気体の塩素が発生する。

(4) 集めた水素に火のついたマッチを近づけると，音を立てて気体が激しく燃える。

問２ (2) 60℃の水 100 g に溶ける量が最も小さい物質が，最も多く溶け残ることになる。**図３**から，これに当てはまるのは**S**である。

(3) **図３**から，100 g の水に溶ける**P**の質量が 30 g になるのは，15～20℃の間であることがわかる。

(4) **質量パーセント濃度**

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

結晶が出てきているので，このときの水溶液は飽和水溶液になっている。ある物質の飽和水溶液の濃度は溶媒の質量によらず同じになるので，100 g の水に溶ける**P**の質量から求めればよい。

$\frac{32}{(100+32)}\times 100=24.2\cdots$より，小数第１位を四捨五入して 24%となる。

(5) 60℃の水 100 g に溶ける**P**の質量は 32 g なので，60℃の水 25 g に溶ける**P**の質量を x とすると，100 : 32 ＝25 : x，x＝８ g と求められる。よって，**P**を 15 g 溶かした 60℃の水溶液を 20℃まで冷やした場合は，15 －８＝７ g の結晶が出てくる。

【過去問 34】

金属の種類によって，イオンへのなりやすさにちがいがあるかを調べる実験を行った。下の［　　］内は，その実験の**手順**と**結果**である。

（福岡県 2023 年度）

【手順】

① **図１**のように，金属板と水溶液の組み合わせを示した台紙と，マイクロプレートを準備する。

② **図２**のように，台紙に合わせてマイクロプレートを置く。

③ マイクロプレートのＡとＢに銅板を，ＣとＤに亜鉛板を，ＥとＦにマグネシウム板を，それぞれ入れる。

④ ＣとＥに硫酸銅水溶液を，ＡとＦに硫酸亜鉛水溶液を，ＢとＤに硫酸マグネシウム水溶液をそれぞれ入れ，金属板付近での変化のようすを観察する。

【結果】

○ Ｆでは，金属板の表面に黒い物質が付着した。

○ Ｃ，Ｅでは，金属板の表面に赤い物質が付着した。

○ Ａ，Ｂ，Ｄでは，変化が起こらなかった。

図１

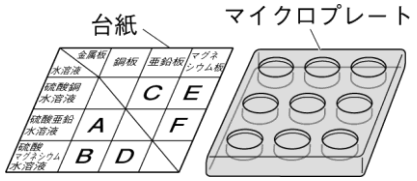
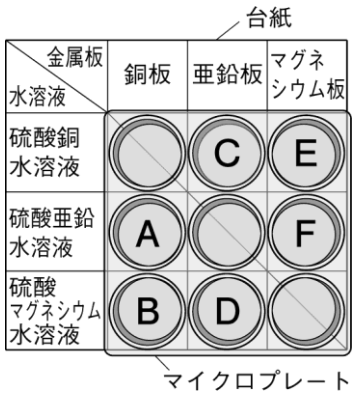


図２



問１　下の［　　］内は，マイクロプレートを用いた実験について説明した内容の一部である。文中の（　）にあてはまる内容を，「薬品」という語句を用いて，簡潔に書け。

> マイクロプレートを用いることで，一度にたくさんの実験を，同じ環境のもとで行うことができる。さらに，実験の規模が小さくなり，（　　）で実験を行うことができるため安全性が上がる。

問２　Ｆで，金属板の表面に付着した黒い物質を，化学式で書け。

問３　Ｅの金属板の表面で起こる，マグネシウム原子が電子を放出してマグネシウムイオンとなる化学変化を，化学反応式で表すとどうなるか。解答欄の**図３**を完成させよ。ただし，電子はｅ⁻を使って表すものとする。

図３　Mg　→　（　　）　＋　（　　）

問４　下の［　　］内は，この実験について考察した内容の一部である。文中の（**ア**），（**イ**），（**ウ**）に，それぞれ適切な金属の名称を書け。

> Ｃ，Ｅ，Ｆでは，水溶液中でイオンになっている金属よりも，金属板の金属の方がイオンになりやすいため，化学変化が起こる。このことから，実験で用いた３種類の金属では，（**ア**）が最もイオンになりやすく，次に（**イ**），（**ウ**）の順でイオンになりやすいと考えられる。

問１		
問２		
問３	図３　Mg　→　(　　)＋(　　)	
問４	ア	
	イ	
	ウ	

問１	例 **少ない量の薬品**	
問２	**Zn**	
問３	**図３　Mg　→　(　Mg^{2+}　)＋(　$2e^-$　)**	
問４	ア	**マグネシウム**
	イ	**亜鉛**
	ウ	**銅**

問２，３ 金属のイオンへのなりやすさ

イオンになりやすい金属の単体を，イオンになりにくい金属の陽イオンが存在する水溶液に入れると，次のようになる。

・イオンになりやすい金属…イオンになりにくい金属の陽イオンに電子をあたえ，陽イオンとなって水溶液中にとけ出す。

・イオンになりにくい金属の陽イオン…イオンになりやすい金属から電子を受け取って，金属の単体になる（イオンになりやすい金属の表面に付着する）。

Ｆでは硫酸亜鉛水溶液にマグネシウム板を入れている。このとき，マグネシウムの方が亜鉛よりもイオンになりやすいため，マグネシウム原子（Mg）は電子を放出してマグネシウムイオン（Mg^{2+}）になり，水溶液中の亜鉛イオン（Zn^{2+}）は電子を受けとって亜鉛原子（Zn）となる。金属板の表面に付着した黒い物質はこの亜鉛である。**Ｅ**では硫酸銅水溶液にマグネシウム板を入れている。このとき，マグネシウムの方が銅よりもイオンになりやすいため，マグネシウム原子（Mg）は**Ｆ**と同様に，電子を放出してマグネシウムイオン（Mg^{2+}）になる。また，水溶液中の銅イオン（Cu^{2+}）は電子を受けとって銅原子（Cu）となる。金属板の表面に付着した赤い物質はこの銅である。

問４　**Ｅ**，**Ｆ**から，マグネシウムと亜鉛ではマグネシウムの方がイオンになりやすく，マグネシウムと銅ではマグネシウムの方がイオンになりやすいことがわかる。また，**Ｃ**では，硫酸銅水溶液（銅イオンをふくむ水溶液）に亜鉛板を入れたとき，金属板の表面に赤い物質（銅）が付着した。このことから，亜鉛と銅では亜鉛の方がイオンになりやすいことがわかる。つまり，これらをイオンになりやすい順にならべると，マグネシウム，亜鉛，銅となる。

【過去問 35】

次の**問１**，**問２**に答えなさい。

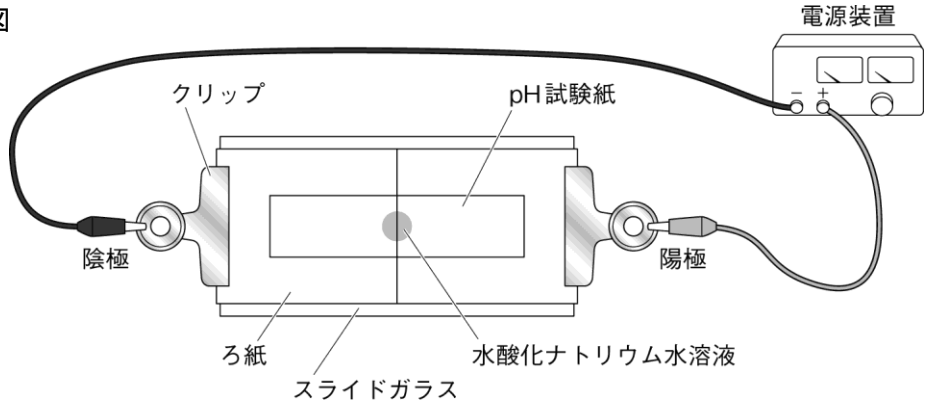
（佐賀県 2023 年度 一般）

問１　酸性，アルカリ性を示すものの正体について調べるため，水酸化ナトリウム水溶液を用いて**【実験１】**を行った。下の(1)～(4)の各問いに答えなさい。

【実験

図のように，スライドガラスの上にろ紙を置き，クリップではさみ，電源装置につないだ。pH試験紙をろ紙の上に置き，中央に鉛筆で線を引き，pH試験紙とろ紙の両方に食塩水をしみこませた。pH試験紙の中央に水酸化ナトリウム水溶液を少量付けると，つけた部分は青色に変化した。その後，電圧を加えて変化を観察すると，青色の部分は陽極側へ広がった。

図



(1)　水酸化ナトリウム水溶液が誤って手についてしまったとき，すぐに行うべき対応として最も適当なものを，次の**ア**～**エ**の中から１つ選び，記号を書きなさい。

ア　手にうすい塩酸をかけて中和する。

イ　手を大量の水で洗い流す。

ウ　手を氷で冷やす。

エ　手を乾いたタオルで拭く。

(2)　水酸化ナトリウムのように，水に溶かしたときに電流が流れる物質を何というか，書きなさい。

(3)　**【実験１】**によって，水酸化ナトリウム水溶液においてアルカリ性を示すイオンを確かめることができた。アルカリ性を示すイオンは何か，化学式で書きなさい。

(4)　次の文は，**【実験１】**の水酸化ナトリウム水溶液を塩酸に変えて実験を行ったときのpH試験紙のようすについて述べたものである。文中の（　X　），（　Y　）にあてはまる語句を書きなさい。

> pH試験紙の中央についた（　X　）色の部分が（　Y　）極側に広がっていった。

問２　酸とアルカリの中和について調べるため，次のような**【実験２】**を行った。あとの(1)～(4)の各問いに答えなさい。

【実験

① 試験管 a ～ e を用意し，そのすべてにうすい水酸化ナトリウム水溶液３mL を入れ，緑色のBTB溶液を２滴加えた。BTB溶液により試験管の水溶液は青色になった。

② 次に，試験管 a ～ e にうすい塩酸１mL～５mL をそれぞれ加えて振り混ぜ，水溶液の色を観察し，その結果を**表**にまとめた。

表

試験管	a	b	c	d	e
水酸化ナトリウム水溶液 〔mL〕	3	3	3	3	3
加えた塩酸 〔mL〕	1	2	3	4	5
BTB溶液を加えた水溶液の色	青色	青色	緑色	黄色	黄色

③ ②の観察後，試験管 a ～ e にそれぞれマグネシウムリボンを入れ，ようすを観察した。

(1) 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の反応を，化学反応式で書きなさい。

(2) **【実験２】**の②の試験管 c の水溶液を少量とって蒸発皿に移し，ガスバーナーでしばらく加熱したときのようすを説明した文として最も適当なものを，次の**ア**～**エ**の中から１つ選び，記号を書きなさい。

ア　水を蒸発させると何も残らなかった。

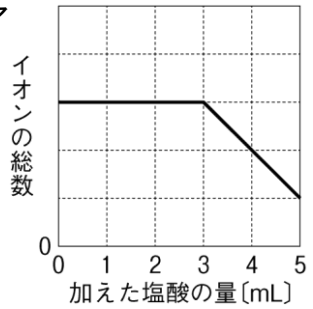
イ　水を蒸発させると白い粉が残り，加熱を続けると粉は炎を上げて燃えた。

ウ　水を蒸発させると白い粉が残り，加熱を続けると粉は黒くなった。

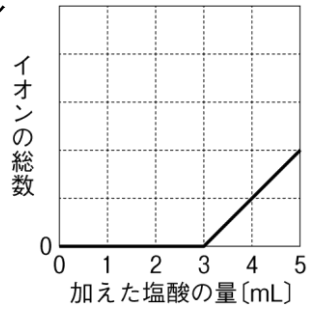
エ　水を蒸発させると白い粉が残り，加熱を続けても粉は変化しなかった。

(3) **【実験２】**の②の結果より，水酸化ナトリウム水溶液３mL に塩酸５mL を少量ずつ加えたときの，試験管中のイオンの総数の変化を表すグラフはどのようになるか。最も適当なものを，次の**ア**～**カ**の中から１つ選び，記号を書きなさい。ただし，水分子は電離しないものとする。

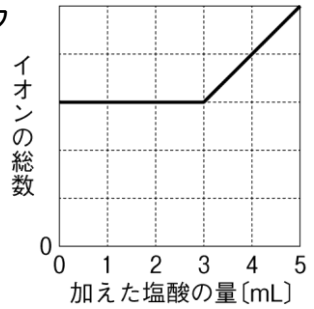
ア



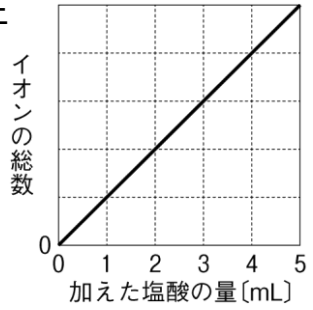
イ



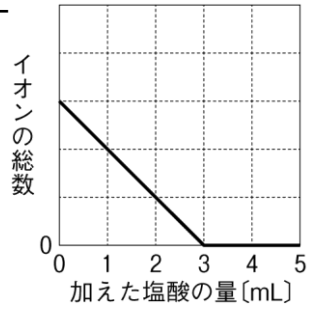
ウ



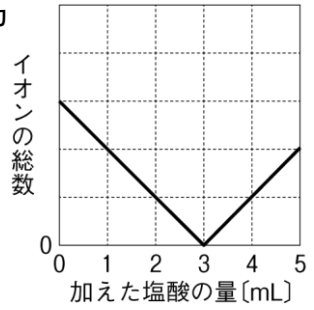
エ



オ



カ



(4) 【実験２】の③で試験管にマグネシウムリボンを入れたときのようすを説明したものとして最も適当なものを，次の**ア**～**オ**の中から１つ選び，記号を書きなさい。

ア 試験管ａ～ｅすべてで気体が発生した。

イ 試験管ａ，ｂ，ｄ，ｅで気体が発生した。

ウ 試験管ａとｂで気体が発生した。

エ 試験管ｄとｅで気体が発生した。

オ 試験管ａ～ｅすべてで変化がなかった。

問１	(1)				
	(2)				
	(3)				
	(4)	X		Y	
問２	(1)				
	(2)				
	(3)				
	(4)				

問１	(1)	イ			
	(2)	電解質			
	(3)	OH^-			
	(4)	X	赤	Y	陰
問２	(1)	$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$			
	(2)	エ			
	(3)	ウ			
	(4)	エ			

問１ (3) クリップに電圧を加えたとき，青色の部分が陽極側へ広がったことから，アルカリ性を示すイオンは，－の電気を帯びていることがわかる。水酸化ナトリウムは水に溶かすと，陽イオンであるナトリウムイオンNa^+と陰イオンである水酸化物イオンOH^-に電離することから，アルカリ性を示すイオンは水酸化物イオンであると考えられる。

(4) 酸性を示すイオンは水素イオンH^+であり，水素イオンは＋の電気を帯びた陽イオンである。よって，水酸化ナトリウム水溶液を塩酸に変えると，塩酸をつけた部分は赤色に変化し，電圧を加えると，陰極側に広がっていくと考えられる。

問２ (2) BTB溶液を加えた水溶液の色から，試験管 c の水溶液は中性であることがわかる。このとき，水溶液中には塩化ナトリウムが溶けているため，水溶液を加熱して蒸発させると，塩化ナトリウムが白い粉として残り，加熱を続けても粉は変化しない。

(3) 塩酸を加える前，水溶液中には水酸化ナトリウムが電離して，ナトリウムイオンと水酸化物イオンが含まれる。ここに塩酸を加えていくと，水酸化物イオンは塩化水素が電離して生じた水素イオンと結びつく。このとき，ナトリウムイオンの数は変わらず，塩化水素が電離して生じた塩化物イオンは加えた塩酸の量に比例して増えていく。また，完全に中和したとき，加えた塩酸中の水素イオンの総数と最初に存在した水酸化物イオンの総数は等しい。塩酸は水溶液中で水素イオンと塩化物イオンを１：１の割合で生じるため，減少した水酸化物イオンの総数と加えた塩化物イオンの総数は等しくなり，水溶液中のイオンの総数は変化しない。中和が終わると，塩酸を加えた分だけ水溶液中の水素イオンと塩化物イオンの数が増えるので，イオンの総数が増加していく。

(4) マグネシウムは塩酸と反応して水素を生じるため，試験管 d と e では気体が発生する。

【過去問 36】

次の**実験**について，あとの問いに答えなさい。

（長崎県 2023 年度）

【実験】中和について調べるために，次の**手順**で実験を行い，その結果を下の**表**にまとめた。

手順１　**図１**のようにうすい硫酸 25cm³ をそれぞれビーカー**A**，**B**，**C**，**D**に入れ，次にうすい水酸化バリウム水溶液をビーカー**A**，**B**，**C**，**D**に 10cm³，20cm³，30cm³，40cm³加えた。

図１

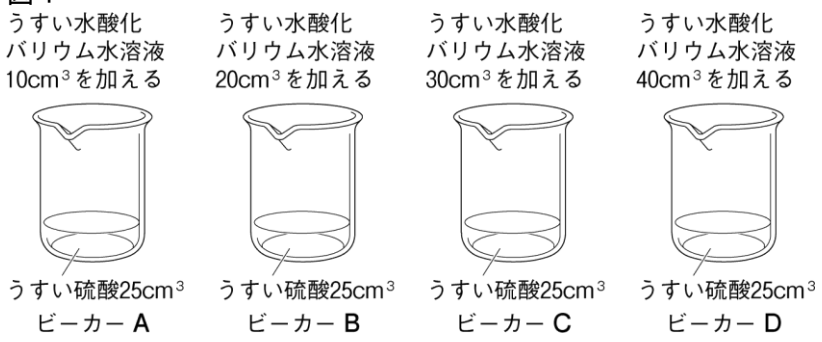
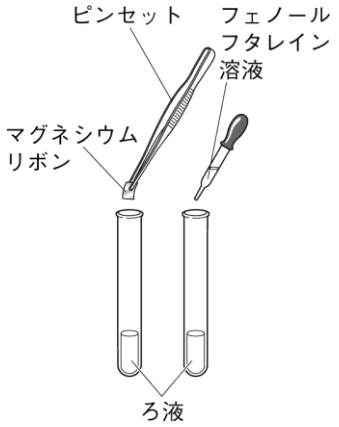


図２



手順２　ビーカー**A**，**B**，**C**，**D**の中に反応によってできた白い沈殿をそれぞれろ過により分離した。ろ過して得られたろ液をそれぞれ２本の試験管に分け，**図２**のようにマグネシウムリボン，フェノールフタレイン溶液を数滴入れ試験管のようすを観察した。

手順３　ろ過して得られた白い沈殿をそれぞれ十分に乾燥させ，質量を測定した。

表

	ビーカーA	ビーカーB	ビーカーC	ビーカーD
ろ液にマグネシウムリボンを入れたときのようす	気体が発生した	気体が発生した	変化しなかった	変化しなかった
ろ液にフェノールフタレイン溶液を入れたあとのろ液の色	無色	無色	赤色	赤色
白い沈殿の質量〔g〕	0.23	0.47	0.58	0.58

問１　ろ液にマグネシウムリボンを入れたときに発生した気体は何か。化学式で答えよ。

問２　**手順２**で入れたフェノールフタレイン溶液の代わりに，BTB溶液をビーカー**B**とビーカー**C**のろ液に入れると何色になるか。最も適当な色を次の**あ**～**え**からそれぞれ１つ選び，記号で答えよ。

あ　青色　　**い**　黄色　　**う**　赤色　　**え**　緑色

問３　硫酸と水酸化バリウムが中和する反応を化学反応式で書け。

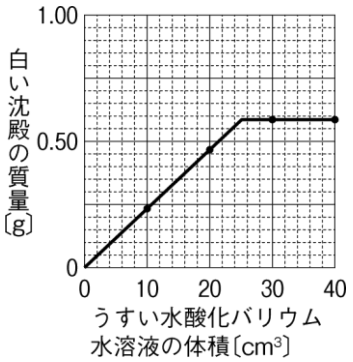
問４　**実験**で得られた白い沈殿のように，中和をしたときにアルカリの陽イオンと酸の陰イオンが結びついてできる物質を何というか。

問５　**表**の白い沈殿の質量について，ビーカー**C**，**D**の結果は同じである。その理由を**バリウムイオン**と**硫酸イオン**の２つの語句を用いて，簡潔に説明せよ。

問１		
問２	ビーカーB	
	ビーカーC	
問３		
問４		
問５		

問１	H_2	
問２	ビーカーB	い
	ビーカーC	あ
問３	$H_2SO_4 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaSO_4 + 2H_2O$	
問４	塩	
問５	ビーカーC，Dともにすべての硫酸イオンがバリウムイオンと反応し，沈殿したから。	

問１，２，５ うすい硫酸にうすい水酸化バリウム水溶液を加えると中和が起きて硫酸バリウムができ，白い沈殿として出てくる。加えたうすい水酸化バリウム水溶液の体積と，白い沈殿の質量の関係をグラフに表すと右の図のようになり，加えたうすい水酸化バリウム水溶液の体積がおよそ $25cm^3$ のときに過不足なく中和すると考えられる。ビーカーAとビーカーBでは加えたうすい水酸化バリウム水溶液が少なく，うすい硫酸が残っているため酸性になっており，BTB溶液を加えると黄色を示す。ここにマグネシウムリボンを加えると反応して水素（H_2）が発生する。ビーカーCとビーカーDでは加えたうすい水酸化バリウム水溶液が多く，うすい水酸化バリウム水溶液が残っているためアルカリ性になっており，BTB溶液を加えると青色を示す。



問３ うすい硫酸（H_2SO_4）とうすい水酸化バリウム水溶液（$Ba(OH)_2$）の反応によって，硫酸バリウム（$BaSO_4$）と水（H_2O）ができる。反応の前後で原子の種類や数は変わらないことに注意する。

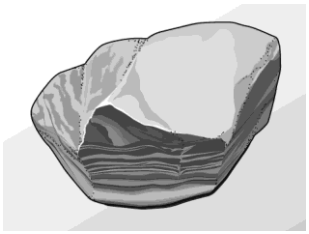
問４ アルカリの陽イオンであるバリウムイオン（Ba^{2+}）と，酸の陰イオンである硫酸イオン（SO_4^{2-}）が結びついて塩である硫酸バリウムができた。

【過去問 37】

次の各問いに答えなさい。

（熊本県 2023 年度）

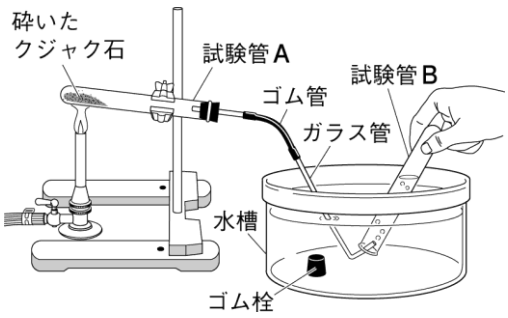
図 18



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

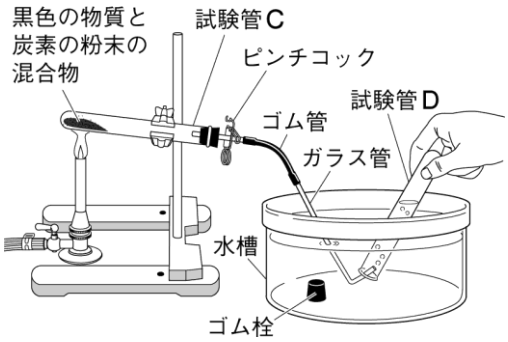
実験Ⅰ　クジャク石 1.00 g を細かく砕いて試験管**A**に入れ，**図 19** のような装置で加熱し，発生した気体を試験管**B**に集めた。加熱後，ⓐ試験管**A**内に液体が発生していたので，青色の塩化コバルト紙につけると赤色に変化した。また，試験管**B**に石灰水を入れると白くにごった。試験管**A**のクジャク石は黒色の物質に変化し，その質量を測定すると 0.72 g であった。

図 19



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

図 20



(1)　下線部ⓐについて，塩化コバルト紙によって確認された物質を化学式で答えなさい。

(2)　**実験Ⅱ**で銅を得ることができたことから，黒色の物質は酸化銅であると考えられる。酸化銅から炭素を用いて銅を得ることができたのは，①（**ア**　酸化銅　　**イ**　銅　　**ウ**　炭素）よりも②（**ア**　酸化銅　　**イ**　銅　　**ウ**　炭素）の方が酸素と結びつきやすいからである。

①，②の（　　）の中からそれぞれ最も適当なものを一つずつ選び，記号で答えなさい。

(3)　下線部ⓑは，加熱された試験管**C**に空気が入ることを防ぐための操作である。試験管**C**に空気が入らないようにする理由を，加熱された試験管**C**に空気が入ることで起きる化学変化にふれながら書きなさい。

(4) **実験Ⅰ**で得られた黒い物質がすべて酸化銅であるとき，この実験で用いたクジャク石の中に含まれていた銅の割合は何%か。小数第１位を四捨五入して答えなさい。ただし，銅2.0ｇを完全に酸化させたときに得られる酸化銅の質量は2.5ｇであるものとする。

問２　明雄さんは，マグネシウム，亜鉛，銅のイオンへのなりやすさを調べるため，**図21**のように，３種類の金属片と３種類の水溶液の組み合わせを示した台紙にマイクロプレートを置き，実験を行うことにした。まず，マグネシウム片をうすい硫酸亜鉛水溶液，うすい硫酸銅水溶液にそれぞれ入れたところ，マグネシウム片のまわりに固体が現れた。**表22**は，マグネシウム片で実験したときの結果を示している。なお，**表22**の*a*～*d*には亜鉛片，銅片で実験したときの結果が入る。

図21

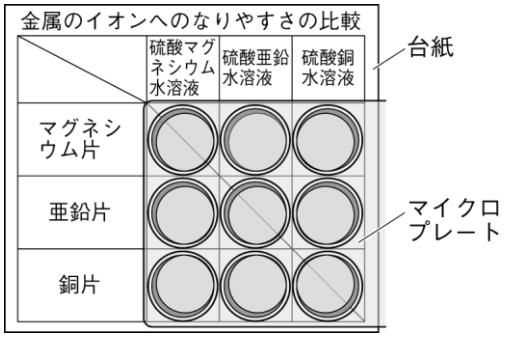


表22

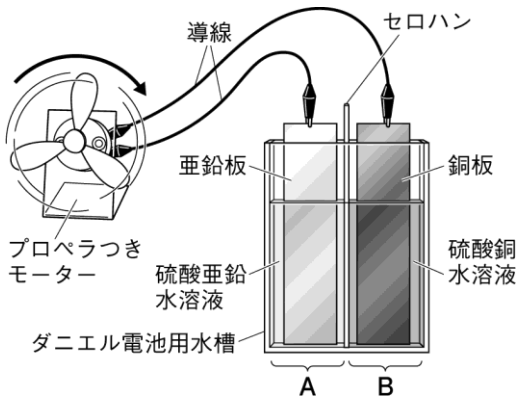
	硫酸マグネシウム水溶液	硫酸亜鉛水溶液	硫酸銅水溶液
マグネシウム片		固体が現れた	固体が現れた
亜鉛片	*a*		*b*
銅片	*c*	*d*	

(1) マグネシウムがイオンになるときの化学変化を化学反応式で表しなさい。ただし，電子はe^-を使って表すものとする。

(2) 明雄さんは，イオンになりやすいものから順に，マグネシウム，銅，亜鉛であると考え，**表22**の*a*～*d*に入る結果を予想した。この明雄さんの考えが正しいとすると，**表22**の*a*～*d*に入る結果はどのようになるか。固体が現れる場合を**X**，変化がない場合を**Y**として，それぞれ記号で答えなさい。

実験の結果，明雄さんの予想とは異なり，イオンになりやすいのは，マグネシウム，亜鉛，銅の順であることがわかった。次に明雄さんは，**図23**のように，中央をセロハンで仕切ったダニエル電池用水槽の**A**に硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板を入れ，**B**に硫酸銅水溶液と銅板を入れて，導線でモーターにつないだところ，プロペラが**右**に回った。

図23



(3) プロペラが回っているとき，－(マイナス)極の金属板では電子を①（**ア**　失う　　**イ**　受けとる）反応が起こり，＋(プラス)極の金属板では電子を②（**ア**　失う　　**イ**　受けとる）反応が起こる。このとき，＋極側から－極側にセロハンを通過して③（**ア**　陽イオン　　**イ**　陰イオン）が移動する。

①～③の（　　）の中からそれぞれ最も適当なものを一つずつ選び，記号で答えなさい。

(4) **図 23** の導線のつなぎ方はかえず，ダニエル電池用水槽のＡとＢに入れる金属板と水溶液の組み合わせだけを**表 24** のようにかえて電池を作ったところ，すべての組み合わせでプロペラが回った。このとき，プロペラが**左**に回った組み合わせを**表 24** の**ア**～**オ**からすべて選び，記号で答えなさい。

表 24

	Ａ	Ｂ
ア	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液	亜鉛と硫酸亜鉛水溶液
イ	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液	銅と硫酸銅水溶液
ウ	亜鉛と硫酸亜鉛水溶液	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液
エ	銅と硫酸銅水溶液	マグネシウムと硫酸マグネシウム水溶液
オ	銅と硫酸銅水溶液	亜鉛と硫酸亜鉛水溶液

<table>
<tr><td rowspan="5">問１</td><td>(1)</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>(2)</td><td>①</td><td></td><td>②</td><td></td></tr>
<tr><td>(3)</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>(4)</td><td colspan="4">％</td></tr>
<tr><td rowspan="4">問２</td><td>(1)</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">(2)</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>(3)</td><td colspan="4">① ② ③</td></tr>
<tr><td>(4)</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="4">問１</td><td>(1)</td><td colspan="4">H_2O</td></tr>
<tr><td>(2)</td><td>①</td><td>イ</td><td>②</td><td>ウ</td></tr>
<tr><td>(3)</td><td colspan="4">試験管内に入った空気中の酸素によって，生じた銅が酸化銅に変化するのを防ぐため。</td></tr>
<tr><td>(4)</td><td colspan="4">58　％</td></tr>
<tr><td rowspan="4">問２</td><td>(1)</td><td colspan="4">$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(2)</td><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr>
<tr><td>Y</td><td>Y</td><td>Y</td><td>X</td></tr>
<tr><td>(3)</td><td>①</td><td>ア</td><td>②</td><td>イ</td><td>③</td><td>イ</td></tr>
<tr><td>(4)</td><td colspan="5">ウ，エ，オ</td></tr>
</table>

問１ (4) 酸化銅の中に含まれる銅原子と酸素原子の質量の割合は，2.0：(2.5−2.0)＝４：１なので，**実験Ⅰ**で得られた 0.72 g の黒い物質がすべて酸化銅であるとすると，その中には，$0.72\,g \times \frac{4}{5} = 0.576\,g$ の銅が含まれる。

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

問２ (2) 硫酸マグネシウム水溶液中には，マグネシウムイオンがある。**表 22** の *a* の場合，マグネシウムの方が亜鉛よりもイオンになりやすいとすると，すでにマグネシウムがイオンになっているので，変化は起こらない。*c* の場合も，マグネシウムの方が銅よりもイオンになりやすいとすると，やはり変化は起こらない。*b* の場合は，硫酸銅水溶液中に銅イオンがあり，銅の方が亜鉛よりもイオンになりやすいとすると，すでに銅がイオンになっているので，変化は起こらない。*d* の場合，硫酸亜鉛水溶液中には亜鉛イオンがあり，銅の方が亜鉛よりもイオンになりやすいとすると，硫酸亜鉛水溶液に銅を入れると，銅の方がイオンになり，亜鉛イオンは亜鉛原子となって銅片に付着するという変化が起こる。

(3) ① ダニエル電池では，亜鉛原子が電子を放出して亜鉛イオンになり，放出された電子は導線を通って銅板の方へ移動する。電子は−極から＋極の向きに移動するので，電子を放出する亜鉛板は−極であることになる。したがって，−極では電子を失う反応が起こっているといえる。

② ＋極である銅板では，亜鉛板から移動してくる電子を受けとる反応が起こる。つまり，硫酸銅水溶液中の銅イオンが電子を受けとって銅板の表面に付着する。

③ ①，②の解説で述べたことから，硫酸亜鉛水溶液中では陽イオンである亜鉛イオンが増加し，硫酸銅水溶液中では陽イオンである銅イオンが減少するので，この電気的なかたよりを解消するように，−極側の硫酸亜鉛水溶液中から＋極側の硫酸銅水溶液中へ陽イオンの亜鉛イオン（Zn^{2+}）がセロハンを通過して移動する。このとき同時に，＋極側の硫酸銅水溶液中から−極側の硫酸亜鉛水溶液中へ陰イオンの硫酸イオン（SO_4^{2-}）がセロハンを通過して移動している。

(4) プロペラが左に回るのは，**図 23** とは逆にダニエル電池用水槽のＡが＋極，Ｂが−極となる場合で，つまり，Ｂの金属板の方がイオンになりやすい場合である。したがって，**ウ**（亜鉛よりもマグネシウムの方がイオンになりやすい），**エ**（銅よりもマグネシウムの方がイオンになりやすい），**オ**（銅よりも亜鉛の方がイオンになりやすい）の３つである。

【過去問 38】

光輝(こうき)さんたちのクラスは，電池について調べ学習を行った。後の**問１**～**問３**に答えなさい。

（宮崎県 2023 年度）

問１ 光輝さんたちのグループは，ダニエル電池には金属のイオンへのなりやすさのちがいが利用されていることを知り，ダニエル電池を使って**実験Ⅰ**を行い，**レポートⅠ**にまとめた。後の(1)，(2)の問いに答えなさい。

〔**レポートⅠ**〕（一部）

【実験Ⅰ】

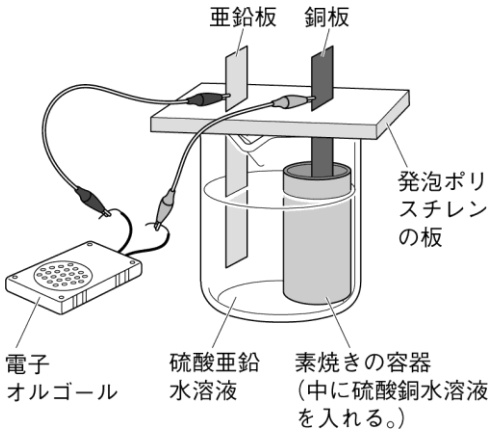
① ビーカーの中に素焼きの容器を入れ，その容器の中に硫酸銅水溶液を入れた。

② ビーカー内の素焼きの容器の外側に硫酸亜鉛水溶液を入れた。

③ 素焼きの容器に銅板を，ビーカーに亜鉛板をそれぞれ差し込んだ。

④ **図１**のように，銅板と亜鉛板に電子オルゴールをつなぎ，音が鳴るかを調べた。また，銅板や亜鉛板の表面のようすを観察した。

図１



【結果】 電子オルゴールは，亜鉛板に電子オルゴールの＋極をつなぐと音が鳴らず，－極をつなぐと音が鳴った。

この電池を長い時間使用すると，亜鉛板の表面がぼろぼろになり，細くなっているようすが見られた。また，銅板の表面も同様に観察すると，［　①　］。

【まとめ】 電子オルゴールは，電子オルゴールの＋極と電池の＋極を正しくつながないと音が鳴らないので，**実験Ⅰ**で－極であるのは［　②　］である。亜鉛板の表面がぼろぼろになり細くなったのは，亜鉛原子が電子を失って，亜鉛イオンになってとけ出したからだと考えられる。

(1) ［　①　］，［　②　］に入る最も適切な言葉の組み合わせを，次の**ア**～**エ**から１つ選び，記号で答えなさい。

ア ①：表面に赤茶色の物質が付着していた　②：亜鉛板

イ ①：表面に赤茶色の物質が付着していた　②：銅板

ウ ①：変化はなかった　②：亜鉛板

エ ①：変化はなかった　②：銅板

(2) 次の化学反応式は，**【まとめ】**の下線部の化学変化を表したものである。［　a　］，［　b　］の部分をそれぞれ答えなさい。ただし，電子はe^-を使って表すものとする。

［　a　］ → ［　b　］ ＋ $2e^-$

問２　光輝さんたちは，金属のイオンへのなりやすさのちがいについてさらに調べるために，**実験Ⅱ**，**Ⅲ**を行い，**レポートⅡ**にまとめた。銅，マグネシウム，銀の３種類の金属を，イオンになりやすい順に左から並べ，金属の名称で答えなさい。

〔**レポートⅡ**〕（一部）

【学習課題】　銅，マグネシウム，銀の３種類の金属では，どの金属が最もイオンになりやすいだろうか。

【実験Ⅱ】　**図２**のように，ペトリ皿に入れた硫酸マグネシウム水溶液に，プラスチック製のピンセットを使い，銅の小片を入れた。

【実験Ⅲ】　**図３**のように，ペトリ皿に入れた硝酸銀水溶液に，プラスチック製のピンセットを使い，銅の小片を入れた。

図２

図３

【結果】　**実験Ⅱ**では，銅の小片の表面には，変化はなかった。
実験Ⅲでは，銅の小片の表面に，銀色の物質が現れ，水溶液が青色に変化した。

問３　光輝さんたちは，身のまわりで使われているいろいろな電池を調べていく中で，次のような**資料**を見つけた。［　　］に入る適切な言葉を**漢字で書きなさい**。

〔**資料**〕

化学電池には，使いきりタイプの一次電池と，充電によりくり返し使える二次電池があり，いずれも物質の化学変化を利用している。

また，水の電気分解とは逆の化学変化を利用して，水素と酸素がもつ化学エネルギーを電気エネルギーとして直接とり出す装置を［　　］といい，この反応では水だけが生じて有害な排出ガスが出ないため，環境に対する悪影響が少ないと考えられている。

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

問１	(1)	ア			
	(2)	a	Zn	b	Zn^{2+}
問２	マグネシウム ＞ 銅 ＞ 銀				
問３	燃料電池				

問１ ダニエル電池で起こる反応

ダニエル電池では，それぞれの極で次のような反応が起こる。

・＋極…$Cu^{2+}+2e^{-} \rightarrow Cu$

（＋極では，水溶液中の銅イオンCu^{2+}が銅板の表面で電子e^{-}を受け取って銅原子Cuとなる。）

・－極…$Zn \rightarrow Zn^{2+}+2e^{-}$

（－極では，亜鉛板の亜鉛原子Znが電子を失い，亜鉛イオンZn^{2+}となって溶け出す。）

銅板の表面に付着した赤茶色の物質は，水溶液中の銅イオンが電子を受け取って銅原子になったものである。

問２ 金属のイオンへのなりやすさ

イオンになりやすい金属の単体を，イオンになりにくい金属の陽イオンが存在する水溶液に入れると，次のように変化する。

・イオンになりやすい金属…イオンになりにくい金属の陽イオンに電子をあたえ，陽イオンとなって水溶液中に溶け出す。

・イオンになりにくい金属の陽イオン…イオンになりやすい金属から電子を受け取って，金属の単体になる（イオンになりやすい金属の表面に付着する）。

実験Ⅱより，マグネシウムと銅ではマグネシウムの方がイオンになりやすいとわかる。**実験Ⅲ**より，銅と銀では，銅の方がイオンになりやすいとわかる。

【過去問 39】

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 2023 年度）

問１　あいさんはダニエル電池をつくり，電極の表面の変化を調べて，電流をとり出すしくみを考えるため，次の**実験**を行った。

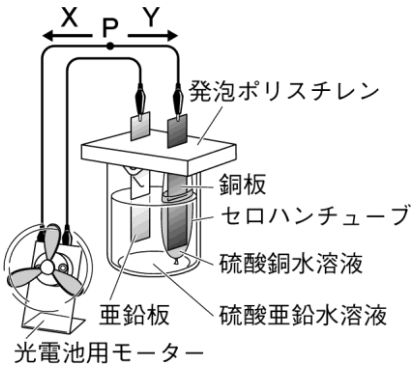
実験

①　ビーカーに硫酸亜鉛水溶液と亜鉛板を入れた。

②　セロハンチューブの中に硫酸銅水溶液と銅板を入れ，これをビーカーの中の硫酸亜鉛水溶液に入れた。

③　**図**のように，亜鉛板と銅板に光電池用モーターを接続すると光電池用モーターが回転した。

図

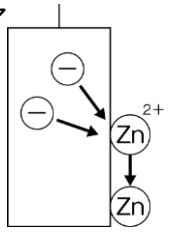


④　しばらく光電池用モーターを回転させると，亜鉛板，銅板ともに表面が変化し，亜鉛板は表面がでこぼこになっていることが確認できた。

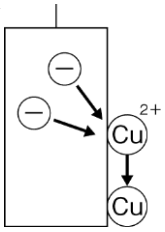
１　ダニエル電池の－極は，亜鉛板と銅板のどちらか。また，**図**の点Ｐを流れる電流の向きは，**図**のＸ，Ｙのどちらか。

２　水溶液中の銅板の表面で起こる化学変化のようすを模式的に表しているものとして，最も適当なものはどれか。ただし，㊀は電子を表している。

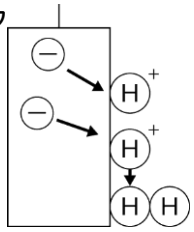
ア



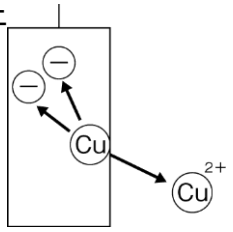
イ



ウ



エ



３　次は，**実験**の後のあいさんと先生の会話である。

あい：この実験を通して，ダニエル電池では，物質のもつ［ a ］エネルギーが［ b ］エネルギーに変換されているということが理解できました。

先生：ところで，セロハンチューブにはどのような役割があると思いますか。

あい：セロハンチューブには，硫酸亜鉛水溶液と硫酸銅水溶液が簡単に混ざらないようにする役割があると思います。

先生：そのとおりです。セロハンチューブがなく，この二つの水溶液が混ざると，亜鉛板と硫酸銅水溶液が直接反応して亜鉛板の表面には金属が付着し，電池のはたらきをしなくなります。このとき，亜鉛板の表面ではどのような反応が起きていますか。

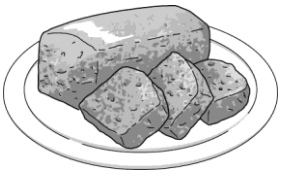
あい：亜鉛板の表面では，［ c ］という反応が起きています。

(1)　会話文中の［ a ］，［ b ］にあてはまることばを書け。

(2)　会話文中の［ c ］について，「亜鉛イオン」，「銅イオン」，「電子」ということばを使って正しい内容となるように書け。

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

図１



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

図２

表

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

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

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

２　次の文は，**実験１**について述べたものである。［ a ］にあてはまるものを**ア**～**エ**から選べ。また，［ b ］にあてはまる数値を書け。

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

ア　2.00 g ～4.00 g　　**イ**　4.00 g ～6.00 g

ウ　6.00 g ～8.00 g　　**エ**　8.00 g ～10.00 g

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

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

問１	1	一極				
		電流の向き				
	2					
	3	(1)	a		b	
		(2)				
問２	1					
	2	a		b		
	3	g				

問１	1	一極	亜鉛板			
		電流の向き	X			
	2	イ				
	3	(1)	a	化学	b	電気
		(2)	亜鉛原子が亜鉛イオンになるときに失った電子を銅イオンが受けとって銅原子になる			
問２	1	空気より密度が大きい				
	2	a	イ	b	5.00	
	3	25.00 g				

問１ 1 亜鉛は銅に比べイオンになりやすいため，亜鉛板では亜鉛原子が電子を放出し亜鉛イオンになっている。放出した電子は導線を通って銅板に流れこむ。このとき電子の流れは電流の向きとは逆である。電流は＋極から導線を通って－極に流れるので，ダニエル電池の－極は亜鉛板であり，点Ｐを流れる電流の向きはＸとなる。

2 亜鉛板から出た電子は導線を通って銅板まで移動し，硫酸銅水溶液中の銅イオンに受けわたされる。電子を受けとった銅イオンは銅原子となり，銅板に付着する。

3 (2) セロハンチューブがない場合，硫酸亜鉛水溶液と硫酸銅水溶液が混ざり合うため，亜鉛原子が亜鉛イオンになるときに放出した電子を亜鉛板付近で水溶液中の銅イオンが受けとる。これによって亜鉛板に銅が付

着し，電子の受けわたしができなくなるため電池のはたらきをしなくなる。

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

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

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

3 実験1と同じ濃度のうすい塩酸 40.00 g は，炭酸水素ナトリウム 5.00 g と過不足なく反応して二酸化炭素 2.60 g を発生させるから，ベーキングパウダー12.00 g にふくまれる炭酸水素ナトリウムの質量を y とすると，5.00 g ：2.60 g ＝y : 1.56 g より，y＝3.00 g となる。ベーキングパウダー12.00 g 中に炭酸水素ナトリウムは 3.00 g ふくまれているから，同じベーキングパウダー100.00 g にふくまれる炭酸水素ナトリウムは，$\frac{100.00}{12.00}\times 3.00=25.00$ g となる。

【過去問 40】

レイさんは理科クラブの先生から５種類の白い粉末Ａ～Ｅを渡され，実験を通して粉末を区別するよう課題が出された。次の問いに答えなさい。

（沖縄県 2023 年度）

〈**試料**〉粉末Ａ～Ｅ［食塩，砂糖，重曹（炭酸水素ナトリウム），石灰石（炭酸カルシウム），かたくり粉（デンプン）のいずれかをすりつぶしたものである。］

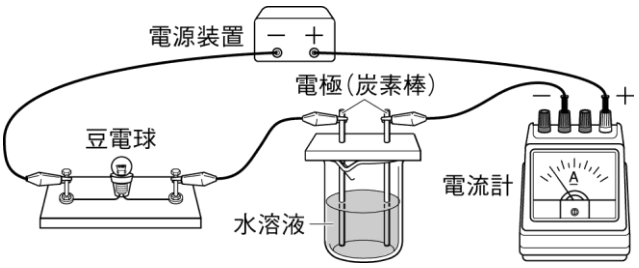
〈**実験１**〉①と②の実験を行う。

① 粉末Ａ～Ｅ１ｇを燃焼さじにそれぞれとり，ガスバーナーで加熱する（**図１**）。

② 粉末Ａ～Ｅ５ｇをビーカーにそれぞれ入れ，20℃の水 25ｇを加えてガラス棒でかき混ぜた後，水溶液が電気を通すか調べる（**図２**）。粉末の溶け残りがあった場合はろ過した後の水溶液を使って実験を行う。

図１

図２



〈**結果**〉

	A	B	C	D	E
①	燃えて黒い炭ができ，甘いにおいがした	変化がないように見えた	燃えて黒い炭ができた	変化がないように見えた	変化がないように見えた
②	すべて溶けたが，水溶液は電気を通さなかった	溶け残りがあったが，ろ過した水溶液は電気を通した	ほとんど溶け残り，ろ過した水溶液は電気を通さなかった	すべて溶け，水溶液は電気を通した	ほとんど溶け残り，ろ過した水溶液は電気を通さなかった

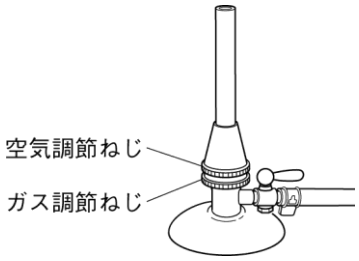
〈**考察**〉

〈**結果**〉の①から，粉末ＡとＣは（ **あ** ）という元素が含まれていると考えられ，有機物である砂糖またはかたくり粉のどちらかであることがわかった。また，燃えたときのにおいと〈**結果**〉の②で粉末ＡとＣを確定できた。

〈**結果**〉の②から，粉末Ｂ，Ｄは水溶液中に（ **い** ）が存在する電解質とわかったが，それ以上はわからなかった。粉末Ｂ，Ｄ，Ｅを区別するために，他の実験も行う必要がある。

問１　〈**実験１**〉の①の下線部『ガスバーナーで加熱する』を行う際，次の**ア**～**オ**の操作を並べかえて正しい手順にしたとき，**<u>４番目</u>**に行う操作として最も適当なものを**ア**～**オ**の中から１つ選び記号で答えなさい。

ア　元栓を開けた後にコックを開く
イ　空気調節ねじをゆるめて炎の色を調節する
ウ　空気調節ねじ，ガス調節ねじがしまっているか確認する
エ　ガス調節ねじをゆるめて火をつける
オ　ガス調節ねじを回して炎の大きさを調節する



問２　〈**考察**〉の文中にある（　**あ**　），（　**い**　）に当てはまる最も適当な語句をそれぞれ答えなさい。

〈**実験１**〉で区別することができなかった粉末**B**，**D**，**E**を区別するため，残る３種類の物質の性質を調べた上で，次のような追加の実験を行った。

〈**試料**〉粉末**B**，**D**，**E**［食塩，重曹（炭酸水素ナトリウム），石灰石（炭酸カルシウム）のいずれかをすりつぶしたものである。］

〈**実験２**〉③と④の実験を行う。
③　粉末**B**，**D**，**E**２ｇを試験管にそれぞれ入れ，うすい塩酸 10mL を加える。
④　粉末**B**，**D**，**E**５ｇをビーカーにそれぞれ入れ，20℃の水 25ｇを加えてガラス棒でかき混ぜて溶かした後，水溶液にリトマス紙を浸して色の変化を調べる。粉末の溶け残りがあった場合はろ過した後の水溶液を使って実験をする。

〈**結果**〉

	B	D	E
③	気体が発生した	変化なし	気体が発生した
④	赤→青へ変化した	変化なし	変化なし

問３　〈**実験２**〉の〈**結果**〉について，③の粉末**B**と**E**で発生した気体は石灰水に通すと，どちらも白く濁る。発生した気体として最も適当なものを次の**ア**～**オ**の中から１つ選び記号で答えなさい。

ア　水素　　**イ**　酸素　　**ウ**　窒素　　**エ**　二酸化炭素　　**オ**　アンモニア

問４　〈**実験２**〉を行ったので，粉末をすべて区別することができた。粉末**A**～**E**の物質名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１つ選び記号で答えなさい。

	A	B	C	D	E
ア	砂糖	重曹	かたくり粉	石灰石	食塩
イ	砂糖	食塩	かたくり粉	石灰石	重曹
ウ	砂糖	重曹	かたくり粉	食塩	石灰石
エ	かたくり粉	石灰石	砂糖	食塩	重曹
オ	かたくり粉	重曹	砂糖	食塩	石灰石
カ	かたくり粉	石灰石	砂糖	重曹	食塩

問５　下の文は，〈**実験２**〉を行わなくても〈**実験１**〉の結果だけで粉末を区別することができる方法を説明したものである。(　　) に共通して当てはまる最も適当な語句を答えなさい。

> 物質が一定量の水に溶ける量には限度があり，物質がそれ以上溶けることのできなくなった状態を(　　) しているという。ある物質を水 100 g に溶かして(　　) 水溶液にしたとき，溶けた物質の質量〔g〕の値を溶解度という。
>
> 溶解度は物質の種類と温度によって決まっているので，それぞれの粉末について，水の温度が 20℃のときの溶解度を調べ，〈**結果**〉の②と比べると粉末**B**，**D**，**E**を区別することができる。

問１		
問２	あ	
	い	
問３		
問４		
問５		

問１		**オ**
問２	あ	**炭素**
	い	**イオン**
問３		**エ**
問４		**ウ**
問５		**飽和**

問１　ガスバーナーで加熱するときの操作を並びかえると，**ウ→ア→エ→オ→イ**となる。

問４　粉末**A**と**C**は有機物であり，粉末**A**は水にすべて溶けたが，粉末**C**はほとんど溶け残ったことから，粉末**A**は砂糖，粉末**C**はかたくり粉であることがわかる。また，**実験２**より，粉末**B**と**E**はうすい塩酸と反応して二酸化炭素を生じるため，重曹または石灰石のいずれかであり，粉末**B**の水溶液は赤色リトマス紙を青色に変えたことからアルカリ性の水溶液であるから，重曹であることがわかる。よって，粉末**E**は石灰石である。