

必要があれば以下の値を用いること。

原子量 H = 1.0 C = 12 O = 16 Ca = 40

第1問

問1 食塩水から NaCl を分離するために、蒸留の実験を行った。以下の文章は、この実験を行った生徒の書いた実験報告書である。1～6の下線部の箇所について誤っているものを一つ選べ。

1

【実験報告書】

① 目的

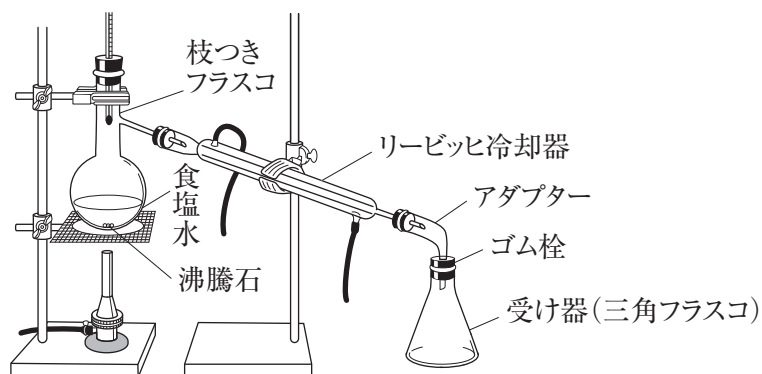
食塩水を蒸留することで、水と NaCl に分離することを確認する。

② 原理

水と NaCl では、1 NaCl よりも水の沸点の方が低いため、加熱していくと水が優先的に蒸発していくことで分離することができる。

③ 実験手順

(1) 以下の図のような蒸留装置を組み立てる。



(2) 温度計は冷却器に移動する気体の温度を確認するため、2 フラスコの枝の付け根の位置に温度計の球部がくるように設置する。

- (3) 3 食塩水の量はフラスコ内の半分以下になるようにしておく。
- (4) リービッヒ冷却器に流す冷却水は, 4 冷却器の下部から注入する。
- (5) 5 冷却器と液体を回収する三角フラスコの間は密閉して気体が外に逃げないようにしておく。
- (6) 三角フラスコ内にたまった液体に NaCl が含まれないかどうかを確認するために, 6 AgNO₃水溶液を加えてみて, 白濁しなければ成功である。

問2 花火の色は炎色反応を利用していることで有名である。いま, 黄色に発色する花火を作りたいと考えた時, どの元素を含む化合物を使用するとよいか。最も適するものを一つ選べ。 2

- 1 Na 2 K 3 Cu 4 Ba 5 Li 6 Ca

問3 原子について述べた以下の文の中で, 誤っているものを一つ選べ。 3

- 1 原子核に中性子を含まない原子も存在する。
- 2 陽子と中性子の数の和を質量数と呼ぶ。
- 3 同じ元素の原子の場合, 陽子の数と中性子の数はそれぞれ原子番号に一致する。
- 4 陽子1個の持つ電荷と電子1個の持つ電荷の絶対値は等しい。
- 5 陽子の質量に対して電子の質量は約1840分の1程度である。
- 6 原子において, 陽子の数と電子の数は必ず等しくなっている。

問4 以下の図は元素の周期表の第1周期～第4周期までを模式的に表したものであり, 横軸の数字は族を, 縦軸の数字は周期を表すものとする。これについて以下の各問いに答えよ。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1																			
2														ア			イ		ウ
3			エ											オ				カ	
4																			

(1) 図中の元素アと元素イ～カが結合する際に, 共有結合を形成して分子をつくるものはいくつあるか。最も適するものを一つ選べ。 4

- 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 なし

(2) 元素ア～カについて説明した以下の文章の中で、誤っているものを一つ選べ。 5

- 1 アは非金属元素であり、価電子を4個持つ。
- 2 イは非金属元素であり、この元素の単体には同素体が存在する。
- 3 ウは貴ガスと呼ばれる元素で、ア～カの中で最も安定な電子配置をとっている。
- 4 エは金属元素であり、アルカリ土類金属元素と呼ばれている。
- 5 オは価電子を3個もつ金属元素である。
- 6 カは価電子を7個持ち、ア～カの中で最も電子親和力が大きい。

問5 0.50mol/Lの食塩水100mLと、1.0mol/Lの食塩水40mLを混ぜた後、水を加えて濃度を0.50mol/Lの食塩水にしたい。加える水は何mLか。最も適するものを一つ選べ。 6

- 1 20 2 30 3 40 4 50 5 60 6 70

第2問

問1 炭酸カルシウム CaCO_3 と塩化ナトリウム NaCl の混合物が3.0g がある。ここに、濃度2.0mol/L の希塩酸10mL を加えたところ気体が発生した。

(1) 発生した気体は何か。最も適するものを一つ選べ。

- 1 O_2 2 H_2 3 NH_3 4 CO_2 5 Cl_2 6 HCl

(2) 発生した気体を全て捕集したところ、標準状態で112mLであった。混合物中に占める CaCO_3 の質量は何%か。最も適するものを一つ選べ。

- 1 12 2 17 3 22 4 28 5 33 6 37

問2 濃度未知の NaOH 水溶液がある。この濃度を調べるために以下のような滴定実験を行った。

まず、シュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を g 正確にはかりとり、蒸留水に溶かしてシュウ酸の濃度が0.10mol/L の標準液100mLを作った。次に、濃度未知の NaOH 水溶液をホールピペットで正確に10mL はかりとり、コニカルビーカーに加えた後、指示薬を適量加えた。その後、シュウ酸標準液をビュレットから滴定したところ、8.0mL 加えたところで終点となった。

(1) 文中の に適する数値として最も適するものを一つ選べ。

- 1 0.18 2 0.54 3 0.90 4 1.26 5 1.54 6 1.80

(2) この滴定操作をもう一度行おうと思ったが、コニカルビーカーが1つしかなかった。そのため、一度使用したコニカルビーカーをもう一度使うことになった。この時のコニカルビーカーの扱い方について述べた文章の中で最も適当なものを一つ選べ。

- 1 蒸留水でよく洗い、そのまま使ってよい。
- 2 蒸留水でよく洗ったあと、雑巾で内側をよくふき取る。
- 3 使用する NaOH 水溶液で内側を洗う。
- 4 使用する $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 標準液で内側をよく洗う。
- 5 何もせずに、そのまま使用してよい。

(3) この実験で使用するのに最も適する指示薬と、その色の変化の組み合わせとして正しいものを一つ選べ。 11

	指示薬	色の変化
1	メチルオレンジ	赤→黄
2	メチルオレンジ	黄→赤
3	BTB 溶液	青→緑
4	BTB 溶液	緑→青
5	フェノールフタレイン	赤→無
6	フェノールフタレイン	無→赤

(4) NaOH 水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適するものを一つ選べ。 12

1 0.08 2 0.16 3 0.32 4 0.40 5 0.56 6 0.80

第3問

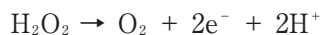
問1 以下の反応の中で下線部の原子の酸化数が、反応前後で最も大きく変化しているものはどれか、一つ選べ。 13

- 1 $2\text{CuO} + \underline{\text{C}} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$
- 2 $2\underline{\text{F}}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$
- 3 $2\text{K}\underline{\text{I}} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$
- 4 $2\text{H}_2\underline{\text{S}} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 5 $2\underline{\text{Al}} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$
- 6 $2\text{HCl} + \text{Na}\underline{\text{ClO}} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

問2 濃度未知の H_2O_2 水溶液 (A 液) の濃度を求めるために、以下のような実験を行った。

H_2O_2 水溶液を 10 mL 正確にはかりとり、蒸留水を加えて 100 mL にした。そこからさらに 10 mL はかりとり、コニカルビーカーに加えた後、希硫酸を適量加えた。その後、濃度 0.10 mol/L の KMnO_4 水溶液で滴定を行った。7.5 mL 加えたところで終点となった。

上記の条件では、 H_2O_2 および KMnO_4 は以下のように酸化還元反応をするものとする。



(1) この実験では、コニカルビーカー内の溶液がやや赤色になり、その色が消えなくなったところを終点と考える。しかし、実際に実験を行ったところ、コニカルビーカー内の溶液が黒く濁った。これは実験操作に誤りがあったためである。この原因として考えられるものを一つ選べ。 14

- 1 H_2O_2 水溶液の量が多すぎた。
- 2 H_2O_2 水溶液の量が少なすぎた。
- 3 希硫酸を加えていなかった。
- 4 希硫酸を加えすぎた。
- 5 KMnO_4 水溶液の滴下量が多すぎた。
- 6 KMnO_4 水溶液の滴下量が少なすぎた。

(2) もし、希硫酸ではなく希硝酸を加えていた場合、この実験にどのような影響が及ぼされるか。最も適するものを一つ選べ。ただし、希硝酸を加えた場合も、 H_2O_2 はこの実験と同様のはたらきをするものとする。 15

- 1 特に問題はない。
- 2 H_2O_2 と KMnO_4 の反応が全く起こらなくなってしまう。
- 3 色の変化が見られなくなり、終点の判断ができなくなる。
- 4 多量の熱が発生し、実験操作が行えなくなる。
- 5 終点までに要する KMnO_4 水溶液の量が多くなる。
- 6 終点までに要する KMnO_4 水溶液の量が少なくなる。

(3) H_2O_2 水溶液 (A 液) の濃度は何 mol/L か。最も適するものを一つ選べ。 16

- 1 0.19 2 0.38 3 0.76 4 1.5 5 1.9 6 2.3

問3 金属 A ~ 金属 E は、Na, Zn, Mg, Ni, Cu, Au の 6 種類の中のいずれかである。以下の実験の結果から、金属 A ~ 金属 E に含まれないものを一つ選べ。 17

【実験1】

各金属を常温の水に入れると、金属 C だけが激しく反応した。その後、水を加熱していくと、金属 E が気体を発生しながら溶け始めた。

【実験2】

金属 A ~ 金属 E を希塩酸に浸すと、金属 A, 金属 C, 金属 E が気体を発生しながら溶けた。金属 B および金属 D は、変化は見られなかった。

【実験3】

金属 A ~ 金属 E を濃硝酸に浸すと、金属 A と金属 B だけは変化が見られなかった。金属 C ~ 金属 E は気体を発生して溶けた。

- 1 Na 2 Zn 3 Mg 4 Ni 5 Cu 6 Au

問4 電池に関して述べた以下の文章の中で誤っているものを一つ選べ。

18

- 1 電池は化学エネルギーを電気的なエネルギーに変換する装置である。
- 2 電池の負極では酸化反応が、正極では還元反応が起こる。
- 3 電流が正極から負極に流れる場合、電子は負極から正極へ移動すると考える。
- 4 充電が可能な電池を一次電池といい、鉛蓄電池などがある。
- 5 マンガン乾電池は広く日常で利用されており、起電力は約1.5Vである。
- 6 リチウムイオン電池は、小型で高性能であり、現在さまざまな電子機器に使用されている。