

令和6年度 一般選抜問題 1期 【1日目】

化学基礎

1

次の文章を読み、空欄①～⑩に入る最もふさわしい語句を答えなさい。(20点)

他の物質が混じっていない単一の物質のことを ① という。いくつかの物質が混じり合った物質は ② と呼ばれる。自然界の多くの物質は ② として存在している。例えば、海水は水に塩化ナトリウムなどが溶けている。砂等の混じった海水は、 ③ や蒸発などの方法により、塩化ナトリウム等の ① を取り出すことができる。

② の ④ とは、沸点、融解度などの性質の違いを利用し、② から目的の物質を取り出す操作のことを言う。⑤ とは、不純物を取り除き、目的の物質の純度を高める操作である。

液体とその液体に溶けない固体の ② をろ紙などで ④ する操作は ③ と呼ばれる。2種類以上の物質からなる液体を加熱し、発生する蒸気を冷却して蒸発しやすい物質を取り出す操作を ⑥ という。

沸点が異なる2種類以上の液体を、それらの沸点の違いを利用して ⑥ し、含まれる成分を別々に取り出すことを ⑦ という。

温度による溶解度の違いを利用して、純度の高い結晶を得る操作は ⑧ と呼ばれる。物質は溶媒への溶けやすさが異なるため、この性質を利用して ② から目的の物質を溶媒に溶かし出す操作を ⑨ という。また、一般に、ろ紙などの吸着剤に対する物質の吸着されやすさの違いを利用し、② を ④ 及び ⑤ する操作を ⑩ という。

2

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

(25点)

塩は、酸の水素イオン H^+ が金属などの陽イオンに置き換わった物質、または、塩基の水酸化物イオン OH^- が酸の陰イオンに置き換わった物質と見なすことができる。塩には酸のすべての H^+ を置き換えた正塩がある。① 正塩の水溶液は酸性・中性・塩基性のいずれかの性質を示す。

水溶液中には、酸性であっても塩基性であっても常に水素イオン H^+ が存在する。この水素イオン濃度を用いて酸性、塩基性の強弱を表すことができ、これを② 水素イオン指数pHという。亜鉛に塩酸を加えると③ 気体が発生し、これに水酸化ナトリウムの水溶液を加えると気体の発生は止まる。このように酸と塩基が反応して④ 互いの性質を打ち消し合う変化を中和という。

問1. 下線部①について、それぞれの性質を示す正塩を次から全て選びなさい。

正塩 NH_4Cl , $(NH_4)_2SO_4$, Na_2SO_4 , Na_2CO_3

問2. 下線部②について次の問いに答えなさい。

- (1) 0.010mol/Lの塩酸のpHはいくらか答えなさい。NaOHの電離度は1.0とする。
- (2) 上記(1)の水溶液を水で10倍に希釈したとき、水溶液のpHはいくらになるか答えなさい。
- (3) 0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液のpHはいくらか答えなさい。
- (4) ある1価の酸の水溶液の濃度が0.10mol/Lのとき、水溶液の水素イオン濃度は 1.0×10^{-3} mol/Lであった。この酸の電離度を答えなさい。

問3. 下線部③, ④について次の問いに答えなさい。

- (1) ③の発生した気体は何か答えなさい。
- (2) 酢酸水溶液10mLを中和するのに、0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液が15mL必要であった。酢酸水溶液のモル濃度はいくらか答えなさい。

3

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。ただし、原子量をそれぞれ $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$, $Cl = 35.5$, $Ca = 40.1$ とする。 (25点)

- (1) 状態変化では、物質の構成粒子の集合状態だけが変化しており、構成粒子そのものは変化していない。これに対して、構成粒子の元素の組み合わせが変わり、別の化学式で表される物質が生じる変化を化学変化という。

問1. 次の変化のうち、化学変化をすべて選び記号で答えなさい。

- (ア) 塩化ナトリウム水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、白色沈殿が生じる。
 (イ) 水を加熱して、沸騰すると水蒸気が発生した。
 (ウ) 濃塩酸をつけたガラス棒を濃アンモニア水に近づけると白煙を生じる。
 (エ) 固体のヨウ素を加熱すると、赤紫色の気体が発生した。
 (オ) ナフタレンを室温に放置すると、気体が発生した。

- (2) 化学変化では、反応物の量が変われば生成物の量も変わる。このような量的関係は、化学反応式の係数から知ることができる。化学反応式の係数の比は、反応物と生成物の物質の比を表している。そこで、化学反応式と量的関係について以下のような実験を行い、化学変化を確認した。

【実験】

ビーカーにある濃度の塩酸 30 mL を測り入れ、電子天秤にこのビーカーを乗せ、ここにはかり取った炭酸カルシウム 1.0 g を加え、反応開始直後の全質量を測定する。よく混ぜて完全に反応させ、反応が終了したのち、息を吹き込んで二酸化炭素を追い出し、再びビーカーの質量を測る。新しくビーカーを用意し炭酸カルシウムの質量を 2.0 g, 3.0 g にして、同様の操作を繰り返し、測定結果を記録する。

測定の結果を以下の表にまとめた。

炭酸カルシウムの質量 [g]	反応開始直後の全質量A [g]	反応終了後の全質量B [g]	A-Bの質量 [g]	炭酸カルシウムの物質量 [mol]	二酸化炭素の質量 [g]	二酸化炭素の物質量 [mol]
1.0	82.50	82.04	0.46	0.010	0.46	0.010
2.0	89.86	88.93	0.93	0.020	0.93	0.021
3.0	83.54	82.17	1.37	0.030	1.37	0.031

問 2. 炭酸カルシウムと塩酸の反応を，化学反応式で表しなさい。

問 3. この反応に用いた塩酸のモル濃度は何 mol/L か答えなさい。

問 4. 反応の測定結果から，この反応において，反応する炭酸カルシウムの物質質量と発生する二酸化炭素の物質質量の比は，何対何か。整数で答えなさい。

問 5. 炭酸カルシウムの物質質量を横軸に，二酸化炭素の物質質量を縦軸として，この反応のグラフを作成しなさい。

4

酸化と還元に関する次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。(30点)

原子やイオンが酸化されている度合いを示すには①酸化数が用いられる。物質が酸化還元反応を受けると物質中のある②原子の酸化数は変化する。また、③化合物により異なる酸化数をとるものがある。

問1. 下線部①を決める方法について必要な数値を答えなさい。

- (1) 単体中の原子の酸化数
- (2) 化合物中の水素原子の酸化数
- (3) 化合物中の酸素原子の酸化数
- (4) 化合物中の構成原子の酸化数の総和

問2. 下線部②について、原子が酸化されると酸化数はどのように変化するか答えなさい。

問3. 下線部③において、硫化水素、硫酸、二酸化硫黄および硫黄単体について硫黄原子の酸化数を答えなさい。

問4. 次の化合物の下線をつけた各原子 (S, Mn, Cl, Cr) の酸化数の変化が「酸化」, 「還元」または「どちらでもない」を答えなさい。

- (1) $\text{H}_2\underline{\text{S}} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
- (2) $\text{K}\underline{\text{Mn}}\text{O}_4 \rightarrow \text{MnCl}_2$
- (3) $\text{K}\underline{\text{Cl}}\text{O}_3 \rightarrow \text{KCl}$
- (4) $\text{K}_2\underline{\text{Cr}}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4$

問5. 過酸化水素水10mLに0.10mol/Lの二クロム酸カリウム水溶液を15mL加えたところで反応が完了した。

- (1) 酸化剤と還元剤を答えなさい。
- (2) この化学変化のイオン反応式を答えなさい。
- (3) 過酸化水素水の濃度mol/Lを答えなさい。