

令和3年度 一般選抜問題 1期 【2日目】

化学基礎

1

次の文章を読み，以下の問いに答えなさい。(20点)

構成粒子が規則正しく配列している個体を結晶と呼ぶ。

陽イオンと陰イオンがイオン結合によって規則正しく配列した結晶を⁽¹⁾イオン結晶という。原子から最外殻電子1個を取り去り，1価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを⁽²⁾イオン化エネルギーという。イオンが球形であるとしたとき，その半径は⁽³⁾イオン半径と呼ばれる。

問1 下線部(1)について，以下の用途や性質の記述に最もよく当てはまるイオン結晶の物質を下の選択肢の中から選び記号で答えなさい。

- (ア) 石灰石や大理石として天然に存在する。セメントなどに利用する。貝殻等の成分。
- (イ) 乾燥剤，道路の凍結防止剤として利用される。
- (ウ) 重曹。発泡入浴剤などに利用される。
- (エ) 苛性ソーダ。石鹼の製造などに利用される。
- (オ) 水溶液は石灰水。さらし粉の原料となる。

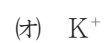
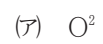
選択肢

- (A) 塩化ナトリウム
- (B) 水酸化カルシウム
- (C) 炭酸カルシウム
- (D) 塩化カルシウム
- (E) 水酸化ナトリウム
- (F) 炭酸水素ナトリウム

問2 下線部(2)について，以下の原子をイオン化エネルギーの小さい順に並べ替えなさい。

Ne, F, C, O, B, Li, He

問3 下線部(3)について、次の(ア)~(オ)のイオンの中から、イオン半径が最も大きいものと最も小さいものを選び記号で答えなさい。



2

次の(ア)～(イ)の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

ただし、原子量はH 1.0, C 12, N 14, O 16, Ne 20, Na 23, Mg 24, S 32, Cl 35.5, とする。 (25点)

(ア) 液体に、ほかの物質が溶けて均一に混じりあうことを溶解という。液体に溶けている物質を溶質、溶かしている液体を溶媒という。溶解によってできた液体を溶液という。

問1 モル濃度が0.50mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を300mLつくるために必要な水酸化ナトリウムの物質量と質量を求めなさい。また、水酸化ナトリウム水溶液において、溶質、および溶媒とは何をさすか答えなさい。

問2 0.5mol/Lの希硫酸 H_2SO_4 (密度1.05g/cm³) について、以下の問いに答えなさい。

- (1) この希硫酸500mLに含まれる H_2SO_4 の質量は何gか。
- (2) この希硫酸の質量パーセント濃度は何%か。

(イ) 空気は、窒素と酸素がおよそ4 : 1の分子数の割合で含まれる気体である。したがって、標準状態で22.4Lの空気には窒素分子と酸素分子が4 : 1の比で含まれ、合計すると1molの分子数となる。

問3 空気の1molあたりの質量を求めなさい。

問4 次の(a)~(g)から、同温・同圧で空気よりも重い気体をすべて選びなさい。

- (a) プロパン (b) アンモニア (c) 水素 (d) 塩化水素
(e) 硫化水素 (f) ネオン (g) 二酸化炭素

3

以下の問いに答えなさい。

(25点)

問1 酸と塩基に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

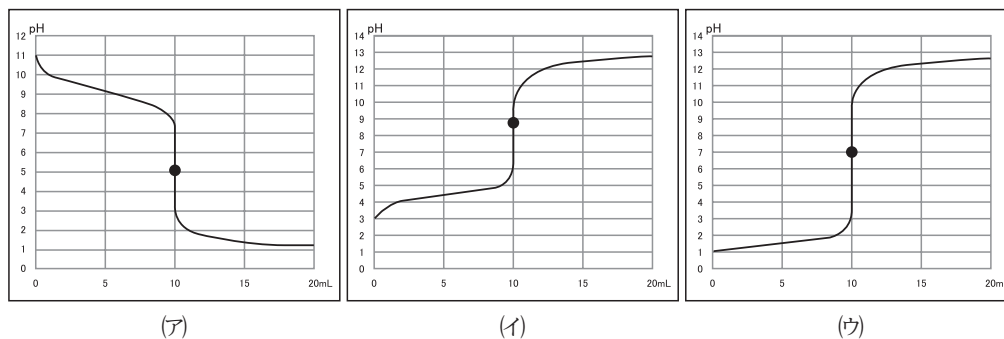
酸と塩基が反応して、互いにその性質を打ち消し合う反応を（ア）とい
い、塩酸と水酸化ナトリウムを混合すると塩化ナトリウムと水が生じる。
（ア）において、酸の（イ）と塩基の（ウ）から生成した化合物
を（エ）という。

- (1) (ア)~(エ)に適切な語句を答えなさい。
- (2) 下線部(ウ)の反応式を答えなさい。
- (3) 塩酸と水酸化カルシウムが完全に反応するときの化学反応式を答えなさい。

問2 中和滴定に関するⅠからⅢを読み、以下の問いに答えなさい。

- I. 強酸と強塩基との中和滴定では、中和点の前後でpHは3から11と急激に変化するため、変色域がこの範囲にあるメチルオレンジやフェノールフタレインのいずれを用いても正確に中和点を知ることができる。
- II. 弱酸の強塩基による中和滴定では、中和点での水溶液のpHは塩基性側に偏っている。中和点付近のpHの変化は6から11とやや小さい。この場合①塩基性側に変色域をもつ指示薬を用いる。
- III. 弱塩基の強酸による中和滴定では、中和点での水溶液のpHは酸性側に偏っている。中和点付近でのpHの変化は8から3とやや小さい。この場合②酸性側に変色域をもつ指示薬を用いる。

- (1) I から III が示す滴定曲線を下のグラフ(ア)~(ウ)の中から選びなさい。(ただし、横軸は加えた溶液の体積、縦軸は pH、●は中和点である)



- (2) 下線部①と②で示される指示薬の名称を答えなさい。

- (3) I から III には塩酸，酢酸水溶液，水酸化ナトリウム水溶液，アンモニア水のどれかが用いられた。I から III で用いられた滴定の酸と塩基の組み合わせを答えなさい。

- (4) $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のシュウ酸水溶液を 10.0 mL とり，フェノールフタレインを指示薬として加え，濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定を行ったところ，中和点までに 25.0 mL を要した。水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を答えなさい。

4

次の文章を読み、文中の空欄を埋めなさい。

(30点)

過酸化水素は、反応する相手によって、酸化剤として働いたり、還元剤として働くこともある。例として、硫酸酸性のヨウ化カリウムに過酸化水素水を加えた場合を考えよう。この場合、過酸化水素水は酸化剤、ヨウ化カリウムは還元剤として働く。

酸化剤の半反応式は、(ア)であり、還元剤の半反応式は

$2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$ である。化学反応式は、 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$ となる。

一方で、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液との反応では、過酸化水素水は還元剤として働く。酸化剤の半反応式は $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 、還元剤の半反応式は(イ)である。化学反応式は(ウ)である。

二酸化硫黄も、反応する相手によって酸化剤、還元剤になり得る物質である。

二酸化硫黄は普通(エ)として働く。このとき、硫黄原子の酸化数は+4から(オ)へと変化し、硫酸イオン SO_4^{2-} を生じる。

二酸化硫黄は、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液との反応では、還元剤として働く。

酸化剤の半反応式は(カ)、還元剤の半反応式は(キ)である。

化学反応式は $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{SO}_2 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ である。

硫化水素のような還元剤に対しては、二酸化硫黄は酸化剤として働くことになる。

酸化剤の半反応式は(ク)、還元剤の半反応式は(ケ)、化学反応式は(コ)である。