

平成30年度 編入学者選抜学力検査問題

(化 学)

(検査時間 物理と化学あわせて120分)

注意

1. 問題用紙は試験監督員の指示があるまで開かないでください。
2. 問題用紙は1ページから3ページです。
検査開始の合図のあとで確かめてください。
3. 解答用紙は4枚です。
解答用紙の所定欄に受験番号を記入してください。
4. 解答は、解答用紙の所定の個所にわかりやすく記入すること。
5. 計算用紙は2枚です。(提出の必要はありません。)
必要な計算式などは、解答用紙に記入すること。
6. 問題 I から VI まで全問解答してください。
7. 電卓を使用することができます。

I. (基礎化学・物質の構成)

- 次の物質から、化合物をすべて選べ。 黒鉛, 二酸化炭素, 空気, 塩化水素, アルミニウム
- 次の物質から同素体の関係ではないものを一組選び, 記号で答えよ。
ア) ダイヤモンドとフラーレン イ) 斜方硫黄とゴム状硫黄
ウ) 黄リンと赤リン エ) 一酸化窒素と二酸化窒素 オ) 酸素とオゾン
- 次の原子の説明で, 間違っているものを番号で選べ。
 - 原子は, 正の電荷をもつ原子核と, 負の電荷をもつ電子から構成されている。
 - 原子核は, 正の電荷をもつ陽子と, 電荷を持たない中性子から構成されている。
 - 電子1個の持つ電荷の絶対値は, 陽子1個の持つ電荷の絶対値に等しい。
 - 原子中では, 陽子1個の質量と電子1個の質量はほぼ等しい。
 - 原子では, 陽子の数と電子の数は等しく, 原子全体としては電氣的に中性である。
- 第三周期の元素 Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar のうちで, 第一イオン化エネルギーが最小のものと最大のものを記せ。
- 硫化水素 H_2S と O_2 は, その分子量はほぼ同じであるが, 沸点は大きく異なる。沸点の高い物質を選び, その理由を示せ。なお, 説明には分子の形の図などを用いてもよい。
- 次の物質の構造式を元素記号と価標を用いて記せ。
 - CH_4
 - C_2H_4
 - HCN

II. (基礎化学・物質の変化)

- 塩素の同位体には, ^{35}Cl と ^{37}Cl があり, それぞれの相対質量は 35.0 と 37.0 である。また, ^{35}Cl の天然存在比は 75.0%, ^{37}Cl は 25.0% である。塩素の原子量を求めよ。
- 66.0g の二酸化炭素 CO_2 について以下の問いに答えよ。
 - この二酸化炭素の物質量は何 mol か。ただし CO_2 の分子量は 44.0 とする。
 - この二酸化炭素の分子の個数は何個か。 $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ (個/mol) とする。
 - この二酸化炭素には何 mol の酸素原子が含まれているか。
 - この二酸化炭素がすべて気体であるとする, その体積は標準状態で何 L か。
- 23.0g のエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を完全燃焼させると二酸化炭素と水が生じる。ただし, C, H, O 各元素の原子量は 12.0, 1.00, 16.0 とする。
 - この反応を化学反応式で表せ。
 - この反応で生じた水は何 g か。
 - 発生した二酸化炭素の体積は標準状態で何 L か。
 - この反応に必要な空気の量は標準状態で何 L か。ただし, 空気中には酸素が 20.0% 含まれるものとする。
- 次の反応で, H_2O は酸・塩基どちらの働きをしているか。
 - $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
 - $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
- 濃度不明の酢酸水溶液 30.0mL を 0.100mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ, 18.0mL 必要であった。この酢酸水溶液は何 mol/L か。
- 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液と過酸化水素水の酸化還元反応式を, 次の半反応式を参考に完成させよ。
 $\text{KMnO}_4: \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{O}_2: \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

Ⅲ. (化学・物質の状態と平衡)

1. 一定温度で $3.0 \times 10^5 \text{Pa}$ の酸素 3.0L と $4.0 \times 10^5 \text{Pa}$ の窒素 4.0L を混合して 10L とした。このときの酸素の分圧と混合気体の全圧を求めよ。
2. アルミニウムの結晶は面心立方格子であり、その原子半径は $1.43 \times 10^{-8} \text{cm}$ である。単位格子の一辺の長さを求めよ。ただし $\sqrt{2} = 1.41$ とする。

Ⅳ. (化学・物質の変化と平衡)

1. 水素、炭素（黒鉛）およびプロパン C_3H_8 の燃焼熱は、それぞれ 286kJ/mol , 394kJ/mol , 2219kJ/mol である。プロパンの生成熱を求めよ。ただし、水素やプロパンの燃焼で生成する水は液体であるものとする。
2. 白金電極を用いて、硫酸銅(II)水溶液 $\text{CuSO}_4 \text{aq}$ に 0.500A の電流を 32分10秒間流して電気分解をした。陰極に析出する銅は何gか。ただし Cu の原子量は 64.0 , ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ (C/mol)}$ とする。

V. (化学・無機物質の性質と利用)

1. 硫黄の酸化物について、以下の問いに答えよ。

- (1) 亜硫酸ナトリウム Na_2SO_3 に希硫酸を加えると、二酸化硫黄が発生する。この変化を化学反応式で表せ。
- (2) 二酸化硫黄はおもに還元剤として働くが、硫化水素のような物質に対しては酸化剤として働くことが知られている。二酸化硫黄と硫化水素との反応を化学反応式で表せ。
- (3) 質量パーセント濃度が 98.0% の濃硫酸のモル濃度は何 mol/L か。ただし、濃硫酸の密度は 1.80g/cm^3 、 H_2SO_4 の分子量は 98.0 とする。

2. 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

硫酸銅(II)水溶液 CuSO_4 に水酸化ナトリウム水溶液 NaOH を加えると、①青白色の沈殿が生じる。この溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加え続けても大きな変化は見られない。次に、硫酸銅(II)水溶液にアンモニア水を加えると、すぐに②青白色の沈殿が生じた。この溶液にアンモニア水を過剰に加えると、水溶液は(③)色へと変化した。これは水溶液中に(④)が生じたためである。

- (1) 下線①が生じる変化を化学反応式で表せ。
- (2) 下線②の物質はなにか、物質名を記せ。
- (3) 空欄③の色はどのような色か。
- (4) 空欄④に当てはまる物質を化学式で記せ。

VI. (化学・有機化合物の性質と利用)

1. ある炭化水素化合物 8.40mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 26.4mg、水が 10.8mg 得られた。また、この化合物の分子量は 42 であった。ただし、C, H, O 各元素の原子量は 12.0, 1.00, 16.0 とする。

- (1) この炭化水素の組成式と分子式を示せ。
- (2) この炭化水素の名称と構造式を示せ。
- (3) この化合物を付加重合することによってできる重合体を、構造式で示せ。

2. 分子式 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ の化合物 A, B, C が存在する。A を酸化すると酸性を示す物質が生じるが、B を酸化した物質は酸性を示さなかった。また、C は揮発性の高い物質で酸化剤では酸化されなかった。

- (1) 化合物 A, B, C の構造をそれぞれ示せ。
- (2) A, B, C のうちでヨードホルム反応に陽性を示すのはどれか、記号で答えよ。

3. サリチル酸 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$ は、水に溶けにくい白色の物質である。

- (1) サリチル酸を無水酢酸によりアセチル化すると、アセチルサリチル酸が生じる。アセチルサリチル酸の構造を、構造が分かるように示せ。
- (2) サリチル酸にメタノールと硫酸を作用させると、エステル化されサリチル酸メチルを生じる。サリチル酸メチルの構造を、構造が分かるように示せ。
- (3) (1) で生じたアセチルサリチル酸と(2)で生じたサリチル酸メチルでは、どちらの方が強い酸性を示すか、物質名で答えよ。