

化 学

I 以下の設問について、最も適切な答えを(1)~(5)のなかから一つ選び、解答用紙 A にその数字をマークせよ。必要な場合、原子量として、 $H = 1$, $C = 12$, $N = 14$, $O = 16$, $S = 32$, $Cl = 35.5$, $Cu = 64$, アボガドロ定数 $= 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$, ファラデー定数 $= 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ を用いよ。また、理想気体 1 mol の体積は、標準状態で 22.4 L である。

問 1 次の気体を同じ質量ずつ取った時、標準状態で体積が最小になるものはどれか。

- (1) H_2 (2) CO_2 (3) H_2S (4) NH_3 (5) Cl_2

問 2 次の中で同素体の関係にある組み合わせはどれか。

- (1) 黄リンと赤リン (2) キセノンとネオン (3) 水素と重水素
(4) 硫化水素と硫酸 (5) リン酸と五酸化リン

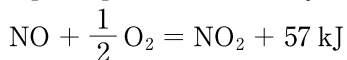
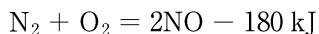
問 3 質量パーセント濃度が 36.5 % の塩酸(密度 1.20 g/cm^3) のモル濃度は何 mol/L か。最も近いものを選べ。

- (1) 8 mol/L (2) 10 mol/L (3) 12 mol/L
(4) 14 mol/L (5) 16 mol/L

問 4 プロパン 66 g を完全燃焼させたとき、生成する二酸化炭素の質量は何 g か。最も近いものを選べ。

- (1) 66 g (2) 132 g (3) 198 g (4) 264 g (5) 330 g

問 5 次の熱化学方程式から求められる二酸化窒素の生成熱は何 kJ/mol か。最も近いものを選べ。



- (1) 33 kJ/mol (2) -33 kJ/mol (3) 44 kJ/mol
(4) 66 kJ/mol (5) -66 kJ/mol

問 6 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を水で 1000 倍に薄めた溶液の pH はいくつか。最も近い値を選べ。水のイオン積を $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とする。

- (1) 8 (2) 9 (3) 10 (4) 11 (5) 12

問 7 次の金属の単体のうち、塩酸とは反応しないが、希硝酸とは反応するものはどれか。

- (1) Cu (2) Zn (3) Sn (4) Pt (5) Au

問 8 硫酸銅(II)水溶液を、白金電極を用いて 5.0 A の電流で 32 分 10 秒間電気分解した。陰極に析出する物質の質量は何 g か。最も近いものを選べ。

- (1) 0.80 g (2) 1.6 g (3) 2.4 g (4) 3.2 g (5) 6.4 g

問 9 0.10 mol/L の希硫酸 15 mL に、ある量のアンモニアを吸収させて完全に反応させた。残った硫酸を中和するのに、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 20 mL 必要だった。吸収されたアンモニアの物質質量は何 mol か。最も近いものを選べ。

- (1) $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (2) $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (3) $3.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$
(4) $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (5) $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$

問10 0.200 mol/kg の塩化ナトリウム水溶液の凝固点は何℃ か。最も近いものを選べ。ただし、純水の凝固点は 0℃、水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg}/\text{mol}$ とし、塩化ナトリウムはすべて電離するものとする。

- (1) -0.37℃ (2) -0.48℃ (3) -0.62℃
(4) -0.74℃ (5) -0.88℃

問11 次の中でアモルファスのものを1つ選べ。

- (1) 二酸化ケイ素 (2) ダイヤモンド (3) ドライアイス
(4) 石英ガラス (5) 硫化亜鉛

問12 次のイオンのうち、硫化物イオンとの反応で生成する沈殿の色が黄色となるものはどれか。

- (1) Cd^{2+} (2) Cu^{2+} (3) Fe^{2+} (4) Mn^{2+} (5) Zn^{2+}

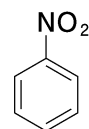
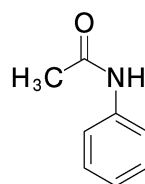
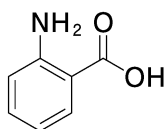
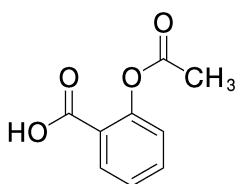
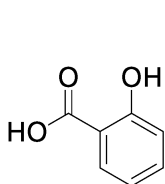
問13 分子式 C_6H_{14} で表される物質には何種類の構造異性体が存在するか。

- (1) 1種類 (2) 2種類 (3) 3種類 (4) 4種類 (5) 5種類

問14 アセチレンに塩化水素を付加させてできる化合物を、付加重合させたときに生成する物質は何か。

- (1) ポリエチレン (2) ポリ塩化ビニル (3) ポリプロピレン
(4) ポリスチレン (5) ポリ酢酸ビニル

問15 次の化学構造式のうち、アニリンに無水酢酸を作用させてできる化合物はどれか。



II アルミニウムに関する記述である。空欄①～⑭にあてはまる最も適切な数値や語句を解答用紙Bに記せ。ただし②, ⑧, ⑪, ⑫, ⑬については化学式, ⑨についてはイオン式で記せ。

単体のアルミニウムは、まず鋳石の(①)から純粋な(②)をつくり、これを溶融塩電解することで製造される。(②)はルビーやサファイアの主成分でもある。単体のアルミニウムを塩酸に溶かすと、ガスとして(③)を発生する。また単体のアルミニウムは、水酸化ナトリウム溶液とも反応する。このように酸と塩基ともに反応して塩をつくる金属を(④)と呼ぶ。アルミニウムの他の(④)として、トタンの材料となる(⑤)がある。

単体のアルミニウムの原子の酸化数は(⑥)であり、アルミニウムイオンの溶けた水溶液にアンモニア水を加えていくと(⑦)色の(⑧)が沈殿する。この沈殿物に水酸化ナトリウム溶液を加えていくと、沈殿物は溶解して無色の水溶液になる。このとき陰イオンとして(⑨)が生成する。アルミニウムを濃硝酸に入れると、表面に(②)の被膜が生成するため、反応が進まなくなる。このような状態を(⑩)という。アルミニウムを空气中に放置してもこの状態となる。硫酸アルミニウム(⑪)と硫酸カリウム(⑫)の混合水溶液を濃縮すると、正八面体の結晶の(⑬)が得られる。(⑬)は(⑭)と呼ばれており、染色や食品添加物に利用される。

Ⅲ ハロゲンに関する以下の文章をよく読み、設問に対する適切な答えを解答用紙Bに記せ。

最近コロナ禍において、テーブルやドアノブを拭いて消毒するために、次亜塩素酸ナトリウムがよく使用されている。次亜塩素酸ナトリウムは、次亜塩素酸イオン ClO^- を含むため、(①)作用を示す。次亜塩素酸ナトリウムの水溶液に塩酸を加えると、(②)が発生する。(②)の製法のひとつに酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱する方法がある。その反応で生じた(③)色の気体を、(ア)の順で通して、乾燥した(②)を(④)法により捕集する。(②)は水に少し溶けて(⑤)となり、その一部は(⑥)と(⑦)となる。(⑦)は水溶液としてのみ存在し、強い(⑧)作用がある。

(⑨)は黒紫色の固体で昇華性をもち、気体は(⑩)色である。多くの有機溶媒に溶け、エタノール中では(⑪)色、ヘキサン中では(⑫)色を示す。(⑨)は水にあまり溶けないが、(⑬)水溶液には溶けて、褐色の水溶液となる。(②)より穏やかな(①)作用があり、殺菌・消毒に使われる。

問 1 ①から⑬にあてはまる最も適切な語句を答えよ。化学式ではなく、語句・化合物名・物質名で記すこと。ただし、①および⑧には、それぞれ「酸化」または「還元」から選んで記入せよ(繰り返し選んでもよい)。③、⑩、⑪、⑫は色について記し、④は捕集法について記すこと。

問 2 下線部 A の化学反応式を答えよ。

問 3 (ア)にあてはまる最も適当なものを次の中から選んで番号で答えよ。

- (1) 水 → 濃硫酸
- (2) 水 → 水酸化ナトリウム
- (3) 水酸化ナトリウム → ソーダ石灰
- (4) 濃硫酸 → 水酸化ナトリウム
- (5) 濃硫酸 → ソーダ石灰

IV 次の文を読み，化合物 A～F の名称と構造式を解答用紙 B に記せ。

- (1) 化合物 A は，炭素数 8 の炭化水素で，沸点は 138℃ である。分子内に二重結合をもつ環が 1 つあるが，安定で付加反応も起こりにくい。環には同じアルキル基が 2 つ結合している。
- (2) 化合物 A の 2 つのアルキル基の位置を変えることにより，A も含めて 3 つの構造異性体があり，化合物 B はその 1 つである。化合物 B の沸点は 144℃ である。
- (3) 化合物 C は融点 234℃，炭素数 8 の酸性の化合物である。化合物 C を熱すると，分子内で水がとれて，融点 132℃ の化合物 D ができる。
- (4) 化合物 E は，化合物 C と官能基も同一の構造異性体で，工業的には化合物 A を酸化してつくる。
- (5) 化合物 D は工業的には，化合物 B やナフタレンを，触媒を用いて空気中で酸化して作られる融点 132℃，酸素数 3 の化合物である。化合物 D は，合成樹脂，染料，医薬品の原料として用いられる。
- (6) 化合物 F は沸点 198℃ で炭素数 2 の 2 価のアルコールである。合成繊維や合成樹脂の原料として使われたり，不凍液をつくるのに用いられる。
- (7) 化合物 E と化合物 F との縮合重合により，合成樹脂や合成繊維などとして広く使用されるポリエチレンテレフタレート (PET) ができる。