

第 1 問

問 1 質量数 23, 原子番号 11。質量数=陽子の数+中性子の数, 陽子の数=原子番号
 ですから中性子の数は 12。 **1** の正解は②。

問 2 原子の種類によって電気陰性度が異なるので, 異種の 2 原子が共有結合していれば
 結合に極性が生じます。H₂, O₂ など同種の 2 原子の共有結合であれば電気陰性度の差
 はないので極性は生じません。 **2** の正解は③。①… N-H 結合に極性があり (N が
 δ⁻, H が δ⁺), NH₃ 分子は三角錐形をしているので, 分子全体として極性を示しま
 す。②… S-H 結合に極性があり (S が δ⁻, H が δ⁺), H₂S 分子は H₂O に似た折れ
 線形をしているので, 分子全体として極性を示します。④… C₂H₅OH 分子の概形は図 1
 のとおりです。各原子の電気陰性度は H が約 2.2, C が約 2.6, O が約 3.4 なので, C-H
 結合では C 原子に電子が引かれ, C-O 結合と O-H 結合ではいずれも O 原子に電子が引
 かれ, 全体として O 原子に電子が引かれます。

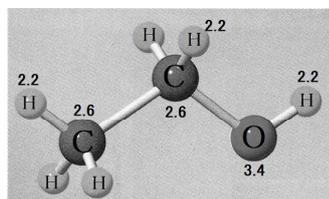


図 1

問 3 ①…ハロゲンすなわち 17 族の原子の価電子はすべて 7 個 (このため 1 価の陰イオ
 ンになりやすい)。誤り。②…原子の最外電子殻から 1 個の電子を取り去って 1 価の陽
 イオンにするのに必要な最小のエネルギーが (第一) イオン化エネルギー。ハロゲンに
 限らず同族の原子では原子番号が大きくなるほど原子半径も大きくなり, 最外殻電子に
 はたらく原子核からの引力が弱くなり, イオン化エネルギーは小さくなります。誤り。
 ③… H と Cl では Cl のほうが電気陰性度が大きく, 共有電子対は Cl のほうに偏ってい
 ます。誤り。④… S 原子は主として -2, 0, +4, +6 の 4 種類の酸化数をとります。H₂S
 の S の酸化数は -2 なので酸化数が増える (酸化される) 方向に反応します (還元剤)。
 半反応式は $\text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{S} + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+$ 。いっぽう, I₂ などハロゲン単体は電子を奪って
 安定な 1 価の陰イオンになる傾向をもつので, 酸化数が 0 から -1 に減少する (還元さ
 れる) 方向に反応します (酸化剤)。半反応式は $\text{I}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{I}^-$ 。I₂ と H₂S の反
 応式は, $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{S} + 2\text{HI}$ 。 **3** の正解は④。

問 4 ア…物質を構成する粒子は, その状態にかかわらず常に熱運動をしています。誤り。
 イ…正しい。B は融解の過程にあります。ウ…C ではすべて液体。分子は熱運動によっ
 て相互の位置を変えています。誤り。エ…正しい。D は沸騰の過程にあります。オ…E
 ではすべて気体。分子間の平均距離は C よりも大きい (A → C → E と大きくなる)。誤
 り。 **4** の正解は⑥。

問 5 ①… CO₂ 分子は 2 つの二重結合によって C=O=C という直線形をなします。正しい。
 ②… CH₄ 分子では C 原子の周りに 4 組の共有電子対があり, それらが互いに最も
 離れるような位置を占めるため, 正四面体形になります。正しい。③…非金属元素どう
 しの結合は共有結合です。正しい。④…常温・常圧ではいずれも気体で, 同体積中の分
 子数は等しい。分子量は CO₂ (44) の方が CH₄ (16) より大きいので, 気体の密度も CO₂
 の方が大きくなります。誤り。 **5** の正解は④。

問 6 He の物質量を x mol とすると, He = 4.0, N₂ = 28 より, $4.0x + 28(1.00 - x) = 10.0$
 が成り立ちます。これを解いて, $x = 0.75$ [mol]。 **6** の正解は④。

問7 ①…正しい。②…正しい。Alは酸素との結合力が強く、簡単には還元できません。またイオン化傾向が大きく、銅のようにそのイオンを含む水溶液を電気分解しても単体を得ることはできません。そこで、鉱石（ボーキサイト）を精錬して得られる純粋な Al_2O_3 を、融解した氷晶石に溶かして融点を下げ、高温で電気分解して単体のAlを得ます（熔融塩電解）。この方法には多量のエネルギーが必要ですが、Al製品をリサイクルして単体を製造する場合はその約3%のエネルギーで済みます。③…化合物中のO原子の酸化数はふつう-2、化合物を構成する原子の酸化数の総和は0ですから、 Al_2O_3 でのAlの酸化数は+3となります。誤り。④…Alは塩酸や希硫酸には溶けますが、濃硝酸や熱濃硫酸のような強い酸化力を持つ酸と反応すると、表面が酸化されて Al_2O_3 の被膜が形成されます。Alの場合はこの被膜が緻密なため、内部を保護してしまい、反応しなくなります。このような状態を不動態といいます。7の正解は③。

問8 金属Aのイオンを含む水溶液に、金属Aよりイオン化傾向が大きい金属Bを浸すと、Bが電子を失ってイオン化し、Aのイオンは電子を受け取って固体として析出します。イオン化傾向の大小は、①で $\text{Sn} < \text{Zn}$ 、②で $\text{Cu} < \text{Zn}$ 、③で $\text{Pb} > \text{Cu}$ 、④で $\text{Ag} < \text{Cu}$ であるから、③だけが金属が析出しません。8の正解は③。

問9 水溶液A中の強酸のモル濃度を c [mol/L] とすると、この強酸は2価であり、また水酸化ナトリウムは1価の塩基ですから、次式が成り立ちます：

$$2 \times c \text{ mol/L} \times (5 \times 10^{-3}) \text{ L} = 1 \times x \text{ mol/L} \times (y \times 10^{-3}) \text{ L}$$
これを変形して、 $c = xy / 10$ 。9の正解は②。

第2問 しょうゆA～Cに含まれる Cl^- のモル濃度をそれぞれ x [mol/L]、 y [mol/L]、 z [mol/L] とすると、操作Ⅲの試料中の Cl^- の物質量和、操作Ⅳで反応する Ag^+ の物質量との関係は、次のようになります：

$$\begin{aligned} \text{Aでは } & x \text{ mol/L} \times (5.00 \times 10^{-3}) \text{ L} \times 5.00 \text{ mL} / 250 \text{ mL} \\ & = 0.0200 \text{ mol/L} \times (14.25 \times 10^{-3}) \text{ L} \\ \text{Bでは } & y \text{ mol/L} \times (5.00 \times 10^{-3}) \text{ L} \times 5.00 \text{ mL} / 250 \text{ mL} = \\ & = 0.0200 \text{ mol/L} \times (15.95 \times 10^{-3}) \text{ L} \\ \text{Cでは } & z \text{ mol/L} \times (5.00 \times 10^{-3}) \text{ L} \times 10.00 \text{ mL} / 250 \text{ mL} = \\ & = 0.0200 \text{ mol/L} \times (13.70 \times 10^{-3}) \text{ L} \end{aligned}$$

これらを解くと、 $x = 2.85$ [mol/L]、 $y = 3.19$ [mol/L]、 $z = 1.37$ [mol/L]。

問1 式(1)は次のようになります：



ここで CrO_4^{2-} 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ともCrの酸化数はともに+6です。よって、この反応は酸化還元反応ではありません。正解は10が②、11が②、12が①、13が④。

問2 14の正解は②のビュレット。滴下された溶液の体積をはかり取ることができます。①のホールピペットは、操作Ⅰ、Ⅱのように一定体積の溶液をはかり取るときに用います。③の駒込ピペットは、手軽に溶液の体積をはかれますが、ホールピペットに比べ精度が低い。④の分液漏斗は抽出に用います。

問3 ①…後から純粋な水を加えるので、内部が純水でぬれていても調製に影響しません。正しい。②… Ag_2CrO_4 は溶液中で沈殿する物質（非電解質）なので CrO_4^{2-} が生じません。また、（仮に Ag_2CrO_4 が電離して Ag^+ と CrO_4^{2-} が生じたとしても）操作Ⅳで初めて Cl^- と Ag^+ を反応させなくては滴定になりません。誤り。③…NaCl、KClとも水溶液中でほぼ完全に電離する強電解質なので、操作Ⅰ～Ⅴにより求められる Cl^- の濃度はNaClだけの場合に比べて高くなります。正しい。また、冒頭の計算から、④は正しく、⑤は誤りです。以上より、15、16の正解は②と⑤（順不同）。

問4 AgNO_3 水溶液の滴下量が 0 mL から a mL までは、滴下量に比例して AgCl の質量が増加していきます。滴下量が a mL を超えると、反応する Cl^- がもはや存在しないので、 AgCl の質量は増加しなくなります。 **17** の正解は①。

問5 a 第2問冒頭の計算から、 **17** の正解は⑤。

b NaCl のモル濃度は Cl^- のモル濃度に等しいので、求める質量は

$58.5 \text{ g/mol} \times 2.85 \text{ mol/L} \times (15 \times 10^{-3}) \text{ L} \approx 2.5 \text{ g}$ です。 **19** , **20** の正解は順に②, ⑤。