

2014年度 センター試験 化学I (本試験) ワンポイント解説

第1問	問1 a	<p>1gに含まれる分子の数を比較するには、各物質1gの物質量を比較すればよい。分子量が小さい物質ほど物質量は大きく、分子数は多くなる。</p> <p>各分子の分子量は次の通りである。</p> <p>① H₂O 18 ② N₂ 28 ③ C₂H₆ 30 ④ Ne 20 ⑤ O₂ 32 ⑥ Cl₂ 71</p>
	問1 b	¹⁴ Cの陽子数は6、中性子数は14-6=8であり、その比は 3:4 である。
	問2	<p>各元素は次の通りである。</p> <p>A: C (炭素), D: O (酸素), E: Na (ナトリウム), G: Mg (マグネシウム), J: Al (アルミニウム), L: Cl (塩素)</p> <p>③はナトリウムと塩素の化合物であり、その化学式はNaClである。</p>
	問3	<p>① イオン結合で構成される物質を表す化学式は組成式である。</p> <p>③ イオン結晶の固体はイオンが移動できないため電気伝導性は低い。イオン結晶の水溶液や融解液は、電気をよく通す。</p> <p>⑤ 0.10mol × 2 = 0.20mol のナトリウムイオンと 0.10mol の硫酸イオンが存在し、合計で 0.30mol のイオンが存在する。</p>
	問4	<p>HCl = 36.5g/mol</p> $\frac{50\text{g} \times 0.365 \div 36.5\text{g/mol}}{0.5\text{L}} = 1.0\text{mol/L}$
	問5	<p>水素とメタンの標準状態での体積は、それぞれ $3[\text{L}] \times \frac{2}{3} = 2[\text{L}]$, $3[\text{L}] \times \frac{1}{3} = 1[\text{L}]$</p> $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} \quad , \quad \text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>反応式の係数比より、水素およびメタンを完全燃焼させるのに必要な酸素の標準状態での体積は次の通りである。</p> $2[\text{L}] \times \frac{1}{2} + 1[\text{L}] \times 2 = 3[\text{L}]$ <p>必要な空気の体積は酸素の体積の5倍である。3[L] × 5 = 15[L]</p>
	問6	② 茶葉に湯を注いで湯に溶ける成分を取り出すのは「抽出」である。
第2問	問1	<p>メタノールの生成熱を表す熱化学方程式は次の通りである。</p> $\text{C (黒鉛)} + 2\text{H}_2 (\text{気体}) + \frac{1}{2}\text{O}_2 (\text{気体}) = \text{CH}_3\text{OH} (\text{液体}) + Q \text{ kJ}$ <p>各成分の燃焼熱から Q は次のように計算できる。酸素の燃焼熱は 0kJ/mol である。</p> $Q = (\text{左辺の燃焼熱の総和}) - (\text{右辺の燃焼熱の総和})$ $= Q_2 + 2Q_3 - Q_1 = -Q_1 + Q_2 + 2Q_3$

	問 2	<p>混合気体のエタンの物質量を x [mol] とすると、プロパンの物質量は $(1-x)$ [mol] である。混合気体の完全燃焼による発熱量が 2000kJ であることから、次式が成り立つ。</p> $1560x + 2220(1-x) = 2000$ <p>これを解くと、$x = \frac{1}{3}$</p> <p>したがって、エタンの物質量 : プロパンの物質量 = $\frac{1}{3} : \frac{2}{3} = 1 : 2$</p>
	問 3 a	<p>滴定曲線より、中和点の水溶液の液性が弱塩基性であり、弱酸と強塩基の中和滴定である。</p>
	問 3 b	<p>塩基性側に変色域をもつフェノールフタレインを用いる。</p>
	問 4	<p>③ N 原子 : $+5 \rightarrow +4$ (還元されている)</p>
	問 5	<p>①と④の電気分解の反応は次の通りである。() 内は発生した気体の物質量。</p> <p>① 陽極 : $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$ (0.10mol) 陰極 : $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ (0.20mol)</p> <p>④ 陽極 : $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ (0.10mol) 陰極 : $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ (0.20mol)</p>
	問 6	<p>放電された電子の物質量 = $\frac{0.50 \times 193}{9.65 \times 10^4} = 1.0 \times 10^{-3}$ mol</p> <p>ダニエル電池の正極の反応は以下の通りであり、銅が析出する。 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$</p> <p>析出した銅の質量 = $64\text{g/mol} \times \frac{1.0 \times 10^{-3}}{2} \text{mol} = 0.032\text{g}$ 増加</p>
第3問	問 1	<p>① アルミニウムはアルミホイルとして利用されている。 ③ 金属の単体で電気伝導性が最も高いのは銀である。 ④ 青銅は銅とスズの合金である。 ⑤ リチウムはリチウム電池として利用されている。</p>
	問 2	<p>① 酸素が発生する。 ② 過マンガン酸イオンのマンガンの酸化数は+7である。 ③ 過マンガン酸イオンは還元されて Mn^{2+} になる。 ④ H_2O_2 の酸素原子の酸化数は-1である。 ⑤ 硫酸の硫黄原子の酸化数は+6で変化していない。</p>
	問 3	<p>③ 塩化アンモニウムに強塩基を加えると弱塩基であるアンモニアが発生する。</p>
	問 4	<p>④ 水酸化亜鉛は過剰のアンモニア水に対して錯イオンを形成して溶けるが、水酸化アルミニウムは過剰のアンモニア水に溶けない。</p>
	問 5	<p>実験Ⅰ : 濃硫酸は酸化作用をもち、銅や銀と反応して二酸化硫黄が発生する。 実験Ⅱ : 濃硫酸は不揮発性の酸であり、揮発性の酸の塩 (NaCl など) と反応して揮発性の酸 (塩化水素など) を発生させる。</p>

	<p>問 6 $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ のモル質量 = $(160 + 18n)$ g/mol , BaSO_4 のモル質量 = 233 g/mol 塩化バリウムを加えたときの沈殿生成反応は以下の通りである。 $\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 \longrightarrow \text{BaSO}_4 + \text{CuCl}_2$ 反応した硫酸銅 (Ⅱ) と生成した硫酸バリウムの物質について次式が成り立つ。 $\frac{1.78}{160 + 18n} \text{ mol} = \frac{2.33}{233} \text{ mol} = 0.10 \text{ mol} \quad , \quad n = 1$</p> <p>問 7 塩酸で沈殿を生じるイオンは Ag^+ と Pb^{2+} である。したがって沈殿 b に Pb^{2+} が存在することはない。また Fe^{3+} は酸性条件では硫化水素で沈殿せず, Ca^{2+} はアンモニア水で沈殿しない。したがって沈殿 a は AgCl, 沈殿 b は CuS, 沈殿 c は $\text{Fe}(\text{OH})_3$ である。</p>
第 4 問	<p>問 1 出題されている化合物はビタミン C, メントール, 2, 4, 6-トリニトロトルエンであり, 受験生がその構造に接する機会は比較的少ないと思われる。しかし, 問われている官能基は頻出のものであり, ミスできない問題である。 a⇒エステル結合, b⇒ヒドロキシ基, c⇒ニトロ基</p> <p>問 2 ① メタンは正四面体構造であり, ジクロロメタンの構造は 1 種類のみ存在する。</p> <p>問 3 各化合物の水に対する溶解性を理解しておくことが重要である。シクロヘキサン, シクロヘキセン, ステアリン酸, ベンゼンはいずれも水に溶けにくい化合物であり, 水と混合すると二層に分離し, 水が下層になる。 a ①~⑤の化合物のうち, 水に溶けて下層に存在するのは乳酸だけであり, 乳酸は炭酸水素ナトリウムと反応して二酸化炭素を発生する。</p> <p>問 4 ナトリウムフェノキシドに約 130°C で $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ 程度の圧力の二酸化炭素を反応させるとサリチル酸ナトリウムが得られる。サリチル酸に濃硫酸の存在下, メタノールを反応させると, 消炎鎮痛剤であるサリチル酸メチルが合成できる。</p> <p>問 5 a エタノールと濃硫酸を 170°C 程度に加熱すると, エチレンが得られる。 ④ 塩化パラジウム (Ⅱ) と塩化銅 (Ⅱ) を触媒としてエチレンを空気酸化すると, アセトアルデヒドが得られる。この方法はヘキスト・ワッカー法と呼ばれる。 ⑤ 赤熱した鉄 (または石英) を触媒として 3 分子を重合させたとき, ベンゼンを生じるのはエチレンではなくアセチレンである。</p> <p>問 5 b エタノールと濃硫酸を $130 \sim 140^\circ\text{C}$ 程度で加熱すると, ジエチルエーテルが得られる。この反応は 2 分子のエタノールの脱水縮合反応によって進行する。</p> <p>問 6 反応に用いた化合物 a : p-エトキシアニリン (137g/mol) は 0.10mol であるのに対し, 無水酢酸 (102g/mol) は 0.15mol であり, 過剰に反応させている。このとき得られる化合物 b (フェナセチン, 179g/mol) の最大質量は次のように計算できる。 $179 \text{ g/mol} \times 0.10 \text{ mol} = 17.9 \text{ g}$ フェナセチンは鎮痛解熱剤として用いられる医薬品の一つである。</p>