

出題のねらい

【1】

- A 小問形式で共有電子対と非共有電子対、粒子数比較の計算問題、電気分解の量的関係の理解をみました。ここでもグラフを出しましたが、塩化銅(Ⅱ)水溶液の電気分解の理解が大前提です。
- B 周期表を基に、原子番号と元素の性質を問う総合問題です。原子番号とイオン化エネルギー、原子番号と価電子の数の関係のグラフは教科書にも出ており、入試でも頻出ですから、必ず理解しておく必要があります。

【2】

- A 小問形式で酸と塩基、ヘンリーの法則、熱化学方程式の計算問題を取り上げました。ヘンリーの法則では、空気中に存在する気体の、水への溶解量が正しく計算できるかをみました。
- B 酸化還元反応の分野からの出題で、Aと合わせて理論化学分野はすべて網羅しています。シュウ酸と過マンガン酸カリウムの反応は、典型的な酸化還元反応であり、さらに用いる実験器具の理解、計算力など、総合力をみました。

【3】

- A 小問形式で、貴ガスに関する正誤問題、硫黄とその化合物、合金の成分に関する問題を出題しました。硫黄に関しては、知識の量が多いほど正解に結び付くので、知識量の豊富さをみました。
- B 金属イオンの識別・分離に関する総合問題です。金属イオンの分離方法はパターン化されているので、それがどれだけ理解できているかをみました。

【4】

- A 小問形式で、鏡像異性体、分子式 $C_4H_{10}O$ のアルコールに関する出題です。問1は付加反応と不斉炭素原子について理解できているかをみました。問2の $C_4H_{10}O$ のアルコールは種々の構造があり、反応性も多岐にわたるので、総合力が試されます。
- B 元素分析に関する典型的な問題です。炭化水素の燃焼から始まり、組成式、分子式、構造式決定へと進みます。この問題は有機化学の知識とともに、正確で素早い計算能力が必要で、その力をみました。

【1】

【解答】(37点)

A	問1	⑤			(3点)
	問2	⑤			(5点)
	問3	⑥			(4点)
B	問1	ア②	イ①	エ⑤	(3点×3)
	問2	18			(3点)
	問3	(a)②	(b)④		(4点×2)
	問4	42個			(5点)

【解説】

A 小問集合

問1 共有電子対、非共有電子対の数は順に、①ヨウ素1、6、②酸素2、4、③窒素3、2、④メタン4、0、⑤硫化水素2、2。よって、⑤の硫化水素が共有電子対と非共有電子対の数が同じである。

問2 (a)炭素原子中には陽子が6個存在する。

$$\frac{6.0 \times 10^{-3}}{12} \times 6 = 3.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

(b)水素分子は原子2個から成り立つ。

$$\frac{56 \times 10^{-3}}{22.4} \times 2 = 5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

(c) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

グルコース1molの燃焼で12molの分子が生じる。

$$\frac{36 \times 10^{-3}}{180} \times 12 = 2.4 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

問3 塩化銅(Ⅱ)水溶液の電気分解では、陰極では銅が析出し気体は発生しないので0である。

B 周期表と原子の性質

問1・2 周期表は縦の列を族と呼び、横の行を周期と呼ぶ。族は18列まであり、周期は7行までである。原子番号20までの原子では、原子半径は18族を除いて同周期では原子番号が大きいほど小さく、同族では原子番号が大きいほど大きくなる。

問3 (a)同周期では貴ガスが一番大きく1族が一番小さいので第一イオン化エネルギーである。

(b)貴ガスでは0、同周期では順に一つずつ大きくなっているので価電子の数である。

問4 周期表が18族までなので、ゲルマニウムの原子番号はケイ素より18多い。よって、ゲルマニウムの原子番号は $14 + 18 = 32$ であり、質量数が74のゲルマニウム原子の中性子の数は $74 - 32 = 42$ 個

公募制推薦入試／化学(後期)

[2]

【解答】 (38点)

A	問1	④	問2	③	問3	⑦	(5点×3)
B	問1	⑤					(4点)
	問2	イ③	ウ⑤	エ①	オ⑥		(3点×4)
	問3	8					(3点)
	問4	④					(4点)

【解説】

A 小問集合

問1 塩酸は一価の強酸、酢酸は一価の弱酸、水酸化ナトリウムは一価の強塩基、水酸化バリウムは二価の強塩基である。

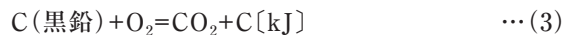
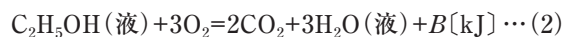
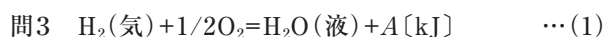
- (a) 一価の強酸と一価の強塩基であるから中性。
- (b) 一価の強酸と二価の強塩基であるから塩基性。
- (c) 一価の弱酸と一価の強塩基であるから塩基性。

問2 気体の溶解量は分圧に比例する。空気は、窒素：酸素の体積比が4:1の混合気体であることより、

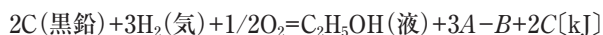
$$\text{窒素の質量} = \frac{16 \times \frac{4}{5}}{22400} \times 28 = 0.016 \text{ g}$$

$$\text{酸素の質量} = \frac{31 \times \frac{1}{5}}{22400} \times 32 \approx 0.0089 \text{ g}$$

$$0.016 \div 0.0089 \approx 1.8 \text{ 倍}$$



$$3 \times (1) - (2) + 2 \times (3) \text{ より}$$

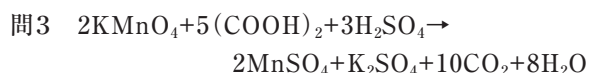


B 酸化還元滴定

問1 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 126$ より

$$5.00 \times 10^{-2} \times \frac{200}{1000} \times 126 = 1.26 \text{ g}$$

問2 (イ)一定量の水溶液を調製するにはメスフラスコを用いる。(ウ)一定量の水溶液をはかり取るのはホールピペットである。(エ)ホールピペットではかった水溶液をコニカルビーカーに入れる。(オ)ビュレットから少しずつ過マンガン酸カリウム水溶液を加える。



問4 KMnO_4 の濃度を x [mol/L]とすると、

$$2 \times 5.00 \times 10^{-2} \times \frac{10.0}{1000} = 5 \times x \times \frac{15.0}{1000}$$

$$x = 0.0133 \text{ mol/L}$$

[3]

【解答】 (39点)

A	問1	⑥	問2	③	問3	⑥	(4点×3)
B	問1	ア①	イ③	ウ②			(3点×3)
	問2	$3.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$					(5点)
	問3	(1)④					(4点)
		(2)沈殿1③	ろ液2④	ろ液3①			(3点×3)

【解説】

A 小問集合

問1 (a) (誤)最外殻電子数はHeが2、その他の貴ガスは8である。0と見なされるのは価電子の数である。

(b) (正)空気中にアルゴンは二酸化炭素よりも多く含まれる。

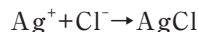
(c) (誤)気体の中で最も軽いのは水素 H_2 である。

問2 腐卵臭をもつものは硫化水素で、二酸化硫黄は刺激臭をもつ。

問3 ジュラルミンは主成分がアルミニウムの合金で、AlのほかにCu、Mg、Mnを含む。ステンレス鋼は鉄が主成分の合金でFeのほかにCr、Ni、Cを含む。

B 金属イオンの沈殿反応

問1 銀イオン Ag^+ と塩化物イオン Cl^- が反応すると、塩化銀の白色の沈殿が生じる。



炎色反応の色は、Li:赤色、Na:黄色である。

問2 溶解度積 $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^2$
硝酸銀水溶液1滴を100mLの水道水に加えたときの体積は100mLと考えてよいので、 Ag^+ の濃度は、

$$[\text{Ag}^+] = 1.0 \times 10^{-2} \times \frac{0.050}{1000} \times \frac{1000}{100} = 5.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

溶解度積より、 $5.0 \times 10^{-6} \times [\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10}$

$$[\text{Cl}^-] = 3.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

問3 (1)・(2)沈殿1には PbCl_2 、ろ液1には Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} 、沈殿2には $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、ろ液2には $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 、沈殿3には $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、ろ液3には $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ が含まれる。

沈殿2の $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ を区別するには水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える。

$\text{Al}(\text{OH})_3$ は錯イオン $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ になり溶解するが、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ は変化せず、溶解しない。

【4】

【解答】(36点)

A	問1	④	問2	A ④	B ⑦	(4点×3)
B	問1	ア ②	イ ④			(3点×2)
	問2	(1) ⑤				(5点)
		(2) ⑤				(5点)
		(3) C ₈ H ₁₀				(4点)
		(4) 4種類				(4点)

【解説】

A 小問集合

問1 臭化水素を付加させると不斉炭素原子が生じるものであるから、④が該当する。

問2 ニクロム酸カリウムは酸化剤であるので、Aにニクロム酸カリウムを作用させるとCが生じることより、Aは第一級アルコールまたは第二級アルコールであり、Bは変化が起こらなかったことより第三級アルコールとわかる。ここでBは⑦と決定できる。また、水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加える反応はヨードホルム反応で、黄色沈殿が生じるのは分子内にCH₃CH(OH)-の構造をもつ化合物であるから、④2-ブタノールが該当する。

B 元素分析と分子式の決定

問1 二酸化炭素と水を別々に吸収する必要がある。そのためには、アに塩化カルシウムを入れて水を吸収し、次にイにソーダ石灰を入れて二酸化炭素を吸収する。先にアにソーダ石灰を入れてしまうと、水と二酸化炭素の両方が吸収されてしまうので、二酸化炭素と水の質量を別々に計量できなくなる。

問2 (1) C原子 $176 \times \frac{12}{44} = 48 \text{ mg}$

H原子 $45 \times \frac{2}{18} = 5.0 \text{ mg}$ より、炭素と水素の個数比は

$C:H = \frac{48}{12} : \frac{5.0}{1.0} = 4:5$ よって、組成式はC₄H₅

(2) 気体の状態方程式 $PV = \frac{w}{M}RT$ を用いる。

$$M = \frac{wRT}{PV} = \frac{2.3 \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 187)}{1.0 \times 10^5 \times 0.83} \approx 106$$

(3) (C₄H₅)_n = 106より、n = 2なので、分子式はC₈H₁₀

(4) ベンゼンの一置換体と二置換体を考える。

一置換体はエチルベンゼンのみ、二置換体は

o-, m-, p-キシレンで、合計4種類が考えられる。