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。

$$\frac{6.0\times10^{-3}}{12}\times6=3.0\times10^{-3}\ \text{mol}$$

(b)水素分子は原子2個から成り立つ。

$$\frac{56\times10^{-3}}{22.4}\times2=5.0\times10^{-3}\ \text{mol}$$

(c)$C_6H_{12}O_6+6O_2\rightarrow6CO_2+6H_2O$

グルコース1molの燃焼で12molの分子が生じる。

$$\frac{36\times10^{-3}}{180}\times12=2.4\times10^{-3}\ \text{mol}$$

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

【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、

窒素の質量 $\frac{16\times\frac{4}{5}}{22400}\times28=0.016$g

酸素の質量 $\frac{31\times\frac{1}{5}}{22400}\times32\fallingdotseq0.0089$g

$0.016\div0.0089\fallingdotseq1.8$倍

問3　H_2（気）$+1/2O_2=H_2O$（液）$+A$〔kJ〕　…（1）

C_2H_5OH（液）$+3O_2=2CO_2+3H_2O$（液）$+B$〔kJ〕…（2）

C（黒鉛）$+O_2=CO_2+C$〔kJ〕　…（3）

3×（1）－（2）+2×（3）より

2C（黒鉛）$+3H_2$（気）$+1/2O_2=C_2H_5OH$（液）$+3A-B+2C$〔kJ〕

B　酸化還元滴定

問1　$(COOH)_2\cdot2H_2O=126$より

$5.00\times10^{-2}\times\frac{200}{1000}\times126=1.26$ 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3　$2KMnO_4+5(COOH)_2+3H_2SO_4\rightarrow$

$2MnSO_4+K_2SO_4+10CO_2+8H_2O$

問4　$KMnO_4$の濃度をx〔mol/L〕とすると、

$2\times5.00\times10^{-2}\times\frac{10.0}{1000}=5\times x\times\frac{15.0}{1000}$

$x=0.0133$ 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　3.6×10^{-5} mol/L			（5点）
	問3　(1) ④			（4点）
	(2) 沈殿1 ③	ろ液2 ④	ろ液3 ①	（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。

$Ag^++Cl^-\rightarrow AgCl$

炎色反応の色は、Li:赤色、Na:黄色である。

問2　溶解度積$[Ag^+][Cl^-]=1.8\times10^{-10}$ $(mol/L)^2$

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、

$[Ag^+]=1.0\times10^{-2}\times\frac{0.050}{1000}\times\frac{1000}{100}$

$=5.0\times10^{-6}$ mol/L

溶解度積より、$5.0\times10^{-6}\times[Cl^-]=1.8\times10^{-10}$

$[Cl^-]=3.6\times10^{-5}$ 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$Fe(OH)_3$、$Al(OH)_3$、ろ液2には$[Zn(NH_3)_4]^{2+}$、沈殿3には$Fe(OH)_3$、ろ液3には$[Al(OH)_4]^-$が含まれる。

沈殿2の$Fe(OH)_3$、$Al(OH)_3$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。

$Al(OH)_3$は錯イオン$[Al(OH)_4]^-$になり溶解するが、$Fe(OH)_3$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_8H_{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　二クロム酸カリウムは酸化剤であるので、Aに二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$CH_3CH(OH)-$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　$176\times\frac{12}{44}=48$ mg

H原子 $45\times\frac{2}{18}=5.0$ 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C_4H_5

(2) 気体の状態方程式$PV=\frac{w}{M}RT$を用いる。

$$M=\frac{wRT}{PV}=\frac{2.3\times8.3\times10^3\times(273+187)}{1.0\times10^5\times0.83}\fallingdotseq106$$

(3) $(C_4H_5)_n=106$より、$n=2$なので、分子式はC_8H_{10}

(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。