

出題のねらい

【1】

- A 小問形式で、反応式の係数、分子の極性、原子の電気陰性度についての出題です。どれも基本問題ですから、全問正解を目指したいところです。
- B ダイヤモンドの構造に関する総合問題です。問1から3までは基本的な問題ですが、問4は普段はあまり見かけない図なので、苦心した人も多かったはず。単位格子の一辺の長さや原子半径の大きさの関係を正しくつかめるかが最大のポイントです。

【2】

- A 小問形式で、理想気体と実在気体、化学の基礎法則、イオン化傾向についての出題です。問3は、実験結果とイオン化傾向の関係が正しく理解できているかをみました。
- B 反応熱の測定に関する総合問題です。近年はグラフの読み取り問題が増加しています。このグラフは教科書に載っている図ですから、問3は迷わず答えられるようにしておきたいものです。

【3】

- A 小問形式で、金属イオンの沈殿反応、硫黄の性質、合金の組成に関する出題です。金属イオンの沈殿問題では、アンモニアとの反応が理解できているかをみました。問3の合金については身近な物質との関連をおさえておく必要があります。
- B 酸素とその化合物に関する総合問題です。酸素の実験室的発生方法を確認しておきましょう。問5に計算問題がありますが、その前提として化学反応式が書け、物質の係数と物質質量の関係が正しくつかめていることが必要です。

【4】

- A 小問形式でフェノールとエタノールの違い、芳香族化合物の分離、油脂のけん化と分子量に関する問題です。問1・2は基本的な問題です。問3は計算問題ですが、油脂の構造を正しく把握しておく必要があります。
- B ベンゼンに関する問題です。ベンゼンの反応を題材に生成物の性質を問いました。反応の種類は多くはありませんが、生成物の性質は多角的に問うものだったので、有機化学全般の知識が必要です。

【1】

【解答】(40点)

A	問1	②	問2	⑤	問3	②	(4点×3)
B	問1	a 4	b 3				(4点×2)
	問2	同素体					(4点)
	問3	ア③	イ④				(4点×2)
	問4	(1)②	(2)8個				(4点×2)

【解説】

- A 小問集合
- 問1 $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 問2 ②③は分子ではない。①④の分子構造は対称形であるので極性分子ではない。⑤HClのHとClは電気陰性度が異なるために、HClは極性分子である。
- 問3 電気陰性度は18族を除き、周期表の右上の元素が大きく、フッ素は全ての元素の中で最大である。
- B ダイヤモンドの構造
- 問1 ダイヤモンドも黒鉛も炭素原子からなる共有結合の結晶であるが、ダイヤモンドは炭素の4つの価電子全てを用いて共有結合をしているのに対して、黒鉛は3つの価電子を用いて共有結合をして網目状の平面構造をつくり、残り1個の価電子は平面構造の中を自由に動き回っている。
- 問2 同じ元素からなる単体で、性質が異なるものどうしを、互いに同素体という。
- 問3 ダイヤモンドは正四面体形に結合し、黒鉛は平面網目構造が層状に結合し、結晶を形成している。
- 問4 問題文中の右図のように、単位格子を8等分した立方体は、体心立方格子の頂点の4か所の原子を取り去った構造と同じであると考えてよい。

(1) 8等分した立方体の対角線は $\frac{\sqrt{3}a}{2}$ で、原子半径の

4倍に相当する。原子半径を r とすると、 $\frac{\sqrt{3}a}{2} = 4r$

よって、 $r = \frac{\sqrt{3}}{8} a$

(2) 単位格子の8頂点に $\frac{1}{8}$ 個分、6面中央に $\frac{1}{2}$ 個分、

格子の中に丸々4個含まれるので、

$$\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 + 4 = 8 \text{個}$$

公募制推薦入試／化学(前期 B日程)

【2】

【解答】(37点)

A	問1 ②	問2 ③	問3 ⑥	(4点×3)
B	問1 実験1 溶解熱	実験2 中和熱	(3点×2)	
	問2 NaOH(固) + aq = NaOHaq + Q [kJ]		(4点)	
	問3 ⑤		(3点)	
	問4 ⑤	問5 ⑤	問6 ③	(4点×3)

【解説】

A 小問集合

- 問1 実在気体は高温になると熱運動が激しくなるので分子間力が無視できるようになり、また低圧であるほど、分子間の距離が大きくなるので、分子間力が弱まり、分子自身の体積が無視できて、理想気体に近づく。アンモニアは分子間で水素結合をするため分子間力が大きく、水素の方が理想気体に近い。
- 問2 ドルトンの倍数比例の法則である。
- 問3 実験1よりイオン化傾向は $B > A$ 、実験2よりイオン化傾向は $C > B$ である。よって、 $C > B > A$ 。

B 反応熱の測定

- 問1 実験1は固体の水酸化ナトリウムを水に溶かすので発生するのは溶解熱であり、実験2は水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の反応であるから、発生するのは中和熱である。
- 問2 多量の溶媒の水は「aq」と表す。
- 問3 グラフの直線部分を時間0まで延長した点が最高温度となる。
- 問4 水溶液の質量は100 g、その比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、温度は 10.5 K 上昇したのであるから、
 $100 \times 4.2 \times 10.5 = 4410 \text{ J} \approx 4.4 \text{ kJ}$
- 問5 水溶液の質量は、合計200 gになっているので、
 $200 \times 4.2 \times 6.7 = 5628 \text{ J} \approx 5.6 \text{ kJ}$
- 問6 NaOHは $2.0 \div 40 = 0.050 \text{ mol}$ 、HClは $1.0 \times 0.098 \approx 0.10 \text{ mol}$ 存在する。HClはNaOHに対して過剰であるので、中和熱は 0.050 mol 分生じる。つまり発熱量は、NaOH 0.050 mol の溶解によるものと、 0.050 mol 分の中和熱によるものの和である。
 $(44 \times 10^3 + 56 \times 10^3) \times 0.050 = 5.0 \times 10^3 \text{ J}$
 水溶液の質量は $98 + 2.0 = 100 \text{ g}$ であるから、温度上昇度を $t \text{ [K]}$ とすると、
 $5.0 \times 10^3 = 100 \times 4.2 \times t \quad t = 11.9 \approx 12 \text{ K}$

【3】

【解答】(39点)

A	問1 ④	問2 ④	問3 ④	(4点×3)
B	問1 ア2	イ16	(3点×2)	
	問2 ウ①	エ⑤	オ⑧	(3点×3)
	問3 ②		(4点)	
	問4 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$		(4点)	
	問5 $1.3 \times 10^4 \text{ Pa}$		(4点)	

【解説】

A 小問集合

- 問1 アンモニア水を加えて沈殿するのは、① $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、② Ag_2O 、③ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、④ $\text{Al}(\text{OH})_3$ であるが、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ はアンモニア水を過剰に加えても溶解しない。 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、 Ag_2O 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ はアンモニアを過剰に加えると錯イオンとなって溶ける。
- 問2 (ア) 空気中で硫黄 S を燃焼すると SO_2 が生成する。(イ) 常温で安定な単体は斜方硫黄である。
- 問3 真ちゅうは銅と亜鉛の合金である。

B 酸素とその化合物

- 問1・2 酸素は周期表の第2周期、16族に属する典型元素である。単体は無色・無臭の酸素 O_2 のほかに淡青色・特異臭のオゾン O_3 がある。
- 問3・4 実験室で酸素を得るには、過酸化水素に触媒として酸化マンガン(IV)を加えて発生させる。加熱は不要である。触媒は化学反応式には書かないので、化学反応式は次のようになる。
 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
 酸素は塩素酸カリウム KClO_3 に触媒として酸化マンガン(IV)を加えて加熱しても得られる。
 $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
- 問5 $a \text{ [mol]}$ の酸素のうち $b \text{ [mol]}$ がオゾンに変化したとする。 $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$
 混合気体中の酸素の物質量は $(a - b) \text{ [mol]}$ 、
 オゾンは $\frac{2b}{3} \text{ [mol]}$ 、計 $(a - \frac{b}{3}) \text{ [mol]}$ である。
 混合気体の平均分子量が34であることより、
 $32a = 34(a - \frac{b}{3}) \quad a = \frac{17b}{3}$
 分圧は全圧にモル分率をかけたものであるから、
 $1.0 \times 10^5 \times \frac{\frac{2b}{3}}{a - \frac{b}{3}} = 1.0 \times 10^5 \times \frac{1}{8} \approx 1.3 \times 10^4 \text{ Pa}$

【4】

【解答】(34点)

A	問1	④	問2	③	問3	③	(4点×3)
B	問1	ア③	イ⑥				(3点×2)
	問2	92					(4点)
	問3	(1)	a スルホ基	b ニトロ基			(3点×2)
		(2)	c ④	d ⑤			(3点×2)

【解説】

A 小問集合

問1 エタノールに該当するのは①③④、フェノールに該当するのは④⑤、②はいずれにも該当しない。

問2 アニリンは塩基性物質、安息香酸は酸性物質、ニトロベンゼンは中性物質であるから、水酸化ナトリウムを加えると、安息香酸は安息香酸ナトリウムとなって水に溶ける。塩酸を加えるとアニリンはアニリン塩酸塩になって水に溶ける。

問3 油脂1分子中には3つのエステル結合があるので、油脂1 molをけん化するには3 molの水酸化カリウムが必要である。油脂の平均分子量をMとすると、

$$\frac{3.9}{M} \times 3 = 2.0 \times \frac{7.5}{1000} \quad M = 780$$

B 芳香族化合物の構造と性質

問1 ベンゼンは特有の臭いをもつ無色の液体で、水に溶けにくい性質をもつ。

問2 ベンゼンの化学式はC₆H₆であるから、分子量は78である(C=12、H=1.0)。よって、

$$\frac{12 \times 6}{78} \times 100 = 92.3 \approx 92\%$$

問3 (1) a 濃硫酸を加え加熱すると、置換反応によりスルホ基をもつベンゼンスルホン酸が生成する。

b 濃硫酸と濃硝酸を加えると、置換反応によりニトロ基をもつニトロベンゼンが生成する。濃硫酸は触媒のはたらきをする。

(2) c ベンゼンに鉄を触媒として塩素を加えると、置換反応によりクロロベンゼンやジクロロベンゼンが生成する。これらの構成する原子は全て同一平面上に位置している。

d ベンゼンに紫外線を当てながら塩素を加えると、付加反応によりヘキサクロロシクロヘキサンが生成する。これを構成する原子は全て単結合で結合している。