

出題のねらい

【1】

- A 小問形式で、原子の電子配置、元素と単体、化学結合に関する出題です。問1は①～⑥が実際に何の原子であるかが判断できるかどうかポイントです。
- B 希薄溶液に関する総合問題です。今回は、沸点上昇と溶解度の問題でしたが、この分野は内容が豊富で多岐にわたり、しかも出題形式も語句選択、計算問題など多角的に問われますから、繰り返し学習して自分のものにしておく必要があります。

【2】

- A 小問形式で、反応速度と平衡、酸化還元反応、気体の法則と蒸気圧に関する出題です。このような、物質の変化に関する分野は、原理の理解が不可欠なので、じっくり取り掛かる必要があります。
- B 炭酸ナトリウムの中和に関する総合問題です。二段階の中和が起こることを理解できているかをみました。実験器具に関する出題もあって、中和反応では難度の高い問題です。

【3】

- A 小問形式で、陽イオンの沈殿反応、酸素の発生方法と捕集方法、硬水中に含まれる陽イオンに関する出題です。問2は酸素の発生実験を問うものですが、一般に実験に関する問題の正答率は高くないので、普段から実験に慣れておく必要があります。
- B 銅の電解精錬に重きを置いた問題です。電気分解の知識が必要であるとともに、精錬時の粗銅をどう扱うかがポイントとなります。

【4】

- A 小問形式で、ヨードホルム反応、アニリンの性質、サリチル酸の性質に関する出題です。問1・2は基本的な問題ですが、有機化学の中では間違いやすい部分なので、その理解度をみました。問3のサリチル酸の問題は、サリチル酸の二種類のエステル化の知識が必要です。
- B 炭化水素に関する典型的な問題なので、問1・2は完答したいものです。問3は炭化水素の発生反応を問うものです。メタン、アセチレンの発生方法は覚えておく必要があります。問4はアルケンの反応の知識と計算力をみました。

【1】

【解答】(39点)

A	問1	(a) ①	(b) ⑥	(4点×2)			
	問2	②	問3 ②	(4点×2)			
B	問1	ア②	イ①	ウ④	エ⑥	オ⑧	(3点×5)
	問2	④	問3	17 g	(4点×2)		

【解説】

- A 小問集合
- 問1 電子配置より、①He、②C、③Ne、④Si、⑤Cl、⑥Kである。(a) 第一イオン化エネルギーが最大であるものはHeである。(b) 原子半径が最大なものはN殻に電子をもつKである。
- 問2 アとウは単体、イのみが元素の意味で用いられている。
- 問3 NH_4Cl のアンモニウムイオン中には共有結合が3か所、配位結合が1か所含まれる。
- B 溶液の沸点上昇と固体の溶解度
- 問1 ア 溶液の蒸気圧は純溶媒の蒸気圧より低い。
イ 溶液の沸点は純溶媒の沸点より高くなる。
ウ～オ 溶質が不揮発性の場合、沸点上昇度は溶質粒子の質量モル濃度に比例する。
- 問2 グルコース水溶液の質量モル濃度は、

$$\frac{18}{180} \times \frac{1000}{500} = 0.20 \text{ mol/kg}$$
 水酸化ナトリウムは次のように電離する。

$$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$$
 よって、水溶液の溶質粒子の質量モル濃度は、水酸化ナトリウムの濃度の2倍になる。 $\text{NaOH}=40$

$$\frac{3.0}{40} \times 2 \times \frac{1000}{500} = 0.30 \text{ mol/kg}$$
 沸点上昇度は溶質粒子の質量モル濃度に比例するので、沸点上昇度は $\frac{0.30}{0.20} \times t = 1.5 t$
- 問3 水溶液中に含まれる硝酸カリウムの濃度が25%であるので、その質量は、 $200 \times 0.25 = 50 \text{ g}$ 、水は、 $200 - 50 = 150 \text{ g}$ である。
 10°C の水150 gに溶解する硝酸カリウムは、

$$22 \times \frac{150}{100} = 33 \text{ g}$$
 よって、析出する硝酸カリウムは、 $50 - 33 = 17 \text{ g}$

【2】

【解答】(38点)

A	問1 ①	問2 ②	問3 ③	(4点×3)
B	問1 風解	問2 1.4		(4点×2)
	問3 ⑥	問4 ③		(3点×2)
	問5 ①			(4点)
	問6 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$			(4点)
	問7 8.3			(4点)

【解説】

A 小問集合

問1 触媒を用いると、反応速度定数は変化するが、平衡定数と反応熱は、変化しない。

問2 酸化数の変化で考える。Crの酸化数は+6→+3、Iの酸化数は-1→0に変化している。

問3 圧力を 1.013×10^5 Paのまま容器を冷却していくと、水の沸点373 Kまでは全て気体であるから、水蒸気はシャルルの法則が成り立つ。373 Kからは凝縮が始まり、圧力を 1.013×10^5 Paに保っているため、その時点ですべて液体に変化する。

B 炭酸ナトリウムの二段階中和

問1 炭酸ナトリウム十水和物 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の結晶を空気中に放置しておく、水和水の一部が失われて(風解)、炭酸ナトリウム一水和物 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ となる。

問2 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ のモル質量286 g/molより、

$$0.10 \times \frac{50}{1000} \times 286 = 1.43 \approx 1.4 \text{ g}$$

問3 水溶液を滴下するために用いる器具はビュレットで、水溶液の濃度は一定でなければならないので、純水で濡れたまま使用することはできない。

問4～6 炭酸ナトリウムは二段階に電離する。

第一中和点は塩基性なのでフェノールフタレインで判断する。 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$

第二中和点は酸性なのでメチルオレンジで判断する。



問7 塩酸の体積をx[mL]とする。

フェノールフタレインで溶液が赤色から無色に変化したのは第一中和点であり、そのとき Na_2CO_3 とHClは同物質量で反応する。

$$0.10 \times \frac{10}{1000} = 0.12 \times \frac{x}{1000} \quad x = 8.33 \approx 8.3 \text{ mL}$$

【3】

【解答】(35点)

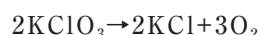
A	問1 ③	問2 ④	問3 ④	(4点×3)	
B	問1 ア②	イ③	ウ⑥	エ⑧	オ⑧
				(3点×5)	
	問2 $4\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O}$			(4点)	
	問3 50分			(4点)	

【解説】

A 小問集合

問1 Ag^+ と Pb^{2+} は塩化物イオンと AgCl と PbCl_2 の沈殿を生成するが、そのうち PbCl_2 は熱水に溶解する。

問2 塩素酸カリウム KClO_3 と MnO_2 (触媒)で酸素を発生させるには、加熱が必要である。



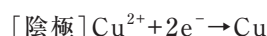
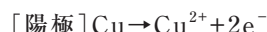
酸素は水に溶けにくいので、水上置換で捕集する。

問3 硬水はカルシウムイオン Ca^{2+} やマグネシウムイオン Mg^{2+} を多く含む。

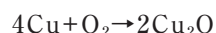
B 銅とその化合物

問1 銅は遷移元素に分類され、周期表の11族に属し、金と同族元素の関係にある。

粗銅から純銅を得るには電解精錬という方法を用いる。粗銅を陽極、純銅を陰極とし、硫酸銅(II)水溶液を電解液として電気分解すると、陰極に純銅が析出する。



問2 銅を空気中で加熱すると、 1000°C 以下では黒色の酸化銅(II) CuO が生成するが、 1000°C 以上では赤色の酸化銅(I) Cu_2O が生成する。



問3 電解精錬では、陽極の銅は銅(II)イオン Cu^{2+} となって溶け出し、陰極で銅Cuとして析出するが、銀はイオン化傾向が銅より小さいため、イオンとはならず、そのまま陽極泥として容器の下にたまる。



より、電子2 molが流れると、銅は1 mol析出する。

電気量(C) = 電流(A) × 時間(s)、 $\text{Cu} = 64$

$$\frac{0.50}{64} \times 2 \times 9.65 \times 10^4 = 0.50 \times t[\text{分}] \times 60$$

$$t = 50.2 \approx 50 \text{ 分}$$

公募制推薦入試／化学(後期)

【4】

【解答】(38点)

A	問1	②	問2	②	問3	③	(4点×3)
B	問1	ア③	イ②	ウ⑤	エ⑦	(3点×4)	
	問2	4				(4点)	
	問3	(a)	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$				
		(b)	$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$			(3点×2)	
	問4	C_5H_{10}				(4点)	

【解説】

A 小問集合

問1 「ヨウ素と水酸化ナトリウムで黄色沈殿」はヨードホルム反応である。分子中に $\text{CH}_3\text{CO}-\text{R}$ または $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-\text{R}$ (Rは炭化水素基または水素原子)の構造をもつ化合物が、この反応を示す。

問2 アニリンは有機溶媒にはよく溶けるが、水には溶けにくい。

問3 サリチル酸分子中にはカルボキシ基とヒドロキシ基が存在するが、無水酢酸と反応するとアセチルサリチル酸ができる。これは解熱鎮痛剤として用いられる。

B 炭化水素の構造と反応

問1 炭化水素中の炭素間の結合には、単結合、二重結合、三重結合があるが、その結合距離は単結合、二重結合、三重結合の順に短くなる。また、単結合は回転できるが、二重結合、三重結合は回転ができないため、分子式が同じアルケン・アルキン・アルキン(幾何)異性体をもつ場合がある。

問2 C_3H_6 にはシス-トランス(幾何)異性体は存在しない。 C_4 からシス-トランス(幾何)異性体をもつ。例えば、 C_4H_8 にはトランス-2-ブテンとシス-2-ブテンのシス-トランス(幾何)異性体がある。

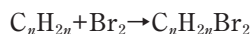
問3 (a) メタンの生成反応である。

(b) アセチレンの生成反応である。

問4 炭化水素Yはアルケンであるから、炭素原子の数をnとすると、分子式は C_nH_{2n} と表される。

アルケン1分子中に1個の二重結合を含むため、

アルケン1分子に臭素分子は1個付加する。 $\text{Br}=80$



$$\frac{1.4}{14n} = \frac{4.6}{14n+160} \quad n=5$$

よって、分子式は C_5H_{10}