

出題のねらい

【1】

A 小問形式で、物質量の比較、中和の量的関係、エネルギー図とヘスの法則の基本的な出題です。問3はグラフの問題ですが、入試に出てくるグラフのほとんどは教科書に出ているものばかりであり、それをよく理解しているかをみました。

B コロイドに関する問題です。この分野は学習する内容量が少ないので、早いうちにマスターしておきたいものです。問4は一歩発展した溶解度積に関する問題を出題しました。

【2】

A 小問形式で、ルシャトリエの原理、水素の燃焼と容器内の圧力、酸化還元反応に関する出題です。ここでもグラフが出てきますが、x軸・y軸が何を表しているかを的確に読み取る力が求められています。問3は誤文を選ぶもので、文章を読んで、どのような反応が起こるかを推定する力をみました。

B 塩の加水分解に関する問題で、現象の理解だけでなく、計算力も問いました。計算問題になると難度が上がり、苦手意識をもつ人も多いと思います。時間配分を考えて他の問題から解き始め、最後にこの問題に戻るのも一方法です。

【3】

A 小問形式で、塩の推定、オストワルト法、金属と酸の反応による量的関係についての出題です。この分野は覚えることが多いので、いかに系統立てて学習するかがポイントとなります。

B 硫黄とその化合物に関する総合問題ですが基本的な問題です。今回取り上げた硫化水素は入試では頻出ですから、その特徴はしっかり理解しておきたいものです。

【4】

A 小問形式でベンゼンの構造と性質、塩化ベンゼンジアゾニウムとの反応、エステル分子式決定に関する出題です。問3は計算に加え化合物の性質の理解が不可欠なので、難度が高い問題です。

B オゾン分解に関する問題です。この問題のように、教科書の本文に載っていない内容をリード文で説明したのちに、問題を解かせる形式が近年増えています。

【1】

【解答】(36点)

A	問1	②	問2	②	問3	⑥	(4点×3)
B	問1	ア①	イ⑦	ウ⑥	エ⑨		(3点×4)
	問2	$\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$					(4点)
	問3	チンダル現象					(4点)
	問4	$5.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$					(4点)

【解説】

A 小問集合

問1 それぞれの数を比較するには、物質量を比較すれば

$$\text{よい。 (ア) } \frac{5.6}{22.4} \times 3 = 0.75 \text{ mol}$$

$$\text{(イ) } \frac{0.80}{32} \times 18 = 0.45 \text{ mol} \quad \text{(ウ) } \frac{0.80}{16} \times 10 = 0.50 \text{ mol}$$

問2 $3\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

必要な水酸化バリウム水溶液をx[mL]とする。

$$3 \times 0.20 \times \frac{20}{1000} = 2 \times 0.30 \times \frac{x}{1000} \quad x = 20 \text{ mL}$$

問3 $\text{C}(\text{黒鉛}) + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{Q kJ}$

エネルギー図からC(黒鉛)と 2H_2 が反応して CH_4 が生成するエネルギー部分を探す。

B コロイド

問1 コロイド粒子の大きさは約 $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{ m}$ であると定義されている。流動性のあるコロイドをゾル、流動性を失ったコロイドをゲルという。コロイド溶液を半透膜を用いて精製することを透析という。

問2 塩化鉄(III)水溶液を沸騰水に加えると、水酸化鉄(III) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ と塩酸 HCl が生成する。コロイドであることを反応式中に示す必要はない。

問3 コロイド溶液に横から強い光を当てると光の通路が輝いて見える。これは、コロイド粒子が光をよく散乱させるためである。

問4 外側の水溶液の $[\text{Ag}^+]$ と $[\text{Cl}^-]$ の積が $2.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ 以下であれば、沈殿は生じない。 $[\text{Ag}^+]$ の濃度は計算から求まる。硝酸銀水溶液1滴の体積はわずかなので、外側の水溶液は100 mLと考えてよい。

$$[\text{Ag}^+] = 0.010 \times \frac{0.040}{1000} \times \frac{1000}{100} = 4.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

溶解度積より、 $4.0 \times 10^{-6} \times [\text{Cl}^-] = 2.0 \times 10^{-10}$

$$[\text{Cl}^-] = 5.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$[\text{Cl}^-]$ が $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 以下であれば、沈殿しない。

公募制推薦入試／化学(前期 A日程)

【2】

【解答】(35点)

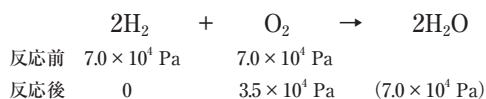
A	問1	③	問2	⑥	問3	⑤	(4点×3)
B	問1	ア①	イ④	ウ⑤	エ②	オ⑨	(3点×5)
	問2	(塩の)加水分解					(4点)
	問3	④					(4点)

【解説】

A 小問集合

問1 グラフより、高压になるほどCが増加することから、係数は $a + b > c$ であり、高温になるほどCが減少することから、 $Q > 0$

問2 題意より、水素と酸素の分圧は 7.0×10^4 Paである。



H_2O は一部が液体の水になり、分圧は 77°C の蒸気圧 4.0×10^4 Paとなる。

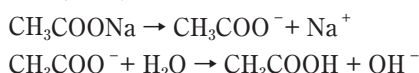
$$\text{全圧} = 3.5 \times 10^4 + 4.0 \times 10^4 = 7.5 \times 10^4 \text{ Pa}$$

問3 ⑤ $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ は酸化数に変化する原子はないので酸化還元反応ではなく、中和反応である。

B 塩の加水分解、化学平衡と酸・塩基

問1・2 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

酢酸ナトリウムは塩であり、ほぼ100%電離するが、酢酸は弱酸であるので、電離してできた酢酸イオンの一部は加水分解して酢酸分子になる。



問3 酢酸水溶液を10倍に希釈しているので、濃度Cは $C = 3.0 \times 10^{-2}$ mol/L

	CH_3COOH	\rightleftharpoons	CH_3COO^-	$+$	H^+	
電離前	C		0		0	
電離	$-C\alpha$		$+C\alpha$		$+C\alpha$	
電離後	$C(1-\alpha)$		$C\alpha$		$C\alpha$	[mol/L]

$$K_a = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C(1-\alpha)} \doteq C\alpha^2 \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

$$[\text{H}^+] = C\alpha = C\sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{CK_a} \text{より、}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{3.0 \times 10^{-2} \times 2.7 \times 10^{-5}} = 9.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(9.0 \times 10^{-4}) = 3.04$$

【3】

【解答】(41点)

A	問1	③	問2	③	問3	③	(4点×3)
B	問1	a 3	b 16	c 8			(3点×3)
	問2	ア②	イ⑤				(4点×2)
	問3	(1) $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{FeSO}_4$					(4点)
		(2) ④ (3) ①					(4点×2)

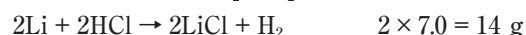
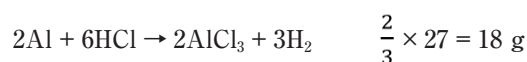
【解説】

A 小問集合

問1 実験1より、フェノールフタレインで赤色になったことより、塩基性物質である。実験2より、希塩酸で気体が発生したことより弱酸の塩である炭酸塩と考えられる。実験3より、加熱で分解するのは炭酸水素ナトリウムであるので、すべてを満たすものは③の炭酸水素ナトリウムである。

問2 オストワルト法とはアンモニアを原料として硝酸を合成する工業的製法である。

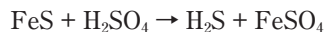
問3 それぞれ H_2 1 mol を発生させる質量は、 $\text{Al} = 27$ 、 $\text{Mg} = 24$ 、 $\text{Li} = 7.0$ より、



B 硫黄とその化合物

問1・2 硫黄Sは周期表の第3周期、16族に属する典型元素である。単体には単斜硫黄、斜方硫黄、ゴム状硫黄などがあり、それぞれ構造が異なるので性質も異なる。それらは互いに同素体という。そのうち、常温で安定であるのは斜方硫黄で、8個の原子が環状に結合して分子を構成している。

問3 (1) 硫化鉄(II)は弱酸の塩であるので、強酸である硫酸を作用させると、弱酸が遊離する。



(2) 硫化水素は無色、腐卵臭のする有毒な気体で、酸化されやすいため、強い還元剤としてはたらく。その水溶液は弱酸性を示す。硫化水素は空気より重いため、下方置換で捕集する。

(3) 硫化鉄(II)は弱酸の塩であるから、硫酸の強酸性を利用して、弱酸の硫化水素を発生させる。

【4】

【解答】(38点)

A	問1	④	問2	①	問3	⑥	(4点×3)
B	問1	ア③	イ④				(3点×2)
	問2	⑥					(4点)
	問3	(a)④	(b)⑦	(c)①			(4点×3)
	問4	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$					(4点)

【解説】

A 小問集合

問1 ベンゼン環は非常に安定な構造であるので、その構造を壊すような付加反応は起こりにくく、置換反応が起こりやすい。

問2 塩化ベンゼンジアゾニウムは低温では安定に存在するが、温めると加水分解して窒素とフェノールが生じる。窒素は空気中に体積比で最も多く含まれる。

$$\text{問3 } \text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{55.0}{12} : \frac{9.0}{1.0} : \frac{36.0}{16} = 2 : 4 : 1$$

これより、示性式は $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ と決まる。

この化合物に水酸化ナトリウム水溶液を加えると加水分解することより、エステルであることが分かる。エステル結合中には酸素原子が2個あるので、分子式は示性式を2倍した $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ となる。

B オゾン分解と生成物の性質

問1 アルケンにオゾンを作用させると、二重結合部分が切れてカルボニル基をもつ化合物が生成する。これをオゾン分解という。化合物Aをオゾン分解すると、アセトアルデヒド(B)とアセトン(C)が生成する。アセトアルデヒド(B)は銀鏡反応を示し、これを二クロム酸カリウムで酸化すると、カルボキシ基をもつ酢酸(D)が生成する。

問2 化合物Aは2-ブテンの2番目のCにメチル基が結合しているため、2-メチル-2-ブテンとなる。

問3 B(アセトアルデヒド)、C(アセトン)、D(酢酸)

(a) 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)をもつ化合物はヨードホルム反応を示すので、B、Cである。

(b) B、C、Dとも水によく溶ける。

(c) フェーリング液を還元する化合物はB。

問4 化合物Cはアセトンであるから、水素で還元すると2-プロパノールが生成する。