

出題のねらい

【1】

- A 小問形式で、イオン反応式、固体の溶解度、不対電子などからの出題です。溶解度の計算は式の立て方次第で早く解くことができるので、いくつかの解法を比較してみて、良い解法を見つけることが大切です。
- B 水の状態図を題材にした問題で、近年出題回数が増えています。これを基に水の状態変化と体積変化のグラフを組み合わせています。このように大問形式の問題では、分野を超えた組合せの問題が出題されることがあるので、過去問を見たりして慣れておくことが必要です。

【2】

- A 小問形式で、浸透圧、平衡移動の判断、電気分解などからの出題です。この分野は計算問題もあって苦手とする人が多いですが、パターン化されている問題も多いので、類似問題を数多く解くことで慣れておくといでしょう。
- B 酢酸の電離平衡を題材にした問題です。酢酸分子や酢酸イオンの濃度を文字で表して電離定数と組み合わせる問題は定番なので、式変形などはしっかりマスターすることが求められます。

【3】

- A 小問形式で、金属イオンの沈殿反応、カルシウムを含む物質の性質などを問いました。このような金属や金属化合物の性質を学習するにはイオン化傾向を基にまとめてみると非常にわかりやすくなる場合があるので、まだ時間的に余裕のあるときに整理してみることを勧めます。
- B ハロゲンを題材にした出題で、中でも塩素の発生実験は実験装置、酸化還元反応、気体の性質など内容が多く、実力が問われる問題となっています。

【4】

- A 小問形式で、幾何異性体、セッケン、ベンゼンに関する計算問題など、有機化合物の基礎を問いました。問1・2は正解したいものです。
- B アセチレンを題材にした問題です。本問のようにアセチレンから導かれる物質との関連性もよく問われますので、まとめておくといでしょう。

【1】

【解答】(38点)

A	問1	⑥	(4点)
	問2	④	(4点)
	問3	④	(4点)
B	問1	ア③ イ② ウ① オ⑤	(3点×4)
	問2	三重点	(4点)
	問3	373 K	(4点)
	問4	a③ b④	(3点×2)

【解説】

A 小問集合

- 問1 $a\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + b\text{H}^+ + ce^- \rightarrow d\text{Cr}^{3+} + e\text{H}_2\text{O}$
係数を上のようにつけて、 $a=1$ としてみる。Crに注目すると $d=2$, Oに注目して $e=7$, Hに注目して $b=14$, 左辺右辺の電荷に注目して $c=6$ 。
よって、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6e^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
- 問2 KNO_3 水溶液80g中の KNO_3 は $80 \times 0.45 = 36\text{g}$, 水は $80 - 36 = 44\text{g}$, 20°C における水44gに溶解する KNO_3 は $32 \times \frac{44}{100} = 14\text{g}$, 析出量は $36 - 14 = 22\text{g}$
- 問3 電子式を書いてみるとわかるように、不対電子の数は、 $\text{Ne}=0, \text{N}=3, \text{S}=2$

B 水の状態図

- 問1 圧力一定(例えば $1.013 \times 10^5\text{Pa}$)として、温度で判断する。ア 温度が一番低いところでは固体(氷), イ次が液体(水), ウ 高温では気体(水蒸気)である。オ 水と水蒸気の境界線が蒸気圧曲線を表しているのでB~Xである。
- 問2 3つの状態が共存する点を三重点という。水の三重点は、 $(0.01^\circ\text{C}, 611\text{Pa})$ 。
- 問3 t_1 は $1.013 \times 10^5\text{Pa}$ において液体の水が水蒸気になる温度、つまり水の沸点である 100°C なので、それを絶対温度で表すと、 $100 + 273 = 373\text{K}$
- 問4 a 温度が上昇しても液体である間はほとんど体積変化はない。液体から気体に変化する際には体積は急増し(例えば、液体の水1gは約1mL,それが気体になると1000倍以上になる),その後は体積は絶対温度に比例するので直線になる。
- b 気体状態のまま温度は一定で、圧力を下げると、ボイルの法則により、体積は増加する。

【2】

【解答】(37点)

A	問1	③	(4点)
	問2	⑥	(4点)
	問3	④	(4点)
B	問1	$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$	(4点)
	問2	ア② イ② ウ⑥ エ⑤	(3点×4)
	問3	④	(3点)
	問4	⑤	(3点)
	問5	⑥	(3点)

【解説】

A 小問集合

問1 CaCl_2 は電解質で、 $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ と電離するので、粒子の濃度は3倍となり塩化カルシウム水溶液の液面は上昇する。尿素は非電解質なので、粒子の濃度は0.10mol/Lで変化しない。よって、尿素水溶液の液面は変化しない。

問2 a 圧力を上げるとそれを緩和する方向へ平衡は移動するので左へ移動。

b Ar を加えても $\text{N}_2, \text{H}_2, \text{NH}_3$ の分圧は変化しないので、平衡は移動しない。

問3 陽極からは塩素が発生する。 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

B 酢酸の電離平衡

問1 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ と電離するので、質量作用の法則より、 $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$

問2 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
 $\begin{matrix} C(1-a) & & Ca & & Ca \end{matrix}$

よって、 $[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = Ca$ [mol/L]

$[\text{CH}_3\text{COOH}] = C(1-a)$ [mol/L]

電離度が小さいときは $1-a \approx 1$ と近似できる。

$$\therefore K_a = \frac{C^2 a^2}{C(1-a)} \approx Ca^2$$

問3 濃度が小さいと電離度は大きく、高濃度になると、急激に電離度は小さくなる。

問4 $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$ より、 $[\text{H}^+] = Ca = \sqrt{CK_a}$, C が $\frac{1}{10}$ に

なるので、pHは $-\log \sqrt{\frac{1}{10}} = 0.5$ だけ大きくなる。

問5 メスフラスコとホールピペットの組合せ。

【3】

【解答】(38点)

A	問1	⑥	(4点)
	問2	③	(4点)
	問3	④	(4点)
B	問1	ア17 イ7 ウ小さい	(3点×3)
	問2	(1) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$	(5点)
		(2) ①	(4点)
		(3) ④	(4点)
		(4) ⑤	(4点)

【解説】

A 小問集合

問1 水溶液にアンモニア水を加えると $\text{Cu}(\text{OH})_2$ と $\text{Al}(\text{OH})_3$ が沈殿するが、過剰に加えると $\text{Cu}(\text{OH})_2$ は $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ となって溶解し、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ だけが残る。

問2 ①セッコウ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ②ソーダ石灰 CaO, NaOH ③重曹 NaHCO_3 ④大理石 CaCO_3 ⑤セメント $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}, \text{CaCO}_3$ など。

問3 亜鉛 Zn と銀 Ag のイオン化傾向は $\text{Zn} > \text{Ag}$ であるから、塩化亜鉛水溶液に銀板を入れても、銀板の表面に亜鉛が析出することはない。

B ハロゲン

問1 ア17族元素を総称してハロゲン元素という。

イハロゲン元素の原子は最外殻電子が7個であるから価電子も7個である。

ウハロゲン元素の原子は相手から電子を奪って一価の陰イオンになりやすく、その強さはフッ素が最大、つまりフッ素の酸化力が最大である。

問2 (1)酸化マンガン(IV)が塩酸を酸化する酸化還元反応で塩素が発生する。



(2)発生した気体中には塩素だけでなく塩化水素も含まれているので、それを取り除くためにAには水を、次に気体中の水分を取り除くためにBには濃硫酸を入れる。

(3)塩素 Cl_2 は黄緑色の気体。ちなみに塩化水素 HCl は無色の気体であることに注意する。

(4)⑤の反応では酸化マンガン(IV)を触媒として酸素が発生する。 $2\text{KClO}_2 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

【4】

【解答】(37点)

A	問1	③	(4点)
	問2	③	(4点)
	問3	⑤	(4点)
B	問1	アルキン	(4点)
	問2	イ ③ ウ ④	(3点×2)
	問3	0.35 L	(5点)
	問4	(1) ③	(4点)
		(2) D ④ E ⑤	(3点×2)

【解説】

A 小問集合

- 問1 マレイン酸とフマル酸はシス-トランス異性体の関係にある。
- 問2 セッケンは水の表面張力を弱めるため、繊維の内部にまで浸透できる。
- 問3 淡黄色油状の物質はニトロベンゼンである。理論上 3.9g のベンゼンから得られるニトロベンゼンは $\frac{3.9}{78} \times 123 = 6.15\text{g}$ 、よって、収率は $\frac{4.0}{6.15} \times 100 \approx 65\%$

B アセチレン

- 問1 炭素原子間に三重結合を1つもつ鎖状の炭化水素をアルキンという。単結合の鎖状炭化水素はアルカン、二重結合を1つもつ鎖状炭化水素はアルケン。
- 問2 イ アルキンの一般式は C_nH_{2n-2} である。
ウ アセチレンは実験室では炭化カルシウム(カーバイド)に水を加えて発生させる。
$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

アセチレンは水に溶けないので水上置換で捕集。
- 問3 反応する炭化カルシウムと生成するアセチレンの物質量は等しいので、 $\frac{1.0}{64} \times 22.4 = 0.35\text{ L}$
- 問4(1) アセチレン C_2H_2 の組成式は CH である。A はエタン C_2H_6 で組成式は CH_3 、B はエチレン C_2H_4 で組成式は CH_2 、C はベンゼン C_6H_6 で組成式は CH。ベンゼンとアセチレンの組成式が等しい。
- (2) 化合物 D はエタノール C_2H_5OH 、E はアセトアルデヒド CH_3CHO である。エタノールは単体のナトリウムと反応して水素を発生する。アセトアルデヒドは還元性をもつので、フェーリング液で赤色沈殿を生じる。⑥は両物質に当てはまる反応である。