

大阪医科大学 2015年度(後期)入学試験 解答速報 化学

2015年3月10日 実施

I

問1 ア: イオン イ: クーロン (静電気) ウ: コークス エ: 一酸化炭素 オ: アセチレン

問2 6 (1つの Ca^{2+} に6つの C_2^{2-} が隣接している)

問3 Ca原子: 4個 C原子: 8個 (C_2^{2-} が4個)

問4 $\text{CaO} + 3\text{C} \longrightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$

問5 起こる反応は $\text{C}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{OH}^- + \text{C}_2\text{H}_2$ であり, H_2O から C_2^{2-} へ H^+ が移動している. 反応時, H^+ を与える方が酸なので, 酸: H_2O , 塩基: CaC_2

問6 生石灰とコークスの反応によって炭化カルシウムと一酸化炭素が生成する. 炭化カルシウムと水との反応によりアセチレンと水酸化カルシウムが生成するが, この際生成する水酸化カルシウムを強熱することで生石灰が得られるので, これを再利用することが出来る.

II

問1 加熱する (デンプンは冷水には溶けず, 熱水に溶ける)

問2 全ての水溶液の密度を $1.0 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ と仮定する.

必要な過酸化水素 $x \text{ [L]}$ は, $0.50 \times 1000 \times 1.0 \times \frac{0.60}{100} = x \times 1000 \times 1.0 \times \frac{3.0}{100} \iff x = \underline{0.10} \text{ [L]}$,

必要な酢酸 $y \text{ [L]}$ は, $0.20 \times 0.50 = 1.0 \times y \iff y = \underline{0.10} \text{ [L]}$.

必要な蒸留水は $0.50 - 0.10 \times 2 = \underline{0.30} \text{ [L]}$

問3 無色→赤褐色, 赤褐色を示す I_3^- は濃度が低い時は黄褐色であり, 色の確認が難しいが, デンプンが存在すると色の変化が鋭敏に判定できるから.

問4 $2\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{CH}_3\text{COOK} + 2\text{H}_2\text{O}$ と

$\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \longrightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

(または, $3\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{KI}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOK} + 2\text{H}_2\text{O}$ と

$\text{KI}_3 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \longrightarrow 2\text{NaI} + \text{KI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$)

問5 前者の反応を (1), 後者を (2) とする. (2) の反応に対して (1) の反応が遅いので, チオ硫酸ナトリウムが存在するうちは溶液中にヨウ素が存在できず, ヨウ素デンプン反応を示さなかったが, チオ硫酸ナトリウムがすべて反応しつくした後は, (1) の反応のみが生じることになり, 生成したヨウ素でヨウ素デンプン反応を示すようになるから.

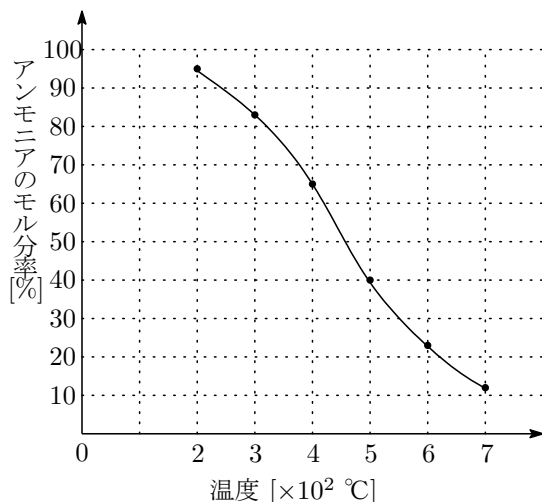
(注) KI と H_2O_2 の反応が遅く, I_2 と $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ との反応が速いので, 青紫色を呈するまでに時間がかかる. この時間を測定して KI と H_2O_2 との反応の速度を求めることができる. また, 反応物や酸の濃度を変えることで呈色に要する時間が変化するので, 徐々に濃度を上げて反応を行えば濃度の濃い方から順に青紫色に変化していくことから, ヨウ素時計反応と呼ばれる (反応のうちの代表的なものである).

問2 は溶液の密度の条件が不足しており, 正確には求まらない. 希薄な溶液はほぼ純水と同じ密度と考えて解くしかない.

問3 の解答は濃度の薄い時の色 (無色→黄褐色) でも答えは可.

III

問 1



問 2 平衡時, $N_2 = 1 - x$ mol, $H_2 = 3 - 3x$ mol, $NH_3 = 2x$ mol とおくと合計で $4 - 2x$ mol 存在するので, $\frac{2x}{4 - 2x} = 0.40 \iff x = \frac{4}{7}$ mol. よって, 求める物質量は $2x = \frac{8}{7} = 1.14 \doteq \underline{1.1}$ [mol].

問 3 合計で $\frac{20}{7}$ mol なので, 求める体積 V は気体の状態方程式より, $V = \frac{\frac{20}{7} \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 500)}{6 \times 10^7} = 0.305 \doteq \underline{0.31}$ [L]

問 4
$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{\left(\frac{n_{NH_3}}{V}\right)^2}{\frac{n_{N_2}}{V} \times \left(\frac{n_{H_2}}{V}\right)^3} = \frac{(n_{NH_3})^2 \times V^2}{(n_{N_2}) \times (n_{H_2})^3} = \frac{\left(\frac{8}{7}\right)^2 \times 0.305^2}{\frac{3}{7} \times \left(\frac{9}{7}\right)^3} = 0.133\dots \doteq \underline{0.13} \text{ [(L/mol)}^2\text{]}$$

問 5
$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2})(P_{H_2})^3} = \frac{\left(\frac{8}{20} \times P\right)^2}{\frac{3}{20} \times P \times \left(\frac{9}{20} \times P\right)^3} = \frac{\left(\frac{8}{20}\right)^2}{\frac{3}{20} \times \left(\frac{9}{20}\right)^3 \times (6 \times 10^7)^2}$$

 $= 3.25\dots \times 10^{-15} \doteq \underline{3.3 \times 10^{-15}}$ [Pa⁻²] (注: 全圧を P とした)

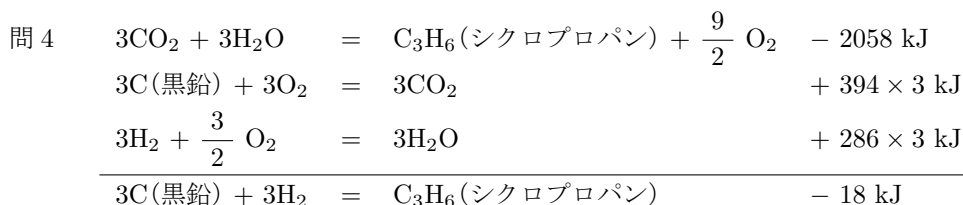
(注) グラフから数値を読み取る場合, 最小目盛りの 1/10 まで読み取るので, 6×10^7 Pa, 500 °C でのアンモニアのモル分率は 1 の位まで読み $4.0 \times 10\%$ とする. 解答の有効数字はこれに合わせて 2 桁で答える. なお, 圧力と温度の数値は「正確な数値である」としているのので, この有効数字は 1 桁ではなく, 有効数字 3 桁以上の数値であると考え.

IV

問1 C_3H_6

問2 A : シクロプロパン B : プロピレン C : 1,3-ジブロモプロパン

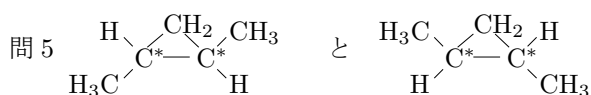
問3 $C_3H_6 + Br_2 \longrightarrow Br-CH_2-CH_2-CH_2-Br$ の反応が起こるので, $\frac{1.0}{42.0} \times 160.0 = 3.80... \doteq \underline{3.8 \text{ g}}$



より, A の生成熱 : $-2058 + 394 \times 3 + 286 \times 3 = \underline{-18 \text{ kJ/mol}}$

同様に, B の生成熱 : $-2091 + 394 \times 3 + 286 \times 3 = \underline{-51 \text{ kJ/mol}}$

(問題の設定に従っての解答である. 詳しくは下記(注)を参照のこと.)



(注) 3員環構造や4員環構造は結合角の歪みにより不安定な場合が多く, シクロプロパンやシクロブタンはハロゲンと反応して開環する. プロピレンよりシクロプロパンの方がこの結合角の歪みにより不安定化しており, その分, 元々有する化学エネルギーが大きい. 従って燃焼熱はシクロプロパンの方が大きくなるので, 本来, A の燃焼熱が 2091 kJ/mol, B の燃焼熱が 2058 kJ/mol でないといけない(大学側のミスと思われるが, それでも解答自体は出せる).

講評

得点するのが難しい問題. 方針が立ちやすいのは大問 I と III だが, III は計算の数値が綺麗でなく, 手計算では正確に合わせるのは難しいのと, その結果を次問で使用したりするので, 全問正解には辿り着きにくいであろう. また, 大問 II は受験生になじみの薄い反応で何が生じているのか全くわからない生徒も多かったのではないかと. 大問 IV も開環反応に気づけなかった生徒もいたと思われる. 出題形式や条件など不親切な部分も多く, 高得点は難しいが, それでも受験生のレベルなどを考えると, どうか部分点をかき集めて 7 割は欲しいところ.

医歯学部進学予備校 **メビオ**

〒540-0033 大阪市中央区石町2-3-12 ベルヴォア天満橋

TEL 06-6946-0109 FAX 06-6941-9416

<http://www.mebio.co.jp/>

