



# 2022年度 東海大学 1日目

## 【講評】

大問1では化学史が出題された。基本的な知識であるが、未習の学生が多いと思われる。また、多くの問題で計算が煩雑で、時間を要したものと思われる。有機化学では二年続けてメソ体に関する知識が出題された。

## 【解答】

1

問1 ア:プルースト イ:定比例 ウ:ゲーリュサック エ:気体反応  
問2 F 問3 ア:M イ:N ウ:18 エ:32 オ:50 問4 D 問5 E

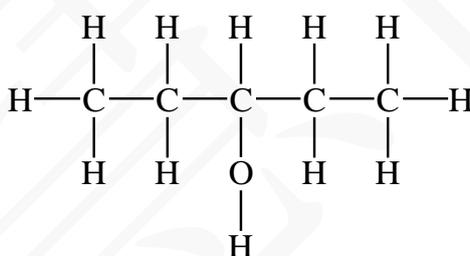
2

問1  $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$  問2 C 問3 E 問4 D 問5 D

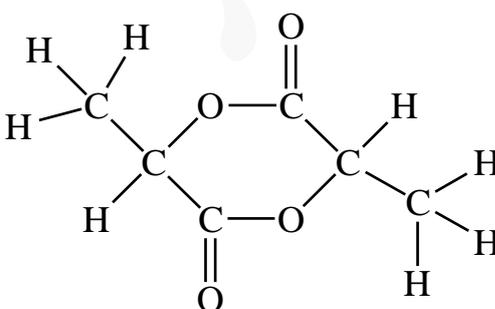
3

問1 D 問2 C 問3 D 問4 (1) F (2) H

4

問1 B 問2  問3 B 問4 (1) D (2) C

5

問1  問2 C 問3 D 問4 (1) D (2) B

【 解 説 】

1

問 2 (a) (誤)。α線はヘリウム原子核で、陽子を 2 個もつことから、 $+1.602 \times 10^{-19} \times 2$  [C] の電荷をもつ。

問 4 非共有電子対が多いほど電子対間の反発が大きくなり、H—中心原子—H の結合角は狭くなる。非共有電子対の数は、メタン 0 組、アンモニア 1 組、水 2 組なので、結合角の大小関係は、メタンの H—C—H の角度 Y > アンモニアの H—N—H の角度 Z > 水の H—O—H の角度 X となる。

問 5 この単位格子中に原子数は 8 個入っていることから、元素 X の原子量を M とおいて、密度の関係式より、

$$M = \frac{a^3 d N_A}{n} = \frac{(5.67 \times 10^{-8})^3 \times 5.32 \times 6.02 \times 10^{23}}{8} = 72.9 \rightarrow 73$$

2

問 2 電解槽 A の各極で起こる反応は以下の通り。



電解槽 A で発生した気体の合計が 705 mL より、電解槽 A で流れた電気量は、

$$\frac{705 \times 10^{-3}}{22.4} \times \frac{4}{3} \times 9.65 \times 10^3 = 4049.5 \rightarrow 4050 \text{ [C]}$$

問 3 電解槽 B の各極で起こる反応は以下の通り。



陽極で発生するのは塩素  $\text{Cl}_2$  である。

- (a) (正)。塩素は黄緑色の気体。  
 (b) (正)。塩素は水に溶けて  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$  の反応が起こり、水溶液は酸性を示す。  
 (c) (正)。塩素は反応性が大きく、光を当てると水素と爆発的に  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$  の反応が起こる。  
 (d) (正)。塩素は臭素よりも酸化力の大きい気体なので、臭化カリウム水溶液と反応して、  
 $\text{Cl}_2 + 2\text{KBr} \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{Br}_2$  が起こり臭素が遊離する。  
 (e) (誤)。  $2\text{KClO}_3 \longrightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$  の反応が起こる。これは酸素の製法である。

問 4 電解槽 B で流れた電子は、

$$\frac{2.0 \times 90 \times 60 - 4050}{9.65 \times 10^3} = 0.070 \text{ (mol)}$$

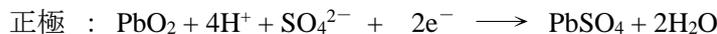
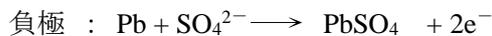
電気分解の前後で溶液の体積は 1.0 L で変化しないものとする、陰極側で生じた水酸化物イオンによる水溶液の pH は、

$$\text{pH} = 14 + \log_{10}[\text{OH}^-] = 14 + \log_{10} \frac{0.070}{1.0} = 12.85 \rightarrow 12.9$$

問5 全体で流れた電子は,

$$\frac{2.0 \times 90 \times 60}{9.65 \times 10^3} = 0.112(\text{mol})$$

鉛蓄電池の各極の反応は次の通り。



放電による電子  $\text{e}^-$  2mol あたり, 負極は  $\text{SO}_4$  (モル質量 96g/mol) 1mol 分, 正極は  $\text{SO}_2$  (モル質量 64g/mol) 1mol 分増加する。よって, 電極の質量増加は,

$$\frac{0.112}{2} \times (96 + 46) = 8.96 \rightarrow 9.0\text{g}$$

3

問1 反応した黒鉛を  $x$  [mol] とすると, 平衡時の量的関係は,



平衡時の気体の物質量の総和は,

$$0.1 + x = \frac{1.0 \times 10^5 \times 14.6}{8.31 \times 10^3 \times 1000} \quad x = 0.0756\text{mol}$$

初めに入れた黒鉛に対して反応した黒鉛の物質量は,

$$\frac{0.0756}{0.10} = 0.756 \rightarrow 0.76$$

問2 平衡状態において, 気体中の水素のモル分率は,

$$\frac{x}{0.10 + x} = \frac{0.0756}{0.1756} = 0.430 \rightarrow 0.43$$

問3 同様に, 平衡状態における気体中の水(水蒸気)のモル分率は,

$$\frac{0.10 - x}{0.10 + x} = \frac{0.10 - 0.0756}{0.1756} = 0.138$$

この温度における圧平衡定数は,

$$K_p = \frac{p_{\text{H}_2} p_{\text{CO}}}{p_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{(1.0 \times 10^5 \times 0.430)^2}{1.0 \times 10^5 \times 0.138} = 1.33 \times 10^5 \rightarrow 1.3 \times 10^5 [\text{Pa}]$$

問4 (1)  $\text{C(黒鉛)} + \text{H}_2\text{O(気)} \longrightarrow \text{H}_2(\text{気}) + \text{CO(気)}$  の黒鉛 1mol が消費されたときの反応熱を  $Q$  [kJ] とする。

各物質の燃焼熱(完全酸化物である  $\text{CO}_2$  (気) と  $\text{H}_2\text{O}$  (液) へと変化する際に発する熱量) を用いて, 反応熱  $Q = (\text{左辺物質の燃焼熱の総和}) - (\text{右辺物質の燃焼熱の総和})$  と表される。

$$Q = (394 + 44) - (286 + 283) = -131[\text{kJ}] \rightarrow 131\text{kJの吸熱}$$

(2) (a) 圧力を保ちながら温度を下げると, 発熱方向である左向きに平衡が移動する。

(b) 温度を保ちながら圧縮すると, 気体粒子数が減少する左向きに平衡が移動する。

(c) 圧力と温度を保ちながら、黒鉛を加えても、平衡は移動しない。これは平衡移動の要素となりうるのは、平衡系の濃度変化であり、固体である黒鉛の量を変化させても、黒鉛の濃度は変化しないためである。

4

問1 硫酸水銀(II)を触媒としてアセチレンに水を付加させて生じる化合物(ア)はアセトアルデヒド。

- (a) 塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)を触媒としてエチレンを酸化するとアセトアルデヒドが得られる。
- (b) 白金を触媒としてエチレンに水素を反応させると、エタンが生じる。
- (c) エチレンに硫酸酸性下で過マンガン酸カリウム水溶液を反応させると、エチレンは酸化されて二酸化炭素となる。
- (d) エチレンに必要な条件下で水蒸気を反応させると、付加反応が起こりエタノールが生じる。
- (e) エタノールに濃硫酸を加えて160°Cに加熱すると、分子内脱水が起こりエチレンが生じる。
- (f) エタノールに濃硫酸を加えて130°Cに加熱すると、分子間脱水が起こりジエチルエーテルが生じる。

問2  $C_5H_{12}O$  のうち、化合物(イ)は直鎖構造でヒドロキシ基をもつのは、1-ペンタノール、2-ペンタノール、3-ペンタノールの3種類。これらはいずれも酸化反応が起こるが、化合物(イ)の酸化で生じる化合物(ウ)がアルデヒド基(ホルミル基)をもたないこと、カルボキシ基をもたないことより、化合物(イ)は第2級アルコールとわかる。最後に、化合物(ウ)はヨードホルム反応陰性より、化合物(イ)も同様に陰性。よって、化合物(イ)は3-ペンタノールと決まる。

問3 B  $C_2H_5ONa + CH_3COOH \rightarrow C_2H_5OH + CH_3COONa$  と酢酸が消費されてしまう。これを中和後に加熱すればAと同様の結果となるが、加熱後に中和するとエステル化反応は進まない。

問4 (1) (a) (正)。一般的に、動物性油脂は固体が多く、植物性油脂は液体が多い(魚油は液体など例外もある)。

- (b) (誤)。高級飽和脂肪酸を多く含む油脂は、常温で固体となる。
- (c) (正)。高級不飽和脂肪酸は炭素間二重結合をもち、天然のものはすべてシス形であるため、これを含む油脂は折れ曲がった分子となる。そのため、油脂どうしが接近しにくく融点が低く、常温で液体となる。
- (d) (正)。油脂1gをけん化するのに必要な塩基(水酸化カリウム(式量56))の質量[mg]を、けん化価という。油脂は1分子当たり3つのエステル結合をもち、油脂1molのけん化に必要な塩基は3mol。油脂の分子量Mとすると、

$$\text{けん化価} = \frac{1}{M} \times 3 \times 56 \times 10^3 [\text{mg}]$$

けん化価が大きい場合、その油脂の分子量は小さいとわかる。

- (e) (誤)。エステルの加水分解において、酸は触媒としてはたらくので、量的関係には関係がない。

(2) 油脂中に含まれる  $C=C$  の平均数を  $n$  個とすると  $\frac{100}{880}n = \frac{104}{254}$   $n = 3.6$  より、高級脂肪酸1つあたりに含まれる

$C=C$  の数は  $\frac{3.6}{3} = 1.2$  個。候補の高級脂肪酸がもつ  $C=C$  の数は、オレイン酸が1個、リノール酸が2個、リノレン

酸が3個なので

A  $1 \times \frac{30}{100} + 2 \times \frac{20}{100} + 3 \times \frac{10}{100} = 1.0$     B  $1 \times \frac{60}{100} + 2 \times \frac{10}{100} + 3 \times \frac{0}{100} = 0.8$     C  $1 \times \frac{30}{100} + 2 \times \frac{30}{100} + 3 \times \frac{10}{100} = 1.2$

D  $1 \times \frac{40}{100} + 2 \times \frac{20}{100} + 3 \times \frac{20}{100} = 1.4$     E  $1 \times \frac{30}{100} + 2 \times \frac{20}{100} + 3 \times \frac{30}{100} = 1.6$

5

問2 不斉炭素が2つあり、分子内に対称面が1つあるので、立体異性体数は $2^2 - 1 = 3$ 種類。

問3 ポリ乳酸やポリグリコール酸などの脂肪族のポリエステルは、PETなどの芳香族ポリエステルに比べて、体内の酵素や微生物によって分解されやすく、生分解性高分子と呼ばれる。環境に配慮したプラスチック製品や、手術用縫合糸などに用いられる。

問4 (1)(イ) (誤)。ホルムアルデヒドは、メタノールの酸化で得られる。

(ウ) (誤)。ホルマリンは、40%程度のホルムアルデヒド水溶液である。

(2) ポリビニルアルコールのヒドロキシ基のうち、反応したヒドロキシ基を $x$  [%]とにおいてビニロンの分子量を表すと、

$$2.0 \times 10^3 \times \left( 100 \times \frac{\frac{1}{2}x}{100} + 44 \times \frac{100-x}{100} \right) = 9.3 \times 10^4$$

$$x = 41.6 \rightarrow 40\%$$

以上

お問い合わせは ☎ 0120-302-872

<https://keishu-kai.jp/>