

## 大阪医科薬科大学(後期) 化学

2025年3月10日実施

### I

- 問1 ア:7 イ:2 ウ:5 エ:3 オ:3  
 問2 カ:3 キ:8 ク:3 ケ:4 コ:2  
 問3 (1)  $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$  (3)  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$   
 問4 反応式:  $2\text{NO}_2(\text{気体}) \longrightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{気体})$  反応エンタルピー:  $-57.2 \text{ kJ/mol}$  問5 6.90 g

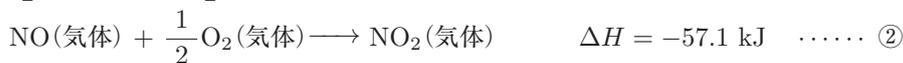
### 解説

問1 Nの原子番号は  $\boxed{7}$ , K殻に  $\boxed{2}$  個, L殻に  $\boxed{5}$  個の電子をもち, 不対電子は  $\boxed{3}$  個である. 窒素分子  $\text{N}_2$  の構造は  $\text{N} \equiv \text{N}$  であり,  $\boxed{3}$  組の共有電子対による結合(つまり三重結合)で安定化されている.

問2 銅に希硝酸の反応式は  $\boxed{3}\text{Cu} + \boxed{8}\text{HNO}_3 \longrightarrow \boxed{3}\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \boxed{4}\text{H}_2\text{O} + \boxed{2}\text{NO}$

問3 (1)(3)の反応式はともに硝酸の工業的製法=オストワルト法の反応式であり, 特に  $\text{NO}_2$  と水との反応は,  $\text{NO}_2$  の自己酸化還元反応である.

問4 問題文に与えられた熱化学反応式は



ここから, ①  $\times (-2)$  + ②  $\times (-2)$  + ③ とすれば



問5 最初の  $\text{NO}_2$  の物質量を  $x \text{ mol}$ , 平衡状態の  $\text{N}_2\text{O}_4$  の物質量が  $\frac{4.14}{92.0} = 0.0450 \text{ mol}$  であることから

$2\text{NO}_2$	$\rightleftharpoons$	$\text{N}_2\text{O}_4$
$x \text{ mol}$		$0 \text{ mol}$
$\downarrow -0.0900$		$\downarrow +0.0450$
$x - 0.0900 \text{ mol}$		$0.0450 \text{ mol}$

容積 2.00 L,  $K = 25.0 (\text{mol/L})^{-1}$  なので,  $K = \frac{0.0450}{\left(\frac{x - 0.0900}{2}\right)^2} = 25.0$  より  $x = 0.150 \text{ mol}$ .

$\therefore$  質量は  $46.0 \times 0.150 = 6.90 \text{ g}$

## II

問 1  $p_a > p_0, w_1 < w_2$       問 2  $\frac{p_a V M_a}{RT_0}$

問 3 物質 X の質量:  $w_2 - w_0$       物質 X のモル質量:  $\frac{(w_2 - w_0)RT_1}{p_a V}$

問 4 (ウ)      問 5  $w_2 - w_0 + \frac{p_0 V M_a}{RT_0}$

**解説**

問 1～問 2 フラスコとアルミ箔の合計質量を  $m$  とする。また X のモル質量を  $M_X$  とする。

$w_0$  はフラスコ、アルミ箔と、温度  $T_0$ 、圧力  $p_a$  でフラスコ内に充満した空気の質量を測っている。空気の質量を  $x$  とすると、状態方程式  $p_a V = \frac{x}{M_a} RT_0$  より、 $x = \frac{p_a V M_a}{RT_0}$  (→問 2) なので

$$w_0 = m + \frac{p_a V M_a}{RT_0} \dots\dots\dots ①$$

である。

温度  $T_1$  でフラスコを恒温槽に浸しておく、X はすべて蒸発したのだから、温度  $T_1$  における X の蒸気圧  $p_1$  は大気圧  $p_a$  より大きい。したがって  $p_1 > p_a$  である。

結果フラスコ内は温度  $T_1$ 、圧力  $p_a$  の気体の X が充満した状態になっており、その質量は  $\frac{p_a V M_X}{RT_1}$  である。

つまり

$$w_1 = m + \frac{p_a V M_X}{RT_1} \dots\dots\dots ②$$

これを温度  $T_0$  まで下げた場合、フラスコ内の X の質量は  $\frac{p_a V M_X}{RT_1}$  で不変であるが、X の蒸気圧を無視した場合、空気が温度  $T_0$ 、圧力  $p_a$  でフラスコ内に戻ってくることになる、その質量は先程と同じく  $\frac{p_a V M_a}{RT_0}$  であるから

$$w_2 = m + \frac{p_a V M_X}{RT_1} + \frac{p_a V M_a}{RT_0} \dots\dots\dots ③$$

ということになる。これより  $w_1 < w_2$  がわかる。蒸気圧を無視しない場合は下の ④ になるが、この場合も  $w_1 < w_2$  が成り立っている (→問 1)。

また温度  $T_0$  まで下げたときにフラスコ内の X の分圧は下がるのだが、 $p_0 \geq p_a$  だとすると、X は液化しないことになる。(気液共存なのであれば分圧は  $p_0$  を示すはずであるが、全圧が  $p_a$  なのだから、これは不合理である。) 従って  $p_a > p_0$  である (→問 1)。(そもそも X は温度  $T_0$  のときに液体だと書いてあるので  $p_a > p_0$  は自明であるが。)

問 3 上で述べたように、X の質量は  $\frac{p_a V M_X}{RT_1}$  なのであるが、 $M_a$  を用いてはいけないという指示がある。(もちろん  $M_X$  も使えない。)

この場合 ③ と ① の差を取れば、 $w_2 - w_0 = \frac{p_a V M_X}{RT_1}$  であることがわかるので、答えは  $w_2 - w_0$  となる。

またこの式を変形すると  $M_X = \frac{(w_2 - w_0)RT_1}{p_a V}$  であることもわかる。

問 4  $T_0$  における X の蒸発を無視せずに考慮する場合, X の総質量は  $\frac{p_a VM_X}{RT_1}$  で不変なのであるが, 空間部に一部が分圧  $p_0$  の気体として存在している. その場合フラスコ内に戻って来る空気分圧は  $p_a - p_0$  ということになり, ③ は次のように補正される.

$$w_2 = m + \frac{p_a VM_X}{RT_1} + \frac{(p_a - p_0) VM_a}{RT_0} \dots\dots\dots ④$$

この式を ③ とみなしてよいのは  $p_a - p_0 \div p_a$  つまり  $p_a \gg p_0$  のときである. 従って答えは (ウ)

問 5 上記 ④ と ① の差をとると

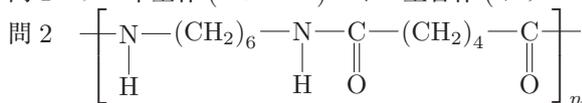
$$w_2 - w_0 = \frac{p_a VM_X}{RT_1} + \frac{(p_a - p_0) VM_a}{RT_0} - \frac{p_a VM_a}{RT_0} = \frac{p_a VM_X}{RT_1} - \frac{p_0 VM_a}{RT_0}$$

と表されることがわかる. これより X の質量は  $\frac{p_a VM_X}{RT_1}$  は  $w_2 - w_0 + \frac{p_0 VM_a}{RT_0}$  である.

(単純に, 戻って来る空気の質量が  $\frac{p_0 VM_a}{RT_0}$  だけ少ないと考えてもよい.)

### III

問 1 ア: 単量体 (モノマー) イ: 重合体 (ポリマー) ウ: アミド エ: 水素 オ: 縮合 カ: HCl



問 3 キ: アラミド繊維 ク: ベンゼン環

問 4 (A), (C), (E) 問 5 499 個

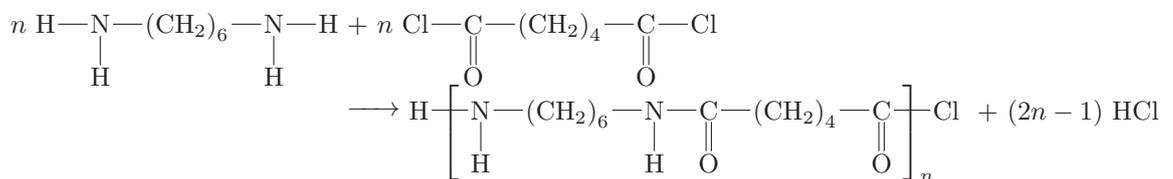
#### 解説

問 1ア, イ 単量体と呼ばれる低分子量の分子が多数重合すると高分子化合物のような巨大分子が生成される. このような, 単量体の重合によって生成される物質を重合体という.

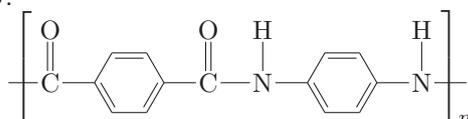
ウ, エ ナイロン 6,6 の分子内に存在するアミド結合同士は水素結合によって強く結びついている.

オ 単量体間で  $\text{H}_2\text{O}$  のような小さな分子が取れることで進行する重合反応を縮合重合という.

カ ナイロン 66 の実験室での合成にはアジピン酸より反応性の高いアジピン酸ジクロリドが使用される. アジピン酸ジクロリドとヘキサメチレンジアミンを縮合重合した場合, ナイロン 66 とともに HCl が副生される.



問 3 アラミド繊維とは, 芳香族化合物を単量体とした芳香族ポリアミド繊維のことで, テレフタル酸と *p*-フェニレンジアミンの縮合重合によって得られるポリ-*p*-フェニレンテレフタルアミドが代表的なアラミド繊維である.



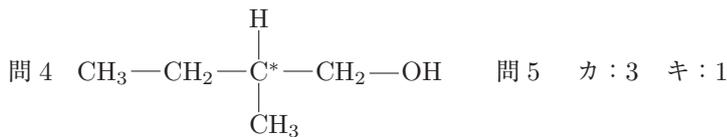
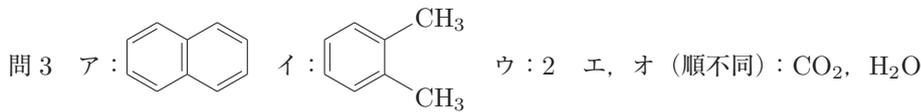
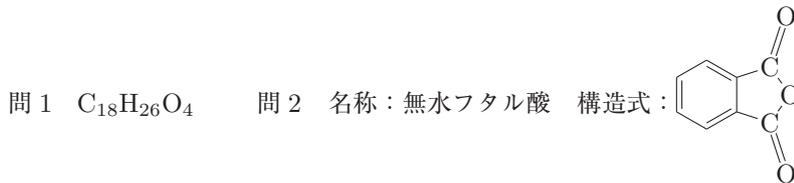
アラミド繊維は分子の向きが一定方向に並びやすく, 分子間でアミド結合間の水素結合やベンゼン環同士の分子間力によって強く結合して高強度の繊維となる.

問 4 NaOH を加えるのは副生した HCl を中和するためである. HCl を中和しておく理由としては, HCl が中和されるとル・シャトリエの原理によりナイロン 66 合成方向に平衡が移動しナイロン 66 の合成量が増加するこ

と、塩基性物質のヘキサメチレンジアミンが HCl によって中和されてしまうことを防ぐことの 2 つが挙げられる。

問 5 問 2 で示されるナイロン 66 の分子量は  $226n$  であるので  $226n = 5.65 \times 10^4$  より  $n = 250$  が得られる。ナイロン 66 の末端に存在するカルボキシ基とアミノ基がアミド結合を形成していないので分子内のアミド結合は  $2n - 1 = 2 \times 250 - 1 = 499$  個である。

## IV



### 解説

問 1 【実験 1】より、化合物 A 153 mg 中に含まれる各元素の質量はそれぞれ

$$C : 396 \times \frac{12.0}{44.0} = 108 \text{ mg}, \quad H : 117 \times \frac{2.00}{18.0} = 13.0 \text{ mg}, \quad O : 153 - 108 - 13.0 = 32.0 \text{ mg}.$$

となるので、

$$C : H : O = \frac{108}{12.0} : \frac{13.0}{1.00} : \frac{32.0}{16.0} = 9 : 13 : 2 \quad \therefore \text{組成式は } C_9H_{13}O_2 (= 153.0)$$

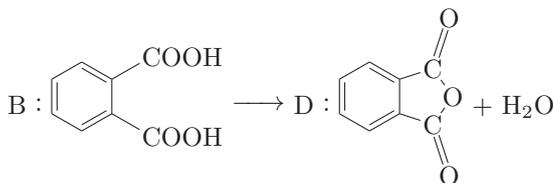
原子価を考慮すると C, H, O からなる化合物の H 原子は必ず偶数となり、かつ問題文より分子量 400 以下とあるので、分子式は  $C_{18}H_{26}O_4 (= 306.0)$

問 2 【実験 2】【実験 3】より



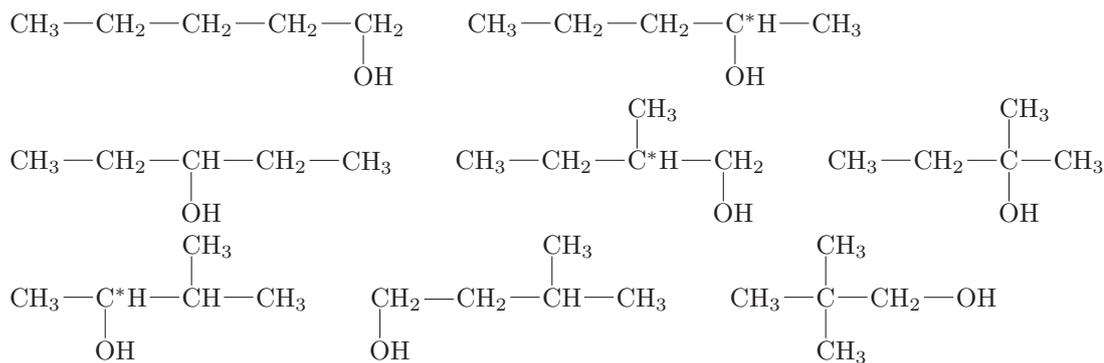
A はジエステルで、それを加水分解して得られる B と C はカルボキシ基またはヒドロキシ基を有する。うち、炭酸ナトリウムと反応した (= カルボキシ基を有する) のが B のみなので、B がジカルボン酸、C がアルコールとわかる。

分子量 166 のジカルボン酸、加熱すると分子量 148 の化合物 D を生成することから、B はフタル酸、D は無水フタル酸と決定する。

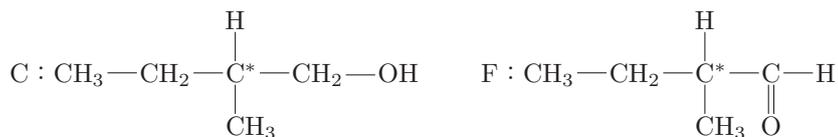


問 3 化合物 D (無水フタル酸) はナフタレンや *o*-キシレンの酸化によって得られる。ナフタレン ( $C_{10}H_8$ ) を酸化した際には、化合物 D ( $C_8H_4O_3$ ) の形成に使われなかった C 原子 2 つ、H 原子 4 つが完全酸化され、それぞれ  $2CO_2$  と  $2H_2O$  となる。

問4 化合物 C は  $A(C_{26}H_{28}O_4) + 2H_2O = B(C_8H_6O_4) + 2C$  より分子式  $C_5H_{12}O$  のアルコール. この時点で考えられる構造式は以下の8種.



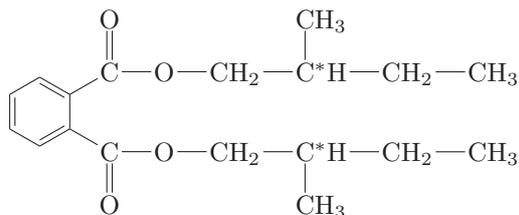
化合物 C やその酸化体である化合物 F が不斉炭素原子を有する (【実験4】) より



と決まる. この場合, 化合物 E (C の分子内脱水による生成物):  $CH_3-CH_2-\underset{CH_3}{C}=CH_2$  となるが, これ

は問題文に矛盾しない.

問5 化合物 A の構造式は



分子内に2個の不斉炭素原子を有する化合物には  $2^2 = 4$  つの立体異性が考えられるが, 化合物 A は分子内に対称面が存在するためそのうち1組は同一の化合物 (メソ体) となり, 立体異性体の数は3種類となる.

このうち, メソ体は鏡像異性体が存在しない (鏡像がそれ自身と同一の立体構造となる) ため, 互いに鏡像異性体の関係にあるものは残りの2種 (= 1組).

なお, 不斉炭素原子を原因として生じる立体異性体のうち, 鏡像関係にあるもの同士をエナンチオマー, 鏡像関係にないもの同士をジアステレオマーであるという.

講評

I [窒素とその化合物の反応] (標準)

窒素とその酸化物の反応についての問題。前半は易しい。エンタルピーの計算は新課程の範囲だが、問題文に説明もしっかりあったので、既卒生でも対応できただろう。問4、問5の計算をしっかり合わせたい。

II [混合気体、蒸気圧] (やや難)

物質 X の加えられたフラスコを加熱し、フラスコを気体の X で充満させた後、再び冷却して、X の分子量を測定するパターンの問題は頻出である。本問はその原理に関して、いろいろな値を文字で表す問題となっている。通常低温での蒸気圧は無視することが多いのだが、この問題ではそれを考慮させており、十分な注意が必要。

III [ポリアミド系合成繊維] (標準)

合成高分子、特にナイロン 66 とアラミド繊維に関する問題が出題された。基本的な知識を問う問題が多かったが、アラミド繊維におけるベンゼン環の役割については気がつかない受験生が多かったかもしれない。ナイロン 66 の界面重合における NaOH の役割を選択肢から選ぶ問題が出題されたが、当てはまる選択肢をすべて選ぶ必要があり見落としが出そうな問題であった。また、ナイロン 66 の分子内のアミド結合数を求める問題では (アミド結合数) = (重合度) × 2 - 1 であることに注意が必要である。

IV [構造推定 (芳香族)] (標準)

難問というわけではないが、ナフタレンが酸化され無水フタル酸となった場合の副産物を答えさせたり、 $C_5H_{11}OH$  の異性体の中から条件に合致するものを選ぶ必要があったり、メソ体についての知識が必要であったり、経験値によって大きく差が付きそう。

出題形式は例年や前期を踏襲して4題だったが、そのうち有機化学が2題で、その得手不得手で得点差がつくだろう。内容は大問IIは与えられたデータの数が非常に多い出題で、問題内容を整理するのに時間がかかったかもしれない。この問題をうまく消化して大問I、IIIで点をしっかりと稼ぎたい。一次合格には70%は欲しい。

**メルマガ無料登録で全教科配信!** 本解答速報の内容に関するお問合せは… メビオ ☎0120-146-156 まで

<b>医学部進学予備校</b>  ☎0120-146-156 <a href="https://www.mebio.co.jp/">https://www.mebio.co.jp/</a>	 <b>YMS</b> <small>heart of medicine</small> 医学部専門予備校 <b>英進館メビオ</b> 福岡校 <a href="https://www.mebio-eishinkan.com/">https://www.mebio-eishinkan.com/</a>	☎03-3370-0410 <a href="https://yms.ne.jp/">https://yms.ne.jp/</a> ☎0120-192-215 <a href="https://www.mebio-eishinkan.com/">https://www.mebio-eishinkan.com/</a>	 登録はこちらから
--	--	--	--------------

# 2泊3日無料体験

寮・授業・食堂を無料で体験

	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
1日目							面談・入寮				学力診断テスト(英語)	夕食	学力診断テスト(数学)	学力診断テスト(適性)
2日目	朝食	授業(数学)	授業(英語)	昼食	授業(理科1)	授業(理科2)	自習室で課題演習(質問可)	夕食	自習室で課題演習(質問可)					
3日目	朝食	課題提出テスト	授業(数学)	課題提出テスト	授業(英語)	昼食	面談・学習アドバイス							

無料体験期間

3/16(日)~3/18(火)  
3/23(日)~3/25(火)

詳細やお申込はこちらから

詳しくはこちら