



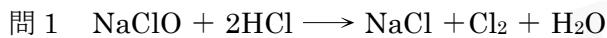
## 2024 年度 日本医科大学 前期

## 【 講評 】

昨年度より大問が 1 つ減少し、全体の分量としても減少した。昨年度よりも当てはまる選択肢を全て選ぶ問題が増加して一部悩むものもあったが、概ね基本知識だけで解くことが出来る。また複雑な計算をする問題も減少した。全体として易化したと言える。ただし、グラフの読み取りがやや面倒だったためそこで時間がかかった受験生も多かったかもしれない。グラフから必要な情報を素早く読み取る練習が必要である。2022 年度の杏林大学Ⅲ問 2 を解いてみると良い。

## 【 解答 】

## I



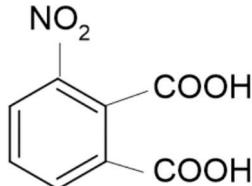
有毒ガスである塩素が発生するから。



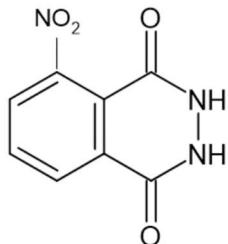
## 問 3



(2) A



B



## II

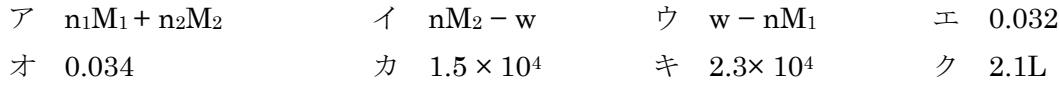
## 問 1

$T_3$ 以上の温度領域では  $T_1$ 以下の温度領域に比べて、温度  $T$ に対する容積  $V$  の増加率が 2 倍になると考えられる。なぜなら、ルシャトリエの法則により全ての気体が高温領域では  $\text{NO}_2$  に、低温領域では  $\text{N}_2\text{O}_4$  となり、容器内の気体の物質量が高温領域では低温領域に比べ 2 倍になるから。

## 問 2

ルシャトリエの法則により温度上昇に伴って平衡は吸熱方向の方向(右方向)へと移動し、 $\text{NO}_2$  の解離が進行することで容器内の物質量の総量が増加するから。

## 問 3

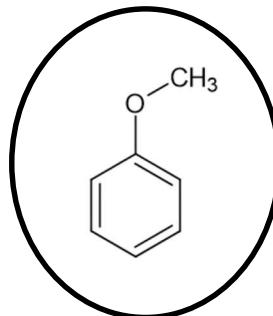
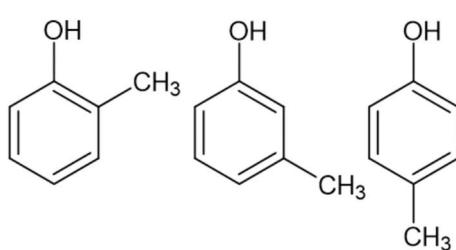


## 問 4 (う)

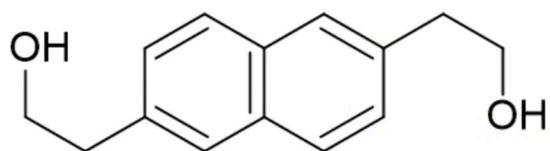
容積一定下で Ar ガスを注入しても、 $\text{NO}_2$  と  $\text{N}_2\text{O}_4$  の分圧は変化しないため平衡が移動しないから。

III

問 1 C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>O



問 2



本解答は一例であり、置換基の付け方は問わない。

問 3

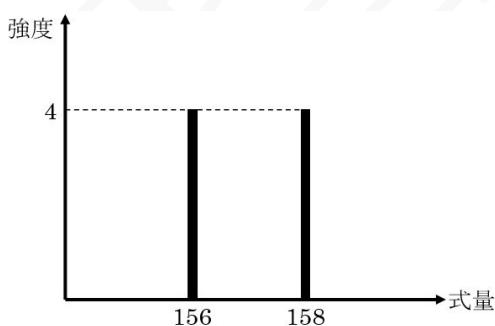
$$M = \frac{1000Kw}{W\Delta t}$$

問 4 溶媒中で二量体を形成するなどして会合する性質を持つ有機化合物

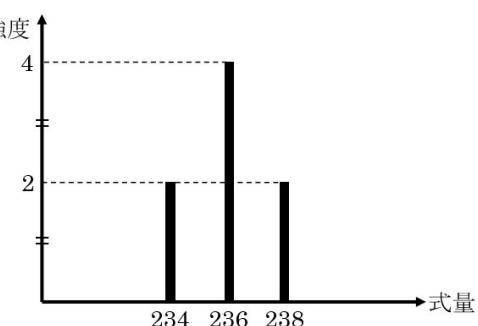
問 5

ア 3 イ < ウ 強

問 6



問 7

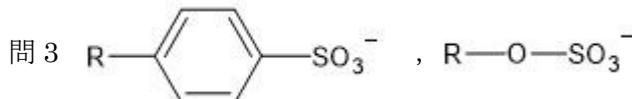


## IV

## 問 1

ア エステル	イ 高	ウ 飽和	エ 不飽和	オ 高
カ 疎	キ 親	ク 弱	ケ 強	コ 弱塩基

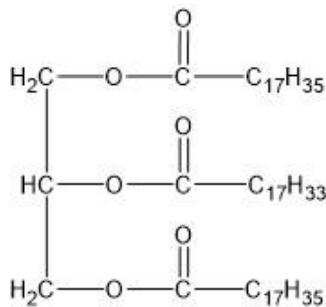
問 2 硬水中に含まれるマグネシウムイオン、カルシウムイオンと水に難溶な炭酸塩を作るから。



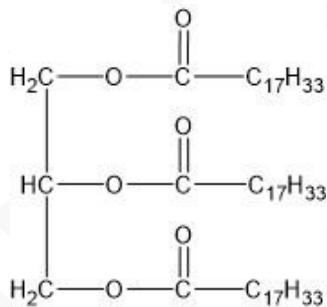
- ・強酸の塩である。
- ・長い炭化水素基を持つ。

## 問 4

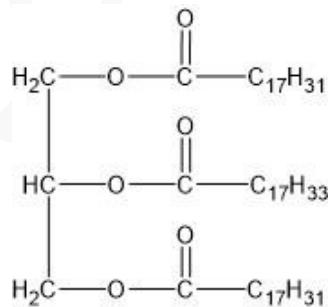
A 888



B 884



C 880



問 5 67.2 L

問 6 被験者のトリグリセリド濃度は 88.8 mg/dL であり、高トリグリセリド血症ではない。

## 【解説】

I



発生する塩素ガスは人体に有毒な刺激臭のする気体である。

問 2 本問では pH がわかっていることから

$$[\text{H}^+] = 10^{-7.4} = 10^{-(8 - 0.3 \times 2)} = 4.0 \times 10^{-8}$$

であり、まず電離定数  $K_1$ 、 $K_2$  の式を立式すると、

$$K_1 = \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} \times 4.0 \times 10^{-8}$$

$$K_2 = \frac{[\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} \times 4.0 \times 10^{-8}$$

よって  $K_1$ 、 $K_2$  が既知であることから、未知数が 3 つ ( $[\text{H}_2\text{CO}_3]$ 、 $[\text{HCO}_3^-]$ 、 $[\text{CO}_3^{2-}]$ ) であることから条件式をもう一つ立式する必要がある。そこで電離の過程において炭素原子の物質量が保存することから、

$$[H_2CO_3] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}] = 0.03$$

が成立。電離定数  $K_1$ ,  $K_2$  の式を

$$[CO_3^{2-}] = \frac{K_2 \times [HCO_3^-]}{4.0 \times 10^{-8}}$$

$$[H_2CO_3] = \frac{[HCO_3^-]}{K_1} \times 4.0 \times 10^{-8}$$

と変形し、物質量保存の式に代入することにより、

$$(0.25 \times 10^{-2} + 1 + 0.05)[HCO_3^-] = 0.03$$

ここで  $(0.25 \times 10^{-2})$  の項は他の項に比べ十分小さいので無視できて、

$$[HCO_3^-] = \frac{0.03}{1.05} = 0.028571\dots$$

よって

$$[HCO_3^-] = 28.6 \times 10^{-3}$$

と求まる。これを元の電離定数の式に代入することで  $[H_2CO_3]$  及び  $[CO_3^{2-}]$  も求まる。

### 問 3

ア

ニトロベンゼンの 2 個の水素原子を 2 つともカルボキシ基で置換した化合物の個数は、ニトロベンゼン上のニトロ基が結合していない炭素原子 5 つを全て区別してカルボキシ基が結合する 2 つを選ぶ場合の数は  ${}_5C_2$  で 10 通りであり、そのうち左右反転させた時に同じものになるペアが 4 ペアあるのでそれらを除いて 6 つである。

イ

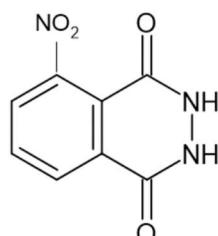
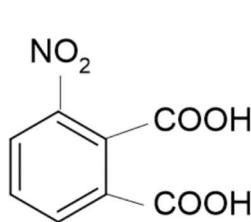
またニトロ基の p 位に水素原子を持つ化合物は(ア)の 6 つのうち p 位にカルボキシ基がくるものが 2 つ存在するのでそれらを除いて 4 つと数えられる。

ウ, エ

化合物 C はルミノールであり、酸性条件下で触媒の存在下で酸素と反応し、青白い化学発光を生じる。血液の検出に用いられる。

(2) A

B



ニトロ基を還元するとアミノ基になる。この反応はニトロベンゼンからアニリンを生成する過程と同様である。

## II

### 問 1

解答の通り。また、 $T_3$ 以上と $T_1$ 以下の温度領域では容積 $V$ が温度 $T$ に対して直線的に増加したと記載されていることからそれぞれの領域で $\text{NO}_2$ は完全解離及び未解離の状態であると判断できる。気体の状態方程式から一定圧力下で容積 $V$ は温度 $T$ と容積内の総物質量 $n$ の積に比例するため、解離の進行によって $n$ が増加することで容積 $V$ の温度 $T$ に対する増加率は増加すると言える。

### 問 2

解答の通り。また、同様に気体の状態方程式から一定圧力下で容積 $V$ は温度 $T$ と容積内の総物質量 $n$ の積に比例するため、解離の進行によって $n$ が増加することで容積 $V$ の温度 $T$ に対する増加率は増加すると言える。

### 問 3

イ、ウ

$$n_1 + n_2 = n$$

であり、これとアの式を連立させて、それぞれ $n_2$ ,  $n_1$ を消去すると、

$$n_1 = \frac{nM_2 - w}{M_2 - M_1}$$

$$n_2 = \frac{w - nM_1}{M_2 - M_1}$$

と求まる。

エ、オ、カ

平衡時の $\text{NO}_2$ と $\text{N}_2\text{O}_4$ の物質量をそれぞれ $n_1$ ,  $n_2$ とすると、気体の状態方程式より

$$3.29 \times 10^4 \times 5 = (n_1 + n_2) \times 8.3 \times 10^3 \times 300$$

と書いて、これを解くと、

$$n_1 + n_2 = 6.6 \times 10^{-2}$$

また、平衡成立の前後で質量は保存するから

$$4.6 = 46n_1 + 92n_2$$

が成立し、これらを連立すると、

$$n_1 = 0.032$$

$$n_2 = 0.034$$

と求まる。よってこの時の圧平衡定数 $K_p$ は、

$$K_p = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{\left(3.29 \times 10^4 \times \frac{0.032}{0.066}\right)^2}{3.29 \times 10^4 \times \frac{0.034}{0.066}} = 3.29 \times 10^4 \times \frac{(0.032)^2}{0.066 \times 0.034} = 1.50 \times 10^4$$

と求まる。

キ

平衡時の  $\text{NO}_2$  と  $\text{N}_2\text{O}_4$  の物質量をそれぞれ  $n_1$ ,  $n_2$ , 平衡時の容器内の全圧を  $P$  とすると, 平衡前後での質量保存より,

$$6.9 = 46n_1 + 92n_2 \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

また圧平衡定数  $K_p$  は

$$K_p = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} = \frac{\left(P \times \frac{n_1}{n_1 + n_2}\right)^2}{P \times \frac{n_2}{n_1 + n_2}} = \frac{n_1}{(n_1 + n_2) \cdot n_2} P$$

と書けて, 圧平衡定数  $K_p$  は温度一定下で一定より力を代入して,

$$\frac{n_1}{(n_1 + n_2) \cdot n_2} P = 1.50 \times 10^4 \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

と求まる。また気体の状態方程式より

$$P \times 8.3 = (n_1 + n_2) \times 8.3 \times 10^3 \times 300 \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

①, ②, ③を連立させる。③を

$$\frac{P}{(n_1 + n_2)} = 3.0 \times 10^5$$

とし, ②の左辺に代入すると,

$$\frac{n_1}{n_2} \times 3.0 \times 10^5 = 1.5 \times 10^4$$

よりこれを整理して,

$$n_1 = 0.05n_2$$

これを①に代入すると,

$$6.9 = 46(0.05n_2) + 92n_2$$

これより

$$n_2 = 0.0732$$

と求まり,

$$n_1 = 0.00366$$

よって

$$P = (0.0732 + 0.00366) \times 3.0 \times 10^5 = 2.3 \times 10^4$$

と求まる。

ク

$$9.00 \times 10^4 (\text{Pa}) \times V (\text{L}) = (n_1 + n_2) \times 8.3 \times 10^3 \times 300. \quad \therefore n_1 + n_2 = 0.0361V (\text{mol}) \quad \cdots \textcircled{4}$$

$$\textcircled{2} \text{に代入すると、 } n_1/n_2 = 0.0060V. \quad n_1 = 0.006V n_2$$

$$\textcircled{1} \text{に代入すると、 } 46(0.006V n_2) + 92n_2 = 6.9 \quad \therefore 92(0.003V + 1)n_2 = 6.9. \quad n_2 = 0.075/(0.003V + 1)$$

$$\textcircled{4} \text{に代入すると、 } 0.075(1 + 0.006V)/(0.003V + 1) = 0.0361V. \quad \therefore (1.08 \times 10^{-4})V^2 + (0.03565)V - 0.075 = 0 \\ V > 0 \text{ より } V \approx 2.1 \text{ L}$$

#### 問4 (う)

容積一定下で Ar ガスを注入しても、NO<sub>2</sub>とN<sub>2</sub>O<sub>4</sub>の分圧は変化しないため平衡が移動しないから。

解答の通り。また本問の類題で圧力一定下においてアルゴンガスを注入するパターンもあるが、その場合にはNO<sub>2</sub>とN<sub>2</sub>O<sub>4</sub>の分圧が変化するためルシャトリエの法則に従って平衡の移動を考えなければならないことに注意する必要がある。

#### (2) ①

ルシャトリエの原理より温度が上がると吸熱方向に平衡が移動する。すなわち Z が減少する反応が吸熱方向なので、Z が生成する正反応は発熱反応 ( $Q > 0$ ) である。

#### (3) ①

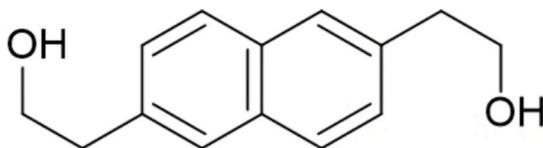
グラフより、温度一定の条件下では全圧が上がると気体 Z の割合が増加する。ルシャトリエの原理より加圧すると分子数が減少する方向に平衡が移動するので、Z が生成すると分子数が減少する。 $(a+b > c)$

### III

#### 問1

ヒドロキシ基を持つ化合物は金属ナトリウムと反応し、水素を発生させる。

#### 問2



本解答は一例であり、置換基の付け方は問わない。

#### 問3

沸点上昇度を  $\Delta t$ [K] とすると、

$$\Delta t = K \cdot \frac{\frac{w}{M}}{\frac{W}{1000}} \quad \text{より}, \quad M = \frac{1000Kw}{W\Delta t} \quad \text{と表せる。}$$

#### 問4 二量体を形成する

#### 問5

図より、イオン X<sub>1</sub><sup>+</sup>はスリットの左側に到達していることからこの円運動の半径はイオン X<sub>2</sub><sup>+</sup>半径よりも小さくなっていることがわかる。

#### 問6

<sup>79</sup>Br : <sup>81</sup>Br = 1 : 1 より、分子量 156 のブロモベンゼンと分子量 158 のブロモベンゼンの強度は 1 : 1

## 問 7

2つの<sup>79</sup>Brが結合したジブロモベンゼン, <sup>79</sup>Brと<sup>81</sup>Brが1つずつ結合したジブロモベンゼン, 2つの<sup>81</sup>Brが結合したジブロモベンゼンの存在比は, 1:2:1となるため, 強度も1:2:1である。

## IV

### 問 1

ア エステル イ 高 ウ 飽和 エ 不飽和 オ 高  
カ 疎 キ 親 ク 弱 ケ 強 コ 弱塩基

オ 脂肪酸に人工的にH<sub>2</sub>を付加することに硬化させたものを硬化油という。マーガリンやローソクに用いられている。

### 問 4

反応したヨウ素の物質量が, トリグリセリド中に含まれる炭素間二重結合の個数に等しいためA, B, Cに含まれる炭素間二重結合の個数はそれぞれ1個, 3個, 5個である。また不斉炭素原子を持たないという情報から, トリグリセリドは全て対称構造であるとわかる。ステアリン酸, オレイン酸, リノール酸のそれぞれの炭素間二重結合の個数が0個, 1個, 2個であることを考慮して, それぞれに含まれる脂肪酸は以下の通りとわかる。

A : ステアリン酸×2, オレイン酸×1

B : オレイン酸×3

C : オレイン酸×1, リノール酸×2

またそれぞれのトリグリセリドの分子量は, ステアリン酸3つとグリセリンからなる油脂の分子量が890であることを覚えておけば, 炭素間二重結合1個あたり分子量が2小さくなるという要領で計算できる。つまりそれぞれの分子量は

$$A \quad 890 - 2 \times 1 = 888 \quad B \quad 890 - 2 \times 3 = 884 \quad C \quad 890 - 2 \times 5 = 880$$

と計算できる。

### 問 5

トリグリセリドBの1mol中に炭素間二重結合は3mol含まれているため, 水素は3mol消費される。よって $22.4 \times 3 = 67.2$ と計算できる。

### 問 6

トリグリセリドAの分子量は888であるから、基準値の単位がdLであることに注意して被験者の血液中のトリグリセリド濃度は

$$888 \times 10^3 \times 1.0 \times 10^{-3} \times \frac{100}{1000} = 88.8$$

より88.8(mg/dL)と求められるため、基準値と比較して、高トリグリセリド血症ではないと言える。

お問い合わせは☎0120-302-872

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