



2024 年度 杏林大学

【 解 答 】

- I 問1 ①, ③
 問2 (a) ⑥, ⑦ (b) ①, ②, ④
 問3 (1) 09 (2) 04 (3) 02
 問4 (A) ⑤ (B) ②, ⑨
 問5 (a) ① (b) ③ (c) ④ (d) ②

- II 問1 ①
 問2 ①, ②, ⑦
 問3 $C_{06}H_{12}O_{06}$
 問4 ⑤

- III 問1 ②
 問2 $K_P = 1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$
 問3 11 %
 問4 ①, ③, ④

- IV 問1 ②
 問2 ⑦
 問3 ②
 問4 ③
 問5 ③
 問6 ① $5.0 \times 10^{+0} \text{ mL}$
 問7 ③

【 解 答 】 空所ごとで記した場合

- I ア ①, ③
 イ ⑥, ⑦ ウ ①, ②, ④
 エ 0 オ 9 カ 0 キ 4 ク 0 ケ 2
 コ ⑤ サ ②, ⑨
 シ ① ス ③ セ ④ ソ ②

- II ア ①
 イ ①, ②, ⑦
 ウ 0 エ 6 オ 1 カ 2 キ 0 ク 6
 ケ ⑤

- III ア ②
 イ 1 ウ 5 エ 4
 オ 1 カ 1
 キ ①, ③, ④

- IV ア ②
 イ ⑦
 ウ ②
 エ ③
 オ ③
 カ ① キ 5 ク 0 ケ + コ 0
 キ ③

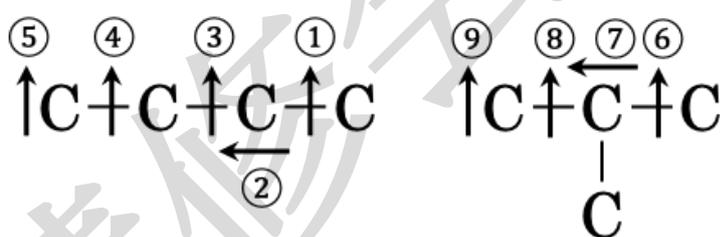
【 解 説 】

I

- 問1 ① 常温常圧でのハロゲンの単体は、 F_2 (気体)、 Cl_2 (気体)、 Br_2 (液体)、 I_2 (固体) であるから、融点は $F_2 < Cl_2 < Br_2 < I_2$ となる。〔正〕
- ② 単体の酸化力は $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ でなる。〔誤〕
- ③ ハロゲンの単体と水素との反応は酸化還元で反応であるから、単体の酸化力の強さを考える。(②解説) 〔正〕
- ④ ハロゲン化水素では、フッ化水素 (HF) が弱酸性である。〔誤〕
- ⑤ ハロゲン化銀では AgF は水に溶けやすく、他のハロゲン化銀は水に溶けにくい。〔誤〕

- 問2 (a) 『水溶液が酸性を示す酸化物』は酸性酸化物である。酸性酸化物の選び方は『非金属の酸化物で一酸化物を除く』と覚えておくと良い。
- (b) イオン結合からなる酸化物は『金属元素と非金属元素で構成される物質』である (NH_4Cl などの非金属元素どうしで構成される物質もある)。

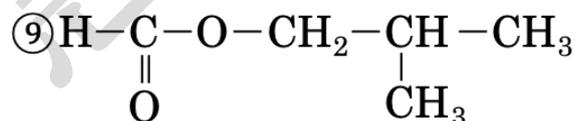
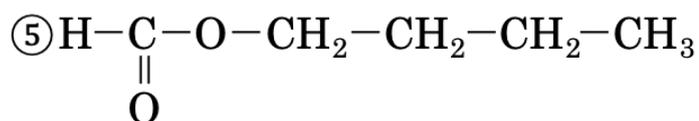
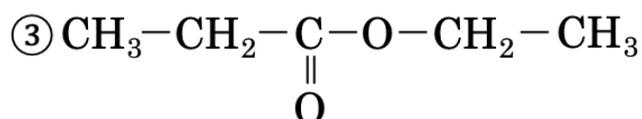
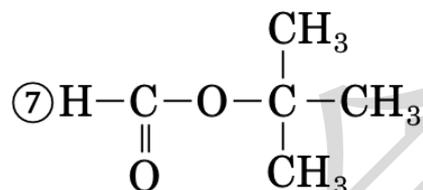
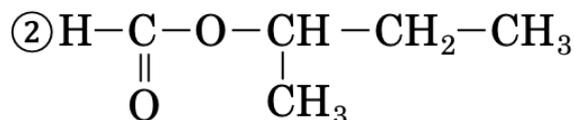
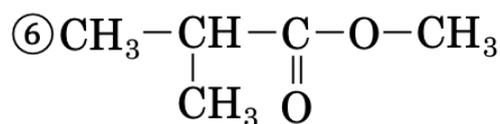
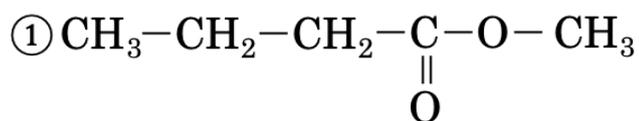
問3 分子式が $C_5H_{10}O$ で表される有機化合物は多くの構造異性体が考えられるが、本問では『エステル』であるので、 C_4 のアルカンの骨格にエステル結合を導入すると、以下のように配置が可能である。



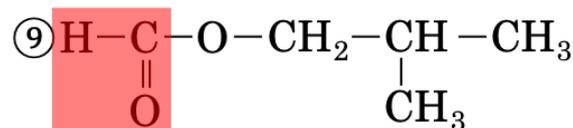
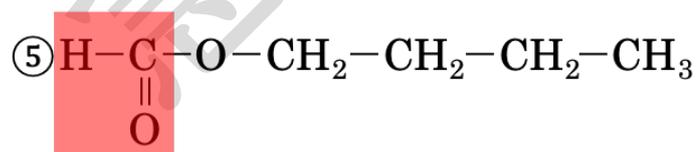
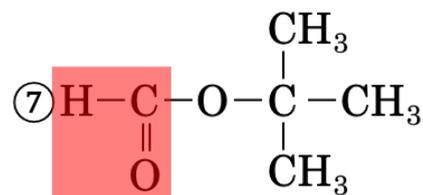
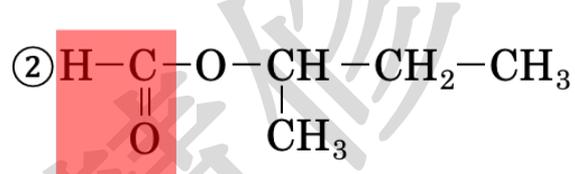
カルボキシ基にはしてはいけ
ないの
で、このエステル結合の右側
に水素
原子があってははいけません。

このエステルの構造異性体は①～⑨で表す9種類である。(問3(1))

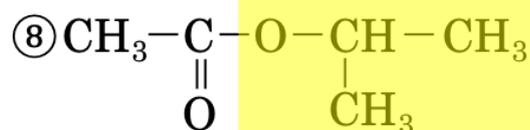
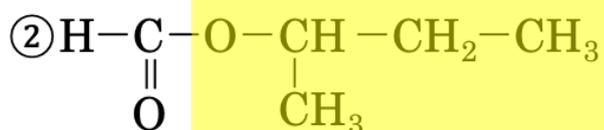
これらの①～⑨について以下の構造を記すことができる。



これらのエステルを加水分解して得られる銀鏡反応を起こすカルボン酸はギ酸であるので、ギ酸の構造からなるエステルは②，⑤，⑦，⑨である。(問3(2))



これらのエステルを加水分解して得られるアルコールを酸化してケトンとなるものは、第二級アルコールである。その構造からなるエステルは②，⑧である。(問3(3))



問4 (A) ナイロン6 (6-ナイロン) の原料は『 ϵ -カプロラクタム』である。

(B) ナイロン66 (6,6-ナイロン) の原料は『アジピン酸』と『ヘキサメチレンジアミン』である。

※ 合成高分子化合物では、『各合成高分子の原料』、『性質』、『用途』などしっかり確認しておきましょう。

問5 (a) 黄リンは空気中で自然発火するため水中で保存する。〔①〕

(b) 濃硝酸は熱や光によって分解する ($4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$) ので、褐色のガラスびんに保存する。〔③〕

(c) フッ化水素酸は二酸化ケイ素 (ガラスの主成分) を溶かす ($\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$) ため、ポリエチレン製のびんに保存する。〔④〕

(d) アルカリ金属の単体は大気中の水蒸気と反応してしまうため石油中で保存する。〔②〕

II

問1 金属イオン M^{n+} が還元される反応は、 $\text{M}^{n+} + n\text{e}^- \rightarrow \text{M}$ となる。

Q (C) の電気量で w (g) の金属 M が析出したので、この金属 M の原子量を m とすると、

$$\frac{w}{m} \times n \times F = Q \text{ と表せるので、 } m = \frac{nwF}{Q} \quad \text{〔①〕}$$

問2 酸化還元反応の判断は、反応式中の物質を構成する各原子の酸化数を数えれば良い。

問3 化合物 1.50g を用いて 51.5g の水溶液をつくったことから、

水の質量は $51.5 - 1.50 = 50.0$ g である。この化合物の分子量を M とすると、

$$0.308 = 1.85 \times \frac{1.50}{M} \times \frac{1}{50.0 \times 10^{-3}} \quad \therefore M = 180.1 \doteq 180$$

組成式 CH_2O の式量が 30.0 であるから、分子式は $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ となる。

問4 それぞれの変化に注目する。A \rightarrow B : 温度一定, B \rightarrow C : 体積一定で圧力増大, C \rightarrow D : 温度一定, D \rightarrow A : 圧力一定で体積が 1/3 となり絶対温度が 300K から 100K となる。このときの変化の様子とグラフを当てはめればよい。

III

問1 操作1では、容積を1.0Lとして、平衡時の混合気体の全圧が $9.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ となるので、混合気体の総物質質量 $n \text{ mol}$ は、

$$9.0 \times 10^4 \times 1.0 = n \times 8.31 \times 10^3 \times (27 + 273) \quad \therefore n = 0.03610 \text{ mol}$$

最初に用意した N_2O_4 0.030 mol のうち $x \text{ mol}$ が NO_2 になったとすると、

	N_2O_4	\rightleftharpoons	2NO_2	合計	(単位 : mol)
反応前	0.030		0	0.030	
反応後	$-x$		$+2x$	$+x$	
平衡時	$0.030 - x$		$2x$	$0.030 + x$	

よって、 $0.030 + x = 0.03610 \quad \therefore x = 0.00610 \text{ mol}$

$$\text{N}_2\text{O}_4 \text{ の解離度は } \frac{0.00610}{0.030} \times 100 = 20.3 \div 20 \%$$

問2 有効数字を考慮して、途中計算を一桁多く取って計算した場合は、以下の解法となる。

平衡時の混合気体中の N_2O_4 、 NO_2 の分圧は、

$$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = 9.0 \times 10^4 \times \frac{0.0239}{0.0361} \text{ Pa} \quad P_{\text{NO}_2} = 9.0 \times 10^4 \times \frac{0.0122}{0.0361} \text{ Pa}$$

$$K_P = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} \text{ に代入して, } K_P = 9.0 \times 10^4 \times \frac{0.0122^2}{0.0239 \times 0.0361} = 1.55 \times 10^4 \div 1.6 \times 10^4 \text{ Pa}$$

この場合、問3での計算が複雑になるため、問2の解離度20%を用いて計算を進めると、以下の解法となる。

問1より N_2O_4 の解離度20%であるから、平衡時の混合気体中の N_2O_4 、 NO_2 の物質量は

$$n_{\text{N}_2\text{O}_4} = 0.030 - 0.030 \times \frac{20}{100} = 0.024 \text{ mol} \quad n_{\text{NO}_2} = 0.030 \times \frac{20}{100} \times 2 = 0.012 \text{ mol}$$

混合気体中のそれぞれのモル分率は N_2O_4 の $\frac{2}{3}$ 、 NO_2 の $\frac{1}{3}$ であるから、それぞれの分圧は、

$$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = 9.0 \times 10^4 \times \frac{2}{3} \text{ Pa} \quad P_{\text{NO}_2} = 9.0 \times 10^4 \times \frac{1}{3} \text{ Pa}$$

$$K_P = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} \text{ に代入して, } K_P = 9.0 \times 10^4 \times \frac{1^2}{3 \times 2} = 1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$$

問3 新たに反応した N_2O_4 を $y \text{ mol}$ とすると、平衡時におけるそれぞれのモル分率は、

$$\text{N}_2\text{O}_4 \quad \frac{0.030 - y}{0.030 + y} \quad \text{NO}_2 \quad \frac{2y}{0.030 + y}$$

$$K_P = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} \text{ に代入して, } K_P = 3.0 \times 10^5 \times \frac{4y^2}{(0.030 + y)(0.030 - y)} = 1.5 \times 10^4 \text{ Pa} \quad \therefore y = \frac{0.030}{9} \text{ mol}$$

この時の解離度は $\frac{0.030}{0.030} \times 100 = 11.1 \div 11\%$

※ 有効数字 2 桁であれば、途中計算は 3 桁で進めるべきであるが、問 1 の解離度を 20% で計算を進めることで、問 3 は計算し易くなっていることは、出題者の配慮と考えて良いだろう。

問 4 N_2O_4 の解離反応が吸熱反応であることから、平衡を右に移動させるためには温度を上昇させるべきである。また、容積を増加させることで N_2O_4 と NO_2 の分圧が低下するため、気体粒子が増大する右に平衡移動が起こる。全圧を一定にして不活性気体を加えると、容積が増大し、 N_2O_4 と NO_2 の分圧が低下する。そのため、気体粒子が増大する右に平衡移動が起こる。

IV

問 3 スチレンと *p*-ジビニルベンゼンは、ともにビニル基をもち付加重合する。

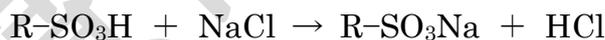
※ 付加重合と縮合重合については、次のような違いがある。

・付加重合 … 二重結合、三重結合、または環重合が適当な条件で開き、付加反応を起こして重合体を作る重合反応を付加重合という。1 種類の単量体しか関与しないものが多い。

(注) 2 種類以上の単量体が付加重合する反応を共重合といい、生成する高分子を共重合体という。

・縮合重合 (縮重合) … 2 個の分子から H_2O や HCl などの簡単な分子を放出し、エステル結合やアミド結合などを形成して結合することを縮合といい、縮合によって多数の分子が結合して重合体を作る重合反応を縮合重合 (縮重合) という。

問 4 流出液 D は塩化ナトリウム水溶液を陽イオン交換樹脂でイオン交換したもののなので、次の反応が起こっている。



つまり、流出液は塩酸となっているため、BTB 溶液は黄色を示す。

※ BTB 溶液の色の変化は、酸性で黄色、中性で緑色、塩基性で青色である。

問 5 流出液 D に硝酸銀水溶液を加えたとき、 $\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{HNO}_3$ が起こる。ここで生成する AgCl は白色の沈澱である。

問6 流出液 D は、 0.10 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 10 mL をイオン交換した際に、イオン交換樹脂を純水で完全に洗った 100 mL の溶液である。つまり、流出液 D は 0.010 mol/L の塩酸であることがわかる。

この中和反応で用いるのは水酸化ナトリウム水溶液 ($\boxed{\text{カ}}$) で、中和点までに加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積 $V \text{ mL}$ は、

$$0.010 \times 50 \times 10^{-3} \times 1 = 0.10 \times V \times 10^{-3} \times 1 \quad \therefore V = 5.0 \text{ mL}$$

【 講 評 】

前年度の入試に比べて大問が1つ増えたが、設問数は大差がない。また、現行の課程が最後のためか、前年度に比べて計算問題が少ない印象がある。どの問題も教科書傍用問題集の基礎から標準のレベルと考えて良い。解答にも記したが、大問3の問1～問3の計算については、計算過程を考へることなく、解答した値を用いることで計算しやすくしているであろうことは、大学側(出題者)の配慮といえよう。前年度よりも易化したと考えてよいだろう。

また、日頃の演習をしっかりとできていれば、この化学での失点は少ないはずである。基本の見直しを忘れないようにすべきである。