

試験日 : 2025年2月22日(土)

入試種別 : 2025年度 大学院(修士課程) 入学試験問題

学部・研究科 : 先端理工学研究科 応用化学コース

科目名 : 専門

解答又は解答例

問題 1

I

(1)

- (a) 閃亜鉛鋅型
- (b) β -SiC
- (c) ウルツ鋅型
- (d) AlN
- (e) 4
- (f) 4

(2)

- (a) 12.5
- (b) 50
- (c) 4
- (d) 6
- (e) F
- (f) 3
- (g) m

II

置換型固溶体の場合、B原子が、A原子の固有位置を不規則に置換している。AとBの原子半径が、ほぼ等しく、かつ結晶構造も同じ場合、2種類の元素は、任意の割

合で固溶する。

侵入型固溶体の場合、原子半径の小さいB原子（水素（H）、炭素（C）、窒素（N）など）が金属結晶格子の原子間の隙間に侵入するものである。多くの場合は、4面体サイトではなく、8面体サイトに侵入する。

問題 2

問 (a) 水と混和しない物質と、水蒸気との蒸気圧の和が大気圧と一致したときに、沸騰が起こり、水と混和しない物質を取り出すことができる。

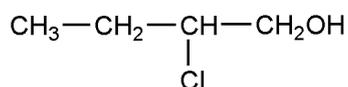
問 (b) 分子量は 93.0、物質は与えられた原子量の範囲で考えるとアニリンであると言える。

問題 3

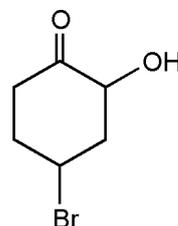
I

(1)

(a)



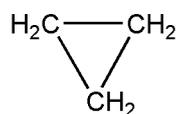
(b)



(2)

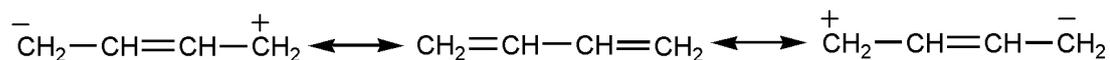


プロペン（プロピレン）



シクロプロパン

(3)

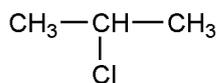


II

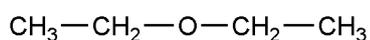
プロピオン酸はカルボキシル基をもち分子間に強い水素結合を形成できるため、分子同士の引力が比較的大きく、沸点が高くなる。一方、酢酸メチルはこうした水素結合を形成せず、分子間力が弱いため沸点が低い。

III

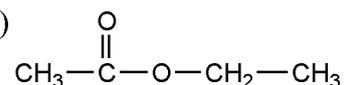
(a)



(b)

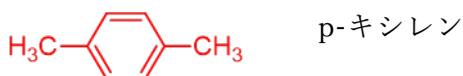


(c)



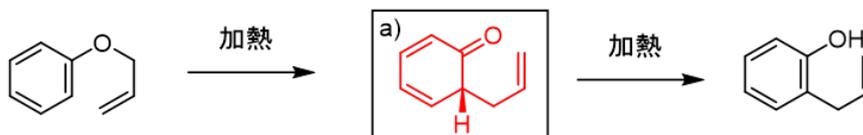
問題 4

I

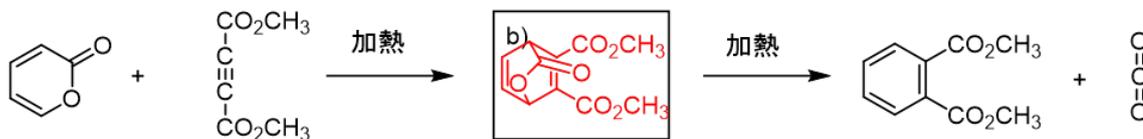


II

(1)



(2)



III 蛍光は励起一重項状態からの発光であり、りん光は励起三重項状態からの発光である。蛍光では、スピンの向きを変えずに失活できるが、りん光ではスピンの向きを変えないと基底状態に戻れない。そのため、蛍光寿命が 10^{-9} 秒程度（ナノ秒から10ナノ秒程度）であるのに対し、りん光の発光寿命はミリ秒から数時間あります。また、三重項状態は一重項状態よりエネルギーが低いのでりん光発光は、蛍光よりも長波長側で観測されます。

問題 5

I

$$\text{【1】} \quad \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{【2】} \quad \frac{3}{2}k_bT$$

$$\text{【3】} \quad \sqrt{\frac{3k_bT}{m}} \left(\sqrt{\frac{3RT}{M}} \right)$$

II

$$\begin{aligned} \text{(1)} \quad W &= -P_{\text{ex}} \times \Delta V = - (50.0 \times 10^3) \times (5.15 \times 10^{-3}) \\ &= -258 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\text{(2)} \quad W = -nRT \log_e(V_f/V_i) = -0.2 \times 8.3 \times 310 \times 0.69 = -355 \text{ J}$$

III

$$\begin{aligned} \text{(1)} \quad \Delta_r H^\ominus &= \sum \nu \Delta_f H^\ominus(\text{products}) - \sum \nu \Delta_f H^\ominus(\text{reactants}) \\ &= \{2 \times (-46) + 3/2 \times 0\} - \{0 + 3 \times (-290)\} = +778 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(2)} \quad \Delta_r S^\ominus &= \sum \nu S^\ominus(\text{products}) - \sum \nu S^\ominus(\text{reactants}) \\ &= \{2 \times 190 + 3/2 \times 210\} - \{190 + 3 \times (70)\} = 295 \text{ J/K} \end{aligned}$$

(3) 等温定圧過程なので、

$$\Delta_r G = \Delta_r H - T\Delta_r S = 778 \times 10^3 - (25 + 273) \times 295 = +6.9 \times 10^5 \text{ J}$$

$\Delta_r G > 0$ であるため、この反応は大気圧下、25 °C において自発的に進行しないと判定できる。

問題 6

I

(1) $A = -\log T$

(2) 透過率 T が 10.0% のときの吸光度 A は、

$$A = -\log 0.1 = 1$$

Lambert-Beer の法則より

$$I = 1.00 \times 10^4 \times c \times l \quad c = \underline{1.00 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}}$$

II

$$K_a \times K_b = K_w$$

K_w は水の解離定数であり、25°C のとき $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/dm}^3)^2$

$$K_b = K_w / K_a$$

$$K_b = 1.0 \times 10^{-14} / 2.0 \times 10^{-5} = \underline{5.0 \times 10^{-8}}$$

III

(1)

溶解平衡の反応式 $\text{Ca(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$

溶解度積 $K_{\text{SP}} = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2$

電気的中性の関係式 $2[\text{Ca}^{2+}] = [\text{OH}^-]$

(2)

溶解度を $S \text{ mol dm}^{-3}$ と仮定すると、飽和水溶液中では $[\text{Ca}^{2+}]$ は $S [\text{mol/L}]$ 、
 $[\text{OH}^-]$ は $2S [\text{mol/L}]$

$$K_{\text{sp}} = S \times (2S)^2 = 4S^3 \quad 5.0 \times 10^{-7} = 4S^3 \quad S^3 = 5.0 \times 10^{-7} / 4 = 1.25 \times 10^{-6} \quad S = 5.0 \times 10^{-3}$$

したがって、 Ca(OH)_2 の溶解度は $\underline{5 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}}$

(3)

$$[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2 = \underline{12}$$