

# 令和7年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答例

技術検定実施日 令和7年5月25日

- ・ 学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・ 計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・ 電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

学識 問1

(1)

混合気体の温度が  $40.00^{\circ}\text{C}$  のときの圧力  $p$  は、

$$\frac{100.0 \text{ kPa}}{(5.00 + 273.15) \text{ K}} = \frac{p}{(40.00 + 273.15) \text{ K}}$$

$$p = 112.58 \div 112.6 \text{ kPa}$$

ヘリウム物質の質量  $n_{\text{He}}$  および窒素物質の質量  $n_{\text{N}_2}$  は、

$$100.0 \times 10^3 \text{ Pa} \times 8.00 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = n_{\text{mix}} \times 8.31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (5.00 + 273.15) \text{ K}$$

$$n_{\text{mix}} = 0.3461 \div 0.346 \text{ mol}$$

$$m_{\text{He}} : m_{\text{N}_2} = 1.00 : 4.00$$

$$n_{\text{He}} : n_{\text{N}_2} = 1.00 / 4.00 : 4.00 / 28.0 = 7 : 4$$

$$n_{\text{He}} = 0.346 \times 7 / (7 + 4) = 0.2201 \div 0.220 \text{ mol}$$

$$n_{\text{N}_2} = 0.346 \times 4 / (7 + 4) = 0.1258 \div 0.126 \text{ mol}$$

(2)

ア :  $1/2$ 、イ : 3、ウ :  $3/2$ 、エ : 5、オ :  $5/2$

単原子分子は併進の自由度 3 のみ。

2 原子分子は併進の自由度 3 に加え回転の自由度 2 なので自由度は 5 となる。

(3)

ヘリウムと窒素の定容モル熱容量を計算し、混合気体の定容モル熱容量を求める。

$$C_{\text{m},V,\text{He}} = \frac{3}{2} \times 8.31 = 12.47 \div 12.5 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$$

$$C_{\text{m},V,\text{N}_2} = \frac{5}{2} \times 8.31 = 20.78 \div 20.8 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$$

$$C_{\text{m},V,\text{mix}} = 12.5 \times 7 / (7 + 4) + 20.8 \times 4 / (7 + 4) = 15.49 \div 15.5 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$$

必要な熱量を計算すると、

$$Q = 0.346 \text{ mol} \times 15.5 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (40.00 - 5.00) \text{ K} = 187.7 \div 188 \text{ J}$$

# 令和7年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答例

技術検定実施日 令和7年5月25日

- ・学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

学識 問2

(1)

過程(i)は等温変化なので、等温膨張で吸収する熱量は外部にした仕事と等しい。

$$Q_1 = W_{AB} = \int_{V_A}^{V_B} p dV, \quad pV = \text{一定、理想気体の状態方程式から}$$

$$Q_1 = \int_{V_A}^{V_B} \frac{nRT_A}{V} dV = nRT_A \ln \frac{V_B}{V_A} = nRT_A \ln \frac{p_A}{p_B}$$

$n = 1.00 \text{ mol}$ 、 $R = 8.31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$  より、

$$Q_1 = 1.00 \times 8.31 \times 300 \times \ln \frac{1.00}{0.200} = 8.31 \times 300 \times 1.61 = 4.013 \times 10^3 \div 4.01 \text{ kJ} \cdots (\text{答})$$

(2)

状態Dにおける体積 $V_D$ は、 $pV^\gamma = \text{一定}$ より、 $p_D V_D^\gamma = p_A V_A^\gamma$ 、理想気体なので  
 $p_A V_A = RT_A$ 、 $p_D V_D = RT_D$ が成り立ち、

これらより、 $\frac{p_A}{p_D} = \frac{V_D T_A}{V_A T_D}$ となる。

これと $p_D V_D^\gamma = p_A V_A^\gamma$ から、 $\left(\frac{V_D}{V_A}\right)^\gamma = \frac{p_A}{p_D} = \frac{V_D T_A}{V_A T_D}$ の関係が得られる。

$$\text{したがって } V_D^{\gamma-1} = V_A^{\gamma-1} \frac{T_A}{T_D}$$

$$\text{すなわち } V_D = V_A \left(\frac{T_A}{T_D}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$$

となる。状態Aについて、理想気体の状態方程式より、

$$V_A = \frac{nRT_A}{p_A} = \frac{1.00 \times 8.31 \times 300}{1.00 \times 10^6} = 2.493 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \div 2.49 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

これと、 $T_D = T_C$ から、

$$V_D = 2.49 \times 10^{-3} \times \left(\frac{300}{400}\right)^{\frac{1}{1.4-1}} = 2.49 \times 10^{-3} \times \left(\frac{300}{400}\right)^{2.5} = 2.49 \times 10^{-3} \times \frac{1.56 \times 10^6}{3.20 \times 10^6}$$

よって、 $V_D = 1.21 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \cdots (\text{答})$

(3)

この可逆サイクルにおいて、 $T_H = T_C$ 、 $T_L = T_A$ なので、成績係数は、

$$\varepsilon = \frac{T_L}{T_H - T_L} = \frac{T_A}{T_C - T_A} = \frac{300}{400 - 300} = 3.00 \cdots (\text{答})$$

# 令和7年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答例

技術検定実施日 令和7年5月25日

- ・ 学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・ 計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・ 電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

(4)

この可逆サイクルにおいて、外部から加えられた仕事  $W$  は  $Q_1$  および  $Q_2$  を用いて、  
 $W = Q_2 - Q_1$  と表される。

成績係数は吸収した熱量  $Q_1$  の仕事  $W$  に対する比であるので、

$$\varepsilon = \frac{Q_1}{W} = \frac{Q_1}{Q_2 - Q_1} \text{ と表せる。} \cdots (\text{答})$$

(1)より、 $Q_1 = 4.01 \text{ kJ}$  であり、

成績係数の式より  $Q_2 = \left(1 + \frac{1}{\varepsilon}\right) Q_1$  に代入して、

$$Q_2 = \left(1 + \frac{1}{3.00}\right) \times 4.01 = 5.347 \div 5.35 \text{ kJ} \quad \cdots (\text{答})$$

# 令和7年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答例

技術検定実施日 令和7年5月25日

- ・ 学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・ 計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・ 電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

学識 問3

(1)

反応速度定数を  $k$  とすると、

$$-\frac{d[\text{C}_6\text{H}_6]}{dt} = k [\text{C}_6\text{H}_6][\text{C}_2\text{H}_4]$$

もしくは

$$\frac{d[\text{C}_6\text{H}_6]}{dt} = -k [\text{C}_6\text{H}_6][\text{C}_2\text{H}_4]$$

(2)

$[\text{C}_6\text{H}_6] = [\text{C}_2\text{H}_4]$  なので速度式は、

$$\frac{d[\text{C}_6\text{H}_6]}{dt} = -k[\text{C}_6\text{H}_6]^2$$

となり、変数分離して解くと、

$$\frac{d[\text{C}_6\text{H}_6]}{[\text{C}_6\text{H}_6]^2} = -k dt$$

$$-\frac{1}{[\text{C}_6\text{H}_6]} + \text{constant} = -kt$$

$t = 0$  で、 $[\text{C}_6\text{H}_6] = [\text{C}_6\text{H}_6]_0$  より、

$$\frac{1}{[\text{C}_6\text{H}_6]} = kt + \frac{1}{[\text{C}_6\text{H}_6]_0}$$

(3)

$$\Delta H^\circ = 29.9 - (82.6 + 52.5) = -105.2 \text{ kJ/mol}$$

(4)

$$k = A \exp\left(-\frac{\Delta E}{RT}\right)$$

$$\ln k = \ln A - \frac{\Delta E}{RT}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \ln k_2 - \ln k_1 = -\frac{\Delta E}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln 2 = -\frac{\Delta E}{8.31} \left( \frac{1}{603} - \frac{1}{573} \right)$$

活性化エネルギー  $\Delta E$  は、 $\Delta E = 66.3 \text{ kJ/mol}$

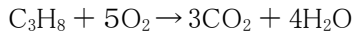
# 令和 7 年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答例

技術検定実施日 令和 7 年 5 月 2 5 日

- ・ 学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・ 計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・ 電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

学識 問 4

(1)



$$\Delta H_c^\circ = 3 \times (-394) + 4 \times (-242) - (-105) = -2045 \text{ kJ/mol}$$

したがって、燃焼熱は 2045 kJ/mol

$$2045 \text{ kJ/mol} \div 44 \text{ g/mol} \doteq 46.5 \text{ kJ/g} = 46.5 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$$

(2)

$$30 \times 10^3 \text{ kg} \times (46.5 \times 10^3 \text{ kJ/kg}) \times 0.063 \div (4.18 \times 10^3 \text{ kJ/kg}) \doteq 21 \times 10^3 \text{ kg}$$

(3)

$$\text{換算距離 } \lambda = R / \sqrt[3]{21 \times 10^3} = 110 / (10 \times \sqrt[3]{3} \times \sqrt[3]{7}) = 11 / (1.442 \times 1.913)$$

$$\doteq 4.0 \text{ m/kg}^{1/3}$$

図から読み取って、およそ  $6.0 \times 10^4 \text{ Pa} = 60 \text{ kPa}$

# 令和7年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答例

技術検定実施日 令和7年5月25日

- ・学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

学識 問5

(1)

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 工業的製造法の概要<br>(1つ) | <p>空気の液化分離</p> <p>酸素の沸点は<math>-183.0^{\circ}\text{C}</math>、窒素の沸点は<math>-195.8^{\circ}\text{C}</math>であるので、液体空気(沸点<math>-194.4^{\circ}\text{C}</math>)を精留すれば、窒素が精留塔の塔頂より、酸素が塔底より得られる。これは、原理的には通常2成分系の精留操作と同じである。</p>                                                      |
| 工業的製造法の概要<br>(1つ) | <p>PSA(Pressure Swing Adsorption)法による空気分離</p> <p>PSA法は、適当な固体吸着剤を用い、加圧下で吸着、次に減圧して脱着を行う吸着-再生サイクルを系の圧力を変化させて行うガス分離法である。</p> <p>酸素製造に用いる場合には、吸着剤として合成ゼオライトを用い、5kPa(ゲージ圧力)程度の低圧で窒素を吸着し、絶対圧力2kPa程度の減圧下で脱着を行うものが主流であるが、0.3~0.4MPa(ゲージ圧力)で吸着し、常圧で脱着するものもある。製品純度は90%~93%程度である。</p> |

(2)

|   |             |
|---|-------------|
| ① | 密度          |
| ② | 熱伝導率        |
| ③ | 約0.02       |
| ④ | 2:1         |
| ⑤ | 還元性         |
| ⑥ | 水素侵食        |
| ⑦ | ジュール-トムソン膨張 |
| ⑧ | 吸熱          |

(3)

|   | A群(ガス名) | B群(化学式)       |
|---|---------|---------------|
| イ | 二酸化炭素   | $\text{CO}_2$ |
| ロ | ホスフィン   | $\text{PH}_3$ |
| ハ | フッ化水素   | $\text{HF}$   |
| ニ | 三フッ化窒素  | $\text{NF}_3$ |

# 令和7年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答例

技術検定実施日 令和7年5月25日

- ・学識（記述式）の解答例を示したものです。
- ・計算問題の解答例は、計算過程でのポイントを示しています。
- ・電話、メール等での解答および採点に関する質問にはお答えできません。

学識 問6

(1)

圧縮係数  $z$  は実在気体の理想気体からの偏差を示す。圧縮係数  $z$  は次式で表され、理想気体については  $z = 1$  である。

$$z = \frac{pV_m}{RT}$$

圧縮係数  $z$  は、臨界圧縮係数  $z_c = p_c V_{m,c} / RT_c$  と対臨界値 ( $p_r$ ,  $V_r$ ,  $T_r$ ) により次式で表される。なお、 $p_c$  は臨界圧力、 $V_{m,c}$  は臨界モル体積、 $T_c$  は臨界温度を表す。

$$z = \frac{p_c p_r V_{m,c} V_r}{RT_c T_r} = \left( \frac{p_c V_{m,c}}{RT_c} \right) \times \left( \frac{p_r V_r}{T_r} \right) = z_c \left( \frac{p_r V_r}{T_r} \right)$$

測定された全物質の 90 % についての臨界圧縮係数  $z_c$  が 0.24~0.30 の範囲にあるので、この平均である 0.27 の値を用いて、一般化  $z$  線図が作られている。この図により、圧縮係数  $z$  が求められる。

(2)

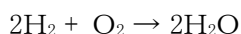
次の式で表せる飽和蒸気圧の温度変化と蒸発熱および蒸発に伴う体積変化の関係を表す式をクラウジウス・クラペイロンの式という。

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda_v}{T\Delta V}$$

ここで、 $p$  は飽和蒸気圧、 $T$  は温度、 $\lambda_v$  は温度  $T$  での蒸発熱、 $\Delta V$  は蒸発に伴う体積変化である。

(3)

例えば、水素ガスと酸素ガスの反応は、全体として、



のように表される。

このように反応全体の物質収支を表した式を総括化学反応式という。ただし、実際の気相の化学反応は総括反応が直接起こっているのではなく、種々のラジカル、原子、分子がかかわる多くの反応が同時に進行している。それらの個々の反応を素反応という。

総括化学反応式は、多くの素反応の総和としての収支を表す式であるということができる。

(4)

気体または液体の分子がある物質の表面に付着する現象を吸着といい、付着する気体または液体を吸着質、付着する相手の物質を吸着剤という。

ファン・デル・ワールス力、静電気力あるいは水素結合によって生じる吸着を物理吸着といい、化学変化によって生じる吸着を化学吸着という。