

# 令和6年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26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) 温度 25.0°Cにおける水の分圧は飽和水蒸気圧 3.17 kPa に等しいので、気相中の水（水蒸気）の物質  
量  $n_{W(g)}$  は、理想気体の状態方程式より、

$$\begin{aligned}n_{W(g)} &= \frac{3.17 \times 10^3 \times 1.50 \times 10^{-3}}{8.314 \times (273.15 + 25.0)} \\ &= 1.92 \times 10^{-3} \text{ mol}\end{aligned}$$

また、液相中の水の質量 2.00 kg を物質質量  $n_{W(l)}$  で表すと、

$$\begin{aligned}n_{W(l)} &= \frac{2.00 \times 10^3}{18.0} \\ &= 111 \text{ mol}\end{aligned}$$

- (2) 気体 A の分圧は 100 kPa - 3.17 kPa であるから、気相中の気体 A の物質質量  $n_{A(g)(25)}$  は、

$$\begin{aligned}n_{A(g)(25)} &= \frac{(100 - 3.17) \times 10^3 \times 1.50 \times 10^{-3}}{8.314 \times (273.15 + 25.0)} \\ &= 5.86 \times 10^{-2} \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\text{別解} \left[ \begin{array}{l} n_{A(g)(25)} = \frac{100 - 3.17}{3.17} \times 1.92 \times 10^{-3} \\ \quad \quad \quad = 5.86 \times 10^{-2} \text{ mol} \end{array} \right]$$

温度 25.0°Cにおける液相中の気体 A のモル分率を  $x_{A(25)}$  とすると、

$p_{(25)} = (100 - 3.17) \text{ kPa}$ 、 $H_{(25)} = 170 \text{ MPa}$  より、

$$\begin{aligned}x_{A(25)} &= \frac{p_{(25)}}{H_{(25)}} = \frac{(100 - 3.17) \times 10^3}{170 \times 10^6} \\ &= 5.70 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

- (1)より液相中の水の物質質量  $n_{W(l)} = 111 \text{ mol}$  であるから、液相中の気体 A の物質質量  $n_{A(l)}$  は、

$$\begin{aligned}n_{A(l)} &= \frac{x_{A(25)}}{1 - x_{A(25)}} \times n_{W(l)} = \frac{5.70 \times 10^{-4}}{1 - 5.70 \times 10^{-4}} \times 111 \\ &= 6.33 \times 10^{-2} \text{ mol}\end{aligned}$$

# 令和6年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26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。

(3) 容器内の気体 A の物質量  $n_A$  は、

$$n_A = n_{A(g)(25)} + n_{A(l)} = 5.86 \times 10^{-2} + 6.33 \times 10^{-2} = 12.19 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

温度  $50.0^\circ\text{C}$  における液相中の気体 A のモル分率を  $x_{A(50)}$  とすると、

$$p_{(50)} = (100 - 12.3) \text{ kPa}, H_{(50)} = 280 \text{ MPa} \text{ より、}$$

$$\begin{aligned} x_{A(50)} &= \frac{p_{(50)}}{H_{(50)}} = \frac{(100 - 12.3) \times 10^3}{280 \times 10^6} \\ &= 3.13 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

気体 A の溶解量が極めて少なく、また、蒸発による液体の水の体積変化が無視できるので、

$$n_{A(l)(50)} = x_{A(50)} \times n_{w(l)} = 3.13 \times 10^{-4} \times 111 = 3.47 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

したがって、温度  $50.0^\circ\text{C}$  における気相中の気体 A の物質量  $n_{A(g)(50)}$  は、

$$n_{A(g)(50)} = n_A - n_{A(l)(50)} = 12.19 \times 10^{-2} - 3.47 \times 10^{-2} = 8.72 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

よって、求める容器内の気相の体積を  $V_{(g)(50)}$  とすると、

$$\begin{aligned} V_{(g)(50)} &= \frac{8.72 \times 10^{-2} \times 8.314 \times (273.15 + 50.0)}{(100 - 12.3) \times 10^3} \\ &= 2.67 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 2.67 \text{ L} \end{aligned}$$

# 令和6年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26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

$$\begin{aligned}(1) \quad \Delta G - \Delta G^\circ &= 2(\mu_{\text{NH}_3(\text{g})} - \mu_{\text{NH}_3(\text{g})}^\circ) - (\mu_{\text{N}_2} - \mu_{\text{N}_2}^\circ) - 3(\mu_{\text{H}_2} - \mu_{\text{H}_2}^\circ) \\ &= 2RT \ln a_{\text{NH}_3(\text{g})} - RT \ln a_{\text{N}_2} - 3RT \ln a_{\text{H}_2} \\ &= RT \ln \frac{a_{\text{NH}_3(\text{g})}^2}{a_{\text{N}_2} a_{\text{H}_2}^3}\end{aligned}$$

したがって、

$$K_a = \frac{a_{\text{NH}_3(\text{g})}^2}{a_{\text{N}_2} a_{\text{H}_2}^3}$$

$$(2) \quad \text{平衡状態では、} \Delta G = 0 \text{ なので、} -\Delta G^\circ = RT \ln K_a$$

$$\begin{aligned}(3) \quad \Delta G^\circ &= 2 \times \Delta G_{\text{f}, \text{NH}_3(\text{g})}^\circ - \Delta G_{\text{f}, \text{N}_2}^\circ - 3 \times \Delta G_{\text{f}, \text{H}_2}^\circ = 2 \times (-16.4) - 0 - 3 \times 0 \\ &= -32.8 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(4) \quad K_a &= \frac{a_{\text{NH}_3(\text{g})}^2}{a_{\text{N}_2} a_{\text{H}_2}^3} = \frac{f_{\text{NH}_3(\text{g})}^2}{f_{\text{N}_2} f_{\text{H}_2}^3} f^{\circ(1+3-2)} \\ &= \frac{f_{\text{NH}_3(\text{g})}^2}{(1.009 \times 1.00 \text{ MPa}) \times (1.013 \times 2.00 \text{ MPa})^3} (0.1013 \text{ MPa})^2 = 0.1760 \\ f_{\text{NH}_3(\text{g})} &= \left\{ \frac{0.1760 \times (1.009 \times 1.00 \text{ MPa}) (1.013 \times 2.00 \text{ MPa})^3}{(0.1013 \text{ MPa})^2} \right\}^{1/2} = 12.0 \text{ MPa}\end{aligned}$$

# 令和6年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26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

$$(1) K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{I}_2][\text{H}_2]}$$

(2) 反応した  $\text{I}_2$  の物質量を  $a$  [mol] とする。

	$\text{I}_2$	$\text{H}_2$	HI
反応開始前[mol]	4	1	0
平衡時[mol]	$4-a$	$1-a$	$2a$

(1) の解答から、

$$4 = \frac{(2a)^2}{(4-a)(1-a)}$$

$$4(4-a)(1-a) = 4a^2$$

$$16 - 20a + 4a^2 = 4a^2$$

$$a = \frac{16}{20} = 0.8$$

したがって、 $X = 4 - 0.8 = 3.2$ 、 $Y = 1 - 0.8 = 0.2$ 、 $Z = 2 \times 0.8 = 1.6$

(3) 与式から、

$$\ln \frac{K_{p,673}}{K_{p,615}} = -\frac{\Delta H^\circ}{R} \left( \frac{1}{673} - \frac{1}{615} \right)$$

変形して、

$$\Delta H^\circ = -8.31 \times \left( \frac{1}{673} - \frac{1}{615} \right)^{-1} \times \ln 0.8 = -8.31 \times \left( \frac{1}{673} - \frac{1}{615} \right)^{-1} \times (\ln 8 - \ln 10)$$

$$= -8.31 \times (-7136) \times (3 \ln 2 - \ln 2 - \ln 5) = -8.31 \times (-7136) \times (-0.224)$$

$$= -1.33 \times 10^4 \text{ J/mol}$$

$$= -13.3 \text{ kJ/mol}$$

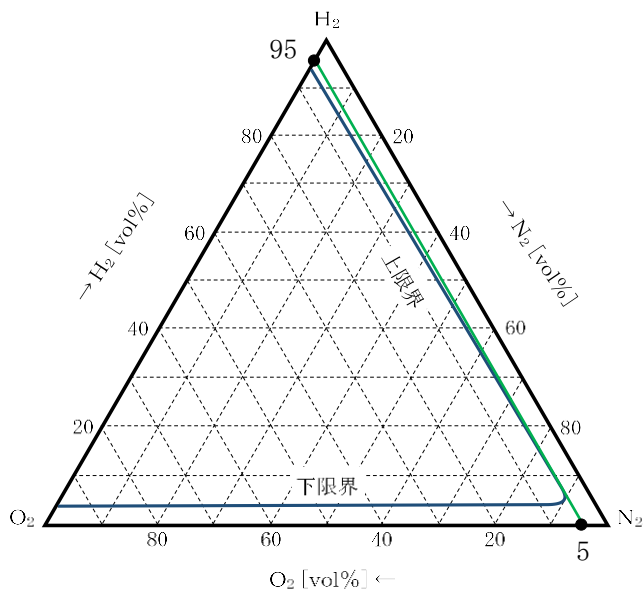
# 令和6年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26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

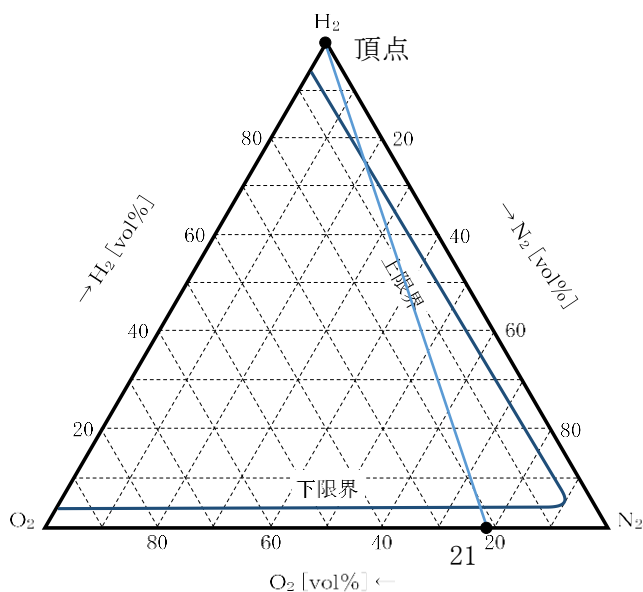
(1)



(読み取り方)

線分  $H_2-N_2$  に平行な直線を爆発上限界と接するまで平行移動させ、その直線と線分  $O_2-N_2$  との交点が、窒素で希釈した場合の水素の限界酸素濃度であり、約 5 vol% である。

(2)



(読み取り方)

頂点  $H_2$  ( $H_2$  100 vol%) と、線分  $O_2-N_2$  上の  $O_2$  21 vol% の点を結ぶ直線を引く。

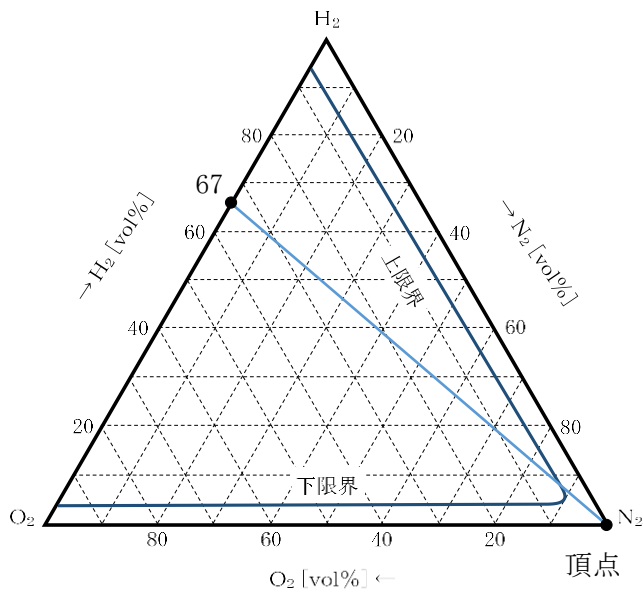
引いた直線と上限界、下限界それぞれの交点の水素濃度を読み取り、上限界は約 75 vol%、下限界は約 4 vol% である。

# 令和6年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26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。

(3)



(読み取り方)

頂点 N<sub>2</sub> (N<sub>2</sub> 100 vol%) と線分 H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> 上の H<sub>2</sub> 約 67 vol% (H<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> = 2:1、化学量論比) の点を結ぶ直線を引く。

爆発限界の線と交わる点の N<sub>2</sub> 濃度を読み取ると約 85 ~ 90 vol% である。

# 令和6年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26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)

化学的性質 (2つ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エーテル臭(高濃度では刺激臭)のある無色の可燃性ガスかつ毒性ガスである。</li> <li>・温度10℃以下の低温では液体になる。</li> <li>・水、アルコール、エーテルおよび大部分の有機溶剤にすべての割合で溶解する。</li> <li>・常温大気圧下の空気中の爆発範囲は3.0～100 vol%である。</li> <li>・常温大気圧の酸化エチレンは空気が存在しなくても電気火花、静電気放電、火炎などによって爆発を起こす分解爆発性がある。</li> <li>・極めて反応性に富み、水、アルコール、酸、アミンなどとよく反応し、多くの誘導体を生成する。</li> </ul>
主な用途 (1つ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エチレングリコールの製造用原料</li> <li>・エタノールアミン、ポリエチレングリコール類、グリコールエーテルの合成原料</li> </ul>
工業的製造法の概要 (1つ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エチレンを空気または酸素により直接酸化することによって製造できるが、普通は酸素を用いる。アルミナ担体に銀を担持させた触媒を用いて圧力1～3 MPa、温度200～300℃で反応させる。</li> </ul> $\text{C}_2\text{H}_4 + 1/2 \text{O}_2 = \text{H}_2\text{C} - \underset{\text{O}}{\text{CH}_2} + 105 \text{ kJ}$

(2)

	ガス名(A群)	化学式(B群)
イ	フッ素	F <sub>2</sub>
ロ	ヘリウム	He
ハ	亜酸化窒素	N <sub>2</sub> O
ニ	ホスゲン	COCl <sub>2</sub>
ホ	アルシン	AsH <sub>3</sub>

# 令和6年度 甲種化学講習に係る技術検定の解答のポイント

技術検定実施日 令和6年5月26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 ※4問解答してはならない。

- (1) 1 mol の物質の温度を 1 K だけ上昇させるのに必要な熱量をモル熱容量という。理想気体に対して、その定圧モル熱容量  $C_{m,p}$  と定容モル熱容量  $C_{m,v}$  の間に成り立つ次の関係をマイヤーの関係という。

$$C_{m,p} - C_{m,v} = R$$

ここで、 $R$  は気体定数である。

- (2) 蒸気爆発は、加圧下で加熱された状態の液体が、容器が破れたりして急激に圧力が開放されると瞬時に沸騰して起こる爆発である。蒸気爆発は物理的な爆発である。  
蒸気雲爆発は、空気中に可燃性の液体の蒸気およびミストなどが白雲状に広がった状態で発火して起こる爆発である。蒸気雲爆発は化学的な爆発である。
- (3) 生成する水が気体（水蒸気）である場合の燃焼熱を、真発熱量あるいは低位発熱量という。これに対して、生成する水が液体である場合の燃焼熱を、総発熱量あるいは高位発熱量という。総発熱量と真発熱量の差は燃焼により生成した水蒸気の凝縮熱と等しい。
- (4) 非多孔質膜は孔の開いていない膜であり、気体は膜の表面から中に溶解し、膜の中を移動（拡散）して反対側の表面から脱溶解することによって透過する。混合気体は、各成分気体の膜素材に対する溶解度や拡散のしやすさの違いにより分離される。