

専門科目解答用紙

受験番号		氏名	
------	--	----	--

選択は○、非選択は×を記入すること	化学工学基礎	得点	

1.

1)  $7011^{\circ} = 1 \text{ kg/h}$ ,  $\frac{1000 \text{ g}}{\text{h}} \left| \frac{\text{mol}}{44.01 \text{ g}} \right. = 22.68 \text{ mol/h}$

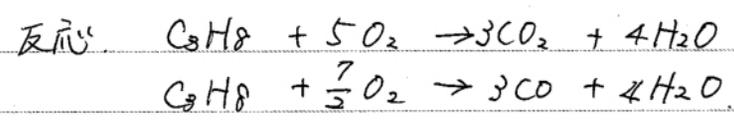
完全燃焼反応式



$\text{C}_3\text{H}_8$  (mol当り), 理論空分量 =  $5 \text{ mol} \times \frac{100}{21} = 23.81 \text{ mol/mol-C}_3\text{H}_8$

よって,  $22.68 \text{ mol/h} \times 23.81 \times (0.79 \times 28.01 + 0.21 \times 32.00) \text{ g/mol} = 15574.9 \text{ g/h}$   
 $= 15.57 \text{ kg/h}$

2) 供給空分量:  $22.68 \text{ mol/h} \times 23.81 \times 1.3 = 701.87 \text{ mol/h}$



In	mol/h	out	mol/h	成分組成 (mol%)
N <sub>2</sub>	554.48	N <sub>2</sub>	554.48	84.02
O <sub>2</sub>	147.39	O <sub>2</sub>	$147.39 - (22.68 \times 0.9 \times 5 + 22.68 \times 0.1 \times \frac{7}{2}) = 37.41$	5.67
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	22.68	CO <sub>2</sub>	$22.68 \times 0.9 \times 3 = 61.22$	9.28
		CO	$22.68 \times 0.1 \times 3 = 6.80$	1.03
		(H <sub>2</sub> O)	$22.68 \times 4 = 90.70$	—
Total			659.91	100

3) 過剰空率  $\epsilon$  大きく可なり //

4)  $\Delta H_{\text{Air}} + \Delta H_{\text{C}_3\text{H}_8} = \Delta H_{\text{EX}} + Q$     5)  
 $Q = \Delta H_{\text{Air}} + \Delta H_{\text{C}_3\text{H}_8} - \Delta H_{\text{EX}}$  //

5) 水 (molあたりに対して)  $Q = L_{v298} + \int_{298}^{500} C_{p\text{H}_2\text{O}(g)} dT = 51.0 \text{ kJ/mol}$   
 水 (kgあたりに対して)  $(51.0 \text{ kJ/mol}) \left( \frac{1000 \text{ g}}{18.02 \text{ g/mol}} \right) = 2.83 \times 10^3 \text{ kJ}$   
 $= 2.83 \text{ MJ}$  //

# 専門科目解答用紙

受験番号		氏名	
------	--	----	--

選択は○、非選択は×を記入すること	化学熱力学	得点	
-------------------	-------	----	--

- 1) 直方硫黄。ギブズエネルギーが低い物質の方が安定だから。
- 2)  $\{0, \varepsilon, 2\varepsilon\}$  のエネルギー準位に 3 個の電子を分布させたとき、全エネルギーが  $3\varepsilon$  になる組み合わせは以下になる。

	0 準位を占める個数	$\varepsilon$ 準位を占める個数	$2\varepsilon$ 準位を占める個数	合計エネルギー
①	0	3	0	$3\varepsilon$
②	1	1	1	$3\varepsilon$

- ① すべての粒子が  $\varepsilon$  準位に入るのは 1 通り
- ② 各準位に 1 つずつ入るのは  $3! = 6$  通り
- $\therefore W = 7$

3) 法則名: ラウールの法則。数式:  $P_1 = x_1 P_1^*$

4) 反応式のギブズエネルギー変化は

$$\begin{aligned} \Delta_r G &= c\mu_C + d\mu_D - (a\mu_A + b\mu_B) \\ &= c\mu_C + d\mu_D - (a\mu_A + b\mu_B) + RT \ln a_C^c a_D^d a_A^{-a} a_B^{-b} \end{aligned}$$

平衡時  $\Delta_r G = 0$  の活量を用い、これを平衡定数  $K$  と置く

$$\text{したがって } K = a_C^c a_D^d a_A^{-a} a_B^{-b}$$

$$\text{また、} RT \ln K = \Delta_r G^\circ$$

5) 相  $\alpha$ 、 $\beta$  の化学ポテンシャルを  $\mu_\alpha$ 、 $\mu_\beta$  とする。今、相  $\alpha$  から相  $\beta$  に  $dn$  mol 物質を移動する。この変化に伴うギブズエネルギー変化は  $\Delta G = -\mu_\alpha dn + \mu_\beta dn$ 。相平衡において  $\Delta G = 0$ 。したがって  $(-\mu_\alpha + \mu_\beta)dn = 0$  より、 $\mu_\alpha = \mu_\beta$ 。

## 専門科目解答用紙

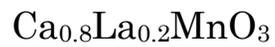
受験番号		氏名	
------	--	----	--

選択は○、非選択は×を記入すること	無機材料学	得点	

1)  $\sigma_1 = \sigma_0 \exp(-E_a / RT)$

2) ショットキー欠陥は空格子点であり，カチオンとアニオンの対から生じる。  
(34 字)

3)  $\text{Ca}_{1-x}\text{La}_x\text{MnO}_3$  において  $x = 0.2$



$$2 \times 0.8 + 3 \times 0.2 + x = 2 \times 3$$

$$1.6 + 0.6 + x = 6 \qquad x = 3.8$$

4) 酸素空孔ができて、酸化物イオンが移動できるため

5) イオンを通すが、電子は移動しない

専門科目解答用紙

受験番号		氏名	
------	--	----	--

注：全ての解答用紙および下書き用紙に受験番号と氏名を記入し、提出すること。

選択は○、非選択は×を記入すること	反応工学	得点	

1.	1)	$r_A = r_{As} \times S \times \rho$ $= -5.00 \times 10^{-3} \times 15.0 \times 1.50 \times 10^6$ $= -1.13 \times 10^5 \text{ [mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$
	2)	$r_{Av} = r_A/n$ $= -1.13 \times 10^5 / 0.60$ $= -1.9 \times 10^5 \text{ [mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$
2.	1)	$C_{Af} = C_{A0}(1 - x_A) = 2.0(1 - 0.8) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ $C_{Cf} = C_{C0} + \frac{2}{1}C_{A0}x_A = 2.0 \times 2.0 \times 0.8 = 3.2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
	2)	$F_{Cf} = \frac{6000}{24} = 250 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}$ $F_{Cf} = F_{C0} + \frac{2}{1}F_{A0}x_A \text{ より}$ $F_{A0} = \frac{250}{2 \times 0.8} = 156 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ $v_0 = \frac{F_{A0}}{C_{A0}} = \frac{156}{2.0} = 78 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
	3)	$\frac{dC_A}{dt} = -kC_A^n$ <p><math>n = 1</math>であるから、 上式を変数分離して積分すると</p> $dt = -\frac{1}{kC_A} dC_A$ $\int_0^\tau dt = -\frac{1}{k} \int_{C_{A0}}^{C_{Af}} \frac{dC_A}{C_A}$ $\tau = \frac{1}{k} \ln \frac{C_{Af}}{C_{A0}}$
		$\tau = -\frac{1}{10} \ln(0.4/2.0)$ $= 0.16 \text{ h}$ $V = v_0\tau \text{ より}$ $= 78 \times 0.16$ $= 12 \text{ dm}^3$

# 専門科目解答用紙

受験番号		氏名	
------	--	----	--

選択は○、非選択は×を記入すること	<h2 style="margin: 0;">プロセスシステム工学</h2> <p style="margin: 0;">1/2</p>	得点	
-------------------	--	----	--

1.

1)	<p>原料となるトルエンは液体であり、非圧縮性流体であることから、ポンプの出口にバルブを設置しただけでは流量調節ができずポンプに過剰な圧力がかかる。そのため、一部を返送することで供給トルエン量を調整している。</p> <p>したがって、供給量を増加させたい場合には返送量を減少させるといった制御を行っている。</p>
----	--

2)	<p>E-101 は、蒸気熱交換器であり、H-101 は燃料を使った燃焼加熱器である。</p> <p>蒸気加熱器の方が、燃焼加熱器に比べて低コストで加熱が可能であるので、1 段目で蒸気加熱器を利用してできるだけ原料の加熱を行い、蒸気加熱器で加熱できない領域を燃焼加熱器で加熱することで全体のコストを低く抑えている。</p>
----	---

3)	発熱/吸熱	理由
	発熱	流入するストリームの温度に対して流出するストリームの温度が高いため。

4)	文字記号	どのように制御されているか
	TIC	反応容器内部の温度が設定温度よりも高くなったときにバルブを開き低温のストリーム 7 を増加させることで冷却を行う。

5)	<p>V-103 で除去されていた水素およびメタンが回収されずに蒸留塔へ流入して上段から流出し、ストリーム 19 から排出される。</p>
----	---

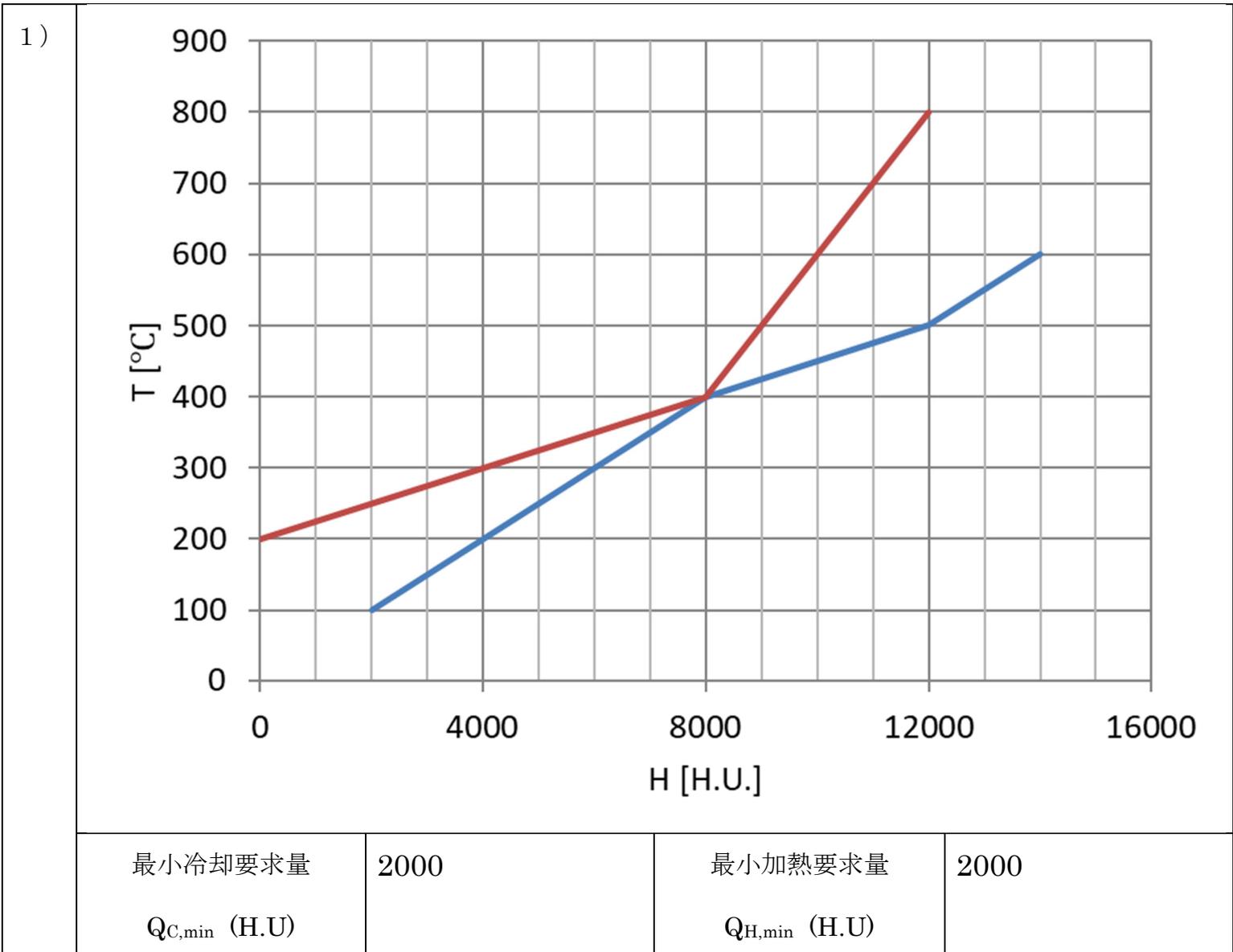
専門科目解答用紙

受験番号		氏名	
------	--	----	--

	プロセスシステム工学
	2/2

得点	
----	--

2.



2)	最小冷却要求量 $Q_{C,min}$ (H.U)	3000	最小加熱要求量 $Q_{H,min}$ (H.U)	3000
----	------------------------------	------	------------------------------	------