

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すること。

選択は○、非選択は×を記入すること	化学工学基礎	得点	

1	1)	物性定数表より標準反応熱は -239.10+37.50-285.83+44.01-(-393.51+3×0) = -49.91 kJ/mol·CO ₂
	2)	標準状態から 600 K にするための熱量について、生成物と反応物の差は -58.30×(600 - 298.15)+ $\frac{3.940\times10^{-2}}{2}\times(600^2 - 298.15^2)+\frac{2.142\times10^{-5}}{3}\times(600^3 - 298.15^3) -$ $\frac{1.641\times10^{-8}}{4}\times(600^4 - 298.15^4) = -11400 \text{ J/mol}\cdot\text{CO}_2 = -11.40 \text{ kJ/mol}\cdot\text{CO}_2$ 標準反応熱と上記でもとまった熱量の和が 600 K における反応熱であるから -49.91-11.40=-61.3 kJ/mol·CO ₂
	3)	発熱
	4)	転化率 90.0 %での排ガスの組成は以下で表される。 CH ₃ OH: 9.00 mol、H ₂ O: 9.00 mol、CO ₂ : 1.00 mol、H ₂ : 90.0-27.0=63.0 mol 排出ガスの物質質量: 9+9+1+63=82.0 mol CH ₃ OH: 9.00/82.0=11.0 mol% H ₂ O: 9.00/82.0=11.0 mol% CO ₂ : 1.00/82.0=1.22 mol% H ₂ : 63.0/82.0=76.8 mol%
	5)	1 時間あたりの反応熱は -61.3×9.00=-551.7 kJ よって毎時 552 kJ の熱を除かなければならない。

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すること。

選択は○、非選択は×を記入すること	化学熱力学	得点	

1	1)	化学ポテンシャルの圧力依存性は次の関係に従う $\left(\frac{\partial \mu}{\partial p}\right)_T = V \quad (\text{モル体積})$ 完全気体のモル体積は $V = \frac{RT}{p}$ これより $\left(\frac{\partial \mu}{\partial p}\right)_T = \frac{RT}{p}$ 両辺を積分して $\int_{\mu^\circ}^{\mu} d\mu = \int_{p^\circ}^p \frac{RT}{p'} dp'$ $\mu - \mu^\circ = RT \ln \left(\frac{p}{p^\circ}\right)$
	2)	1)の結果より、$a = \frac{p}{p^\circ}$ と定義すれば $\mu = \mu^\circ + RT \ln a$
	3)	問題文に示されたように、溶媒の活量 a は濃度比で近似できる。 したがって $\mu = \mu^\circ + RT \ln \left(\frac{c}{c^\circ}\right)$
	4)	$\mu_1 = \mu_1^\circ + RT \ln \left(\frac{p_1}{p^\circ}\right), \quad \mu_2 = \mu_2^\circ + RT \ln \left(\frac{p_2}{p^\circ}\right)$ $\mu_1 = \mu_2$ $\Delta\mu^\circ = 8.314 \times 298.15 \times \ln \left(\frac{100000}{101325}\right) = -32.6 \text{ J/mol}$ つまり、現在の定義に基づくと 33 J/mol 低い
	5)	$\Delta\mu = \mu (1.00 \text{ mol dm}^{-3}) - \mu (0.10 \text{ mol dm}^{-3})$ $= \left[\mu^\circ + RT \ln [(1.00 \text{ mol dm}^{-3})/c^\circ] \right] - \left[\mu^\circ + RT \ln [(0.10 \text{ mol dm}^{-3})/c^\circ] \right]$ $= RT \ln \left(\frac{1.00}{0.10}\right) = 5606 \text{ J mol}^{-1} = 5.6 \text{ kJ/mol}$

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すること。

選択は○、非選択は×を記入すること	無機材料学	得点	

- 1) a) イオンが格子間位置に動いたときにできる欠陥である。
(別解)
原子およびイオンが格子間位置にずれて生じる欠陥である。
- b) 配位数が低く、化学結合が共有結合性を帯びる構造で生じやすい。
- 2) Ti 元素の平均酸化数（平均価数）を x とする。
 $1 \times 0.7 + x = 2 \times 2 \qquad x = 3.3$
- 3) a) $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{O}^{2-}$
b) $2\text{O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{e}^-$
c) $E = (RT/4F) \ln((p(1)/p(2)))$
d) $E = [8.314 \times (750 + 273.15)] \div (4 \times 96500) \times \ln(0.210/0.00100)$
 $= 0.1178 = 0.12 \text{ V}$

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)	$C_B = C_{A_0} [(C_{B_0}/C_{A_0}) + 2x]$ 問題より$C_{B_0} = 0$であるから、 $x = \frac{C_B}{2C_{A_0}} = \frac{7.2}{2 \times 5.0} = 0.72$
	2)	$\tau = \frac{V}{v_0} = \frac{C_{A_0} x}{k C_{A_0} (1 - x)} = \frac{x}{k(1 - x)}$ $k = \frac{x v_0}{(1 - x) V} = \frac{0.72 \times 30}{(1 - 0.72) \times 3.0} = 25.7 \text{ h}^{-1}$
	3)	$\frac{V}{v_0} = C_{A_0} \int_0^x \frac{dx}{-r_A} = -\frac{1}{k} \int_0^x \frac{dx}{(1 - x)}$ $V = -v_0/k [\ln(1 - x)]_0^{0.72}$ $= \frac{30.0}{25.7} [-\ln 0.28 + \ln 1]$ $= 1.5 \text{ dm}^3$
2	1)	FeS ₂ の見かけ密度 ρ_b はモル質量 m とモル密度 ρ を用いて、 $\rho_b = m \times \rho = (56 + 32 \times 2) \times 10^{-3} \times 4.17 \times 10^4$ $= 5.0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = 5.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
	2)	FeS ₂ のモル質量は $120 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、Fe ₂ O ₃ のモル質量は $160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ であり、量論式より、FeS ₂ が 1 mol 反応すると Fe ₂ O ₃ は $1/2 \text{ mol}$ 生成するから、反応層の質量は $2/3$ に減少する。よって、反応終了時の重量減少量は $70.7(1 - 2/3) \text{ mg}$ となる。60 min 後の重量減少量は $70.7 - 50.1 = 20.6 \text{ mg}$ であるから反応率 x は、 $x = \frac{20.6}{70.7(1 - 2/3)} = 0.87$
	3)	<u>律速過程：</u> <u>表面反応</u> <u>律速</u> 【根拠】 生成物相内拡散律速の場合、 $t^*/R^2 = \text{constant}$ 表面反応律速の場合、 $t^*/R = \text{constant}$ $R = 0.75 \text{ mm}$, $t^* = 60 \text{ min} \rightarrow t^*/R^2 = 106.7 \text{ min} \cdot \text{mm}^{-2}$, $t^*/R = 80 \text{ min} \cdot \text{mm}^{-1}$ $R = 1.5 \text{ mm}$, $t^* = 120 \text{ min} \rightarrow t^*/R^2 = 53.3 \text{ min} \cdot \text{mm}^{-2}$, $t^*/R = 80 \text{ min} \cdot \text{mm}^{-1}$ $R = 3.0 \text{ mm}$, $t^* = 240 \text{ min} \rightarrow t^*/R^2 = 26.7 \text{ min} \cdot \text{mm}^{-2}$, $t^*/R = 80 \text{ min} \cdot \text{mm}^{-1}$ $t^*/R = \text{constant}$ であるから、この反応は表面反応律速であると推定される。

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すること。

選択は○、非選択は×を記入すること	フ・ロセスシステム工学	得点	

1	1)	エチレン	2)	エチレン
	3)	スラリー重合プロセスは溶媒を利用するのに対して、気相重合プロセスは溶媒を必要としない。そのため、乾燥および溶媒回収プロセスが不要となる。		
	4)	触媒活性が高く、製品ポリエチレン中の触媒含有量が非常に少ないため、製品から回収する必要がない。製品ポリエチレン中に残存したまま出荷される。		
	5)	0℃で凝縮相が生じる圧力は、アントワン式より $P = 10^{5.872 - \frac{585}{0+255}} = 3.78 \text{ MPa}$ 0.5MPa だけ圧力を下げた時 (3.78-0.5=3.28MPa) の主要成分の凝縮温度はアントワン式より、 $T = -255 - \frac{585}{\log_{10} 3283 - 5.872} = -6.66^{\circ}\text{C}$		
2	1)			
		最小冷却要求量	1000 H.U.	最小加熱要求量
	2)	最小冷却要求量	3000 H.U.	最小加熱要求量