

令和8年度 専攻科 前期 学力選抜試験

受験番号		氏名	模範解答
------	--	----	------

総得点

化学工学 (2の1)

(問1) プロパンを20%の過剰空気で完全燃焼した場合の燃焼ガスの組成を求めなさい。(配点20点)

問 1 (得点)

この反応の反応式は,



プロパンを100 molと定義する.

必要酸素量は,  $100 \times 5 = 500 \text{ mol}$

20%の過剰空気なので, 実際に供給された $O_2$ は,  $500 \times 1.2 = 600 \text{ mol}$

窒素も同時に供給されるので, 供給された $N_2$ は,  $600 \times 79/21 = 2257.1 \text{ mol}$

これらを基に, 反応前後の量的関係は

成分 [mol]	反応前 [mol]	反応量 [mol]	反応後 [mol]	組成 [mol%]
$C_3H_8$	100	-100	0	0
$O_2$	600	-500	100	3.27
$H_2O$	0	+400	400	13.08
$CO_2$	0	+300	300	9.81
$N_2$	2257.1	-	2257.1	73.83

Total : 3057.1

(問2) 二重管式熱交換器がある. 内径30 mmの管内側に380 kg/hの流量で石油を流し, これを管外に流した水蒸気で加熱している. 石油の入口温度は50°C, 出口温度は110°Cであった. このとき, 管入口から出口までに石油が受け取る総伝熱量[J/s]を求めよ. なお, 石油の比熱容量 $C_p$ は2010 J/kg・Kとする. (配点20点)

問 2 (得点)

$$q = W_1 C_1 (T_1 - T_2) = W_2 C_2 (t_2 - t_1) \text{ より,}$$

$$380 \text{ kg/h} = 0.106 \text{ kg/s}$$

$$q = 0.106 \times 2010 \times (110 - 50) = 12783.6 \text{ J/s}$$

受験番号		氏名	模範解答
------	--	----	------

## 化学工学（2の2）

（問3）（問3）長さ75 mの3B鋼管（内径：80.7 mm，長さ：75 m）に20°Cのエタノール（密度：784.9 kg/m<sup>3</sup>，粘度：1.20 Pa・s）を質量流量0.14 kg/sで流した。摩擦エネルギー損失、 $F_f$  [J/kg]，摩擦圧力損失、 $\Delta P_f$  [Pa]を求めよ。ただし、レイノルズ数、 $Re$ ，摩擦係数、 $f$ ，ファニングの式、 $F_f$  は以下の通りとする（配点20点）

問3（得点）

$$Re = \frac{\rho \bar{u} D}{\mu}, \quad f = \frac{16}{Re}, \quad F_f = \frac{\Delta P_f}{\rho} = 4f \left( \frac{\bar{u}^2}{2} \right) \left( \frac{L}{D} \right)$$

（ $\rho$ ：密度 [kg/m<sup>3</sup>]， $\bar{u}$ ：平均流速 [m/s]， $D$ ：直径 [m]， $\mu$ ：粘度 [Pa・s]， $L$ ：長さ [m]）

3B鋼管の断面積： $A$ 

$$A = \left( \frac{8.07 \times 10^{-2}}{2} \right)^2 \pi = 5.11 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

平均流速、 $\bar{u}$ は

$$\bar{u} = \left( \frac{0.14}{784.9} \right) / 5.11 \times 10^{-3} = 3.49 \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

3B鋼管を流れるエタノールのレイノルズ数は、

$$Re = \frac{\rho \bar{u} D}{\mu} = \frac{784.9 \times 3.49 \times 10^{-2} \times 8.07 \times 10^{-2}}{1.2 \times 10^{-3}} = 1842$$

摩擦係数は、

$$f = \frac{16}{Re} = \frac{16}{1842} = 8.69 \times 10^{-3}$$

摩擦エネルギー損失は、

$$F_f = 4f \left( \frac{\bar{u}^2}{2} \right) \left( \frac{L}{D} \right) = 4 \times 8.69 \times 10^{-3} \times \left( \frac{(3.49 \times 10^{-2})^2}{2} \right) \times \left( \frac{75}{8.07 \times 10^{-2}} \right) = 1.97 \times 10^{-2} \text{ J/kg}$$

摩擦損失は、

$$\Delta P_f = F_f \times \rho = 1.97 \times 10^{-2} \times 784.9 = 15.5 \text{ Pa}$$