

令和8年度 専攻科 後期 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）25℃の部屋に設置された厚さ 5.00 mm の窓ガラス（熱伝導度 0.750 W/m・K）から伝熱により熱損失がある。部屋側の窓ガラスの表面温度が 25℃、外側が 5℃であった。この窓ガラスの部屋側に熱伝導度 0.0500 W/m・K の断熱材を張り付けて熱損失を 50 分の 1 にしたい。何 cm の断熱材を張り付ければいいのか。ただし、伝熱以外の熱損失はないものとする。また張り付けた断熱材の部屋側の表面温度は 25℃になる。（配点 15 点）

問 1 (得点)

ガラスのみの場合、伝熱面積を 1m<sup>2</sup> とすると  $60 = \Delta T / \Sigma R = (25-5) / (0.0067 + (x_2/0.0500))$   
 $q = 0.75 \times 1 \times (25-5) / (5 \times 10^{-3}) = 3000 \text{ J/s}$   $x_2 = 0.0163 \text{ m} = 1.63 \text{ cm}$   
 これを 1/50 にするので 60 J/s となる、ここで  
 $R_1 = 5 \times 10^{-3} / (0.75 \times 1) = 0.0067$   
 $R_2 = x_2 / (0.0500 \times 1)$   
 よって

（問2）内径 30 mm 外径 40 mm の鋼管 (k=46.5 W/(m・K)) の内部を流れるアルコールを管外から水で冷却する伝熱装置がある。管内アルコール側、管外水側の境膜伝熱係数をそれぞれ 1000, 2000 W/(m<sup>2</sup>・K) とする。総括伝熱係数については以下の式を適宜使ってもよい。

問 2 (得点)

$$\frac{1}{U_1} = \frac{1}{h_1} + \frac{x A_1}{k A_{lm}} + \frac{A_1}{h_2 A_2} + \frac{1}{h_{s1}} + \frac{A_1}{h_{s2} A_2}$$

（1）管内面基準の総括伝熱係数を求めよ。（配点 10 点）

$A_1 = 30 \times 10^{-3} \pi L$   $1/U_1 = 1/1000 + (5 \times 10^{-3} \times 30 \times 10^{-3} \pi L) / (46.5 \times 3.48 \times 10^{-2} \pi L)$   
 $A_2 = 40 \times 10^{-3} \pi L$   $+ (3.0 \times 10^{-3} \pi L) / (2000 \times 40 \times 10^{-3} \pi L)$   
 $A_{lm} = (A_2 - A_1) / \ln(A_2/A_1) = 3.48 \times 10^{-2} \pi L$   $= 1.468 \times 10^{-3}$   
 $(A_2/A_1) < 2$  なので算術平均でも良い  $U_1 = 681 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$   
 ここで  $x = (40-30)/2 = 5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$

（2）管内側、管外側の汚れ係数をそれぞれ 6000, 3000 W/(m<sup>2</sup>・K) としたときの総括伝熱係数を計算し、汚れの付着により総括伝熱係数が何%低下するかこたえよ（配点 10 点）

$1.468 \times 10^{-3} + (1/6000) + (30 \times 10^{-3} \pi L) / (3000 \times 40 \times 10^{-3} \pi L) = 1.88 \times 10^{-3}$   
 $U_1 = 531 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$   
 $(681 - 531) / 681 \times 100 = 22.0\%$

# 令和 8 年度 専攻科 後期 学力選抜試験

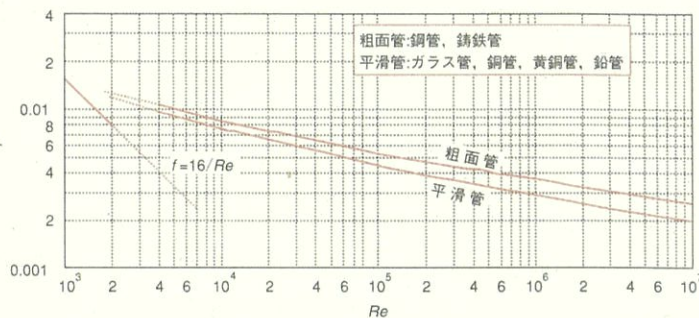
受験番号		氏名	模範解答
------	--	----	------

## 化学工学 (2の2)

(問3) 内径 300 mm の鋼管を用いて比重 0.87、粘度 0.050 Pa・s の油を 300 m<sup>3</sup>/h の割合で貯槽 A から 800m 離れた貯槽 B に送るとき、摩擦による流れのエネルギー損失はいくらになるか。ただし、鋼管の粗管として以下のグラフと式を適宜用いても良い (配点 10 点)

問 3 (得点)

$$F_k = 4f \frac{\bar{u}^2 L}{2d}$$



$$V = 300 \text{ m}^3/\text{h} = 8.33 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$u = 4 \times 8.33 \times 10^{-2} / (3.14 \times 0.300^2) = 1.18 \text{ m/s}$$

$$Re = 0.300 \times 1.18 \times 870 / 0.050 = 6160$$

グラフより  $f = 0.096$

$$F = 4 \times 0.0096 \times (1.18^2 / 2) \times 800 / 0.300 = 71 \text{ J/kg}$$

(問4) 密度  $\rho_p = 2600 \text{ kg/m}^3$ 、最小粒径  $120 \mu\text{m}$  の粒子を含む懸濁液を水平流速  $0.1 \text{ m/s}$  で深さ  $1 \text{ m}$  の沈降槽内を水平に流すとき、粒子をすべて沈降させるのに必要な沈降室の長さを求めよ。ただし、水の粘度  $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$  とする。以下の式を用いても良い。(配点 15 点)

問 4 (得点)

$$d_{p,min} = \sqrt{\frac{18\mu u_x H}{(\rho_p - \rho)gL}}$$

$$120 \times 10^{-6} = (18 \times 1.0 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 1 / ((2600 - 1000) \times 9.8 \times L))^{0.5}$$

$$L = 7.97 \text{ m}$$