令和8年度創成科学研究科理工学専攻

入学試験問題

化学工学

(注意事項)

示した解答例は，あくまで一例であり，また一部解答例を省略した部分もあります。

解答例

第1問 解答

(1) エネルギー損失は，25.5 J/kg
圧力損失は，2.50×10^4 Pa

(2) 保温材の熱伝導度は，0.720 W/m・K

第2問 解答

(1) $q = U_1 A_1 (T_h - T_c)$

(2) $\frac{1}{U_1 A_1} = \frac{1}{h_1 A_1} + \frac{1}{h_2 A_2}$ または，$\frac{1}{U_1} = \frac{1}{h_1} + \frac{A_1}{h_2 A_2}$

(3) Nu：ヌッセルト数，$\frac{dh}{k}$ (d [m]，h [W/m^2・K]，k [W/m・K])

Re：レイノルズ数，$\frac{d\bar{u}\rho}{\mu}$ (d [m]，$\bar{u}$ [m/s]，ρ [kg/m^3]，μ [Pa・s])

Pr：プラントル数，$\frac{c_p \mu}{k}$ (c_p [J/kg・K]，μ [Pa・s]，k [W/m・K])

第3問 解答

(1) 仮定①：固体表面はすべて同等な吸着力を示す吸着サイトで占められている。

仮定②：固体表面には 1 分子層だけ吸着する。

上記の仮定に基づき，平衡状態では吸着速度と脱着速度が等しいことを用いて導出する（導出過程は省略）。

(2) ラングミュア型吸着等温式を下式のように変形する。

$$\frac{p}{q}=\frac{p}{q_{\mathrm{m}}}+\frac{1}{q_{\mathrm{m}}a}$$

実験で得られた吸着等温線データより，p に対して$^{p}/_{q}$をプロットし，得られたプロットが直線で近似できればラングミュア型と判断できる。

(3) 近似直線の傾きと切片から q_{m} と a が求まる（導出過程は省略）。

第 4 問　解答

(1) 転化率 X_{A} は，0.75 (75%)

速度定数 k は，$4.6\times10^{-2}\ \mathrm{min^{-1}}$

(2) (i) 管型反応器を用いた場合，

空間時間 τ は，58 min

空間速度 $S.V.$ は，$1.7\times10^{-2}\ \mathrm{min^{-1}}$

(ii) 連続槽型反応器を用いた場合，

空間時間 τ は，1.6×10^{2} min

空間速度 $S.V.$ は，$6.2\times10^{-3}\ \mathrm{min^{-1}}$

(3) 同じ転化率を得るために必要な両者の空間時間 τ の値を比較すると，連続槽型反応器よりも管型反応器の場合の方が小さい。よって，反応器の性能としては管型反応器の方が優れている。

第 5 問　解答

(1) 平衡時での窒素，水素，アンモニアの分圧はそれぞれ，

$p_{\mathrm{N_2}} = 2.40$ atm

$p_{\mathrm{H_2}} = 7.21$ atm

$p_{\mathrm{NH_3}} = 0.385$ atm

(2) 圧平衡定数 K_p は，$1.65\times10^{-4}\ \mathrm{atm^{-2}}$

(3) 平衡時, アンモニアのモル分率が 8.00 mol%となるために必要な全圧は, 22.7 atm

(4) 全圧 50.0 atm で反応を行ったときのアンモニアの平衡組成は, 15.1 mol%

令和8年度創成科学研究科理工学専攻

入学試験問題

化学工学

出題意図

第1問　流動・伝熱に関する基礎的な計算力を問う問題である。

第2問　伝熱に係る知識を問う問題である。

第3問　化学工学で重要な分離法の一つである吸着について，理論的に導出されるラングミュア型吸着等温式の理解を問う問題である。

第4問　反応速度論解析で重要な設計基礎式の理解を問う問題である。

第5問　化学平衡に関する基礎的な計算力を問う問題である。