

令和6年度創成科学研究科理工学専攻博士前期課程入学試験問題

化学工学

(一般入試)

(理工学専攻 応用化学システムコース)

(注意事項)

1. 問題冊子は、係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は、この表紙を除いて 5 枚である。
3. 問題冊子に、印刷不鮮明やページの落丁及び汚れ等に気づいた場合は、手を上げて試験監督者に申し出ること。
4. 解答は、用紙の指定された番号の解答欄に書くこと。指定された解答欄以外に書いたものは採点しない。
5. 解答開始後、用紙の所定欄に受験番号をはっきりと記入すること。
6. 配付した用紙はすべて回収する。

受験番号	
------	--

化学工学 その1

第1問 20°Cの水を内径 1.0 mm, 長さ 16 cm の水平に設置された平滑円管内に流したところ, 3.8 cm³ 流出するのに 500 sec を要した。また, 円管前後の圧力差は 50 Pa であった。この状態の水の粘度を求めよ。なお, 20°Cの水の密度は 1000 kg/m³ とする。

[第1問の解答箇所] (裏面を使っても良いが, 紙面の下半分に書くこと)

小計	点
----	---

受験番号	
------	--

化学工学 その2

第2問 下式で表されるラングミュア型吸着等温式に関する、以下の設問に答えよ。但し、 q は吸着量、 q_m は飽和吸着量、 a は平衡定数、 p は平衡分圧を表す。

$$q = \frac{q_m a p}{1 + a p}$$

- (1) ラングミュア型吸着等温式を導出せよ。なお、用いた仮定を示せ。
- (2) 実験で得られた吸着等温線がラングミュア型であった場合、実験データから q_m と a を求める方法を説明せよ。

[第2問の解答箇所] (裏面を使っても良いが、紙面の下半分に書くこと)

小計	点
----	---

受験番号	
------	--

化学工学 その3

第3問 以下の反応器を触媒反応に用いる場合の特徴についてそれぞれ説明せよ。

- (1) 液相均一攪拌槽型反応器, (2) 液相懸濁攪拌槽型反応器,
(3) 固定床反応器, (4) 流動床反応器

[第3問の解答箇所] (裏面を使っても良いが、紙面の下半分に書くこと)

小計	点
----	---

受験番号	
------	--

化学工学 その4

第4問 内径 $D_t = 5$ cm, 長さ $L = 1.8$ m の反応管に, 粒径 $D_p = 5$ mm の球状触媒を充填し, 100°C の空気を空筒速度 $v_0 = 50$ cm/sec で通気する。空隙率 $\varepsilon = 0.38$, 粘度 $\mu = 217.6 \times 10^{-6}$ g/(cm sec), 密度 $\rho = 9.45 \times 10^{-4}$ g/cm³ の場合の圧力損失 Δp を, 以下の Ergun 近似を使用して求めよ。また, 何故 Ergun 近似が使用できるか説明せよ。なお, 気体と反応管に特別な相互作用はないとする。

$$\therefore \frac{\Delta p}{L} = \frac{(p_0 - p_L)}{L} = \frac{150\mu v_0}{D_p^2} \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} + \frac{1.75\rho v_0^2}{D_p} \frac{(1-\varepsilon)}{\varepsilon^3}$$

[第4問の解答箇所] (裏面を使っても良いが, 紙面の下半分に書くこと)

小計	点
----	---

受験番号	
------	--

化学工学 その5

第5問 定容回分式反応装置を用いて、原料ガスAがガス成分XおよびYに分解する反応 $A \rightarrow 2X + Y$ を考える（希釈ガス：ヘリウム）。Aの初期分圧を5 kPa, 10 kPa および 20 kPa に設定し、60分反応させたところ、Aの転化率はいずれの初期分圧においても同じであった。この反応を、定圧回分式反応装置中で、Aが75%およびヘリウムが25%からなる原料ガスを用いて反応させたところ、8分後には体積が2倍になった。以下の設問に答えよ。なお、使用した記号は説明せよ。

- (1) この反応の反応次数を理由とともに答えよ。
- (2) 定圧回分式反応装置中で8分反応を行った場合の転化率を求めよ。さらに、この反応の速度定数を求めよ。

[第5問の解答箇所] (裏面を使っても良いが、紙面の下半分に書くこと)

小計	
----	--

点	
---	--