

令和7年10月入学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。
また、裏面を使っても良いが、紙面の下半分に書くこと。
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 水平円管内（半径 r_0 ）に粘度 μ の流体が層流で流れている。円管内を流れる流体の流速 $u(r)$ は、

$$u(r) = \frac{\Delta P}{4\mu L} (r_0^2 - r^2)$$

で表される。ここで、 ΔP は管長 L 間の圧力差、 r は円管内任意の半径である。以下の設問に答えよ。

- (1) 流体の体積流量 v 、および、平均流速 $\bar{u}$ を求めよ（導出過程を記すこと）。
- (2) 平均流速 $\bar{u}$ と円管内最大流速 $u_{\max}$ との関係を示せ。

〔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 直径 30.0 cm の発熱球 (表面温度 120°C) に、熱伝導度 0.100 W/m・K の断熱材が均一に 5.00 cm コーティングされている。このとき、コーティング材の外表面温度は 30.0°C で一定であった。発熱球表面からコーティング材表面への伝熱速度を求めよ。

[第 2 問の解答箇所] (裏面を使っても良いが、紙面の下半分を書くこと)

小 計	点
-----	---

受験番号	
------	--

化学工学 その3

第3問 分離法（蒸留，ガス吸収，および，吸着）に関する以下の設問に答えよ。

- (1) 各分離法について，その原理（なぜ分けられるのか）を示せ。
- (2) 各分離法について，連続的に操作を行う具体例を1つ挙げその手順を示せ。

[第3問の解答箇所]

分離法	(1) 原理	(2) 連続的に操作を行う具体例とその手順
蒸留		
ガス吸収		
吸着		

小計	点
----	---

受験番号	
------	--

化学工学 その4

第4問 $A \rightarrow 2R$ で表される均一気相反応が反応物 A に対して2次で進行するとしたとき、以下の設問に答えよ。ただし、圧力損失は無視でき、すべてのガスは理想気体として取り扱えるものとする。また、A について2次の管型反応器での設計基礎式の積分形は下記の通りである。

$$k\tau C_{A0} = 2\varepsilon_A(1 + \varepsilon_A)\ln(1 - X_A) + \varepsilon_A^2 X_A + (1 + \varepsilon_A)^2 X_A/(1 - X_A)$$

なお、 k : 速度定数, τ : 空間時間, C_{A0} : A の初期濃度, X_A : A の転化率, ε_A : A の実効モル数変化量とする。解答にあたり途中の計算の過程も示し、有効数字は3桁とすること。

- (1) 直径 10.0 cm, 長さ 8.00 m からなる管型反応器を用い, 5.00 atm, 350°C の条件で A のみを 40.0 m³/h の原料供給速度で反応させた場合, 70.0% の転化率が得られたとする。このときの k と C_{A0} の積を求めよ。
- (2) 次に、工業的に用いられるような大型プラントでの操作を想定したい。30.0 atm, 350°C の条件下で不活性成分が 20.0%, A が 80.0% からなる原料ガスを 500 m³/h で流通させ, A の転化率 90.0% を達成するためには, (1) と同一の管型反応器を直列に最少何本連結させる必要があるか求めよ。

[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 ヨウ化水素 (HI) の解離反応 $\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons 1/2 \text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{I}_2(\text{g})$ を考える。定容反応容器内に HI のみを導入し、600°C でこの反応を平衡に到達させた。ただし、この反応は均一気相反応とし、すべてのガスは理想気体とする。このとき、以下の設問に答えよ。解答にあたり途中の計算の過程も示し、有効数字は3桁とすること。

- (1) HI の初期物質量を $n \text{ mol}$ 、反応の進行度（解離度）を α としたとき、平衡時における各成分の物質量およびモル分率を求めよ。
- (2) 濃度平衡定数 K_c を α を用いて表せ。
- (3) 600°C における濃度平衡定数 K_c は 0.120 である。このとき、 α を求めよ。
- (4) HI の初期導入物質量を 50.0 mol とした場合、生成する水素の物質量を答えよ。

[第5問の解答箇所] （裏面を使っても良いが、紙面の下半分を書くこと）

小計	点
----	---