

令和4年度創成科学研究科理工学専攻修士課程入学試験問題

化学工学

(一般入試)

(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 半径 r_0 の水平円管内を粘度 μ のニュートン流体が流れており、管長 L 間の圧力差が ΔP の場合について考える。流れが層流であるとき、円管内任意の半径 r の位置における円管内を流れる流体の速度 $u(r)$ は次式で表される。

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

以下の設問に答えよ。

- (1) $u(r)$ が最小 (u_{min}) となる条件 (管内位置) , そのときの流体速度を示せ。
- (2) $u(r)$ が最大 (u_{max}) となる条件, そのときの流体速度を示せ。
- (3) 平均流速 \bar{u} と u_{max} の関係を求めよ (導出過程を記すこと)。
- (4) 円管内の摩擦エネルギー損失に関する Fanning の式を示し, 摩擦係数と Reynolds 数の関係を導け (使用した文字の説明を記すこと)。

[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)

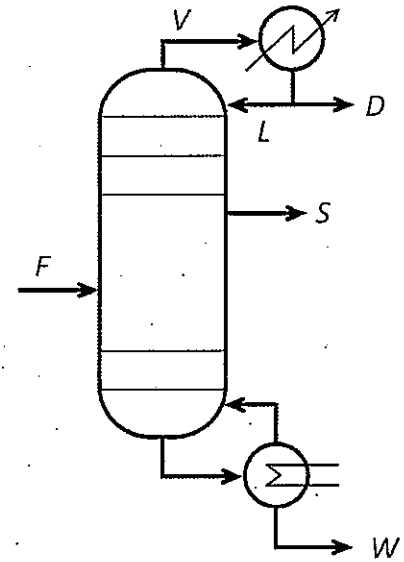
小計	
----	--

点	
---	--

受験番号	
------	--

化学工学 その2

第2問 図に示すような連続蒸留塔（定常運転）について、以下の設問に答えよ。図中の文字はそれぞれ F ：原料供給量， V ：蒸気量， L ：還流液量， D ：留出液量， S ：側流拔出液量， W ：缶出液量を表す。



連続蒸留塔概略図

- (1) 蒸留塔の運転には還流が必要である。還流について説明し、還流が必要な理由を述べよ。また、図中の文字を使用して還流比 R を示せ。
- (2) McCabe-Thiele 図解法で必要理論段数を求めたい。原料が沸点の液で供給されるとき、濃縮部1（塔頂から側流拔出段まで）、濃縮部2（側流拔出段から原料供給段）、回収部の3つの操作線の傾きを図中の文字を使用してそれぞれ示せ。ただし、側流は全て液として抜き出される。
- (3) 連続蒸留塔は、単蒸留を複数組み合わせ合わせた装置よりも熱効率が非常に高い。その理由を単蒸留の仕組みと共に説明せよ。
- (4) 化学産業において、連続蒸留塔などによる蒸留プロセスは約40%のエネルギーを消費するといわれ、さらなる省エネルギー化が求められている。図の連続蒸留塔を省エネルギー化する案を示せ。

[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 原料Aから製品RとSを製造する気相反応 $2A \rightarrow R + 2S$ (不可逆反応) は、Aに関して2次反応で進む。純粋なAが定容回分式反応器に1 atmで導入されると、3分後に40%圧力が増加した。同じ反応を定圧回分式反応器で行う場合、(a)上記の場合と同じ反応率となる反応時間、および(b)その反応に伴う体積増加率を求めよ。定圧回分式反応器における2次反応の積分形は、以下のとおりである。なお、 k :速度定数、 t :反応時間、 X_A :反応率、 C_{A0} :Aの初期濃度(mol/L)、 ε_A :実効モル数変化量とする。

$$ktC_{A0} = \varepsilon_A \ln(1 - X_A) + \frac{(1 + \varepsilon_A)X_A}{1 - X_A}$$

[第3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4

第4問 底部にガス分散板を持つガラス製直管に微粉体をいれ、ガス分散板下部からガスを通じる場合、ガス流速が速くなるにしたがって、微粉体層は固定層から各種流動層を形成する。以下の各層の状態について、図を併用して説明せよ。

- (1) 固定層 (2) 均一流動層 (3) バブリング流動層 (4) スラッキング流動層
(5) チャネリング流動層

[第4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5

第5問 n-長鎖炭化水素の熱分解において、主生成物としてエチレンが得られることを、反応機構を示して説明せよ。

[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
--	---