

令和5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 直径 20.0 cm の発熱球があり、その表面温度は 120 °C に保たれている。この球に熱伝導度が 0.100 W/m·K の断熱材を均一にコーティングすることにより、外表面温度が 30.0 °C となるようにした。定常状態において、発熱球表面から断熱材外表面までの伝熱速度が 50.0 W であるとき、コーティングされた断熱材厚さを求めよ。

[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)

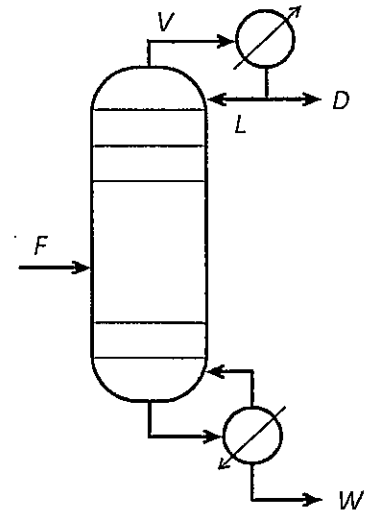
小計	
----	--

	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で 50.0 wt%ベンゼンと 50.0 wt%トルエンの混合液を分離している。原料供給量 F が 1000 kg/h, 留出液 (留出液量 D) のベンゼン濃度が 93.0 wt%, 缶出液 (缶出液量 W) のトルエン濃度が 95.0 wt%, 凝縮器への蒸気量 V が 800 kg/h であり, 凝縮液の一部 (還流量 L) が塔頂へ戻される。以下の設問に答えよ。



連続蒸留塔概略図

- (1) 塔頂からベンゼン, 塔底からトルエンがそれぞれ多く流出する理由を述べよ。
- (2) D および W を求めよ。計算式を示すこと。
- (3) 還流比 R を求めよ。
- (4) D を増やして L が減ると, ある点を境に運転できなくなる。その境の還流比を何と
いうか。また, 運転ができなくなる理由を述べよ。

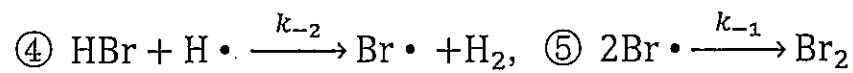
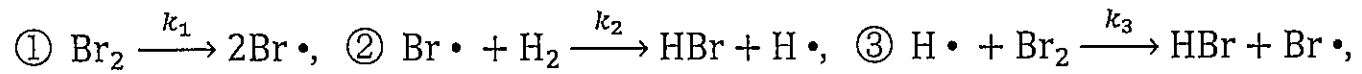
[第2問の解答箇所] (裏面を使っても良いが, 紙面の下半分に書くこと)

小計	点
----	---

受験番号	
------	--

化学工学 その3

第3問 $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{HBr}$ は、以下の①から⑤の素反応を経て進む。なお、 $k_1, k_2, k_3, k_{-2}, k_{-1}$ はそれぞれの素反応の速度定数を示す。



以下の設問に答えよ。ただし、 $\text{Br}\cdot, \text{H}\cdot, \text{Br}_2, \text{H}_2, \text{HBr}$ の濃度をそれぞれ $[\text{Br}\cdot], [\text{H}\cdot], [\text{Br}_2], [\text{H}_2], [\text{HBr}]$ とする。

- (1) $\text{Br}\cdot$ の生成速度を求めよ。
- (2) $\text{H}\cdot$ の生成速度を求めよ。
- (3) HBr の生成速度を求めよ。
- (4) 定常状態近似を用いて、 $[\text{Br}\cdot]$ を $[\text{Br}_2]$ と速度定数を用いて表記せよ。

[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 80%の原料Aと20%の不活性ガスからなる反応ガスの気相熱分解を等温定圧回分式反応器で行った。この反応では $A \rightarrow 3R$ の量論に従って製品Rが製造され、Aに対して1次反応で進行する。20分間反応させると、体積が80%増加した。管型反応器を用いて、この反応を反応率80%で達成したい。上記と同様のAを含む反応ガスを用い、体積供給速度を $3.6 \text{ dm}^3/\text{h}$ とした場合の反応器容積を求めよ。なお、管型反応器における1次反応の積分形は、以下のとおりである。

$$k\tau = -(1 + \varepsilon_A)\ln(1 - X_A) - \varepsilon_A X_A$$

なお、 k ：速度定数、 τ ：空間時間、 X_A ：反応率、 ε_A ：実効モル数変化量とする。

[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	
----	--

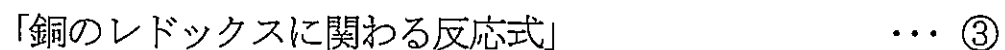
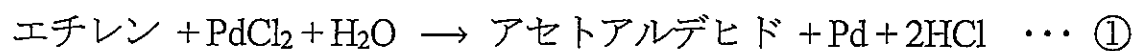
	点
--	---

受験番号	
------	--

化学工学 その5

第5問 Wackerプロセスは、 $\text{PdCl}_2\text{-CuCl}_2$ 触媒によるエチレンからアセトアルデヒドを合成する酸化プロセスとして開発された重要な化学プロセスである。Wackerプロセスに関する以下の設問に答えよ。

- (1) エチレンの酸素酸化によってアセトアルデヒドを生成する反応式を記せ。
- (2) Wacker プロセスは、以下の反応が逐次的に起こる反応である。3番目の反応式「銅のレドックスに関わる反応式」について、適切な反応式を記せ。



- (3) 式①～③のPdとCuのレドックスについて説明せよ。

[第5問の解答箇所] (裏面を使っても良いが、紙面の下半分に書くこと)

小計	
----	--

	点
--	---