

問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (General Selection)

Question Sheets

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目 Subject	化学工学 (専門科目 I) Chemical Engineering I	プログラム Program	化学工学 Chemical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	---------------------------------	---------------------------	---

試験時間 : 9時00分~12時00分 (Examination Time : From 9:00 to 12:00)

受験上の注意事項

(1) 問題用紙は7枚、解答用紙は7枚 (解答用紙は表紙を含む) あります。

(1) There are 7 question sheets and 7 answer sheets including a front sheet.

(2) 問題用紙及び解答用紙のそれぞれに、受験番号を記入してください。

(3) これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。

2023年4月入学 (April 2023 Admission)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目 Subject	化学工学 (専門科目 I) Chemical Engineering I	プログラム Program	化学工学 Chemical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	------------------------------	---------------------------	---

問題 1 (Question 1)

メタノールの空気酸化によってホルムアルデヒドが生成している。反応器では次の反応が起こっている。

	[kJ/mol]	[J/(mol·K)]
—	—	67.0
—	—	47.7
44.0	—	36.6
—	—	32.2
—	—	—

2023 年 4 月入学 (April 2023 Admission)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2023 年 1 月 26 日実施 / January 26, 2023)

試験科目 Subject	化学工学 (専門科目 I) Chemical Engineering I	プログラム Program	化学工学 Chemical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	------------------------------	---------------------------	---

問題 3 (Question 3)

ヘキサン (成分 1) + ヘプタン (成分 2) 系の常圧付近における気液平衡について以下の問いに答えよ。ただし、この系は全組成範囲にわたって理想溶液とみなすことができる。また、 T は温度、 P は圧力、 x_i と y_i はそれぞれ成分 i の液相モル分率と気相モル分率を表す。

- (1) この系の定温気液平衡関係を表す $P - x_1, y_1$ 線図、および $x_1 - y_1$ 線図を模式的に描け。ただし、 $P - x_1, y_1$ 線図には、沸点曲線 (BPC)、露点曲線 (DPC)、気相領域 (V)、液相領域 (L)、および気液共存領域 (V+L) を、括弧内の略称で示すこと。
- (2) 温度 353.15 K、ヘキサンの液相モル分率 $x_1 = 0.500$ のとき、圧力 P と気相モル分率 y_1, y_2 を求めよ。ただし、この温度における両成分の飽和蒸気圧は $P_1^S = 142.5 \text{ kPa}$ 、 $P_2^S = 57.08 \text{ kPa}$ である。
- (3) 温度 353.15 K、圧力 90.0 kPa のとき、液相モル分率 x_1, x_2 と気相モル分率 y_1, y_2 を求めよ。
- (4) ヘキサン $n_1 = 5.00 \text{ mol}$ とヘプタン $n_2 = 5.00 \text{ mol}$ を混合し、(3) と同じ温度・圧力の下において平衡状態にした。このときの気相の物質質量 n^V を求めよ。

Answer the following questions on the vapor-liquid equilibria for the hexane (component 1) + heptane (component 2) around atmospheric pressure. This system can be assumed as an ideal solution in the whole composition range. T is temperature, P is pressure, and x_i and y_i are liquid phase mole fraction and vapor phase mole fraction of component i , respectively.

- (1) Illustrate schematically the $P - x_1, y_1$ diagram, and the $x_1 - y_1$ diagram that express the constant-temperature vapor-liquid equilibria for this system. In the $P - x_1, y_1$ diagram, indicate the boiling point curve (BPC), the dew point curve (DPC), the homogeneous vapor phase region (V), the homogeneous liquid phase region (L), and the vapor - liquid coexisting region (V+L) using their abbreviations in parentheses.
- (2) Obtain the boiling point pressure P and the vapor-phase mole fractions y_1, y_2 at temperature of $T = 353.15 \text{ K}$ and liquid-phase mole fraction of $x_1 = 0.500$. The saturated vapor pressures for the pure components at this temperature are $P_1^S = 142.5 \text{ kPa}$ and

n^V

2023年4月入学 (April 2023 Admission)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目 Subject	化学工学 (専門科目 I) Chemical Engineering I	プログラム Program	化学工学 Chemical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	------------------------------	---------------------------	---

問題 5 (Question 5)

323 K にて回分反応器を用いて定容系逐次反応を行う。反応 1, 反応 2 は各々物質 A, 物質 B の濃度 (C_A, C_B とする) の一次反応速度式で表され, k_1 及び k_2 は反応速度定数である。原料は物質 A のみを含んでおり, その初濃度は C_{A0} である。

- (1) k_1, C_{A0} を用い, C_A を時間 t の関数として表せ。
- (2) 微小時間における C_B の変化 dC_B/dt を k_1, k_2, C_A, C_B を用いて表せ。
- (3) C_B は式 1 で表されることを示せ。必要なら一階線形微分方程式: $dC/dt + aC = Q(t)$ の一般解(式 2)を用いよ。 a は定数, $Q(t)$ は t の関数, $Const.$ は積分定数である。
- (4) 原料($C_{A0} = 10 \text{ mol L}^{-1}$)を用いて反応操作を行った。反応開始後 40 分間の物質 A, B の濃度の経時変化を図示せよ。なお, 323 K では $k_1 = 0.10 \text{ min}^{-1}$, $k_2 = 0.025 \text{ min}^{-1}$ である。

A consecutive reaction without change in the liquid density is carried out at 323 K using a batch reactor. The reactions 1 and 2 follow the first order reaction kinetics for the concentrations of compounds A and B (denoted by C_A and C_B), respectively, and k_1 and k_2 are the rate constants. The raw material contains only compound A, and the initial concentration is C_{A0} .

- (1) Express C_A as a function of time t using k_1 and C_{A0} .
- (2) Express a change of C_B in a differential time, dC_B/dt , using k_1, k_2, C_A , and C_B .
- (3) Show that C_B is expressed as Eq. 1. If necessary, use a general solution (Eq. 2) for a linear differential equation: $dC/dt + aC = Q(t)$. a is a constant, $Q(t)$ is a function of t , and $Const.$ is a constant of integration.
- (4) The reaction operation is carried out at using the raw material ($C_{A0} = 10 \text{ mol L}^{-1}$). Illustrate the changes in concentrations of compounds A and B during the first 40 min after the start of the reaction. At 323 K, $k_1 = 0.10 \text{ min}^{-1}$ and $k_2 = 0.025 \text{ min}^{-1}$ are given.



式 1 Eq. 1: $C_B = \frac{k_1}{k_2 - k_1} C_{A0} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t})$

式 2 Eq. 2: $C = e^{-at} \{ \int e^{at} Q(t) dt + Const. \}$

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目	化学工学 (専門科目 I)	プログラム	化学工学	受験番号	M
Subject	Chemical Engineering I	Program	Chemical	Examinee's Number	M

Entrance Examination Booklet (General Selection)

問題 6 (Question 6)

成分 A, B 混合物中の成分 A の流束は, $N_A = J_A + x_A (N_A - N_B) - DC_t \frac{dx_A}{dy} + x_A (N_A + N_B)$ で表される。なお, N

広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期（一般選抜）専門科目入学試験問題

問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (General Selection)

Question Sheets

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目 Subject	化学工学（専門科目II） Chemical Engineering II	プログラム Program	化学工学 Chemical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	------------------------------	---------------------------	---

試験時間：13時30分～15時00分 (Examination Time : From 13:30 to 15:00)

受験上の注意事項

- (1) 問題用紙は表紙を含み2枚、解答用紙は表紙を含み2枚あります。

小論文 Short essay

地球環境に配慮した、化学製品開発および化学製品の生産プロセス開発は今後ますます重要になる。それらについて以下の項目を論ぜよ。

- (1) 化学物質の資源循環と経済性の両立を目指した製品開発の重要性 (400字程度)
- (2) 化学物質の生産プロセス構築における脱炭素化あるいは省エネルギー化の重要性 (400字程度)

The development of chemical products and chemical production processes that are environmentally friendly will become increasingly important in the future. Discuss the following points.

- (1) Importance of product development aiming at both resource recycling and economic efficiency of chemical substances. (about 150 words)
- (2) Importance of decarbonization or energy saving in development of the chemical production processes. (about 150 words)