

# 問題用紙

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

## Question Sheets

(2024年1月25日実施 / January 25, 2024)

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) 問題用紙は表紙を含み7枚、解答用紙は表紙を含み7枚あります。
- (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。
- (4) 解答が書ききれないときは、同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし、その場合は「裏に続く」などと裏面に記載したことが分かるようにしておくこと。
- (5) 6問中から3問選択し、日本語または英語で解答しなさい。なお、選択した問題は、解答用紙の表紙の選択欄に○印をつけなさい。(4問以上解答した場合には得点のより低い3問が採用されます。)
- (6) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (7) 問題中「図に書きなさい」という指示がある場合は、解答用紙に記入すること。
- (8) 作図する場合、貸与された定規を使用しても差し支えない。
- (9) 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

### Notices

- (1) There are **7 question sheets** and **7 answer sheets** including a front sheet.
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.
- (3) This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
- (4) If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.

(5)

(6)

(7)

(8)

(9)

2024年4月入学 (April 2024 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)

(2024年1月25日実施 / January 25, 2024)

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)

燃焼装置を用いて、硫黄 100 kg/h が空気 (体積比  $O_2 : N_2 = 21 : 79$ ) で燃焼され、 $SO_2$  および  $SO_3$  が生成している。生成した  $SO_3$  は水と反応させて  $H_2SO_4$  として燃焼生成ガス中から除去されるため、 $SO_3$  は装置の出口ガス中には含まれない。出口ガスの組成は  $SO_2$ : 15 mol%、 $O_2$ : 5 mol%、 $N_2$ : 80 mol% である。以下の間に答えよ。原子量は  $S=32$ 、 $O=16$ 、 $N=14$  とする。

- (1)  $SO_3$  に酸化した S の割合 [%] を求めよ。
- (2) 生成した  $SO_2$  の質量流量 [kg/h] を求めよ。
- (3) 過剰空気率 [%] を求めよ。
- (4) 標準状態 ( $0^\circ C$ 、1 気圧) における出口ガス流量 [ $m^3/min$ ] を求めよ。

Sulfur of 100 kg/h is burned with air (volume ratio  $O_2 : N_2 = 21 : 79$ ) using a combustion equipment, and  $SO_2$  and  $SO_3$  are produced.  $SO_3$  is reacted with water, and removed as  $H_2SO_4$  from the combustion product gas. Therefore,  $SO_3$  is not contained in outlet gas in the equipment. The composition of outlet gas is as follows:  $SO_2$ : 15 mol%,  $O_2$ : 5 mol%,  $N_2$ : 80 mol%. Answer the following questions.

2024年4月入学 (April 2024 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)

(2024年1月25日実施 / January 25, 2024)

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2 (Question 2)

以下の問に答えよ。関連する物理量に対する記号は適宜定義して使用せよ。

- (1) Hagen-Poiseuille 流れの速度分布を表わす式を、シェルバランス法、Navier-Stokes の式、あるいはその他の方法のいずれかを用いて導け。
- (2) (1)で得た式から、Hagen-Poiseuille 流れの平均速度を表す式を導け。
- (3) Hagen-Poiseuille 流れ中のせん断応力の半径方向分布を表す式を導け。

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3)

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

(2024年1月25日実施 / January 25, 2024)

試験科目 Subject	化学工学 (専門科目 I) Chemical Engineering I 水の三重点は	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)

(3) り、

(1) 以下の問いに答えよ。

純物質の  $\alpha$  相と  $\beta$  相の共存線の勾配を表す Clapeyron の式は a) 式で表される。ここで、 $\Delta H^{trs}$  と  $\Delta V^{trs}$  はそれぞれ相転移エンタルピーと相転移体積である。この式を導出せよ。

$$\frac{dT}{T} = \frac{\Delta H^{trs}}{T \Delta V^{trs}}$$

a)

(2) 273.16 K, 612 Pa であり、この点における固体の密度は  $0.917 \text{ g cm}^{-3}$ 、液体の密度は  $1.000 \text{ g cm}^{-3}$ 、融解エンタルピーは  $6.008 \text{ kJ mol}^{-1}$  である。この点における融解曲線の勾配を求めよ。ただし、水のモル質量を  $18.015 \text{ g mol}^{-1}$  とする。

圧力  $101.3 \text{ kPa}$  における水の沸点は  $373.12 \text{ K}$  であり、この点における蒸発エンタルピーは  $40.656 \text{ kJ mol}^{-1}$  である。圧力

2024 年 4 月入学 (April 2024 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)

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

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 4 (Question 4)

図のように厚さ  $L$ 、熱伝導率が  $k$  の無限に広い平板が単位体積、単位時間当たりに  $H$  の熱量で発熱している。伝熱は平板の  $x$  方向のみに生じ、平板の両面における対流伝熱は無視

発熱平板  
Heat-generating plate



2024 年 4 月入学 (April 2024 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)

(2024 年 1 月 25 日実施 / January 25, 2024)

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)

A → R となる定密度系の液相反応を一定の温度において行う。この反応の速度は、 $r_A = -kC_A$  で表され、 $r_A$  は反応速度 [mol/(L min)]、 $k$  は反応速度定数 [ $\text{min}^{-1}$ ]、 $C_A$  は物質 A の濃度 [mol/L] である。以下の間に答えよ。

- (1) 回分反応器を用いて 30 min 反応させた結果、 $C_A$  は初濃度( $C_{A0}$ )の 50% となった。反応速度定数  $k$  [ $\text{min}^{-1}$ ] を求めよ。
- (2) その回分反応器を用いて物質 A を 90% 反応させるのに必要な反応時間  $t$  [min] を求めよ。
- (3) 一つの連続槽型反応器を用い、この液相反応を行う。滞留時間 30 min にて操作すると、物質 A の転化率  $x_A$  [-] はいくらになるか。
- (4) 同じ連続槽型反応器を 2 つ直列に並べ、この液相反応を行う。各反応器での滞留時間を 30 min にすると、 $x_A$  [-] はいくらになるか。

A liquid phase reaction (A → R) is carried out without change in the liquid density at a constant temperature. The reaction rate is expressed as  $r_A = -kC_A$ , where  $r_A$  is a reaction rate [mol/(L min)],  $k$  is a reaction rate constant [ $\text{min}^{-1}$ ] and  $C_A$  [mol/L] is a

(1) \_\_\_\_\_

(2) \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_

(4) \_\_\_\_\_

流量:

1)

y)

100

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

(2024年1月25日実施 / January 25, 2024)

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6 (Question 6)

メタノール/水混合液(供給濃度: メタノール 30 mol%、 $x_D$  [mol/s]  
100 kmol/s、温度: 沸点)がフラッシュ蒸留塔(図 あるいは連続蒸留  
塔(図 2)で分離される。1 atm における気液平衡(温度:  $T$ 、メタノール液相モル分率:  $x$ 、気相モル分率:  $y$ )は解答用紙に与えら  
れている。

(1) フラッシュ蒸留塔により 25 kmol/s で留出液を得る。平衡線図(解答用紙の図 1)を用いて、塔頂および塔底での組成、およびフラ  
ッシュ蒸留塔の温度を求めよ。

(2) 連続蒸留で塔頂からメタノール 95 mol% を 25 kmol/s で留出液を得る。還流比  $R$  を 2 とする。平衡線図(解答用紙の図 2)を用いて、  
McCabe-Thiele の作図法により所要理論段数および原料供給段を求め、供給段の温度、液相の組成、気相の組成を求め

図1 フラッシュ蒸留

図2 連続蒸留

## 問題用紙

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

## Question Sheets

(2024年1月25日実施 / January 25, 2024)

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。
- (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。
- (4) 解答が書ききれないときは、同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし、その場合は「裏に続く」などと裏面に記載したことが分かるようにしておくこと。
- (5) 全問に日本語または英語で解答しなさい。
- (6) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (7) 問題中「図に書きなさい」という指示がある場合は、解答用紙に記入すること。
- (8) 作図する場合、貸与された定規を使用しても差し支えない。
- (9) 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げて ください。

### Notes

- (2) There are **2 question sheets** and **2 answer sheets** including a front sheet.
- (3) Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.  
“ This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
- (4) If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down “to be continued” on the last line of the sheet.
- (5) Answer all the questions in English or Japanese.
- (6) Return these question sheets together with the answer sheets.
- (7) If given the instruction to draw a diagram, draw it on the answer sheet.
- (8) You may use a rented ruler if you need one.



2024年4月入学 (April 2024 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)

(2024年1月25日実施 / January 25, 2024)

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
-----------------	---	------------------	---------------------------------	---------------------------	---

小論文 Short essay

第5次産業革命とは、AI (Artificial Intelligence) やIoT (Internet of Things) などのデジタル技術を利用して産業変革を行う第4次産業革命に、環境への配慮や持続可能性を加えた概念である。第5次産業革命の概念に則った化学製品の製造プロセスについて論ぜよ。(800字程度)

The concept of Industry 5.0 (the Fifth Industrial Revolution) involves integrating environmental friendliness and sustainability into Industry 4.0, which uses digital technologies such as AI (Artificial Intelligence) and IoT (Internet of Things) for industrial transformation. Discuss the manufacturing processes of chemical products in accordance with the concepts of Industry 5.0. (about 300 words)