

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 Course), Hiroshima University

Entrance Examination Booklet (General Selection)

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

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry) スマートイノベーション (Smart Innovation)	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) り
- (2) 問題用紙兼解答用紙はこの表紙を含み 8 枚あります。 く い。
- (3) この表紙を含むすべての問題用紙兼解答用紙に、受験番号を記入して ださ い。
- (4) この表紙は問題用紙 1 枚、解答用紙 8 枚を含みます。この表紙は解答用紙 1 枚として扱われます。 裏

(5)

(6)

(7) い 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 Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	--	---------------------------	---

問題 1 (Problem 1) 問題用紙は 3 枚あります (three sheets for Problem 1)

1. 次の(a)~(d)の分子またはイオンの Lewis 構造を例にならって示せ。 (Provide the Lewis structure of the molecules or ions (a)–(d) following the example.)



(a) 二酸化炭素 (carbon dioxide,  $\text{CO}_2$ )

(b) 硝酸イオン (nitrate ion,  $\text{NO}_3^-$ )

(c) オゾン (ozone,  $\text{O}_3$ )

(d) アジ化物イオン (azide ion,  $\text{N}_3^-$ )



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 Course), Hiroshima University

Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目	応用化学 (専門科目 I)	プログラム	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号	
------	---------------	-------	-----------------------------	------	--

7) CC1=CC=CC=C1  $\xrightarrow{1. Li}$  [Li+].C1=CC=CC=C1

8) CN(C)C(=O)C1CCCCC1  $\xrightarrow{LiAlH_4}$  CN(C)C1CCCCC1

9) C1=CC=CC=C1  $\xrightarrow{CH_3OH}$  COC1=CC=CC=C1

10) C1=CC=CC=C1  $\xrightarrow{AlCl_3}$  CC(=O)C1=CC=CC=C1

11) C1=CC=CC=C1  $\xrightarrow{AlCl_3}$  C1=CC=CC=C1

12) C1=CC=CC=C1  $\xrightarrow{AlCl_3}$  C1=CC=CC=C1

13) C1=CC=CC=C1  $\xrightarrow{PBr_5, CH_3OH}$  COC1=CC=CC=C1

14) O=C1CCCCC1  $\xrightarrow{HO-CH_2-CH_2-CH_2-OH, acid\ catalyst}$  OC1CCCCC1OC

15) Nitration  
CCOC(=O)C1=CC=CC=C1  $\xrightarrow{HNO_3}$  CCOC(=O)C1=CC(=O)[N+](=O)C=C1

6. フランが主に2位で求電子芳香族置換反応を起こす理由を説明せよ。(Provide the reason why furan undergoes electrophilic aromatic substitutions primarily at the 2-position.)



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 Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

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

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	--	---------------------------	---

問題 1 (Problem 1) 続き (Continued)

け

(initiation)

(termination)

)

( ) n

特徴  
(features)  
組成  
(composition)

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 Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	--	---------------------------	---

問題2 (Question 2) 問題用紙は2枚あります。(Answers to Question 2)

3) 相図 (phase diagram)

4) ラウールの法則 (Raoult's law)

5) 反応次数 (reaction order)

2. ある液体の 280 K における標準蒸発エンタルピーは  $43.5 \text{ kJ mol}^{-1}$  である。この液体  $3.00 \text{ mol}$  が 280 K,  $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$  で蒸発したとき、熱として系に移動したエネルギー  $q$ , 系になされた仕事  $w$ , エンタルピー変化  $\Delta H$ , 内部エネルギー変化  $\Delta U$  を計算せよ。ただし、気体定数  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  とする。(A certain liquid has a standard enthalpy of vaporization of  $43.5 \text{ kJ mol}^{-1}$  at 280 K. Calculate the energy transferred as heat to the system  $q$ , the work done on the system  $w$ , the change in enthalpy  $\Delta H$ , and the change in internal energy  $\Delta U$ , when  $3.00 \text{ mol}$  of the liquid is vaporized at 280 K and  $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Use the gas constant  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , if needed.)

3. 反応  $2\text{A} \rightarrow \text{P}$  が 2 次の速度式に従い、反応速度定数  $k = 4.50 \times 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  であった。A の濃度が  $0.840 \text{ mol dm}^{-3}$  から  $0.0420 \text{ mol dm}^{-3}$  まで変化するのに要する時間を計算せよ。(A reaction  $2\text{A} \rightarrow \text{P}$  has a second-order rate with a rate constant  $k = 4.50 \times 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Calculate the time required for the concentration of A to change from  $0.840 \text{ mol dm}^{-3}$  to  $0.0420 \text{ mol dm}^{-3}$ .)

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 Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	--	---------------------------	---

問題2 (Problem 2) 続き (Continued)

4. 水素原子に関するシュレーディンガー方程式の動径部分は次式で表される。ここで  $r$  は電子と原点に固定した原子核の距離を表す。以下の問いに簡潔に答えよ。(The radial part of Schrödinger equation for hydrogen atom is written as follows. The distance between the fixed nucleus and the electron is labeled  $r$ . Answer the following questions clearly.)

$$\left\{ -\frac{\hbar^2}{2m} \left( \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} \right) - \frac{e^2}{r} \right\} \varphi(r) = E\varphi(r)$$

1) 式中の  $m, e, \hbar$  はそれぞれ何を表しているか説明せよ。(Explain  $m, e,$  and  $\hbar$  in the equation.)

$m$		$e$		$\hbar$	
-----	--	-----	--	---------	--

2) 関数  $\varphi(r) = N \exp(-ar)$  (ここで  $\alpha = \frac{me^2}{\hbar^2}$  である) が、このシュレーディンガー方程式の固有関数であることを示し、固有値を求めよ。 $N$  は規格化定数である。(Show  $\varphi(r) = N \exp(-ar)$ , where  $\alpha = \frac{me^2}{\hbar^2}$ , is the eigenfunction for this Schrödinger equation and determine the eigenvalue.  $N$  is normalization constant.)

5. 量子論に関する以下の語句を簡潔に説明せよ。(Explain the following technical terms related to the quantum theory clearly.)

1) 結合性軌道 (bonding orbital)

2) 波動関数の規格化 (normalization of wavefunction)

3) 非経験的分子軌道法 (non-empirical molecular orbital (*ab initio*) method)

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 Course), Hiroshima University

Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	--	---------------------------	---

問題3 (Problem 3) 問題用紙は2枚あります (two sheets for Problem 3)

1. 次の括弧内の化合物の組み合わせの中から、問いで求 2. チタン酸カルシウム ( $\text{CaTiO}_3$ ) は立方晶構造で、格子

Blank lined area for writing answers.

3)  $0.10 \text{ mol dm}^{-3}$  の酢酸ナトリウム水溶液の pH を計算せよ。  
ただし、酢酸の  $pK_a$  を 4.56 とする。(Calculate pH of  $0.10 \text{ mol dm}^{-3}$  aqueous solution of sodium acetate. Use  $pK_a$  of 4.56 for acetic acid.)

3) 誘導結合プラズマ (ICP) 発光分析 (inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES))

4)  (TEM)



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 Course), Hiroshima University

Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目Ⅱ) Applied Chemistry II	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry) スマートイノベーション (Smart Innovation)	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) 問題用紙兼解答用紙はこの表紙を含み2枚あります。
- (2) この表紙を含むすべての問題用紙兼解答用紙に、受験番号を記入してください。
- (3) これは問題用紙と解答用紙が合冊されたものです。解答は指定された箇所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) 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 2 problem and answer sheets including this front sheet.
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this front sheet and all the problem and answer sheets.
- (3) This examination booklet consists of problem sheets and answer sheets. Answer the problems in the specified positions.
- (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) Raise your hand if you have any questions.

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 Course), Hiroshima University

Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2023年1月26日実施 / January 26, 2023)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目Ⅱ) Applied Chemistry II	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry)	受験番号 Examinee's Number	
-----------------	--------------------------------------	------------------	-----------------------------	---------------------------	--