

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

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) 問題用紙兼解答用紙が**表紙を含み**8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) 全問に解答しなさい。
- (6) 貸与された計算機(電卓)を使用しても差し支えない。
- (7) 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 8 problem and answer sheets including a front sheet.
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each problem and answer sheet.
- (3) This examination booklet consists of problem sheets and answer sheets. Answer the problems in the specified position.

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

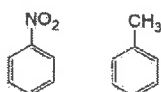
(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

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

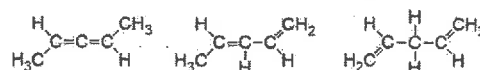
問題 1 (Problem 1) 問題用紙は3枚あります (three sheets for Problem 1)

1. 次の化合物の組み合わせで, 以下の性質に対しどのような違いがあるかを簡単に説明せよ。必要に応じて, 図を用いてもよい。(Explain briefly how the compounds in each combination are different with respect to the following properties. Figures may be added if necessary.)

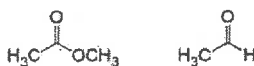
1) Friedel-Crafts 反応への活性  
(reactivity towards Friedel-Crafts reaction)



2) キラリティ (chirality)



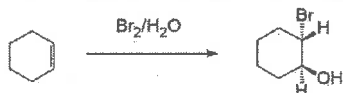
3) 酸性度 (acidity)



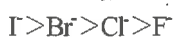
4) Diels-Alder 反応でのジエンとしての反応性  
(reactivity as a diene in Diels-Alder reaction)



2. 次の反応の立体選択性の理由を説明せよ。反応機構を示す図を描くこと。(Explain the reason for stereoselectivity of the following reaction. Figure showing the reaction mechanism must be given.)



3. ハロゲン化物イオンの水中の  $S_N2$  反応の求核性は, 次の順に低下する。理由を説明せよ。(The nucleophilicity of halide ions for  $S_N2$  reactions in water decreases as follows. Explain the reason.)



4. 次の語句を簡単に説明せよ。(Explain the following terms, briefly.)

1) Bredt 則 (Bredt rule)

2) 加溶媒分解 (solvolysis)

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

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)

5. 次の反応における有機の主生成物を化学構造で示せ。必要に応じて, 立体化学が分かるようにすること。エナンチオマーが生成する場合は一方のみを示すこと。(Draw the chemical structures of the major organic products. Show the stereochemistry, if applicable. Show only one enantiomer if a pair of enantiomers is formed.)



6 シクロペンタジエンは炭化水素としては異常に酸性が強い ( $pK_a=16$ )。この理由を「芳香族性」と「非局在化」を用いて説明せよ。(Cyclopentadiene is unusually acidic as a hydrocarbon. Explain the reason using "aromaticity" and "delocalization".)



2022 年 10 月, 2023 年 4 月入学 (October 2022 and 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)

(2022 年 8 月 25 日実施 / August 25, 2022)

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)

7. アクリル酸メチル, エチルビニルエーテル, および酢酸ビニルの付加重合について以下の問いに答えよ。(Answer the following questions on addition polymerization of methyl acrylate, ethyl vinyl ether, and vinyl acetate.)

1) 各モノマーの構造式を示せ。(Draw the structural formula of each monomer.)

アクリル酸メチル (methyl acrylate)      エチルビニルエーテル (ethyl vinyl ether)      酢酸ビニル (vinyl acetate)

2) ラジカル重合でしか重合しないモノマーはどれか。また、その重合に用いることができる開始剤を一つあげ、示性式で示せ。(Indicate the monomer which can be polymerized only by radical polymerization. Draw the rational formula of an initiator which can polymerize it.)

モノマー :                                  開始剤 :  
(monomer)                                  (initiator)

3) カチオン重合しやすいモノマーはどれか。また、その重合に用いることができる開始剤を一つあげ、示性式で示せ。(Indicate the monomer which can be polymerized by cationic polymerization. Draw the rational formula of an initiator which can polymerize it.)

モノマー :                                  開始剤 :  
(monomer)                                  (initiator)

4) アニオン重合しやすいモノマーはどれか。また、その重合に用いることができる開始剤を一つあげ、示性式で示せ。(Indicate the monomer which can be polymerized by anionic polymerization. Draw the rational formula of an initiator which can polymerize it.)

モノマー :                                  開始剤 :  
(monomer)                                  (initiator)

8. 等モルのジカルボン酸とジオールの縮合重合 (重縮合) に関する以下の問いに答えよ。(Answer the following questions on condensation polymerization (polycondensation) of equimolar amounts of a dicarboxylic acid and a diol.)

1) 反応度  $p$  と数平均重合度  $x_n$  の関係を導出せよ。(Derive the relation between the extent of polymerization,  $p$ , and number-average polymerization degree,  $x_n$ .)

2) ジカルボン酸とジオールの反応が平衡に達したときの生成物の数平均重合度  $x_n$  を求めよ。ただし、カルボン酸とアルコールからエステルが生成する反応の平衡定数  $K$  は 4 とする。(Calculate the number-average polymerization degree,  $x_n$ , of the product when the reaction of the dicarboxylic acid and the diol reaches equilibrium. Assume that the equilibrium constant  $K$  for the reaction

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

2022年10月25日印刷 (Printed on October 25, 2022)

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

1. 次の熱力学に関する語句を簡潔に説明せよ。(Explain clearly the following terms related to thermodynamics.)  
 1) ジュール・トムソン効果 (Joule-Thomson effect)                      2) ヘスの法則 (Hess's law)

り,

- 3) ファン・トホッフのプロット (van't Hoff plot)                      4) ネルンストの式 (Nernst equation)

2. ある熱エンジンが 800 K と 300 K の間で運転されている。次の問 1)~4) に答えよ。1) このエンジンの最大効率を求め

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

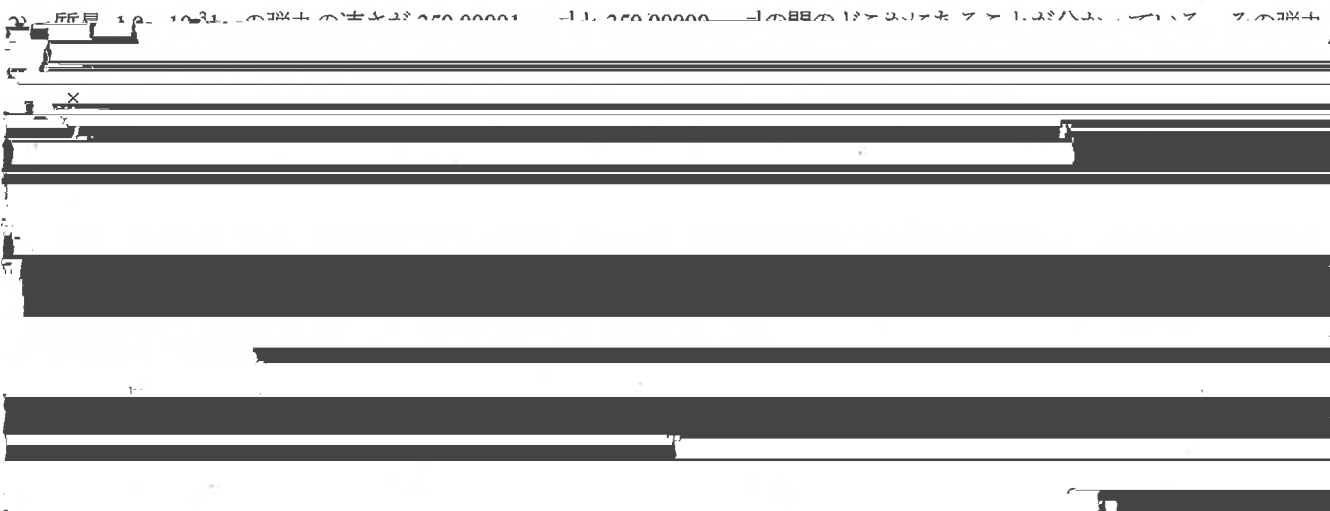
試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	--	---------------------------	---

問題2 (Problem 2) 続き (Continued)

4. 量子論に関する以下の問いに答えよ。ただし、プランク定数は  $6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ , アボガドロ定数は  $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , 電気素量は  $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ , 光の速度は  $2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$  とする。(Answer the following questions related to the quantum theory. Use the following constants, if needed: Planck constant,  $6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ; Avogadro constant,  $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ; elementary charge,  $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ; speed of light,  $2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .)

1) 1個の光子が  $1.550 \text{ eV}$  のエネルギーを持つとき, その波長を計算せよ。(Calculate the wave length of one photon with energy of  $1.550 \text{ eV}$ .)

2) 速度  $1.0 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$  で動いている質量  $1.0 \times 10^{-3} \text{ kg}$  の物体のド・ブロイ波長を求めよ。(Estimate the de Broglie wavelength of a particle which moves at a speed of  $1.0 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$ . Mass of the particle is  $1.0 \times 10^{-3} \text{ kg}$ .)



b)

c)  $^{14}\text{N}^{16}\text{O}$  分子の振動の零点エネルギー (the zero-point energy of vibration of the  $^{14}\text{N}^{16}\text{O}$  molecule)

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

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. 次の括弧内の化学種の組み合わせの中から, 問いで求めるものを選び解答欄に記せ。また, ①, ②, ③については理由を述べよ。(Answer the questions by selecting the correct chemical species from the combinations given in parentheses. The correct chemical species should be given in the answer column. Answer the reasons for ①, ②, and ③.)

① (N, O, F) 電子親和力の最も小さい元素 (Which has the lowest electron affinity?)

② ( $O^{2-}$ ,  $Na^+$ ,  $Al^{3+}$ ) 最もイオン半径の大きいイオン (Which has the largest ionic radius?)

③ (Na, Mg, Al) 第二イオン化エネルギーの最も大きい元素 (Which has the largest **second** ionization energy?)

④ (LiBr, KCl) 水への溶解度が高い化合物 (Which has

解答欄 (Answers)

①	
答 (Answer)	理由 (Reason)
②	
答 (Answer)	理由 (Reason)
③	
答 (Answer)	理由 (Reason)

(accuracy in statistics)

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

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) 続き (Continued)

3. NO, NO<sup>+</sup> および NO<sup>-</sup> に関して, 以下の問いに答えよ。  
 (Answer the following questions related to NO, NO<sup>+</sup>, and NO<sup>-</sup>.)

1) それぞれの化学種の結合次数を答えよ。(Answer the bond orders of each chemical species.)

NO :                      NO<sup>+</sup> :                      NO<sup>-</sup> :

2) 3 つのうち, N と O の結合強度が最も強い化学種を答えよ。  
 (Answer which chemical species has the strongest bonding strength between N and O.)

3) 3 つのなかで常磁性を示す化学種をすべて答えよ。

6. 298 K での弱酸 (HA) とそのナトリウム塩 (NaA) を含む水溶液に関する以下の問いに答えよ。ただし, HA のモル濃度を [HA], 水のイオン積を  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ , HA の  $pK_a$  を 4.30 とする。  
 (Answer the following questions related to an aqueous solution containing weak acid, HA and its sodium salt, NaA at 298 K. The molar concentration of HA is [HA] and the ion product for water,  $K_w$ , is  $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$  and  $pK_a$  of HA is 4.30.)

1) HA の酸解離定数  $K_a$  を HA および A<sup>-</sup> のモル濃度を用いて表し, 溶液の pH が 4.30 の場合の酸解離度  $\alpha$  を求めよ。  
 (Express the acid dissociation constant  $K_a$  of HA with the molar concentrations of HA and A<sup>-</sup> and calculate the acid dissociation



2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

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10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) 3問中から1問選択し解答しなさい。なお, 選択した問題は, 下欄の表に○印を付して表示すること。
- (6) 貸与された計算機(電卓)を使用しても差し支えない。
- (7) 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 10 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 position.
- (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) Select and answer one problem among the three problems. In addition, mark the problem that you have selected with a circle in the selection column in the table given below.
- (6) You may use the provided calculator if you need.
- (7) Raise your hand if you have any questions.

問題番号 Problem Number	問題 1 Problem 1	問題 2 Problem 2	問題 3 Problem 3
選択 Selection			

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

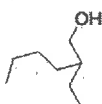
(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

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

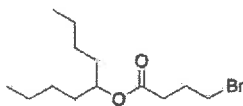
問題1 (Problem 1) 問題用紙は3枚あります (three sheets for Problem 1)

1. 次の化合物を合成するルートを提案せよ。炭素数が4つ以下の有機化合物と無機試薬, 溶媒は何を用いてもよい。  
 (Provide a synthetic route for the following compounds. You can use any organic compounds with four or less carbon atoms, inorganic reagents, and solvents.)

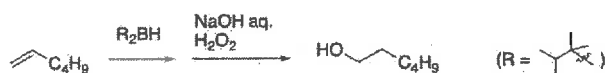
1)



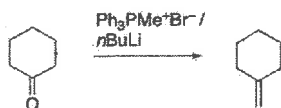
2)



3. 各化合物を用いて、次の反応の機構を示せ。(Show the mechanism of the following reactions using curved arrows.)



2)



3. 化合物 A は分子式が  $C_6H_{12}O$  で表され, IR スペクトルにおいて  $1700-2000\text{ cm}^{-1}$  に吸収を持たない。下記の  $^1\text{H NMR}$  スペクトルデータから予想される A の構造式を記せ。(Compound A has a molecular formula of  $C_6H_{12}O$  and shows no absorption in the range of  $1700-2000\text{ cm}^{-1}$  in the IR spectrum. Provide a chemical structure of compound A given by the following  $^1\text{H NMR}$  spectrum.)

$^1\text{H NMR}$ :  $\delta = 6.46$  (1H, dd),  $4.17$  (1H, dd),  $3.96$  (1H, dd),  $3.68$  (2H, t),  $1.61$  (2H, m),  $1.39$  (2H, m),  $0.94$  (3H, t) ppm

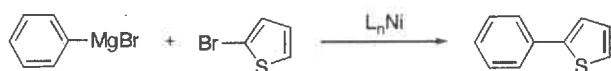
2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

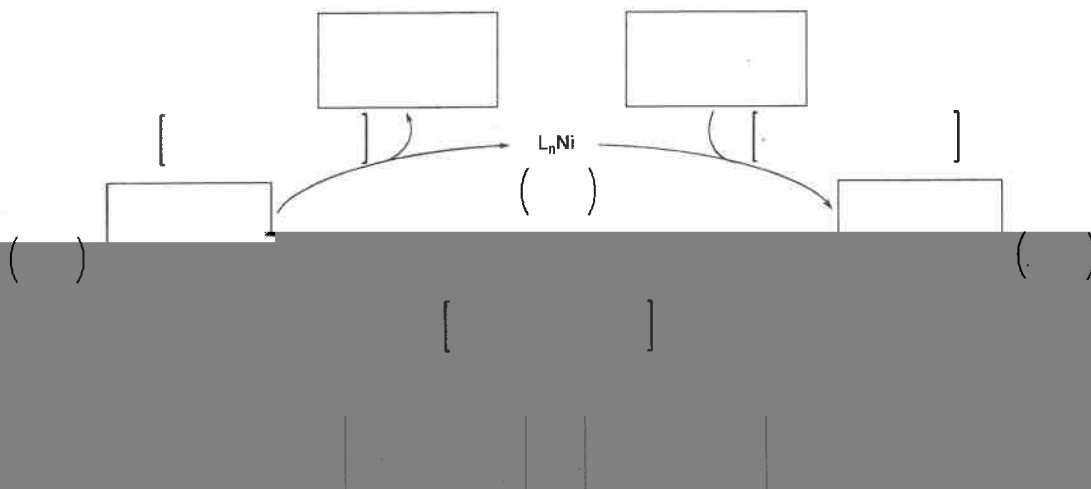
試験科目 Subject	応用化学 (専門科目Ⅱ) Applied Chemistry II	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	--	---------------------------	---

問題1 (Problem 1) 続き (Continued)

4. 下記のニッケル錯体を触媒に用いたフェニルマグネシウムブロミドとブロモチオフェンのクロスカップリング反応について, 以下の問いに答えよ。(Answer the following questions regarding the cross-coupling reaction between phenylmagnesium bromide and bromothiophene in the presence of a nickel complex as a catalyst shown below.)



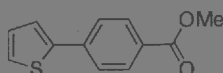
1) □内に最も適切な構造式を記入し, 以下の触媒サイクルを完成させよ。(Complete the catalytic cycle of the reaction shown below by drawing chemical structures in the square blanks □.)



2) 上記触媒サイクル中, ( )内にニッケルの形式酸化数を書け。なお, 「L」は形式電荷をもたない配位子とする。(Give the formal oxidation states of Ni into the parentheses ( ) of the catalytic cycle above. "L" is a ligand having no formal charge.)

3) 上記触媒サイクル中, [ ]内に各素反応の名称を書け。(Give the name of elementary reaction into the square brackets [ ] of the catalytic cycle above.)

4) 下記に示す化合物について, 以下の問いに答えよ。(Answer the following questions regarding the compound shown below.)



a) この化合物を, ニッケルまたはパラジウム錯体を触媒とするクロスカップリング反応を用いて, チオフェン誘導体とベンゼン誘導体から合成したい。合成法を提案し, 反応式で描け。(Propose and draw a reaction scheme for the synthesis of this compound from a thiophene derivative and a benzene derivative via a cross-coupling reaction by a nickel or a palladium catalyst.)

b) 用いたクロスカップリング反応の名称を書け。(Give the name of the cross-coupling reaction used for this synthesis.)

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

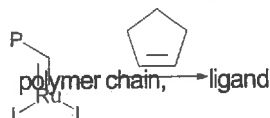
試験科目 Subject	応用化学 (専門科目Ⅱ) Applied Chemistry II	プログラム Program	応用化学 (Applied Chemistry) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	--	---------------------------	---

問題1 (Problem 1) 続き (Continued)

5 シクロペンテンの開環メタセシス重合に関する以下の問いに答えよ。(Answer the following questions on the ring-opening

1) metathesis polymerization of cyclopentene.)

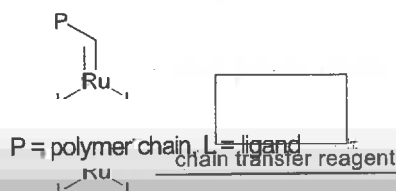
下記の化学反応式に続けて成長反応を示せ。(Draw the propagation reaction starting from the following chemical equation.)



2) りう  
P =                      L =

起こる副反応について記せ。(Describe possible side-reactions.)

3) 下記の化学反応式の  に連鎖移動剤となる化合物を記入し, 連鎖移動反応を示す化学反応式を完成せよ。(Provide a compound which acts as a chain transfer reagent in the square blank of the following chemical equation and complete the chemical equation showing the chain transfer reaction.)



6 プロピレンとプロピレンオキシドの重合に関する下表の空欄を埋めよ。(Fill the blanks of the following table on the polymerization of propylene and propylene oxide)

(structural)	プロピレン (propylene)	プロピレンオキシド (propylene oxide)
構造式 (例) ex.) formula) 		
重合触媒 (開始剤) (polymerization catalyst (initiator))		
重合の推進力 (mechanism of the formation of stereoregular polymers)		
立体規則性ポリマーの生成機構		

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

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

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

1. 気相のヨウ化水素の分解反応  $2\text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$  は, 700 K で反応速度定数  $k = 5.50 \times 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  をもった二次反応である。圧力 100 kPa の HI を 700 K に保ったとき, もとの HI の 30.0% が分解するのにどれだけの時間がかかるかを求めよ。ただし, 反応中において HI は理想気体としてふるまい, 気体定数  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  とする。(The reaction  $2\text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$  is second-order kinetics with a rate constant  $k = 5.50 \times 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  at 700 K. HI at 100 kPa is maintained at 700 K. How long will it take to decompose 30.0 % of the original HI? Assume the gas will not deviate from ideality. Use the gas constant  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , if needed.)

2. ある物質の分解の速度定数が 320 K で  $3.60 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , 350 K で  $2.30 \times 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  であった。この反応の活性化エネルギーとアレニウスパラメーターを求めよ。気体定数  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  とする。(The rate constant for the decomposition of a certain substance is  $3.60 \times 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  at 320 K and  $2.30 \times 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  at 350 K. Calculate the activation energy and the Arrhenius parameter of the reaction. Use the gas constant  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , if needed.)

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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

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

問題の (Problem 2) 続き (Continued)

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

- 1) クーロン積分 (Coulomb integral)
- 2) 共鳴積分 (resonance integral)
- 3) 重なり積分 (overlap integral)

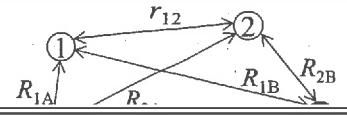
2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

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

問題2 (Problem 2) 続き (Continued)

5. 右図に示す $H_2$ 分子を考える。電子は1, 2, 原子核はA, Bとする。以下の設問に答えてください。(Consider  $H_2$  molecule as shown in the figure. The electrons and nuclei are labeled 1, 2 and A, B, respectively. Answer the following questions.)



*(This area contains multiple horizontal lines for student answers, which have been redacted with black bars.)*

4) BO 近似を用いた  $H_2$  分子の Schrödinger 方程式は厳密に解くことは出来ない。その理由と共に、近似的に解く方法の一

*(This area contains horizontal lines for student answers, which have been redacted with black bars.)*

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)





2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

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	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	--	---------------------------	---

4. 右表に示す標準還元電位 $E^\circ$ の値を参考に, a)~d)の反応式のうち, 標準状態において自発的に(化学反応式で示す方向に)進行するものすべてを選び, その記号を答えよ。(Select all reactions that proceed spontaneously (in the direction given) under standard conditions for the reaction equations a) - d), referring to the standard reduction potentials  $E^\circ$  shown in the table on the right.)

- a)  $2\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$       b)  $2\text{Ag}^+ + \text{Pb} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Pb}^{2+}$   
c)  $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{Pb} + \text{I}_2$       d)  $\text{V}^{2+} + \text{Pb} \rightarrow \text{V} + \text{Pb}^{2+}$

Reaction	$E^\circ / \text{V}$
$\text{V}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{V}$	-1.18
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	-0.13
$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^+$	+0.16
$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.52
$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$	+0.54
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+0.80

5. 次に示す酸化物のうち, 1)~5)に当てはまる最も適切なものを一つずつ選んで記せ。(Select the one of the most appropriate oxides that corresponds to each of the sentences 1) - 5) among the following oxides.)

$\text{H}_2\text{O}, \text{NO}_2, \text{N}_2\text{O}, \text{CO}, \text{P}_4\text{O}_{10}, \text{KO}_2, \text{OF}_2, \text{Cl}_2\text{O}, \text{ClO}_2, \text{SnO}_2, \text{SiO}_2, \text{TiO}_2, \text{V}_2\text{O}_5, \text{ReO}_3$

- フッ素などをドーブした薄膜が透明電極として用いられる。  
(This is an oxide whose thin films doped with fluorine etc. are used as transparent electrodes.) \_\_\_\_\_
- 酸素原子の酸化数が最大となる。  
(This is an oxide with the largest oxidation number of oxygen atom.) \_\_\_\_\_
- 無色の気体で麻酔作用がある。  
(This is an oxide which is colorless gas and used for anesthesia.) \_\_\_\_\_
- 室温で金属的な電気伝導性を示す。  
(This is an oxide which exhibits metallic electrical conductivity at room temperature.) \_\_\_\_\_
- 白色顔料や光触媒として用いられる。  
(This is an oxide which is used as a white pigment and a photocatalyst.) \_\_\_\_\_

absorption coefficient of the metal chelate by using following data. Assume all of the metal ion formed metal chelate.)

金属錯体濃度 (mol L <sup>-1</sup> ) Concentration of metal chelate (mol L <sup>-1</sup> )	Blank (0.0)	1.0 × 10 <sup>-4</sup>	2.0 × 10 <sup>-4</sup>
<i>A</i>	0.02	0.30	0.98