

2022年4月入学 (April 2022 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1月27日実施 / January 27, 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はこの表紙を含み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 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) Answer all the problems.
- (6) You may use the provided calculator if you need.
- (7) Raise your hand if you have any questions.

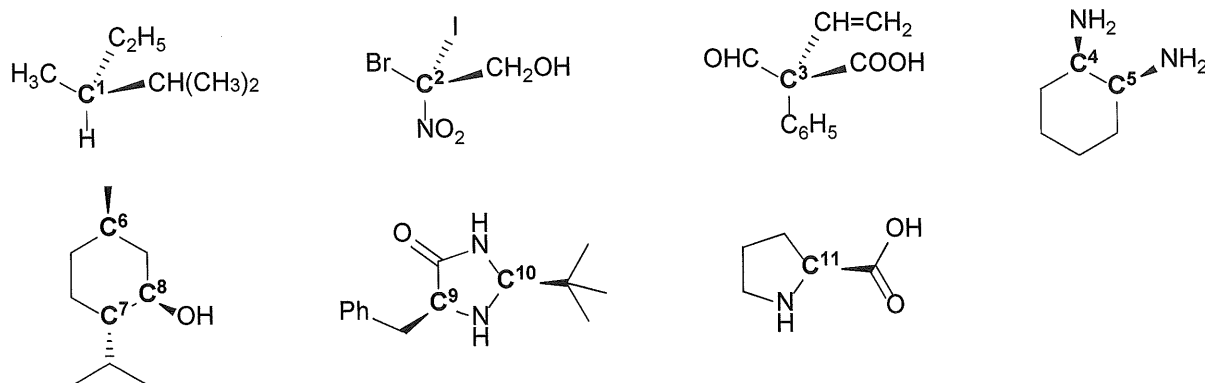
2022年4月入学 (April 2022 Admission)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2022年1月27日実施 / January 27, 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
-----------------	--------------------------------------	------------------	--	---------------------------	---

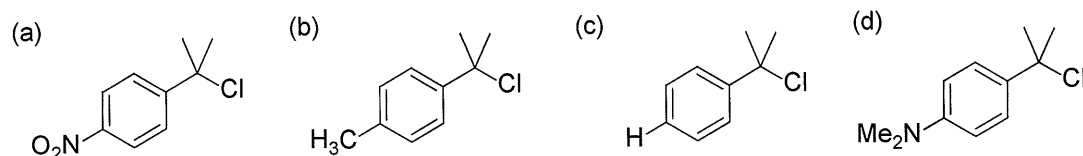
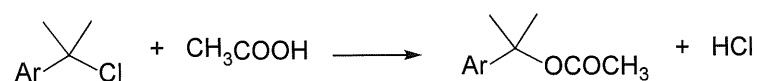
問題 1 (Problem 1) 問題用紙は3枚あります (three sheets for Problem 1)

1. 次の化合物において, $C^1 \sim C^{11}$ で示した炭素の絶対配置を R または S で示せ。(Describe the absolute configuration of carbon centers depicted as $C^1 \sim C^{11}$ in the following compounds by R or S .)



C^1	C^2	C^3	C^4	C^5	C^6
C^7	C^8	C^9	C^{10}	C^{11}	

2. 次の (a) ~ (d) の化合物を, 酢酸と S_N1 反応させた時の速度が大きい順に並び変えよ。その理由も示せ。(Rank the following compounds (a)–(d) by the rate of S_N1 reaction with acetic acid and explain the reasons.)



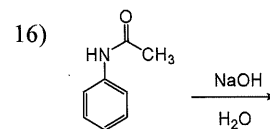
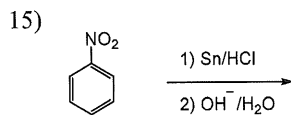
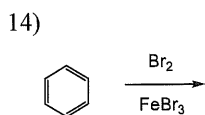
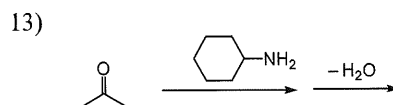
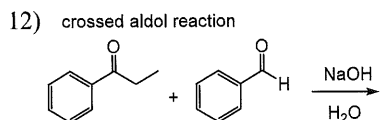
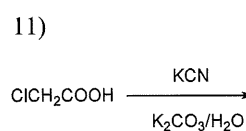
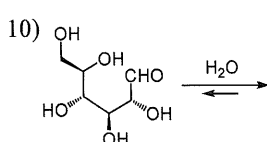
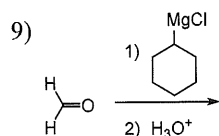
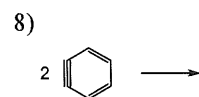
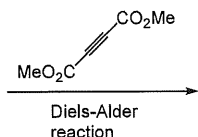
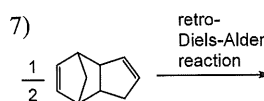
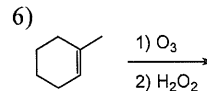
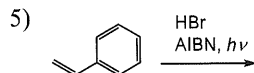
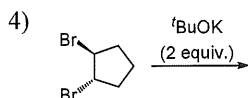
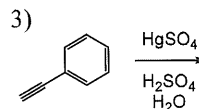
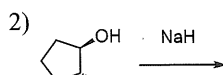
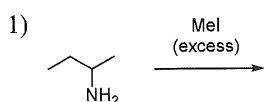
2022年4月入学 (April 2022 Admission)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2022年1月27日実施 / January 27, 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)

3. 次の反応における有機の主生成物を化学式で示せ。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 structural formula of the major organic products of the following reactions. Show the stereochemistry if necessary. When the products are chiral, draw only one of the enantiomers.)



4. アニソールのオルト位で求電子置換反応が起こった時の中間体の共鳴構造式を書け。(Draw all resonance structures of the intermediate formed by electrophilic substitution of anisole at the ortho position.)



(2022 年 1 月 27 日実施 / January 27, 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. Figure 1 は生成ポリマーの分子量と反応度との関係を模式的に表している。以下の重合反応系 1)~3) において、反応度に対する生成ポリマーの分子量の関係を最も的確に表現しているものを、Figure 1 の曲線 (A) - (C) からそれぞれ選べ。(Figure 1 shows a schematic representation of the relationships between the molecular weight of a generated polymer and the extent of reaction. For the following polymerization reactions 1) - 3), choose the most appropriate relationship between the molecular weight and the extent of reaction from (A) - (C) in Figure 1, respectively.)

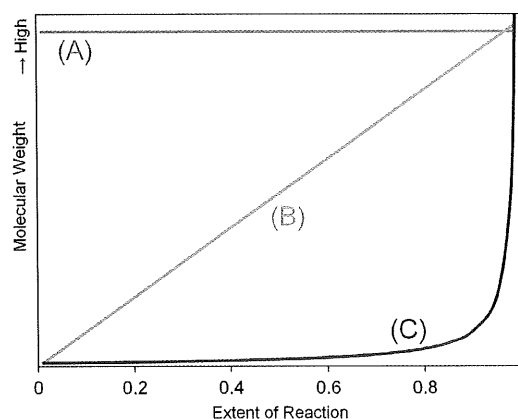


Figure 1. The relation between molecular weight and extent of reaction.

1) アジピン酸とヘキサメチレンジアミンの重縮合 (The polycondensation of adipic acid and hexamethylenediamine)

解答 (answer) _____

2) 過酸化ベンゾイルを開始剤として用いたメタクリル酸メチルの重合 (The polymerization of methyl methacrylate using benzoyl peroxide as an initiator)

解答 (answer) _____

3) ブチルリチウムを開始剤として用いたスチレンの重合 (THF, -78°C) (The polymerization of styrene using butyllithium as an initiator (THF, -78°C))

解答 (answer) _____

6. 次のモノマー (a)~(d) の中で、カチオン重合しないものを選び、その理由を述べよ。(Choose the monomer which does not cationically polymerize from (a) - (d) and describe the reason.)

(a) スチレン (styrene), (b) イソブチルビニルエーテル (isobutyl vinyl ether), (c) アクリロニトリル (acrylonitrile), (d) イソブチレン (isobutylene)

モノマー (monomer): _____

理由 (reason):

7. ナイロン 6 は一般的に開環重合により合成される。この反応を化学反応式で示し、用いることができる開始剤の例を一つ記せ。(Nylon 6 is generally synthesized by a ring-opening polymerization. Draw the chemical equation for this reaction and show an example of the initiator for the reaction.)

反応式 (reaction formula):

開始剤 (initiator):

8. ゲル浸透クロマトグラフィー (GPC) は、高分子の分子量や分子量分布を評価する代表的な方法である。その原理を 100 字程度で説明せよ。(Gel permeation chromatography (GPC) is a representative method for evaluating the molecular weight and molecular weight distribution of polymers. Explain its principle in about 30 words.)

2022年4月入学 (April 2022 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1月27日実施 / January 27, 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 Applicant Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	--	--------------------------	---

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

1. 次の語句を簡潔に説明せよ。(Explain the following technical terms clearly.)

- 1) 熱力学における可逆変化 (reversible change in thermodynamics)
- 2) ギブズエネルギー (Gibbs energy)
- 3) 三重点 (triple point)
- 4) ヘンリーの法則 (Henry's law)
- 5) イオンの独立移動の法則 (law of the independent migration of ions)

2. 4.00 mol の H_2O について、一定圧力 $1.00 \times 10^2 \text{ kPa}$ で 273 K の氷から 388 K の水蒸気に変化する時のエントロピー変化を計算せよ。ただし、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ と $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ の定圧熱容量の値は、それぞれ $75.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ と $33.6 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ で、温度に依存せず一定と仮定する。また、 H_2O の 273 K における標準融解エンタルピーと 373 K における標準蒸発エンタルピーは、それぞれ 6.01 kJ mol^{-1} と 40.7 kJ mol^{-1} である。(Calculate the change in entropy of the system when 4.00 mol of ice at 273 K is converted into water vapor at 388 K at a constant pressure of $1.00 \times 10^2 \text{ kPa}$. The constant-pressure heat capacities of $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ and $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ are $75.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ and $33.6 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, respectively, and these values are assumed to be constant over the temperature range involved. Then, the standard enthalpies of fusion at 273 K and vaporization at 373 K are 6.01 kJ mol^{-1} and 40.7 kJ mol^{-1} , respectively.)

3. ある基質 S の酵素触媒による生成物への変換反応のミカエリス定数 K_M が 25°C で 0.25 mol dm^{-3} であった。基質 S の濃度が 25°C で 0.55 mol dm^{-3} のとき、反応速度 v は $8.5 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ であった。この酵素触媒反応の最大速度 v_{max} を求めよ。(The enzyme-catalyzed conversion reaction of a substrate S at 25°C had a Michaelis constant K_M of 0.25 mol dm^{-3} . The rate v of the reaction was $8.5 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$, when the concentration of S was 0.55 mol dm^{-3} . Calculate the maximum rate v_{max} of this reaction.)

2022 年 4 月入学 (April 2022 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 1 月 27 日実施 / January 27, 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. 質量 m の粒子が, $V = \frac{1}{2}kx^2$ の一次元調和振動子のポテンシャル中を運動している。量子論に関する以下の問いに答えよ。(Consider a particle with mass m confined to a one-dimensional harmonic oscillator potential, $V = \frac{1}{2}kx^2$. Answer the following questions related to the quantum theory.)

1) この系のハミルトニアン(\hat{H})を書き下せ。(Write the hamiltonian operator (\hat{H}) for this system.)

$\hat{H} =$

2) この系の基底状態における波動関数は, $\varphi_0 = N_0 \exp\left(-\frac{\sqrt{mk}}{2\hbar}x^2\right)$ と書き表せる。 φ_0 がこの系の固有関数であることを示し, 固有値を求めよ。 N_0 は規格化定数である。(The ground state wavefunction for this system is written by $\varphi_0 = N_0 \exp\left(-\frac{\sqrt{mk}}{2\hbar}x^2\right)$, where N_0 is a normalization constant. Show φ_0 is the eigenfunction for this system and determine the eigenvalue.)

5. 原子価結合法と分子軌道法の違いについて簡潔に説明せよ。(Explain the difference between the valence-bond theory and the molecular orbital theory clearly.)

6. X線光電子実験を行ったところ, 波長 121 pm の光子によって, ある原子の内殻から電子が $5.69 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ の速さで放射された。この電子の束縛エネルギーを有効数値 3 桁で答えよ。ただし, プランク定数は $6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$, 光の速度は $2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$, 電子の質量は $9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 電気素量は $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。(When an X-ray photoelectron spectrum was measured, a photon with a wavelength of 121 pm ejected an electron with a speed of $5.69 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ from the inner shell of an atom. Calculate the binding energy of the electron with three significant digits. Use Planck constant: $6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$, speed of light: $2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$, mass of an electron: $9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$, and elementary charge: $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$, if needed.)

2022 年 4 月入学 (April 2022 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 1 月 27 日実施 / January 27, 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. 次の括弧内の化合物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。(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.)

- ① (S, Cl, I) 電子親和力が最も大きい元素 (Which has the highest electron affinity?)
- ② (NaCl, CsCl, AgCl) 共有結合性が最も低い物質 (Which has the lowest degree of covalency?)
- ③ (BF₃, SO₃, SF₆) 超原子価化合物ではない物質 (Which is not a hypervalent substance?)
- ④ (Fe²⁺, Fe³⁺, Ni²⁺, Ni³⁺) 最もイオン半径の小さいイオン (Which has the smallest ionic radius?)
- ⑤ (Zn, Cu, Co, Fe) 人間の体内での酸素の運搬に関わるヘムタンパク質に含まれる微量必須元素 (Which essential trace element is found in heme proteins that play vital roles in the transport of oxygen in the human body?)
- ⑥ (SiO₂, SO₂, N₃⁻) CO₂ と等電子構造を有する化学種 (Which is isoelectronic with CO₂?)
- ⑦ (Au, Pt, Ag, Pd) 王水に溶解しない貴金属 (Which noble metal cannot dissolve in aqua regia?)
- ⑧ (Au, Ag, Cu, Fe) 電子伝導率の最も高い金属 (Which has the highest electrical conductivity?)
- ⑨ (NH₃, SCN⁻, OH⁻, C₃H₅N) 結合異性体をつくる配位子 (Which ligand can form linkage isomers?)
- ⑩ (KO₂, OF₂, O₂, WO₃) 酸素原子の酸化数が最も大きい物質 (Which has the largest oxidation number of oxygen atom(s)?)

解答欄 (Answer column)

①	②	③	④	⑤
⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

2. 酸化鉄(II)は岩塩型構造を有する。問いに答えよ。(Iron(II) oxide has the rock salt crystal structure. Answer the following questions.)
 1) 実際の酸化鉄(II)は鉄原子の欠損によりその組成式は Fe_{0.84}O ~ Fe_{0.95}O となっている。このような単純な自然数の比率で組成式を表すことのできない化合物の総称を答えよ。(The actual iron(II) oxide has a compositional formula of Fe_{0.84}O to Fe_{0.95}O due to the defects of iron atoms. Answer the general name of the compounds whose compositions cannot be expressed in a simple ratio of natural numbers as this iron(II) oxide.)

2) ある酸化鉄(II)の組成式は Fe_{0.93}O であり、格子定数は a = 0.4301 nm であった。結晶中に生じている欠損はすべて鉄サイトの空孔によるものであるとして、この試料の密度を有効数字 4 桁で求めよ (単位: g cm⁻³)。なお、Fe, O のモル質量はそれぞれ 55.85, 16.00 g mol⁻¹ とする。(A sample of iron(II) oxide has a compositional formula of Fe_{0.93}O and a lattice constant of a = 0.4301 nm. Assuming that all defects in the crystal are due to vacancies in the Fe sites, calculate the density of this iron(II) oxide crystal with four significant digits (Unit: g cm⁻³). Molar masses of Fe and O are 55.85 and 16.00 g mol⁻¹, respectively.)

3. 硫酸バリウムの溶解度に関する以下の問いに答えよ。ただし、すべての水溶液は 25℃ とし、硫酸バリウムの溶解度積 K_{sp} を 1.0 × 10⁻¹⁰ M² とする。(Answer the following questions regarding solubility of barium sulfate at 25 °C. The solubility product of barium sulfate, K_{sp}, is 1.0 × 10⁻¹⁰ M² at the temperature.)

- 1) 純水に対する硫酸バリウムの飽和溶解度をモル濃度 (M) で推定せよ。(Estimate the saturated solubility of barium sulfate for pure water in molar concentration (M).)
- 2) 1.0 mM 硫酸ナトリウム水溶液への硫酸バリウムの飽和溶解度をモル濃度 (M) で推定せよ。(Estimate the saturated solubility of barium sulfate for a 1.0 mM sodium sulfate aqueous solution in molar concentration (M).)

周期表の一部 (a part of periodic table of the elements)

Na	Mg											Al	Si
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb

2022 年 4 月入学 (April 2022 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 1 月 27 日実施 / January 27, 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)

4. 次の語句を説明せよ。(Explain the following terms.)

1) フントの規則 (Hund's rules)

2) ペロブスカイト構造 (perovskite structure)

3) 炭素 14 年代測定法 (放射性炭素年代測定法) (carbon 14 dating method (radiocarbon dating method))

4) 蛍光寿命 (lifetime of fluorescence)

5) キレート滴定における金属指示薬 (metal indicator in chelatometric or complexometric titration)

2022年4月入学 (April 2022 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1月27日実施 / January 27, 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.

2022年4月入学 (April 2022 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1月27日実施 / January 27, 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 (Problem) 大学で行った卒業研究あるいは現在行っている研究の内容について 1,000 字以内で記述せよ。(Describe the contents of your graduation thesis at university or current research within 2,000 characters or 400 words.)