

平成 26 年 10 月, 平成 27 年 4 月入学 (October 2014 and April 2015 Admission)

広島大学大学院工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 Engineering (Master's Programs), Hiroshima University

Entrance Examination Booklet (General Selection)

(平成 26 年 8 月 20 日実施 / August 20, 2014)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目Ⅱ) Applied Chemistry II	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	------------------------------	--------------------------	---

試験時間 : 13 時 30 分 ~ 16 時 30 分 (Examination Time : From 13:30 to 16:30)

受験上の注意事項

- (1) 問題用紙兼解答用紙が表紙を含み 9 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) 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。

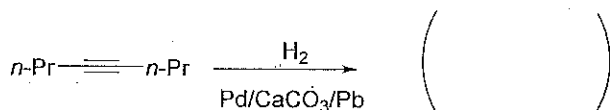
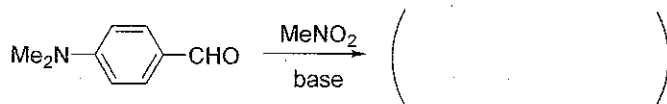
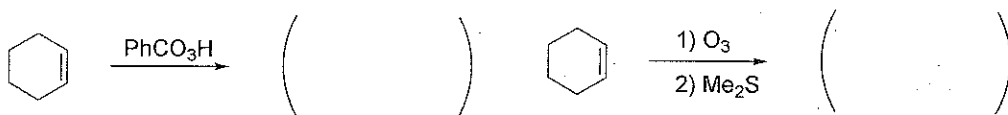
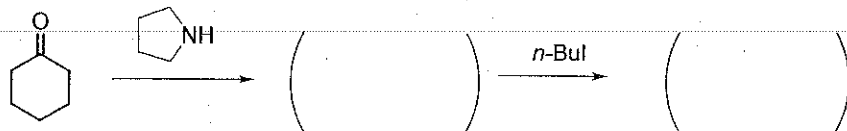
Notices

- (1) There are 9 question and answer sheets including a front sheet.
- (2) Fill in your applicant number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.
- (3) This examination booklet consists of question sheets and answer sheets. Answer the questions 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) Answer all the questions.
- (6) Raise your hand if you have any questions.

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目Ⅱ) Applied Chemistry II	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	---------------------------	--------------------------	---

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

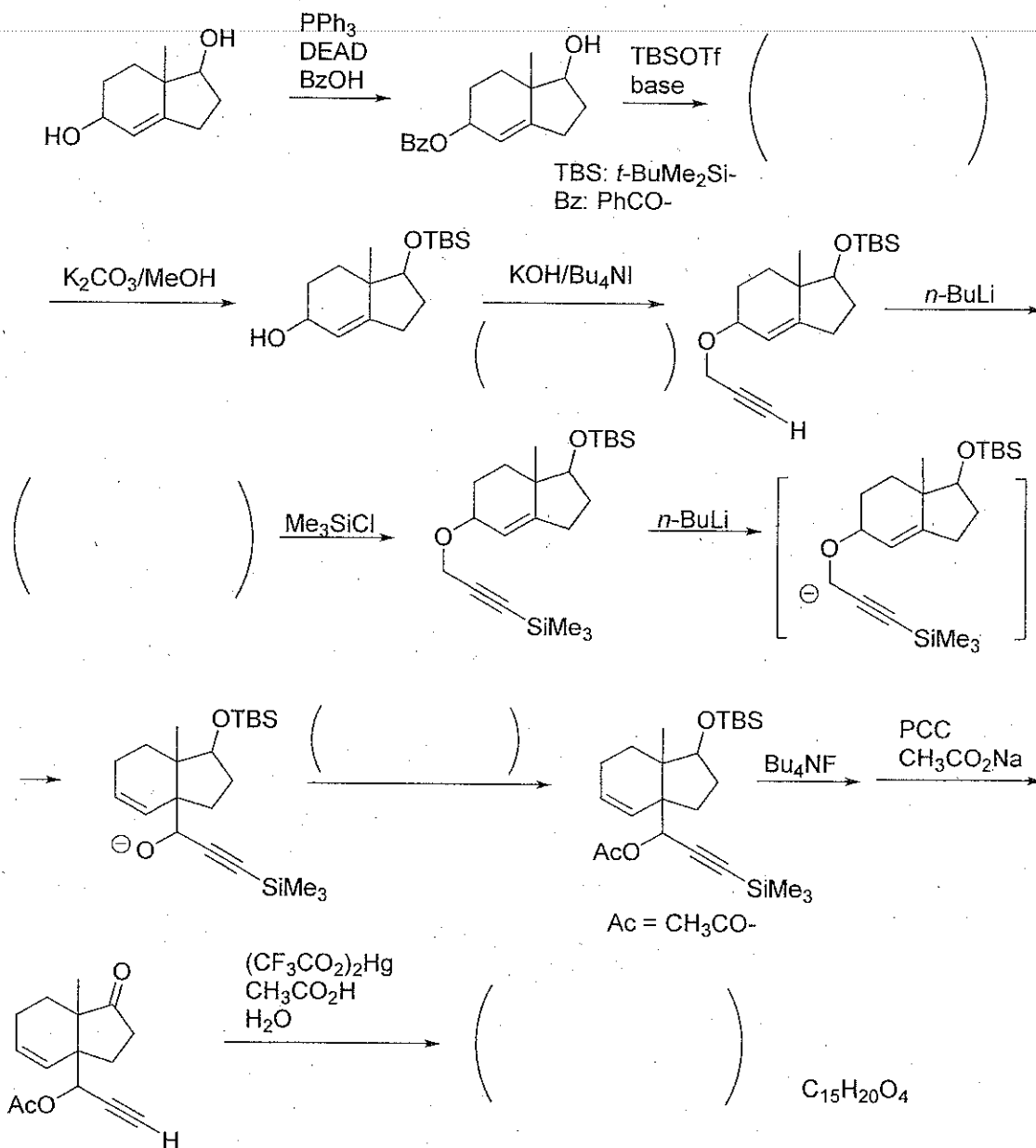
1. 次の反応の主な有機生成物の構造式を示せ。(Draw the chemical structural formulas of the major organic products provided by the following reactions.)



試験科目 Subject	応用化学 (専門科目Ⅱ) Applied Chemistry II	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	---------------------------	--------------------------	---

問題 1 (Problem 1) 続き (Continued)

2. カッコに構造式を書いて、次の合成スキームを完成せよ。(Complete the following synthetic scheme, by drawing structural formulas in the parentheses.)



平成 26 年 10 月, 平成 27 年 4 月入学 (October 2014 and April 2015 Admission)

広島大学大学院工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 Engineering (Master's Programs), Hiroshima University

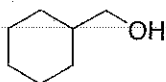
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(平成 26 年 8 月 20 日実施 / August 20, 2014)

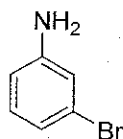
試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 II) Applied Chemistry II	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant Number	M
-----------------	--	------------------	---------------------------	--------------------------	---

問題 1 (Problem 1) 続き (Continued)

3. シクロヘキサノールから以下の化合物を選択的に合成するルートを提案せよ。(Propose a selective synthetic route to the following compound from cyclohexanol.)



4. ベンゼンから以下の化合物を選択的に合成するルートを提案せよ。(Propose a selective synthetic route to the following compound from benzene.)



5. 次の実験項を読み、以下の問いに答えよ。(Read the following experimental procedure and answer the questions.)

Magnesium metal (24 mmol) was added to a solution of 2,5-diiodo-3-hexylthiophene (10 mmol) in dry ether. After adding 10 mmol of 2,5-diiodo-3-hexylthiophene, the reaction was allowed to proceed with addition of a catalytic amount of Ni(dppp)Cl₂. The polymerization was quenched after 24 h with MeOH/H₂O and then the mixture was poured into 5% HCl/MeOH to precipitate polymer 1.

参考: *Conjugated Polymers-A Practical Guide to Synthesis*, Eds. K. Muellen, R. Reynolds, T. Masuda, RSC Publishing (2014).

(a) 下線の反応の主な有機生成物の構造式を書け。(Draw the structural formula of the major organic product provided by the underlined reaction.)

(b) 下線の反応におけるエーテルの反応促進の役割を簡単に説明せよ。(Explain the role of ether accelerating the underlined reaction, briefly.)

(c) Polymer 1 の構造式を書け。(Draw the structural formula of polymer 1.)

平成 26 年 10 月, 平成 27 年 4 月入学 (October 2014 and April 2015 Admission)

広島大学大学院工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 Engineering (Master's Programs), Hiroshima University

Entrance Examination Booklet (General Selection)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 II) Applied Chemistry II	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant Number	M
-----------------	--	------------------	---------------------------	--------------------------	---

問題 2 (Problem 2)

1. ある pH 指示薬について様々な pH で等濃度の溶液を調製し, 光路長 1.0 cm のセルで 500 nm における吸光度を測定した結果を以下に示す。(Solutions of a pH indicator of the same concentration were prepared at several pH conditions, and the absorbances of the solutions at wavelength of 500 nm were measured with a cell of 1.0 cm path length.)

pH	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
Absorbance	0.80	0.80	0.35	0.24	0.24

1) ある pH での溶液の吸光度を指示薬の解離度 α を用いて表せ。(Express absorbance of a solution at a certain pH in terms of the degree of dissociation, α , of the indicator.)

2) pH 4.00 における解離度を求めよ。(Determine the degree of dissociation at pH 4.00.)

3) 指示薬の pK_a と pH の関係式を示し, pK_a を求めよ。(Derive the relation between pK_a and pH, and determine pK_a of the indicator.)

2. 次の問いに答えよ。(Answer the following questions.)

1) $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ の Na_2SO_4 溶液 50 cm^3 と $3.0 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$ の BaCl_2 溶液 50 cm^3 を混合した場合に沈殿が生成するかどうか判定せよ。ただし, $\text{BaSO}_4(\text{s})$ の溶解度積を $1.1 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$ とする。(Predict if the precipitation will occur or not when a 50 cm^3 solution of $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ Na}_2\text{SO}_4$ and a 50 cm^3 solution of $3.0 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \text{ BaCl}_2$ are mixed. The solubility constant of $\text{BaSO}_4(\text{s})$ is $1.1 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$.)

2) pH 緩衝液の原理を簡単に説明せよ。(Explain the principles of pH buffer solution clearly.)

平成 26 年 10 月, 平成 27 年 4 月入学 (October 2014 and April 2015 Admission)

広島大学大学院工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 Engineering (Master's Programs), Hiroshima University

Entrance Examination Booklet (General Selection)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 II) Applied Chemistry II	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant Number	M
-----------------	--	------------------	---------------------------	--------------------------	---

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

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

- 1) ド・ブローイの関係式 (de Broglie relation)
- 2) トンネル現象 (Quantum tunneling)
- 3) ボーズ粒子 (Boson)
- 4) クーロン積分 (Coulomb integral)
- 5) 共鳴積分 (resonance integral)
- 6) 重なり積分 (overlap integral)

平成 26 年 10 月, 平成 27 年 4 月入学 (October 2014 and April 2015 Admission)

広島大学大学院工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 Engineering (Master's Programs), Hiroshima University

Entrance Examination Booklet (General Selection)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 II) Applied Chemistry II	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant Number	M
-----------------	--	------------------	---------------------------	--------------------------	---

問題 3 (Problem 3) 続き (Continued)

2. 赤外吸収に関する次の問題に答えよ。

2 原子分子である一酸化炭素 $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ は波数 2143 cm^{-1} に伸縮振動励起による赤外吸収を持つ。

プランク定数: $6.626 \times 10^{-34}\text{ (Js)}$, 光の速度: $2.998 \times 10^8\text{ (m s}^{-1}\text{)}$

(Answer questions about infrared absorption. A heteronuclear diatomic molecule, carbon monoxide ($^{12}\text{C}^{16}\text{O}$), has infrared absorption with a wavenumber of 2143 cm^{-1} corresponding to stretching vibration. Planck's constant: $6.626 \times 10^{-34}\text{ (Js)}$, Speed of light: $2.998 \times 10^8\text{ (m s}^{-1}\text{)}$.)

1) 波数が 2143 cm^{-1} (赤外) の光子 1 個当りのエネルギーを計算せよ。(Estimate the energy of a photon with a wavenumber of 2143 cm^{-1} .)

2) $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ 分子の実効(換算)質量を求めよ。(Estimate the reduced mass of $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ molecule.)

3) 一酸化炭素 $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ の ^{12}C を ^{13}C に置き換えた $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$ の伸縮振動励起による赤外吸収波数を求めよ。ただし, $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ 分子と $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$ 分子の結合の力の定数は変わらないものとする。(Estimate the wavenumber of infrared absorption of $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$ corresponding to stretching vibration, assuming the force constant of $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ molecule and that of $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$ molecule are the same.)

平成 26 年 10 月, 平成 27 年 4 月入学 (October 2014 and April 2015 Admission)

広島大学大学院工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 Engineering (Master's Programs), Hiroshima University

Entrance Examination Booklet (General Selection)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 II) Applied Chemistry II	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant Number	M
-----------------	--	------------------	---------------------------	--------------------------	---

問題 3 (Problem 3) 続き (Continued)

3. 水素型オービタルを使って, $1s$ オービタル ($\psi_{1,0,0}$) の平均半径を計算せよ。
(Calculate the mean radius of $1s$ orbital ($\psi_{1,0,0}$) for a hydrogenic atom.)

$$\psi_{1,0,0} = 2 \left(\frac{Z}{a_0} \right)^{3/2} \left(\frac{1}{4\pi} \right)^{1/2} e^{-Zr/a_0}$$

ここで Z は原子番号, a_0 はボーア半径, r は原子核から電子までの距離である。

(where Z is atomic number, a_0 is the Bohr radius, and r is the distance of the electron from the nucleus.)

平成26年10月, 平成27年4月入学 (October 2014 and April 2015 Admission)
広島大学大学院工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 Engineering (Master's Programs), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(平成26年8月20日実施 / August 20, 2014)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目Ⅱ) Applied Chemistry II	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	---------------------------	--------------------------	---

問題4 (Problem 4)

1. ポリオレフィンについて, 以下の問いに答えよ。(Answer the following questions on polyolefins.)
 - (a) エチレンの単独重合により得られる低密度ポリエチレンと高密度ポリエチレンについて, それぞれの合成法 (開始剤や触媒, 反応条件) と構造上の特徴を説明せよ。(Explain the synthetic methods (initiator or catalyst, reaction conditions) and the structural characteristics for each low-density and high-density polyethylene, which is obtained from homopolymerization of ethylene.)
 - (b) イソタクチックポリプロピレン (iPP) とアタクチックポリプロピレン (aPP) の構造を示し, それらの性質の違いを説明せよ。(Show the structures of isotactic and atactic polypropylenes. Explain the differences in their properties.)
2. ポリアミドについて以下の問いに答えよ。(Answer the following questions on polyamide.)
 - (a) 一般にジカルボン酸とジアミンの縮合重合で高分子量ポリマーを得るための条件を箇条書きで記せ。(Show the factors to obtain high molecular weight polymers in condensation polymerization of dicarboxylic acid and diamine by a run of the items.)
 - (b) 6,6-ナイロンの合成では, アジピン酸とヘキサメチレンジアミンからまずナイロン塩を調製し, そのナイロン塩を加熱して縮合重合が行われる。このプロセスを化学反応式で示し, この方法の利点を簡潔に述べよ。(6,6-Nylon is synthesized by condensation polymerization of nylon salt prepared from adipic acid and hexamethylene diamine. Show the chemical equation for this process and briefly describe the advantage of this method.)
 - (c) 6-ナイロン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, 代表的な開始剤を記せ。(6-Nylon is generally synthesized by ring-opening polymerization. Show the chemical equation for this reaction and an example of the initiator for this polymerization.)