

平成 30 年 10 月入学

平成 31 年 4 月入学

工学研究科博士課程前期

一般選抜入学試験問題

(平成 30 年 8 月 23 日実施)

専門科目 I

平成30年10月, 平成31年4月入学 (October 2018 and April 2019 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30年8月23日実施 / August 23, 2018)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant 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 nine 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.

平成 30 年 10 月, 平成 31 年 4 月入学 (October 2018 and April 2019 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)

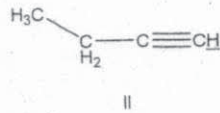
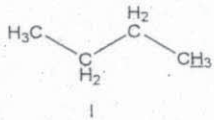
(平成 30 年 8 月 23 日実施 / August 23, 2018)

試験科目 Subject	応用化学 (専門科目 I) Applied Chemistry I	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)

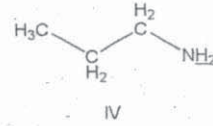
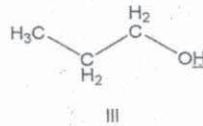
1. 次の組み合わせで, 下線の位置についてどちらが強い酸かを化合物番号 (I~VIII) で答え, 理由を簡単に説明せよ。必要に応じて, 図を用いてもよい。(Which compound in each pair is more acidic at the underlined position? Answer with the compound number (I~VIII) and explain the reason briefly. Figures may be added if necessary.)

1)



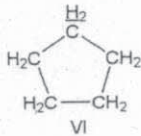
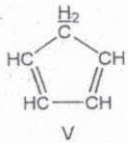
番号 (number):
理由 (reason):

2)



番号 (number):
理由 (reason):

3)



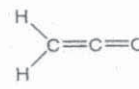
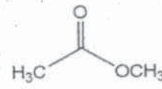
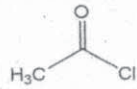
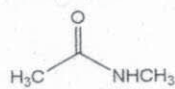
番号 (number):
理由 (reason):

4)



番号 (number):
理由 (reason):

2. 次の I~IV の化合物について, IR スペクトルの C=O 伸縮の振動数の大きい順に番号を並べ, 理由を説明せよ。必要に応じて, 図を用いてもよい。(Arrange the compound numbers I~IV in the order of stretching frequencies of the C=O bonds and explain the reason. Figures may be added if necessary)



順序 (Order):
理由 (Reason):

> > >

平成30年10月, 平成31年4月入学 (October 2018 and April 2019 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)

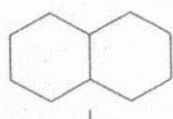
(平成30年8月23日実施 / August 23, 2018)

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

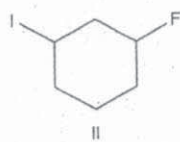
問題1 (Problem 1) 続き (Continued)

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

1) 次の化合物 I と II の IUPAC 名を答えよ。また, I および II の *cis*, *trans* 異性体のそれぞれについて, 最も安定な椅子形構造を書き, どちらの異性体がより安定かを示せ。(Provide IUPAC names of compounds I and II. Draw the most stable chair conformation of each of *cis*- and *trans* isomers of I and II, and indicate which isomer is more stable.)



IUPAC 名 (IUPAC name):



IUPAC 名 (IUPAC name):

cis 異性体 (*cis* isomer)

trans 異性体 (*trans* isomer)

cis 異性体 (*cis* isomer)

trans 異性体 (*trans* isomer)

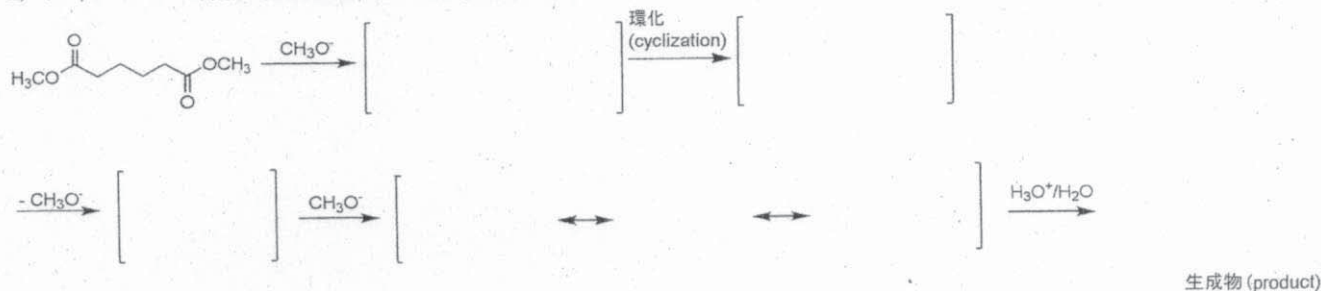
2) シクロヘキサンがシクロプロパンよりも安定な理由を説明せよ。必要に応じて, 図を用いてもよい。(Explain why cyclohexane is more stable than cyclopropane. Figures may be added if necessary.)

4. 化学式を加えて, 次の反応スキームを完成させよ。(Complete the following reaction schemes by adding structural formulas.)

1) 芳香族のニトロ化 (Aromatic nitration)



2) ディークマン縮合 (Dieckmann condensation)



平成 30 年 10 月, 平成 31 年 4 月入学 (October 2018 and April 2019 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

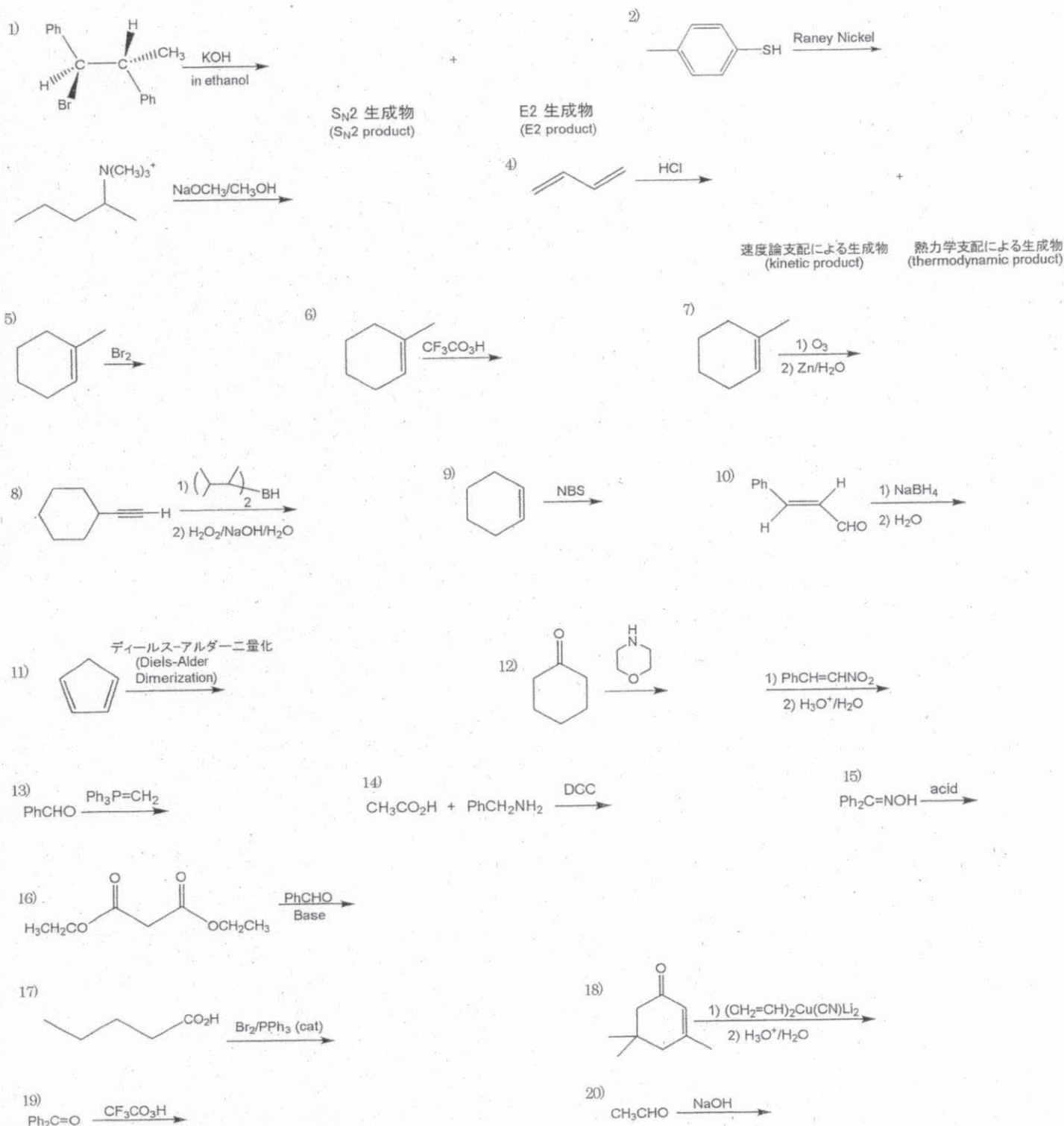
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(平成 30 年 8 月 23 日実施 / August 23, 2018)

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

問題 1 (Problem 1) 続き (Continued)

5. 次の反応の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だけを書くこと。(Draw the structural formula of the major organic product. Show the stereochemistry if necessary. When enantiomers are formed, draw only one of them.)



平成30年10月, 平成31年4月入学 (October 2018 and April 2019 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 I) Applied Chemistry I	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	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。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 (KBr, AgBr) 融点の低い物質 (Which has lower melting point?)
 ② (NaF, LiI) 水への溶解度が高い化合物 (Which has higher solubility in water?)
 ③ (La^{3+} , Ce^{3+} , Pr^{3+}) 半径の最も小さいイオン (Which has the smallest ionic radius?)
 ④ (Na^+ , Sr^{2+} , Al^{3+}) 半径の最も小さいイオン (Which has the smallest ionic radius?)
 ⑤ (I^- , S^{2-} , Cl^-) 半径の最も小さいイオン (Which has the smallest ionic radius?)
 ⑥ (PbCO_3 , CaCO_3 , BaCO_3) 分解温度が最も低い物質 (Which has the lowest decomposition temperature?)
 ⑦ (CaO , SrO , BaO) 融点の最も低い物質 (Which has the lowest melting point?)
 ⑧ (Mn^{3+} , Fe^{3+} , Co^{3+}) 八面体配位の低スピン状態で反磁性のイオン (Which is diamagnetic in an octahedral low spin configuration?)
 ⑨ (Mn^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+}) 高スピンの四面体配位にあって, 結晶場安定化エネルギー(CFSE)で最も大きな安定化を受けるイオン (In a tetrahedral high spin configuration, which ion can be most stabilized by obtaining a crystal field stabilization energy (CFSE)?)
 ⑩ (H, Li, Cs) 電子親和力の最も大きい元素 (Which has the highest electron affinity?)
 ⑪ (N, Ne, Ar) 第一イオン化エネルギーの最も大きい元素 (Which has the largest first ionization energy?)
 ⑫ (S, Al, Si) 電気陰性度の最も大きい元素 (Which has the highest electronegativity?)
 ⑬ (NO_2^- , SCN^- , NO_2^+) 直線形でない化学種 (Which does not have the linear molecular geometry?)
 ⑭ (CF_4 , SF_4 , IF_4^-) 平面構造の化学種 (Which has a planar molecular structure?)

- ⑮ (Br, Ca, Co, Ga) ヒトの微量必須元素である元素 (Which is an essential trace element in humans?)
 ⑯ (PCl_5 , B_2H_6 , $\text{Al}_2(\text{CH}_3)_6$) 電子不足化合物でない物質 (Which is not an electron-deficient compound?)
 ⑰ (Pb_3O_4 , Fe_2O_3 , GaCl_2) 混合原子価化合物でない物質 (Which is not a mixed valence compound?)
 ⑱ (WO_3 , ReO_3 , In_2O_3 , TiO_2) 室温で金属的な電気伝導を示す金属酸化物 (Which metal oxide shows metallic electrical conductivity at room temperature?)

解答欄 (Answer column)

①				
答 (Answer)	理由 (Reason)			
②				
答 (Answer)	理由 (Reason)			
③				
答 (Answer)	理由 (Reason)			
④	⑤	⑥	⑦	⑧
⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
⑭	⑮	⑯	⑰	⑱

2. 無機固体試料に含まれる金属元素の組成を調べる方法を一つ答えよ。その方法の利点と欠点を一つずつ記せ。(Answer one method to measure composition of metal elements in inorganic solid samples. Describe one advantageous point and one disadvantageous point of the method.)

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

平成30年10月, 平成31年4月入学 (October 2018 and April 2019 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 I) Applied Chemistry I	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	---------------------------	--------------------------	---

問題2 (Problem 2) 続き (Continued)

3. CaF_2 は萤石型構造 (空間群 $Fm\bar{3}m$) をとる。格子定数は, $a = 0.546 \text{ nm}$ である。(CaF₂ adopts fluorite structure with space group $Fm\bar{3}m$ and lattice constant of $a = 0.546 \text{ nm}$.)

1) Ca および F の配位数を答えよ。(Answer the coordination number of Ca and F.)

Ca:

F:

2) 最も短い Ca—Ca 原子間距離, および最も短い F—F 原子間距離を答えよ。(Answer the shortest Ca—Ca interatomic distance and the shortest F—F interatomic distance.)

Ca—Ca:

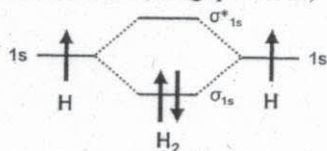
F—F:

3) CaF_2 の密度を計算せよ。Ca, F の原子量はそれぞれ 40.1, 19.0 とする。(Calculate the density of CaF_2 crystal. Atomic weights of Ca and F are 40.1 and 19.0, respectively.)

4) Cu $K\alpha$ 線 (波長 0.154 nm) を用いて CaF_2 結晶の粉末 X 線回折を測定するとき, 一番低角に表れる回折の指数を答えよ。また, この回折のブラッグ角 θ を計算せよ。(When X-ray powder diffraction of CaF_2 is measured by using Cu $K\alpha$ radiation (wavelength 0.154 nm), answer the Miller index of the reflection appearing at the lowest Bragg angle. Calculate the Bragg angle θ of this reflection.)

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

1) 水素分子(H_2)の例に倣って, フッ素分子(F_2)の基底状態のエネルギー準位図を書き, 分子の結合次数を答えよ。



(Following the example of H_2 molecule, draw the molecular orbital energy level diagram of F_2 molecule in its ground state. In addition, give its bond order.)

2) $\text{H}_2, \text{H}_2^+, \text{H}_2^-, \text{N}_2, \text{O}_2, \text{F}_2$ のうち, 常磁性のものをすべて記せ。また, それらが常磁性を示す理由を述べよ。

(Which are paramagnetic species in $\text{H}_2, \text{H}_2^+, \text{H}_2^-, \text{N}_2, \text{O}_2,$ and F_2 ? In addition, explain the reason why those are paramagnetic.)

3) H_2^+ と H_2^- における結合の長さは異なっている。どちらがより長いかを理由とともに述べよ。

(The bond lengths of H_2^+ and H_2^- are different. Which do you expect to be longer? Explain your answer with the reason.)

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

1) 有効核電荷 (Effective nuclear charge)

2) 非結合性軌道 (Non-bonding orbital)

3) 置換型固溶体 (Substitutional solid solution)

4) 不均化反応 (Disproportionation reaction)

5) 配位異性 (Coordination isomerism)

6) ヤーンーテラー効果 (Jahn-Teller effect)

平成 30 年 10 月, 平成 31 年 4 月入学 (October 2018 and April 2019 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 I) Applied Chemistry I	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. 次の熱力学に関する語句を簡潔に説明せよ。(Explain clearly the following technical terms related to thermodynamics.)

1) ジュール-トムソン効果 (Joule-Thomson effect)

2) キルヒホフの法則 (Kirchhoff's law)

3) 熱力学第三法則 (Third law of thermodynamics)

4) トルートの規則 (Trouton's rule)

5) ギブス-ヘルムホルツの式 (Gibbs-Helmholtz equation)

2. 定容熱容量 $C_v = \frac{3}{2}R$ の完全気体 1.00 mol を 400 K にて 800 kPa の圧力で閉じ込めた。圧力を 80.0 kPa にすると気体は断熱的に膨張する。気体の最終の温度と周囲に及ぼす仕事を求めよ。ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。(1.00 mol of a perfect gas with the heat capacity at constant volume $C_v = \frac{3}{2}R$ is confined under a pressure 800 kPa at 400 K. The pressure is released to 80.0 kPa and the gas expands adiabatically. Calculate the final temperature of the gas and the work done by the system. Use the gas constant $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, if needed.)

3. ある蒸気エンジンは 150°C から 40.0°C の間で働く。2.00 kJ の仕事をするために熱源から少なくとも取り出さなければならぬ熱量を求めよ。(A steam engine operates between 150°C and 40.0°C . Calculate minimum heat withdrawal from heat source to yield 2.00 kJ of work.)

平成 30 年 10 月, 平成 31 年 4 月入学 (October 2018 and April 2019 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 I) Applied Chemistry I	専攻 Department	応用化学 Applied Chemistry	受験番号 Applicant Number	M
-----------------	--------------------------------------	------------------	---------------------------	--------------------------	---

問題 3 (Problem 3) 続き (Continued)

4. 300 K の水 1.00 mol と 380 K の水 1.00 mol が混ざり, 断熱容器の中で系が熱平衡に達した。このときのエントロピー変化 ΔS を求めよ。ただし, 水のモル定圧熱容量 $C_{p,m} = 80.0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ は, 温度に依存しないとする。(Calculate the entropy change ΔS when 1.00 mol of water at 300 K is mixed with 1.00 mol of water at 380 K and the system comes to equilibrium in adiabatic enclosure, assuming that the molar heat capacity of water at constant pressure, $C_{p,m} = 80.0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, is independent of temperature.)

5. 固体触媒を用いた $A + B \rightleftharpoons C$ なる反応において, 固体触媒表面への A, B の吸着および吸着種間の表面反応は速く平衡状態にあり, 生成物 C の固体触媒表面からの脱離過程が律速段階である場合の反応速度式を導け。(Derive the rate equation of the following reaction in the presence of solid catalyst, $A + B \rightleftharpoons C$, assuming that (1) adsorption of A and B on the catalyst surface and the surface reaction between adsorbed species are rapid, establishing equilibriums, and (2) the desorption of the product C from the catalyst surface is the rate-determining step.)

平成 30 年 10 月, 平成 31 年 4 月入学 (October 2018 and April 2019 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

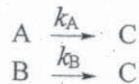
Graduate School of Engineering (Master's Programs), Hiroshima University

Entrance Examination Booklet (General Selection)

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

問題 3 (Problem 3) 続き (Continued)

6. 反応物 A および B が 1 次反応則に従いそれぞれ生成物 C を与える以下の並行反応を考える (速度定数 k_A, k_B)。A および B の初期濃度 $[A]_0 (\neq 0)$, $[B]_0 (\neq 0)$ を用いて, C の濃度 $[C]$ を反応時間 t の関数として表せ。ただし, C の初期濃度 $[C]_0$ を 0 とし, 逆反応は無視できるとする。(Consider the parallel reactions in which the product C is formed from both reactants, A and B, following a first-order kinetics for A and B with rate constants, k_A and k_B , respectively. Express the concentration of C, $[C]$, as a function of reaction time t using initial concentrations, $[A]_0 (\neq 0)$ and $[B]_0 (\neq 0)$. Assume that the initial concentration of C, $[C]_0$, is 0 and reverse reactions are negligible.)



7. 反応 $3R \rightarrow P$ は, R について 3 次の速度則に従う。この反応の速度定数が $0.10 \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ min}^{-1}$, R の初期濃度が 0.70 mol dm^{-3} のとき, R の半減期を求めよ。(A reaction $3R \rightarrow P$ follows a third-order kinetics for R. Calculate the half-life time of R, assuming that the rate constant of the reaction is $0.10 \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ min}^{-1}$ and the initial concentration of R is 0.70 mol dm^{-3} .)