

2026 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/工芸科学部 : /School of Science and Technology	今年度開講/Availability	/有 : /Available
学域等/Field	/物質・材料科学域 : /Academic Field of Materials Science	年次/Year	/2年次 : /2nd Year
課程等/Program	/専門基礎科目 : /Specialized Foundational Subjects	学期/Semester	/後学期 : /Second term
分類/Category	/化学 : /Chemistry	曜日時限/Day & Period	/金 3-5 : /Fri.3-5

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	15021201			
科目番号 /Course Number	15061053			
単位数/Credits	2			
授業形態 /Course Type	講義 : Lecture			
クラス/Class	ma			
授業科目名 /Course Title	物理化学III : Physical Chemistry III			
担当教員名 / Instructor(s)	/中西 英行/則末 智久 : NAKANISHI Hideyuki/NORISUE Tomohisa/			
その他/Other	インターンシップ実施科目 Internship	国際科学技術コース提供科目 IGP	PBL 実施科目 Project Based Learning	DX 活用科目 ICT Usage in Learning
	実務経験のある教員による科目 Practical Teacher			
科目ナンバリング /Numbering Code				

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	物理化学Iで習った熱力学の基本的概念を基礎として、化学平衡およびその応用として平衡電気化学を取り扱う。また、分子のエネルギー状態が量子化されていることを踏まえ、分配関数を取り扱うことができるようにする。これらの統計力学的取り扱いを通じて分子集団のエネルギー分布（ボルツマン分布）、エントロピー、化学平衡の意味を理解する。さらに、化学反応による分子種の濃度の時間推移（反応速度論）と、その基本的な理論について学習し、反応の時間変化の予測、解釈ができるようにする。反応速度論では、活性化エネルギーの概念および定常状
英	Chemical equilibrium and equilibrium electrochemistry are introduced on the basis of the fundamental concept of thermodynamics studied in Physical Chemistry I. Statistical thermodynamics (statistical approach to molecular systems with quantized energy levels) is introduced to obtain several thermodynamic functions. Understand the energy distribution in the molecular systems (the Boltzmann distribution), statistical entropy, and chemical equilibrium through the study of statistical thermodynamics. Chemical kinetics and related area are also introduced. Learn rate equations to obtain reaction kinetics of reactants and products in chemical reactions. The chemical kinetics also provides a concept of activation energy and a kinetic expression of the equilibrium constants and concentration of chemical intermediates obtained by the stationary state approximation.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	化学平衡に関して化学ポテンシャルから平衡定数を導くことができる。 自由エネルギー、標準電位、平衡定数の間にある関係を理解する。 分子エネルギーの量子化とエネルギー準位へのボルツマン分布を理解する。 ボルツマン分布から分配関数を作ることができる。 分配関数からエントロピー、内部エネルギーなどの熱力学関数を誘導できる。

	<p>平衡定数を分配関数で表すことができる。平衡定数の意味を理解する。 化学反応速度における反応速度式（微分形）をつくり、その積分形を誘導する。 反応機構から反応速度式（微分形）をつくり、定常状態法を適用する。 反応速度定数の温度依存性を理解する。 反応速度論の観点から化学平衡を理解し、平衡定数を反応速度定数で表現できる。</p>
英	<p>To derive the equilibrium constant from the equation of chemical potentials of the components. To understand the relationship among the free energy, standard potential, and equilibrium constant. To understand the meaning of the equilibrium constant through its expression with partition functions of the components. To derive partition functions from the Boltzmann distribution. To derive thermodynamic functions such as entropy and internal energy from partition functions. To express the equilibrium constant with partition functions. To make differential rate equations and derive their integrated forms. To make a set of differential rate equations from a reaction mechanism and to apply the stationary state approximation. To understand the temperature-dependence of rate constants. To understand the equilibrium from the kinetic viewpoint.</p>

学習目標の達成度の評価基準 / Fulfillment of Course Goals (JABEE 関連科目のみ)

日	
英	

授業計画項目 Course Plan

No.		項目 Topics	内容 Content
1	日	化学反応とギブズ自由エネルギー	反応進行度とギブズ自由エネルギーの変化および平衡定数について。
	英	Extent of reaction and a change in Gibbs free energy	To learn the reaction Gibbs energy as a function of the extent of reaction and to derive the equilibrium constant.
2	日	平衡定数とその温度、圧力依存性	自由エネルギーから見た平衡定数の意味、および温度・圧力による変化、ルシャトリエの原理を数式により理解する。
	英	Temperature and pressure dependences of equilibrium constant	To learn the relationship of the equilibrium constant and temperature or pressure. To understand the Le Chatelier's principle through the mathematical expression of the equilibrium constant.
3	日	平衡電気化学（１）	電荷を電位に対して移動させる仕事から電池半反応、電池と電極の種類、標準電極電位、起電力とネルンストの式までを理解する。
	英	Electrochemical cell (1)	To understand electrochemical cells consisted from half-reactions of electrodes and their variations. To understand electromotive force of cells, the standard electrochemical potential, and the Nernst equation from the work for bringing a charged particle
4	日	平衡電気化学（２）	電位・電気化学と平衡定数および熱力学関数との関係
	英	Electrochemical cell (2)	To learn the relationship between electrochemical potentials and the equilibrium constant and thermodynamic functions of the cell reaction.
5	日	統計熱力学（１）	量子化された分子のエネルギーと統計熱力学の概念について。ボルツマン分布と分配関数について学習し、分子のエネルギー準位とボルツマン分布を用いた集団のエネルギーの計算式を導く。
	英	Statistical thermodynamics (1)	Statistical thermodynamics (1)
6	日	統計熱力学（２）	ボルツマン分布と統計エントロピーについて学習する。
	英	Statistical thermodynamics (2)	To learn the Boltzmann distribution and statistical entropy.
7	日	統計熱力学（３）	分子分配関数およびカノニカル分配関数から熱力学関数を導く。
	英	Statistical thermodynamics (3)	To derive several thermodynamic functions from molecular and canonical partition functions.
8	日	統計熱力学（４）	統計熱力学の応用、平衡定数の分配関数による表現を理解する。
	英	Statistical thermodynamics	Application of statistical thermodynamics: to understand the expression of

		(4)	equilibrium constant usingh molecular partition functions.
9	日	運動する分子 (1)	気体の分子運動論について。反応速度論に必要な分子運動論の概念の理解。
	英	Molecules in motion (1)	To understand the kinetic model of gasses in order to study the chemical kinetics.
10	日	運動する分子 (2)	拡散と拡散方程式について。反応速度論に必要な拡散の概念の理解。
	英	Molecules in motion (2)	To understand diffusion and the diffusion equation in order to study the chemical kinetics.
11	日	化学反応速度 (1)	実験方法と速度式の取り扱い。反応速度、反応次数の定義、素反応、一次反応、二次反応における反応物、生成物の濃度変化。
	英	Chemical kinetics (1)	To study the definitions of the rate, the reaction order, and the elementary reaction, and to learn experimental techniques and rate equations in chemical kinetics. To derive the temporal change in the concentration of reactants and products.
12	日	化学反応速度 (2)	速度式の解釈について。平衡を含む反応、逐次反応、前期平衡について理解し、反応物、生成物の濃度変化や化学反応中間体についての考察を行う。
	英	Chemical kinetics (2)	To learn the Arrhenius equation to understand the temperature dependence of reaction rates.
13	日	化学反応速度 (3)	反応速度の温度依存性について。アレニウス型の反応速度定数の温度依存性について学習する。
	英	Chemical kinetics (3)	To learn the Arrhenius equation to understand the temperature dependence of reaction rates.
14	日	化学反応速度 (4)	単分子反応、連鎖反応、重合、触媒作用など、複雑な反応の速度について。
	英	Chemical kinetics (4)	To learn the steady state approximation to understand the mechanisms of complex reactions such as unimolecular reactions, chain reactions, polymerization, catalytic reactions, and enzyme.
15	日	化学反応速度 (5)	反応の分子動力学と反応速度の熱力学的な見方について。
	英	Chemical kinetics (5)	To learn the aspects of reactions from the chemical kinetic and thermodynamic viewpoints.

履修条件 Prerequisite(s)	
日	受講前に化学Ⅰ、Ⅱ、物理化学Ⅰ、Ⅱの理解を前提としている。その他に数学、物理の科目を履修することが望ましい。特に、分子のエネルギーが量子化されていることなど、講義内で必要とされる概念については、教科書の授業で用いる以外のページに書かれているので、各自で独習を要する。
英	The class will be given assuming the completion of Chemistry I and II, Physical Chemistry I, II. Hopefully, other classes for mathematics and physics should be taken. Since the concepts required in the class such as the quantized molecular energies are given in the pages in the other sections of the textbook, they should be learned by yourselves.

授業時間外学習 (予習・復習等) Required study time, Preparation and review	
日	物理化学Ⅰ-Ⅲは、一連の科目として系統的に教えられている。従って、本科目の受講には物理化学Ⅰ、Ⅱの内容の理解が絶対的条件である。受講にあたっては、教科書の予習、復習を1時間程度行うこと。
英	Physical Chemistry I-III are given systematically as consecutive classes. Completion of Physical Chemistry I and II should be required to take the Physical Chemistry III class. For the better understanding of the subjects in the class, studying of the Physical Chemistry text book before and after the class would be of great help and is strongly recommended.

教科書/参考書 Textbooks/Reference Books	
日	教科書 アトキンス 物理化学上・下 第10版 (千原・中村共訳、東京化学同人)。
英	P. W. Atkins and J de Paula, Physical Chemistry 10th Ed., Oxford (2014).

成績評価の方法及び基準 Grading Policy	
日	期末試験の成績により評価する。 大体の基準は、以下を参照。 予習・復習をして講義を聞き、ノートを取って授業内容を理解していることが判る程度、式の誘導など、基礎的な問題を解くことができる (60-75点)。さらに応用的な問題、課題に取り組む能力がある (>75点)。
英	Grade will be estimated by the term-end examination. Criteria are as follows: judged as a person at a level (60-75%) who

can solve basic problems and derive the equations through the understanding the subject of the class by skimming and reading carefully the textbook before and after attending the class, respectively, and by taking lecture notes and doing the homework; a person at a level (>75%) who can challenge and solve the advanced problems and subjects.

留意事項等 Point to consider

日

英