

長岡工業高等専門学校		開講年度	令和03年度 (2021年度)	授業科目	物理化学 I
科目基礎情報					
科目番号	0046	科目区分	専門 / 必修		
授業形態	講義	単位の種別と単位数	履修単位: 2		
開設学科	物質工学科	対象学年	3		
開設期	通年	週時間数	2		
教科書/教材	P. Atkins, 他 著, 千原秀昭, 他 訳, アトキンス物理化学要論 第7版, 東京化学同人, 2020				
担当教員	熱海 良輔				
到達目標					
(科目コード: 41300、英語名: Physical Chemistry I) この科目は長岡高専の教育目標 (D) と主体的に関わる。この科目の到達目標と、長岡高専の学習・教育到達目標との関連を、到達目標、評価の重み、学習教育目標との関連の順で示す。この科目では「授業計画・内容」に示した各項目の到達目標を目指し、化学現象の定量的な取り扱いと数値計算能力を学習すると共に、化学熱力学および反応速度論を基礎とした化学反応の定量的な予測方法について学習し、化学分野の基礎を修得する。100%(d1)					
ルーブリック					
	理想的な到達レベルの目安	標準的な到達レベルの目安	最低限の到達レベルの目安	未到達レベルの目安	
気体のPVT関係	完全気体と実在気体の乖離を理解し、状態方程式を用いて気体のPVT関係を予測できる。熱力学の第零法則により温度を定義することができる。	1成分または多成分の完全気体について、状態方程式を用いて気体のPVT関係を予測できる。	完全気体の状態方程式を用いて、気体のPVT関係を予測できる。	左記に達していない	
気体分子運動論	簡単な力学的前提から、気体分子運動のモデルを構築できる。	誘導の下、気体分子運動のモデルを構築できる。	気体分子運動のモデルから、分子の平均速度などを計算できる。	左記に達していない	
熱力学の第一法則	エネルギー保存則を立式できる。気体の膨張仕事などを計算し、内部エネルギーの変化を計算できる。	熱力学の第一法則から、内部エネルギーの変化を計算できる。	熱と仕事の変化を定量的に記述することができる。	左記に達していない	
熱力学第二法則	カルノーサイクルのモデルを立式することができ、カルノー効率を計算できる。エントロピー変化・自由エネルギー変化を計算し、現象の自発的な進行方向を予測できる。	カルノーサイクルにおける効率やエントロピー変化を計算できる。	カルノーサイクルにおいて、カルノー効率等を計算できる。	左記に達していない	
化学平衡	化学反応における平衡定数・平衡組成が計算できる。定圧反応における反応熱を計算できる。自由エネルギー変化から反応の自発的な進行方向を予測できる。	定圧反応における反応熱を計算できる。自由エネルギー変化から反応の自発的な進行方向を予測できる。	定圧反応における反応熱を計算できる。	左記に達していない	
電気化学	水素燃料電池の動作原理を、電極反応により記述することができる。化学電池・水素燃料電池・水電解について、Nernstの式により標準電位を計算することができる。	化学電池・水素燃料電池・水電解について、Nernstの式により標準電位を計算することができる。	Nernstの式により、水素燃料電池の標準電位を計算することができる。	左記に達していない	
化学反応速度	微分方程式を解き、任意の時刻における組成を予測することができる。工業的に重要な種々の触媒反応について、反応速度式を立式し、解くことができる。Arrheniusの法則を利用し、反応速度データから速度論パラメータを計算することができる。	微分方程式を解き、任意の時刻における組成を予測することができる。Arrheniusの法則を利用し、反応速度データから速度論パラメータを計算することができる。	Arrheniusの法則を利用し、反応速度データから速度論パラメータを計算することができる。	左記に達していない	
学科の到達目標項目との関係					
教育方法等					
概要	熱力学第一法則・第二法則について学習し、化学平衡の概念を理解する。更に、反応速度論を学習し、化学反応の予測および反応器の設計に必要な知識を習得する。また、初等的な統計力学を学習し、熱力学的な諸物理量の起源についても理解する。				
授業の進め方・方法	分野ごとに講義を行い、演習問題を解きながら理解を深める。また、定式試験前に各分野の標準的な問題について演習を行う。授業では適宜演習問題を解くため、関数電卓を用意すること。特に速度論パラメータの導出は、反応速度データの統計処理が必要となるため、統計機能付きの関数電卓を用意すること（推奨機種は初回授業で紹介する）。				
注意点	化学熱力学・反応速度論は、化学反応の予測および反応器の設計において基礎となる学問分野である。熱力学は歴史的には熱機関の改良から発展してきた学問であるが、現在の体系化された熱力学は非常に抽象的な学問である。このため、講義だけではなく、問題演習を通して化学熱力学への理解を深めること。また、熱力学はMacroscopicな（巨視的な）学問であるため、すぐに分子論的な（Microscopicな）イメージに飛びつかず、まずは必ず物理的イメージを持ちながら熱力学関数の役割を理解すること。熱力学の分子論的なイメージは、統計力学で説明する。反応速度論では、反応速度を微分形式で記述し、任意の時刻における反応進行度を微分方程式を解くことにより求めなければならない。微分方程式の取り扱い（変数分離型の微分方程式の解法）は授業中に扱うが、必ず微分方程式の解法を理解しながら学習を進めること。				
授業の属性・履修上の区分					
□ アクティブラーニング		□ ICT 利用		□ 遠隔授業対応	
				□ 実務経験のある教員による授業	
授業計画					

		週	授業内容	週ごとの到達目標
前期	1stQ	1週	気体のPVT関係および熱力学第零法則	状態量を用いて、完全気体の状態方程式を記述し、さらに状態方程式による計算ができる。
		2週	気体分子運動論	気体の運動量および種々の過程から、気体分子運動の物理モデルを構築できる。
		3週	実在気体	実在気体の完全気体からの乖離を説明でき、実在気体の状態方程式を用いて種々の計算ができる。
		4週	熱と仕事	熱と仕事の等価性について理解し、熱と仕事の定量的な計算ができる。
		5週	熱力学第一法則	第一法則（エネルギー保存則）を式として記述することができ、種々の計算ができること。また、熱容量の計算ができる。
		6週	エンタルピー	エンタルピーを導入する利点を理解し、標準生成エンタルピーから、任意の温度における反応熱を計算できる。
		7週	演習	気体のPVT関係、反応熱、気体分子運動論を中心に演習を行う。
		8週	中間試験	試験時間：50分
	2ndQ	9週	試験解説と復習	試験問題に関する解説を行い、これまでの学習内容を総括する。
		10週	カルノーサイクル	カルノーサイクルのを立式することができ、カルノー効率等を計算により求めることができる。
		11週	エントロピー	エントロピーを定義し、エントロピー変化を計算することができる。
		12週	自由エネルギー	Gibbs自由エネルギー変化を計算することができ、現象が自発的に進む方向を予測することができる。
		13週	熱統計力学入門(1)	Boltzmann-Maxwell分布を用いて任意の温度における分子が取り得るエネルギーの分布を表現することができる。
		14週	熱統計力学入門(2)	これまでに扱った熱力学関数の物理的なイメージを、分子論の立場で表現することができる。
		15週	演習 2（前期後半）	カルノーサイクル・エントロピー変化・自由エネルギー変化の計算を中心に演習を行う。
		16週	期末試験 17週：試験解説と発展授業	試験時間：50分 本授業の内容を総括する
後期	3rdQ	1週	相平衡	相平衡に関するGibbs自由エネルギー変化を計算し、温度・圧力変化が相変化に与える影響を予測できる。
		2週	反応の熱力学	Gibbs自由エネルギーまたはエントロピー変化から、反応が自発的に進行する方向を予測できる。
		3週	化学ポテンシャル	化学ポテンシャルを計算し、蒸気圧・浸透圧・相図に関する種々の計算ができる。
		4週	化学平衡	平衡定数・平衡組成を計算することができる。
		5週	平衡の移動	化学平衡が温度の関数であることを理解し、圧力・温度が変化した際の平衡組成を計算することができる。
		6週	電気化学入門	電極反応について理解し、Nernstの式を用いて標準電位が計算できる。また、水素燃料電池の発電原理について理解できる。
		7週	演習 3（後期前半）	化学平衡・化学ポテンシャル・Nernstの式を中心に演習を行う。
		8週	中間試験	試験時間：50分
	4thQ	9週	試験解説と復習	これまでの授業内容を振り返り、修得をより確実にする。
		10週	反応速度	反応速度を定義し、微分形式で反応速度を記述できる。
		11週	微分方程式の取り扱い・積分型反応速度	微分形式で定義した反応速度について、微分方程式を解くことで任意の時刻における組成を予測できる。
		12週	Arrheniusの法則	衝突理論からArrheniusモデルを構築することができる。反応速度データの統計処理により、速度論パラメータを計算できる。
		13週	反応機構	並行反応・逐次反応・1分子反応（Lindemann機構）・酵素反応について、反応速度式を立式し、計算できる。
		14週	均一・不均一触媒反応	工業的に重要な酵素反応・Langmuir-Hinshelwood反応を理解し、速度論パラメータが計算できる。
		15週	演習 4（後期後半）	積分型反応速度式・酵素反応・Langmuir-Hinshelwood反応を中心に演習を行う。
		16週	期末試験 17週：試験解説と発展授業	試験時間：50分 本授業の内容を総括する

モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標						
分類		分野	学習内容	学習内容の到達目標	到達レベル	授業週
専門的能力	分野別の専門工学	化学・生物系分野	物理化学	放射線の種類と性質を説明できる。	4	
				放射性元素の半減期と安定性を説明できる。	4	
				年代測定の例として、C14による時代考証ができる。	4	
				核分裂と核融合のエネルギー利用を説明できる。	4	
				気体の法則を理解して、理想気体の方程式を説明できる。	4	

			気体の分子速度論から、圧力を定義して、理想気体の方程式を証明できる。	4	
			実在気体の特徴と状態方程式を説明できる。	4	
			臨界現象と臨界点近傍の特徴を説明できる。	4	
			混合気体の分圧の計算ができる。	4	
			純物質の状態図(P-V、P-T)を理解して、蒸気圧曲線を説明できる。	4	
			2成分の状態図(P-x、y、T-x、y)を理解して、気液平衡を説明できる。	4	
			束一的性質を説明できる。	4	
			蒸気圧降下、沸点上昇より、溶質の分子量を計算できる。	4	
			凝固点降下と浸透圧より、溶質の分子量を計算できる。	4	
			相律の定義を理解して、純物質、混合物の自由度(温度、圧力、組成)を計算し、平衡状態を説明できる。	4	
			熱力学の第一法則の定義と適用方法を説明できる。	4	
			エンタルピーの定義と適用方法を説明できる。	4	
			化合物の標準生成エンタルピーを計算できる。	4	
			エンタルピーの温度依存性を計算できる。	4	
			内部エネルギー、熱容量の定義と適用方法を説明できる。	4	
			平衡の記述(質量作用の法則)を説明できる。	4	
			諸条件の影響(ルシャトリエの法則)を説明できる。	4	
			均一および不均一反応の平衡を説明できる。	4	
			熱力学の第二・第三法則の定義と適用方法を説明できる。	4	
			純物質の絶対エントロピーを計算できる。	4	
			化学反応でのエントロピー変化を計算できる。	4	
			化合物の標準生成自由エネルギーを計算できる。	4	
			反応における自由エネルギー変化より、平衡定数・組成を計算できる。	4	
			平衡定数の温度依存性を計算できる。	4	
			気体の等温、定圧、定容および断熱変化のdU、W、Qを計算できる。	4	
			反応速度の定義を理解して、実験的決定方法を説明できる。	4	
			反応速度定数、反応次数の概念を理解して、計算により求めることができる。	4	
			微分式と積分式が相互に変換できて半減期が求められる。	4	
			連続反応、可逆反応、併発反応等を理解している。	4	
			律速段階近似、定常状態近似等を理解し、応用できる。	4	
			電池反応と電気分解を理解し、実用例を説明できる。	4	

評価割合			
	試験	自習課題	合計
総合評価割合	90	10	100
基礎的能力	90	10	100
専門的能力	0	0	0
分野横断的能力	0	0	0