

## 物理化学2（物質の性質、エネルギーと平衡）

責任者・コーディネーター	構造生物薬学分野 阪本 泰光 教授		
担当講座・学科(分野)	構造生物薬学分野		
対象学年	2	区分・時間数	講義 18時間
期 間	後期		
単位数	1単位		

### ・学修方針（講義概要等）

物理化学は、主に高校で学んだ理論化学の内容と同一の内容を基礎としている。物理化学2では、分子の集合体である気体や液体の性質を理解し、その熱力学に関する基礎を通じて、気体や液体における自発的な変化の原理を理解する。全ての医薬品は分子の集合体であり、環境により、固体や液体及び気体といった状態が変化する。医薬品等の性状、反応の理解に必要な、物質の三態、平衡状態、自発的な変化の方向および変化の量を予測、応用するための基本的知識と技能を修得する。

### ・教育成果（アウトカム）

医薬品を含む全ての物質を構成する分子の物理化学的性質を基に、熱力学の基礎を身につけることで、分子の集合体としての固体、液体および気体の性質を理解し、その状態や状態変化及び熱力学的解析を修得する。理想気体の状態方程式からエネルギー保存則などの熱力学第一～ 第三法則、エンタルピー、エントロピー、ギブズエネルギー、化学ポテンシャルへと展開し、熱力学の法則の理解を深める。更に、これらを基に相平衡と物理平衡を理解する。

（ディプロマ・ポリシー：7）

### ・到達目標（SBO）

1. 気体の分子運動について総合的に説明できる。(138-140)
2. 様々なエネルギーの相互変換について式を用いて説明できる。(141-147)
3. 自発的な変化を支配している原理について説明できる。(148-152)
4. 代表的な物理平衡の観測データから、平衡定数を計算することができる。(153-156)
5. 相平衡や相転移の理解に基づき、相図や状態図を具体的な問題に適用できる。(157-159)

### ・講義日程

（矢）西 106 1-F 講義室

月日	曜日	時限	講座・分野	担当教員	講義内容/到達目標
9/11	月	4	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	講義内容の説明、グループ分け、確認演習、基礎学力確認テスト（高校・理論化学）、気体の基本的な性質 1. 理想気体の状態方程式を理解することにより、説明できるようになる。 2. シャルル・ボイル、ドルトンの分

					<p>圧、ヘンリーの法則を理解することにより、説明できるようになる。</p> <p>3. 圧力の単位変換ができるようになる。</p> <p>4. ドルトンの法則とヘンリーの法則から肺胞での酸素交換について説明できるようになる。</p> <p>【グループワーク】【プレゼンテーション】【対話・議論型授業】：グループごとに講義で何を学び身につけるのかをディスカッションし、発表する。</p> <p>【双方向授業】【ICT(Google forms)】：講義中に理解度確認を行う。</p> <p>事前学修：教科書の講義内容該当箇所を予習し、わからない点を明らかにしておく。</p> <p>事後学修：講義資料、教科書を用いて復習し、講義内容に相当する演習問題を解く。事前学修でわからなかった点が理解できたことを確認する。</p>
9/15	金	4	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	<p>仕事と熱</p> <p>1. 理想気体の状態方程式を理解することにより、理想気体と実在気体の違いについて説明できるようになる。</p> <p>2. 気体の分子運動とエネルギーの関係を理解することにより、説明できるようになる。</p> <p>3. 気体分子の自由度と運動エネルギーの関係を理解し、熱容量との関係について説明できる。</p> <p>4. エネルギーの量子化とボルツマン分布を理解することにより、説明できるようになる。</p> <p>【グループワーク】【プレゼンテーション】【対話・議論型授業】：グループごとに講義で何を学び身につけるのかをディスカッションし、発表する。</p> <p>【双方向授業】【ICT(Google forms)】：講義中に理解度確認を行う。</p> <p>事前学修：教科書の講義内容該当箇所を予習し、わからない点を明らかにしておく。</p> <p>事後学修：講義資料、教科書を用いて復習し、講義内容に相当する演習問題を解く。事前学修でわからなかった点が理解できたことを確認する。</p>
9/20	水	3	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	<p>熱力学の系、外界、境界</p> <p>1. 熱力学における系、外界、境界を理解することにより、説明できるようになる。</p>

					<p>2. 状態関数の種類と特徴を理解することにより、説明できるようになる。</p> <p>3. 仕事および熱の概念を理解することにより、説明できるようになる。</p> <p>熱力学第一法則</p> <p>1. 熱力学第一法則を理解することにより、説明できるようになる。</p> <p>物理過程</p> <p>1. 4つの物理過程（等温変化、断熱変化、定圧変化、定容変化）について理解することにより、説明できるようになる。</p> <p>2. 物理過程を理解することにより、定容熱容量と定圧熱容量の関係について説明できるようになる。</p> <p>【グループワーク】【プレゼンテーション】【対話・議論型授業】：グループごとに講義で何を学び身につけるのかをディスカッションし、発表する。</p> <p>【双方向授業】【ICT(Google forms)】：講義中に理解度確認を行う。</p> <p>事前学修：教科書の講義内容該当箇所を予習し、わからない点を明らかにしておく。</p> <p>事後学修：講義資料、教科書を用いて復習し、講義内容に相当する演習問題を解く。事前学修でわからなかった点が理解できたことを確認する。</p>
9/25	月	4	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	<p>熱力学第二法則、エントロピー、不可逆過程、可逆過程、エンタルピー</p> <p>1. 熱力学第二法則を理解することにより、エントロピーについて説明できるようになる。</p> <p>2. エンタルピーを理解することにより、説明できるようになる。</p> <p>3. 物理変化、化学変化に伴うエンタルピー変化を理解することにより、説明できるようになる。</p> <p>4. 熱効率、不可逆仕事について理解することにより説明できるようになる。</p> <p>【グループワーク】【プレゼンテーション】【対話・議論型授業】：グループごとに講義で何を学び身につけるのかをディスカッションし、発表する。</p> <p>【双方向授業】【ICT(Google forms)】：講義中に理解度確認を行う。</p> <p>事前学修：教科書の講義内容該当箇所を予習し、わからない点を明らかにしておく。</p> <p>事後学修：講義資料、教科書を用いて復習し、講義内容に相当する演習問題</p>

					を解く。事前学修でわからなかった点が理解できたことを確認する。
10/6	金	3	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	<p>ギブズエネルギー</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ギブズエネルギーを理解することにより、定温定圧下での自発変化の方向性を説明できる。</li> <li>2. エンタルピー変化、ギブズエネルギー、エントロピーの関係を理解することにより、生体分子と薬剤の結合様式について説明することができる。</li> <li>3. ヘルムホルツエネルギーを理解することにより、定温定容下での自発変化の方向性を説明できる。</li> <li>4. 示量性、示強性状態関数、経路関数を理解することにより、状態関数、経路関数について説明できる。</li> </ol> <p>【グループワーク】【プレゼンテーション】【対話・議論型授業】：グループごとに講義で何を学び身につけるのかをディスカッションし、発表する。</p> <p>【双方向授業】【ICT(Google forms)】：講義中に理解度確認を行う。</p> <p>事前学修：教科書の講義内容該当箇所を予習し、わからない点を明らかにしておく。</p> <p>事後学修：講義資料、教科書を用いて復習し、講義内容に相当する演習問題を解く。事前学修でわからなかった点が理解できたことを確認する。</p>
10/11	水	3	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	<p>部分モル量、部分モル体積、化学ポテンシャル、圧平衡定数、濃度平衡定数</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 部分モル量、部分モル体積を理解することにより、その概念を説明することができる。</li> <li>2. 化学ポテンシャルとギブズエネルギーの関係を理解することにより、化学ポテンシャルを説明できる。</li> <li>3. 反応進行度、化学平衡とギブズエネルギーの関係を理解することにより、説明することができる。</li> <li>4. ファントホッフの式およびファントホッフプロットについて理解することにより、標準反応エントロピーおよびエンタルピーについて説明できる。</li> </ol> <p>【グループワーク】【プレゼンテーション】【対話・議論型授業】：グループごとに講義で何を学び身につけるのかをディスカッションし、発表する。</p>

					<p>【双方向授業】【ICT(Google forms)】：講義中に理解度確認を行う。  事前学修：教科書の講義内容該当箇所を予習し、わからない点を明らかにしておく。  事後学修：講義資料、教科書を用いて復習し、講義内容に相当する演習問題を解く。事前学修でわからなかった点が理解できたことを確認する。</p>
10/18	水	3	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	<p>前半の復習  1. 前半に学んだ内容についての演習を行い、各自が理解していない項目を認識し学習することにより、前半の学習項目について説明できるようになる。  【グループワーク】【プレゼンテーション】【対話・議論型授業】：グループごとに講義で何を学び身につけるのかをディスカッションし、発表する。  【双方向授業】【ICT(Google forms)】：講義中に理解度確認を行う。  事前学修：教科書の講義内容該当箇所を予習し、わからない点を明らかにしておく。  事後学修：講義資料、教科書を用いて復習し、講義内容に相当する演習問題を解く。事前学修でわからなかった点が理解できたことを確認する。</p>
11/1	水	3	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	<p>中間試験  1. 物理化学2 前半で学んだ内容について理解し、問題を解くことができる。  事前学修：1～7回の配布資料、教科書の講義内容該当箇所を復習し、ミニテスト、演習問題を解き、わからない点を明らかにしておく。  事後学修：試験内容を復習し、わからなかった点を復習する。</p>
11/15	水	3	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	<p>中間試験の見直し  1. 中間試験を復習し、各自が理解していない項目を認識し学習することにより、前半の学習項目について説明できるようになる。  【グループワーク】【プレゼンテーション】【対話・議論型授業】：グループごとに講義で何を学び身につけるのかをディスカッションし、発表する。  【双方向授業】【ICT(Google forms)】：講義中に理解度確認を行う。  事前学修：教科書の講義内容該当箇所を予習し、わからない点を明らかにしておく。</p>

					事後学修：講義資料、教科書を用いて復習し、講義内容に相当する演習問題を解く。事前学修でわからなかった点が理解できたことを確認する。
12/1	金	3	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	<p>相平衡、相律、状態図</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 相平衡を理解することにより、説明できるようになる。</li> <li>2. 状態図を理解することにより、説明できるようになる。</li> </ol> <p>【グループワーク】【プレゼンテーション】【対話・議論型授業】：グループごとに講義で何を学び身につけるのかをディスカッションし、発表する。</p> <p>【双方向授業】【ICT(Google forms)】：講義中に理解度確認を行う。</p> <p>事前学修：教科書の講義内容該当箇所を予習し、わからない点を明らかにしておく。</p> <p>事後学修：講義資料、教科書を用いて復習し、講義内容に相当する演習問題を解く。事前学修でわからなかった点が理解できたことを確認する。</p>
12/6	水	3	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	<p>共役反応、混合物の相図</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 混合物の相図について理解することにより、説明できるようになる。</li> </ol> <p>【グループワーク】【プレゼンテーション】【対話・議論型授業】：グループごとに講義で何を学び身につけるのかをディスカッションし、発表する。</p> <p>【双方向授業】【ICT(Google forms)】：講義中に理解度確認を行う。</p> <p>事前学修：教科書の講義内容該当箇所を予習し、わからない点を明らかにしておく。</p> <p>事後学修：講義資料、教科書を用いて復習し、講義内容に相当する演習問題を解く。事前学修でわからなかった点が理解できたことを確認する。</p>
12/13	水	3	構造生物薬学分野	阪本 泰光 教授	<p>総復習</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 高校化学、物理化学2の内容について理解し、問題を解くことができる。</li> </ol> <p>【調査学習】、【グループワーク】、【プレゼンテーション】：学生が、物理化学2で学習した内容について発表を行う。</p> <p>【双方向授業】【ICT(Google forms)】：プレゼンテーション中にピア評価を行う。</p> <p>事前学修：教科書の講義内容該当箇所を予習し、わからない点を明らかにしておく。</p>

					事後学修：講義資料、教科書を用いて復習し、講義内容に相当する演習問題を解く。事前学修でわからなかった点が理解できたことを確認する。
--	--	--	--	--	---

・教科書・参考書等（教：教科書 参：参考書 推：推薦図書）

	書籍名	著者名	発行所	発行年
教	スタンダード薬学シリーズ II-2 「物理系薬学 I. 物質の物理的性質」	日本薬学会 編	東京化学同人	2015
参	チャート式新化学 化学基礎+化学	野村 祐次郎、辰巳 敬、本間 善夫	数研出版	2014
参	化学の新研究 改訂版	ト部 吉庸	三省堂	2019
参	チャート式新物理 物理基礎・物理	都築 嘉弘、井上 邦雄	数研出版	2014
参	物理化学 第2版	石田 寿昌	化学同人	2018
参	わかりやすい物理化学 第2版	中村 和郎	廣川書店	2010
参	物理化学演習 第3版	三輪 嘉尚、青木 宏光	京都廣川書店	2021
参	ライフサイエンスの物理化学演習	中村 和郎	三共出版	2009
参	「物理」傾向と対策/勉強法：第101回薬剤師国試	中村 和郎	三共出版	2015
参	Innovated 物理化学大義 第2版：事象と理論の融合	青木 宏光、長田 俊治、橋本直文、三輪 嘉尚	京都廣川書店	2017

・成績評価方法

定期試験（80％）と中間試験（20％）、講義中の確認テスト（8割以上の正解で加点）等で総合的に評価する。  
 中間試験を欠席した場合には、定期試験の結果を90/80倍として成績評価を行う。  
 （ただし、COVID-19等による公欠の場合には、100/80倍）

・特記事項・その他

高校化学の内容について理解し、最低でもセンター試験で6割相当の実力をつけておくこと。  
(センター試験レベルの理論化学に関する学力確認試験を初回講義の際に行う。)

高校参考書のチャート式新化学(数研出版)の購入を強く推奨する。(物理化学3でも使用)  
学力確認テストの成績下位者(6割以下)については面談を実施する。

コロナの影響によりグループワークを実施できない場合は、講義50分+確認テスト40分とする。  
毎回授業で取り上げるクイズ・ミニテストの配布プリント、教科書を使って復習し講義内容に相当する演習問題を解くこと。

これらの事前学修、事後学修の時間はそれぞれ最低30分を要する。

更に、中間試験前には3時間程度、定期試験前には3時間程度の総復習の時間を確保する必要がある。

確認テストは、前回までの講義中に解説した問題を改変して出題する。Web上での解答入力直後に点数、不正解を確認できるので、各自で前回までの講義資料等の解説を参考にして復習すること。  
中間試験も確認テストとほぼ同じ内容である。正答率の低い問題については解説し、成績下位者については面談を実施する。

定期試験後に、フィードバックとして補講等を実施する。

学生参加型講義、スマートフォン等を利用したクイズ・ミニテスト、確認テストを講義中に行う。  
常にインターネットに接続できるように準備しておくこと。

COVID-19対策のため、講義資料をPDFで配布する場合があるので、タブレットもしくはPCの持参を推奨する。

確認テストは、前回の講義時の問題を改変したものを基本としているので、復習をすれば8割以上をとることは難しい。

なお、学生の習熟度に応じて講義の難易度および進度を最適化するため、シラバスと講義内容が異なる場合がある。