

登録コード	F3C1C2020	開講年度	2026				
授業科目	量子力学					担当教員	森 正悟
英文授業名	Quantum Mechanics					副担当	
単位数	2	講義期間	後期	曜日・時限	金曜・1時限	対象学生	化学・材料学科2年
講義室	織総研棟ミーティングルーム1			授業形態	講義	遠隔授業科目	備考
信大コンピテンシー	非該当						
(1)授業の達成目標	授業で得られる「学位授与の方針」要素					⇔	【授業の達成目標】
	2 2 Fカリ						
	【2022年度以前カリキュラム対象】自然や社会を多面的に捉え、それに技術がおよぼす影響を理解する能力					⇔	【授業の達成目標】 原子や分子の性質を考える際に重要な原子軌道と分子軌道を理解できるようになる。原子軌道は原子や電子といったミクロな粒子が波として振る舞うために形成されるものであり、自然を多面的に捉えることの重要性がわかる。 【授業のねらい】 量子力学に関する学習を通じ、主に学習・教育到達目標Eの中の【基礎化学】有機化学、無機化学、物理化学、分析化学、生化学に関する専門基礎知識の修得、およびそれらを問題解決に利用できる能力、を身につける。
	2 4 Fカリ・化学材料，2 3 Fカリ・化学材料						
	【2023年度以降カリキュラム対象】共通教育による幅広い教養と、化学・材料に関する基礎科学を理解できる能力					⇔	【授業の達成目標】 原子や分子の性質を考える際に重要な原子軌道と分子軌道を理解できるようになる。原子軌道は原子や電子といったミクロな粒子が波として振る舞うために形成されるものであり、自然を多面的に捉えることの重要性がわかる。 【授業のねらい】 量子力学に関する学習を通じ、主に学習・教育到達目標Eの中の【基礎化学】有機化学、無機化学、物理化学、分析化学、生化学に関する専門基礎知識の修得、およびそれらを問題解決に利用できる能力、を身につける。
	【2023年度以降カリキュラム対象】化学・材料に関して、実験方法を理解し、専門的に解析および考察できる能力					⇔	【授業の達成目標】 原子や分子の性質を考える際に重要な原子軌道と分子軌道を理解できるようになる。原子軌道は原子や電子といったミクロな粒子が波として振る舞うために形成されるものであり、自然を多面的に捉えることの重要性がわかる。 【授業のねらい】 量子力学に関する学習を通じ、主に学習・教育到達目標Eの中の【基礎化学】有機化学、無機化学、物理化学、分析化学、生化学に関する専門基礎知識の修得、およびそれらを問題解決に利用できる能力、を身につける。
(2)授業で学べる「テーマ」	その他						
(3)全学横断特別教育プログラム							
(4)授業の概要	古典物理学の破綻を、例を挙げながら説明した後、量子力学の基本となるシュレディンガー方程式を導入し、その方程式とその解である波動関数の意味を述べる。 簡単な系に対するシュレディンガー方程式の解法とその解についての説明を行う。水素原子については解を提示し、解が3つの量子数で指定されることと、それらの量子数と1sや2pのような一般的なラベルとの関係を説明する。						
(5)授業計画	本授業は100分授業で実施する。 第1回：古典物理学の破綻 第2回：シュレディンガー方程式の導入 第3回：箱の中の粒子（一次元）：エネルギー準位の離散化 第4回：波動関数の意味・性質 第5回：箱の中の粒子（二次元・三次元）：変数分離 第6回：箱の中の粒子（二次元・三次元）：分子と固体の例 第7回：演算子、固有値方程式、重ね合わせと期待値、不確定性原理 第8回：トンネル効果 第9回：調和振動子 第10回：調和振動子の性質 第11回：回転運動（1）：二次元の回転 第12回：回転運動（2）：三次元の回転 第13回：水素原子に対するシュレディンガー方程式の解法 第14回：水素原子のエネルギー準位と原子軌道 第15回：期末試験						
(6)成績評価の方法	2回の理解度テスト（25点x2）と期末試験50点の合計100点満点で判定する。 以下を主な評価ポイントとする。 ・古典物理学の破綻の内容を理解する。 ・光と物体における、波-粒子の二重性を理解する。 ・シュレディンガー方程式と波動関数の意味を理解する。 ・簡単な系に対して、シュレディンガー方程式を解く事ができる。 ・角運動量について理解する。 ・水素原子の原子軌道を理解する。						

(7)成績評価の基準	上記(4)に示した配点における合計点と評定の関係は以下の通りである。 秀： 90点以上（卓越している） 優： 80点以上（水準よりかなり上にある） 良： 70点以上（水準よりやや上にある） 可： 60点以上（水準にある） 不可（D）： 50点以上（水準よりやや下にある） 不可（F）： 50点未満（水準にない）
(8)事前事後学習の内容	この授業は90時間の学修を必要とする内容である。従って、60時間以上の時間外学習が必要となる。 下記に過去の授業の動画のリンクをつけました。関係するところを事前に見てください。視聴には大学のアカウントでYouTubeにログインする必要があります。ちなみに今年は黒体輻射はかなり簡略化します。 量子力学第1回その1 黒体輻射のスペクトル https://youtu.be/vkblorYdE6s 量子力学第1回その2 スペクトルの特徴 https://youtu.be/r3ye7nAaCU4 量子力学第1回その3 特徴の説明 https://youtu.be/tF0AS5bNyDI 量子力学第1回その4 特徴の説明2 https://youtu.be/QnAaDPOKibY 量子力学第2回その1 小テストの解説と復習 https://youtu.be/vXFc9XqQH-0 量子力学第2回その2 原子のスペクトル https://youtu.be/p40jbAZ-6mA 量子力学第2回その3 光電効果 https://youtu.be/-fwhE9shmAU 量子力学第2回その4 電子の波動性 https://youtu.be/UANKCspZbGY 量子力学第3回 その1 電子の波動性2 https://youtu.be/ER0agqn0u4E 量子力学第3回 その2 シュレディンガー方程式の導出 https://youtu.be/v0KdJXa1a2E 量子力学第3回 その3 波動関数の求め方と意味 https://youtu.be/WHetpHs_wyA 量子力学第4回その1（復習シュレディンガー方程式とは） https://youtu.be/NLBb04HuMTc 量子力学第4回その2（波動関数に求められる条件） https://youtu.be/pZBMKej2v3E 量子力学第4回その3（1次元の箱の中の電子の波動関数） https://youtu.be/4qvdV_hQL_8 量子力学第5回 その1 パイ共役中の電位 https://youtu.be/LbaGsl_ZUYA 量子力学第5回 その2 一次元の箱の復習と分子の光吸収 https://youtu.be/HkoMpi8S--k 量子力学第5回 その3 複素数の大きさと固有関数 https://youtu.be/ryor8PHH_PM 量子力学第5回 その4 波動関数から運動量を得るには？ https://youtu.be/f1XFUeCToJo 量子力学第6回 その1 平均位置の求め方

(8)事前事後学習の内容	https://youtu.be/HynUmJ-7y6s 量子力学第6回 その2 平均運動量 https://youtu.be/SHALHVhetoc 量子力学第7回 その1 調和振動子の波動関数の求め方 https://youtu.be/aw6dvacT5P8 量子力学第7回 その2 調和振動子のエネルギーと分子の赤外線吸収 https://youtu.be/itX_yW8IawE 量子力学第7回 その3 調和振動子の規格化と平均の位置と運動量 https://youtu.be/3JEiSatCkZk 量子力学第8回その1 トンネル効果 https://youtu.be/of_AZdl8W7o 量子力学第8回その2 小テストの解説 https://youtu.be/uob3vgVZ3oA 量子力学第10回（その1） 3次元の箱の中の波動関数 https://youtu.be/-m0ogmW73mU 量子力学第10回（その2） 3次元の箱の中の粒子のエネルギー https://youtu.be/wUXVBTC-mzA 量子力学第10回（その3）不確定性原理のイントロ https://youtu.be/oKHj9Rj0K9c 量子力学第11回 その1 不確定性原理 https://youtu.be/6-1ggXB7PuQ 量子力学第11回 その2 回転運動 https://youtu.be/dbnx15xsQk0 量子力学第11回 その2 回転運動での規格化 https://youtu.be/MGnmw_100cU 量子力学第12回 その1 回転運動の特性 https://youtu.be/F6778Y1N79g 量子力学第12回 その2 水素原子中の電子1 https://youtu.be/egwd7awh4ng 量子力学第13回その1 水素原子中の電子の確率密度 https://youtu.be/WQ7_IYzQdx0 量子力学第13回その2 水素原子の波動関数の厳密解1 https://youtu.be/01-lB2vkBnQ 量子力学第13回その3 水素原子の波動関数の厳密解2 https://youtu.be/7zAeGaEX6KU 量子力学第13回その4 水素原子の波動関数の厳密解3 https://youtu.be/9sXfIR5qjCQ 量子力学第14回 その1 量子数と軌道の形 https://youtu.be/ttGmgc9WLqw 量子力学第14回 その2 教科によくある軌道と関数の関係 https://youtu.be/2FBchfPYus0 量子力学第14回 宿題の説明 https://youtu.be/GDHVBjKKu_U 量子力学第14回 その3 角運動量とスピンと磁性 https://youtu.be/tcp8JXB2d6Q 量子力学第15回 その1 電子の角運動量の復習 https://youtu.be/A4luP0r7WJQ 量子力学第15回その2 電子遷移の選択率 https://youtu.be/0oEh3LboPMA 量子力学第15回その3 波動関数の直交性と重ね合わせと期待値 https://youtu.be/LkHfhAI6jc 量子力学第15回その4 演算子の交換可否と不確定性原理 https://youtu.be/puyAis4cLtg
(9)履修上の注意	量子力学の世界は全く常識からかけ離れており、よって理解は当然難しいです。授業は必ず出席してください。

(10)質問,相談への対応	対面で随時受け付けます。気軽にF棟の私の部屋まで来てください。一方で、メールでの質問は量子力学という学問の性質上、答えられません。
(11)学生へのメッセージ	現代化学における様々な概念（混成軌道、化学結合など）は、量子化学に基づいているが、その量子化学の基礎となるのが量子力学である。そして量子力学を使うためには微分方程式を理解していることが必要になり、量子化学を使うには電磁気学のクーロンの法則とポテンシャルの概念を理解していることが必要です。知識や理解を積み上げて高みに到達する過程を楽しんでください。
(12)その他	
【教科書】	アトキンス 物理化学（上）第10版、Peter Atkins・Julio de Paula 著、中野元裕・上田貴洋・奥村光隆・北河康隆 訳、東京科学同人、5,700円+税
【参考書】	高校数学でわかるシュレディンガー方程式、竹内淳 著、ブルーバックス、920円+税 量子化学：基礎からのアプローチ、真船文隆 著、化学同人、3600円+税