

平成30年度 授業シラバスの詳細内容

科目名(英)	電子物性基礎 (Quantum Mechanics, Statistical Mechanics and Their Application to E.E.)		授業コード	J130101
担当教員名	岡 茂八郎		科目ナンバリングコード	J11301
配当学年	2	開講期	後期	
必修・選択区分	必修	単位数	2	
履修上の注意または履修条件	特に、履修条件はありません。関数電卓は必ず持参しておいてください。			
受講心得	* 授業を受けないと理解が進みません。必ず、出席していただきたい。 * 授業は、概ね教科書に沿って進行させますが、随時、プリント(演習)等で理解を定着させます。 * 高校・大学での数学、化学、物理、および、大学での電磁気学 I を復習しておいてください。			
教科書	やさしい電子物性 森北出版(株) 宮入圭一, 橋本佳男共著			
参考文献及び指定図書	吉田明, インターユニバーシティ電子物性, オーム社 松澤剛雄, 高橋清, 斉藤幸喜, 新版電子物性, 森北出版(株) 西村 信雄 落山 謙三, 電子工学(新編電気工学講座(13)), オーム社 宇佐美晶, 山路康貴, テキストブック電子物性, 日本理工出版会(絶版) 伊達 宗行, 新しい物性物理—物質の起源からナノ・極限物性まで, ブルーボックス 竹内 淳, 高校数学でわかる半導体の原理—電子の動きを知って理解しよう, ブルーボックス			
関連科目	微分積分 I, II, 電磁気学 I, 電気電子材料, 電子回路 I			

授業の目的	以下の(1)～(4)をこの授業の目的とする。 (1) 原子の構造について式を用いて説明することができる。 (2) 基礎的な量子力学について原理や動作を式を用いて説明することができる。 (3) 金属や半導体の電気的性質をバンド理論等を用いて説明することができる。 (4) 半導体素子について原理や動作を式を用いて説明することができる。
授業の概要	テレビや洗濯機といった家庭用電気電子機器や大型モータや発電機などの産業用電気機器は、金属、半導体、誘電体、磁性体などの物質からできている回路素子から構成されている。周知のように電子機器は、電気を伝える素子としての金属、コンデンサやフィルタの基本材料としての誘電体、コイルや磁石の基本材料としての磁性体、さらには、シリコンやヒ化ガリウムなどといった固体中の電子の振る舞いを積極的に利用した半導体素子やから成っている。そこで、この科目では、原子構造論やごく基礎的な量子力学をもとにして電子物性を固体中の電子の振る舞いに着目して教授する。さらに、金属中や半導体の電気伝導、半導体、誘電体、磁性体の電気的性質や応用例について簡単に教授する。

○授業計画	
学修内容	学修課題(予習・復習)
第1週：電子のはたらき・原子の発光 今日の電子電気デバイスは、物質中の電子のふるまいをうまく利用して高度な機能を発揮しています。ここでは、電子の発見から、電気電子工学の発展の歴史について解説します。また、原子は光や電界などの刺激を受けて発光しますが、発光の原理や光の粒子性などについて解説します。併せて、プリントで理解を定着します。	
第2週：波動関数 電子は、粒子としての性質のほかに波としての性質を併せ持っています。この電子の波動性(ド・ブロイの電子波)を説明する波動関数について解説します。併せて、プリントで理解を定着します。	線形二階微分方程式の解法をA4のレポート用紙1枚程度のまとめること。
第3週：シュレーディンガーの波動方程式① シュレー ディン ガーの 波動方 程	

<p>波動関数を用いて電子の波がどこにあるかを解析する方法を解説します。また、シュレーディンガーの波動方程式を導出します。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	<p>物理学の力学的エネルギー保存の法則とその意味をA4のレポート用紙1枚程度のまとめること。</p>
<p>第4週：シュレーディンガーの波動方程式②</p> <p>シュレーディンガーの波動方程式を用いて、井戸型ポテンシャル中の電子などの波動関数を求める方法を解説します。また、求めた波動関数の物理的な意味なども解説します。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	
<p>第5週：電子の軌道、原子の結合と結晶</p> <p>水素原子の電子に着目して電子の軌道とエネルギーを求める方法を解説します。ここでは、波動関数を位置のみの関数に簡略化して解く方法を導き、その解を求めます。また、原子は結合して分子や結晶を作るがその結合法について解説する。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	<p>金属結合、共有結合、イオン結合について調査し、A4のレポート用紙1枚程度のまとめること。</p>
<p>第6週：周期的ポテンシャル</p> <p>結晶中の電子は、結晶を構成する原子から周期的な力を受ける。これを電子が周期的なポテンシャル中に存在するというのが、その際の電子のとりえるエネルギーなどについて解説する。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	
<p>第7週：粒子の統計</p> <p>導電体や半導体中などのように多くの電子が存在すると電子はあらゆる方向にいろいろな速度で移動している。そこで、全体としての電子のふるまいは統計的な取り扱いが必要である。電子は、フェルミ・ディラック統計に従うが、気体分子などが従うマクスウエル・ボルツマン統計などについても解説する。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	
<p>第8週：格子振動と熱</p> <p>固体中の原子は熱エネルギーのために格子点のまわりで微小に熱振動している。この振動は、周囲の原子と調和している。この格子振動が物質の熱的性質や光の吸収・反射や固体の電気伝導に与える影響や現象を解説する。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	
<p>第9週：金属の電氣的性質</p> <p>金属は、価電子が結晶中の金属イオンの中を自由に動けるため、電流をよく流す。ここでは、金属の導電率や電子のエネルギー、特に、フェルミ準位について解説します。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	
<p>第10週：半導体の導電現象</p> <p>ここでは、トランジスタを構成している素子である半導体素子について、導電率や、導電率の温度特性について解説する。特に、自由電子や正孔がかかわる電気伝導について述べ、半導体の性質をエネルギーバンド理論によって説明する。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	
<p>第11週：電子の群速度と有効質量</p> <p>金属や半導体中の自由電子や正孔は粒子のように固体中を移動している。本来は波として移動しているのであるが群速度や有効質量などを導入し、粒子の移動として扱う手法を解説する。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	
<p>第12週：半導体における諸効果①</p> <p>半導体中のキャリアは磁界や熱、光などによって影響を受ける。このような半導体中の物理量と電流の相互効果は応用上も有益である。本時では、半導体中の磁界と電流の相互効果であるホール効果について解説する。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	
<p>第13週：半導体における諸効果②</p> <p>本時では、半導体中の光と電流の相互効果である光電効果、および、熱と電流の相互効果である熱電効果について解説する。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	
<p>第14週：電子放出</p> <p>金属や半導体中の電子は、外部からの熱エネルギーや光エネルギー、電界のエネルギーなどによって物質の外部に飛び出す。ここでは、物体から真空中あるいは他の物質中に電子を放出する現象について解説する。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	
<p>第15週：誘電体・磁性体</p> <p>物質には、誘電分極を示す物質や磁気分極を示す物質がある。これらは、コンデンサやコイル、磁石などを作成するために欠かせない物質である。これらの誘電体や磁性体を説明し、その応用についても解説する。併せて、プリントで理解を定着します。</p>	
<p>第16週：期末試験</p>	

試験時間:90分 関数電卓:持ち込み可
授業中に行った演習問題を中心に出题します。

授業の運営方法	(1)授業の形式	「講義形式」
	(2)複数担当の場合の方式	
	(3)アクティブ・ラーニング	
地域志向科目	該当しない	
備考		

○単位を修得するために達成すべき到達目標

【関心・意欲・態度】	電子機器などを構成している物質について興味関心を抱き、新しいものを理解しようとする意欲がある。
【知識・理解】	物質中の電子のふるまいを理解してる。
【技能・表現・コミュニケーション】	自分だけでなく周囲の人と協力できる。
【思考・判断・創造】	数式だけでなく、現象の物理的意味を理解している。

○成績評価基準(合計100点)

○成績評価基準(合計100点)			合計欄	100点
到達目標の各観点と成績評価方法の関係および配点	期末試験・中間確認等(テスト)	レポート・作品等(提出物)	発表・その他(無形成果)	
【関心・意欲・態度】 ※「学修に取り組む姿勢・意欲」を含む。		20点	10点	
【知識・理解】 ※「専門能力(知識の獲得)」を含む。	70点			
【技能・表現・コミュニケーション】 ※「専門能力(知識の活用)」「チームで働く力」「前に踏み出す力」を含む。				
【思考・判断・創造】 ※「考え抜く力」を含む。				

(「人間力」について)

※以上の観点に、「こころの力」(自己の能力を最大限に発揮するとともに、「自分自身」「他者」「自然」「文化」等との望ましい関係を築き、人格の向上を目指す能力)と「職業能力」(職業観、読解力、論理的思考、表現能力など、産業界の一員となり地域・社会に貢献するために必要な能力)を加えた能力が「人間力」です。

○配点の明確でない成績評価方法における評価の実施方法と達成水準の目安

成績評価方法	評価の実施方法と達成水準の目安
レポート・作品等(提出物)	課題(提出物)は、締め切りまでに提出すれば、最高満点(100点)で評価する。また、1週遅れまでは、提出を認めるがその際の最高点は満点の半分(50点)とする。2週以上遅延した課題は受け取らない。
発表・その他(無形成果)	出席回数で評価する。