

2024年度 授業シラバスの詳細内容

| ○基本情報 | | | |
|-------------|--|-------------------|----------------------------|
| 科目名 | 電子物性基礎 (Quantum Mechanics、Statistical Mechanics and Their Application to E.E.) | | |
| ナンバリングコード | J11301 | 大分類 / 難易度 科目分野 | 機械電気工学科 専門科目 / 基礎レベル 電子 |
| 単位数 | 2 | 配当学年 / 開講期 | 2年 / 後期 |
| 必修・選択区分 | 必修 ※入学年度及び所属学科コースで異なる場合がありますので、学生便覧で必ず確認してください。 | | |
| 授業コード | J130151 | クラス名 | - |
| 担当教員名 | 伊藤 順治、家舗 真衣 | | |
| 履修上の注意、履修条件 | <ul style="list-style-type: none"> * 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。 * 遅刻・途中退出、および、授業中の飲食、私語は等現に慎むこと。 * 配布物等は再配布しないので自分で十分管理すること。 | | |
| 教科書 | 量子力学がわかる、伊東正人、技術評論社、978-4774142876 初歩から学ぶ 固体物理学 矢口裕之 講談社 978-4-06-153294-6 | | |
| 参考文献及び指定図書 | やさしい電子物性、宮入圭一・橋本佳男、森北出版(株)、978-4627773110 工学系のための量子力学[第2版] 量子効果ナノデバイスの基礎、上羽弘、森北出版、978-4627782228 | | |
| 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 | | |

| ○基本情報 | | | | | | | |
|------------------|--|-----------|--------|----------------|-----------|-----------------|-------------|
| 授業の目的 | <p>工学は、我々の身の回りにある木材や紙、有機物、金属やガラスなどの物質の性質を有効に利用することで成り立っている。よって、物質の物理化学的な性質やそのなりたちを知ることは、工学の重要な基礎となる。機械電気工学科DP「知識・理解」に基づき、機械工学や電気電子工学に利用される物質について、原子のレベルから理解するために以下の(1)～(4)をこの授業の目的として実施する。</p> <p>(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。</p> | | | | | | |
| 授業の概要 | <p>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、磁性体の電気的な性質や応用例について簡単に教授する。また、簡単に、結晶構造や原子結合についても簡単に教授する。</p> | | | | | | |
| 授業の運営方法 | <table border="1"> <tr> <td>(1) 授業の形式</td> <td>「講義形式」</td> </tr> <tr> <td>(2) 複数担当の場合の方式</td> <td>「オムニバス方式」</td> </tr> <tr> <td>(3) アクティブ・ラーニング</td> <td>「プレゼンテーション」</td> </tr> </table> | (1) 授業の形式 | 「講義形式」 | (2) 複数担当の場合の方式 | 「オムニバス方式」 | (3) アクティブ・ラーニング | 「プレゼンテーション」 |
| (1) 授業の形式 | 「講義形式」 | | | | | | |
| (2) 複数担当の場合の方式 | 「オムニバス方式」 | | | | | | |
| (3) アクティブ・ラーニング | 「プレゼンテーション」 | | | | | | |
| 地域志向科目 | 該当しない | | | | | | |
| 実務経験のある教員による授業科目 | 伊藤順治は約28年間にわたって電気電子機械メーカーにおいて研究開発業務を行いつつ学会活動を通じて博士号を習得している。電子物性に関しては製品開発の基本であり精通している。 | | | | | | |

| ○成績評価の指標 | | ○成績評価基準(合計100点) | | |
|-------------------|---|-------------------|-------------------|------------------|
| 到達目標の観点 | 到達目標 | テスト (期末試験・中間確) | 提出物 (レポート・作品等) | 無形成果 (発表・その他) |
| 【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。 | | 20点 | 10点 |
| 【知識・理解】 | 物質中の電子のふるまいを理解する。 | 20点 | 10点 | |
| 【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。 | | 20点 | |
| 【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。 | 20点 | | |

| ○成績評価の補足(具体的な評価方法および期末試験・レポート等の学習成果・課題のフィードバック方法) |
|--|
| <p>前半 * レポート課題は締め切りまでに提出すること。期限を過ぎたものは採点しないので注意すること。 * 第8回講義で、前半7回分の中間試験を行う。詳細は講義中に説明する。</p> <p>後半 演習等の加点方式で評価を行う。出席点も含める 全ての課題、演習を時間内にできた場合配点内で満点とする。 試験等の解答は、授業内で解説、または教員室で適宜、対応します。</p> |

| ○その他 |
|---|
| <p>* 前半の授業で必ず教科書・ノート類・関数電卓を持参すること。 参考図書: やさしい電子物性 森北出版(株) 宮入圭一、橋本佳男共著 基礎量子力学 講談社サイエンティフィク 猪木慶治・川合光</p> <p>* 後半は一人1台のwindowsPCを使い演習形式および発表形式で行う。</p> |

2024年度 授業シラバスの詳細内容

| | | | |
|--|---|--|------------------|
| ○授業計画 | 科目名 担当教員 | 電子物性基礎 (Quantum Mechanics、Statistical Mechanics) 伊藤 順治、家舗 真衣 | 授業コード J130151 |
| 学修内容 | | | |
| 1. ガイダンス・量子力学とは【家舗】 前半講義のガイダンスを行ったあと、前半で学ぶ量子力学について説明します | | | |
| 予習 | 高校時の物理、化学を復習 | | 約2時間 |
| 復習 | 授業内容について十分復習する。 | | 約2時間 |
| 2. 量子力学のはじまり【家舗】 空洞放射、光子・電子の粒子性と波動性、コンプトン効果について説明します | | | |
| 予習 | 高校時の物理、化学(物質の構成、原子の構成など)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでお | | 約2時間 |
| 復習 | 授業内容について十分復習する。 | | 約2時間 |
| 3. 量子条件とド・ブロイ波【家舗】 ポーアの酸素原子模型、ド・ブロイ波長、不確定性原理について説明します | | | |
| 予習 | 物理(力学)、数学(微積)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。 | | 約2時間 |
| 復習 | 授業内容について十分復習する。 | | 約2時間 |
| 4. シュレディンガー方程式と波動関数①【家舗】 粒子性と波動性を併せ持つ物質が従う方程式について説明します | | | |
| 予習 | 物理(力学、電磁気)、数学(微分方程式)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。 | | 約2時間 |
| 復習 | 授業内容について十分復習する。 | | 約2時間 |
| 5. シュレディンガー方程式と波動関数②【家舗】 シュレディンガー方程式の具体例を説明します | | | |
| 予習 | 物理(力学、電磁気)、数学(微分方程式)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。 | | 約2時間 |
| 復習 | 授業内容について十分復習する。 | | 約2時間 |
| 6. 1次元系の粒子 I ①【家舗】 1次元での粒子の振る舞いとして、井戸型ポテンシャル中の粒子の振る舞いについて説明します | | | |
| 予習 | 物理(力学)、数学(微分方程式)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。 | | 約2時間 |
| 復習 | 授業内容について十分復習する。 | | 約2時間 |
| 7. 1次元系の粒子 I ②【家舗】 前回に引き続き、1次元での井戸型ポテンシャル中の粒子の振る舞いについて説明します | | | |
| 予習 | 物理(力学)、数学(微分方程式)を復習し、それをもとに本科目の教科書を読みこんでおくこと。 | | 約2時間 |
| 復習 | 授業内容について十分復習する。 | | 約2時間 |
| 8. 中間試験【家舗】 「電子物性基礎」の講義前半(1~7)の中間試験を行う。試験時間:90分 教科書および関数電卓:持ち込み可 | | | |
| 予習 | 前回までの講義内容十分に復習し、それをもとに試験に臨むこと。 | | 約2時間 |
| 復習 | 試験問題について十分復習する。 | | 約2時間 |

| | | | |
|---|----------------------|--|------------------|
| ○授業計画 | 科目名 担当教員 | 電子物性基礎 (Quantum Mechanics、Statistical Mechanics) 伊藤 順治、家舗 真衣 | 授業コード J130151 |
| 学修内容 | | | |
| 9. 概論/量子力学復習【伊藤】 前半で習った量子力学について復習を行い、シュレディンガー方程式と波動関数について理解を深める。 | | | |
| 予習 | 前半の復習 | | 約2時間 |
| 復習 | 教科書②の第4章の演習問題 | | 約2時間 |
| 10. 結晶工学/逆格子/統計力学の基礎【伊藤】 固体物理の基本である結晶について逆格子空間の概念を中心に解説する。 | | | |
| 予習 | 教科書②の第2、3章を読んでおくこと | | 約2時間 |
| 復習 | 教科書②の第2、3章の演習問題 | | 約2時間 |
| 11. 個体における結合/格子振動とフォノン/個体の熱的性質【伊藤】 固体の結合について復習し、格子振動としてのフォノンの概念を解説し、量子力学での熱について理解する。 | | | |
| 予習 | 教科書②の第6章を読んでおくこと | | 約2時間 |
| 復習 | 教科書②の第6章の演習問題 | | 約2時間 |
| 12. 自由電子論/バンド理論【伊藤】 基本である自由電子論を解説しバンド理論について理解する。 | | | |
| 予習 | 教科書②の第9、10章を読んでおくこと | | 約2時間 |
| 復習 | 教科書②の第9、10章の演習問題 | | 約2時間 |
| 13. 個体の電気伝導/個体の光学的性質【伊藤】 固体中の電気伝導について量子力学から導かれた厳密な理論を解説します。同様に個体中での光の挙動をマックスウェルの方程式ならびに電気双極子モーメントから厳密に導いた理論を解説します。更に電子とフォノンと光との相互作用について解説します。 | | | |
| 予習 | 教科書②の第11、12章を読んでおくこと | | 約2時間 |
| 復習 | 教科書②の第11、12章の演習問題 | | 約2時間 |
| 14. 個体の磁気的性質/半導体【伊藤】 個体の磁気特性について磁気モーメントを使い厳密に解説します。これにより磁石の厳密な仕組みを理解してもらいます。半導体についてPN接合を用いてポテンシャル、電子の密度関数等、電子回路で必要になる物理的な基礎知識を習得してもらいます。 | | | |
| 予習 | 教科書②の第13、14章を読んでおくこと | | 約2時間 |
| 復習 | 教科書②の第13、14章の演習問題 | | 約2時間 |
| 15. 超電導/最新物理の解説【伊藤】 超電導についての解説を行い、量子状態の意味を理解する。更に最新の物理学の状況を解説する。 | | | |
| 予習 | 教科書②の第15章を読んでおくこと | | 約2時間 |
| 復習 | 教科書②のすべての演習問題 | | 約2時間 |
| 16. 補講 補講 | | | |
| 予習 | | | |
| 復習 | | | |