

平成27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 Tr | | 授業コード | C128801 |
| 担当教員名 | 田中 孝康 | | 科目ナンバリングコード | J11301 |
| 配当学年 | 2 | 開講期 | 前期 | |
| 必修・選択区分 | 選択 | 単位数 | 2 | |
| 履修上の注意または履修条件 | | | | |
| 受講心得 | 休むとわからなくなるので、授業には毎回出席してほしい。電卓を毎回持参のこと。 | | | |
| 教科書 | 阿部「電子物性概論」(培風館) | | | |
| 参考文献及び指定図書 | 岩本「電子物性の基礎」(朝倉書店) | | | |
| 関連科目 | 電気材料1、電気材料2、電子工学 <input type="checkbox"/> | | | |

| | |
|-------|--|
| 授業の目的 | 物質を構成する原子や分子の化学結合にまでさかのぼり、量子力学に基づき、電気・電子材料の本質を理解します。水素原子の電子構造から出発し、電子工学分野で特に重要な半導体の結晶構造が化学結合により組み立てられる仕組みを理解します。 |
| 授業の概要 | |

| ○授業計画 | |
|--|-------------|
| 学修内容 | 学修課題(予習・復習) |
| 第1週： 物質の構造と量子力学 電気材料として使われる物質は原子から構成されます。原子は陽子や中性子などから構成される原子核と電子から成りますが、電気材料としての物質の性質は電子の性質に等しいと考えて差し支えありません。電子は量子力学で記述することができます。 | |
| 第2週： 第2回 プランクの量子仮説とアインシュタインの光量子説 黒体放射の問題から、エネルギーの量子化という性質が発見されました。これから、光が粒子の性質をもつことが導かれます | |
| 第3週： 第3回 ボーアの仮説 原子核のまわりを電子が回る水素原子モデルを考え、角運動量かとびとびの値しか取れないと仮定することから、電子は平方数の逆数に比例したとびとびのエネルギーしか取れないことが導かれます。最も低いエネルギーは-13.6eVです。 | |
| 第4週： 第4回 電子の二重性とドブロイの関係 電子は粒子としての性質と波動としての性質を併せ持つ二重性を有します。電子線を結晶に衝突させその散乱方向を調べるなど実験的にも証明することができます。粒子すなわち物質と波動を結びつける関係としてドブロイの関係があります。 | |
| 第5週： | |

| | |
|---|--|
| <p>第5回 シュレーディンガー方程式 電子が波動性を持つと周期性を有するようになるので、周期関数を仮定してそれを微分することにより得られる微分方程式に、ドブロイの関係を使って粒子性を持ち込むと、シュレーディンガー方程式が得られます。一次元のシュレーディンガー方程式ならびに二次元のシュレーディンガー方程式を表示します。</p> | |
| <p>第6週： 第6回 電子の波動関数の意味 電子の波動関数はそれ自身の絶対値を取って自乗すれば電子の存在確率を示し、物理量演算子を複素共役関数で挟んで全空間で積分すれば物理量の期待値が得られます。この方法で運動量について期待値を求めるとドブロイの仮説に一致します。</p> | |
| <p>第7週： 第7回 水素原子の電子状態 水素の原子核から受けるクーロン引力によるポテンシャルを仮定し、シュレーディンガー方程式に導入して解くことにより、水素原子の電子軌道が得られる。軌道は、主量子数、方位量子数、磁気量子数で指定することができます。</p> | |
| <p>第8週： 第8回 電子配列と1次元自由電子 量子数が取り得る数から決まる電子配列について調べ、いくつかの電子配列に対応する電子軌道の空間的広がりを紹介します。真空中のポテンシャルのない空間における電子の振る舞いをシュレーディンガー方程式を解いて考察します。</p> | |
| <p>第9週： 第9回 箱の中の粒子ならびに調和振動子とトンネル効果 非常に小さな直方体の箱の中に閉じこめられた電子の振る舞いをシュレーディンガー方程式を解いて考察します。また、復元力を有するポテンシャルについて得られる解を紹介しゼロ点振動が存在することを示します。また、ポテンシャルの壁を通り抜けられることを理解します。</p> | |
| <p>第10週： 第10回 水素類似原子Ⅰ 水素類似原子について、原子核からのクーロン引力に基づく中心力場をポテンシャルエネルギーとして、極座標を使ってシュレーディンガー方程式を立てます。シュレーディンガー方程式を解くには、座標として球座標を用います。</p> | |
| <p>第11週： 第11回 水素類似原子Ⅱ 水素類似原子のシュレーディンガー方程式を解いて得られる、各電子配置に対応する波動関数を紹介し、波動関数から実際の軌道の広がりを図示して、電子の空間的広がりを理解します。各軌道は、主量子数n、方位量子数l、磁気量子数mの組み合わせと対応していることが分かります。</p> | |
| <p>第12週： 第12回 多電子原子 摂動論によるヘリウム原子等の多電子原子についての近似計算結果を紹介し、併せて、外側に存在する電子が内殻電子により影響を受け、その影響を有効主量子数、有効核荷電、遮蔽常数というパラメーターに反映させて記述したスレーター軌道を紹介し、また、原子の電子構造の表記法であるとベクトルモデルを紹介し、授業内容について課題を出します。</p> | |
| <p>第13週： 第13回 変分法と水素分子 変分法による水素分子イオンと水素分子についての計算結果を紹介し、分子軌道の概念を知り分子と化学結合について理解します。原子価結合法と分子軌道法の違いを理解します。電子スピンを含めた軌道関数にも言及します。授業内容について課題を出します。</p> | |
| <p>第14週：</p> | |

| | |
|--|-----------------|
| 第14回 混成軌道とダイヤモンド結晶構造 炭素原子はs軌道とp軌道が混成して新しい混成軌道を形成することにより、水素原子と結合したり炭素原子同士が結合できます。炭素原子は混成軌道により、1次元直鎖構造や2次元網の目構造、さらに3次元立体構造を形成することができます。 | |
| 第15週: 第15回 混成軌道とダイヤモンド結晶構造 炭素原子が sp^3 混成軌道を形成することにより3次元立体構造すなわちダイヤモンド構造を形成することができます。周期律表の同じ族であるシリコンもダイヤモンド同じ骨格をとります。立体構造を図示してシリコン半導体の構造を理解します。 | |
| 第16週: 期末試験 期末試験 試験時間:60分 持込可:ノート、電卓 | |
| 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】 | |
| 【知識・理解】 | 関連分野の学習や社会で必要となる広い知識の習得と基本の理解 |
| 【技能・表現・コミュニケーション】 | |
| 【思考・判断・創造】 | |

| ○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。 | | | | |
| 【知識・理解】 ※「専門能力(知識の獲得)」を含む。 | 50点 | 50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) | |
| 発表・その他 (無形成果) | |