

|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 奈良工業高等専門学校                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 開講年度                                                                                                                                                                                               | 令和04年度 (2022年度) |                                                                                                                                                                                          | 授業科目                | 物理学特論A                                                                                                                 |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| 科目番号                                                                                                                               | 0010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                    |                 | 科目区分                                                                                                                                                                                     | 専門 / 選択             |                                                                                                                        |  |
| 授業形態                                                                                                                               | 講義                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                    |                 | 単位の種別と単位数                                                                                                                                                                                | 学修単位: 2             |                                                                                                                        |  |
| 開設学科                                                                                                                               | システム創成工学専攻（電気電子システムコース）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                    |                 | 対象学年                                                                                                                                                                                     | 専1                  |                                                                                                                        |  |
| 開設期                                                                                                                                | 後期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                    |                 | 週時間数                                                                                                                                                                                     | 2                   |                                                                                                                        |  |
| 教科書/教材                                                                                                                             | 教科書は特に指定しません。但し、必ず図書館などで自分にあった参考書を探し出し、それを活用しつつ本講義の予習、復習を怠らないようにしてください。[参考書]「量子論のエッセンス」松下栄子著 裳華房,「量子力学 基礎」松居哲生著 共立出版,「量子力学I」猪木慶治/川合光共著 講談社サイエンティフィック,「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                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| 担当教員                                                                                                                               | 新野 康彦                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| 到達目標                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| 基本的にシラバスの講義内容が理解できることが到達目標である。即ち、量子力学と古典物理学との差異が理解できること、シュレディンガー方程式、固有値と固有関数、物理量と演算子、期待値などの基本的な概念の理解ができること、そして簡単な計算ができることが目標となる。   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| ルーブリック                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 理想的な到達レベルの目安                                                                                                                                                                                       |                 | 標準的な到達レベルの目安                                                                                                                                                                             |                     | 未到達レベルの目安                                                                                                              |  |
| 評価項目1                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 量子力学と古典力学の差異を理解し、説明できる。<br>波動関数の物理的意味を理解し、これに関わる固有値と演算子、期待値、交換関係などの意味を理解し、各種問題が計算でき、さらにその物理的意味について説明できる。<br>無限に深い一次元井戸型ポテンシャル問題において、シュレディンガー方程式を解いて波動関数とエネルギー固有値、期待値などの物理量を求め、さらにその物理的意味について説明できる。 |                 | 量子力学と古典力学の差異を知っている。<br>波動関数の物理的意味を知っており、これに関わる固有値と演算子、期待値、交換関係などの定義を知っており、各種問題が計算できる。<br>シュレディンガー方程式を立てることができる。<br>無限に深い一次元井戸型ポテンシャル問題において、シュレディンガー方程式を解いて波動関数とエネルギー固有値、期待値などの物理量を計算できる。 |                     | 量子力学と古典力学の差異を知らない。<br>波動関数の物理的意味を知らない。<br>シュレディンガー方程式を立てることができない。<br>無限に深い一次元井戸型ポテンシャル問題において、シュレディンガー方程式を解くことができない。    |  |
| 評価項目2                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 調和振動子におけるシュレディンガー方程式を、生成消滅演算子などの様々な表現を用いて書き下し、互いに変換することができる。<br>調和振動子におけるシュレディンガー方程式を解いて波動関数やエネルギー固有値、期待値などの物理量を求め、さらにその物理的意味について説明できる。<br>水素原子における、極座標表示されたシュレディンガー方程式を知っており、その物理的描像を説明できる。       |                 | 調和振動子におけるシュレディンガー方程式を、生成消滅演算子を用いて書き下すことができる。<br>調和振動子におけるシュレディンガー方程式を解いて波動関数やエネルギー固有値、期待値などの物理量を計算できる。<br>水素原子における、極座標表示されたシュレディンガー方程式を知っている。                                            |                     | 調和振動子におけるシュレディンガー方程式を、生成消滅演算子を用いて書き下すことができない。<br>調和振動子におけるシュレディンガー方程式を解くことができない。<br>水素原子における、極座標表示されたシュレディンガー方程式を知らない。 |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| JABEE基準 (c) JABEE基準 (d-2a)<br>システム創成工学教育プログラム学習・教育目標 B-1 システム創成工学教育プログラム学習・教育目標 D-1                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| 教育方法等                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| 概要                                                                                                                                 | 本講義は量子力学に関する基本概念を学ぶ。具体的には、微視的世界では量子力学によって自然現象が説明されることを学び、いくつかの基本的な事例を量子論的に取り扱い、様々な物理量を計算する。<br>専攻科生は、現代の科学技術の進展の礎となっている物理学を系統的に学ぶことは実利的であり、且つ、基本的な素養であることを自覚して講義に臨んでほしい。                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                          | 量子力学を展開し、一次元ポテンシャル問題を中心にシュレディンガー方程式を用いてエネルギーなどの物理量の計算方法について講義する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| 注意点                                                                                                                                | 関連科目<br>応用物理I,II 物理学特論B 原子分子レベルの物性関係の科目 数学の線形代数や微分積分など<br><br>学習指針<br>量子力学では、ニュートン力学の決定論とは異なり、確率論に支配された世界であるという考え方など、新しい概念と出会う。これに伴い、一定の計算力も要求される。授業中に発問し、受講者の理解度を確かめつつ講義を進めるので、しっかりと手を動かして積極的に取り組むこと。解いて行く中で初めて微視的世界の描像がおぼろげながら見えてくるので、粘り強く学習を続けて欲しい。<br><br>自己学習<br>微視的な世界はこれまで学んできた「科学的常識」がまったく通用しない世界である。このため量子力学を理解するには、多くの問題に当たり、自ら手を動かしながら理解していくよりほか手段はない。講義中に出された課題レポートのみならず、演習として出題した問題は必ず解くこと。受講生の自主学習のためにいくつかの参考書を挙げておいた。各自自分に合った参考書を探して自主学習に取り組み、講義で学んだことが理解できるように取り組むこと。 |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| 学修単位の履修上の注意                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| 講義では毎回宿題として課題レポートが課される。<br>時間の関係で省略した計算過程や取扱えなかった内容、さらには発展問題などが出題されるので、講義ノート、並びに参考図書等を参考にしながら課題に取り組むこと。<br>なお、課題レポートは成績評価の30%を占める。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| 授業の属性・履修上の区分                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
| <input type="checkbox"/> アクティブラーニング                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/> ICT 利用                                                                                                                                                                    |                 | <input type="checkbox"/> 遠隔授業対応                                                                                                                                                          |                     | <input type="checkbox"/> 実務経験のある教員による授業                                                                                |  |
| 授業計画                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                          |                     |                                                                                                                        |  |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 週                                                                                                                                                                                                  | 授業内容            |                                                                                                                                                                                          | 週ごとの到達目標            |                                                                                                                        |  |
| 後期                                                                                                                                 | 3rdQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1週                                                                                                                                                                                                 | はじめに            |                                                                                                                                                                                          | 授業の進め方、成績評価法を理解できる。 |                                                                                                                        |  |

|  |      |     |              |                                                     |
|--|------|-----|--------------|-----------------------------------------------------|
|  |      | 2週  | 波動と波動関数      | 量子力学を学ぶ準備として、波動に関する基礎的事項を復習し、習得できる。                 |
|  |      | 3週  | 量子力学的思考実験    | 電子におけるヤングの実験を例に取り、その結果から新しい考え方が必要になることが理解できる。       |
|  |      | 4週  | シュレディンガー方程式① | 平面波を用いて、量子力学における波動関数が従うべき方程式を発見する流れを理解できる。          |
|  |      | 5週  | シュレディンガー方程式② | 波動関数の物理的解釈を理解できる。                                   |
|  |      | 6週  | 固有値と固有関数     | 物理量と演算子の関係を理解できる。                                   |
|  |      | 7週  | 井戸型ポテンシャル    | 無限に深い一次元井戸型ポテンシャル問題を例に取り、具体的な計算を行い、その解の物理的意味を理解できる。 |
|  |      | 8週  | 中間試験         | これまでの内容の理解度を測り、不十分な点を改善できる。                         |
|  | 4thQ | 9週  | ポテンシャル障壁     | 一次元ポテンシャル障壁問題におけるトンネル効果の物理的意味を理解できる。                |
|  |      | 10週 | 調和振動子①       | 古典力学における調和振動（単振動）の基礎的事項を復習し、習得できる。                  |
|  |      | 11週 | 調和振動子②       | シュレディンガー方程式の解法を理解できる。                               |
|  |      | 12週 | 調和振動子③       | 得られた解の物理的意味、特に「量子」の物理的解釈を理解できる。                     |
|  |      | 13週 | 水素原子①        | 古典力学における水素原子モデルの基礎的事項を復習し、習得できる。                    |
|  |      | 14週 | 水素原子②        | シュレディンガー方程式の極座標表示とその構造、そこから導き出される方程式の物理的意味を理解できる。   |
|  |      | 15週 | 学年末試験        | 本講義の内容の理解度を測ることができる。                                |
|  |      | 16週 |              |                                                     |

#### モデルコアカリキュラムの学習内容と到達目標

| 分類 | 分野 | 学習内容 | 学習内容の到達目標 | 到達レベル | 授業週 |
|----|----|------|-----------|-------|-----|
|----|----|------|-----------|-------|-----|

#### 評価割合

|         | 試験 | 発表 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 課題に対するレポート評価 | 合計  |
|---------|----|----|------|----|---------|-----|--------------|-----|
| 総合評価割合  | 70 | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 30           | 100 |
| 基礎的能力   | 70 | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 30           | 100 |
| 専門的能力   | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0            | 0   |
| 分野横断的能力 | 0  | 0  | 0    | 0  | 0       | 0   | 0            | 0   |