

|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  |                                            |                                                 |                                            |                                                           |                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 阿南工業高等専門学校                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                  | 開講年度                                       | 令和04年度 (2022年度)                                 |                                            | 授業科目                                                      | 統計熱力学                                              |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                  |                                            |                                                 |                                            |                                                           |                                                    |
| 科目番号                                                                                                                                                                        | 5996F02                                                                                                                                                                                                          |                                            |                                                 | 科目区分                                       | 専門 / 選択                                                   |                                                    |
| 授業形態                                                                                                                                                                        | 授業                                                                                                                                                                                                               |                                            |                                                 | 単位の種別と単位数                                  | 学修単位: 2                                                   |                                                    |
| 開設学科                                                                                                                                                                        | 専攻科共通                                                                                                                                                                                                            |                                            |                                                 | 対象学年                                       | 専1                                                        |                                                    |
| 開設期                                                                                                                                                                         | 前期                                                                                                                                                                                                               |                                            |                                                 | 週時間数                                       | 2                                                         |                                                    |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                      | 担当教員作成・配布資料                                                                                                                                                                                                      |                                            |                                                 |                                            |                                                           |                                                    |
| 担当教員                                                                                                                                                                        | 吉田 岳人                                                                                                                                                                                                            |                                            |                                                 |                                            |                                                           |                                                    |
| 到達目標                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                  |                                            |                                                 |                                            |                                                           |                                                    |
| 1. ラグランジュ方程式・正準方程式・ポアッソンの括弧式などを具体的力学問題の定量的解法に活用することができる。<br>2. ギブス分布・マックスウェルの速度分布則・ボルツマンの原理・分配関数の概念を理解し、定量的取り扱いができる。<br>3. 古典粒子系の物理量の期待値（熱力学的諸量）を、統計的手法を用いて、定量的に導出することができる。 |                                                                                                                                                                                                                  |                                            |                                                 |                                            |                                                           |                                                    |
| 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(可)                                              |                                                    |
| 評価項目1                                                                                                                                                                       | ラグランジュ方程式・正準方程式・ポアッソンの括弧式などを応用的力学問題の定量的解法に活用できる。                                                                                                                                                                 |                                            | ラグランジュ方程式・正準方程式・ポアッソンの括弧式を力学問題に適用し定量解を得ることができる。 |                                            | ラグランジュ方程式・正準方程式・ポアッソンの括弧式を力学問題に適用し定量解の概略を得ることができる。        |                                                    |
| 評価項目2                                                                                                                                                                       | ギブス分布・マックスウェルの速度分布則・ボルツマンの原理・分配関数、の応用的定量活用ができる。                                                                                                                                                                  |                                            | ギブス分布・マックスウェルの速度分布則・ボルツマンの原理・分配関数の定量解を得ることができる。 |                                            | ギブス分布・マックスウェルの速度分布則・ボルツマンの原理・分配関数の概略を得ることができる。            |                                                    |
| 評価項目3                                                                                                                                                                       | 応用的古典粒子系の物理量の期待値（熱力学的諸量）を、統計的手法を用いて、応用的課題において定量的解を導出できる。                                                                                                                                                         |                                            | 古典粒子系の物理量の期待値（熱力学的諸量）を、統計的手法を用いて、定量的に導出できる。     |                                            | 古典粒子系の物理量の期待値（熱力学的諸量）を、統計的手法を用いて、概略的定量解を得ることができる。         |                                                    |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                  |                                            |                                                 |                                            |                                                           |                                                    |
| 教育方法等                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                  |                                            |                                                 |                                            |                                                           |                                                    |
| 概要                                                                                                                                                                          | 本講義は、本科で学んだ古典力学の基礎を、より解析的手法を強化しながら体系化する。次に現代物理学への橋渡しとして、ミクロスコピック手法の代表である統計力学の基礎概念を習得し、工学応用で重要となる物質の性質を数理科学的に理解することを学ぶ。この科目は企業で、半導体集積素子の設計及び製造プロセスの研究・開発を担当していた教員が、その経験を活かし、平衡状態の古典・量子統計力学の基礎について講義形式で授業を行うものである。 |                                            |                                                 |                                            |                                                           |                                                    |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                   | 授業内容は授業計画を参照すること。基本的に講義形式をとる。板書が主体であるが、関連資料をスライドで紹介する場合もある。学生への発問はするので（3-5回/1コマ）、積極的に答えること。指名されない学生も一緒に考えること。計15回（計約60問）の課題は、自主的に考えて解き、問題解法の力を養うこと。                                                              |                                            |                                                 |                                            |                                                           |                                                    |
| 注意点                                                                                                                                                                         | 本講義は予備知識として、本科において学んだ数学・物理（力学・電磁気・熱力学）系科目の内容を前提とする。これらをスプリングボードとして、古典力学を解析的な手法によって体系化し総仕上げとする。次に「現代物理学」への導入として統計力学の基礎概念を学ぶ。そして工学応用上で重要な物質の諸物理量を、ミクロスコピックな手法を用いて定量的に算出する方法を学ぶ。                                    |                                            |                                                 |                                            |                                                           |                                                    |
| 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 checked="" type="checkbox"/> ICT 利用 |                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> 遠隔授業対応 |                                                           | <input checked="" 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                                                  |                                                    |
| 前期                                                                                                                                                                          | 1stQ                                                                                                                                                                                                             | 1週                                         | 1. 解析力学                                         |                                            | ニュートン形式力学の問題を解析的に解くことができる。                                |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 2週                                         | 1. 解析力学                                         |                                            | ラグランジュ方程式を導出し簡単な問題に適用し解くことができる。                           |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 3週                                         | 1. 解析力学                                         |                                            | ラグランジュ方程式を応用問題に適用し解くことができる。                               |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 4週                                         | 1. 解析力学                                         |                                            | ハミルトンの正準方程式を導出し簡単な問題に適用し解くことができる。                         |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 5週                                         | 1. 解析力学                                         |                                            | ハミルトンの正準方程式を応用問題に適用し解くことができる。                             |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 6週                                         | 1. 解析力学                                         |                                            | ポアッソンの括弧式に関する基本規則を計算でき、これを用いて運動方程式を表現できる。                 |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 7週                                         | 1. 解析力学                                         |                                            | 1次元の連成微小振動系に対し運動方程式を立て基準振動数を導出することができる。                   |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 8週                                         | 中間試験                                            |                                            |                                                           |                                                    |
|                                                                                                                                                                             | 2ndQ                                                                                                                                                                                                             | 9週                                         | 2. 統計力学の基本                                      |                                            | 熱力学におけるヘルムホルツの自由エネルギーから熱力学的諸量を計算できる。ガンマ空間の概念を理解し定性的に説明できる |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 10週                                        | 2. 統計力学の基本                                      |                                            | 平等確率の仮説を理解し定性的に説明できる。ギブス分布を導出し物理的意味を説明できる                 |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 11週                                        | 2. 統計力学の基本                                      |                                            | マックスウェルの速度分布則を導出し分子速度に関する諸量を計算できる                         |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 12週                                        | 2. 統計力学の基本                                      |                                            | ボルツマンの原理と分配関数の物理的意味を理解し説明できる                              |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 13週                                        | 2. 統計力学の基本                                      |                                            | 分配関数と自由エネルギーの関係を導出できてその意味を説明できる                           |                                                    |
|                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                  | 14週                                        | 3.統計力学の応用                                       |                                            | 相互作用のない粒子系の物理量期待値を計算できる。理想気体の状態方程式を理論的に導出できる              |                                                    |

|                       |    |      |             |           |     |                                                                                |       |     |
|-----------------------|----|------|-------------|-----------|-----|--------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|
|                       |    | 15週  | 3.統計力学の応用   |           |     | 固体における原子間相互作用のない比熱モデル（デュロン・プティ（古典）、アインシュタイン（量子））を導出でき、固体の比熱を温度の関数として導出することができる |       |     |
|                       |    | 16週  | 期末試験答案返却・解説 |           |     |                                                                                |       |     |
| 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 | 小テスト | レポート・課題     | 発表        | その他 |                                                                                | 合計    |     |
| 総合評価割合                | 60 | 0    | 40          | 0         | 0   | 0                                                                              | 100   |     |
| 基礎的能力                 | 10 | 0    | 10          | 0         | 0   | 0                                                                              | 20    |     |
| 専門的能力                 | 30 | 0    | 20          | 0         | 0   | 0                                                                              | 50    |     |
| 分野横断的能力               | 20 | 0    | 10          | 0         | 0   | 0                                                                              | 30    |     |