

|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 鈴鹿工業高等専門学校                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 開講年度         | 平成31年度 (2019年度)                                                                                                                                  |                                               | 授業科目                                                                                                                                           | 統計熱力学 |
| 科目基礎情報                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
| 科目番号                                                                                                                                        | 0122                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              | 科目区分                                                                                                                                             |                                               | 専門 / 必修                                                                                                                                        |       |
| 授業形態                                                                                                                                        | 授業                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              | 単位の種別と単位数                                                                                                                                        |                                               | 学修単位: 2                                                                                                                                        |       |
| 開設学科                                                                                                                                        | 材料工学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              | 対象学年                                                                                                                                             |                                               | 5                                                                                                                                              |       |
| 開設期                                                                                                                                         | 前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              | 週時間数                                                                                                                                             |                                               | 2                                                                                                                                              |       |
| 教科書/教材                                                                                                                                      | 「アトキンス物理化学（下）」 P.W. Atkins著, 千原秀昭, 中村亘男訳 (東京化学同人)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
| 担当教員                                                                                                                                        | 和田 憲幸                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
| 到達目標                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
| ボルツマン分布およびカノニカル分布に従うアンサンブルのエネルギー, 分配関数およびカノニカル分配関数を通じて巨視的な熱力学の各種エネルギーとの関係, 分子分配関数を利用して微視的な量子力学の運動(並進, 振動, 回転運動や電子)に関するエネルギーとの関係を理解することができる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
| 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                                                                                                                                      |       |
| 評価項目1                                                                                                                                       | ボルツマン分布およびカノニカル分布に従うアンサンブルのエネルギー, 分配関数およびカノニカル分配関数を通じて巨視的な熱力学の各種エネルギーとの関係, 分子分配関数を利用して微視的な量子力学の運動(並進, 振動, 回転運動や電子)に関するエネルギーとの関係を数式で誘導し, 詳しく説明できる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              | ボルツマン分布およびカノニカル分布に従うアンサンブルのエネルギー, 分配関数およびカノニカル分配関数を通じて巨視的な熱力学の各種エネルギーとの関係, 分子分配関数を利用して微視的な量子力学の運動(並進, 振動, 回転運動や電子)に関するエネルギーとの関係を数式で表し, 簡単に説明できる。 |                                               | ボルツマン分布およびカノニカル分布に従うアンサンブルのエネルギー, 分配関数およびカノニカル分配関数を通じて巨視的な熱力学の各種エネルギーとの関係, 分子分配関数を利用して微視的な量子力学の運動(並進, 振動, 回転運動や電子)に関するエネルギーとの関係を数式で表し, 説明できない。 |       |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
| 教育方法等                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
| 概要                                                                                                                                          | 統計熱力学は, 統計学の概念を導入し, 系内の粒子やその系の集合体(アンサンブル)のエネルギー分布(ボルツマン分布やカノニカル分布)から導かれる分子分配関数とカノニカル分配関数から, 量子力学によって求められる微視的世界の量子の運動(原子の分子の並進, 振動, 回転, 電子の寄与等)のエネルギーから, 熱力学から求められる巨視的世界の物質の内部エネルギー, エンタルピー, エントロピー, ギブスエネルギー, ヘルムホルツエネルギー等を結びつけて理解できるようになることを目指す。                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                   | ・すべての内容は, 学習・教育到達目標(B)<基礎>に, JABEE基準1.2(c)に対応する。<br>・授業は, 質問を受け付けながら, 理解の度合いを確認できる演習を含め, 講義形式で進める。<br>・「授業計画」における各週の「到達目標」はこの授業で習得する「知識・能力」に相当するものとする。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
| 注意点                                                                                                                                         | <到達目標の評価方法と基準>下記授業計画の「到達目標」を網羅した問題を中間試験および定期試験で出題し, 目標の到達度を評価する。授業計画の「到達目標」に関する重みは概ね均等とし, 試験は100点法により60点以上の得点で目標の到達を確認する。<br><学業成績の評価方法および評価基準>後期中間, 学年末の2回の試験の平均点で評価する。なお, 各試験とも再試験は行われない。<br><単位修得条件>学業成績で60点以上を取得すること。<br><あらかじめ要求される基礎知識の範囲>数学の微分・積分(重積分を含む), 三角関数, 指数関数を理解している必要がある。本教科は, 巨視的な立場の熱力学との結びつきを理解するため, 既に学んだ熱力学を理解しておくことが望ましい。<br><自己学習>授業で保証する学習時間と, 予習・復習(中間試験, 定期試験のための学習も含む)及び適時与える演習問題のレポート作成に必要な標準的な学習時間の総計が, 45時間に相当する学習内容である。<br><備考>数式の背景にある物理的意味を理解することが重要である。また, 本教科は後に学習する量子力学につながる教科である。 |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
| 授業計画                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                                                                                                  |                                               |                                                                                                                                                |       |
| 前期                                                                                                                                          | 1stQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 週            | 授業内容                                                                                                                                             | 週ごとの到達目標                                      |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1週           | 統計熱力学の基礎                                                                                                                                         | 1. ボルツマン分布と分子分配関数を理解できる。                      |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2週           | ボルツマン分布                                                                                                                                          | 上記1                                           |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3週           | 分子分配関数                                                                                                                                           | 上記1                                           |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4週           | 分子分配関数と内部エネルギーおよびエントロピー                                                                                                                          | 2. 分子分配関数と内部エネルギーおよびエントロピーの関係が理解できる。          |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5週           | カノニカル分布                                                                                                                                          | 3. カノニカル分布を理解できる。                             |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6週           | カノニカル分布とカノニカル分配関数                                                                                                                                | 上記3                                           |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 7週           | 演習問題による復習                                                                                                                                        | 上記1～3                                         |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             | 2ndQ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8週           | 中間試験                                                                                                                                             | これまでに学習した内容を説明し, 諸量を求めることができる。                |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 9週           | カノニカル分配関数と分子分配関数と熱力学的エネルギー                                                                                                                       | 4. カノニカル分配関数と分子分配関数の関係を理解し, 熱力学的エネルギーと結びつけれる。 |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10週          | カノニカル分配関数と分子分配関数と熱力学的エネルギー                                                                                                                       | 上記4                                           |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 11週          | 分子分配関数と量子の運動                                                                                                                                     | 5. 分子分配関数と量子の運動との関係を理解できる。                    |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 12週          | 分子分配関数と量子の運動                                                                                                                                     | 上記5                                           |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 13週          | 平均エネルギーと熱容量                                                                                                                                      | 6. 平均エネルギーおよび熱容量と量子の運動の関係を理解できる。              |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 14週          | 平均エネルギーと熱容量                                                                                                                                      | 上記6                                           |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 15週          | 演習問題による復習                                                                                                                                        | 上記4～6                                         |                                                                                                                                                |       |
|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 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           | 合計                                                                                                                                               |                                               |                                                                                                                                                |       |

|        |     |     |
|--------|-----|-----|
| 総合評価割合 | 100 | 100 |
| 配点     | 100 | 100 |