

|                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                                                                                                                                                                         |                 |                                                          |                          |                                            |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|--|
| 群馬工業高等専門学校                                                                                                                                                                                         |      | 開講年度                                                                                                                                                                                                                    | 令和06年度 (2024年度) |                                                          | 授業科目                     | 物理化学 I                                     |  |
| 科目基礎情報                                                                                                                                                                                             |      |                                                                                                                                                                                                                         |                 |                                                          |                          |                                            |  |
| 科目番号                                                                                                                                                                                               |      | 3K012                                                                                                                                                                                                                   |                 | 科目区分                                                     |                          | 専門 / 必修                                    |  |
| 授業形態                                                                                                                                                                                               |      | 授業                                                                                                                                                                                                                      |                 | 単位の種別と単位数                                                |                          | 履修単位: 2                                    |  |
| 開設学科                                                                                                                                                                                               |      | 物質工学科                                                                                                                                                                                                                   |                 | 対象学年                                                     |                          | 3                                          |  |
| 開設期                                                                                                                                                                                                |      | 通年                                                                                                                                                                                                                      |                 | 週時間数                                                     |                          | 2                                          |  |
| 教科書/教材                                                                                                                                                                                             |      | 教科書：P.W. Atkinsら著, アトキンス物理化学要論第7版, 東京化学同人<br>参考書：D. Smith著, Solutions Manual to accompany Elements of Physical Chemistry 7e, Oxford University Press<br>参考書：真船文隆ら著, 化学はじめの一步シリーズ物理化学, 化学同人<br>参考書：福地賢治ら著, PEL物理化学, 実教出版 |                 |                                                          |                          |                                            |  |
| 担当教員                                                                                                                                                                                               |      | 羽切 正英                                                                                                                                                                                                                   |                 |                                                          |                          |                                            |  |
| 到達目標                                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                         |                 |                                                          |                          |                                            |  |
| 専門分野の基礎としての物理化学, 特に平衡概念と熱力学との関係, 反応速度論について学び, 以下の内容を会得する。<br>① 相平衡理論について理解し, 熱力学の概念と物質の状態とを結びつけて考えることができる。<br>② 反応の進行と平衡が熱力学的にどのように取り扱われるかを理解し, 基本的な計算ができる。<br>③ 反応速度論について理解し, 反応速度に関する基本的な計算ができる。 |      |                                                                                                                                                                                                                         |                 |                                                          |                          |                                            |  |
| 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                                                                                                                                                                                              |      | 自由 (断熱) 膨張 (圧縮) におけるエントロピーと仕事を計算できる。                                                                                                                                                                                    |                 | 自由 (断熱) 膨張 (圧縮) におけるエントロピーと仕事量について基礎的な計算ができる。            |                          | 自由 (断熱) 膨張 (圧縮) におけるエントロピーと仕事を計算できない。      |  |
| 評価項目2                                                                                                                                                                                              |      | 純物質の状態図を理解して, 蒸気圧曲線を十分に説明できる。また, 2成分系の状態図を理解して, 気液平衡を十分に説明できる。                                                                                                                                                          |                 | 純物質の状態図を理解して, 蒸気圧曲線を説明できる。また, 2成分系の状態図を理解して, 気液平衡を説明できる。 |                          | 純物質の状態図, 蒸気圧曲線を説明できない。また, 気液平衡についても説明できない。 |  |
| 評価項目4                                                                                                                                                                                              |      | 束一的性質に基づいた諸計算ができる。                                                                                                                                                                                                      |                 | 束一的性質に基づいた基礎的な諸計算ができる。                                   |                          | 束一的性質について説明できない。                           |  |
| 評価項目5                                                                                                                                                                                              |      | ギブズエネルギー, 平衡定数を理解し, 両者の関係式を導き, 計算できる。                                                                                                                                                                                   |                 | ギブズエネルギー, 平衡定数を理解し, 両者の関係式を導き, 基礎的な計算ができる。               |                          | ギブズエネルギー, 平衡定数の関係について理解しておらず, 計算できない。      |  |
| 評価項目6                                                                                                                                                                                              |      | 化学反応速度式を表すことができ, 様々な積分型速度式を導くことができる。                                                                                                                                                                                    |                 | 化学反応速度式を表すことができ, 基礎的な積分型速度式も導くことができる。                    |                          | 化学反応速度式を表すことができない。積分型速度式も導くことができない。        |  |
| 学科の到達目標項目との関係                                                                                                                                                                                      |      |                                                                                                                                                                                                                         |                 |                                                          |                          |                                            |  |
| 準学士課程 C                                                                                                                                                                                            |      |                                                                                                                                                                                                                         |                 |                                                          |                          |                                            |  |
| 教育方法等                                                                                                                                                                                              |      |                                                                                                                                                                                                                         |                 |                                                          |                          |                                            |  |
| 概要                                                                                                                                                                                                 |      | 化学熱力学の基礎, 純物質の相平衡, 混合物の性質, 化学平衡, 化学反応速度論について講義する。                                                                                                                                                                       |                 |                                                          |                          |                                            |  |
| 授業の進め方・方法                                                                                                                                                                                          |      | 板書またはスライド投影を主体とした通常授業。必要に応じてプリント等を配布して説明する。                                                                                                                                                                             |                 |                                                          |                          |                                            |  |
| 注意点                                                                                                                                                                                                |      | 予習復習をして講義に臨むこと。<br>レポート, 課題等の提出期限を守ること。                                                                                                                                                                                 |                 |                                                          |                          |                                            |  |
| 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 checked="" 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                 |                                            |  |
| 前期                                                                                                                                                                                                 | 1stQ | 1週                                                                                                                                                                                                                      | 化学熱力学の基礎(1)     |                                                          | エンタルピー, エントロピー, ギブズエネルギー |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 2週                                                                                                                                                                                                                      | 化学熱力学の基礎(2)     |                                                          | 断熱過程, ボアソンの式             |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 3週                                                                                                                                                                                                                      | 化学熱力学の基礎(3)     |                                                          | カルノーサイクル, 可逆的熱サイクルの効率    |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 4週                                                                                                                                                                                                                      | 純物質の相平衡(1)      |                                                          | ギブズエネルギーの圧力変化            |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 5週                                                                                                                                                                                                                      | 純物質の相平衡(2)      |                                                          | ギブズエネルギーの温度変化            |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 6週                                                                                                                                                                                                                      | 純物質の相平衡(3)      |                                                          | 相図, 相律                   |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 7週                                                                                                                                                                                                                      | 純物質の相平衡(4)      |                                                          | クラペイロンの式                 |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 8週                                                                                                                                                                                                                      | 中間試験            |                                                          |                          |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    | 2ndQ | 9週                                                                                                                                                                                                                      | 混合物の性質(1)       |                                                          | 混合物の熱力学的記述               |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 10週                                                                                                                                                                                                                     | 混合物の性質(2)       |                                                          | 化学ポテンシャルの組成変化            |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 11週                                                                                                                                                                                                                     | 混合物の性質(3)       |                                                          | ラウールの法則, 理想溶液, ヘンリーの法則   |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 12週                                                                                                                                                                                                                     | 混合物の性質(4)       |                                                          | 束一的性質 (沸点や凝固点の変化)        |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 13週                                                                                                                                                                                                                     | 混合物の性質(5)       |                                                          | 束一的性質 (浸透)               |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 14週                                                                                                                                                                                                                     | 混合物の性質(6)       |                                                          | 混合物の相図                   |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 15週                                                                                                                                                                                                                     | 前期期末試験          |                                                          |                          |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 16週                                                                                                                                                                                                                     | まとめ             |                                                          |                          |                                            |  |
| 後期                                                                                                                                                                                                 | 3rdQ | 1週                                                                                                                                                                                                                      | 化学平衡の原理(1)      |                                                          | 反応ギブズエネルギーの組成変化          |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 2週                                                                                                                                                                                                                      | 化学平衡の原理(2)      |                                                          | 平衡定数, 標準反応ギブズエネルギー       |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 3週                                                                                                                                                                                                                      | 化学平衡の原理(3)      |                                                          | 諸条件による平衡の移動 (温度の効果)      |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 4週                                                                                                                                                                                                                      | 化学平衡の原理(4)      |                                                          | 諸条件による平衡の移動 (圧力の効果)      |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 5週                                                                                                                                                                                                                      | 化学平衡の原理(5)      |                                                          | 均一および不均一反応の平衡            |                                            |  |
|                                                                                                                                                                                                    |      | 6週                                                                                                                                                                                                                      | 化学平衡の原理(6)      |                                                          | ファントホッフの式                |                                            |  |

|  |      |     |          |                               |
|--|------|-----|----------|-------------------------------|
|  | 4thQ | 7週  | 反応速度論(1) | 反応速度の定義                       |
|  |      | 8週  | 中間試験     |                               |
|  |      | 9週  | 反応速度論(2) | 速度式, 反応次数, 反応速度の解析法           |
|  |      | 10週 | 反応速度論(3) | 積分型速度式                        |
|  |      | 11週 | 反応速度論(4) | 複合反応の速度式                      |
|  |      | 12週 | 反応速度論(5) | 律速段階, 定常状態近似                  |
|  |      | 13週 | 反応速度論(6) | 反応速度の温度依存性, アレニウスの式, 活性化エネルギー |
|  |      | 14週 | 反応速度論(7) | 衝突理論, 遷移状態理論                  |
|  |      | 15週 | 後期期末試験   |                               |
|  |      | 16週 | まとめ      |                               |

#### 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 |
|-------|----------|----------|-----------|--------------------------------------------------|-----|
| 専門的能力 | 分野別の専門工学 | 化学・生物系分野 | 物理化学      | 放射線の種類と性質を説明できる。                                 | 4   |
|       |          |          |           | 放射性元素の半減期と安定性を説明できる。                             | 4   |
|       |          |          |           | 年代測定の例として、C14による時代考証ができる。                        | 4   |
|       |          |          |           | 気体の法則を理解して、理想気体の方程式を説明できる。                       | 4   |
|       |          |          |           | 気体の分子速度論から、圧力を定義して、理想気体の方程式を証明できる。               | 4   |
|       |          |          |           | 実在気体の特徴と状態方程式を説明できる。                             | 4   |
|       |          |          |           | 臨界現象と臨界点近傍の特徴を説明できる。                             | 4   |
|       |          |          |           | 混合気体の分圧の計算ができる。                                  | 4   |
|       |          |          |           | 純物質の状態図(P-V、P-T)を理解して、蒸気圧曲線を説明できる。               | 4   |
|       |          |          |           | 2成分の状態図(P-x、y、T-x、y)を理解して、気液平衡を説明できる。            | 4   |
|       |          |          |           | 束一的性質を説明できる。                                     | 4   |
|       |          |          |           | 蒸気圧降下、沸点上昇より、溶質の分子量を計算できる。                       | 4   |
|       |          |          |           | 凝固点降下と浸透圧より、溶質の分子量を計算できる。                        | 4   |
|       |          |          |           | 相律の定義を理解して、純物質、混合物の自由度(温度、圧力、組成)を計算し、平衡状態を説明できる。 | 4   |
|       |          |          |           | 熱力学の第一法則の定義と適用方法を説明できる。                          | 4   |
|       |          |          |           | エンタルピーの定義と適用方法を説明できる。                            | 4   |
|       |          |          |           | 化合物の標準生成エンタルピーを計算できる。                            | 4   |
|       |          |          |           | エンタルピーの温度依存性を計算できる。                              | 4   |
|       |          |          |           | 内部エネルギー、熱容量の定義と適用方法を説明できる。                       | 4   |
|       |          |          |           | 平衡の記述(質量作用の法則)を説明できる。                            | 4   |
|       |          |          |           | 諸条件の影響(ルシャトリエの法則)を説明できる。                         | 4   |
|       |          |          |           | 均一および不均一反応の平衡を説明できる。                             | 4   |
|       |          |          |           | 熱力学の第二・第三法則の定義と適用方法を説明できる。                       | 4   |
|       |          |          |           | 純物質の絶対エントロピーを計算できる。                              | 4   |
|       |          |          |           | 化学反応でのエントロピー変化を計算できる。                            | 4   |
|       |          |          |           | 化合物の標準生成自由エネルギーを計算できる。                           | 4   |
|       |          |          |           | 反応における自由エネルギー変化より、平衡定数・組成を計算できる。                 | 4   |
|       |          |          |           | 平衡定数の温度依存性を計算できる。                                | 4   |
|       |          |          |           | 気体の等温、定圧、定容および断熱変化のdU、W、Qを計算できる。                 | 4   |
|       |          |          |           | 反応速度の定義を理解して、実験的決定方法を説明できる。                      | 4   |
|       |          |          |           | 反応速度定数、反応次数の概念を理解して、計算により求めることができる。              | 4   |
|       |          |          |           | 微分式と積分式が相互に変換できて半減期が求められる。                       | 4   |
|       |          |          |           | 連続反応、可逆反応、併発反応等を理解している。                          | 4   |
|       |          |          |           | 律速段階近似、定常状態近似等を理解し、応用できる。                        | 4   |

#### 評価割合

|         | 試験 | 課題等 | 相互評価 | 態度 | ポートフォリオ | その他 | 合計  |
|---------|----|-----|------|----|---------|-----|-----|
| 総合評価割合  | 80 | 20  | 0    | 0  | 0       | 0   | 100 |
| 基礎的能力   | 20 | 10  | 0    | 0  | 0       | 0   | 30  |
| 専門的能力   | 60 | 10  | 0    | 0  | 0       | 0   | 70  |
| 分野横断的能力 | 0  | 0   | 0    | 0  | 0       | 0   | 0   |