

|          |      |     |       |         |       |
|----------|------|-----|-------|---------|-------|
| 学科・学年・期間 | 科目名  | 単位数 | 授業方法  | 必修選択の区分 | 担当者   |
| 全学科3年通年  | 物理特論 | 2   | 講義と演習 | 選択必修    | 鈴木 克彦 |

### 科目概要

20世紀に構築された物理学の中で、科学の分野のみならず社会的にも多大な影響を与えたのが相対性理論である。本講義では、高専の3年生にとって数学的な取り扱いが可能な、特殊相対論について解説する。光速度不変、ローレンツ変換に基づいた4次元時空の概念から出発し、相対論的力学とその帰結としての質量とエネルギーの等価性までを解説する。

### 科目の内容

前期は特殊相対論の理解に必要な数学的準備にあて、後期で特殊相対論の解説に入る。前期は数学的な知識と技術を各自整理するため、演習の形式を採用する。以下内容のキーワードを与える。

(1) 前期：数学的準備

直交・斜交座標系、三角・指数関数、微分・積分、関数の振る舞い、近似方法

(2) 後期：特殊相対論

光速度不変の原理、ローレンツ変換、時間と空間の相対性、運動量とエネルギー、ミンコフスキー空間

### 科目の達成目標

|      | (A) | (B) | (C) | (D) | (E) | (F) | 総時数 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 時間配分 | 6   | 36  |     | 4   | 12  | 2   | 60  |

(A) 興味と好奇心をもちながら自然現象に接し、疑問を解決しようとすることができる

(B) 物理法則が数式によって表されることを理解し、理論的に問題を処理し考えることができる

(D) コンピュータを使って物理の諸問題を考えることができる

(E) 理解した事柄や自分の考えを、文書と口頭によって適確に伝えることができる

(F) 物理の工学への応用と、社会に与える影響および技術者の社会的責任を考えることができる

### 教育方法

(1) 使用教材と授業形態

前期：約80題の問題を全学生に割り振り、彼ら自身による発表・解説を行う

後期：プリントを用いた講義を行う。適宜問題演習を行う。

(2) 参考書

数学：(a) 数学の教科書、(b) G. アルフケン著基礎物理学「ベクトル・テンソルと行列」講談社

相対論：中野著、物理入門コース「相対性理論」岩波書店、ファインマン物理学シリーズ「力学」、パークレー物理学コース「力学」(下)丸善

(4) その他：ビデオ教材を活用し、科学への好奇心を誘う。

### 評価方法

(1) 達成目標(B)(E)に対して通年4回の定期試験による評価(60%)

(2) 達成目標(B)(E)に対して演習解答の発表による評価(20%)

(3) 達成目標(A)(B)(E)(F)に対してレポート提出による評価(20%)

(4) 達成目標(E)に対して、自発的になされた提出物に対して適宜評価点を加算する

# 授業計画表

授業実施曜日及び時限については時間割表参照のこと

| 日時    | タイトルと内容                      | 備考  |  |
|-------|------------------------------|---|--|
| 前期    | 1 週目                         | 数学的準備   | レポート課題を3 または4週目で課し、前期試中間験前までに提出<br><br>それまでに進んだ内容に関する夏休みの課題を課し、前期末試験までに提出。 |
|       | 2 週目                         | 四則演算  |  |
|       | 3 週目                         | 三角関数：三角関数を用いた力、波動の表示、運動量保存  |  |
|       | 4 週目                         | ベクトル、内積、仕事  |  |
|       | 5 週目                         | 微分：物理における微積分1   |  |
|       | 6 週目                         | 積分：物理における微積分2   |  |
|       | 7 週目                         | 物理における保存則1：運動量保存、重心の運動  |  |
|       | 8 週目                         | 物理における保存則2：エネルギー保存  |  |
|       | 9 週目                         | まとめ： 以上の内容を整理し、過不足の内容を補足する<br>前期中間試験：プリントの中から問題を精選し到達度をためす                      |  |
|       | 10 週目                        | 図形と一次変換：  |  |
|       | 11 週目                        | 座標変換と行列式：座標変換の一般論   |  |
|       | 12 週目                        | 最大最小問題：物理における変分原理   |  |
|       | 13 週目                        | 近似方法：二項展開、テーラー展開  |  |
|       | 14 週目                        | まとめ： 以上の内容を整理し、過不足の内容を補足する  |  |
|       | 15 週目                        | 前期末試験： プリントの中から問題を精選し到達度をためす  |  |
| 後期    | 特殊相対論                        | ビデオ教材を用い 時空構造の理解に役立つ（アインシュタインロマンなど）<br><br>最後の授業までに 試験またはレポート 課題を実施し、学年末までに返却する |  |
|       | 16 週目                        |   | 光速不変の原理：エーテル仮説、MMの実験とEinsteinの飛躍   |
|       | 17 週目                        |   | 時空の相対性： 時間のおくれ、ローレンツ収縮、同時刻性  |
|       | 18 週目                        |   | ローレンツ変換： 線形変換としての導出、前項の導出  |
|       | 19 週目                        |   | 双子のパラドックス、光のドップラー効果  |
|       | 20 週目                        |   | 速度の加算則： 相対論的な加算則、ローレンツ逆変換  |
|       | 21 週目                        |   | まとめ： 以上の内容を整理し、過不足の内容を補足する   |
|       | 22 週目                        |   | 後期中間試験： プリントの中から問題を精選し到達度をためす  |
|       | 23 週目                        |   | 運動量： 相対論的な運動量の導出   |
|       | 24 週目                        |   | エネルギー： 相対論的なエネルギーの導出   |
|       | 25 週目                        |   | $E=mc^2$ ： 質量とエネルギーの等価性とその応用   |
|       | 26 週目                        |   | 相対論的力学： ニュートン力学の修正とその応用  |
|       | 27 週目                        |   | 4次元時空： ミンコフスキー空間の概念  |
|       | 28 週目                        |   | 一般相対論入門： 一般相対性理論を簡単に紹介する   |
|       | 29 週目                        |   | まとめ： 以上の内容を整理し、過不足の内容を補足する   |
| 30 週目 | 学年末試験： プリントの中から問題を精選し到達度をためす |   |  |