

物理学 I (力学)

1 回目: ガイダンス・単位について

中野武雄
2012年4月10日

今日の内容

- この講義について
 - 資料について
 - 単位認定について
- 物理学とは・古典力学とは
 - 自然科学の立場～物理学の立場
 - 古典力学の位置付け
- 物理量と単位
 - 単位の基本・単位の変換
 - 精度と有効数字、誤差の伝播

自己紹介

- 名前: 中野武雄(なかの たけお)
- E-mail: nakano@st.seikei.ac.jp
- 非常勤なのでオフィスアワーがありません
→質問はメールないし授業の前後に。
「学習サポートセンター」も利用してください
http://www.physics.dendai.ac.jp/info_sc.html

資料について

- 講義で用いるスライドは、pdf にしたものを
<http://surf.ml.seikei.ac.jp/~nakano/TDU2012/>
で配布します(月曜の午前中までに掲載)
- 可能であれば印刷して講義に持参すると、
理解が進みやすいと思います。
- ただしスライドへの書き込みや板書も併用する
ので、授業に出ないと試験をクリアするのは
厳しいと思います。

用意してほしいもの

- 関数電卓
期末試験・各回の課題解答に必要です。
2000円くらいの安いものでok。
- 教科書
青野朋義(監修)「物理学」(東京電機大学出版局)
- 参考書
本日の配布資料にいろいろ載せてみました。
もちろん別の書籍でもok。

単位認定について

- 基本は期末試験
去年は37問×5点で60点がボーダー
- 課題を若干加味します
今回の配布資料のように、毎回簡単なレポート
課題を出します。次回講義の冒頭に集めます。
 - A4の用紙で提出のこと(必須)
 - 用紙の上部に学籍番号・氏名を明記のこと

自然科学

1. 自然を観察する
2. 種々の現象の中に、共通性・規則性を見出す
3. 共通性・規則性のもととなる原因を考える (仮説)
4. 仮説を検証できるような実験を考える
→1に戻る

多くの検証に耐えて生き残った仮説→「法則」

実験と理論(法則)

- さまざまな「重要でない要素」を削ぎ落とし、本質を抽出できるのが良い実験
枝葉を消す、無視する→摩擦、空気抵抗...
- 実験結果を測定誤差の範囲で、できるだけ簡単な仮定で記述・予言できるのが良い理論
天動説 vs 地動説、エーテル仮説 vs 特殊相対論...

物理学

- 現象を、計測される「物理量」間の量的関係として捉える(1対1の関係ならグラフ)
- 現象を数式で表現する←単純化・理想化
- 数学の力を借りて、多数の現象に共通する「法則」を導く

「われわれを取り囲む自然界に生起するもろもろの現象—ただし主として無生物にかんするもの—の奥に存在する法則を、観察事実に拠りどころを求めつつ追求すること」

朝永振一郎「物理学とは何だろうか」岩波新書

物理学概観

スケール

- 素粒子: 10^{-13} m
- ナノテク: 10^{-10} m
- 人間・機械: $10^{-2} \sim 10^2$ m
- 地球・惑星: 10^7 m
- 太陽系: 10^{13} m
- 宇宙: 10^{30} m

種類:

- 古典力学、解析力学、特殊相対論、一般相対論、宇宙論
- 電磁気学、熱力学、統計力学、流体力学
- 量子力学、素粒子論、場の理論、宇宙論
- 固体物理学、材料力学
- ...

古典力学(Classical Mechanics)

- 物体の移動と力の関係を記述する

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \text{または} \quad \vec{F} = \frac{d}{dt}(m\vec{v})$$

- 3次元の空間、1次元の時間
空間の対称性、時間の対称性
- 利用する数学:
主として微積分+ベクトルの内積・外積
(回転座標系が難しいところ。がんばりましょう)

古典力学の守備範囲

- 極端な条件下では観察と合わない
 - 速度が光速に近づく→特殊相対論
 - 運動量×位置が凄く小さい→量子論
 - 恒星など大質量の近く→一般相対論
- でも我々の生活範囲なら実験精度の範囲で十分正確。
 - ロボット、弾丸、輸送機関、人工衛星...

高校物理における力学

- 物理I
 - 物体の運動: 速度・加速度・落体の運動
 - 力と運動: 力・運動の法則・圧力と浮力・大きさのある物体にはたらく力
 - 仕事とエネルギー: 仕事・運動エネルギー・位置エネルギー・力学的エネルギー
- 物理II
 - 物体の運動: 平面内の運動・放物運動・運動量の保存・反発係数
 - 円運動と単振動: 円運動・慣性力と遠心力・単振動・万有引力

この講義の流れ・狙い

- 運動の記述、速度・加速度と微積分
- ベクトルと座標系(特に極座標系)
- 運動の法則と微分方程式
- 運動の保存量(運動量・力学的エネルギー)
- 回転運動: トルクと角運動量
- 質点系の運動・剛体の運動
- 剛体の回転運動

物理量と単位

- 鉄則:
物理量 \longleftrightarrow 数値 & 単位
- 物理量の積(商)
 - 数値は数値同士積を取り、単位は単位同士積を取る
- 物理量の和
 - 単位を揃えて数値を加える(単位を揃えられない場合は和が取れない)

SI単位系

- 基本単位7つ、補助単位2つ
 - 時間、長さ、質量、電流、温度、物質質量、光度
 - 平面角、立体角
- 定義は時代とともに変遷
 - 時間[s]: 地球の自転周期 \rightarrow 特定の原子から発する光の振動数 \rightarrow (光格子時計?)
 - 長さ[m]: 子午線の1千万分の1(メートル原器) \rightarrow 特定の原子が発する光の波長 \rightarrow 光速+時間基準

単位の積 \rightarrow 組立単位

- 速度: 長さ(距離) \div 時間 \rightarrow [m/s]
- 加速度: 速度 \div 時間 \rightarrow [m/s²]
- 力: 質量 \times 加速度 \rightarrow [kg m/s²] (= [N])

単位変換

- 無次元の「1」を作って式に挿入する
例: 100 km/h は 何 m/s か?

単位を用いた計算例

- 1円玉の質量は1.0[g]、直径は20[mm]である。Alの密度2.7 [g/cm³]とし、平均の厚さを求めよ。

数値の精度(誤差)

同じ計測を何度も繰り返したとき、同じ値が得られるか？
別の場所、別の作業者によってもそうなるか？

- 系統誤差
常に真値から同じ符号・同じ値だけずれる
- 偶然誤差
真値の正負側に、ランダムにばらつく

理論は、「実験誤差の範囲」で実験を再現できなければならない。できない理論(仮説)は却下される。

基礎物理定数

- 現在も科学コミュニティによって更新中
 - CODATA(<http://www.codata.org>)
- いくつかコメント(豆知識):
 - 光速、磁気定数、電気定数は現在では「定義値」で誤差は含まない。
 - アボガドロ数も誤差を含む数値
 - 万有引力の桁数の少なさ

誤差の伝播(和・差の場合)

- 位の高い方に揃える
例: 80 [cm] の棒に 1.7 [cm] の矢尻を嵌めた矢の長さ？

誤差の伝播(積・商の場合)

- 簡易法: 桁数の少ない方に合わせる
例: 幅1.8 [m]、奥行 90.0 [cm] の机の面積

誤差の伝播(一般の関数)

$y = f(x)$ なる関係があるとき、計測値 x_M に誤差 Δx_M が含まれる場合 ...