

2013.04.16(火3) 力学1(物理1年)

うえむら

講義と演習の一体化

時間中に解いて提出

TA: すずき、やまい: 演習問題の回収や試験の監督

1章 力学とは

1.1 質点の力学を主にやる

仮想的・近似的な考え方。

力学に限らないが、力学の基本的な考え方。「物理法則の普遍性」

これは別に当たり前でもない? 時間・場所・状況に寄らず必ず同じ法則が成り立つ。

力学とは

物体の運動を記述する物理法則に基づく体系

物体とは

原子・分子の集まり

質点: 質量をもち、大きさが無視できる

剛体

大きさをもち、変形しない物体

1.2 慣性質量と重力質量

運動方程式

$$ma = F$$

$$m_I a = F \quad // \quad m_I: \text{慣性質量}$$

万有引力

$$F = G \frac{M_G m_G}{r^2}$$

上の式とは全く関係ない。

下の式は重力を決める質量 // m_G : 重力質量

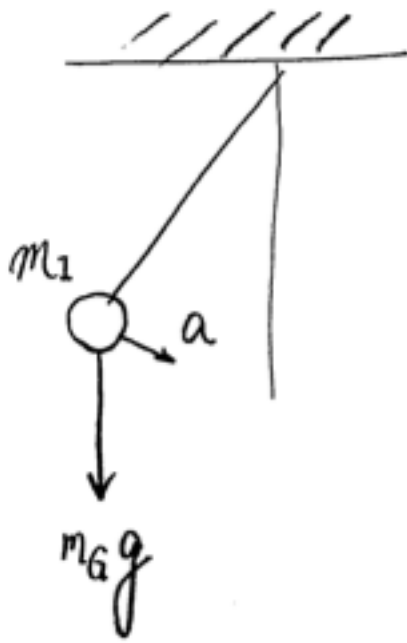
万有引力によって、地球の加速度が決まっているという状態

$$m_I a = G \frac{M_G m_G}{r^2}$$

本当は m を消去しちゃ行けないらしい。違う定義の質量だから。

消去できるためには慣性質量と重力質量が等しいと言う前提がないとダメ。

ニュートンが最初に体系を作ったときに、ニュートン自身が色々考えた。先験的にはわからない。実験で決める。ニュートンが考えたのは振り子の問題。



$$m_I = m_G = m$$

$m_I = m_G = m$ だったと。

1890年 エトベッシュ ねじればかりの実験 10^{-5} くらいの高い精度で同じであると確認した。高校ではこういうことは前提として $m_I = m_G$ を深く考えたのがアインシュタイン

1.3 物理量の次元

質量を長さに変えとか、別の時限に帰ることはできない、基本的な時限の量。

$$[\text{質量}] = [M]$$

$$[\text{長さ}] = [L]$$

$$[\text{時間}] = [T]$$

この3つが物理学に現れる基本次元です。

電磁場とかでは違うものが出てくるが、力学では全ての物理量の時限はこれで表現することができる。

たとえば

$$[\text{速度}] = [\text{長さ}] / [\text{時間}] = [L/T]$$

$$[\text{加速度}] = [\text{長さ}] / [\text{時間}]^2 = [L/T^2]$$

$$[\text{力}] = [\text{質量}] \cdot [\text{加速度}] = [ML/T^2]$$

$$[\text{運動量}] = [\text{質量}] \cdot [\text{速度}] = [ML/T]$$

$$[\text{エネルギー}] = [\text{質量}] \cdot [\text{速度}]^2 = [ML^2 / T^2]$$

物理の方程式の等号は両辺で次元が一致する。

たとえば

$$y = (1/2) g t^2$$

たとえば周期

$$T = 2\pi \sqrt{l / g}$$

$$[T] = \sqrt{[L] / [L / T^2]}$$

次元を基にして解析するということがある程度できてしまいます。単振り子の運動を考えたときに、サイズの振り子の周期は時間ですから、与えられてるのは振り子の長さ l 、質量 m 、重力加速度 g 。それぞれ

$T = A l^a m^b g^c$ と仮定する。

$$[T] = [L^a M^b (L / T^2)^c]$$

$$= [L^{(a+c)} M^b T^{(-2c)}]$$

$$a+c=0, b=0, -2c=1$$

$$T = A l^{(1/2)} g^{(-1/2)}$$

物理を考えるときは非常に有効です。

今回は運動を記述するに当たって、

今まで直線の運動とか多かったけど、大学では全てベクトルになります。

ナノで運動法則からエネルギー保存までベクトルで記述することをやっていくのでベクトルの扱い方をやる。