第4回　力学A
（下村 裕 先生）

（火2）
Date H22・5・11　No. ①

第2章　質点の力学

7. 質点の運動法則

質量と呼ぶ物理量 m を有する物体の形状や大きさを無視して代表させた点。

(i) 慣性の法則（第1法則）

他の物体から十分離れたとき、質点は等速運動をなす。
（第2法則から導ける内容であるが、慣性系の存在を保証している。）

(ii) 運動の法則（第2法則）

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} \quad \text{：運動方程式}$$

力

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad \text{：運動量}$$

（m が一定なら、$m\dfrac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \vec{F}$）

板書は多分間違ってたので勝手になおしました。$\vec{v} = \dfrac{d\vec{r}}{dt}$ とします。

力の単位：N　ニュートン

力の例：一様な重力，万有引力，弾性力，流体の抵抗力，摩擦力

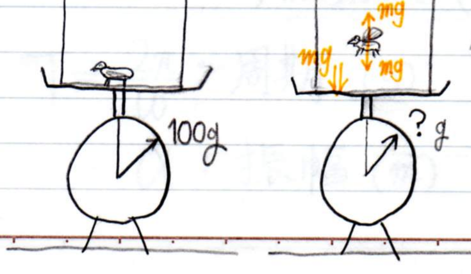
MKS単位系

ミリ	マイクロ	ナノ	ピコ
m	μ	n	p
10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
キロ	メガ	ギガ	テラ
k	M	G	T
10^{3}	10^{6}	10^{9}	10^{12}

(iii) 作用・反作用の法則（第3法則）

質点1が質点2に力を及ぼすとき、質点2は質点1に対し、
大きさが同じで逆向きの力を及ぼす。

☆　鳥が空中で静止



空気で押し返している。

① 100g 以下
② 100g
③ 100g 以上

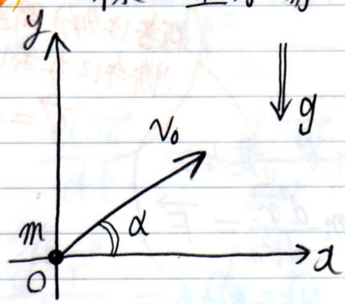
8. 運動の決定

質量 m が一定の場合　$\vec{r} = (x, y, z)$　$\vec{F} = (X, Y, Z)$

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = X, \quad m\frac{d^2y}{dt^2} = Y, \quad m\frac{d^2z}{dt^2} = Z$$

$t = t_0$ における位置 x_0, y_0, z_0 と速度 $\dot{x}_0, \dot{y}_0, \dot{z}_0$（初期条件）を与えることによって、運動 $x(t), y(t), z(t)$ が決まる。

例 (i) 一様な重力場における質点の運動



$$\begin{cases} m\ddot{x} = 0 \\ m\ddot{y} = -mg \end{cases}$$

$$\therefore \begin{cases} \dot{x} = v_0 \cos\alpha \\ \dot{y} = v_0 \sin\alpha - gt \end{cases}$$

$$\therefore \begin{cases} x = (v_0 \cos\alpha)t \\ y = (v_0 \sin\alpha)t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

t を消去すると、

$$y = x\tan\alpha - \frac{g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x^2 \quad \text{（放物線）}$$

$y = 0$ とすると、

$$x_1 = \frac{v_0^2}{g}2\sin\alpha\cos\alpha = \frac{v_0^2}{g}\sin(2\alpha)$$

$\Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4}\,(45^\circ)$ のとき、x_1 は最大になる。