4 章 2 次元の運動

- “Monkey Hunting” の実験
- さらに 3 次元を考える必要があるか？

---

§4.1 変位ベクトル、速度ベクトル、加速度ベクトル

- ベクトルの表記：$\vec{a}$, $\boldsymbol{a}$
- 変位ベクトル $\Delta\boldsymbol{r}$,
  速度ベクトル $\boldsymbol{v} \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \boldsymbol{r}}{\Delta t} = \frac{d\boldsymbol{r}}{dt}$,
  加速度ベクトル $\boldsymbol{a} \equiv \frac{\Delta \boldsymbol{v}}{\Delta t} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt}$

---

§4.2 等加速度をもつ 2 次元の運動

- 速度：$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}_0 + \boldsymbol{a}t$
- 位置：$\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}_0 + \boldsymbol{v}_0 t + \frac{1}{2}\boldsymbol{a}t^2$
  等速直線運動と、初速度ゼロの自由落下との「重ね合わせ」
  x 方向の運動と y 方向の独立した運動と考えられる。

---

§4.3 発射体の運動

- 打ち上げの初速 v_0 と打ち上げの仰角 θ_0 に対して、$v_x = v_0 \cos\theta_0$, $v_y = v_0 \sin\theta_0$
- 軌道の式：$y = (\tan\theta_0)x - \left(\frac{g}{2v_0^2 \cos^2\theta_0}\right) x^2$
- 最高到達距離：$\frac{v_0^2 \sin^2\theta_0}{2g}$, 水平到達距離：$\frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$
  cf. 加法定理

---

§4.4 等速円運動

- 向心加速度：$a_r = \frac{v^2}{r} = \frac{(\text{速さ})^2}{\text{回転半径}}$, 中心向き

---

§4.5 曲線運動における接線方向加速度と半径方向加速度

- $\boldsymbol{a} = \boldsymbol{a}_r + \boldsymbol{a}_t$, $a_r = \frac{v^2}{r}$, $a_t = \frac{dv}{dt}$

---

§4.6 相対速度と相対加速度

- ガリレイ変換：$\boldsymbol{r}' = \boldsymbol{r} - \boldsymbol{u}t$, $\boldsymbol{v}' = \boldsymbol{v} - \boldsymbol{u}$,

---

§4.7 高速のときの相対運動

- 特殊相対性理論：×ガリレイ変換 ○ローレンツ変換
- 対応原理