

14章 万有引力の法則

§14.1 万有引力の法則, 14.2 万有引力定数の測定

- 向き：互いに引き合う向き
- 大きさ： $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
合わせて $\mathbf{F}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \mathbf{r}_{12}$
- キャベンディッシュの実験

$$G = 6.672 \times 10^{-11} [\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2]$$

§14.3 重力加速度

- 地球表面の物質に作用する万有引力 = 重力

$$G \frac{m M_e}{R_e^2} = mg$$

R_e : 地球半径, M_e : 地球の質量

§14.4 ケプラーの法則, 14.5 ケプラーの第三法則

- ケプラーの第三法則：等速円運動の場合

$$G \frac{M_s M_p}{r^2} = M_p \frac{v^2}{r} = M_p r \omega^2$$
$$GM_s = r^3 \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$$

- ケプラーの第二法則：面積速度一定, 角運動量保存則
-

§14.6 重力場

$$\frac{\mathbf{F}}{m} = -\frac{GM_e}{r^2} \hat{\mathbf{r}}$$

§14.7 重力ポテンシャルエネルギー

- 重力による位置のエネルギー

物体を、距離 R から 無限遠 まで、遠ざける。この時必要な外力のする仕事は次のようになる。その分だけ位置エネルギーが増える。

$$\int_R^\infty G \frac{M_s M_p}{r^2} dr = \left[-G \frac{M_s M_p}{r} \right]_R^\infty = G \frac{M_s M_p}{R}$$

§14.8 脱出速度 (第二宇宙速度)

- 無限遠まで行けるための運動エネルギーを地表で持つような速度

$$\frac{1}{2} m v^2 - G \frac{m M}{r} > 0$$
$$v > \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

この速度が光速を越える ブラックホール