

目录

1 基本原理

根据广义相对论，光在时空中走过的路径为闵可夫斯基流形上的测地线

$$S[x^\mu(s)] = \int ds \sqrt{-g_{\mu\nu} \frac{dx^\mu}{ds} \frac{dx^\nu}{ds}} \quad (1)$$

其中 $g_{\mu\nu}$ 为度规，原则上可以由给定物质分布下的爱因斯坦场方程解出。光在引力场中的运动轨迹就是使得泛函 S 取极值的点

$$\delta S = 0 \quad (2)$$

这给出测地线方程

$$\frac{d^2 x^\mu}{ds^2} - \Gamma_{\rho\sigma}^\mu \frac{dx^\rho}{ds} \frac{dx^\sigma}{ds} \quad (3)$$

另一方面，几何光学极限下，光在介质中从 A 到 B 点的路径也可以由类似的原理表述，也就是最小光程（最短时间）原理