

引力的本质

古典哲学 相对论 量子理论

崔家铜 刘润泽 朱一中

北京航空航天大学物理学院

2023 年 12 月 1 日

目录

1 引言

2 广义相对论观

- 广义相对论基本原理
- 广义相对论引力观

目录

1 引言

2 广义相对论观

- 广义相对论基本原理
- 广义相对论引力观

古典物理学



图: 亚里士多德 (古希腊)

亚里士多德对引力形成了初步的认识

- ① 物体总有向着其「正确位置」靠近的趋势
- ② 物体按照其重量的比例向地球的中心坠落

此后, 伴随天文学的发展, 阿尔比鲁尼提出天体具有质量, 天体之间也具有引力作用, 物体受到的引力取决于其与「宇宙中心」的距离 [Sta15].

近代对引力的认识

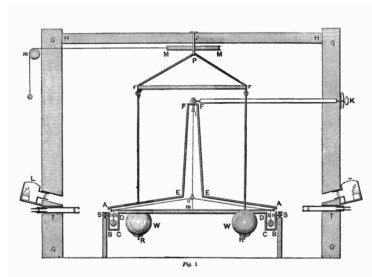


图: 卡文·迪许扭秤

近代以来, 科学家对引力的认识逐渐趋于成熟, 承认物体之间有总是存在的相互吸引的相互作用, 这个力的大小与其距离有关。

① 哥白尼提出, 引力是物体之间的固有相互作用, 天体运行依靠引力相互作用

② 罗伯特·虎克提出天体重力定律 [Qad89]: $F \propto \frac{1}{r^2}$

③ 牛顿提出万有引力定律:

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \quad a$$

④ 卡文·迪许扭秤实验测得

$$G = 6.74 \times 10^{-11} m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$$

^a标量式

现代引力理论

现代理论理论主要有广义相对论和经发展的量子引力理论。

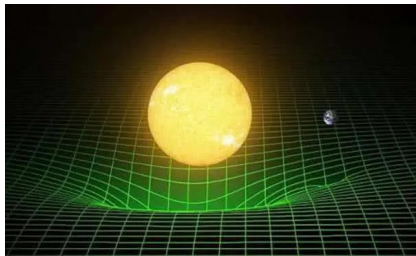


图: 引力-广义相对论观

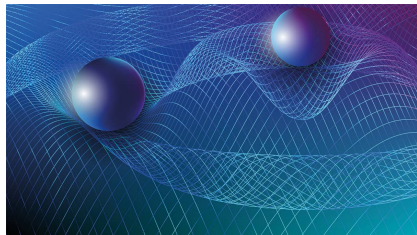


图: 引力-量子重力观

下面将以这两种学说的观点，对引力的本质进行探讨。

目录

1 引言

2 广义相对论观

- 广义相对论基本原理
- 广义相对论引力观

爱因斯坦方程

在广义相对论中，时空观满足爱因斯坦场方程：

$$G_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu} \quad (1)$$

其中 $G_{\mu\nu}$ 是爱因斯坦张量， $R_{\mu\nu}$ 是里奇张量， $g_{\mu\nu}$ 是 $(3+1)$ 维时空的度规张量， $T_{\mu\nu}$ 是能量-动量-应力张量， G 是牛顿重力常数。

References I

- [Qad89] A. Qadir, *Relativity: An introduction to the special theory*, G - Reference, Information and Interdisciplinary Subjects Series, World Scientific, 1989.
- [Sta15] S.F. Starr, *Lost enlightenment: Central asia's golden age from the arab conquest to tamerlane*, Princeton University Press, 2015.