手征微扰场论

王旭

2021 年 9 月 11 日

目录

1 有效量子力学

该章主要参考 [1]。当我们在描述低能理论时，我们不需要知道其在高能区的表现。代价就是需要引入大量参数，而这些参数只能由实验给出。在考察有效量子场论前，我们先看看有效量子力学。

1 1D 散射

考虑量子力学中的一维散射问题，假设有一方势阱，其函数为

$$V(x) = \begin{cases} -\frac{\alpha^2}{2m\Delta} & 0 \leq x \leq \Delta \\ 0 & \text{其余情况} \end{cases} \tag{1.1}$$

其中 m 为粒子质量，Δ 为势阱宽度，$\frac{\alpha^2}{2m\Delta^2}$ 为势阱深度。可以通过计算薛定谔方程得到反射系数 R 为

$$R = \left[\frac{4\kappa^2 k^2 csc^2(\kappa\Delta)}{(k^2-\kappa^2)} + 1\right]^{-1} \tag{1.2}$$

其中

$$k = \sqrt{2mE},\ \kappa = \sqrt{k^2 + \frac{\alpha^2}{\Delta^2}} \tag{1.3}$$

在低能时，我们可以按照 k 展开反射系数，

$$R = -\frac{4}{\alpha^2 sin^2\alpha}\Delta^2 k^2 + \mathcal{O}(\Delta^4 k^4) \tag{1.4}$$

可以看到当 $k \to 0$ 时，$R \to 1$，称这种相互作用为相关相互作用。

1.1 利用 δ 函数来模仿方势阱

考虑此时有一 δ 势阱，

$$V(x) = -\frac{g}{2m\Delta}\delta(x) \tag{1.5}$$

此处引入 Δ 来保证 g 时无量纲的。依旧通过薛定谔方程可以计算得出反射系数为，

$$R = \left[1 + \frac{4k^2\Delta^2}{g^2}\right]^{-1} = 1 - \frac{4k^2\Delta^2}{g^2} + \mathcal{O}(k^4) \tag{1.6}$$

在低能情况下，与 (1.4) 比较可得，

$$g = \alpha sin\alpha \tag{1.7}$$

称为“匹配条件”。

2 手征拉氏量

该章主要参考 [2]

参考文献

[1] David B Kaplan. lectures on effective field theory”. *arXiv preprint nuclth/0510023*, 5, 5.

[2] Stefan Scherer and Matthias R Schindler. *A primer for chiral perturbation theory*, volume 830. Springer Science & Business Media, 2011.