

大学物理问题汇集

1.

海森堡是通过设想的理想实验推出以上不确定量关系的。最简单的例子就是利用单缝衍射来测量入射电子的横向位置(见图 15-4-1)。设想与电子对应的物质波是单色平面波,入射到宽度为 a 的单缝上,在单缝屏处,只有通过狭缝的电子才能达到屏幕,这一步骤相当于对电子进行了 x 轴方向的位置测量。对于一个电子来说,不能确定它从缝中哪一点通过,因此,电子的位置在 x 轴方向有一个不确定度 $\Delta x = a$ 。与此同时,由于电子的衍射,从缝出射以后电子的动量分量 p_x 不再为零且可能具有不同大小的 p_x ,如果只考虑到达屏幕上中央极大的电子,由衍射第一极小条件 $\sin\theta_1 = \frac{\lambda}{a}$,得

$$0 \leq p_x \leq p \sin\theta_1$$

x 轴方向电子动量的不确定范围为

$$\Delta p_x = p_x - 0 = p \sin\theta_1 = \frac{h}{\lambda} \frac{\lambda}{a} = \frac{h}{\Delta x}$$

于是有

$$\Delta x \Delta p_x = h$$

考虑到电子可以到达更高级次的次极大,实际上有

$$\Delta x \Delta p_x \geq h$$

以上只是借助一个特例作粗略估算,严格推导所得的关系式为式(15-4-1)。作为估算,不确定关系式(15-4-1)的右边,有时可以取为 \hbar 、 h 或 $\frac{h}{2}$ 。

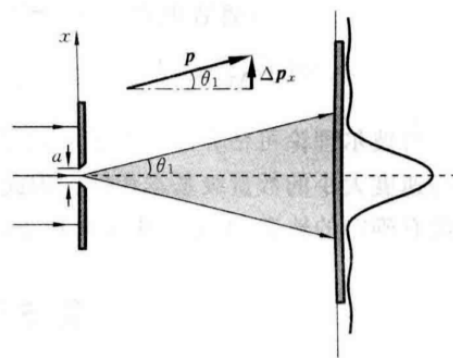


图 15-4-1 利用单缝测量入射电子的横向位置

首先为什么可以把p看成是定值

Δy Δz 是无穷那么 Δp_y Δp_z 是0才对吧

但是如果这样的话(p变的话)岂不是就会产生 ΔE

那么 Δt 就不再是无穷了,也就变成了时变系统

这互相矛盾啊!

2.

【例题 15-7】 无限深方势阱中粒子如果不是处在由求解薛定谔方程得到的任意一个定态 $\psi_n = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi x}{a}$, 而是处在若干个定态的叠加态, 假设这个叠加态由基态和第一激发态叠加而成, 即

$$\Psi(x, t) = c_1 \Psi_1(x, t) + c_2 \Psi_2(x, t) = \frac{1}{2} \Psi_1(x, t) + \frac{\sqrt{3}}{2} \Psi_2(x, t)$$

求这一状态下粒子的能量值。

解 先将无限深势阱中粒子的基态和第一激发态的定态波函数代入上式, 得到

$$\Psi(x, t) = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{\pi x}{a} \cdot e^{-iE_1 t/\hbar} + \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{2\pi x}{a} \cdot e^{-iE_2 t/\hbar}$$

粒子处在该叠加态的意义为: “粒子既处在 Ψ_1 态, 又处在 Ψ_2 态”。有多大的概率处在 Ψ_1 态呢? 量子力学给出这个概率为

$$\frac{|c_1|^2}{|c_1|^2 + |c_2|^2} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

同样处在 Ψ_2 态的概率为

$$\frac{|c_2|^2}{|c_1|^2 + |c_2|^2} = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = \frac{3}{4}$$

在该叠加态下对粒子的能量进行测量, 其测量值为不确定的, 测量的可能值为 E_1 和 E_2 。这样就可以通过多次测量求平均值的方法求出该叠加态下粒子能量的平均值 (又称期望值), 即

$$\bar{E} = \frac{1}{4} E_1 + \frac{3}{4} E_2$$

式中, $E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2}$, $E_2 = \frac{2^2 \pi^2 \hbar^2}{2ma^2}$ 。所以, 粒子的能量平均值为

$$\bar{E} = \frac{1}{4} \times \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} + \frac{3}{4} \times \frac{2^2 \pi^2 \hbar^2}{2ma^2} = \frac{13\pi^2 \hbar^2}{8ma^2}$$

这种在叠加态下求粒子能量(平均值)的方法必须是: 该状态的波函数应该是一系列定态波函数的任意线性组合, 这些定态波函数是由求解薛定谔方程得到的。

这个 $c_1 c_2$ 题中是直接给我们的 但是说实话我们到底该怎么确定它的呢? 比如在一件事情中, 我们怎么知道 $c_1 c_2$ 的取值为多少呢? 就是这点我没搞懂!

就拿实际的例子来举例, 比如一个 $1s^2 2s^2 2p^4$ 的氧原子, 我应该可以把它的叠加态看成是这么多种情况的叠加, 那么这个所谓的系数到底该是什么关系呢, 如何达成归一化条件呢? 放一个电子进去, 它按照能量最低原理排序, 是不是就是再说每新放一个电子就会有一个新的确定的 $c_1 c_2 c_3$ 等等? 比如第一个电子就只能是 $\varphi = 1/2 \varphi(1s \text{正转}) + 1/2 \varphi(1s \text{反转})$ 并根据此来确定概率函数 (唉感觉越说越混乱, $1/2$ 和 $1/2$ 这两个系数又感觉是可以随机定的, 这样子就更不知道怎么确定概率函数了)

换个简单的例子, 在非定态的时候, 比如就 φ_1, φ_2 两种叠加, 它的概率函数到底长啥样呀

通过薛定谔方程求解, 我们可以想像到解的线性组合也是薛定谔的解. 可是这玩意的物理意义是什么呢?

3.

光里面的干涉衍射是不是像量子物理里面的其实本质上是光子的干涉衍射啊、

好像不能这么看

就是不能这么看吧qwq

如果能这么看的话会有什么变换产生呢？

4.

能不能理解成衍射的存在只是给干涉加了一层包络线

干涉就像是没考虑光强（振幅）一样（似乎

只有考虑了衍射才能真切产生光强的概念？

我忽然觉得这么理解真的很棒欸^^ 好像很多问题都迎刃而解了

5.

这个什么双折射我还是没能理解QWQ

想问问需要学到什么程度

6.

圆偏振光必须要按照光前进的角速度旋转吗？

第 7 节	双折射·····
第 8 节	偏振光的干涉·····
第 9 节	旋光效应·····

这三章极模糊

7.

波函数

波函数的叠加究竟是什么东西？

叠加态是什么呢？

其次E p确定 t x就不确定了

8.

怎么理解能量最小原理这个能量

毕竟同一能层能量相等 ($E=mc^2$)

2. 能量最小原理

原子系统处于正常状态时,每个电子趋向占有最低的能级。能级基本上取决于主量子数 n , n 愈小,能级也愈低,所以离核最近的壳层,一般首先被电子填满。但能级也与角量子数 l 有关,因而在某些情况下, n 较小的壳层还未填满,而在 n 较大的壳层上就开始有电子填入。这一情况在周期表的第四个周期中就开始表现出来。我国科学家徐光宪总结出这样的规律:

对于原子的外层电子而言,能级高低以 $n+0.7l$ 值来确定,该值越大,能级就越高。例如,4s 和 3d 两个状态,4s 的 $n+0.7l=4$,而 3d 的 $n+0.7l=4.4$,所以有 $E(4s) < E(3d)$,这样,4s 态应比 3d 态先被电子占有。

9.

互感有无可能存储负能量啊?

$\frac{1}{2} L i^2$ 正

$M i_1 i_2$ 可以负吧?

(虽然是电路理论不知道的问题但是感觉问物理老师毕竟合适呢

看定义感觉是可以负的

那么这个负能量是什么意思呢

10.

准静态过程和可逆过程的关系?

到底什么是可逆过程呢?

(我知道可以通过 $dQ/T = dS$ 判断,但是能不用它吗)

11.

(1) $\frac{1}{2} kT$ 分子每个自由度的平均动能

这种说法可行吗

12.

13-24.某元素的特征光谱中含有波长分别为 $\lambda_1=450\text{nm}$ 和 $\lambda_2=750\text{nm}$ 的光谱线。在光栅光谱中，这两种波长的谱线有重叠现象。重叠处 λ_2 谱线的级数将是 0、 ± 3 、 ± 6 、 ± 9 、...。

$$k_2 = \frac{3}{5} k_1, (k_1 = 0, \pm 5, \pm 10 \dots)$$

13.

15-T15 选择正确答案。泡利原理说：

- (1) 自旋为整数的粒子不能处于同一态；
- (2) 自旋为整数的粒子能处于同一态；
- (3) 自旋为半整数的粒子能处于同一态；
- (4) 自旋为半整数的粒子不能处于同一态。

(4)