



第一章 狭义相对论



1) 爱因斯坦相对性原理: 物理定律在所有的惯性系中都具有相同的表达形式。

相对性原理是自然界的普遍规律。

所有的惯性参考系都是等价的。

2)光速不变原理:真空中的光速是常量,它与光源或观察者的运动无关,即不依赖于惯性系的选择.

二、洛伦兹变换

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \gamma(x - vt)$$

$$y' = y$$

$$z' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \gamma(x - vt)$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$z' = z$$

$$t' = \frac{t - v}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \gamma(t - \frac{v}{c^2}x)$$

$$y' = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$$

三、同时的相对性

两个事件在一个惯性系中是同时的,在另一个惯性系中却是不同时的,不存在与惯性系 无关的所谓绝对时间,这就是同时的相对性。

四、时间的延缓

运动的时钟变慢,这就是时间延缓效应。

同一地点发生的两事件的时间间隔是固有时间 Δt_{\circ} 。固有时间最短 $\Delta t = \frac{\Delta t_{\circ}}{\sqrt{1-\beta^2}}$

五、长度收缩

洛伦兹收缩:运动物体在运动方向上长度收缩

固有长度:物体相对静止时所测得的长度 l_0 (最长) $l = l_0 \sqrt{1-\beta^2}$

六、狭义相对论的时空观

- 1)两个事件在不同的惯性系看来,它们的空间关系是相对的,时间关系也是相对的,只 有将空间和时间联系在一起才有意义。
 - 2)时一空不互相独立,而是不可分割的整体。
 - 3) 光速 C 是建立不同惯性系间时空变换的纽带。
- 4)在日常生活中时间延缓和长度收缩是完全可以忽略的,但运动速度接近光速时,这两种效应就变得非常重要,在高能物理的领域里得到大量的实验证实。

七、相对论动力学

相对论质量
$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

静质量 m。:物体相对于惯性系静止时的质量

相对论质能关系 $E = mc^2 = m_0c^2 + E_k$

静能 m_0c^2 : 物体静止时所具有的能量

质能关系预言:物质的质量就是能量的一种储藏



第二章 量子力学

一、黑体辐射

热辐射:任何物体在任何温度下都会发射不同频率的电磁波的现象为热辐射.物体在任何时候都存在发射和吸收电磁辐射的过程。

实验证明热辐射具有如下规律:

- 1)辐射能量按频率的分布随温度而不同。
- 2)不同物体在某一频率范围发射和吸收辐射的能力不同;同一物体在某一频率范围发射越强, 吸收也越强。

黑体:能完全吸收照射到它上面的各种频率的电磁辐射的物体称为黑体。(黑体是理想模型)

二、辐射出射度

定量研究热辐射的有关物理量

单色辐射出射度 单位时间内,从物体单位面积上,发出的频率在 附近单位频率区间(或波长在 附近单位波长区间)的电磁波的能量。

辐射出射度(辐出度)单位时间,单位面积上所辐射出的各种频率(或各种波长)的电磁波的能量总和。

$$M(T) = \int_0^\infty M_\nu(T) \, \mathrm{d}\nu$$

$$M(T) = \int_0^\infty M_\lambda(T) \, \mathrm{d}\lambda$$

三、斯特藩 — 玻耳兹曼定律 维恩位移定律

斯特藩一玻耳兹曼定律:黑体辐出度与黑体的热力学温度的四次方成正比,即

$$M(T) = \int_{0}^{\infty} M_{\lambda}(T) d\lambda = \sigma T^{4}$$

维恩位移定律: 当黑体的热力学温度升高时, 与单色辐出度的峰值相对应的波长向短波

方向移动。 $\lambda_m T = b$

四、普朗克黑体辐射公式

普朗克量子假设:金属空腔壁中电子的振动可视为一维谐振子,它吸收或者发射电磁辐射能量是量子化的(不连续)。

能量子 $\varepsilon = h\nu$

普朗克常量 $h = 6.6260755 \times 10^{-34} \, \text{I} \cdot \text{s}$

五、光电效应

- (一)光电效应: 当光照射到金属表面时, 金属中有电子逸出的现象。所逸出的电子叫光电子, 形成光电流, 使电子逸出某种金属表面所需的功称为该金属的逸出功。
 - (二)实验结果:
 - 1)极限频率(或称截止频率);
 - 2)光电子的速度与光的频率有关,而与光强无关;
 - 3)光电效应的瞬时性;
 - 4)入射光的强度只影响光电流的强弱,即只影响逸出的光电子数目。
 - (三)经典电磁理论遇到的困难:
- 1)红限问题:按经典理论,无论何种频率的入射光,只要其强度足够大,就能使电子具有足够的能量逸出金属。与实验结果不符。
- 2)瞬时性问题:按经典理论,电子逸出金属所需的能量,需要有一定的时间来积累,一直积累到足以使电子逸出金属表面为止。与实验结果不符。

(四)"光量子"假设:

光子的能量为 $\varepsilon = h\nu$

爱因斯坦方程 $h\nu = \frac{1}{2}m v^2 + W$

逸出功 $W = h\nu_0$

产生光电效应条件条件 $\nu > \nu_0 = W/h$ (截止频率)

光强越大,光子数目越多,即单位时间内产生光电子数目越多,光电流越大.($\nu > \nu_0$ 时) 光子射至金属表面,一个光子携带的能量 $h\nu$ 将一次性被一个电子吸收,若 $\nu > \nu_0$,电子立即逸出,无需时间积累(瞬时性).

六、光的波粒二象性

光既有粒子性,又具有波动性,即具有波粒二象性。

波动性:光的干涉和衍射(传播时)

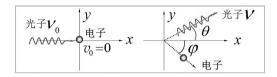
粒子性:(和物质相互作用时)

七、康普顿效应

在散射 X 射线中除有与入射波长相同的射线外,还有波长比入射波长更长的射线,其波长的改变与散射角有关,而与入射线波长和散射物质都无关。

经典理论的困难:经典电磁理论预言,散射辐射具有和入射辐射一样的频率。经典理论无法解释波长变化。

量子解释:



入射光子能量大

固体表面电子束缚较弱,可视为近自由电子 电子热运动能量 << hv,可近似为静止电子 电子反冲速度很大,需用相对论力学来处理

八、卢瑟福的有核模型

卢瑟福在 a 粒子散射实验的基础上提出核式结构模型:

- 1)全部正电荷集中在原子球体中心,大约占原子体积几万分之一大小的范围内,构成原子核。
 - 2)原子质量几乎全(99.9%以上)集中于此。
 - 3)Z个电子在核外凭借其与正电荷的库仑力做绕核运动,也就类似于行星那样的运动。

经典核模型的困难

根据经典电磁理论,电子绕核作匀速圆周运动,作加速运动的电子将不断向外辐射电磁波;

原子不断地向外辐射能量能量逐渐减小,电子绕核旋转的频率也逐渐改变,发射光谱应是连续谱;

由于原子总能量减小,电子将逐渐的接近原子核而后相遇,原子不稳定。

九、玻尔的原子结构

假设一:电子在原子中,可以在一些特定的轨道上运动而不辐射电磁波,这时原子处于稳定状态(定态),并具有一定的能量。

假设二:电子以速度 v 在半径为 r 的圆周上绕核运动时,只有电子的角动量 L 等于 $h/2\pi$ 的整数倍的那些轨道是稳定的。

量子化条件 $L = m \text{ vr} = n \frac{h}{2\pi}$, 主量子数 n=1,2,3,

假设三: 当原子从高能量 E_i 的定态跃迁到低能量 E_f 的定态时, 要发射频率为 ν 光子。 频率条件 $h\nu=E_i-E_f$

十、德布罗意波动假设

德布罗意假设:实物粒子具有波粒二象性

$$E = h\nu$$
, $p = \frac{h}{\lambda}$, $\nu = \frac{E}{h} = \frac{mc^2}{h}$

十一、不确定原理

海森伯提出不确定原理:对于微观粒子不能同时用确定的位置和确定的动量来描述: $\Delta x \Delta p \geq h$

- 1)微观粒子同一方向上的坐标与动量不可同时准确测量,它们的精度存在一个终极的不可逾越的限制。
 - 2)不确定的根源是"波粒二象性"这是自然界的根本属性。
 - 3)对宏观粒子,因 $\Delta x \Delta p \rightarrow 0$ 很小,所以可视为位置和动量能同时准确测量。