

4. 斯特恩—盖拉赫实验证实了：(C)

第3题图

(A) 光的量子性。

(B) 玻尔的能级量子化假设。

(C) 原子的自旋磁矩取向量子化。

(D) 原子的有核模型。

施特恩—格拉赫实验 [编辑]

维基百科，自由的百科全书



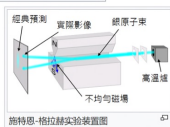
此条目需要扩充。(2015年4月16日)

请协助改善这篇条目，更进一步的信息可能会在讨论页或扩充请求中找到。请在扩充条目后将此模板移除。

**施特恩-格拉赫实验**是德国物理学家奥托·施特恩和瓦尔特·格拉赫为证实**原子角动量量子化**于1921年到1922年期间完成的一个著名实验<sup>[1]</sup>。如图所示，施特恩-格拉赫实验设法令高温的银原子从高温炉中射出，经狭缝准直后形成一个原子射线束，而后银原子射线束通过一个不均匀的磁场区域。射线束在磁场作用下发生偏折，最后落在屏上。如果原子磁矩的方向是可以任意取向的，则屏上形成一片黑斑，而实验发现屏上形成了几条清晰的黑斑，表明银原子的磁矩只能取几个特定的值<sup>[2]</sup>，从而验证了原子角动量的投影是量子化的。施特恩-格拉赫实验是历史上第一次直接观察到原子**磁矩取向量子化**的实验。

由于高温炉中的温度不足以令大多数原子从基态激发到激发态，施特恩-格拉赫实验主要显示的是基态原子的角动量和磁矩。如果只考虑原子的轨道角动量，屏上斑纹的条数应当是  $2l + 1$ ，其中  $l$  是角量子数。对于锂、钠、钾、金、银、铜等原子，实验得到了两条斑纹，反推角量子数是  $1/2$ 。而根据当时的理论，角量子数只能取整数，因此施特恩-格拉赫实验显示，原子中不只有轨道角动量，还应当有其他形式的角动量。此外，对氧原子所做施特恩-格拉赫实验得到5条斑纹，反推角量子数为2，与当时的理论不符。

如果在施特恩-格拉赫实验的屏上特定位置设置狭缝，可以选择只让某一能态的原子通过。这一技术广泛应用于**拉比磁共振实验**。



施特恩-格拉赫实验装置图

系列条目  
量子力学

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(t) = \hat{H} \psi(t)$$

薛定谔方程

7. 通常我们感觉不到电子的波动性，是因为：(V)

(A) 电子的能量太小。

(B) 电子的质量太小。

(C) 电子的体积太小。

(D) 电子的波长太短。

我们感受不到宏观物体的波动性是因为  $p$  太大， $\lambda = \frac{h}{p}$  太小

8. 下列表述中正确的是：(X) C

(A) 粒子运动的速度可以接近光速，但不能达到光速；

(B) 对一般静止质量不为零的物体，以光速运动是可能的；

(C) 只有静止质量等于零的粒子，才能以光速运动；

(D) 粒子在介质中的运动速度不可能大于光在该介质中的传播速度。

光子静质量为0, 可以光速运动

只有静质量为0的粒子才可达到光速

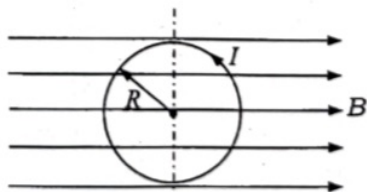
2. 一均匀静电场，电场强度  $\vec{E} = (400\vec{i} + 600\vec{j}) \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ ，则点  $a(3, 2)$  和点  $b(1, 0)$  之间的电势差  $U_{ab} = -2 \times 10^3 \text{ V}$  (结果取整数)  $W_{电} = -800$

$$U_{ab} = V_a - V_b = \int_{ab} \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad \vec{E} = (400, 600) \quad \vec{AB} = (-2, -2)$$

$$U_{ab} = (400, 600) \cdot (-2, -2) = -2000 \text{ V}$$

涉及电场力做功的问题要厘清正负, 必要时画图帮助

8. 如图所示, 一半径为  $R$ , 电流  $I$  的圆导线, 平行放  
置于均匀磁场  $B$  中, 则该导线所受磁力矩的大小  
为 \_\_\_\_\_ 倍。(填写表达式)



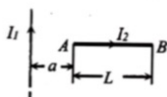
第 8 题图

9. 在自感系数  $L = 0.05 \text{ mH}$  的线圈中, 流过  $I = 0.8 \text{ A}$   
的电流, 在切断电路后经过  $t = 100 \mu\text{s}$  的时间, 电流

$$\text{磁矩 } \vec{p}_m = IS \vec{a}_n$$

$$\text{磁力矩 } \vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$$

- (2) (10 分) 有一无限长直导线通有电流  $I_1$ , 其旁边有另一个载  
流直导线  $AB$ , 其长为  $L$ , 通有电流  $I_2$ , 线段  $AB$  垂直于长直导线,  
 $A$  端到长直导线的距离为  $a$ 。  $I_1$ 、 $I_2$  共面。如图所示, 试计算:



第 2 题图

- (1) 电流  $I_1$  产生的磁感应强度;
- (2) 导线  $AB$  所受力的方向和大小。

$$(1) B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} \quad \text{垂直纸面向内 (右侧)}$$

$$(2) \text{Ampère 力公式 } d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}, \text{ 再积分即可}$$

5. (5分) 一维无限深势阱中粒子的定态波函数为:

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right), \quad (0 \leq x \leq a), \quad \text{试求:}$$

(1) 将粒子定态波函数作为驻波模式, 求阱宽  $a$  和形成驻波的波长  $\lambda_n$  间的关系式;

(2) 证明驻波条件可使能级量子化为:  $E_n = n^2 \frac{h^2}{8ma^2}$ 。

(1)

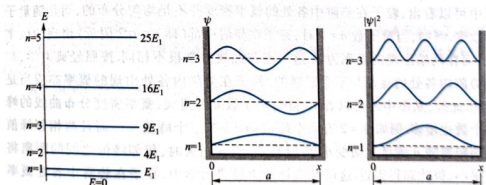


图 15-32 在一维无限深势阱中, 粒子的能级、波函数和概率密度

在势阱中量子数  $n$  与波腹点个数相同, 由驻波条件

$$\frac{\lambda_n}{2} = \frac{a}{n}$$

$$(2) \quad \lambda_n = \frac{2a}{n}$$

$$p_n = \frac{h}{\lambda_n} = \frac{hn}{2a}$$

$$E_n = \frac{p_n^2}{2m} = \frac{h^2 n^2}{2 \cdot 4a^2 m} = n^2 \frac{h^2}{8ma^2}$$