**江苏省仪征中学2024-2025学年度第二学期高二物理学科导学案**

4.4.2　玻尔理论对氢光谱的解释　氢原子能级跃迁

研制人：韦娟 审核人：刘刚

班级： 姓名： 学号： 授课日期： 2025-4-14

本课在课程标准中的表述：能用玻尔理论解释氢原子光谱，知道使氢原子电离的方式并能进行有关计算．

**[学习目标]**

1．能用玻尔理论解释氢原子光谱，了解玻尔理论的不足之处和原因．

2．进一步加深对玻尔理论的理解，会计算原子跃迁过程中吸收或放出光子的能量．

3．知道使氢原子电离的方式并能进行有关计算．

**[课前预习]**

一、玻尔理论对氢光谱的解释

1．氢原子能级图(如图所示)

2．氢原子的能级公式和半径公式

(1)氢原子在不同能级上的能量值为En=$\frac{E\_{1}}{n^{2}}$(E1=-13.6 eV，n=1，2，3，…)；

(2)相应的电子轨道半径为rn=n2r1(r1=0.53×10-10 m，n=1，2，3，…)．

3．解释巴耳末公式

巴耳末公式中的正整数n和2正好代表电子跃迁之前和跃迁之后所处的\_\_\_\_\_\_\_的量子数n和2．

4．解释气体导电发光

通常情况下，原子处于基态，非常稳定．气体放电管中的原子受到高速运动的电子的撞击，有可能向上迁到\_\_\_\_\_\_\_，处于激发态的原子是\_\_\_\_\_\_\_的，会自发地向能量较低的能级跃迁，放出\_\_\_\_\_\_\_，最终回到基态．

5．解释氢原子光谱的不连续性

原子从较高的能级向低能级跃迁时放出的光子的能量等于\_\_\_\_\_\_\_，由于原子的能级是\_\_\_\_\_\_\_的，所以放出的光子的能量也是\_\_\_\_\_\_\_的，因此原子的发射光谱只有一些分立的亮线．

6．解释不同原子具有不同的特征谱线

不同的原子具有不同的结构\_\_\_\_\_\_\_各不相同，因此辐射(或吸收)的\_\_\_\_\_\_\_也不相同．

二、能级跃迁的几种情况

1*．*使原子能级跃迁的两种粒子——光子与实物粒子

(1)原子若是吸收光子的能量而被激发，则光子的能量必须等于两能级的能量差，否则不被吸收，不存在激发到*n*能级时能量有余，而激发到*n*+1能级时能量不足，则可激发到*n*能级的情况．

(2)原子还可吸收外来实物粒子(例如：自由电子)的能量而被激发，实物粒子的能量可以全部或部分传递给电子．

2*．*电离

(1)电离：指电子获得能量后脱离原子核的束缚成为自由电子的现象．

(2)电离能是氢原子从某一状态跃迁到*n*=∞时所需吸收的能量，其数值等于氢原子处于各定态时的能级值的绝对值．如基态氢原子的电离能是13*.*6 eV，氢原子处于*n*=2激发态时的电离能为3*.*4 eV．

(3)电离条件：光子的能量大于或等于氢原子的电离能．

入射光子的能量越大，原子电离后产生的自由电子的动能越大．

三、玻尔理论的局限性

1．成功之处：玻尔的原子理论第一次将　　　　引入原子领域，提出了　　　　　　　　的概念，成功解释了　　　　光谱的实验规律。

2．局限性：保留了　　　　的观念，仍然把电子的运动看作经典力学描述下的　　　　运动。

3．电子云：原子中的电子没有确定的坐标值，我们只能描述某时刻电子在某个位置附近单位体积内出现　　　的多少，把电子这种概率分布用疏密不同的点表示时，这种图像就像　　　　一样分布在原子核周围，故称　　　　。

**[课堂学习]**

1. 玻尔理论对氢光谱的解释

导学探究

1．(1)如果大量处于*n*=4能级的氢原子向低能级跃迁，最多辐射出多少种不同频率的光？

(2)如果大量处于量子数为*n*的激发态的氢原子向基态跃迁时，最多可辐射出多少种不同频率的光？

2．若一个氢原子最初处于*n*=4激发态，则它向低能级跃迁时有可能辐射出几种频率的光子？

例1 根据巴耳末公式$\frac{1}{λ}$=*R*∞($\frac{1}{2^{2}}$-$\frac{1}{n^{2}}$)(*n*=3，4，5，…)可以求出氢原子在可见光区的四条光谱线的波长*λ*．若把巴耳末公式中的2换成1和3，计算出红外区和紫外区的其他谱线的波长．这些公式与玻尔理论的跃迁公式*hν*=*E*1($\frac{1}{m^{2}}$-$\frac{1}{n^{2}}$)对氢原子光谱的解释完全相符．已知波长从长到短的顺序是：红外线、可见光、紫外线，下列说法错误的是 (　　)

A．巴耳末公式表示的是电子从高能级向量子数为2的低能级跃迁时发出的光谱线波长

B．巴耳末公式表示的是电子从量子数为2的低能级向高能级跃迁时发出的光谱线波长

C．若把巴耳末公式中的2换成1，则能够计算出紫外光区的谱线波长

D．可以通过玻尔理论推导出巴耳末公式，计算得出里德伯常量*R*∞=-$\frac{E\_{1}}{hc}$，*E*1是基态能量



例2 已知氢原子的能级图如图所示，现用光子能量介于10*~*12*.*9 eV范围内的光去照射一群处于基态的氢原子，则下列说法中正确的是 (　　)

A．在照射光中可能被吸收的光子能量有4种

B．在照射光中可能被吸收的光子能量有2种

C．照射后可能观测到氢原子发射不同波长的光有3种

D．照射后可能观测到氢原子发射不同波长的光有6种

针对训练**：**如图所示为氢原子能级示意图，下列有关说法正确的是 (　　)

A．处于基态的氢原子吸收能量为11*.*0 eV的光子后能跃迁至*n*=2能级

B．大量处于*n*=5能级的氢原子向低能级跃迁时，最多可辐射出8种不同频率的光

C．若用从*n*=3能级跃迁到*n*=2能级辐射出的光照射某金属时恰好发生光电效应，

则用从*n*=4能级跃迁到*n*=3能级辐射出的光，照射该金属时一定能发生光电效应

1. 用*n*=4能级跃迁到*n*=1能级辐射出的光，照射逸出功为6*.*34 eV的金属铂产生的光电子的最大初动能为6*.*41 eV

二、能级跃迁的几种情况

例3　氢原子钟是一种精密的计时器，它是利用氢原子能级跃迁时辐射出来的电磁波去控制校准石英钟，每一千万年的误差不超过1秒．已知可见光的光子能量范围为1.6~3.1 eV，下列说法正确的是 (　　)

A．用12.65 eV的电子撞击基态氢原子，不能使其跃迁到激发态

B．用12.65 eV的光子照射基态氢原子，可以使其跃迁到激发态

C．一群处于n=3激发态的氢原子，向低能级跃迁时最多可辐射出2种不同频率的光子

D．用强红光和弱红光去照射处于n=3激发态的氢原子，均可以使其电离

**[课后作业]** 完成课后作业

**[课后感悟]**