# 第十一章 原子物理

## 同步精练

### 精练一（α粒子散射实验原子的核式结构）

1. 卢瑟福的α粒子散射实验结果表明了（ ）

（A）原子中的带正电部分均匀地分布在原子中

（B）原子中的电子使α粒子发生偏转

（C）原子中带正电部分体积很小，几乎集中了原子的全部质量

（D）原子中很空荡

1. 卢瑟福与汤姆逊的原子模型的主要区别是（ ）

（A）原子的组成成分不同

（B）原子的质量分布不同

（C）原子的电荷成分不同

（D）原子内电子的运动状况不同

1. 卢瑟福的α粒子散射实验的结果证明了（ ）

（A）质子和中子的存在

（B）原子核由质子和中子组成

（C）原子的全部正电荷和几乎全部质量集中在一个很小的核内

（D）原子内的电子在核外绕核运动

1. 当α粒子被重核射散时，图所示的各种运动轨迹中，可能出现的是（ ）

（A）a （B）b （C）c （D）d

### 精练二（天然放射现象）

1. 关于天然放射现象，下述说法中正确的是 （ ）

（A）具有天然放射性的原子核由于不稳定而自发地进行衰变

（B）放射线是从原子核内释放出的看不见的射线

（C）β射线是由电子组成，表明在原子核内有电子

（D）三种射线都属于电磁波

1. 23290Th原子核要能变成。20882Pb原子核，则 （ ）

（A）要经过4次α衰变、6次β衰变

（B）要经过6次α衰变、4次β衰变

（C）要经过12次α衰变、6次β衰变

（D）要经过6次α衰变、2次β衰变

1. 下列关于放射性元素半衰期的几种说法中，正确的是（ ）

（A）同种放射性元素在化合物中的半衰期比单质中长

（B）压强增大，半衰期变短

（C）氖的半衰期为3.8天，若有4个氖原子核，经过7.6天就只剩1个

（D）氖的半衰期为3.8天，4 g氖经过7.6天就只剩1 g

1. 21083Bi的半衰期是5天，10 g 21083Bi经过20天后还剩下\_\_\_\_\_\_。
2. 磷30是不稳定的，它会自发放出一个正电子，生成的新核是\_\_\_\_\_\_\_\_\_，核反应方程是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

### 精练三（原子核的人工转变原子核的组成）

1. 电子是\_\_\_\_\_\_\_发现的，质子是\_\_\_\_\_\_发现的，中子是\_\_\_\_\_\_\_发现的。
2. 放射性元素辐射出β粒子并不是原子的核外电子，而是由原子核内\_\_\_\_\_\_转变成\_\_\_\_\_\_\_\_时所辐射的高速电子。
3. 原子核由\_\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_\_\_组成，其中\_\_\_\_\_\_数等于原子在元素周期表中的序数，相对原子质量等于\_\_\_\_\_\_\_；具有相同\_\_\_\_\_\_\_数而不同\_\_\_\_\_\_\_数的原子为同位素。
4. 用α粒子轰击硼10，产生一个中子和一个具有放射性的核，这新核是\_\_\_\_\_；这新核可放出一个正电子，衰变所成的核为\_\_\_\_\_\_\_，其核反应方程式为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

## 综合导学

### 知识要点

1．原子物理学和核物理学的开创

英国物理学家汤姆逊发现了从原子中发射出来的比原子更小的电子后，“原子不可分”的观念就彻底被推翻了，人们就提出了“原子的组成”与“原子的结构”等基本问题，从而开创了原子物理学的研究新领域。

法国物理学家贝克勒尔发现了天然放射现象，引起了人类对“原子核的组成与结构”与“核变化的规律”等问题的研究，又开创了核物理学的领域。

2．α粒子散射实验和原子的核式结构

为了了解原子的组成和结构，1911年英国物理学家卢瑟福等人做了用放射性元素钋放出的α粒子束，轰击重金属箔片的实验（图）。

实验思想：选择真空环境，避免气体分子对α粒子的运动产生影响。并选择延展性最好的金打成尽可能薄的金箔，使α粒子在穿过金箔的过程中只与某一个金原子发生相互作用，观察并比较轰击前后α粒子的运动情况，从而获取原子结构方面的信息。

实验结果：绝大多数α粒子穿过金箔后仍沿原来方向前进，只有少数α粒子发生了较大的偏转，大约有八千分之一的α粒子偏转角超过了90°，甚至有的被原路弹回，偏转角几乎为180°，这种现象叫作α粒子散射。

对α粒子散射实验的解释：

（1）在原子的中心有一个很小的核，叫做原子核；

（2）原子的全部正电荷和几乎全部质量都集中在原子核里；

（3）带负电的电子在核外相当于原子大小的空间里绕着核旋转.这就是卢瑟福提出了原子的核式结构学说的主要内容。

根据原子的核式结构学说，α粒子穿过原子时，如果离核较远，受到的库仑斥力就很小，运动方向基本不变。只有当α粒子与核十分接近时，才会受到很大的库仑斥力，发生大角度的偏转，产生散射。根据α粒子散射实验的数据可估计出原子核大小的数量级为10-14～10-15m，原子直径的数量级约为10-10 m，可见整个原子是十分“空旷”的。

3．天然放射现象

放射性元素不断地自发地放射出某种看不见、穿透能力相当强的射线，这就是天然放射现象；这种射线来自于原子核，原子序数从84起的所有元素的原子核都有天然放射性。

放射性物质进行天然衰变时放射出的α、β、γ三种射线，其本质分别是高速氦核流、电子流及光子流（即电磁波）。

放射性物质在天然衰变过程中，遵循电荷数守恒和质量守恒的原则。在α衰变中，其核反应方程是；β衰变的核反应式是：。

4．半衰期

放射性元素的原子核有半数发生衰变需要的时间叫做半衰期；不同的放射性元素有不同的半衰期，甚至差别很大；半衰期的大小是由原子核内部因素决定的。

5．原子核的人工转变

人为地用高能粒子撞击原子核，使它转变成另一种新原子核，这就是原子核的人工转变。

α射线轰击氮原子核的实验，产生了质子；α射线轰击铍原子核产生了中子。质子和中子都是原子核的组成部分，统称为核子。

### 学习指导

1．天然放射性现象.

1896年法国物理学家贝可勒尔发现铀和含铀的矿物质会发出贯穿本领很强能使照相底片感光的射线，他把这种元素能不断放出射线的性质称为放射性.具有放射性的元素，称为放射性元素。这些元素不加人为的作用，就自发地放出射线，所以叫天然放射性。

放射性元素的原子核由于放出α粒子而产生的衰变叫α衰变，例如

。

由于α粒子是氦原子核，因此每发生一次α衰变，新核的质量数比原来核的质量数减少4，新核的电荷数比原来核的电荷数减少2，因此新核在元素周期表中的位置要向前移两位。

放射性元素的原子核由于放出β粒子而产生的衰变叫β衰变，例如



由于β粒子是电子，因此每发生一次β衰变，新核的质量数不变，新核的电荷数比原来核的电荷数增加1，因此新核在元素周期表巾的位置向后移一位。

伴随着α粒子、β粒子的射出，时常还γ射线发射出来.这是因为一些原子核在进行α衰变和β衰变后，具有过多的能量使新核处于“激发”状态.处于较高激发态的原子核向较低激发态跃迁时，就释放出γ射线。

2．α、β、γ射线的性质的区别

放射性衰变的原子核放出的射线有α、β、γ三种.它们的本质是不同的，性质也不同。

（1）关于射线电离作用的比较.电离就是指使物质的原子或分子离解成离子的现象，α粒子与原子中电子的吸引力、β粒子与原子中电子的排斥力的作用，使原子中的某些电子脱离原子，而原子变成了正离子，这就是α、、β射线的电离作用产生的原因。

带电粒子在同一物质中电离作用的强弱主要决定于带电粒子的速率和电量。粒子的带电量越大，它与原子中电子的作用力就越大，就越容易把电子拉出原子；粒子跑得慢，它与电子的相互作用时间就长，也就容易把电子拉出原子。α粒子比β粒子带电量大，运动速度慢，显然α粒子的电离本领要比β粒子强得多。

（2）关于贯穿本领的比较。带电粒子经过物质时，一路上产生了许多离子对，每产生一对离子，都要消耗带电粒子自己的动能，因此就会越跑越慢，最后α粒子就与物质中的某两个电子结合成氦原子，卢粒子则成了物质中的自由电子，或与某个离子结合成中性原子。带电粒子在物质中所走路程的长短叫做射程。一般来说，射程主要是由电离作用决定的，电离作用越强，则能量损失越快，射程就越短。α粒子的电离作用比β粒子的电离作用强，因此它在物质中的射程较短，贯穿本领就比较小。

3．查德威克在研究原子核的人工转变现象时发现中子

卢瑟福用α粒子轰击氮核发现质子以后，又预言了质量与质子相近的不带电的中子存在。

1930年人们在用由钋放射出的α射线轰击铍时产生了一种不知名的射线，它的贯穿能力极强，能够穿透几厘米厚的铅.后来用这种射线去轰击石蜡（含有大量氢原子），竟能从石蜡中打出质子来。

1932年英国物理学家查德威克经过仔细的研究，发现这种射线在磁场中不发生偏转，可见它是中性粒子流.又测出射线的速度约为十分之一光速，排除了它是γ射线的可能。他又用这种射线轰击氢原子和氮原子，结果打出了一些氢核（质子）和氮核.他测出了被打出的氢核和氮核的速度，并由此计算出了这种射线粒子的质量。

查德威克还用别的物质代替氢、氮做实验，得到结果都差不多。于是，一种新的与氢核质量差不多的粒子——中子被发现了。后来更精确的实验测出，质子与中子质量非常接近.在原子物理中，中子与质子的质量数都记为1，其符号就是10n。

4．原子核的天然衰变与人工转变过程比较.

（1）原子核发生上述两种转变过程的条件不同。凡是具有天然放射性的原子核都是不稳定的，都会自发地衰变成较轻的粒子.一般说来，只要较重原子核的中子数与质子数之比接近3∶2，它们的原子核就是稳定的；较轻原子核的中子数和质子数之比接近1，它们的原子核也是稳定的.当中子数与质子数之比大于上述比例时，就可能发生天然衰变。例如，铀238（23892U）的原子核中，质子数等于92，中子数等于146，则中子数与质子数之比是146∶92，大于3∶2，因而铀238具有天然放射性。铀238经过一系列衰变，当它变成铅206时，由于20682Pb的质子数是82，中子数是124，则中子数与质子数之比接近3∶2，因而它的原子核处于稳定状态，不再具有放射性了。又如，较轻的碳12（126C）的中子数与质子数相等，所以是稳定的。但它的同位素碳14（146C）的中子数（8个）大于质子数（6个），就具有天然放射性（β衰变）。

除有天然放射性的原子核外，绝大多数存在于自然界中的核都是稳定的。必须人为地用高能粒子来撞击原子核，方可达到人工转变的目的。α粒子、中子都可以成为使稳定的原子核衰变成新核的有效射击武器。

（2）原子核的天然衰变与人工转变过程的时间不同。

天然衰变的快慢程度决定于这种元素的半衰期。而半衰期几乎不受外界条件的影响，不论是用我们现在所能达到的最高或最低的温度、压强、电场、磁场，或者是化学变化。这说明放射性元素的放射性有它自己的特点和规律。

人工转变的核反应速度很快（约10-16 s数量级）。

## 分层练习

### A卷

一、选择题

1. 有关光的干涉和衍射现象，下述说法中正确的是（ ）

（A）在阳光照射下，CD片呈现彩色花纹是光的干涉现象

（B）只有在障碍物（或小孔）的尺寸能跟光的波长相比拟时，才会发生光的衍射现象

（C）分别用黄光和蓝光照射肥皂膜，都能得到明暗相问的条纹，且蓝光的条纹间距较宽

（D）干涉条纹与衍射条纹相比，干涉条纹的宽度、亮度及条纹间距都近似相同。而衍射图像的中央条纹的宽度、亮度及与相邻条纹的间距都明显大于其他条纹.

1. 入射光照射到某金属表面上发生光电效应，若入射光的强度减弱，频率保持不变，那么（ ）

（A）从光照至金属表面上到发射出光电子之间的时间间隔将增大.

（B）逸出光电子的最大初动能将减小.

（C）单位时间内此金属表面逸出的光电子数量减小.

（D）有可能不发生光电效应.

1. 下列核反应方程中，X代表中子的方程有 （ ）

（A）， （B）.

（C）. （D）.

答案：BCD

1. 以下说法中正确的是（ ）

（A）具有相同质子数不同中子数的原子称为同位素.

（B）在电场中不发生偏转的放射线是γ射线，它是一种波长很短的电磁波.

（C）在电场中逆电场线方向偏转的是β射线，它来自于原子核外的电子.

（D）在电场中顺电场线方向偏转的是α射线，它有很强的电离本领.

1. 设某放射性物质A的半衰期为*T*，另一种放射性物质B的半衰期为2*T*，在初始时刻，A的原子核数目为B的原了核数目的4倍，则（ ）

（A）经过时间2*T*，A与B的原子核数目相同

（B）经过时间2*T*，A的原子核数目大于B的原子核数目

（C）经过时间3*T*，A的原子核数目大于B的原子核数目

（D）经过时间4*T*，A与B的原子核数目相同

二、填空题

1. 光的学说的发展历史上，\_\_\_\_\_\_\_提出了光的波动说.有力地支持光具有波动性的实验是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；\_\_\_\_\_\_\_提出了光的电磁说，\_\_\_\_\_\_\_提出了光子说，有力地支持光具有粒子性的实验是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
2. 卢瑟福发现原子核式结构的实验是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；证实质子是原子核的组成成分的实验是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；证实中子也是原子核的组成成分的实验是\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
3. 在电磁波的大家族中，频率比可见光高的有\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；比可见光容易发生干涉的有\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
4. 已知太阳光从太阳照射到地球需要8min20s，太阳与地球之间的距离大约为\_\_\_\_\_\_\_m。
5. 放射性元素辐射出的β粒子并不是原子的核外电子，而是由原子核内\_\_\_\_\_\_\_转变成\_\_\_\_\_\_\_时所辐射的高速电子。

### B卷

一．选择题

1. α粒子散射实验结果表明了（ ）

（A）原子中有一个很小的核

（B）原子核集中了原子的全部正电荷

（C）原子核集中了原子的全部的质量

（D）原子核由带正电的质子和不带电的中子组成

1. 如图所示，某单色光照射到光电管的阴极上，电路中有电流，下述方法中，能使电流增大的是（ ）

（A）增大入射光的频率，且增长光的照射时间

（B）增长光的照射时间

（C）增大入射光的频率

（D）增大入射光的强度

1. 以下几个原子核反应方程式中，X代表α粒子的反应式是（ ）

（A） （B）

（C） （D）

1. 在X射线管中，在阴极发射的电子被加速后打到阳极，会产生包括X光在内的各种能量的光子，其中光了能量的最大值等于电子的动能。已知阳极与阴极间的电势差*U*，普朗克常数*h*，电子的电量*e*和光速*c*，则可知该X射线管发出的X光的（ ）

（A）最短波长为 （B）最长波长为

（C）最小频率为 （D）最大频率为.

1. 生活中很容易看到水波的衍射现象.而不容易看到光波的衍射现象，这是因为（ ）

（A）水波是机械波，而光是电磁波

（B）障碍物的尺寸大于光的波长，光波不能发生衍射现象

（C）水波的波长往往大于障碍物的尺寸，所以水波的衍射现象较明显

（D）光有粒子性，光波不容易发生衍射现象

二．填空题

1. 1919年英国物理学家卢瑟福用α粒子轰击氮14核发现了质子，其核反应方程式为\_\_\_\_\_\_\_\_；1932年卢瑟福的学生查德威克用α粒子轰击铍9核发现r中子，其核反应方程式为\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
2. 光电管的阴极常用铯来制作，铯的逸出功为0.72 eV，能使这种光电管产生光电流的光波最大波长为\_\_\_\_\_\_\_\_，可见光的波长范围是770 nm至400 nm（1 nm＝10-9m）内，那么所用最大波长光属于电磁波谱中\_\_\_\_\_\_\_\_范围。
3. 让太阳光垂直到一块遮光板上，板中有一个可以收缩的正方形小孔，板的后面放一块光屏。在小孔逐渐缩小直至闭合的过程中，光屏上先后可以见到的现象有\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
4. 用波长为0.45×10-6 m的蓝光照射逸出功为1.8 eV的金属，所逸出的光电子最大初动能为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
5. 将1 cm3含有人工放射性同位素钠24的溶液注入人体静脉中，经过30 h后再从人体中抽取 1cm3血液，测得每分钟有5个钠24原子发生衰变。已知输入人体前钠24溶液每秒钟有2000个钠24原子发生衰变，钠24的半衰期为15 h，由此可知道该人的血液大约有\_\_\_\_\_\_\_cm3。