

高二选择性必修(第三册)答案页第3期

可知电势能相等,则 α 粒子经过 a 、 c 两点时动能相等,选项C正确;从 a 经过 b 运动到 c 的过程中,电场力先做负功,后做正功,可知 α 粒子的电势能先增大后减小,选项D错误。

§4.4 氢原子光谱和玻尔的原子模型

1.BD

提示 原子的特征谱线是发射光谱,A错误,B正确;原子的特征谱线是分立的线状谱,C错误,D正确。

2.B

提示 因月亮光反射的是太阳光,而太阳光谱是吸收光谱,所以月亮的光通过分光镜所得到的光谱是吸收光谱,故B正确。

3.B

提示 根据玻尔理论,氢原子的能量是一系列不连续的特定值,B选项正确。

4.CD

提示 这些氢原子可能发出 $C_3^3=3$ 种不同频率的光,选项A错误;氢原子由 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级,能级差最大,则辐射的光子能量最大,光子的波长最短,频率最大,选项B错误,C、D正确。

§4.5 粒子的波动性和量子力学的建立

1.C

提示 经典力学适用于宏观世界和低速运动,对于微观世界和高速运动不再适用,量子力学适用于微观粒子的运动,故A、B、D错误,C正确。

2.C

提示 物质波是与一切运动着的物体相联系的波,与机械波性质不同.宏观物体也具有波动性,只是不明显,故只有C正确。

3.C

提示 光电效应与X射线的散射说明了光的粒子性,故A、B错误;选项C中电子的衍射证明了电子具有波动性;选项D中风发出的声音是机械波,不能说明空气分子的波动性.故选项C正确。

3版同步检测
A卷

一、选择题

1.CD

提示 爱因斯坦的“光子说”与惠更斯的波动说揭示了光具有波粒二象性,故A错误;麦克斯韦根据电磁理论,认为光是一种电磁波,光子说并没有否定光的电磁说,在光子能量公式 $E=h\nu$ 中,频率 ν 表示波的特征, E 表示粒子的特征,故B错误,C正确;大量光子的效果往往表现出波动性,个别光子的行为往往表现出粒子性,故D正确。

2.AD

提示 由于原子的体积远远大于原子核的体积,当 α 粒子穿越某一个原子的空间时,其他原子核距 α 粒子相对较远,而且其他原子核对 α 粒子的作用力也可以近似相互抵消,所以散射角度大的这个 α 粒子并不是由于受到多个原子核作用造成的,C错误;由库仑定律可知, α 粒子受到的斥力与距离的平方成反比, α 粒子距原子核越近,斥力越大,运动状态改变越大,即散射角度越大,A正确,B错误;当 α 粒子受到原子核较大的冲量作用时,动量的变化量就大,即速度的变化量就大,则散射角度就大,D正确。

3.C

提示 两束能量相同的色光,都垂直地照射到物体表面,在相同时间内打到物体表面的光子数之比为4∶5,根据 $E=N\varepsilon$ 可得光子能量之比为5∶4,再根据 $\varepsilon=h\nu=h\frac{c}{\lambda}$,光子能量与波长成反比,故光子波长之比为4∶5,故C正确,A、B、D错误。

4.D

提示 由光电效应方程可得 $E_k=h\frac{c}{\lambda}-\frac{hc}{\lambda_0}$,由动能定理可得 $eU=E_k$,联立可得 $U_c=\frac{hc(\lambda_0-\lambda)}{e\lambda_0\lambda}$,故

A、B、C错误,D正确。

5.A

提示 α 粒子散射实验现象是绝大多数粒子直接穿过,少数发生大角度偏转,极少数甚至原路返回,故A正确,B、C、D错误。

6.AC

提示 频率最大的光子对应的能量最大,即跃迁时能量差最大,故从 $n=6$ 跃迁到 $n=2$ 的频率

物理人教

第9期

2版随堂练习

§4.1 普朗克黑体辐射理论

1.D

提示 一切物体都在辐射电磁波,A错误;一般物体辐射电磁波的情况与温度、表面状况、材料种类都有关,B错误;黑体可以向外辐射电磁波,C错误;能100%吸收收入射到其表面的各种波长的电磁波,这样的物体称为黑体,D正确。

2.A

提示 一般物体辐射电磁波的情况与温度有关,还与材料的种类及表面状况有关;但黑体辐射电磁波的强度按波长的分布只与黑体的温度有关,温度越高,黑体辐射的强度越大,随着温度的升高,黑体辐射强度的极大值向波长较短的方向移动,故A正确,B、C、D错误。

3.B

提示 能量子假说是对经典物理学思想与观念的一次突破.“振动着的带电微粒的能量只能是某一最小能量值的整数倍”,作出这一大胆假设的科学家是普朗克,故选B。

4.BC

提示 由普朗克能量子假说可知带电微粒辐射或吸收的能量只能是某一最小能量值的整数倍,A、D错误,B正确;能量子 $\varepsilon=h\nu$,与电磁波的频率 ν 成正比,C正确。

§4.2 光电效应

1.D

提示 用紫外线照射锌板,锌板失去电子带正电,验电器与锌板连接,则验电器带正电,A、B错误;根据产生光电效应的条件可知,若改用红光照射锌板,不一定能发生光电效应,所以验电器的指针不一定会发生偏转,C错误;根据产生光电效应的条件可知,发生光电效应与光的频率有关,若改用同等强度、频率更高的紫外线照射锌板,验电器的指针也会偏转,D正确。

2.A

提示 若增大紫光的光照强度,单位时间内逸出的光电子的数量增加,光电流一定会增大,A正确;若用紫光照射阳极A时,不一定产生光电效应,因此不一定有光电流,B错误;若红光频率小于光电材料的极限频率,就不会产生光电效应,C错误;若停止用紫光照射阴极K,能观测到光电流立刻减小为0,D错误。

3.D

提示 红光的能量低于黄光,可能导致不能发生光电效应或者减小最大初动能,A错误;单纯增加黄光强度,会增加逸出光电子数目,但不会改变光电子的最大初动能,B错误;光电管的加速电压与光电子逸出时的最大初动能无关,C错误;紫光的能量高于黄光,改用紫光可以增大光电子逸出时的最大初动能,D正确。

4.AC

提示 依据波长与频率的关系 $\lambda=\frac{c}{\nu}$,因 $\lambda_1>\lambda_2>\lambda_3$,那么 $\nu_1<\nu_2<\nu_3$;由于用光束2照射时,恰能产生光电子,因此用光束1照射时,不能产生光电子,而光束3照射时,一定能产生光电子,故A正确,B错误;用光束2照射时,光越强,单位时间内产生的光电子数目越多,而由光电效应方程 $E_k=h\nu-W$ 可知,光电子的最大初动能与光的强弱无关,故C正确,D错误.故选AC。

§4.3 原子的核式结构模型

1.B

提示 汤姆孙通过对阴极射线的研究发现了电子,选项A正确;汤姆孙发现不同物质发出的阴极射线的粒子比荷相同,这种粒子即电子,选项B错误;汤姆孙发现电子,使人们认识到原子不是组成物质的最小微粒,原子本身也具有复杂的结构,选项C正确;电子是带负电的,可以在电场和磁场中偏转,选项D正确。

2.A

提示 1911年,卢瑟福根据 α 粒子散射实验的结果,提出了原子核式结构模型,A正确,B、C、D错误。

3.C

提示 卢瑟福根据 α 粒子散射实验提出了原子的核式结构理论,选项A错误;大多数 α 粒子击中金箔后几乎不改变方向而沿原方向前进,选项B错误;因 a 、 c 两点距离金原子核的距离相等,

$eV=2.5\times10^{39}$ MeV,则太阳每秒因为辐射损失的质

量 $\Delta m=\frac{E}{c^2}=2.5\times10^{39}$ MeV/ c^2 ,选项D错误。

二、计算题

11.(1) $^{14}_6\text{N}+^1_0\text{n}\rightarrow^{14}_5\text{C}+^1_1\text{H}$, $^{14}_6\text{C}\rightarrow^{14}_5\text{N}+^0_{-1}\text{e}$ $\frac{E}{c^2}$

(2)17 190年

提示 (1)根据反应过程质量数守恒和电荷

数守恒可得 $^{14}_6\text{N}+^1_0\text{n}\rightarrow^{14}_5\text{C}+^1_1\text{H}$, $^{14}_6\text{C}\rightarrow^{14}_5\text{N}+^0_{-1}\text{e}$

由爱因斯坦质能方程 $\Delta E=\Delta mc^2$

可得 $\Delta m=\frac{E}{c^2}$;

(2)由题知古生物体遗骸中C含量只有活体

中的12.5%,故有 $m_{\text{古}}=m_0(\frac{1}{2})^n$

代入数据解得 $n=3$

则有 $t=3T_{\frac{1}{2}}=5\ 730\times3$ 年=17 190年。

12.(1)释放核能 7.97 MeV

(2)7.97 MeV 2.66 MeV

(3) 1.92×10^{21} Hz

提示 (1)一个质子和两个中子结合成氦核的

核反应方程式是 $^1_1\text{H}+2^1_0\text{n}\rightarrow^4_2\text{He}$,反应前各核子总质量为 $m_{\text{p}}+2m_{\text{n}}=1.007\ 277\ \text{u}+2\times1.008\ 665\ \text{u}=3.024\ 607\ \text{u}$

反应后新核的质量为 $m_{\text{He}}=3.016\ 050\ \text{u}$

质量亏损为

$\Delta m=3.024\ 607\ \text{u}-3.016\ 050\ \text{u}=0.008\ 557\ \text{u}$

因反应前的总质量大于反应后的总质量,故

此核反应为放出能量的反应,释放的核能为

$\Delta E=\Delta m\times931.5\ \text{MeV}=0.008\ 557\times931.5\ \text{MeV}\approx$

7.97 MeV;

(2)氦核的结合能即为 $\Delta E=7.97\ \text{MeV}$

它的比结合能为 $\frac{\Delta E}{3}\approx2.66\ \text{MeV}$;

(3)放出光子的频率为

$\nu=\frac{\Delta E}{h}=\frac{7.97\times10^6\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}\ \text{Hz}\approx1.92\times10^{21}\ \text{Hz}$ 。

13.(1) $^3_1\text{H}+^3_1\text{H}\rightarrow^4_2\text{He}+^2_0\text{n}$ $(2m_0-m_1-m_2)c^2$

(2)3∶1

提示 (1)核反应过程中,原子核的质量数

与核电荷数守恒,则可写出核反应方程为

$^3_1\text{H}+^3_1\text{H}\rightarrow^4_2\text{He}+^2_0\text{n}$

核反应中的质量亏损为 $\Delta m=2m_0-m_1-m_2$

核反应所释放的核能为

$\Delta E=\Delta mc^2=(2m_0-m_1-m_2)c^2$;

(2)把两个氦核作为一个系统,碰撞过程系

统的动量守恒,由于碰撞前两氦核的动能相等,其动量等大反向,因此反应前后系统的总动量为零,

即 $m_{\text{He}}v_{\text{He}}+m_{\text{He}}v_{\text{He}}=0$

根据动能与动量的大小关系有

$E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{p^2}{2m}$

氦核与中子的质量之比等于质量数之比,

即有

$m_{\text{He}}∶m_{\text{n}}=3∶1$

解得反应后产生的中子与氦核的动能之比

$E_{\text{kn}}∶E_{\text{kHe}}=3∶1$ 。

4.C

提示 中微子衰变成 μ 子和 τ 子,满足动量守

恒, μ 子的速度方向与中微子原来的方向一致, τ 子必定也在这条直线上,C正确。

5.C

提示 由核反应中的质量数守恒以及电荷数

守恒可知 $x=3$,选项A错误; $^{235}_{92}\text{U}$ 原子核中电荷数为92,质量数为235,则中子数为235-92=143,选项B错误;根据爱因斯坦质能方程知,该反应释放的能量 $\Delta E=\Delta mc^2=(m_1-2m_2-m_3-m_4)c^2$,选项C正确;核反应方程式生成物比反应物稳定,则 $^{235}_{92}\text{U}$ 原子核的比结合能小于 $^{146}_{54}\text{Ba}$ 原子核的比结合能,选项D错误。

6.B

提示 根据题述, $^{123}_{53}\text{I}$ 与 $^{123}_{54}\text{Te}$ 原子数量之比为4∶1,则通过26 h(两个半衰期)后,4份 $^{123}_{53}\text{I}$ 衰变剩余1份,生成了3份 $^{123}_{54}\text{Te}$ 原子,剩余 $^{123}_{53}\text{I}$ 与 $^{123}_{54}\text{Te}$ 原子数量之比为1∶4,因为 $^{123}_{53}\text{I}$ 与 $^{123}_{54}\text{Te}$ 原子质量相同,所以经过26 h(两个半衰期)后, $^{123}_{53}\text{I}$ 与 $^{123}_{54}\text{Te}$ 原子的质量之比为1∶4,故B正确,A、C、D错误。

7.C

提示 分析图像可知, ^4_2He 核的比结合能为7 MeV,根据结合能和比结合能的关系,结合能=比结合能×核子数(即质量数),故 ^4_2He 的结合能约为28 MeV,A错误;比结合能越大,原子核越稳定,分析图像可知, $^{90}_{38}\text{Kr}$ 核比 $^{235}_{92}\text{U}$ 核的比结合能大,故 $^{90}_{38}\text{Kr}$ 核比 $^{235}_{92}\text{U}$ 核更稳定,B错误;核D分裂成核E、F,平均核子质量减小,会有质量亏损,释放出核能,核子的比结合能将增大,C正确;若A、B能结合成C,平均核子质量减少,会有质量亏损,释放出核能,D错误。

8.D

提示 β 衰变是原子核里一个中子转变为一个质子时放出的,A错误; γ 光子是在 β 衰变过程中由于具有多余的能量而放出的,B错误;核反应中质量有亏损,而质量数是不变的,C错误;人类对原子核的探索,是从发现原子核放射性开始的,天然放射性说明原子核是可分的,D正确。

9.AD

提示 氦核分解为一个质子和一个中子时,所需吸收的能量不能小于其结合能2.2 MeV,故A正确;光子照射氦核时,光子和氦核组成的系统总动量不为零,由动量守恒定律得,光子被氦核吸收后,分解成的质子和中子的总动量不为零,故总动能也不为零,所以把氦核分解为质子和中子所需的能量应大于2.2MeV,故D正确,B、C错误。

10.BC

提示 由质量数和电荷数守恒可知,X的质量数为1,电荷数为0,则X为中子,选项A错误;根据能量关系可知 $m_{\text{X}}c^2=(1\ 876.1+2\ 809.5-3\ 728.4-17.6)\ \text{MeV}$,解得 $m_{\text{X}}=939.6\ \text{MeV}/c^2$,选项B正确;太阳每秒放出的能量 $E=Pt=4\times10^{26}\ \text{J}$ 。则太阳每秒因

辐射损失的质量 $\Delta m=\frac{E}{c^2}=\frac{4\times10^{26}}{(3\times10^8)^2}\ \text{kg}\approx4.4\times10^9\ \text{kg}$,

选项C正确;因为 $E=4\times10^{26}\ \text{J}=\frac{4\times10^{26}}{1.6\times10^{-19}}\ \text{eV}=2.5\times10^{45}$

由质能方程有 $\Delta E=\Delta mc^2$

由以上三式解得 $\Delta m=\frac{mMv_0^2}{2(M-m)c^2}$ 。

B卷

一、选择题

1.C

提示 在核能计算时,如果质量的单位是kg,则用 $\Delta E=\Delta mc^2$ 进行计算,如果质量的单位是u,则利用1 u相当于931.5 MeV的能量计算,即 $\Delta E=\Delta m\times931.5\ \text{MeV}$ 进行计算,故C正确,A、B、D错误。

2.D

提示 根据衰变方程左右两边的质量数和电荷数守恒可得方程组 $\begin{cases} 232=220+4x\\ 90=86+2x-y \end{cases}$,解得 $x=3,y=2$ 。

故答案为D。

二、计算题

3.(1) $4^1_1\text{H}\rightarrow^4_2\text{He}+2^0_{-1}\text{e}$

(2)23.75 MeV

(3) $4.2\times10^9\ \text{kg}$

提示 (1)核反应方程是 $4^1_1\text{H}\rightarrow^4_2\text{He}+2^0_{-1}\text{e}$;

(2)反应前的总质量为

$m_1=4m_{\text{p}}=4\times1.007\ 3\ \text{u}=4.029\ 2\ \text{u}$

反应后的总质量为

$m_2=m_{\text{He}}+2m_{\text{e}}=4.002\ 6\ \text{u}+2\times0.000\ 55\ \text{u}=4.003\ 7\ \text{u}$

质量亏损为 $\Delta m=m_1-m_2=0.025\ 5\ \text{u}$

根据爱因斯坦质能方程得释放的能量为

$\Delta E=0.025\ 5\times931.5\ \text{MeV}\approx23.75\ \text{MeV}$;

(3)根据爱因斯坦质能方程得太阳每秒减少的质量为

$\Delta m'=\frac{\Delta E'}{c^2}=\frac{3.8\times10^{26}}{(3\times10^8)^2}\ \text{kg}\approx4.2\times10^9\ \text{kg}$ 。

第12期

3版章节测试

一、选择题

1.A

提示 德布罗意大胆的把光的波粒二象性推广到了实物粒子,提出实物粒子也具有波动性的假设,选项A正确;贝克勒尔首先发现天然放射性现象,但没有发现原子中存在原子核,选项B错误;卢瑟福通过 α 粒子散射实验的研究得到了原子的核式结构模型,选项C错误; β 衰变中产生的射线实际上是原子核内的中子变成质子和电子,产生的电子是从核内发出的,并不是核外电子挣脱原子核的束缚而形成的,选项D错误。

2.B

提示 原子核是由质子和中子组成的, β 衰变是中子释放一个电子转变为质子产生的,A错误;核反应堆利用镉棒吸收中子以控制核反应速度,B正确;轻核的聚变在几百万度的高温下才能进行,C错误;核反应不都是释放能量的反应,也有吸收能量的反应,D错误。

3.A

提示 由核反应方程 $^9_4\text{B}+^4_2\text{He}\rightarrow^{12}_6\text{C}+^1_0\text{n}$, $^{13}_6\text{N}\rightarrow^{13}_7\text{C}+^0_{-1}\text{e}$,选项A正确。

最大,选项A正确;原子跃迁过程中,吸收光子的能量应刚好等于两能级的能量差,选项B错误;从 $n=3$ 向低能级跃迁时,可以从 $3\rightarrow2$ 、 $2\rightarrow1$ 或者是 $3\rightarrow1$,即有三种频率不同的光子,选项C正确;光电效应与光照的时间无关, H_α 光子的能量最大,故其他光子不一定可以使该金属产生光电效应,选项D错误。

7.BC

提示 碰撞后光子频率变为 ν' ,光子的波长为 $\lambda'=\frac{c}{\nu'}$,A错误;碰撞后电子获得的动量为 p ,则

电子增加的动能为 $E_{\text{k}}=\frac{p^2}{2m}$,B正确;根据 $qvB=mv\frac{v^2}{r}$,电子将做半径为 $r=\frac{mv}{eB}=\frac{p}{eB}$ 的匀速圆周运动,C正确;光电管阴极的极限频率为 ν ,而光子的频率 $\nu'<\nu$,则光电管阴极处不可能发生光电效应,D错误。

8.BC

提示 电流表有示数说明发生了光电效应,有光电子产生,光电管左侧是正极,右侧是负极,电场强度方向向右,产生的光电子受向左的电场力,飞出后做加速运动,如将电池的极性反转,光电子飞出后做减速运动,也可能到达正极,选项A错误;将开关S断开,产生的光电子匀速运动到左侧,有电流流过电流表G,选项B正确;将变阻器的触点 c 向 b 移动,光电管两端电压减小,光电子到达阳极时的速度可能变小,选项C正确;当光强一定,光电流达到饱和时,即使再增大光电管两端的电压,光电流也不会增大,故即使电源的电动势足够大,将变阻器的触点 c 向 a 移动,电流表G的读数不一定变大,选项D错误。

二、填空题

$9.4.27\times10^{14}\ \text{Hz}$ 普朗克常量 h 1.77 eV

提示 由图可知该金属的极限频率为 $4.27\times10^{14}\ \text{Hz}$.因此该金属的逸出功 $W_0=h\nu_c$ 代入可得 $W_0=1.77\ \text{eV}$.由光电效应方程 $E_{\text{k}}=h\nu-W_0$ 可知图像的斜率为 h 。

三、计算题

10.(1) $\frac{h\nu-W_0}{e}$ (2) $\frac{Pe}{100h\nu}$

提示 (1)根据光电效应方程有 $E_{\text{km}}=h\nu-W_0$,设遏止电压为 U ,根据动能定理得 $eU=E_{\text{km}}$

解得 $U=\frac{h\nu-W_0}{e}$;

(2)设 t 时间内通过的电荷量为 q ,根据电流的定义有 $q=It$

设光电子数为 n , $q=ne$, $n=\frac{Pt}{100h\nu}$

解得 $I=\frac{Pe}{100h\nu}$ 。

B卷

1.AD

提示 单色光 b 照射光电管阴极K时,电流计G的指针不发生偏转,说明没发生光电效应,说明光的频率小,故A正确;发生光电效应只由频率决定与光强无关,故B错误;发生光电效应时,电子从阴极逸出向A运动,故C错误;增加 a 光的强度,单位时间入射的光子数增加,因此单位时间逸出的光电子数增加,故D正确。

2.(1)13.6 eV (2)-27.2 eV

(3) 9.14

一、选择题

1.C

提示 为了解释黑体辐射的规律,普朗克提出了“量子说”,光子说是爱因斯坦提出的,A错误;微观粒子的德布罗意波长为 $\lambda=\frac{h}{p}$,其中 p 为微

观粒子的动量,故动量越大,其对应的波长就越短,故B错误;卢瑟福通过 α 粒子散射实验的大角度偏转现象提出了原子的核式结构模型,C正确;频率高的光子既具有粒子性,也具有波动性,波长越长的光子波动性越强,粒子性越弱,D错误。

2.B

提示 随着温度升高,各种波长的辐射强度都有增加,所以人体热辐射的强度*I*增大;随着温度的升高,辐射强度的峰值向波长较短的方向移动,所以 λ 减小。故选B。

3.B

提示 一个处于极紫外波段的光子的能量约为 $E=h\nu=\frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^8}{100\times10^{-9}}\text{ J}\approx2\times10^{-18}\text{ J}$

由题意可知,光子的能量应比电离一个分子的能量稍大,因此数量级应相同。故选B。

4.BC

提示 由爱因斯坦光电效应方程 $E_{\text{k}}=h\nu-W_0$,又由动能定理有 $E_{\text{k}}=eU$,当 $\nu_a>\nu_b$ 时, $E_{\text{ka}}>E_{\text{kb}}$, $U_a>U_b$,A错误,B正确;若 $U_a<U_b$,则有 $E_{\text{ka}}<E_{\text{kb}}$,C正确;同种金属的逸出功不变,则 $W_0=h\nu-E_{\text{k}}$ 不变,D错误。

5.A

提示 根据 $E_{\text{km}}=h\nu-W_0$,可知入射光的频率不同时,电子的最大初动能不同,又 $eU_{\text{c}}=E_{\text{km}}$,得 $U_{\text{c}}=-\nu\nu-\frac{W_0}{e}$,可知入射光的频率 ν 不同时,遏止电压 U_{c} 不同,A正确;由 $U_{\text{c}}=-\frac{h}{e}\nu-\frac{W_0}{e}$,知 $U_{\text{c}}-\nu$ 图像的斜率 $k=\frac{h}{e}$,与入射光的频率 ν 无关,B错误;题图甲所示电路中,必须把电源正负极反接,才能用来验证光电流与电压的关系,即当电压增大到一定数值时,电流表的示数将达到饱和电流,C错误;根据 $E_{\text{km}}=h\nu-W_0$ 可知,光电子的最大初动能与入射光的光照强度无关,D错误。

6.AD

提示 题图甲中的每一个电子都是一个点,说明少数电子体现粒子性。每个电子到达的位置不同,说明单个电子的运动轨道不确定,A正确,C错误;题图乙中明暗相间的条纹说明大量的电子表现为波动性,B错误;题图乙中暗条纹处仍有电子到达,只不过到达的概率小,D正确。

7.C

提示 大量处于 $n=4$ 能级的氢原子向基态跃迁时,由 $\frac{n(n-1)}{2}=6$ 知可以辐射出6种不同频率的光子,A错误;氢原子从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=4$ 能级要吸收的光子能量为 $\Delta E=-0.85\text{ eV}-(-1.51\text{ eV})=0.66\text{ eV}$,所以该光子不能被吸收,B错误;处于基

态的氢原子吸收能量为14 eV的光子可以发生电离,剩余的能量变为光电子的动能,C正确;氢原子的能级是不连续的,发射的光子的能量值是不连续的,氢原子发射光谱只能是一些特殊频率的谱线,D错误。

8.AC

提示 由 α 粒子散射实验结果知,A正确;由于电子的质量远小于 α 粒子的质量,对 α 粒子的运动影响极小,使 α 粒子发生明显偏转的是原子核的斥力,B错误;实验表明:原子具有核式结构,核极小,但含有全部的正电荷和几乎所有的质量,根据实验可以确定核半径的数量级,C正确,D错误。

9.AC

提示 由题意可知,当电压表的示数大于或等于0.9 V时,电流表读数为0,即遏止电压为0.9 V,对光电子由动能定理可得 $-eU_{\text{c}}=0-E_{\text{kmax}}$,即光电子的最大初动能为0.9 eV,所以光电子的初动能可能为0.8 eV,故A正确;由爱因斯坦光电效应方程 $E_{\text{kmax}}=h\nu-W_0$,可得 $W_0=h\nu-E_{\text{kmax}}=(3.6-0.9)\text{ eV}=2.7\text{ eV}$,故B错误;由题意可知,当用光子能量为3.6 eV的光照射到光电管上时,电流表G有读数,即有光电子逸出,开关S断开后,光电子仍然能达到阳极即能形成光电流,故C正确;由于2 eV小于阴极的逸出功,故改用能量为2 eV的光子照射,不能发生光电效应,即电流表G没有读数,故D错误。

10.BCD

提示 向低能级跃迁时,向外辐射的光子的能量一定等于两个能级间的能量差,A错误;当氢原子由第4能级跃迁到第1能级时,向外辐射的光子能量最大,其值为12.75 eV,B正确;这3 000个氢原子向低能级跃迁时,根据跃迁的概率均为 $\frac{1}{n-1}$ 计算,第4能级向第3、2、1能级各跃迁1 000个,第3能级的1 000个氢原子分别向第2、1能级跃迁500个,第2能级的1 500个氢原子全部跃迁到第1能级,因此总共向外辐射5 500个光子,C正确;处于 $n=4$ 能级的氢原子只要吸收的光子的能量大于等于0.85 eV就能电离,D正确。

二、计算题

11.(1) $1.3\times10^{-4}\text{ A}$

(2)四条谱线

提示 (1)氢原子核外电子绕核做匀速圆周运动,库仑力作向心力,有

$$\frac{ke^2}{r_2^2}=\frac{4\pi^2mr_2}{T^2}\qquad\qquad\qquad\textcircled{1}$$

其中 $r_2=4r_1$

根据电流强度的定义

$$I=\frac{e}{T}\qquad\qquad\qquad\textcircled{2}$$

$$\text{由}\textcircled{1}\textcircled{2}\text{得}I=\frac{e^2}{16\pi r_1}\sqrt{\frac{k}{mr_1}}\qquad\qquad\qquad\textcircled{3}$$

将数据代入 $\textcircled{3}$ 得 $I\approx1.3\times10^{-4}\text{ A}$;

(2)由于钠的极限频率为 $6.00\times10^{14}\text{ Hz}$,则使钠发生光电效应的光子的能量至少为

$$E_0=h\nu=\frac{6.63\times10^{-34}\times6.00\times10^{14}}{1.6\times10^{-19}}\text{ eV}\approx2.486\text{ eV}$$

一群处于 $n=4$ 的激发态的氢原子发射的光子,要使钠发生光电效应,应使跃迁时两能级的差 $\Delta E\geq E_0$,所以在六条光谱线中有 E_{41} 、 E_{31} 、 E_{21} 、 E_{42} 四条谱线可使钠发生光电效应。

第11期

2版随堂练习

§5.1 原子核的组成

1.C

提示 法国物理学家贝克勒尔发现了铀和含铀的矿物能够发出射线,A错误;德国物理学家伦琴发现了伦琴射线,又叫X射线,B错误;卢瑟福用 α 粒子轰击氮原子核,发现了质子,并预言了中子的存在,C正确;查德威克通过实验发现了中子,D错误。

2.C

提示 α 射线穿透能力最弱,不能穿透比较厚的黑纸,故 $\textcircled{1}$ 为 α 射线, γ 射线穿透能力最强,能穿透铝板和铅板,故 $\textcircled{3}$ 为 γ 射线, β 射线穿透能力较强,能穿透黑纸,但不能穿透铝板,故 $\textcircled{2}$ 是 β 射线,故C正确。

3.C

提示 当卢瑟福发现质子后,接着又发现原子核的核电荷数与原子核的质量数不相等,大约是原子核质量数的一半或者更少一些,因此猜想在原子核内还存在有质量且不带电的中性粒子,故选C。

4.D

提示 在元素周期表中查到铅的原子序数为82,即一个铅原子中有82个质子,由于原子是电中性的,则核外电子有82个。根据质量数(核子数)等于质子数与中子数之和可知,铅原子核的中子数为 $207-82=125$ 个,故D正确,A、B、C错误。

§5.2 放射性元素的衰变

1.ABD

提示 衰变过程中质量数守恒,又质量数等于核子数,故衰变过程中核子数不变,A、B正确;发生 β 衰变时,质子数增加中子数减少,C错误;由动量守恒的条件知D正确。

2.A

提示 发生3次 α 衰变,质量数减少12,核电荷数减少了6,可见,先放出的三个粒子的电荷数是0,A正确。

3.D

提示 发生 α 衰变时,生成的原子核比原来的原子核少两个质子,4个核子,所以少2个中子,故A错误; β 衰变所释放的电子来自原子核内部的一个中子转化成一个质子的同时释放出来的,故B错误; γ 射线电离能力最弱,但穿透能力最强,故C错误;三种射线都是从原子核内部释放出来的,故D正确。

4.BD

提示 放射性元素的原子核有半数发生衰变所需要的时间叫作这种元素的半衰期,它与原子

物理人教

核全部衰变所需要的时间的一半不同;放射性元素发生衰变后成为一种新的原子核,原来的放射性元素原子核的个数不断减少,当原来的放射性元素的原子核的个数减半时,该放射性元素的原子核的总质量也减半,故选BD。

§5.3 核力与结合能

1.BCD

提示 核力是仅存在于相邻核子间的短程强相互作用力,而万有引力在任何有质量的物体间都存在,且远小于核力,A错误,B、D正确;因为有了强大的核力平衡了原子核内质子间的库仑力,才使原子核稳定存在,C正确。

2.C

提示 组成原子核的核子越多,它的结合能越大,比结合能不一定大,A错误;比结合能越大,原子核中的核子结合得越牢固,原子核越稳定,故B错误;比结合能小的原子核拆分成比结合能大的原子核时,这个过程会释放能量,故C正确;一重原子核衰变成 α 粒子和另一原子核,要释放能量,衰变产物的结合能之和一定大于原来重核的结合能,故D错误。

3.ABC

提示 $E=mc^2$ 表明物体具有的能量与其质量成正比,其中 E 不能理解为发生核反应时释放的核能,选项A正确,D错误;根据 $\Delta E=\Delta mc^2$ 可以计算核反应中释放的核能,选项B正确;一个中子和一个质子结合成氘核时发生聚变反应,会有质量亏损,亏损的质量以能量的形式释放出来,即释放出核能,选项C正确。

4.D

提示 根据爱因斯坦的质能方程得 $\Delta m=\frac{\Delta E}{\Delta c^2}=\frac{4\times10^{26}}{9\times10^{16}}\text{ kg}\approx4.4\times10^9\text{ kg}$,D正确。

5.BD

提示 质能方程 $E=mc^2$ 表明一定量的质量与一定量的能量是相联系的,是普遍适用的,但不能认为在一定条件下质量转化为能量,选项A、C错误,D正确;当物体获得一定的能量,即能量增加某一定值时,它的质量也相应增加一定值,并可根据 $\Delta E=\Delta mc^2$ 进行计算,选项B正确。

§5.4 核裂变与核聚变

§5.5 “基本”粒子

一、选择题

1.D

提示 根据重核发生裂变的条件和裂变放能的原理分析可知,裂变时因铀核俘获中子发生核反应,是核能转化为其他形式能的过程,其释放的能量远大于其俘获中子时吸收的能量,链式反应是有条件的,即铀块的体积必须大于或等于其临界体积,在裂变反应中核子数是不会减少的,故选D。

2.AB

提示 铀棒是核燃料,裂变时可放出能量,故

高二选择性必修(第三册)答案页第3期

A正确;镉棒吸收中子的能力很强,作用是调节中子数目以控制反应速度,即控制反应堆功率,故B正确,C错误;慢中子最容易引发铀核裂变,所以在快中子碰到铀棒前要进行减速,石墨的作用是使中子减速,故D错误。

3.AC

提示 目前核电站都用核裂变,其原料是铀,且核裂变在核反应堆中应用的是比较清洁的能源,但也有一定的污染,故本题选AC。

4.B

提示 太阳辐射能是靠太阳内部进行的热核反应产生的,通过聚变使太阳表面产生6 000 ℃的高温。

5.ABD

提示 由三类粒子的特性可知A、B正确;而目前发现的轻子只有6种,C错误;夸克模型经过几十年的发展,已知夸克有6种,它们带的电荷分别为元电荷的 $+\frac{2}{3}$ 或 $-\frac{1}{3}$,D正确。

二、计算题

6.(1) ${}^1_1\text{H}+{}^3_1\text{H}\rightarrow{}^3_2\text{He}+{}_0^1\text{n}$

(2)3.26 MeV (3)0.45 MeV

提示 (1)核反应方程为 ${}^1_1\text{H}+{}^3_1\text{H}\rightarrow{}^3_2\text{He}+{}_0^1\text{n}$;
(2)质量亏损为 $\Delta m=2.013\text{ 6}\times2\text{ u}-(3.015\text{ 0 u}+1.008\text{ 7 u})=0.003\text{ 5 u}$,释放的核能为

$$\Delta E=\Delta mc^2=0.003\text{ 5}\times931.5\text{ MeV}\approx3.26\text{ MeV};$$

(3)设中子和 ${}^3_2\text{He}$ 核的质量分别为 m_1 、 m_2 ,速度分别为 v_1 、 v_2 。反应前每个氘核的动能是 E_0 ,反应后中子和 ${}^3_2\text{He}$ 核动能分别为 E_1 、 E_2 ,根据动量守恒定律,得 $m_1v_1-m_2v_2=0$, $\frac{E_1}{E_2}=\frac{p^2}{2m_1}:\frac{p^2}{2m_2}=\frac{m_2}{m_1}=3$, $E_2=$

$$\frac{E_1}{3}=1.04\text{ MeV}$$

由能量的转化和守恒定律,得 $E_1+E_2=2E_0+\Delta E$, $E_0=0.45\text{ MeV}$ 。

3版同步检测

一、选择题

1.BC

提示 ${}_{\text{m}}^{\text{n}}\text{X}$ 核与 $_{\text{m}}^{\text{n}}\text{Y}$ 核的质子数不同,不是互为同位素,A错误; ${}_{\text{m}}^{\text{n}}\text{X}$ 核与 $_{\text{m}}^{\text{n}}\text{Y}$ 核质子数都为 m ,而质量数不同,则中子数不同,所以互为同位素,B正确; ${}_{\text{m}}^{\text{n}}\text{X}$ 核内中子数为 $n-m$, ${}_{\text{m}}^{\text{n}}\text{Y}$ 核内中子数为 $(n-2)-(m-2)=n-m$,所以中子数相同,C正确; ${}^{235}_{92}\text{U}$ 核内有143个中子,而不是235个中子,D错误。

2.A

提示 γ 射线不带电,故在电磁场中不偏转, β 粒子带负电,且不偏转,说明所受静电力与洛伦兹力平衡,故 $Eq=Bqv$,即 $v=\frac{E}{B}$, α 粒子的速度远小于 β 粒子的速度,因此 α 粒子受向右的静电力大于向左的洛伦兹力,故 α 射线向右偏,A正确,B、C、D错误。

3.B

提示 ${}^{210}_{83}\text{Bi}\rightarrow{}^{210}_{84}\text{X}$,质量数不变,说明发生的是

β 衰变,根据电荷数守恒可知 $a=84$,故A错误,B正确; ${}^{210}_{83}\text{Bi}\rightarrow{}^{210}_{84}\text{Tl}$,电荷数减少2,说明发生的是 α 衰变,根据质量数守恒可知 $b=206$,所以 ${}^{210}_{84}\text{Tl}\rightarrow{}^{206}_{82}\text{Pb}$,电荷数增加1,质量数不变,所以为 β 衰变,故C、D错误。

4.A

提示 临界体积是核反应技术中的重要参数。如果核原料(六氟化钠)投入太多,提炼成核反应材料(二氟化铀),就会超过临界体积,则可产生持续的铀核反应,从而造成了核泄漏,A正确;当铀块达不到其临界体积时,一般情况下,即便压强和温度达到一定值时,也不会产生核反应,不会产生核泄漏,B、C、D错误。

5.BCD

提示 中子的速度不能太快,否则无法被铀核捕获,裂变反应不能进行下去,A错误;重核裂变会有质量亏损,会释放核能,平均结合能大的原子核更稳定,故新核氦的平均结合能大于铀核的平均结合能,B正确;链式反应是指由重核裂变产生的中子使裂变反应一代接一代继续下去的过程,C正确;根据爱因斯坦质能方程可知,一个 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 裂变释放的能量是200 MeV,此过程中的质量亏损为 $\Delta m=\frac{\Delta E}{c^2}\approx3.6\times10^{-28}\text{ kg}$,D正确。

6.BD

提示 半衰期是有半数原子核发生衰变所需要的时间,根据图像可知半数衰变的时间是45 亿年,A错误,B正确;90 亿年是铀核的两个半衰期,有 $\frac{3}{4}$ 的铀原子核发生衰变,还有 $\frac{1}{4}$ 的铀原子核没有发生衰变,根据衰变方程可知一个铀核衰变时产生一个铅核,故衰变后的铀、铅原子数之比约为1:3,C错误,D正确。

7.AB

提示 根据质子带电荷量为 $+e$ 和中子不带电,设上、下夸克的电荷量分别为 q_1 、 q_2 ,则有 $2q_1+q_2=+e$, $q_1+2q_2=0$,解得 $q_1=+\frac{2}{3}e$, $q_2=-\frac{e}{3}$,故选AB。

8.ABC

提示 其反应方程是 $3{}^3_2\text{He}\rightarrow{}^{12}_6\text{C}$ 。其质量亏损为 $\Delta m=(3\times4.002\text{ 6}-12.000\text{ 0})\text{ u}=0.007\text{ 8 u}$,A正确; $\Delta m=0.007\text{ 8}\times1.66\times10^{-27}\text{ kg}=1.294\text{ 8}\times10^{-29}\text{ kg}$,B正确; $\Delta E=0.007\text{ 8}\times931.5\text{ MeV}\approx7.266\text{ MeV}$,C正确; $\Delta E\approx7.266\times10^6\times1.6\times10^{-19}\text{ J}\approx1.16\times10^{-12}\text{ J}$,D错误。

二、计算题

9.(1) ${}^{63}_{28}\text{Ni}\rightarrow{}^{63}_{29}\text{Cu}$

$$(2)\frac{mMv_0^2}{2(M-m)c^2}$$

提示 (1)由电荷数守恒和质量数守恒列核反应方程

$${}^{63}_{28}\text{Ni}\rightarrow{}^{63}_{29}\text{Cu};$$

(2)设衰变后铜核的速度为 v
由动量守恒有 $mv_0=(M-m)v$

$$\text{由能量守恒有}\Delta E=mv_0^2+\frac{1}{2}(M-m)v^2$$