

第9期

2版随堂练习

§4.1 普朗克黑体辐射理论

1.B

提示 根据黑体辐射的实验规律,随着温度的升高,一方面各种波长的辐射强度都有所增加;另一方面,辐射强度的极大值向波长较短的方向移动,只有用普朗克提出的能量量子化理论才能得到较满意的解释,选项 B 正确。

2.D

提示 $n = \frac{E}{h\nu} = \frac{EA}{hc} = \frac{10^{-18} \times 60 \times 10^{-6}}{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} \approx 3 \times 10^2$ (个)。

3.B

提示 一切物体都在辐射电磁波,故 A 正确;物体辐射电磁波的情况不仅与温度有关,还与其他因素有关,故 B 错误;黑体辐射强度的极大值随温度升高向波长较短的方向移动,故 C 正确;能 100%地吸收入射到其表面的电磁波,这样的物体称为黑体,故 D 正确。此题选择不正确的选项,故选 B。

4.C

提示 根据热辐射规律可知,随着温度的升高,各种波长的辐射强度都增加,随着温度的升高,辐射强度的极大值向波长较短的方向移动。人的体温的高低,直接决定了这个人辐射的红外线的频率和强度,通过监测被测者辐射的红外线的情况就可知道这个人的体温,故 C 正确。

§4.2 光电效应

1.C

提示 光电效应是指照射到金属表面的光,能使金属中的电子从表面逸出现象,选项 A 正确,不符合题意;光电效应存在截止频率,当入射光的频率大于截止频率时才能发生光电效应,选项 B 正确,不符合题意;能否发生光电效应与入射光的强度无关,只与光的频率有关,选项 C 错误,符合题意;光电效应几乎是瞬时发生的,不需要时间积累,选项 D 正确,不符合题意。故选 C。

2.D

提示 19 世纪初,人们成功地在实验室中观察到了光的干涉、衍射现象,这些属于波的特征,微粒说无法解释这些现象,但 19 世纪末又发现了光电效应,这种现象波动说不能解释,证实光具有粒子性,因此,光既具有波动性,又具有粒子性,但光不同于宏观的机械波和粒子,波动性与粒子性是光在不同情况下的不同表现,是同一客体的不同侧面、不同属性,我们无法用其中一种去说明光的一切行为,只能认为光具有波粒二象性,选项 D 正确。

3.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.BC

提示 在光电管中若发生了光电效应,单位时间内发射光电子的数目只与入射光的强度有关,光电流的饱和值只与单位时间内发射光电子的数目有关,据此可判断 A、D 错误,B 正确;波长 $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$ 的光子的频率 $\nu =$

$\frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{0.5 \times 10^{-6}} \text{ Hz} = 6 \times 10^{14} \text{ Hz} > 4.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$, 可发生光电效

应,所以选项 C 正确。

5.B

提示 根据爱因斯坦光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$, 当 ν 最小时 $h\nu = W_0$, 代入数值可得 $\nu_0 \approx 8 \times 10^{14} \text{ Hz}$, 选项 B 正确。

§4.3 原子的核式结构模型

1.C

提示 阴极射线是由于电子动能变大,原子核束缚不住电子,电子逃逸出来,形成的粒子流。所以答案选 C。

2.C

提示 卢瑟福通过这个实验,得出了原子核式结构模型。放在 3 位置时,相同时间内观察到屏上的闪光次数较少。放在 2 位置时,屏上仍能观察一些闪光,但次数极少。放在 1 位置时,屏上可以观察到闪光,只不过很少。故选 C。

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,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.D

提示 α 粒子轰击金箔后偏转,越靠近金原子核,偏转的角度越大,所以 A、B、C 错误,D 正确。

5.A

提示 由对 α 粒子散射实验装置的描述可知 A 项正确;实验所用的金箔的厚度极小,如果金箔的厚度过大, α 粒子穿过金箔时必然受到较大的阻碍作用而影响实验效果,B 项错;如果改用铝箔,由于铝核的质量仍远大于 α 粒子的质量,散射现象仍然发生,C 项错;空气的流动及空气中有许多漂浮的分子,会对 α 粒子的运动产生影响,实验装置是放在真空中进行的,D 项错。

§4.4 氢原子光谱和玻尔的原于模型

1.C

提示 太阳光谱是吸收光谱,这是由于太阳内部发出的强光经过温度比较低的太阳大气层时产生的,所以 A 错误;霓虹灯呈稀薄气体状态,因此光谱是线状谱,而炼钢炉中炽热铁水产生的光谱是连续光谱,所以 B 错误;强白光通过酒精灯火焰上的钠盐时,某些频率的光被吸收,形成吸收光谱,所以 C 正确;发射光谱可以分为连续光谱和线状谱,而光谱分析中只能用线状谱和吸收光谱,因为它们都具备特征谱线,所以 D 错误。故选 C。

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.A

提示 由玻尔的氢原子光谱原理可知由第四能级向基态跃迁释放的光子的能量最大,第三能级到基态的能量次之,第二能级到基态的能量最小;由光子的能量公式 $\varepsilon = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$ 可知能量越大波长越短,因此①②③的波长依次减小,A 符合题意。

§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;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;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 对,B 错;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 对。

3.C

提示 锌和银的逸出功不同,根据光电效应方程 $E_{km} = h\nu - W_0$ 得,相同的频率,不同的逸出功,则光电子的最大初动能也不同,故 A 错误;虽然光的频率相同,但光强不确定,所以单位时间逸出的光电子数可能相同,则饱和光电流可能相同,故 B 错误;根据光电效应方程有 $E_{km} = h\nu - W_0$, 根据能量守恒定律得 $eU_c = E_{km}$, 联立得 $eU_c = h\nu - W_0$, 即 $U_c = \frac{h\nu - W_0}{e}$, 可知,入射光的频率相同,逸出功 W_0 不同,则遏止电压 U_c 也不同,故 C 正确;由 $U_c = \frac{h}{e} \nu - \frac{W_0}{e}$, 可知, $U_c - \nu$

图像的斜率 $k = \frac{h}{e} =$ 常数,所以两个光电管的 $U_c - \nu$ 图像的斜率一定相同,故 D 错误。故本题选 C。

4.A

提示 随着温度的升高,辐射强度增加,辐射强度的极大值向着波长较短的方向移动,A 正确,B、C、D 错误。

5.C

提示 处于第一激发态时 $n=2$, 故其能量 $E_2 = -\frac{E_1}{4}$,

电离时吸收的能量 $\Delta E = 0 - E_2 = -\frac{E_1}{4}$, 而光子能量 $\Delta E =$

$\frac{hc}{\lambda}$, 则解得 $\lambda = \frac{-4hc}{E_1}$, C 正确。

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



扫码获取报纸
相关内容课件

质量亏损为 $\Delta m = m_1 - m_2 = 0.0255 \text{ u}$

根据爱因斯坦质能方程得释放的能量为

$\Delta E = 0.0255 \times 931.5 \text{ MeV} \approx 23.75 \text{ MeV}$;

(3)根据爱因斯坦质能方程得太阳每秒减少的质量为

$\Delta m' = \frac{\Delta E'}{c^2} = \frac{3.8 \times 10^{26}}{(3 \times 10^8)^2} \text{ kg} \approx 4.2 \times 10^9 \text{ kg}$ 。

第12期

3版章节测试

一、选择题

1.A

提示 卢瑟福发现了质子并提出了原子的核式结构模型,B、D 错误;贝克勒尔发现了天然放射现象说明原子核有复杂结构,C 错误。本题 A 正确。

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 ${}^9\text{B} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{13}_6\text{N} + {}^1_0\text{n}$, ${}^{13}_6\text{N} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{e}$, 选项 A 正确。

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 由于动量守恒,反冲核和 α 粒子的动量大小相等,由 $E_k = \frac{p^2}{2m} \propto \frac{1}{m}$, 它们的动能之比为 4:218,因此衰变释放的总能量是 $\frac{222}{218} \cdot E_{\alpha}$, $\Delta m = \frac{222}{218} \cdot \frac{E_{\alpha}}{c^2}$, 故 C 正确。A、B、D 错误。

6.A

提示 与裂变相比,核聚变有下面的几个优势:(1)安全、清洁、辐射少;(2)核燃料储量多;(3)核废料易处理。但核聚变不易控制,其发电还没有投入实际运行。A 正确。

7.B

提示 该核反应是核裂变,不是人工转变,故 A 错误;核反应方程 ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + x{}_0^1\text{n}$ 中根据质量数守恒,有 $235 + 1 = 144 + 89 + x$, 解得 $x = 3$; 根据爱因斯坦质能方程,该反应放出能量为 $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = (m_1 + m_2 - m_3 - m_4 - 3m_0)c^2 = (m_1 - m_3 - m_4 - 2m_0)c^2$, 故 B 正确,C 错误;该核反应生成两种放射性元素,核污染较大,故 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; 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;核反应中质量有亏损,而质量数是不变的,C 错;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 2.2MeV, 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.AC

提示 由 $r = \frac{mv}{qB}$ 可知,粒子的动能越小,圆周运动的

半径越小,结合粒子运动轨迹可知,粒子先经过 a 点,再经过 b 点,选项 A 正确;根据左手定则可以判断粒子带负电,选项 C 正确。

二、计算题

11. $2.5 \times 10^6 \text{ m}^3$

提示 由每分钟衰变次数与其质量成正比出发,运用半衰期知识可求出存水量。

设放射性同位素原有质量为 m_0 , 10 天后其剩余质量为 m , 水库存水量为 Q , 10 天后每立方米水中放射性元素的存量为 $\frac{m}{Q}$, 由每分钟衰变次数与其质量成正比

$\frac{m_0}{\frac{m}{Q}} = \frac{8 \times 10^7}{10}$, 即 $\frac{10Q}{8 \times 10^7} = \frac{m}{m_0}$, 由半衰期公式得

$m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$

由以上两式联立代入数据得

$\frac{10Q}{8 \times 10^7} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{10}{2}} = \left(\frac{1}{2}\right)^5$

解得水库的存水量为 $Q = 2.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。

12. (1) 释放核能 7.97MeV

(2) 7.97MeV 2.66MeV

(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: ${}^1_1\text{H} + 2{}_0^1\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He}$, 反应前各核子总质量为 $m_p + 2m_n = 1.007277 \text{ u} + 2 \times 1.008665 \text{ u} = 3.024607 \text{ u}$ 反应后新核的质量为 $m_{\text{He}} = 3.016050 \text{ u}$ 质量亏损为 $\Delta m = 3.024607 \text{ u} - 3.016050 \text{ u} = 0.008557 \text{ u}$ 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

$\Delta E = \Delta m \times 931.5 \text{ MeV} = 0.008557 \times 931.5 \text{ MeV} \approx 7.97 \text{ MeV}$;

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

它的比结合能为 $\frac{\Delta E}{3} \approx 2.66 \text{ MeV}$;

(3) 放出光子的频率为

$\nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{7.97 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} \text{ Hz} \approx 1.92 \times 10^{21} \text{ Hz}$ 。

13. (1) 质量数为 136, 电荷数为 38

(2) $2.7 \times 10^6 \text{ kg}$

(3) $1.1 \times 10^4 \text{ t}$

(4) 见提示

提示 (1) 根据电荷数守恒和质量数守恒可得,质量数为 136, 电荷数为 38;

(2) 该反应的质量亏损是

$\Delta m = 235.0439 \text{ u} + 1.0087 \text{ u} - 89.9077 \text{ u} - 135.9072 \text{ u} - 10 \times 1.0087 \text{ u} = 0.1507 \text{ u}$

根据爱因斯坦方程

$\Delta E = \Delta mc^2 = 0.1507 \times 1.66 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 2.3 \times 10^{11} \text{ J}$

核电站每年放出的热量

$Q = P \cdot t = 1.0 \times 10^6 \times 3.6 \times 10^5 \times 24 \times 365 \text{ J} = 3.2 \times 10^{16} \text{ J}$

则由题意知 $Q = \frac{m \cdot 2\%}{0.235} \cdot \Delta E \cdot N_A$

$m = \frac{Q \cdot 0.235}{\Delta E \cdot N_A \cdot 2\%}$

$= \frac{3.2 \times 10^{16} \times 0.235}{2.3 \times 10^{21} \times 6.02 \times 10^{23} \times 0.02}$

$\approx 2.7 \times 10^6 \text{ kg}$;

(3) 根据煤的燃烧值计算可得,消耗煤的质量为

$1 \times 10^6 \times 365 \times 24 \times \frac{3600}{2.93 \times 10^7} \text{ t} = 1.1 \times 10^4 \text{ t}$;

(4) 核反应堆外面需要修建很厚的水泥保护层,用来屏蔽射线;对放射性废料,要装入特制的容器,埋入地层深处进行处理。

8. BC

提示 铀核裂变有多种裂变的方式,但是每一种都要有中子的参与,即反应方程的前面也要有中子,故核反应方程为 ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$, 故 A 错误;质子、中子、 α 粒子的质量分别为 m_1, m_2, m_3 , 两个质子和两个中子结合成一个 α 粒子,减小的质量是 $(2m_1 + 2m_2 - m_3)$, 根据质能方程得,释放的能量是 $(2m_1 + 2m_2 - m_3)c^2$, 故 B 正确;根据质量数和电荷数守恒知 $238 - 206 = 4 \times 8$, 发生 8 次 α 衰变; $92 = 82 + 2 \times 8 - 6$, 发生 6 次 β 衰变, β 衰变的实质即为中子转化为质子同时释放电子,所以有 6 个中子转变成质子,故 C 正确;一个处于 $n=5$ 能级态的氢原子,自发向低能级跃迁的过程中最多能够辐射 4 种不同频率的电磁波,故 D 错误。

二、计算题

9. (1) ${}_{28}^{64}\text{Ni} \rightarrow {}_{29}^e + {}_{29}^{64}\text{Cu}$

(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

${}_{28}^{64}\text{Ni} \rightarrow {}_{29}^e + {}_{29}^{64}\text{Cu}$;

(2) 设衰变后铜核的速度为 v

由动量守恒有 $mv_0 = (M - m)v$

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

由质能方程有 $\Delta E = \Delta mc^2$

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

10. (1) $\frac{2}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$ (2) 1: $\sqrt{2}$: $\sqrt{3}$

提示 (1) 离子在电场中被加速时,由动能定理得

$qU = \frac{1}{2}mv^2$

进入磁场时,洛伦兹力提供向心力,则 $qvB = \frac{mv^2}{r}$

又 $x = 2r$

由以上三式得 $x = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$;

(2) 氢的三种同位素的质量数分别为 1、2、3, 由(1)结果知,

$x_1^2 : x_2^2 : x_3^2 = \sqrt{m_1} : \sqrt{m_2} : \sqrt{m_3} = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$ 。

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,

法可知,C 错误,D 正确。

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氦核时发生聚变反应,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 $\Delta m=\frac{\Delta E}{\Delta c^2}=\frac{4\times 10^{26}}{9\times 10^{16}}\text{kg}\approx 4.4\times 10^9\text{kg}$,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.BD

提示 重核裂变为两个中等质量的核时平均要放出 2 个或 3 个中子,裂变释放的能量比俘获中子的能量大,故 C 错误;质子数不变,中子数会减少,故 B 正确;重核裂变的产物是多种多样的,故 A 错误,D 正确。

2.AB

提示 铀棒是核燃料,裂变时可放出能量,故 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 6000℃的高温。

5.B

提示 聚变反应的比结合能大于裂变反应的比结合能,但参与的核子数目裂变大于聚变,故聚变反应释放的总能量不一定多,故 A、C 错误,B 正确;由于聚变反应释放能量,发生质量亏损,故聚变后核的质量减少,故 D 错误。

6.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

7.(1) ${}^1_1\text{H}+{}^1_1\text{H}\rightarrow{}^2_1\text{He}+\text{n}$

(2)3.26 MeV (3)0.45 MeV

提示 (1)核反应方程为 ${}^1_1\text{H}+{}^1_1\text{H}\rightarrow{}^2_1\text{He}+\text{n}$;
(2)质量亏损为 $\Delta m=2.0136\times 2\text{u}-(3.0150\text{u}+1.0087\text{u})=0.0035\text{u}$,释放的核能为 $\Delta E=\Delta mc^2=0.0035\times 931.5\text{MeV}\approx 3.26\text{MeV}$;

物理 新入教

(2)能以最长时间到达 A 板的光电子,是离开 B 板时的初速度为零或运动方向平行于 B 板的光电子。

$$\text{则 } d=\frac{1}{2}at^2=\frac{Ue^2}{2dm}$$

$$\text{解得 } t=d\sqrt{\frac{2m}{Ue}}。$$

第 11 期

2 版随堂练习

§5.1 原子核的组成

1.D

提示 自从贝克勒尔发现天然放射现象,科学家对放射性元素、射线的组成,产生的原因进行了大量的研究,逐步认识到原子核的复杂结构,选项 D 正确。

2.C

提示 α 射线穿透能力最弱,不能穿透比较厚的黑纸,故①为 α 射线, γ 射线穿透能力最强,能穿透铝板和铅板,故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②是 β 射线,故 C 正确。

3.A

提示 它们是氢的同位素,所以它们的质子数相等,故 A 正确;原子的核外电子数与质子数相等,所以它们的核外电子数相等,故 B 错误;核子数即为质子数、中子数之和,也叫质量数,所以它们的核子数不相等,故 C 错误;左上角数字为质量数,左下角数字为质子数,所以它们的质子数相等而质量数不相等,因而其中子数不相等,故 D 错误。故选 A。

4.AC

提示 同位素是同一种元素,故质子数、核外电子数及化学性质相同,但中子数不同,故 A、C 正确,B、D 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 同位素应具有相同的质子数, ${}^{32}_{16}\text{P}$ 和 ${}^{32}_{15}\text{X}$ 不是同位素,不具有相同的化学性质,A、B 错误;元素的半衰期与其所处的状态无关,C 错误;放射性同位素可作为示踪原子,D 正确。

4.AC

提示 由核反应中电荷数和质量数守恒可知,选项 A 正确,B 错误;由动量守恒定律求得硅原子速度的数量级为 10^3m/s ,选项 D 错误,C 正确。

§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.BD

提示 两个中等质量的原子核结合成重核的过程,核子的比结合能减少,整个过程将要吸收能量,A 错误;质量较大的重核分裂成中等质量的原子核,是上述过程的逆过程,显然是放出能量的,B 正确;根据同样的方

提示 增大入射光强度,单位时间内照射到单位面积的光电子数增加,则光电流将增大,故选项 A 正确;光电效应是否发生取决于照射光的频率,而与照射强度无关,故选项 B 错误;用频率为 ν 的光照射光电管阴极,发生光电效应,用频率较小的光照射时,若光的频率仍大于极限频率,则仍会发生光电效应,选项 C 错误;

根据 $h\nu-W_0=\frac{1}{2}mv^2$ 可知,增加照射光频率,光电子的最大初动能也增大,故选项 D 正确。

10.D

提示 由爱因斯坦光电效应方程 $E_k=h\nu-W_0$ 可知,当 $E_k=0$ 时, ν_c 即为某金属的截止频率;当 $\nu=0$ 时, $E_k=-W_0$,可见 W_0 的绝对值就是该金属对应的逸出功;而该直线的斜率 $k=h$ 即为普朗克常量。故选项 A、B、C 正确,D 错误。

二、计算题

11.(1)能使钠、钾、铷能发生光电效应

(2)铷 $1.56\times 10^{-19}\text{J}$

提示 (1)由 $E=h\nu,\nu=\frac{c}{\lambda}$ 知

$$E=h\frac{c}{\lambda_{\text{max}}}\approx 4.97\times 10^{-19}\text{J}$$

根据 $E>W_0$ 时可发生光电效应,判断出能使钠、钾、铷能发生光电效应;

(2)由爱因斯坦光电效应方程 $E_k=E-W_0$ 可知, E 越大, W_0 越小,逸出的光电子初动能越大,所以照射金属铷时,逸出的光电子最大初动能最大,将 $E=4.97\times 10^{-19}\text{J}$ 和 $W_0=3.41\times 10^{-19}\text{J}$ 代入可得

$$E_{k\text{max}}=1.56\times 10^{-19}\text{J}。$$

12.(1) $1.3\times 10^4\text{A}$

(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

$$\frac{ke^2}{r_2^2}=\frac{4\pi^2mr_2}{T^2} \quad \text{①}$$

其中 $r_2=4r_1$

根据电流强度的定义

$$I=\frac{e}{T} \quad \text{②}$$

$$\text{由①②得 } I=\frac{e^2}{16\pi r_1}\sqrt{\frac{k}{mr_1}} \quad \text{③}$$

将数据代入③得 $I\approx 1.3\times 10^4\text{A}$;

(2)由于钠的极限频率为 $6.00\times 10^{14}\text{Hz}$,则使钠发生光电效应的光子的能量至少为

$$E_0=h\nu=\frac{6.63\times 10^{-34}\times 6.00\times 10^{14}}{1.6\times 10^{-19}}\text{eV}\approx 2.486\text{eV}$$

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。

$$13.(1)eU+\frac{hc}{\lambda}-W_0$$

$$(2)d\sqrt{\frac{2m}{Ue}}$$

提示 (1)根据爱因斯坦光电效应方程得

$$E_k=h\nu-W_0$$

$$\text{光子的频率为 } \nu=\frac{c}{\lambda}$$

$$\text{所以光电子的最大初动能为 } E_k=\frac{hc}{\lambda}-W_0。$$

能以最短时间到达 A 板的光电子,是初动能最大且垂直于板面离开 B 板的电子,设到达 A 板的动能为 E_{k1} ,由动能定理,得 $eU=E_{k1}-E_k$

$$\text{所以 } E_{k1}=eU+\frac{hc}{\lambda}-W_0;$$

③ 两能级的能量差,选项 B 错误;从 $n=3$ 向低能级跃迁时,可以是 $3\rightarrow 2$ 、 $2\rightarrow 1$ 或者是 $3\rightarrow 1$,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.AC

提示 要发生光电效应入射光的频率大于极限频率,故波长应小于极限波长可得 A 对、B 错;要想使效果明显,则 P 接正极。

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。

9.A

提示 处于基态的氢原子被一束单色光照射后,共发出三种频率分别为 ν_1 、 ν_2 、 ν_3 的光子,说明电子由基态跃迁到了 $n=3$ 的定态,由 $n=3$ 的定态跃迁到基态,可以发出三种频率的光子,由 $\nu_1>\nu_2>\nu_3$ 可知,频率为 ν_1 的光子是由 $n=3$ 的定态直接跃迁到基态的,其能量与入射光子的能量相等,频率为 ν_2 的光子是由 $n=2$ 的定态跃迁到基态的,频率为 ν_3 的光子是由 $n=3$ 的定态跃迁到 $n=2$ 的定态的,所以入射光子的能量为 $h\nu_1$ 或者 $h(\nu_2+\nu_3)$,故 A 正确,B、C、D 错误。故选 A。

二、填空题

10.4.27×10¹⁴Hz 普朗克常量 h 1.77eV

提示 由图可知该金属的极限频率为 $4.27\times 10^{14}\text{Hz}$,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 $E_k=h\nu-W_0$ 可知图像的斜率为 h 。

三、计算题

$$11.\frac{hc}{4\lambda}$$

提示 由光电效应方程 $E_k=h\frac{c}{\lambda}-W_0$,可得

$$E_{k1}=h\frac{c}{2\lambda}-W_0$$

$$E_{k2}=h\frac{c}{\lambda}-W_0$$

$$E_{k1}:E_{k2}=1:3$$

以上各式联立得

$$W_0=\frac{hc}{4\lambda}$$

$$\text{故金属板的逸出功为 } \frac{hc}{4\lambda}。$$

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;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)13.6eV (2)−27.2eV

(3)9.14×10^{−9}m

提示 (1)设处于基态的氢原子核外电子速度大小为 v_1 ,则 $k\frac{e^2}{r_1^2}=\frac{mv_1^2}{r_1}$,所以电子动能

$$E_{k1}=\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{ke^2}{2r_1}$$

$$=\frac{9\times 10^9\times (1.6\times 10^{-19})^2}{2\times 0.53\times 10^{-10}\times 1.6\times 10^{-19}}\text{eV}$$

$\approx 13.6\text{eV}$;

(2)因为 $E_k=E_{k1}+E_{k2}$,所以 $E_{k2}=E_k-E_{k1}=-13.6\text{eV}-13.6\text{eV}=-27.2\text{eV}$;

(3)设用波长为 λ 的光照射可使氢原子电离 $\frac{hc}{\lambda}=0-E_1$

$$\text{所以 } \lambda=\frac{hc}{E_1}=\frac{-6.63\times 10^{-34}\times 3\times 10^8}{-13.6\times 1.6\times 10^{-19}}\text{m}\approx 9.14\times 10^{-8}\text{m}。$$

第 10 期

3 版章节测试

一、选择题

1.C

提示 一般物体的热辐射强度除与温度有关之外,还与材料、表面状态有关,A 错误;黑体可以辐射可见光,不一定是黑的,B 错误;由黑体辐射的实验规律知,C 正确,D 错误。

2.C

提示 光具有波粒二象性,故 A 错误;电子是组成原子的基本粒子,有确定的静止质量,是一种物质实体,速度可以低于光速,光子代表着一份能量,没有静止质量,速度永远是光速,故 B 错误;光的波长越长,波动性越明显,波长越短,其粒子性越显著,故 C 正确;大量光子运动的规律表现出光的波动性,故 D 错误。

3.D

提示 在光电效应中,若照射光的频率小于极限频率,无论光照时间多长,光照强度多大,都无光电流,当照射光的频率大于极限频率时,立刻有光电子产生,A、B 错误,D 正确;由 $-eU_c=0-E_k$ 、 $E_k=h\nu-W$,可知 $U_c=\frac{h\nu-W}{e}$,即遏止电压与入射光频率 ν 有关,但二者间不是正比关系,C 错误。

4.B

提示 阴极射线是原子受激发射出的电子流,A、C 错误,B 正确;电子带电荷量与氢原子相同,但质量是氢原子的 $\frac{1}{1836}$,故阴极射线的比荷比氢原子大,D 错误。

5.AB

提示 该金属的截止频率为 ν_c ,则可知逸出功 $W_0=h\nu_c$,逸出功由金属自身的性质决定,与照射光的频率无关,因此 C 错误;由光电效应的实验规律可知 A 正确;由光电效应方程 $E_k=h\nu-W_0$,将 $W_0=h\nu_c$ 代入可知 B 正确,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.A

提示 由 $\frac{hc}{\lambda_1}=\frac{hc}{\lambda_2}+\frac{hc}{\lambda}$,解得 $\lambda=\frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_2-\lambda_1}$,选项 A 正确。

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.AD