



“红师行动”——2018 军队文职备考计划

数学 2+物理专业科目练习题

物理部分 第六篇 量子物理基础



课程报名电话：400-848-8001

红师教育军队文职教研中心

2018 年 8 月



第一章 波粒二象性

第一节 黑体辐射问题与能量子假说

1. 以下结论，能正确解释黑体辐射实验规律的是（ ）
 - A. 能量的连续经典理论
 - B. 普朗克提出的能量量子化理论
 - C. 以上两种理论体系任何一种都能解释
 - D. 牛顿提出的微粒说
2. 关于辐射，下列几种表述中的正确是（ ）
 - A. 只有高温物体才有辐射
 - B. 低温物体只吸收辐射
 - C. 物体只有吸收辐射时才向外辐射
 - D. 任何物体都有辐射
3. 普朗克在解决黑体辐射时提出了（ ）
 - A. 能量子假设
 - B. 光量子假设
 - C. 定态假设
 - D. 自旋假设
4. 黑体辐射中的紫外灾难表明（ ）
 - A. 黑体在紫外线部分辐射无限大的能量
 - B. 黑体在紫外线部分不辐射能量
 - C. 经典电磁场理论不适用于黑体辐射公式
 - D. 黑体辐射在紫外线部分才适用于经典电磁场理论
5. 所谓绝对黑体，是指（ ）
 - A. 不吸收不反射任何光的物体
 - B. 不反射不辐射任何光的物体
 - C. 不辐射而能全部吸收所有光的物体
 - D. 不反射而能全部吸收所有光的物体
6. 若一黑体的绝对温度增加一倍，则它的总辐射能是原来的（ ）
 - A. 4 倍
 - B. 8 倍
 - C. 16 倍
 - D. 32 倍
7. 物理学上用紫外灾难形容经典理论的困境，其具体内容指（ ）

- A. 维恩线在短波波段与实验值的巨大差异
B. 瑞利-金斯线在短波波段与实验值的巨大差异
C. 维恩线在长波波段与实验值的巨大差异
D. 瑞利-金斯线在长波波段与实验值的巨大差异
8. 下列不属于普朗克能量量子化假说的是 ()
A. 辐射黑体分子、原子的振动可看作谐振子
B. 谐振子可以发射和吸收辐射能，其状态不一定是分立的
C. 谐振子的能量并不象经典物理学所允许的可具有任意值
D. 谐振子的最小能量称为能量子
9. 下列说法正确的是 ()
A. 只有温度高的物体才会有热辐射
B. 黑体可以从外界吸收能量，也可以向外界辐射能量
C. 黑体也可以看起来很明亮，是因为黑体也可以有较强的辐射
D. 物体辐射电磁波的能力除与温度有关外，还与其种类和表面状况有关
10. 根据黑体辐射的实验规律，以下判断正确的是 ()
A. 随温度升高，各种波长的辐射强度都有降低
B. 随温度降低，各种波长的辐射强度都有增加
C. 随温度升高，辐射强度的极大值向波长较短的方向移动
D. 随温度降低，辐射强度的极大值向波长较长的方向移动

习题解析

1. 【答案】B。解析：本题考查对普朗克能量量子理论的理解。
2. 【答案】D。解析：本题主要考查对热辐射概念的理解。
3. 【答案】A。解析：本题属于基础知识，普朗克为了解释黑体辐射实验规律提出了能量子假设。
4. 【答案】A。解析：紫外灾难，是指瑞利-金斯定律在辐射频率趋向于无限大时计算结果和实验数据无法吻合。
5. 【答案】D。解析：绝对黑体是能吸收所有光而不发生反射和透射。
6. 【答案】C。解析：根据斯特藩-玻尔兹曼定律，总辐射能与绝对温度的四次方成正比。
7. 【答案】B。解析：参照本节第 4 题答案解答。

8. 【答案】B。解析：谐振子可以发射和吸收辐射能，其状态是分立的。

9. 【答案】D。解析：根据黑体的定义知 B、C 错误。任何温度的物体都存在热辐射，故 A 错误。

10. 【答案】C。解析：随温度升高，各种波长的辐射强度都有增加。故 A、B 错误。根据维恩位移定律，C 正确。

第二节 光子、光的波粒二象性

1. 光电效应中，从同一金属逸出的电子动能的最大值（ ）

- A. 只跟入射光的频率有关
- B. 只跟入射光的强度有关
- C. 跟入射光的频率和强度都有关
- D. 除跟入射光的频率和强度有关外，还和光照时间有关

2. 下列有关光的波粒二象性的说法中，正确的是（ ）

- A. 有的光是波，有的光是粒子
- B. 光子与电子是同样的一种粒子
- C. 光的波长越长，其波动性越显著；波长越短，其粒子性越显著
- D. 大量光子的行为往往显示出粒子性

3. 关于光电效应，以下说法正确的是（ ）

- A. 光电子的最大初动能与入射光的频率成正比
- B. 光电子的最大初动能越大，形成的光电流越强
- C. 能否产生光电效应现象，决定于入射光光子的能量是否大于或等于金属的逸出功

D. 用频率是 ν_1 的绿光照射某金属发生了光电效应，改用频率是 ν_2 的黄光照射该金属一定不发生光电效应

4. 关于光的性质，下列叙述中正确的是（ ）

- A. 在其他同等条件下，光频率越高，衍射现象越容易看到
- B. 频率越高的光，粒子性越显著；频率越低的光，波动性越显著
- C. 大量光子产生的效果说明光的波动性，个别光子产生的效果只显示粒子性

性

D. 如果让光子一个一个地通过狭缝后，它们的轨迹是相同的

5. 在康普顿效应中，波长为 λ_0 的入射光子与静止的自由电子碰撞后反向弹回，而散射光子的波长变为 λ ，则反冲电子获得的动能为（ ）

- A. $hc(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda})$ B. $hc(\frac{1}{\lambda_0} + \frac{1}{\lambda})$ C. $hc\frac{\lambda_0\lambda}{\lambda_0 + \lambda}$ D. $hc\frac{\lambda_0 + \lambda}{\lambda_0\lambda}$

6. 在康普顿效应实验中，若散射光波长是入射光波长的 1.2 倍，则散射光子能量 ε 与反冲电子动能 E_k 之比 ε/E_k 为（ ）

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

7. 光子能量为 0.5 MeV 的 x 射线，入射到某种物质上而发生康普顿散射，若反冲电子的能量为 0.1 MeV，则散射光波长的改变量 $\Delta\lambda$ 与入射光波长 λ_0 的比值为（ ）

- A. 0.20 B. 0.25 C. 0.30 D. 0.35

8. 某金属的截止频率为 ν ，今以波长为 λ 的光照射，求该金属放出光电子的初速度可表示为（ ）

- A. $\sqrt{\frac{h}{2m}(\frac{c}{\lambda} + \nu)}$ B. $\sqrt{\frac{2h}{m}(\frac{c}{\lambda} + \nu)}$

- C. $\sqrt{\frac{h}{2m}(\frac{c}{\lambda} - \nu)}$ D. $\sqrt{\frac{2h}{m}(\frac{c}{\lambda} - \nu)}$

9. 光电效应中光电子的初动能与入射光的关系是（ ）

- A. 与入射光的频率成正比
 B. 与入射光的强度成正比
 C. 与入射光的频率成线性关系
 D. 与入射光的强度成线性关系

10. 用两束频率、光强都相同的紫光照射到两种不同的金属表面上，产生光电效应，下列表述正确的是（ ）

- A. 两种情况下的红限频率相同
 B. 逸出电子的初动能相同
 C. 在单位时间内逸出的电子数相同
 D. 遏止电压相同

习题解析

1. 【答案】A。解析：根据光电效应方程： $h\nu = \frac{1}{2}mv_m^2 + W$ ，光电子最大初动能取决于入射光的频率，故选项 A 正确。

2. 【答案】C。解析：一切光都具有波粒二象性，光的有些行为(如干涉、衍射、偏振)表现出波动性，有些行为(如光电效应、康普顿效应)表现出粒子性，所以不能说有的光是波，有的光是粒子，而是光具有波粒二象性。波长越长，其波动性越显著；波长越短，其粒子性越显著；大量光子表现出波动性，少量光子显示出粒子性。故答案选 C。

3. 【答案】C。解析：本题主要考查对光电效应方程的理解。可参照 $h\nu = \frac{1}{2}mv_m^2 + W$ 。

4. 【答案】B。解析：光的波粒二象性是光的本质属性。频率越高的光，粒子性越显著；频率越低的光，波动性越显著。

5. 【答案】A。解析：由 $h\nu_0 + m_0c^2 = h\nu + mc^2$ ，得 $mc^2 - m_0c^2 = h\nu_0 - h\nu$ ，其中 $mc^2 - m_0c^2$ 为反冲电子获得的动能 E_k ，因此 $E_k = h\nu_0 - h\nu = hc(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda})$ 。

6. 【答案】D。解析：由康普顿效应的能量守恒公式： $h\nu_0 + m_0c^2 = h\nu + mc^2$ 可得：

$$\begin{aligned} \frac{\varepsilon}{E_k} &= \frac{h\nu}{E_k} = \frac{h\nu}{mc^2 - m_0c^2} = \frac{h\nu}{h(\nu_0 - \nu)} = \frac{\nu}{\nu_0 - \nu} \\ &= \frac{\lambda_0}{\lambda - \lambda_0} = \frac{1}{\lambda/\lambda_0 - 1} = \frac{1}{1.2 - 1} = 5 \end{aligned}$$

7. 【答案】B。解析：本题考查康普顿效应。根据入射光子能量 $E_0 = hc/\lambda_0$ ，由能量守恒定律，散射光子能量为： $hc/\lambda = hc/\lambda_0 - E_k$ ，则散射光波长为 $\Delta\lambda/\lambda_0 = (5/4\lambda_0 - \lambda_0)/\lambda_0 = 0.25$ 。

8. 【答案】D。解析：根据光电效应的爱因斯坦方程： $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$ ，代入已知条件可得电子的初速度 $v = \sqrt{\frac{2h}{m}(\frac{c}{\lambda} - \nu)}$ 。

9. 【答案】C。解析：根据光电效应的爱因斯坦方程： $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$ 。

10. 【答案】C。解析：根据 $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$ ，可排除 A、B、D 三选项是错误的，光强越大，光子数量越多，单位时间内产生的光电子数也越多。

第三节 原子结构的玻尔理论

1. 根据玻尔理论，氢原子系统的总能量就是（ ）
- A. 原子系统的静电势能之总和
B. 电子运动动能之总和
C. 电子的静电势能与运动动能之总和
D. 原子系统的静电势能与电子运动动能之总和
2. 氢原子辐射出一个光子后，根据玻尔理论，以下说法正确的是（ ）
- A. 电子的动能减少，电势能增大
B. 电子的动能增大，电势能减小
C. 电子绕核旋转的半径减小，周期变大
D. 电子绕核旋转的半径增大，周期变小
3. 根据玻尔的理论，氢原子中电子在 $n=5$ 的轨道上的角动量与在第一激发态的角动量之比为（ ）
- A. $5/2$ B. $5/3$ C. $5/4$ D. 5
4. 根据玻尔的理论，巴耳末线系中谱线最小波长与最大波长之比为（ ）
- A. $5/9$ B. $4/9$ C. $7/9$ D. $2/9$
5. 氢原子光谱的巴耳末系中波长最大的谱线用 λ_1 表示，其次波长用 λ_2 表示，则它们的比值 λ_1/λ_2 为（ ）
- A. $9/8$ B. $16/9$ C. $27/20$ D. $20/27$
6. 根据玻尔的理论，氢原子中电子在 $n=4$ 的轨道上运动的动能与在基态的轨道上运动的动能之比为（ ）
- A. $1/4$ B. $1/8$ C. $1/16$ D. $1/32$
7. 根据玻尔氢原子理论，氢原子中的电子在第一和第三轨道上运动速率之比 v_1/v_3 是（ ）
- A. $1/3$ B. $1/9$ C. 3 D. 9
8. 将处于第一激发态的氢原子电离，需要的最小能量为（ ）
- A. 13.6 eV B. 3.4 eV C. 1.5 eV D. 5.2 eV
9. 根据玻尔氢原子理论，若大量氢原子处于主量子数 $n=5$ 的激发态，则跃迁辐射的谱线条数和属于巴耳末系的谱线的条数分别为（ ）

- A. 3, 3 B. 5, 3 C. 6, 3 D. 10, 3

10. 氢原子光谱中最短波长的谱线应是 ()

- A. 巴尔末系的最后一条谱线
 B. 赖曼系的最后一条谱线
 C. 赖曼系的第一条谱线
 D. 帕邢系的第一条谱线

习题解析

1. 【答案】D. 解析：由玻尔的氢原子理论，氢原子的总能量是系统的静电势能和电子动能之和。

2. 【答案】B. 解析：氢原子的核外电子跃迁到低能级时在离核较近的轨道上运动，半径变小，速度变大，电子绕核运动的周期变小。动能变大，因总能量等于其动能和电势能之和，故知电子的电势能减小。

3. 【答案】A. 解析：根据玻尔的理论，氢原子中电子的轨道上角动量满足： $L = n\hbar$ $n=1, 2, 3, \dots$ 又因为“第一激发态”相应的量子数为 $n=2$ ，因此答案选择 A。

4. 【答案】A. 解析：由巴耳末系的里德伯公式： $\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $n=3, 4, 5, \dots$ ，可知对应于最大波长 λ_{\max} ， $n=3$ ；对应于最小波长 λ_{\min} ， $n=\infty$ 。因此有： $\lambda_{\max} = \frac{36}{5R_H}$ ； $\lambda_{\min} = \frac{4}{R_H}$ ， $\lambda_{\min}/\lambda_{\max} = 4 \times 5/36 = 5/9$ 。

5. 【答案】C. 解析：由氢原子光谱的里德伯公式，对巴耳末系有： $\lambda = \frac{1}{R_H} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right)^{-1}$ ， $n=3, 4, 5, \dots$ ，对波长最大的谱线用 λ_1 ， $n=3$ ；对其次

波长用 λ_2 ， $n=4$ 。因此有： $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{4^2} \right) / \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{3^2} \right) = \frac{36 \times 3}{16 \times 5} = \frac{27}{20}$ 。

6. 【答案】C. 解析：根据玻尔的理论，氢原子中电子的动能、角动量和轨道半径分别为： $E_k = \frac{P^2}{2m}$ ； $L = r_n P = n\hbar$ ； $r_n = n^2 r_1$ ；所以电子的动能与量子数 n^2 成反比，题给的两种情况下电子的动能之比 $1^2/4^2=1/16$ 。

7. 【答案】C。解析：根据公式： $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$ ， n 分别代入 1 和 3，得：

$$\frac{E_1}{E_3} = \frac{\frac{1}{2}mv_1^2}{\frac{1}{2}mv_3^2} = \frac{3^2}{1^2} = 9 \text{ 即 } \frac{v_1}{v_3} = 3。$$

8. 【答案】B。解析：由 $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$ ，第一激发态 $n=2$ ，得 $E_2 = -3.4\text{eV}$ ，

设氢原子电离需要的能量为 E'_2 ，当 $E_2 + E'_2 > 0$ 时，氢原子发生电离，得

$E'_2 > 3.4\text{eV}$ ，因此最小能量为 3.4eV 。

9. 【答案】D。解析：根据氢原子辐射跃迁的规则， n 从 5 到 4、3、2、1，从 4 到 3、2、1，从 3 到 2、1，从 2 到 1，一共有 10 条；巴尔末系 $k=2$ ，从 5 到 2，从 4 到 2，从 3 到 2，一共有 3 条。

10. 【答案】B。解析：波长最短的谱线光子的能量最大，对应于从 $n=\infty$ 到 $n=1$ 能级的跃迁，所以它是赖曼系的最后一条谱线。

第四节 实物粒子的波动性、物质波

1. 下列说法中正确的是（ ）

- A. 物质波是机械波
- B. 只有像电子、质子、中子这样的微观粒子才具有波动性
- C. 德布罗意认为，任何一个运动着的物体，小到电子、质子，大到行星、太阳，都有一种波和它对应，这种波叫物质波
- D. 宏观物体运动时，看不到它的衍射或干涉现象，所以宏观物体运动时不具有波动

2. 关于物质波以下说法正确的是（ ）

- A. 实物粒子具有粒子性，在任何条件下都不可能表现出波动性
- B. 宏观物体不存在对应波的波长
- C. 电子在任何条件下都能表现出波动性
- D. 微观粒子在一定条件下能表现出波动性

3. 在历史上，最早证明了德布罗意波存在的实验是（ ）

- A. 弱光衍射实验
B. 电子束在晶体上的衍射实验
C. 弱光干涉实验
D. 以上都不正确

4. 关于物质波，下列说法正确的是()

- A. 速度相等的电子和质子，电子的波长长
B. 动能相等的电子和质子，电子的波长短
C. 动量相等的电子和中子，中子的波长短
D. 甲电子速度是乙电子的 3 倍，甲电子的波长也是乙电子的 3 倍

5. 关于物质波，下列说法错误的是()

- A. 电子衍射图样证明了物质波的正确性
B. 粒子的动量越大，其波动性越易观察
C. 粒子的动量越小，其波动性越易观察
D. 电子衍射图样中电子束物质波的波长与金属晶格大小可以比拟

6. 关于物质波，下列认识中错误的是()

- A. 任何运动的物体(质点)都伴随一种波，这种波叫物质波
B. X 射线的衍射实验，证实了物质波假设是正确的
C. 电子的衍射实验，证实了物质波假设是正确的
D. 宏观物体尽管可以看做物质波，同样具有干涉、衍射等现象

7. 钠光谱线的波长是 λ ，设 h 为普朗克恒量， c 为真空中的光速，则此光子的()

- A. 能量为 $h\lambda/c$ B. 质量为 hc/λ C. 动量为 h/λ D. 频率为 λ/c

8. 根据德布罗意的假设()

- A. 辐射不能量子化，但粒子具有波的特性
B. 运动粒子同样具有波的特性
C. 波长非常短的辐射有粒子性，但长波辐射却不然
D. 长波辐射绝不是量子化的

9. 设氢原子的动能等于温度为 T 的热平衡状态时的平均动能，氢原子的质量为 m ，那么此氢原子的德布罗意波长为()

- A. $\lambda = h/\sqrt{3mkT}$ B. $\lambda = h/\sqrt{5mkT}$

C. $\lambda = \sqrt{3mkT}/h$ D. $\lambda = \sqrt{5mkT}/h$

10. 质量为 m 、带电量为 e 的电子显微镜中的电子从静止开始通过电势差为 U 的静电场加速后，其德布罗意波长为 λ ，则 U 可表示为（ ）

A. $\frac{h^2}{me\lambda^2}$ B. $\frac{h^2}{2me\lambda^2}$ C. $\frac{2me\lambda^2}{h^2}$ D. $\frac{me\lambda^2}{h^2}$

习题解析

1. 【答案】C。解析：实物粒子的波动性是物质的本质属性。选项 C 正确。

2. 【答案】D。解析：实物粒子的波动性是物质的本质属性。

3. 【答案】B。解析：1927 年由戴维孙和革末用电子束射到镍晶体上的衍射（散射）实验证实了电子的波动性。

4. 【答案】A。解析：由德布罗意公式可知，动量大的波长短。电子与质子的速度相等时，电子动量小，波长长。电子与质子动能相等时，由动量与动能的关系式 $P = \sqrt{2mE_k}$ 可知，电子的动量小，波长长。动量相等的电子和中子，其波长应相等。如果甲、乙两电子的速度远小于光速，甲的速度是乙的三倍，甲的动量也是乙的三倍，则甲的波长应是乙的 $1/3$ 。

5. 【答案】B。解析：衍射现象是波的特性，所以电子衍射图样可证明物质波是正确的，A 正确；由德布罗意公式知，动量越大，波长越小，不易发生衍射现象，所以 C 对，B 错误；发生明显衍射的条件是波长与障碍物尺寸相差不多或比障碍物大，所以 D 正确。

6. 【答案】B。解析：由于 X 射线本身就是一种波，而不是实物粒子，故 X 射线的衍射现象并不能证实物质波理论的正确性，即 B 选项错误。

7. 【答案】C。解析：本题主要考查德布罗意公式和能量公式。

8. 【答案】B。解析：实物粒子的波动性是物质的本质属性。根据普朗克能量量子观点知 A、C、D 的观点是错误的。

9. 【答案】A。解析：依题意，氢原子的动能应为： $E_k = \frac{3}{2}kT$ ，又因为氢原子的动量为： $P = \sqrt{2mE_k} = \sqrt{3mkT}$ ，由德布罗意公式可得： $\lambda = \frac{h}{P} = h/\sqrt{3mkT}$ 。

10. 【答案】B。解析：根据动能定理和德布罗意公式可得： $eU = E_k = \frac{P^2}{2m}$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2meU}} \text{ 整理可得: } U = \frac{h^2}{2me\lambda^2}。$$

本章练习题

- 关于光的波粒二象性的理解正确的是()
 - 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
 - 光在传播时是波, 而与物质相互作用时就转变成粒子
 - 高频光是粒子, 低频光是波
 - 波粒二象性是光的根本属性, 有时波动性显著, 有时粒子性显著
- 在下列各组所说的两个现象中, 都表现出光具有粒子性的是()
 - 光的折射现象、偏振现象
 - 光的反射现象、干涉现象
 - 光的衍射现象、色散现象
 - 光电效应现象、康普顿效应
- 已知某单色光照射到一金属表面产生了光电效应, 若此金属的逸出电势是 U_0 (使电子从金属逸出需作功 eU_0), 则此单色光的波长 λ 必须满足()
 - $\lambda \leq \frac{hc}{eU_0}$
 - $\lambda \geq \frac{hc}{eU_0}$
 - $\lambda \leq \frac{eU_0}{hc}$
 - $\lambda \geq \frac{eU_0}{hc}$
- 微观粒子满足不确定关系是由于()
 - 测量仪器精度不够
 - 粒子具有波粒二象性
 - 粒子线度太小
 - 粒子质量太小
- 质量为 m 、带电量为 q 的粒子经过电势差为 U 的电场加速后, 测得其德布罗意波长为 λ , 则关于 m 的表达式正确的是()
 - $m = \frac{h^2}{2qU\lambda^2}$
 - $m = \frac{h^2}{qU\lambda^2}$
 - $m = \frac{h}{2qU\lambda^2}$
 - $m = \frac{h}{qU\lambda^2}$
- 有关光电效应和康普顿效应的理解中, 正确的是()
 - 两种效应中电子与光子组成的系统都服从能量守恒定律和动量守恒定律
 - 光电效应是由于电子吸收光子能量而产生的, 而康普顿效应则是电子与光子的弹性碰撞过程
 - 两种效应都相当于电子与光子的弹性碰撞过程
 - 两种效应都属于电子吸收光子的过程
- 在下列关于光电效应的表述中, 正确的是()

- A. 任何波长的可见光照射到任何金属表面都能产生光电效应
- B. 若入射光的频率均大于一给定的金属的红限，则该金属分别受到不同频率的光照射时，释出的光电子的最大初动能也不同
- C. 若入射光的频率均大于一给定的金属的红限，则该金属分别受到不同频率、强度相等的光照射时，单位时间释出的光电子数一定相等
- D. 若入射光的频率均大于一给定的金属的红限，则当入射频率不变而强度增大一倍时，金属的饱和光电流不变
8. 光电效应中逸出光电子数的多少依赖于（ ）
- A. 入射光的强度和频率 B. 入射光的强度和相位
- C. 入射光的频率和相位 D. 入射光的振动方向和相位
9. 关于光的本性，下列说法中不正确的是（ ）
- A. 光电效应反映光的粒子性
- B. 光子的能量由光的强度所决定
- C. 光子的能量与光的频率成正比
- D. 光在空间传播时，是不连续的，是一份一份的，每一份叫做一个光子
10. 关于光电效应的规律，下列说法中正确的是（ ）
- A. 只有入射光的波长大于该金属的极限波长，光电效应才能产生
- B. 光电子的最大初动能跟入射光强度成正比
- C. 发生光电效应的反应时间一般都大于 10^{-7} s
- D. 发生光电效应时，单位时间内逸出的光电子数目与入射光强度成正比
11. 用一束紫外线照射某金属时不能产生光电效应，可能使该金属产生光电效应的措施是（ ）
- A. 改用频率更小的紫光照射
- B. 改用强度更大的原紫外线照射
- C. 改用 X 射线照射
- D. 延长原紫外线的照射时间
12. 关于光电效应，下列说法正确的是（ ）
- A. 极限频率越大的金属材料逸出功越大
- B. 只要光照射的时间足够长，任何金属都能产生光电效应
- C. 从金属表面出来的光电子的最大初动能越大，这种金属的逸出功越小

D. 入射光的光强一定时，频率越高，单位时间内逸出的光电子数就越多

13. 用强度和频率均相同的两束紫外线分别照射到表面积相同的两种金属

表面上，则它们在单位时间内（ ）

A. 逸出的光电子数相同，光电子的最大初动能也相同

B. 逸出的光电子数相同，光电子的最大初动能不同

C. 逸出的光电子数不同，光电子的最大初动能相同

D. 逸出的光电子数不同，光电子的最大初动能不同

14. 某金属产生光电效应的红限波长为 λ_0 ；现以波长为 λ ($\lambda < \lambda_0$) 的单色光照射该金属，金属释放出的电子（质量为 m_0 ）的动量大小为（ ）

A. $\sqrt{\frac{2m_0hc}{\lambda\lambda_0}}(\lambda_0 + \lambda)$

B. $\sqrt{\frac{m_0hc}{\lambda\lambda_0}}(\lambda_0 - \lambda)$

C. $\sqrt{\frac{2m_0hc}{\lambda\lambda_0}}(\lambda_0 - \lambda)$

D. $\sqrt{\frac{2m_0hc}{\lambda\lambda_0}}$

15. 光电效应的实验结论是：对于某种金属（ ）

A. 无论光强多强，只要光的频率大于极限频率就不能产生光电效应

B. 无论光的频率多低，只要光照时间足够长就能产生光电效应

C. 超过极限频率的入射光强度越弱，所产生的光电子的最大初动能就越小

D. 超过极限频率的入射光频率越高，所产生的光电子的最大初动能就越大

16. 光电效应实验中，下列表述正确的是（ ）

A. 光照时间越长光电流越大

B. 入射光足够强就可以有光电流

C. 遏止电压与入射光的频率无关

D. 入射光频率大于极限频率才能产生光电子

17. 静止质量不为零的微观粒子作高速运动，这时粒子物质波的波长 λ 与速度 v 有如下关系：（ ）

A. $\lambda \propto v$ B. $\lambda \propto \frac{1}{v}$ C. $\lambda \propto \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}$ D. $\lambda \propto \sqrt{c^2 - v^2}$

18. 如果粒子位置的不确定量等于其德布罗意波长，则有关速度不确定量的表达式正确的是（ ）

A. $\Delta v \leq v$ B. $\Delta v \geq v/2$ C. $\Delta v \leq v/2$ D. $\Delta v \geq v$

19. 在电子波的单缝衍射实验中,一束动量为 p 的电子,通过缝宽为 a 的狭缝,在距离狭缝为 R 处放置一荧光屏,则屏上电子衍射图样的中央明纹宽度 d 为

()

A. $\frac{2ha}{p}$

B. $\frac{2ha}{Rp}$

C. $\frac{2a^2}{R}$

D. $\frac{2Rh}{ap}$

20. 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,而频率保持不变,下列说法中正确的是()

A. 有可能不发生光电效应

B. 从光照射到金属表面上至发射出光电子之间的时间间隔将明显增加

C. 逸出的光电子的最大初动能将减小

D. 单位时间内从金属表面逸出的光电子数目将减少

习题解析

1. 【答案】D。解析: 本题考查对光的波粒二象性的理解。只有 D 的表述符合光的本质属性。

2. 【答案】D。解析: 本题主要考查有关光的粒子性的理解。光电效应现象、康普顿效应是光的粒子性的重要实验验证。

3. 【答案】A。解析: 红限频率与红限波长满足关系式可得: $\lambda_0 = \frac{hc}{eU_0}$, $\lambda \leq \lambda_0$ 才能发生光电效应, 所以答案选 A。

4. 【答案】B。解析: 本题考查对不确定关系的概念理解。微观粒子满足不确定关系是微观粒子具有波粒二象性的固有属性, 是一个客观规律, 并不是测量仪器不精确或主观能力上的问题。

5. 【答案】A。解析: 经过电压 U 加速后, 带电粒子的动能为: $\frac{1}{2}mv^2 = qU$; 根据德布罗意公式: $p = mv = \frac{h}{\lambda}$ 联立得电子质量为: $m = \frac{h^2}{2qU\lambda^2}$ 。

6. 【答案】B。解析: 光电效应是由于电子吸收光子而产生的, 两者之间并不是一个弹性碰撞过程, 也不满足能量和动量守恒。而康普顿效应中的电子属于“自由”电子, 其作用相当于一个弹性碰撞过程, 作用后的光子并未消失, 两者之间满足能量和动量守恒。

7. 【答案】B。解析：由光电效应方程，不同频率的光照射金属，释出的光电子的最大初动能也一定不同。强度相等而频率不同的光束具有不同的光子数目，光电效应发生时，一个电子吸收一个光子的全部能量而成为一个光电子，因此，单位时间释出的光电子数一定也不相等。频率相同而强度增大一倍的光束，其具有的光子数目也增多一倍，光电效应发生时，释出的光电子数也会增多一倍，则饱和光电流也增大一倍。

8. 【答案】A。解析：根据光的强度 $I = Nh\nu$ 可知，光电子数与入射光的强度及频率有关。

9. 【答案】B。解析：光子的能量由光的频率所决定。故 B 选项错误。

10. 【答案】D。解析：当入射光波长小于金属的极限波长时，发生光电效应，故 A 错；最大初动能由入射光频率决定，与入射光强度无关，故 B 错；发生光电效应的时间一般不超过 10^{-9} s，故 C 错。

11. 【答案】C。解析：当入射光波长小于金属的极限波长时，发生光电效应，因此，改用 X 射线照射有可能产生光电效应。

12. 【答案】A。解析：根据 $\nu_0 = \frac{A}{h}$ ，故选项 A 正确。

13. 【答案】B。解析：根据光的强度和爱因斯坦光电效应方程可知，两束光的光强和频率相同，所以光子数也相同，逸出的光电子数相等，但由于逸出功不同，所以光电子的最大初动能不等。

14. 【答案】C。解析： $E_k = h(\frac{c}{\lambda} - \frac{c}{\lambda_0})$ 和 $p = \sqrt{2m_0 E_k}$ 。

15. 【答案】D。解析：根据光电效应规律可知， $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + W$ 选项 A、B、C 错误；频率 ν 越高，初动能就越大，选项 D 正确。

16. 【答案】D。解析：根据光电效应的实验规律，只有 D 选项符合光电效应产生的条件表述。

17. 【答案】C。解析：由德布罗意公式和相对论质量—速度关系式：

$$p = \frac{h}{\lambda} = mv = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \text{ 得： } \lambda = \frac{h}{m_0} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \text{ 即 } \lambda \propto \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

18. 【答案】D。解析：由不确定关系和题意中给出的粒子位置的不确定量：

$$\Delta x = \lambda = \frac{h}{mv} \text{ 和 } \Delta x \cdot \Delta p_x \geq h \text{ 整理可得： } \Delta p_x \geq mv, \text{ 在粒子速度 } v \text{ 较小的情况下，}$$

粒子的质量一定，则有 $\Delta p_x = \Delta(mv) = m\Delta v$ 化简可得： $\Delta v \geq v$ 。

19. 【答案】D。解析：动量为 p 的电子具有波动性，其波长为： $\lambda = \frac{h}{p}$ ，

根据单缝衍射第一级暗纹公式，有 $a\sin\theta_0 = \lambda$ ，式中 $\sin\theta_0 = \tan\theta_0 = \frac{d/2}{R}$ ，则中

央明纹宽度： $d = 2R\sin\theta_0 = 2R\frac{\lambda}{a} = \frac{2Rh}{ap}$ 。

20. 【答案】D。解析：由光电效应方程 $h\nu = E_k + W$ 可知，光电子的最大初动能只与入射光的频率有关，与光强没有关系，但入射光的强度减弱，单位时间内从金属表面逸出的光电子数目将减少，选项 A、C 错，D 对；光电效应具有瞬时性，B 错。



第二章 量子力学的基本原理及其简单应用

第一节 不确定性关系与波函数

1. 不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar$ 表示在 x 方向上 ()
 - A. 粒子位置不能确定
 - B. 粒子动量不能确定
 - C. 粒子位置和动量都不能确定
 - D. 粒子位置和动量不能同时确定
2. 不确定关系指的是 ()
 - A. 任何物理量都不确定
 - B. 任何物理量之间都不能同时确定
 - C. 某些物理量能不能同时确定, 取决于这些物理量之间的关系
 - D. 只有动量与位置、时间与能量之间不能同时确定
3. 波函数 $\psi(r, t)$ 的物理意义可表述为 ()
 - A. $\psi(r, t)$ 为 t 时刻粒子出现在 r 处的概率
 - B. $\psi(r, t)$ 为 t 时刻粒子出现在 r 处的概率密度
 - C. $\psi(r, t)$ 无直接意义, $|\psi(r, t)|^2$ 意为 t 时刻粒子出现在 r 处的概率
 - D. $|\psi(r, t)|^2$ 为 t 时刻粒子出现在 r 处的概率密度
4. 下列关于波函数数学性质的判断错误的是 ()
 - A. 波函数是有限函数, 即不能趋于无穷大
 - B. 波函数是单值函数, 即同一空间位置上只能有一个值
 - C. 波函数是连续函数, 其导函数不一定连续
 - D. 波函数满足归一化条件
5. 一维运动的粒子, 设其动量的不确定量等于它的动量, 则此粒子的位置不确定量与它的德布罗意波长的关系满足 ()
 - A. $\Delta x \leq \lambda$
 - B. $\Delta x = \lambda$
 - C. $\Delta x \geq \lambda$
 - D. $\Delta x \geq \lambda/2$
6. 低速运动的质子和 α 粒子, 若它们的德布罗意波长相同, 则它们的动能之比为 ()
 - A. 1:1
 - B. 1:4
 - C. 1:2
 - D. 4:1
7. 低速运动的质子和 α 粒子, 若它们的德布罗意波长相同, 则它们的动量之比为 ()

- A. 1:1 B. 1:4 C. 1:2 D. 4:1

8. 波长 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的光沿 x 轴正方向传播, 若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda = 10^{-3} \text{ \AA}$, 则利用不确定关系 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$ 可得光子的 x 坐标的不确定量至少为 ()

- A. 25 cm B. 50 cm C. 250 cm D. 500 cm

9. 在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中沿半径为 R 的圆轨道运动的粒子, 带电量为 q 则德布罗意波长可表示为是 ()

- A. $\frac{h}{qBR}$ B. $\frac{2h}{qBR}$ C. $\frac{qh}{BR}$ D. $\frac{qBR}{h}$

10. 在单缝衍射实验中, 中央亮纹的光强占从单缝射入的整个光强的 95% 以上, 假设现在只让一个光子通过单缝, 那么该光子 ()

- A. 一定落在中央亮纹上
 B. 一定落在亮纹处
 C. 可能落在暗纹处
 D. 落在亮纹和暗纹处的可能性相同

习题解析

1. 【答案】D。解析: 本题主要考查对不确定性关系的含义的理解。

2. 【答案】C。解析: 不确定关系指出, 一个微观粒子的某些成对的物理量, 例如位置和动量、方位角和角动量、时间和能量等, 不可能同时具有确定的数值。

3. 【答案】D。解析: 本题主要考查关于波函数的物理意义。

4. 【答案】C。解析: 波函数数学性质中, 不仅波函数是连续函数, 而且其导函数也是连续的。

5. 【答案】C。解析: 由 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$ 得 $\Delta x \geq \frac{h}{\Delta p_x}$, 由题意 $\Delta p_x = mv$ 及德布

罗意波长公式 $\lambda = \frac{h}{mv}$ 得: $\lambda = \frac{h}{\Delta p_x}$ 整理可得: $\Delta x \geq \lambda$ 。

6. 【答案】D。解析: 由相对论动能公式 $E_k = \frac{p^2}{2m}$ 和 $p = \frac{h}{\lambda}$ 得:

$$E_p : E_\alpha = \frac{m_\alpha}{m_p} = 4 : 1。$$

7. 【答案】A。解析：根据德布罗意公式： $p = \frac{h}{\lambda}$ 知动量只与德布罗意波长有关。

8. 【答案】C。解析：由公式 $p = \frac{h}{\lambda}$ 知： $\Delta p = -\frac{h}{\lambda^2} \Delta \lambda = -\frac{h}{5000^2} \times 10^{-3}$ ，利

用不确定关系 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$ ，可得光子的 x 坐标满足： $\Delta x \geq \frac{h}{\Delta p_x} = 250 \text{ cm}$ 。

9. 【答案】A。解析：由牛顿第二定律 $qvB = \frac{mv^2}{R}$ 得 $p = mv = qBR$ ，又由德

布罗意公式 $p = \frac{h}{\lambda}$ 得： $\lambda = \frac{h}{qBR}$ 。

10. 【答案】C。解析：在双缝干涉实验中，光子通过双缝后，对某一个光子而言，不能肯定它落在哪一点，但屏上各处明暗条纹的不同亮度，说明光子落在各处的可能性即概率是不相同的。光子落在明条纹处的概率大，落在暗条纹处的概率小。

第三节 薛定谔方程

1. 将波函数在空间各点的振幅同时增大 A 倍，则粒子在空间的分布概率将 ()

A. 增大 A 倍 B. 增大 A^2 倍 C. 增大 $2A$ 倍 D. 不变

2. 一维运动的粒子处于如下波函数所描述的状态：

$$\psi(x) = \begin{cases} Axe^{-\lambda x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

式中 $\lambda > 0$ 。则波函数 $\psi(x)$ 中的归一化常数 A 为 ()

A. $2\lambda\sqrt{\lambda}$ B. $\lambda\sqrt{\lambda}$ C. $\frac{3}{2}\lambda\sqrt{\lambda}$ D. $\frac{1}{2}\lambda\sqrt{\lambda}$

3. 一维运动的粒子处于如下波函数所描述的状态：

$$\psi(x) = \begin{cases} Axe^{-\lambda x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

式中 $\lambda > 0$ 。则波函数 $\psi(x)$ 在何处发现粒子的概率最大 ()

- A. $\frac{2}{\lambda}$ B. $\frac{1}{\lambda}$ C. $\frac{\sqrt{\lambda}}{\lambda}$ D. $\frac{\sqrt{\lambda}}{2\lambda}$

4. 关于量子力学中的定态, 下面表述中错误的是 ()

- A. 系统的势函数一定与时间无关
 B. 系统的波函数一定与时间无关
 C. 定态具有确定的能量
 D. 粒子在空间各点出现的概率不随时间变化
 5. 由量子力学可知, 在一维无限深方势阱中运动的粒子可以有若干能态。

如果势阱两边之间的宽度缓慢地减少至某一宽度, 则 ()

- A. 每一能级的能量减小
 B. 能级数将增加
 C. 每个能级的能量保持不变
 D. 相邻能级间的能量差增加
 6. 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cos \frac{3\pi x}{2a}$ ($-a \leq x \leq a$), 那么粒子在 $x = \frac{5a}{6}$ 处出现的概率密度为 ()

- A. $\frac{1}{2a}$ B. $\frac{1}{a}$ C. $\frac{1}{\sqrt{2a}}$ D. $\frac{1}{\sqrt{a}}$

习题解析

1. 【答案】D。解析: 波函数是概率函数, 而概率是相对值, 任意两点之间的概率比值为: $|D\psi_1|^2 / |D\psi_2|^2 = |\psi_1|^2 / |\psi_2|^2$ 。各点振幅同时增大 A 倍时概率分布不变。

2. 【答案】A。解析已知归一化条件: $\int_{-\infty}^{+\infty} |\psi(x)|^2 dx = 1$, 把波函数代入归一化条件, 得: $\int_{-\infty}^0 0^2 dx + \int_0^{+\infty} A^2 x^2 e^{-2\lambda x} dx = \int_0^{+\infty} A^2 x^2 e^{-2\lambda x} dx = \frac{A^2}{4\lambda^3} = 1$, 得 $A = 2\lambda\sqrt{\lambda}$ 。

3. 【答案】B。根据: $\frac{d|\psi(x)|^2}{dx} = 0$ 且又由二阶导数 $\frac{d^2|\psi(x)|^2}{dx^2} < 0$, 可知, 在 $x = \frac{1}{\lambda}$ 处, 函数 $|\psi(x)|^2$ 有最大值, 即粒子在该处出现的概率最大。

4. 【答案】B。解析：处于定态的微观粒子在空间各处出现的概率不随时间变化，而且具有确定的能量。系统的波函数是时间和位置的函数。故 B 错误。

5. 【答案】D。解析：根据能级公式 $E_n = n^2 E_1$ 和 $E_1 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2}$ 知 $\Delta E_n = |n^2 - (n-1)^2| E_1$ ，当 a 减小时，相邻能级间的能量差增加。

6. 【答案】A。解析：根据概率密度公式： $|\psi(x)|^2 = \frac{1}{a} \cos^2(\frac{3\pi x}{2a})$ ，将 $x = \frac{5a}{6}$ 代入得： $|\psi(x)|^2 = \frac{1}{a} \cos^2(\frac{3\pi}{2a} \cdot \frac{5a}{6}) = \frac{1}{2a}$ 。

第四节 原子结构

- 直接证实了电子自旋存在的最早的实验之一是（ ）
 - 康普顿实验
 - 斯特恩-格拉赫实验
 - 戴维逊-革末实验
 - 卢瑟福实验
- 由 α 粒子的散射实验可以得出的错误结论有（ ）
 - 原子中绝大部分是空的
 - 原子中全部正电荷都集中在原子核上
 - 原子内有中子
 - 原子的质量几乎全部都集中在原子核上
- 卢瑟福由 α 粒子散射实验得出原子核式结构模型时，所依据的理论基础是（ ）
 - 普朗克能量子假设
 - 爱因斯坦的光量子假设
 - 狭义相对论
 - 经典理论
- 下列四组量子数：

(1) $n=3, l=2, m_l=0, m_s=1/2$	(2) $n=3, l=3, m_l=1, m_s=1/2$
(3) $n=3, l=1, m_l=-1, m_s=-1/2$	(4) $n=3, l=0, m_l=0, m_s=-1/2$

 其中可以描述原子中电子状态的是（ ）
 - 只有(1)和(3)
 - 只有(2)和(4)

- C. 只有(1)、(3)和(4) D. 只有(2)、(3)和(4)
5. 在描述原子内电子状态的量子数中, 当 $n=3$ 时, 电子可能状态数为 ()
- A. 3 B. 6 C. 9 D. 18
6. 氫 ($Z=18$) 原子基态的电子组态是 ()
- A. $1s^2 2s^8 3p^8$ B. $1s^2 2s^2 2p^6 3d^8$
- C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^2$

习题解析

1. 【答案】B。解析: 1922 年, 斯特恩和格拉赫在德国汉堡大学通过实验, 发现处于 S 态的银原子射线在非均匀磁场中分裂为两束, 该现象用电子绕核运动无法解释, 必须引进电子具有自旋的假设。

2. 【答案】C。解析: 卢瑟福由 α 粒子散射实验得到的结论有: 在原子中心有一个很小的核叫原子核, 原子的全部正电荷和几乎全部质量都集中在原子核内, 带负电的电子在核外的空间运动。中子是由查德威克通过实验研究发现。

3. 【答案】D。解析: 卢瑟福由 α 粒子散射所依据的理论基础主要是库仑定律和牛顿定律。

4. 【答案】C。解析: 因为当主量子数 n 确定之后, 副量子数 l 和磁量子数 m_l 的取值是有限制的: $l=0, 1, 2, \dots, n-1$; $m_l=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$, 而自旋磁量子数 m_s 的取值则只能是 $1/2$ 或 $-1/2$ 。用上述限制条件检查题给的四组量子数可以发现, 只有(2)违反了 l 取值的限制, 是不可能组态外, 其余三组量子数均为允许组态。因此, 应该答案选 C。

5. 【答案】D。解析: 电子的可能状态数为 $2n^2$ 。当 $n=3$ 时, 电子的可能状态数为 $2n^2=18$ 。

6. 【答案】C。解析: 对 A 示组态, 既违反泡利不相容原理, 也违反能量最小原理, 是一个不可能的组态; 对 B 示组态和 D 示组态均违反能量最小原理, 也都是不可能组态。因此, 只有 C 示组态是正确组态。所以应该选择答案 C。

本章练习题

- 关于不确定性关系 $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ 有以下几种理解, 正确的是()
 - 微观粒子的动量不可确定
 - 微观粒子的位置不可确定
 - 微观粒子的动量和位置不可同时确定
 - 不确定关系适用于电子和光子等微观粒子, 宏观物体不适用
- 质量为 m_0 带电量 e 为电子经电势差为 U 的电场加速, 在 $v \ll c$ 的情况下, 则电子的德布罗意波长可表示为()
 - $\frac{h}{\sqrt{m_0 U e}}$
 - $\frac{h}{\sqrt{2 m_0 U}}$
 - $\frac{h}{\sqrt{2 m_0 U e}}$
 - $\frac{h}{\sqrt{2 U e}}$
- 在氢原子的 K 壳层中, 电子可能具有的量子数 (n, l, m_l, m_s) 是()
 - 1, 0, 0, 1/2
 - 1, 0, -1, 1/2
 - 1, 1, 0, -1/2
 - 2, 1, 0, -1/2
- 设粒子的波函数为 $\psi(x) = A e^{-\frac{1}{2} a^2 x^2}$, a 为常数, 则归一化常数 A 为()
 - $(\frac{a}{\sqrt{\pi}})^{1/2}$
 - $(\frac{2a}{\sqrt{\pi}})^{1/2}$
 - $(\frac{a}{2\sqrt{\pi}})^{1/2}$
 - $(\frac{a}{\sqrt{2\pi}})^{1/2}$
- 当单色光从真空射入玻璃时, 下列说法正确的是()
 - 波长变长, 速度变小, 光子能量变小
 - 波长变短, 速度变大, 光子能量变大
 - 波长变长, 速度变大, 光子能量不变
 - 波长变短, 速度变小, 光子能量不变
- 在做双缝干涉实验时, 在观察屏的某处是亮纹, 则对光子到达观察屏的位置下列说法正确的是()
 - 到达亮纹处的比率比到达暗纹处的比率大
 - 到达暗纹处的比率比到达亮纹处的比率大
 - 该光子不可能到达光屏的任何位置
 - 以上说法均有可能
- 根据量子力学理论, 氢原子中电子的角动量在外磁场方向上的投影为 $L_z = m_l \hbar$, 当角量子数 $l = 2$ 时, L_z 的可能取值为()
 - 0, \hbar , $2\hbar$
 - 0, $\pm\hbar$, $\pm 2\hbar$
 - 0, $\pm\hbar$
 - $\pm\hbar$, $\pm 2\hbar$

8. 在气体放电中, 用能量为 12.1eV 的电子去轰击处于基态的氢原子, 此时氢原子所能发射的光子的能量只能是 ()

- A. 12.1eV, 10.2eV 和 3.4eV B. 12.1eV
 C. 12.1eV, 10.2eV 和 1.9eV D. 10.2eV

9. 已知粒子的波函数为: $\Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{3\pi}{a}x$ ($0 \leq x \leq a$), 那么粒子在 $x = a/6$ 和 $x = a/4$ 处出现的概率密度之比为 ()

- A. $\frac{3}{2}$ B. $\frac{2}{3}$ C. $\frac{4}{1}$ D. $\frac{2}{1}$

10. 若一个电子的动能等于它的静能, 则该电子的德布罗意波长为 ()

- A. $1.4 \times 10^{-3} \text{ nm}$ B. $1.4 \times 10^{-4} \text{ nm}$
 C. $1.4 \times 10^{-5} \text{ nm}$ D. $1.4 \times 10^{-6} \text{ nm}$

习题解析

1. 【答案】C。解析: 不确定关系适用任何物体。

2. 【答案】C。解析: 由 $Ue = E_k$ 和 $\lambda = \frac{h}{p}$ 可得: $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0 E_k}} = \frac{h}{\sqrt{2m_0 Ue}}$ 。

3. 【答案】A。解析: l 的取值是 $l = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$ 共 n 个值。 m_l 的取值为从 $-l$ 到 $+l$ 之间的一切整数 (包括 0 在内)。只有选项 A 符合取值规范。

4. 【答案】A。解析: 由归一化条件可得: $\int_{-\infty}^{+\infty} A^2 e^{-a^2 x^2} dx = 1$, 利用积分公式: $\int_0^{\infty} e^{-ax^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2a^{1/2}}$ 解得 $A = (\frac{a}{\sqrt{\pi}})^{1/2}$ 。

5. 【答案】D。解析: 单色光从真空进入介质, 会发生光的折射。光的波长与波速发生变化, 但频率不会变, 所以光子能量不变。

6. 【答案】A。解析: 本题考查对概率波含义的理解, 一个光子到达亮纹处的概率比到达暗纹处的概率大得多, 但并不是一定能够到达亮纹处, 光子服从统计规律, 可以到达光屏的任何位置。

7. 【答案】B。解析: 因为这时磁量子数 $m_l = 0, \pm 1, \pm 2$ 五种可能的取值, 所以 L_z 的可能取值亦为五种: $0, \pm \hbar, \pm 2\hbar$ 。

8. 【答案】C。解析: $\Delta E = E_n - E_1 = (1/n^2 - 1)E_1 = 12.1\text{eV}$, $E_1 = 13.6\text{eV}$ 可以解得 $n=3$ 。从能级跃迁示意图可知, 应该有三种频率不同的光子发出, 它们的能

量分别为: $\varepsilon_1 = |E_3 - E_1| = 12.1 \text{ eV}$, $\varepsilon_2 = |E_2 - E_1| = 10.2 \text{ eV}$, $\varepsilon_3 = |E_3 - E_2| = 1.9 \text{ eV}$ 。

故答案选 C。

9. 【答案】D。解析: 概率密度为 $|\Psi(x)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{3\pi}{a} x$, $x = a/6$ 代入, 得 $|\Psi(x)|^2 = \frac{2}{a}$ 。 $x = a/4$ 代入, 得 $|\Psi(x)|^2 = \frac{1}{a}$ 。因此答案选 D。

10. 【答案】A。解析: 根据题意, 可得电子的运动质量为 $m = 2m_0$, 根据相对论质量公式可得 $m = 2m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ 解得 $v = 2.6 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。德布罗意波

长为: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{2m_0 v} = 1.4 \times 10^{-3} \text{ nm}$ 。因此答案选 A。

