

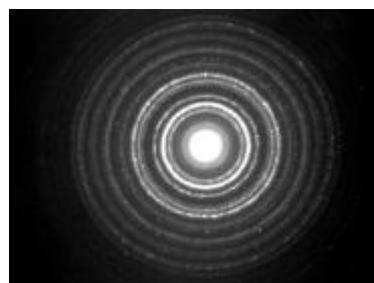
《4.5 粒子的波动性和量子力学的建立》补充练习

1. 美国物理学家阿瑟阿什金因利用光的力量来操纵细胞获得 2018 年诺贝尔物理学奖，原来光在接触物体后，会对其产生力的作用，这个来自光的微小作用可以让微小的物体（如细胞）发生无损移动，这就是光镊技术。在光镊系统中，光路的精细控制非常重要。对此下列说法正确的是（ ）

- A. 光镊技术利用光的粒子性
- B. 光镊技术利用光的波动性
- C. 红色激光光子能量大于绿色激光光子能量
- D. 红色激光光子动量大于绿色激光光子动量

2. 让电子束通过电场加速后，照射到金属晶格（大小约 10^{-10}m ）上，可得到电子的衍射图样，如图所示。下列说法正确的是（ ）

- A. 电子衍射图样说明了电子具有粒子性
- B. 加速电压越大，电子的物质波波长越小
- C. 电子物质波波长比可见光波长更长
- D. 动量相等的质子和电子，对应的物质波波长不相等



3. 发光功率为 P 的激光器发出波长为 λ 的激光，假设某一光子与静止的电子发生正碰（ ）

- A. 与电子碰撞后，光子的波长不变
- B. 与电子碰撞后，光子的波长变短
- C. 激光器发出光子的动量为 $\frac{\lambda}{h}$

D. 激光器每秒钟发出光子的数量为 $\frac{P\lambda}{hc}$

4. 太阳帆飞行器是利用太阳光获得动力的一种航天器，其原理是光子在太阳帆表面反射的过程中会对太阳帆产生一个冲量。若光子垂直太阳帆入射并反射，其波长为 λ ，普朗克常量为 h ，则对它的冲量大小为（ ）

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

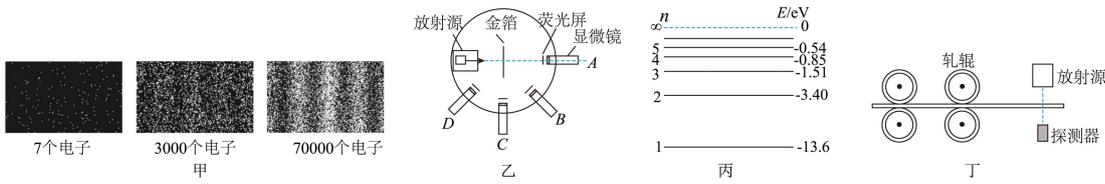
5. 如图所示为氢原子的能级图，下列说法不正确的是（ ）

- A. 从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级时，电子的动能会变大，电势能会减小
- B. 氢原子从高能级向低能级跃迁时要辐射光子
- C. 一个处于 $n=4$ 激发态的氢原子向基态跃迁时，最多可能发出 3 条光谱线
- D. 用能量为 12.6eV 的电子轰击处于基态的氢原子，一定不能使氢原子

| n | E/eV |
|----------|---------------|
| ∞ | 0 |
| 4 | -0.85 |
| 3 | -1.51 |
| 2 | -3.4 |
| 1 | -13.6 |

发生能级跃迁

6. 如图甲、乙、丙、丁涉及到不同的原子物理知识，其中说法错误的是 ()



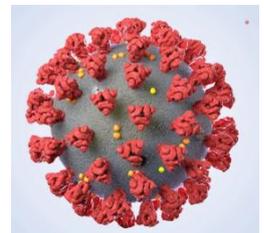
- A. 图甲说明少量电子的运动表现为粒子性，大量电子的运动表现为波动性
- B. 图乙的 α 粒子散射实验中，当显微镜放在 D 位置时，荧光屏上仍能观察到闪光
- C. 图丙中若通过碰撞的方式将氢原子从基态激发到第二能级，入射粒子的动能必须刚好等于 10.2eV
- D. 图丁中轧制钢板时需要动态监测钢板的厚度，选用的射线不可能是 α 射线

7. 在中子衍射技术中，常利用热中子研究晶体的结构，因为热中子的德布罗意波长与晶体中原子间距相近，已知中子质量 $m=1.67\times 10^{-27}\text{ kg}$ ，普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ ，可以估算出德布罗意波长 $\lambda=1.82\times 10^{-10}\text{ m}$ 的热中子的动量的数量级可能是 ()

- A. $10^{-17}\text{ kg}\cdot\text{m/s}$
- B. $10^{-18}\text{ kg}\cdot\text{m/s}$
- C. $10^{-20}\text{ kg}\cdot\text{m/s}$
- D. $10^{-24}\text{ kg}\cdot\text{m/s}$

8. 2021年1月21日，科学家以高速电子束为“光源”利用冷冻电镜首次“拍摄”到新冠病毒的3D影像，如图所示。冷冻电镜分辨率比光学显微镜高1000倍以上，可达0.2nm。不考虑相对论效应，下列说法正确的是 ()

- A. 冷冻电镜的分辨率非常高，是由于电子的德布罗意波长长
- B. 用高倍光学显微镜也能拍摄到新冠病毒的影像
- C. 电子运动的速度越大，其德布罗意波的衍射能力越强
- D. 若用相同动能的质子代替电子，也能“拍摄”到新冠病毒的3D影像



9. 电子显微镜与光学显微镜相比具有更高的分辨率，其原因是电子比可见光的波动性弱。在电子显微镜中，电子通过“静电透镜”实现会聚或发散。如图所示，某静电透镜区域的等势面为图中虚线，其中 M 、 N 两点电势的关系为 φ 。现有一束正电子经电压 U 加速后，从 M 点沿垂直虚线的方向进入“透镜”电场，正电子运动过程中仅受电场力作用，最终穿过小孔。下列说法正确的是 ()

- A. 进入“透镜”电场后正电子可能经过 N 点
- B. 从进入“透镜”电场至穿过小孔的过程中，电场力对正电子做负功
- C. 加速后的正电子，其物质波波长大于可见光波长
- D. 保持加速电压 U 不变，将正电子换成质子，加速后质子的物质波波长小于原正电子的物质波波长

