

一 选择题 (共18分)

1. (本题 3分)(4206)

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) $\lambda \propto 1/v$.
 (C) $\lambda \propto \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}$. (D) $\lambda \propto \sqrt{c^2 - v^2}$. []

2. (本题 3分)(4241)

若 α 粒子(电荷为 $2e$)在磁感应强度为 B 均匀磁场中沿半径为 R 的圆形轨道运动, 则 α 粒子的德布罗意波长是

- (A) $h/(2eRB)$. (B) $h/(eRB)$.
 (C) $1/(2eRBh)$. (D) $1/(eRBh)$. []

3. (本题 3分)(4241)

若 α 粒子(电荷为 $2e$)在磁感应强度为 B 均匀磁场中沿半径为 R 的圆形轨道运动, 则 α 粒子的德布罗意波长是

- (A) $h/(2eRB)$. (B) $h/(eRB)$.
 (C) $1/(2eRBh)$. (D) $1/(eRBh)$. []

4. (本题 3分)(4242)

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, 其德布罗意波长是 0.4 \AA , 则 U 约为

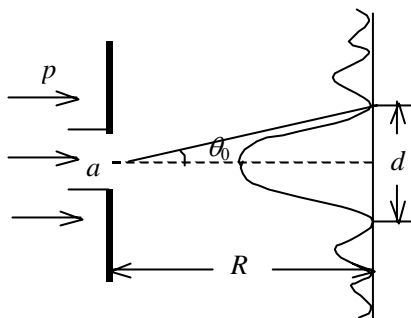
- (A) 150 V . (B) 330 V .
 (C) 630 V . (D) 940 V . []

(普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

5. (本题 3分)(4628)

如图所示, 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, 屏上衍射图样中央最大的宽度 d 等于

- (A) $2a^2/R$. (B) $2ha/p$.
 (C) $2ha/(Rp)$. (D) $2Rh/(ap)$. []



6. (本题 3分)(4770)

如果两种不同质量的粒子, 其德布罗意波长相同, 则这两种粒子的

- (A) 动量相同. (B) 能量相同.
 (C) 速度相同. (D) 动能相同. []

二 填空题 (共22分)

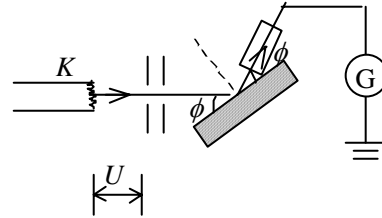
7. (本题 3分)(4207)

令 $\lambda_c = h/(m_e c)$ (称为电子的康普顿波长, 其中 m_e 为电子静止质量, c 为真空中光速, h 为普朗克常量). 当电子的动能等于它的静止能量时, 它的德布罗意

波长是 $\lambda = \underline{\hspace{2cm}} \lambda_c$.

8. (本题 3分)(4429)

在戴维孙——革末电子衍射实验装置中，自热阴极 K 发射出的电子束经 $U = 500 \text{ V}$ 的电势差加速后投射到晶体上． 这电子束的德布罗意波长



$$\lambda = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nm}$$

(电子质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

9. (本题 3分)(4524)

静止质量为 m_e 的电子，经电势差为 U_{12} 的静电场加速后，若不考虑相对论效应，电子的德布罗意波长 $\lambda = \underline{\hspace{2cm}}$.

10. (本题 3分)(4630)

在 $B = 1.25 \times 10^{-2} \text{ T}$ 的匀强磁场中沿半径为 $R = 1.66 \text{ cm}$ 的圆轨道运动的 α 粒子的德布罗意波长是 $\underline{\hspace{2cm}}$.

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)

11. (本题 3分)(4771)

为使电子的德布罗意波长为 1 \AA ，需要的加速电压为 $\underline{\hspace{2cm}}$.
(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, 电子质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

12. (本题 3分)(4772)

若中子的德布罗意波长为 2 \AA ，则它的动能为 $\underline{\hspace{2cm}}$.
(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 中子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$)

13. (本题 4分)(4773)

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 $p_p : p_\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$ ；动能之比 $E_p : E_\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$.

三 计算题 (共85分)

14. (本题 5分)(4234)

假设电子绕氢核旋转的玻尔轨道的圆周长刚好为电子物质波波长的整数倍，试从此点出发解出玻尔的动量量子化条件.

15. (本题 10 分)(4431)

α 粒子在磁感应强度为 $B = 0.025 \text{ T}$ 的均匀磁场中沿半径为 $R = 0.83 \text{ cm}$ 的圆形轨道运动.

(1) 试计算其德布罗意波长.

(2) 若使质量 $m = 0.1 \text{ g}$ 的小球以与 α 粒子相同的速率运动. 则其波长为多少?

(α 粒子的质量 $m_\alpha = 6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)

16. (本题 5 分)(4506)

当电子的德布罗意波长与可见光波长 ($\lambda = 5500 \text{ \AA}$) 相同时, 求它的动能是多少电子伏特?

(电子质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

17. (本题 5 分)(4522)

考虑到相对论效应, 试求实物粒子的德布罗意波长的表达式, 设 E_K 为粒子的动能, m_0 为粒子的静止质量.

18. (本题 5 分)(4525)

已知第一玻尔轨道半径 a , 试计算当氢原子中电子沿第 n 玻尔轨道运动时, 其相应的德布罗意波长是多少?

19. (本题 10 分)(4527)

质量为 m_e 的电子被电势差 $U_{12} = 100 \text{ kV}$ 的电场加速, 如果考虑相对论效应, 试计算其德布罗意波的波长. 若不用相对论计算, 则相对误差是多少?

(电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)

20. (本题 5 分)(4535)

若不考虑相对论效应, 则波长为 5500 \AA 的电子的动能是多少 eV?

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

21. (本题 12 分)(4542)

求出实物粒子德布罗意波长与粒子动能 E_K 和静止质量 m_0 的关系, 并得出:

$$E_K \ll m_0 c^2 \text{ 时, } \lambda \approx h / \sqrt{2m_0 E_K};$$

$$E_K \gg m_0 c^2 \text{ 时, } \lambda \approx hc / E_K.$$

22. (本题 5 分)(4631)

假如电子运动速度与光速可以比拟, 则当电子的动能等于它静止能量的 2 倍时, 其德布罗意波长为多少?

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

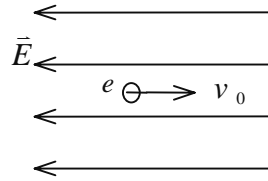
23. (本题 5 分)(4774)

能量为 15 eV 的光子, 被处于基态的氢原子吸收, 使氢原子电离发射一个光电子, 求此光电子的德布罗意波长.

(电子的质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

24. (本题 8分)(5248)

如图所示，一电子以初速度 $v_0 = 6.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ 逆着场强方向飞入电场强度为 $E = 500 \text{ V/m}$ 的均匀电场中，问该电子在电场中要飞行多远距离 d ，可使得电子的德布罗意波长达到 $\lambda = 1 \text{ \AA}$ 。（飞行过程中，电子的质量认为不变，即为静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ；基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ；普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ）。

**25. (本题 10分)(1813)**

若光子的波长和电子的德布罗意波长 λ 相等，试求光子的质量与电子的质量之比。

四 理论推导与证明题 (共20分)**26. (本题 10分)(4445)**

质量为 m_e 的电子被电势差为 U 的电场加速，如果考虑相对论效应，试证其德布罗意波长为

$$\lambda = \frac{h}{(2m_e eU + e^2 U^2 / c^2)^{1/2}}$$
27. (本题 5分)(4550)

一束具有动量 \vec{p} 的电子，垂直地射入宽度为 a 的狭缝，若在狭缝后远处与狭缝相距为 R 的地方放置一块荧光屏，试证明屏幕上衍射图样中央最大强度的宽度 $d = 2Rh/(ap)$ ，式中 h 为普朗克常量。

28. (本题 5分)(5240)

试证明氢原子稳定轨道的长度正好等于电子的德布罗意波长的整数倍。

五 回答问题 (共13分)**29. (本题 5分)(4432)**

说明德布罗意波长公式的意义；德布罗意的假设是在物理学的什么发展背景下提出的？又最先被什么实验所证实？

30. (本题 8分)(5241)

已知某电子的德布罗意波长和光子的波长相同。

- (1) 它们的动量大小是否相同？为什么？
- (2) 它们的(总)能量是否相同？为什么？