

一 选择题 (共39分)

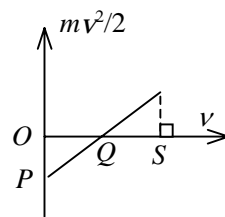
1. (本题 3分)(4387)

光电效应中发射的光电子最大初动能随入射光频率 ν 的变化关系如图所示. 由图中的

- (A) OQ (B) OP
(C) OP/OQ (D) QS/OS

可以直接求出普朗克常量.

[]



2. (本题 3分)(4503)

在康普顿散射中, 如果设反冲电子的速度为光速的 60%, 则因散射使电子获得的能量是其静止能量的

- (A) 2 倍. (B) 1.5 倍.
(C) 0.5 倍. (D) 0.25 倍.

[]

3. (本题 3分)(4739)

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 之比为

- (A) 0.20. (B) 0.25. (C) 0.30. (D) 0.35. []

4. (本题 3分)(4185)

已知一单色光照射在钠表面上, 测得光电子的最大动能是 1.2 eV, 而钠的红限波长是 5400 Å, 那么入射光的波长是

- (A) 5350 Å. (B) 5000 Å.
(C) 4350 Å. (D) 3550 Å.

[]

5. (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) $\lambda \propto \sqrt{c^2 - v^2}$.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{m_0 v} = \frac{h}{m_0 v} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{h}{m_0} \frac{1}{v \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

6. (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 Å, 则 U 约为

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

[]

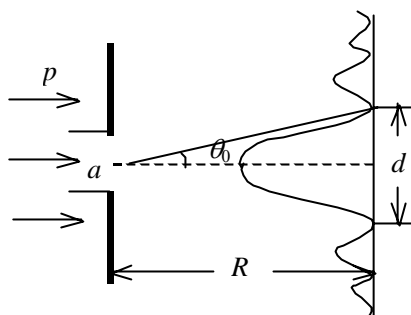
(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

7. (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) $2Rh/(ap)$.

[]



8. (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.

[]

9. (本题 3分)(4211)

不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar$ 表示在 x 方向上

- (A) 粒子位置不能准确确定.
(B) 粒子动量不能准确确定.
(C) 粒子位置和动量都不能准确确定.
(D) 粒子位置和动量不能同时准确确定.

[]

10. (本题 3分)(4428)

已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为：

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \cos \frac{3\pi x}{2a}, \quad (-a \leq x \leq a)$$

那么粒子在 $x = 5a/6$ 处出现的概率密度为

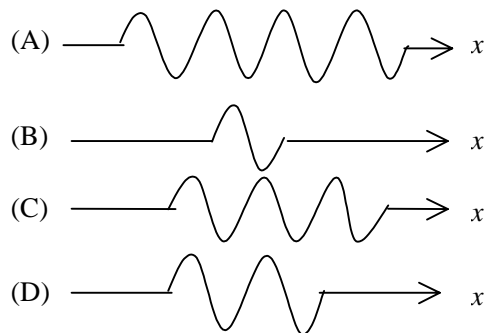
- (A) $1/(2a)$. (B) $1/a$.
(C) $1/\sqrt{2a}$. (D) $1/\sqrt{a}$.

[]

11. (本题 3分)(4778)

设粒子运动的波函数图线分别如图 (A)、(B)、(C)、(D) 所示，那么其中确定粒子动量的精确度最高的波函数是哪个图？

[]



12. (本题 3分)(5234)

关于不确定关系 $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$ ($\hbar = h/(2\pi)$)，有以下几种理解：

- (1) 粒子的动量不可能确定.
(2) 粒子的坐标不可能确定.
(3) 粒子的动量和坐标不可能同时准确地确定.
(4) 不确定关系不仅适用于电子和光子，也适用于其它粒子.

其中正确的是：

- (A) (1), (2). (B) (2), (4).
(C) (3), (4). (D) (4), (1).

[]

13. (本题 3分)(5619)

波长 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的光沿 x 轴正向传播，若光的波长的不确定量 $\Delta \lambda = 10^{-3} \text{ \AA}$ ，则利用不确定关系式 $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$ 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.

[]

二 填空题 (共61分)

14. (本题 3分)(0475)

某光电管阴极, 对于 $\lambda = 4910 \text{ \AA}$ 的入射光, 其发射光电子的遏止电压为

0.71 V. 当入射光的波长为_____ \AA 时, 其遏止电压变为 1.43 V.

($e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

15. (本题 5分)(4179)

光子波长为 λ , 则其能量=_____ ; 动量的大小 =_____ ; 质

3. 光子质量

根据相对论能量-动量关系 $E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$.

量=_____

对于光子, $E = pc$ (因为光子静质量 $m_0 = 0$), 所以光子的相对论质量 $m = \frac{E}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}$.

16. (本题 4分)(4187)

康普顿散射中, 当散射光子与入射光子方向成夹角 $\phi =$ _____ 时,

散射光子的频率小得最多; 当 $\phi =$ _____ 时, 散射光子的频率与入射光子相同.

17. (本题 3分)(4250)

波长为 $\lambda = 1 \text{ \AA}$ 的 X 光光子的质量为_____ kg.

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

18. (本题 3分)(4546)

若一无线电接收机接收到频率为 10^8 Hz 的电磁波的功率为 1 微瓦, 则每秒

接收到的光子数为_____.

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

19. (本题 3分)(4608)

钨的红限波长是 230 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 用波长为 180 nm 的紫外光照射时,

从表面逸出的电子的最大动能为_____ eV.

(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 3分)(4742)

某金属产生光电效应的红限为 ν_0 , 当用频率为 ν ($\nu > \nu_0$) 的单色光照射该金



属时, 从金属中逸出的光电子(质量为 m)的德布罗意波长为_____.

21. (本题 3分)(4740)

在 X 射线散射实验中, 散射角为 $\phi_1 = 45^\circ$ 和 $\phi_2 = 60^\circ$ 的散射光波长改变量

之比 $\Delta\lambda_1 : \Delta\lambda_2 =$ _____.

22. (本题 3分)(4611)

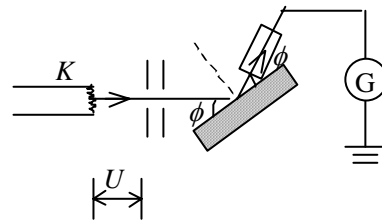
某一波长的 X 光经物质散射后, 其散射光中包含波长_____和波长_____的两种成分, 其中_____的散射成分称为康普顿散射.

23. (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 $\lambda =$ _____ λ_c .

24. (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



$\lambda =$ _____ 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 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

25. (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 $\lambda =$ _____.

26. (本题 4分)(4629)

氢原子的运动速率等于它在 300 K 时的方均根速率时, 它的德布罗意波长是_____. 质量为 $M = 1 \text{ g}$, 以速度 $v = 1 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ 运动的小球的德布罗意波长是_____.

(普朗克常量为 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 玻尔兹曼常量 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, 氢原子质量 $m_H = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$)

27. (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_____.
(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 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

28. (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 $p_p : p_\alpha =$ _____; 动能之比 $E_p : E_\alpha =$ _____.

29. (本题 5分)(4203)

设描述微观粒子运动的波函数为 $\Psi(\vec{r}, t)$, 则 $\Psi\Psi^*$ 表示

_____;

$\Psi(\vec{r}, t)$ 须满足的条件是_____; 其归一化条

件是_____.

30. (本题 3分)(4632)

如果电子被限制在边界 x 与 $x + \Delta x$ 之间, $\Delta x = 0.5 \text{ \AA}$, 则电子动量 x 分量的不

确定量近似地为_____ $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$. (不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta p \geq h$, 普朗克
常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

31. (本题 3分)(5372)

在电子单缝衍射实验中, 若缝宽为 $a = 0.1 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 电子束垂直

射在单缝面上, 则衍射的电子横向动量的最小不确定量 $\Delta p_y =$ _____ $\text{N} \cdot \text{s}$.
(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

三 计算题 (共65分)

32. (本题 8分)(4505)


用波长 $\lambda_0 = 1 \text{ \AA}$ 的光子做康普顿实验.

(1) 散射角 $\phi = 90^\circ$ 的康普顿散射波长是多少?

(2) 反冲电子获得的动能有多大?

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

33. (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 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)

34. (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.

35. (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 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

36. (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:

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

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

37. (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 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

38. (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.

39. (本题 5分)(4435)

同时测量能量为 1 keV 作一维运动的电子的位置与动量时, 若位置的不确定值在 0.1 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 内, 则动量的不确定值的百分比 $\Delta p / p$ 至少为何值?

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

40. (本题 5分)(4442)

光子的波长为 $\lambda = 3000 \text{ \AA}$, 如果确定此波长的精确度 $\Delta \lambda / \lambda = 10^{-6}$, 试求此光子位置的不确定量.

四 回答问题 (共23分)

41. (本题10分)(4402)

处于静止状态的自由电子是否能吸收光子, 并把全部能量用来增加自己的动能? 为什么?

42. (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?

43. (本题 5分)(4780)

用经典力学的物理量(例如坐标、动量等)描述微观粒子的运动时, 存在什么问题? 原因何在?