

量子物理基础

一、单选题:

1、(4181B30)

用频率为 ν_1 的单色光照射某一种金属时, 测得光电子的最大动能为 E_{K1} ; 用频率为 ν_2 的单色光照射另一种金属时, 测得光电子的最大动能为 E_{K2} . 如果 $E_{K1} > E_{K2}$, 那么

- (A) ν_1 一定大于 ν_2 . (B) ν_1 一定小于 ν_2 .
(C) ν_1 一定等于 ν_2 . (D) ν_1 可能大于也可能小于 ν_2 . []

2、(4182B30)

用频率为 ν_1 的单色光照射某种金属时, 测得饱和电流为 I_1 , 以频率为 ν_2 的单色光照射该金属时, 测得饱和电流为 I_2 , 若 $I_1 > I_2$, 则

- (A) $\nu_1 > \nu_2$. (B) $\nu_1 < \nu_2$.
(C) $\nu_1 = \nu_2$. (D) ν_1 与 ν_2 的关系还不能确定. []

3、(4183A10)

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:

- (A) $\lambda \leq hc/(eU_0)$. (B) $\lambda \geq hc/(eU_0)$.
(C) $\lambda \leq eU_0/(hc)$. (D) $\lambda \geq eU_0/(hc)$. []

4、(4185A15)

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 \AA , 那么入射光的波长是

- (A) 5350 \AA . (B) 5000 \AA .
(C) 4350 \AA . (D) 3550 \AA . []

5、(4244B30)

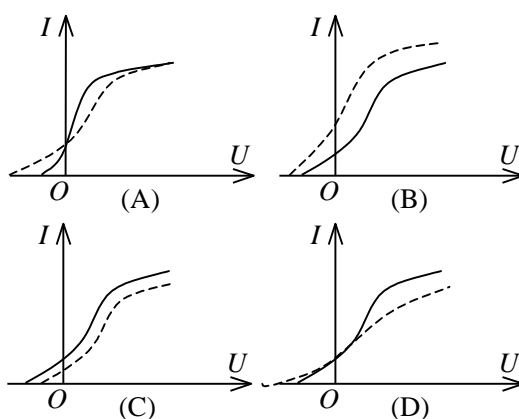
在均匀磁场 B 内放置一极薄的金属片, 其红限波长为 λ_0 . 今用单色光照射, 发现有电子放出, 有些放出的电子(质量为 m , 电荷的绝对值为 e)在垂直于磁场的平面内作半径为 R 的圆周运动, 那末此照射光光子的能量是:

- (A) $\frac{hc}{\lambda_0}$. (B) $\frac{hc}{\lambda_0} + \frac{(eRB)^2}{2m}$.
(C) $\frac{hc}{\lambda_0} + \frac{eRB}{m}$. (D) $\frac{hc}{\lambda_0} + 2eRB$. []

6、(4382C50)

一定频率的单色光照射在某种金属上, 测出其光电流的曲线如图中实线所示. 然后在光强度不变的条件下增大照射光的频率, 测出其光电流的曲线如图中虚线所示. 满足题意的图是:

[]



7、(4383A20)

用频率为 ν 的单色光照射某种金属时, 逸出光电子的最大动能为 E_K ; 若改用频率为 2ν 的单色光照射此种金属时, 则逸出光电子的最大动能为:

- (A) $2E_K$. (B) $2h\nu - E_K$.
 (C) $h\nu - E_K$. (D) $h\nu + E_K$. []

8、(4384B25)

关于光电效应有下列说法：

- (1) 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；
 (2) 若入射光的频率均大于一给定金属的红限，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；
 (3) 若入射光的频率均大于一给定金属的红限，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；
 (4) 若入射光的频率均大于一给定金属的红限，则当入射光频率不变而强度增大一倍时，该金属的饱和光电流也增大一倍。

其中正确的是

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

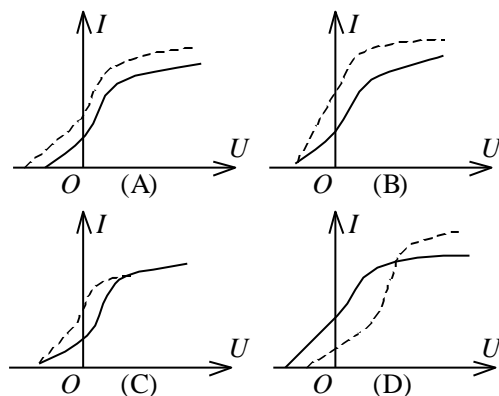
9、(4385A20)

设用频率为 ν_1 和 ν_2 的两种单色光，先后照射同一种金属均能产生光电效应。已知金属的红限频率为 ν_0 ，测得两次照射时的遏止电压 $|U_{a2}| = 2|U_{a1}|$ ，则这两种单色光的频率有如下关系：

- (A) $\nu_2 = \nu_1 - \nu_0$. (B) $\nu_2 = \nu_1 + \nu_0$.
 (C) $\nu_2 = 2\nu_1 - \nu_0$. (D) $\nu_2 = \nu_1 - 2\nu_0$. []

10、(4386A20)

以一定频率的单色光照射在某种金属上，测出其光电流曲线在图中用实线表示，然后保持光的频率不变，增大照射光的强度，测出其光电流曲线在图中用虚线表示。满足题意的图是 []

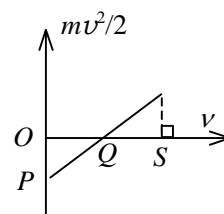


11、(4387A20)

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。 []



12、(4503A20)

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. []

13、(4607A10)

当照射光的波长从 4000 \AA 变到 3000 \AA 时, 对同一金属, 在光电效应实验中测得的遏止电压将:

- (A) 减小 0.56 V . (B) 减小 0.34 V .
(C) 增大 0.165 V . (D) 增大 1.035 V . []
(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)

14、(4736A15)

保持光电管上电势差不变, 若入射的单色光光强增大, 则从阴极逸出的光电子的最大初动能 E_0 和飞到阳极的电子的最大动能 E_K 的变化分别是

- (A) E_0 增大, E_K 增大. (B) E_0 不变, E_K 变小.
(C) E_0 增大, E_K 不变. (D) E_0 不变, E_K 不变. []

15、(4737A20)

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 . []

16、(4739B30)

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 . []

17、(5232C50)

用强度为 I , 波长为 λ 的 X 射线(伦琴射线)分别照射锂($Z = 3$)和铁($Z = 26$). 若在同一散射角下测得康普顿散射的 X 射线波长分别为 λ_{Li} 和 λ_{Fe} ($\lambda_{\text{Li}}, \lambda_{\text{Fe}} > \lambda$), 它们对应的强度分别为 I_{Li} 和 I_{Fe} , 则

- (A) $\lambda_{\text{Li}} > \lambda_{\text{Fe}}, I_{\text{Li}} < I_{\text{Fe}}$ (B) $\lambda_{\text{Li}} = \lambda_{\text{Fe}}, I_{\text{Li}} = I_{\text{Fe}}$
(C) $\lambda_{\text{Li}} = \lambda_{\text{Fe}}, I_{\text{Li}} > I_{\text{Fe}}$ (D) $\lambda_{\text{Li}} < \lambda_{\text{Fe}}, I_{\text{Li}} > I_{\text{Fe}}$ []

18、(5363A20)

以下一些材料的逸出功为

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 铍 3.9 eV | 钋 5.0 eV |
| 铯 1.9 eV | 钨 4.5 eV |

今要制造能在可见光(频率范围为 $3.9 \times 10^{14} \text{ Hz} - 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$)下工作的光电管, 在这些材料中应选

- (A) 钨. (B) 钋. (C) 铯. (D) 铍. []

19、(5365B25)

康普顿效应的主要特点是

(A) 散射光的波长均比入射光的波长短, 且随散射角增大而减小, 但与散射体的性质无关.

(B) 散射光的波长均与入射光的波长相同, 与散射角、散射体性质无关.

(C) 散射光中既有与入射光波长相同的, 也有比入射光波长长的和比入射光波长短的. 这与散射体性质有关.

(D) 散射光中有些波长比入射光的波长长, 且随散射角增大而增大, 有些散射光波长与入射光波长相同. 这都与散射体的性质无关. []

20、(5367B35)

光电效应和康普顿效应都包含有电子与光子的相互作用过程. 对此, 在以下几种理解中, 正确的是

- (A) 两种效应中电子与光子两者组成的系统都服从动量守恒定律和能量守恒定

律.

(B) 两种效应都相当于电子与光子的弹性碰撞过程.

(C) 两种效应都属于电子吸收光子的过程.

(D) 光电效应是吸收光子的过程, 而康普顿效应则相当于光子和电子的弹性碰撞过程.

(E) 康普顿效应是吸收光子的过程, 而光电效应则相当于光子和电子的弹性碰撞过程. []

21、(5617A20)

用 X 射线照射物质时, 可以观察到康普顿效应, 即在偏离入射光的各个方向上观察到散射光, 这种散射光中

(A) 只包含有与入射光波长相同的成分.

(B) 既有与入射光波长相同的成分, 也有波长变长的成分, 波长的变化只与散射方向有关, 与散射物质无关.

(C) 既有与入射光相同的成分, 也有波长变长的成分和波长变短的成分, 波长的变化既与散射方向有关, 也与散射物质有关.

(D) 只包含着波长变长的成分, 其波长的变化只与散射物质有关与散射方向无关. []

22、(5364A20)

某金属产生光电效应的红限波长为 λ_0 , 今以波长为 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_e)的动量大小为

(A) h/λ .

(B) h/λ_0 .

(C) $\sqrt{\frac{2m_e hc(\lambda_0 + \lambda)}{\lambda_0 \lambda}}$

(D) $\sqrt{\frac{2m_e hc}{\lambda_0}}$

(E) $\sqrt{\frac{2m_e hc(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda_0 \lambda}}$

[]

23、(0507B35)

已知用光照的办法将氢原子基态的电子电离, 可用的最长波长的光是 913 Å 的紫外光, 那么氢原子从各受激态跃迁至基态的赖曼系光谱的波长可表示为:

(A) $\lambda = 913 \frac{n-1}{n+1}$ Å.

(B) $\lambda = 913 \frac{n+1}{n-1}$ Å.

(C) $\lambda = 913 \frac{n^2+1}{n^2-1}$ Å.

(D) $\lambda = 913 \frac{n^2}{n^2-1}$ Å.

[]

24、(4190B25)

要使处于基态的氢原子受激发后能发射赖曼系(由激发态跃迁到基态发射的各谱线组成的谱线系)的最长波长的谱线, 至少应向基态氢原子提供的能量是

(A) 1.5 eV.

(B) 3.4 eV.

(C) 10.2 eV.

(D) 13.6 eV.

[]

25、(4194A15)

根据玻尔的理论, 氢原子在 $n=5$ 轨道上的动量矩与在第一激发态的轨道动量矩之比为

(A) 5/4.

(B) 5/3.

(C) 5/2.

(D) 5.

[]

26、(4195B25)

氢原子光谱的巴耳末线系中谱线最小波长与最大波长之比为

- (A) $7/9$. (B) $5/9$.
(C) $4/9$. (D) $2/9$. []

27、(4197A10)

由氢原子理论知，当大量氢原子处于 $n=3$ 的激发态时，原子跃迁将发出：

- (A) 一种波长的光. (B) 两种波长的光.
(C) 三种波长的光. (D) 连续光谱. []

28、(4198B25)

根据玻尔理论，氢原子中的电子在 $n=4$ 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) $1/32$. []

29、(4199B25)

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时速度大小之比 v_1/v_3 是

- (A) $1/9$. (B) $1/3$.
(C) 3 . (D) 9 . []

30、(4239C45)

假定氢原子原是静止的，则氢原子从 $n=3$ 的激发状态直接通过辐射跃迁到基态时的反冲速度大约是

- (A) 4 m/s . (B) 10 m/s .
(C) 100 m/s . (D) 400 m/s . []
(氢原子的质量 $m=1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$)

31、(4411A15)

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) $20/27$. (B) $9/8$.
(C) $27/20$. (D) $16/9$. []

32、(4619A10)

按照玻尔理论，电子绕核作圆周运动时，电子的动量矩 L 的可能值为

- (A) 任意值. (B) nh , $n=1, 2, 3, \dots$
(C) $2\pi nh$, $n=1, 2, 3, \dots$ (D) $nh/(2\pi)$, $n=1, 2, 3, \dots$ []

33、(4622B30)

具有下列哪一能量的光子，能被处在 $n=2$ 的能级的氢原子吸收？

- (A) 1.51 eV . (B) 1.89 eV .
(C) 2.16 eV . (D) 2.40 eV . []

34、(4747A15)

若用里德伯常量 R 表示氢原子光谱的最短波长，则可写成

- (A) $\lambda_{\min}=1/R$. (B) $\lambda_{\min}=2/R$.
(C) $\lambda_{\min}=3/R$. (D) $\lambda_{\min}=4/R$. []

35、(4748B25)

已知氢原子从基态激发到某一定态所需能量为 10.19 eV ，当氢原子从能量为 -0.85 eV 的状态跃迁到上述定态时，所发射的光子的能量为

- (A) 2.56 eV. (B) 3.41 eV.
(C) 4.25 eV. (D) 9.95 eV. []

36、(4749B30)

要使处于基态的氢原子受激后可辐射出可见光谱线，最少应供给氢原子的能量为

- (A) 12.09 eV. (B) 10.20 eV.
(C) 1.89 eV. (D) 1.51 eV. []

37、(4750B25)

在气体放电管中，用能量为 12.1 eV 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) 12.1 eV. (B) 10.2 eV.
(C) 12.1 eV, 10.2 eV 和 1.9 eV. (D) 12.1 eV, 10.2 eV 和 3.4 eV.
[]

38、(4206C50)

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) $\lambda \propto \sqrt{c^2 - v^2}$. []

39、(4241A20)

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) $1/(eRBh)$. []

40、(4242B25)

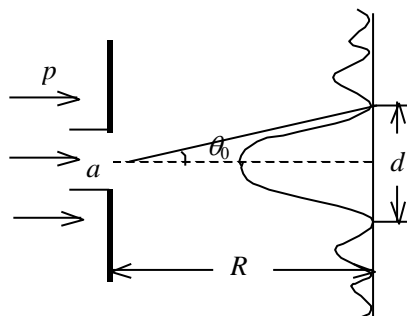
电子显微镜中的电子从静止开始通过电势差为 U 的静电场加速后，其德布罗意波长是 0.4 \AA ，则 U 约为

- (A) 150 V. (B) 330 V.
(C) 630 V. (D) 940 V. []
(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

41、(4628B35)

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) $2Rh/(ap)$.
[]



42、(4770A15)

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. []

43、(4211A05)

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.

[]

44、(4428A20)

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

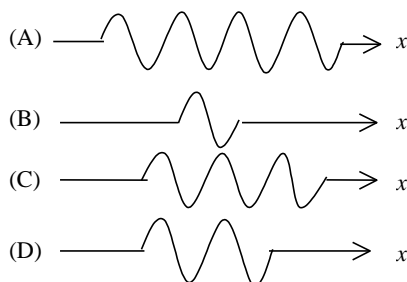
- (A) $1/(2a)$. (B) $1/a$.
 (C) $1/\sqrt{2a}$. (D) $1/\sqrt{a}$.

[]

45、(4778A15)

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？

[]



46、(5234A20)

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).

[]

47、(5619B25)

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.

[]

48、(8020A15)

将波函数在空间各点的振幅同时增大 D 倍，则粒子在空间的分布概率将

- (A) 增大 D^2 倍. (B) 增大 $2D$ 倍.
 (C) 增大 D 倍. (D) 不变.

[]

49、(4440A20)

直接证实了电子自旋存在的最早的实验之一是

- (A) 康普顿实验. (B) 卢瑟福实验.
 (C) 戴维孙—革末实验. (D) 斯特恩—革拉赫实验.

[]

50、(4965A20)

下列各组量子数中，哪一组可以描述原子中电子的状态？

- (A) $n = 2, l = 2, m_l = 0, m_s = \frac{1}{2}$.

(B) $n = 3, l = 1, m_l = -1, m_s = -\frac{1}{2}$.

(C) $n = 1, l = 2, m_l = 1, m_s = \frac{1}{2}$.

(D) $n = 1, l = 0, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$. []

51、(4966A20)

有下列四组量子数:

(1) $n = 3, l = 2, m_l = 0, m_s = \frac{1}{2}$.

(2) $n = 3, l = 3, m_l = 1, m_s = \frac{1}{2}$.

(3) $n = 3, l = 1, m_l = -1, m_s = -\frac{1}{2}$.

(4) $n = 3, l = 0, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$.

其中可以描述原子中电子状态的

(A) 只有(1)和(3).

(B) 只有(2)和(4).

(C) 只有(1)、(3)和(4).

(D) 只有(2)、(3)和(4). []

52、(8022B25)

氢原子中处于 3d 量子态的电子, 描述其量子态的四个量子数(n, l, m_l, m_s)可能取的值为

(A) $(3, 0, 1, -\frac{1}{2})$. (B) $(1, 1, 1, -\frac{1}{2})$.

(C) $(2, 1, 2, \frac{1}{2})$. (D) $(3, 2, 0, \frac{1}{2})$. []

53、(8023B25)

氢原子中处于 2p 状态的电子, 描述其量子态的四个量子数(n, l, m_l, m_s)可能取的值为

(A) $(2, 2, 1, -\frac{1}{2})$. (B) $(2, 0, 0, \frac{1}{2})$.

(C) $(2, 1, -1, -\frac{1}{2})$. (D) $(2, 0, 1, \frac{1}{2})$. []

54、(4785B25)

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

(A) $(1, 0, 0, \frac{1}{2})$. (B) $(1, 0, -1, \frac{1}{2})$.

(C) $(1, 1, 0, -\frac{1}{2})$. (D) $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$. []

55、(4786B25)

在氢原子的 L 壳层中, 电子可能具有的量子数(n, l, m_l, m_s)是

- (A) $(1, 0, 0, -\frac{1}{2})$. (B) $(2, 1, -1, \frac{1}{2})$.
 (C) $(2, 0, 1, -\frac{1}{2})$. (D) $(3, 1, -1, -\frac{1}{2})$. []

56、(8028A20)

在原子的 K 壳层中, 电子可能具有的四个量子数(n, l, m_l, m_s)是

- (1) $(1, 1, 0, \frac{1}{2})$. (2) $(1, 0, 0, \frac{1}{2})$.
 (3) $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$. (4) $(1, 0, 0, -\frac{1}{2})$.

以上四种取值中, 哪些是正确的?

- (A) 只有(1)、(3)是正确的.
 (B) 只有(2)、(4)是正确的.
 (C) 只有(2)、(3)、(4)是正确的.
 (D) 全部是正确的. []

57、(8029A20)

在原子的 L 壳层中, 电子可能具有的四个量子数(n, l, m_l, m_s)是

- (1) $(2, 0, 1, \frac{1}{2})$. (2) $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$.
 (3) $(2, 1, 1, \frac{1}{2})$. (4) $(2, 1, -1, -\frac{1}{2})$.

以上四种取值中, 哪些是正确的?

- (A) 只有(1)、(2)是正确的. (B) 只有(2)、(3)是正确的.
 (C) 只有(2)、(3)、(4)是正确的. (D) 全部是正确的. []

二、填空题:

1、(0475A10)

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 .

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

2、(4179A10)

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

3、(4180B25)

当波长为 3000 \AA 的光照射在某金属表面时, 光电子的能量范围从 0 到 $4.0 \times 10^{-19} \text{ J}$. 在作上述光电效应实验时遏止电压为 $|U_a| =$ _____ V ; 此金属的红限频率 $\nu_0 =$ _____ Hz .

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

4、(4184A15)

已知钾的逸出功为 2.0 eV , 如果用波长为 $3.60 \times 10^{-7} \text{ m}$ 的光照射在钾上, 则光电效应的遏止电压的绝对值 $|U_a| =$ _____.

从钾表面发射出电子的最大速度 $v_{\max} =$ _____.

($h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$, $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

5、(4187A10)

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。

6、(4250A10)

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

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

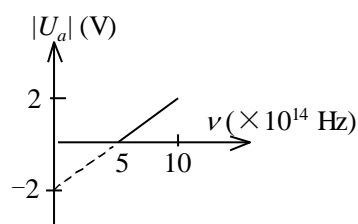
7、(4388A20)

以波长为 $\lambda = 0.207 \text{ \mu m}$ 的紫外光照射金属钡表面产生光电效应，已知钡的红限频率 $\nu_0 = 1.21 \times 10^{15}$ 赫兹，则其遏止电压 $|U_a| =$ _____ V.

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

8、(4389A20)

在光电效应实验中，测得某金属的遏止电压 $|U_a|$ 与入射光频率 ν 的关系曲线如图所示，由此可知该金属的红限频率 $\nu_0 =$ _____ Hz；逸出功 $A =$ _____ eV.



9、(4390A15)

已知某金属的逸出功为 A ，用频率为 ν_1 的光照射该金属能产生光电效应，则该金属的红限频率 $\nu_0 =$ _____， $\nu_1 > \nu_0$ ，且遏止电势差 $|U_a| =$ _____.

10、(4391A20)

当波长为 300 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的光照射在某金属表面时，光电子的动能范围为 $0 \sim 4.0 \times 10^{-19} \text{ J}$. 此时遏止电压为 $|U_a| =$ _____ V；红限频率 $\nu_0 =$ _____ Hz.

(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、(4546A10)

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

12、(4608A15)

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

13、(4609A10)

频率为 100 MHz 的一个光子的能量是 _____，动量的大小是 _____.

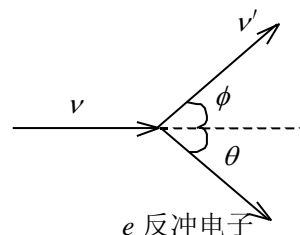
(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

14、(4611A15)

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.

15、(4612A20)

如图所示，一频率为 ν 的入射光子与起始静止的自由电子发生碰撞和散射. 如果散射光子的频率为 ν' ，反冲电子的动量为 p ，则在入射光子平行的方向上的动量守恒定律的分量形式为 _____.



16、(4740A20)

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

17、(4741A15)

分别以频率为 ν_1 和 ν_2 的单色光照射某一光电管. 若 $\nu_1 > \nu_2$ (均大于红限频率 ν_0), 则当两种频率的入射光的光强相同时, 所产生的光电子的最大初动能 E_1 _____ E_2 ; 所产生的饱和光电流 I_{s1} _____ I_{s2} .

(用 $>$ 或 $=$ 或 $<$ 填入)

18、(4742B30)

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_____.

19、(5618B25)

在康普顿散射中, 若入射光子与散射光子的波长分别为 λ 和 λ' , 则反冲电子获得的动能 $E_K =$ _____.

20、(0514A10)

在玻尔氢原子理论中势能为负值, 而且数值比动能大, 所以总能量为_____值, 并且只能取_____值.

21、(4191B25)

在氢原子发射光谱的巴耳末线系中有一频率为 6.15×10^{14} Hz 的谱线, 它是氢原子从能级 $E_n =$ _____ eV 跃迁到能级 $E_k =$ _____ eV 而发出的.

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

22、(4192B25)

在氢原子光谱中, 赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的各谱线组成的谱线系)的最短波长的谱线所对应的光子能量为_____ eV; 巴耳末系的最短波长的谱线所对应的光子的能量为_____ eV.

(里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7$ m $^{-1}$,

普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J \cdot s, 1 eV = 1.60×10^{-19} J,

真空中光速 $c = 3 \times 10^8$ m \cdot s $^{-1}$)

23、(4196B25)

氢原子基态的电离能是 _____ eV. 电离能为+0.544 eV 的激发态氢原子, 其电子处在 $n =$ _____ 的轨道上运动.

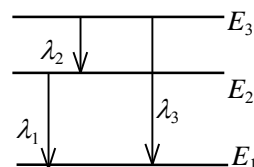
24、(4200B25)

设大量氢原子处于 $n = 4$ 的激发态, 它们跃迁时发射出一簇光谱线. 这簇光谱线最多可能有 _____ 条, 其中最短的波长是 _____ Å.

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

25、(4201B25)

图示被激发的氢原子跃迁到低能级时(图中 E_1 不是基态能级), 可发出波长为 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 的辐射, 其频率 ν_1 、 ν_2 和 ν_3 满足关系式_____ ; 三个波长满足关系式_____.



26、(4423A15)

玻尔的氢原子理论中提出的关于_____和_____的假设在现代的量子力学理论中仍然是两个重要的基本概念.

27、(4424A10)

欲使氢原子发射赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的谱线构成)中波长为 1216

\AA 的谱线, 应传给基态氢原子的最小能量是_____eV.

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

28、(4513A15)

玻尔的氢原子理论三个基本假设是:

(1) _____,

(2) _____,

(3) _____.

29、(4517B40)

欲使氢原子能发射巴耳末系中波长为 4861.3 \AA 的谱线, 最少要给基态氢原子提供_____eV 的能量.

(里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

30、(4518B40)

欲使氢原子能发射巴耳末系中波长为 6562.8 \AA 的谱线, 最少要给基态氢原子提供_____eV 的能量.

(里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

31、(4620C50)

按照玻尔理论, 移去处于基态的 He^+ 中的电子所需能量为_____eV.

32、(4623A10)

氢原子中电子从 $n = 3$ 的激发态被电离出去, 需要的能量为_____eV.

33、(4624B25)

氢原子由定态 l 跃迁到定态 k 可发射一个光子. 已知定态 l 的电离能为 0.85 eV , 又知从基态使氢原子激发到定态 k 所需能量为 10.2 eV , 则在上述跃迁中氢原子所发射的光子的能量为_____eV.

34、(4751A15)

玻尔氢原子理论中的定态假设的内容是: _____

35、(4752A15)

玻尔氢原子理论的基本假设之一是定态跃迁的频率条件, 其内容表述如下: _____

36、(4753A15)

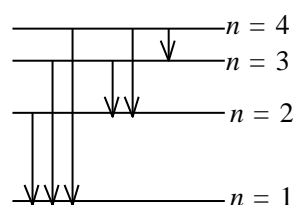
玻尔氢原子理论的基本假设之一是电子轨道动量矩的量子化条件, 其内容可表述如下: _____

37、(4754A10)

氢原子的部分能级跃迁示意图. 在这些能级跃迁中,

(1) 从 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 的能级跃迁到 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 的能级时所发射的光子的波长最短;

(2) 从 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 的能级跃迁到 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 的能级时所发射的光子的频率最小.



38、(4755A15)

被激发到 $n = 3$ 的状态的氢原子气体发出的辐射中, 有_____条可见光谱线和

_____条非可见光谱线.

39、(4756A15)

氢原子从能量为 -0.85 eV 的状态跃迁到能量为 -3.4 eV 的状态时, 所发射的光子能量是_____eV, 这是电子从 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 的能级到 $n = 2$ 的能级的跃迁.

40、(4757A20)

当氢原子从某初始状态跃迁到激发能(从基态到激发态所需的能量)为 10.19 eV 的激发态上时, 发出一个波长为 4860 \AA 的光子, 则初始状态氢原子的能量是_____eV.

41、(4758A10)

要使处于基态的氢原子受激发后能辐射氢原子光谱中波长最短的光谱线, 最少需向氢原子提供_____eV的能量.

42、(4759A15)

已知基态氢原子的能量为 -13.6 eV , 当基态氢原子被 12.09 eV 的光子激发后, 其电子的轨道半径将增加到玻尔半径的_____倍.

43、(4760A20)

当一个质子俘获一个动能 $E_k = 13.6\text{ eV}$ 的自由电子组成一个基态氢原子时, 所发出的单色光频率是_____. (基态氢原子的能量为 -13.6 eV , 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{ J} \cdot \text{s}$)

44、(4761A10)

使氢原子中电子从 $n = 3$ 的状态电离, 至少需要供给的能量为_____eV(已知基态氢原子的电离能为 13.6 eV).

45、(4762A15)

在氢原子光谱的巴耳末系中, 波长最长的谱线和波长最短的谱线的波长比值是_____.

46、(4763A20)

在氢原子光谱的巴耳末系中, 波长最长的谱线 H_α 和相邻的谱线 H_β 的波长比值是_____.

47、(4765B25)

处于基态的氢原子吸收了 13.06 eV 的能量后, 可激发到 $n = \underline{\hspace{1cm}}$ 的能级, 当它跃迁回到基态时, 可能辐射的光谱线有_____条.

48、(5369A20)

根据氢原子理论, 若大量氢原子处于主量子数 $n = 5$ 的激发态, 则跃迁辐射的谱线可以有_____条, 其中属于巴耳末系的谱线有_____条.

49、(4207C50)

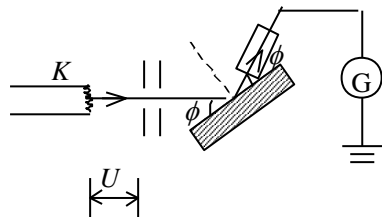
令 $\lambda_c = h/(m_e c)$ (称为电子的康普顿波长, 其中 m_e 为电子静止质量, c 为真空中光速, h 为普朗克常量). 当电子的动能等于它的静止能量时, 它的德布罗意波长是 $\lambda = \underline{\hspace{1cm}}\lambda_c$.

50、(4429A20)

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 $\lambda = \underline{\hspace{1cm}}\text{ nm}$

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

51、(4524B25)



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 $\lambda =$ _____.

52、(4629B25)

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 $m_H = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$)

53、(4630B30)

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_____.

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

54、(4771A15)

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

55、(4772A20)

若中子的德布罗意波长为 2 \AA , 则它的动能为_____.

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 中子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$)

56、(4773B25)

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 $E_p : E_\alpha =$ _____.

57、(4203B25)

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_____.

58、(4632A10)

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

59、(5372A15)

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

60、(4215A10)

根据量子论, 氢原子中核外电子的状态可由四个量子数来确定, 其中主量子数 n 可取的值为_____, 它可决定_____.

61、(4221B25)

原子内电子的量子态由 n 、 l 、 m_l 及 m_s 四个量子数表征. 当 n 、 l 、 m_l 一定时, 不同的量子态数目为_____; 当 n 、 l 一定时, 不同的量子态数目为_____; 当 n 一定时, 不同的量子态数目为_____.

62、(4533B25)

1921 年斯特恩和革拉赫在实验中发现: 一束处于 s 态的原子射线在非均匀磁场中

分裂为两束. 对于这种分裂用电子轨道运动的角动量空间取向量子化难于解释, 只能用_____来解释.

63、(4782A10)

电子的自旋磁量子数 m_s 只能取_____和_____两个值.

64、(4783B25)

根据量子力学理论, 氢原子中电子的动量矩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_____.

65、(4784B25)

根据量子力学理论, 氢原子中电子的动量矩为 $L = \sqrt{l(l+1)} \hbar$, 当主量子数 $n=3$ 时, 电子动量矩的可能取值为_____.

66、(4963A15)

原子中电子的主量子数 $n=2$, 它可能具有的状态数最多为_____个.

67、(4968A15)

在下列各组量子数的空格上, 填上适当的数值, 以便使它们可以描述原子中电子的状态:

(1) $n=2$, $l=$ _____, $m_l=-1$, $m_s=-\frac{1}{2}$.

(2) $n=2$, $l=0$, $m_l=$ _____, $m_s=\frac{1}{2}$.

(3) $n=2$, $l=1$, $m_l=0$, $m_s=$ _____.

68、(8024A20)

主量子数 $n=4$ 的量子态中, 角量子数 l 的可能取值为_____; 磁量子数 m_l 的可能取值为_____.

69、(8026A20)

玻尔氢原子理论中, 电子轨道角动量最小值为_____; 而量子力学理论中, 电子轨道角动量最小值为_____. 实验证明_____理论的结果是正确的.

70、(4219A10)

多电子原子中, 电子的排列遵循_____原理和_____原理.

71、(4635A15)

泡利不相容原理的内容是_____.

72、(4787B25)

在主量子数 $n=2$, 自旋磁量子数 $m_s=\frac{1}{2}$ 的量子态中, 能够填充的最大电子数是_____.

73、(4788B25)

根据泡利不相容原理, 在主量子数 $n=4$ 的电子壳层上最多可能有的电子数为_____个.

74、(4967B25)

锂($Z=3$)原子中含有 3 个电子, 电子的量子态可用 (n, l, m_l, m_s) 四个量子数来描述, 若已知基态锂原子中一个电子的量子态为 $(1, 0, 0, \frac{1}{2})$, 则其余两个电子的量子态分别为(_____)和(_____).

75、(4969B25)

钴($Z = 27$)有两个电子在 $4s$ 态, 没有其它 $n \geq 4$ 的电子, 则在 $3d$ 态的电子可有 _____ 个.

76、(8025A20)

根据量子力学理论, 原子内电子的量子态由 (n, l, m_l, m_s) 四个量子数表征. 那么, 处于基态的氢原子内两个电子的量子态可由 _____ 和 _____ 两组量子数表征.

三、计算题:

1、(0640B40)

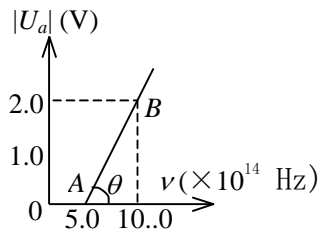
频率为 ν 的一束光以入射角 i 照射在平面镜上并完全反射, 设光束单位体积中的光子数为 n , 求:

- (1) 每一光子的能量、动量和质量.
- (2) 光束对平面镜的光压(压强).

2、(4186B40)

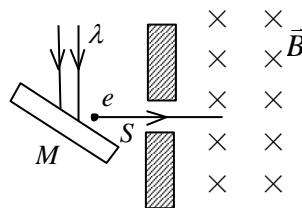
图中所示为在一次光电效应实验中得出的曲线

- (1) 求证: 对不同材料的金属, AB 线的斜率相同.
 - (2) 由图上数据求出普朗克恒量 h .
- (基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)



3、(4246B30)

波长为 λ 的单色光照射某金属 M 表面发生光电效应, 发射的光电子(电荷绝对值为 e , 质量为 m)经狭缝 S 后垂直进入磁感应强度为 \bar{B} 的均匀磁场(如图示), 今已测出电子在该磁场中作圆运动的最大半径为 R . 求



- (1) 金属材料的逸出功 A ;
- (2) 遏止电势差 U_a .

4、(4392A20)

用单色光照射某一金属产生光电效应, 如果入射光的波长从 $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$ 减到 $\lambda_2 = 360 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 遏止电压改变多少? 数值加大还是减小?

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

5、(4393A20)

以波长 $\lambda = 410 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色光照射某一金属, 产生的光电子的最大动能 $E_K = 1.0 \text{ eV}$, 求能使该金属产生光电效应的单色光的最大波长是多少?

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

6、(4502A20)

功率为 P 的点光源, 发出波长为 λ 的单色光, 在距光源为 d 处, 每秒钟落在垂直于光线的单位面积上的光子数为多少? 若 $\lambda = 6630 \text{ \AA}$, 则光子的质量是多少?

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

7、(4504B25)

已知 X 射线光子的能量为 0.60 MeV , 若在康普顿散射中散射光子的波长为入射光子的 1.2 倍, 试求反冲电子的动能.

8、(4505C60)

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

9、(4743B25)

光电管的阴极用逸出功为 $A = 2.2 \text{ eV}$ 的金属制成, 今用一单色光照射此光电管, 阴极发射出光电子, 测得遏止电势差为 $|U_a| = 5.0 \text{ V}$, 试求:

(1) 光电管阴极金属的光电效应红限波长;

(2) 入射光波长.

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

10、(4744B30)

以波长为 $\lambda = 0.200 \mu\text{m}$ 的单色光照射一铜球, 铜球能放出电子. 现将此铜球充电, 试求铜球的电势达到多高时不再放出电子? (铜的逸出功为 $A = 4.10 \text{ eV}$, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

11、(4745A20)

波长为 $\lambda_0 = 0.500 \text{ \AA}$ 的 X 射线被静止的自由电子所散射, 若散射线的波长变为 $\lambda = 0.522 \text{ \AA}$, 试求反冲电子的动能 E_K .

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

12、(5233C50)

设康普顿效应中入射 X 射线(伦琴射线)的波长 $\lambda = 0.700 \text{ \AA}$, 散射的 X 射线与入射的 X 射线垂直, 求:

(1) 反冲电子的动能 E_K .

(2) 反冲电子运动的方向与入射的 X 射线之间的夹角 θ .

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

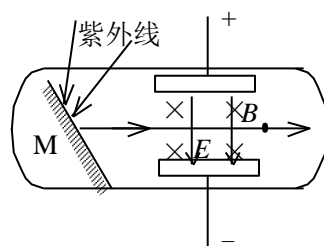
13、(5366B30)

假定在康普顿散射实验中, 入射光的波长 $\lambda_0 = 0.0030 \text{ nm}$, 反冲电子的速度 $v = 0.6c$, 求散射光的波长 λ .

(电子的静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, c 表示真空中的光速)

14、(5380B35)

如图所示, 某金属 M 的红限波长 $\lambda_0 = 260 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 今用单色紫外线照射该金属, 发现有光电子放出, 其中速度最大的光电子可以匀速直线地穿过互相垂直的均匀电场(场强 $E = 5 \times 10^3 \text{ V/m}$)和均匀磁场(磁感应强度为 $B = 0.005 \text{ T}$)区域, 求:



(1) 光电子的最大速度 v .

(2) 单色紫外线的波长 λ .

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

15、(4610B35)

红限波长为 $\lambda_0 = 0.15 \text{ \AA}$ 的金属箔片置于 $B = 30 \times 10^{-4} \text{ T}$ 的均匀磁场中. 今用单色 γ 射线照射而释放出电子, 且电子在垂直于磁场的平面内作 $R = 0.1 \text{ m}$ 的圆周运动. 求 γ 射线的波长. (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 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

16、(0316A15)

组成某双原子气体分子的两个原子的质量均为 m , 间隔为一固定值 d , 并绕通过 d 的中点而垂直于 d 的轴旋转, 假设角动量是量子化的, 并符合玻尔量子化条件. 试求:

- (1) 可能的角速度; (2) 可能的量子化的转动动能.

17、(0521B35)

实验发现基态氢原子可吸收能量为 12.75 eV 的光子.

- (1) 试问氢原子吸收该光子后将被激发到哪个能级?
(2) 受激发的氢原子向低能级跃迁时, 可能发出哪几条谱线? 请画出能级图(定性), 并将这些跃迁画在能级图上.

18、(0532B25)

已知氢光谱的某一线系的极限波长为 3647 Å, 其中有一谱线波长为 6565 Å. 试由玻尔氢原子理论, 求与该波长相应的始态与终态能级的能量.

$$(R=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1})$$

19、(0537B25)

在氢原子中, 电子从某能级跃迁到量子数为 n 的能级, 这时轨道半径改变 q 倍, 求发射的光子的频率.

20、(0538B35)

根据玻尔理论

- (1) 计算氢原子中电子在量子数为 n 的轨道上作圆周运动的频率;
(2) 计算当该电子跃迁到 $(n-1)$ 的轨道上时所发出的光子的频率;
(3) 证明当 n 很大时, 上述(1)和(2)结果近似相等.
- 21、(0570B30)
- 氢原子激发态的平均寿命约为 10^{-8} s , 假设氢原子处于激发态时, 电子作圆轨道运动, 试求出处于量子数 $n=5$ 状态的电子在它跃迁到基态之前绕核转了多少圈. ($m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

22、(4202C45)

氢原子光谱的巴耳末线系中, 有一光谱线的波长为 4340 Å, 试求:

- (1) 与这一谱线相应的光子能量为多少电子伏特?
(2) 该谱线是氢原子由能级 E_n 跃迁到能级 E_k 产生的, n 和 k 各为多少?
(3) 最高能级为 E_5 的大量氢原子, 最多可以发射几个线系, 共几条谱线?
请在氢原子能级图中表示出来, 并说明波长最短的是哪一条谱线.
- 23、(4412A20)
- 处于基态的氢原子被外来单色光激发后发出的光仅有三条谱线, 问此外来光的频率为多少? (里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

24、(4413B25)

试求氢原子线系极限的波数表达式及赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的谱线构成)、巴耳末系、帕邢系(由各高能激发态跃迁到 $n=3$ 的定态所发射的谱线构成)的线系极限的波数. (里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

25、(4414B25)

处于第一激发态的氢原子被外来单色光激发后, 发射的光谱中, 仅观察到三条巴耳末系光谱线. 试求这三条光谱线中波长最长的那条谱线的波长以及外来光的频率. (里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

26、(4519B25)

已知氢原子中电子的最小轨道半径为 $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$, 求它绕核运动的速度是多少?
(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

27、(4520C50)

试估计处于基态的氢原子被能量为 12.09 eV 的光子激发时, 其电子的轨道半径增加多少倍?

28、(4547B35)

已知电子在垂直于均匀磁场 \vec{B} 的平面内运动, 设电子的运动满足玻尔量子化条件, 求电子轨道的半径 $r_n = ?$

29、(4767B25)

当氢原子从某初始状态跃迁到激发能(从基态到激发态所需的能量)为 $\Delta E = 10.19 \text{ eV}$ 的状态时, 发射出光子的波长是 $\lambda = 4860 \text{ \AA}$, 试求该初始状态的能量和主量子数. (普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

30、(4768)

用某频率的单色光照射基态氢原子气体, 使气体发射出三种频率的谱线, 试求原照射单色光的频率.

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

31、(5238C45)

已知氢原子光谱中有一条谱线的波长是 $\lambda = 1025.7 \text{ \AA}$, 氢原子的里德伯常量 $R = 109677 \text{ cm}^{-1}$. 问: 跃迁发生在哪两个能级之间?

32、(5370B30)

若处于基态的氢原子吸收了一个能量为 $h\nu = 15 \text{ eV}$ 的光子后其电子成为自由电子(电子的质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$), 求该自由电子的速度 v .

33、(4234C45)

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矩量子化条件.

34、(4431B35)

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

35、(4506A10)

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 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

36、(4522C55)

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.

37、(4525C55)

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?

38、(4527C55)

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

39、(4535B25)

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

40、(4542C55)

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:

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

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

41、(4631B35)

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

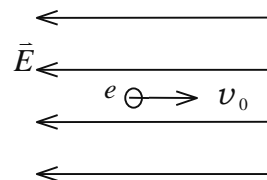
42、(4774A20)

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 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV}=1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

43、(5248B40)

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



44、(1813C50)

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.

45、(4430B30)

已知粒子在无限深势阱中运动, 其波函数为

$$\psi(x) = \sqrt{2/a} \sin(\pi x/a) \quad (0 \leq x \leq a)$$

求发现粒子的概率为最大的位置.

46、(4435B35)

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

47、(4442B40)

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.

48、(4526C50)

粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi_n(x) = \sqrt{2/a} \sin(n\pi x/a) \quad (0 < x < a)$$

若粒子处于 $n=1$ 的状态, 它在 $0-a/4$ 区间内的概率是多少?

$$[\text{提示: } \int \sin^2 x \, dx = \frac{1}{2}x - (1/4)\sin 2x + C]$$

49、(4779B30)

一维运动的粒子, 设其动量的不确定量等于它的动量, 试求此粒子的位置不确定

量与它的德布罗意波长的关系. (不确定关系式 $\Delta p_x \Delta x \geq h$).

50、(4970A20)

试求 d 分壳层最多能容纳的电子数, 并写出这些电子的 m_l 和 m_s 值.

四、证明题:

1、(0486A15)

证明在康普顿散射实验中, 反冲电子的动能 K 和入射光子的能量 E 之间的关系为:

$$\frac{K}{E} = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda}.$$

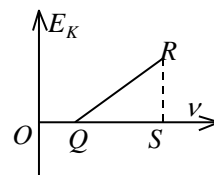
2、(0504C45)

证明在康普顿散射实验中, 波长为 λ_0 的一个光子与质量为 m_0 的静止电子碰撞后, 电子的反冲角 θ 与光子散射角 ϕ 之间的关系为:

$$\tan \theta = \left[\left(1 + \frac{h}{m_0 c \lambda_0} \right) \tan \left(\frac{\phi}{2} \right) \right]^{-1}$$

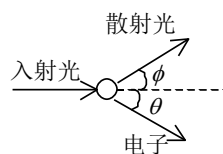
3、(4394A20)

在光电效应实验中, 测得光电子最大初动能 E_K 与入射光频率 ν 的关系曲线如图所示. 试证: 普朗克常量 $h = \overline{RS} / (\overline{QS})$. (即直线的斜率)



4、(4443C60)

如图示, 能量为 $h\nu_0$ 的光子流与静止质量为 m_e 的静止自由电子作弹性碰撞, 若散射的光子的能量为 $h\nu$, 试证明散射角 ϕ 满足下式



$$\sin^2 \frac{\phi}{2} = \frac{m_e c^2 (\nu_0 - \nu)}{2 h \nu_0 \nu}.$$

5、(4193A20)

设氢原子光谱的巴耳末系中第一条谱线(H_α)的波长为 λ_α , 第二条谱线(H_β)的波长为 λ_β , 试证明: 帕邢系(由各高能态跃迁到主量子数为 3 的定态所发射的各谱线组成的谱线系)中的第一条谱线的波长为

$$\lambda = \frac{\lambda_\alpha \lambda_\beta}{\lambda_\alpha - \lambda_\beta}$$

6、(4417B25)

测得氢原子光谱中的某一谱线系的极限波长为 $\lambda_k = 364.7 \text{ nm}$. ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 试推证此谱线系为巴耳末系. (里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

7、(4426B25)

试用玻尔理论推导氢原子在稳定态中的轨道半径.

8、(4427B25)

试根据玻尔关于氢原子结构的基本假说, 推导里德伯常量的理论表达式.

(氢原子能级公式: $E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2}$)

9、(4444D75)

质量为 m 的卫星, 在半径为 r 的轨道上环绕地球运动, 线速度为 v .

(1) 假定玻尔氢原子理论中关于轨道角动量的条件对于地球卫星同样成立. 证明地

球卫星的轨道半径与量子数的平方成正比，即 $r = kn^2$ (k 是比例常数)。

(2) 应用(1)的结果求卫星轨道和它的下一个“容许”轨道间的距离。由此进一步说明在宏观问题中轨道半径实际上可认为是连续变化的(利用以下数据作估算：普朗克常量 $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ，地球质量 $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ ，地球半径 $R = 6.4 \times 10^6 \text{ km}$ ，万有引力常数 $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$)。

10、(4445C45)

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：

$$\lambda = \frac{h}{(2m_e eU + e^2 U^2 / c^2)^{1/2}}$$

11、(4550B35)

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。

12、(5240C45)

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。

13、(4434B40)

在一维无限深势阱中运动的粒子，由于边界条件的限制，势阱宽度 d 必须等于德布罗意波半波长的整数倍。试利用这一条件导出能量量子化公式：

$$E_n = n^2 h^2 / (8md^2), \quad n=1, 2, 3, \dots$$

[提示：非相对论的动能和动量的关系 $E_K = p^2 / (2m)$]