

1. 测得某球形星体辐射的峰值波长为 λ_m ，如将其看作黑体，则该星体表面温度为 $\frac{b}{\lambda_m}$ ，如测得该星体的半径为 R ，则该晶体的总辐射功率为 $4\pi R^2 \sigma T^4 = 4\pi R^2 \sigma \frac{b^4}{\lambda_m^4}$
2. 已知太阳的平均半径为 R ，日地距离为 l ($R \ll l$)，实验测得太阳垂直辐射到地球大气层外表面单位面积的功率为 P ，把太阳当作黑体，则太阳表面温度 $T = \left(\frac{Pl^2}{\sigma R}\right)^{\frac{1}{4}}$ ，太阳辐射的峰值波长 $\lambda = \frac{b}{T}$ (b 、 σ 分别为维恩常数和斯忒藩常数)
3. 设太阳半径为 r ，地球到太阳中心的距离为 l ，太阳的辐射特性与黑体相似，可近似视为黑体，由测量得到太阳辐射谱的峰值波长为 λ ，则太阳表面温度为_____，其总辐出度为_____，地球表面垂直于阳光方向单位面积单位时间内吸收的辐射能为_____ (地球尺寸忽略不计， b 、 σ 分别为维恩常数和斯忒藩常数)
4. 温度为 T 时钨丝的总辐出度与黑体的总辐出度之比为 k 。设灯泡的钨丝表面积为 S ，其他能量损失不计，则维持钨丝温度所消耗的电功率为_____。

5. 某高温炉壁有一小孔，在炉温为4800时，小孔的热辐射的峰值波长为600nm，后来炉温改变，它的峰值波长变为500nm，此时炉温为_____，此时它的总辐出度为原来的_____倍。
6. 测量星体表面温度的方法之一，是把星体看作绝对黑体而测定其单色辐出度峰值对应的波长 λ_m 。现测得星球A的 $\lambda_{m1}=0.5\mu\text{m}$ ，星球B的 $\lambda_{m2}=0.3\mu\text{m}$ ，则星球A表面温度 T_1 与星球B表面温度 T_2 之比 $T_1:T_2=_____$ 。
7. 已知某金属的逸出功为A，用频率为 ν_1 的光照着该金属能产生光电效应，则遏止电压为_____，该金属的红限频率为_____。

8. 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 3ν 的光电子照射此种金属，逸出光电子的最大动能为_____。
9. 可用光电效应测定普朗克常数，如先后分别用波长为 λ_1 和 λ_2 的光做光电效应实验，相应测得其遏止电压为 U_1 和 U_2 ，由此可算得普朗克常数为_____（电子电量为 e ，真空中光速为 c ）。 $h\nu = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}$
10. 已知银的截止波长为 λ_0 ，当用波长为 λ （ $\lambda < \lambda_0$ ）的紫外光照射时，溢出光电子的最大初动能为_____，银的逸出功为_____。
11. 按氢原子理论，当大量氢原子处于 $n=4$ 的激发态时，原子跃迁将发出_____种波长的光。
12. 处于 $n=4$ 激发态的大量氢原子，向低能级跃迁时可发射_____,种频率的光。

13. 玻尔氢原子理论中电子轨道角动量的最小值为 \hbar ；量子力学中氢原子电子轨道角动量的最小值为 0。

14. 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) $n=2, l=1, m_l=-1, m_s=-1/2$;

(2) $n=2, l=0, m_l=0, m_s=1/2$;

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

15 (本小题 2 分) 根据波函数的统计解释, $|\psi(x,t)|^2 dx$ 的物理意义为 粒子在 $x-dx$ 范围内的几率。

16 (本小题 2 分) 斯特恩-盖拉赫对银原子束穿过不均匀磁场后的影像进行研究证实了 电子自旋。

17 (本小题 6 分) 测得某星体辐射的峰值波长 λ_m , 如将其看作黑体, 则该星体表面温度为 ; 如测得该星体的球半径为 R , 则该星体总辐射功率为 。

18 (本小题 6 分) 若氢原子处于 $n=3, l=1$ 的激发态, 则电子轨道角动量的大小 $L=$; 轨道角动量 L 在外加磁场方向上的可能取值 $L_z=$; 电子自旋角动量大小 $S=$ 。(用 \hbar 表示)

19 (本小题 3 分) 在均匀磁场 B 内放置一极薄的金属片, 其红限频率为 ν_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, 则此照射光光子的能量为 。

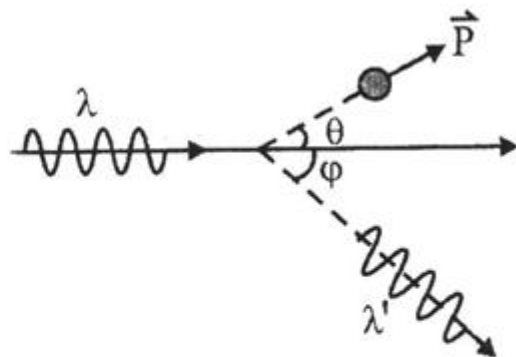
20 (本小题 3 分) 太阳可以看成是一个黑体, 其最大单色辐出度的波长为 λ_m , 已知斯忒藩恒量为 σ , 维恩常数为 b , 真空中的光速为 c , 太阳半径为 R 。由于辐射太阳单位时间内的质量损失为_____。

21 (本小题 3 分) 电子显微镜可以看成电子的圆孔衍射, 已知圆孔直径 D , 电子质量为 m , 其速度为 v ($v < c$), 则电子显微镜的分辨本领 $R =$ _____。

22 (本小题 4 分) 一维谐振子的势函数为 $\frac{1}{2}m\omega^2 x^2$, 其中 m 为振子质量, ω 为振动角频率。则一维谐振子的定态薛定谔方程为 $-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 \psi = E\psi$ _____;

已知一维谐振子的第一激发态波函数为 $\varphi(x) = A x e^{-\frac{\alpha^2 x^2}{2}}$, 其中 $\alpha = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}$, 则与该激发态对应的能量为 $\frac{3}{2}\hbar\omega$ _____。

23 (本小题 6 分) 如图所示, 考虑一波长为 λ 的 X 光子和静止



电子 (电子的静止质量为 m_0) 发生碰撞, 碰撞后光子的波长为

λ' , 电子动量为 \vec{p} , 电子质量为 m , 写出此过程中满足的

能量守恒定律的方程: $\frac{hc}{\lambda} + m_0 c^2 = \frac{hc}{\lambda'} + mc^2$;

动量守恒定律的方程: $p^2 = \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{h}{\lambda'}\right)^2 - 2\frac{h^2}{\lambda\lambda'} \cos\phi$; 可计算得 ϕ 方

向上散射光子的波长 λ' 和入射光子波长 λ 的关系: $\lambda' = \lambda + \frac{2h}{m_0 c} \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)$

24 (本题 12 分) 处在激发态的氢原子向能量较低的状态跃迁时会发出一系列不同频率的光,

称为氢光谱。氢光谱线的波长 λ 可以用下面的里德伯公式来表示, $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$

其中 m, n 为正整数, R 为里德伯恒量, 是一个已知量。对于 $m=1$ 的一系列谱线其波长处在紫外线区, 称为赖曼系; 对于 $m=2$ 的一系列谱线其波长处在可见光区, 称为巴耳末系。

用氢原子发出的光照射某种金属进行光电效应实验, 当用赖曼系波长最长的光照射时, 遏止电压的大小为 U_1 , 当用巴耳末系波长最短的光照射时, 遏止电压的大小为 U_2 。已知电子电量的大小为 e , 真空中的光速为 c , 求

(1) 普朗克常数;

(2) 该金属的逸出功。

25. 实验发现氢原子可吸收能量为 12.75eV 的光子，基态氢原子吸收该光子后将被激发到 $n=\underline{\quad\quad}$ 的能级，受激发的氢原子向低能级跃迁时，可能发出 $\underline{\quad\quad}$ 条谱线。
26. 根据玻尔理论，氢原子中的电子 $n=3$ 轨道上运动的动能与其在基态轨道上运动的动能之比为 $\underline{\quad\quad}$ 。
27. 低速运动的质子和 α 粒子，若他们的德布罗意波长相同，则它们的动量之比 $p_p:p_\alpha=\underline{1:4}$ ，动能之比 $E_p:E_\alpha=\underline{4:1}$ 。
28. 已知电子质量为 m_e ，动能为 E_k ，则电子的德布罗意波的波长为 $\underline{\quad\quad}$ ，让一束该能量的电子通过晶体发生衍射，已知晶面间距 d ，对该晶面族反射方向发生一级极大的电子束的掠射角为 $\underline{\quad\quad}$ ，让该电子束穿过直径为 a 的小孔，在距离小孔 D 处放一荧光屏，该屏上中央亮斑的直径为 $\underline{\quad\quad}$ 。（不考虑相对论效应，且 $D \gg a$ ）

29. 微观粒子的波函数应满足的三个标准条件是单值, 连续, 有限。
30. 戴维孙-革末实验证明了_____。
31. 主量子数 $n=3$ 时, 氢原子轨道角动量大小所有可能取值为
(用 \hbar 表示) $0, \sqrt{2}\hbar, \sqrt{6}\hbar$ 。
32. 激光器发出波长为 λ , 谱线宽度为 $\Delta\lambda$, 则该激光器的相干长度为_____。
33. 质量为 m 带电量为 e 的自由电子经电压 U 加速后, 他的德布罗意波长 $\lambda =$ _____, 让该电子束穿过缝宽为 a 的狭缝, 在距离狭缝 D 处平行于缝平面放一荧光屏, 该屏上中央衍射条纹的宽度为_____ (不考虑相对论效应)。
34. 氢原子中的电子处在 $n=3, l=2, m_l=-2, s=1/2$ 的状态时, 它的轨道角动量大小 $L =$ $\sqrt{6}\hbar$ $\sqrt{l(l+1)}\hbar$, 在外磁场方向的投影 $L_z =$ $-2\hbar$, 电子自旋角动量大小 $S =$ $\frac{\sqrt{3}}{2}\hbar$ (用 \hbar 表示)。 $= m\hbar$
35. 质量为 m 电量为 e 的电子, 由静止开始, 经电压 U 加速后, 电子的物质波波长为_____ (不考虑相对论效应)。

36 某一维势阱的势能函数为

$$U = \begin{cases} \frac{1}{2}k(x+a)^2 & (-\infty < x \leq 0) \\ \frac{1}{2}k(x-a)^2 & (0 \leq x < \infty) \end{cases}$$

相应的势能曲线如图(a)所示。

(1) 若电子在该势场中运动（电子质量为 m_e ），分区间写出电子的定态薛定谔方程；

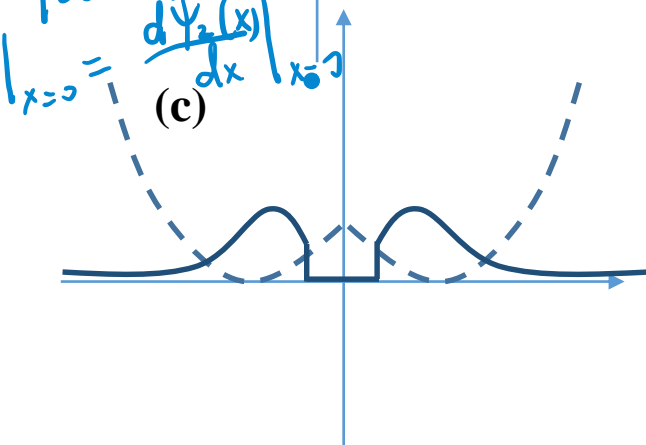
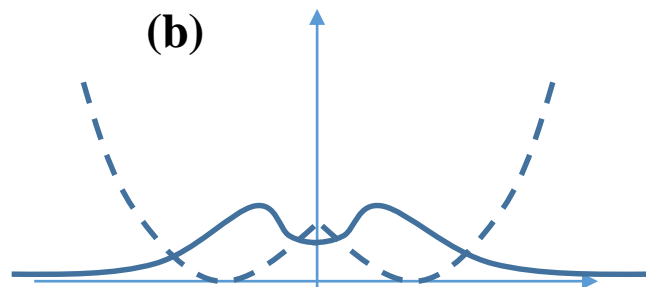
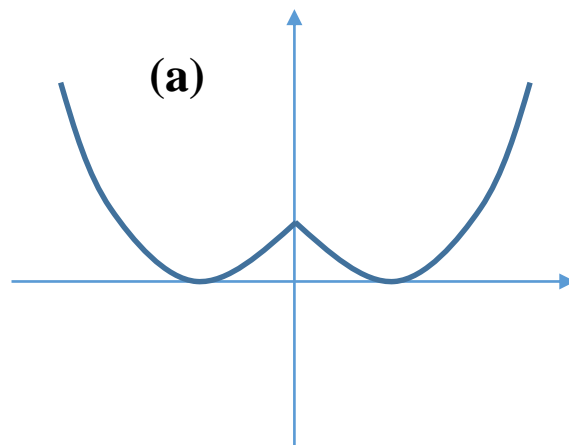
(2) 该势阱中电子波函数为

$$\psi(x) = \begin{cases} \psi_1(x) & (-\infty < x \leq 0) \\ \psi_2(x) & (0 \leq x < \infty) \end{cases}$$

写出 $\psi_1(x)$ 和 $\psi_2(x)$ 在 $x=0$ 处应满足的条件；

(3) 被束缚在该势阱中的电子，其位置的概率分别可能为左图(b)和(c)中的哪一个？说明理由；

(4) 在 $x \leq 0$ 区域中发现电子的概率如何表示？等于多少？



Handwritten notes in blue ink:

$$\psi_1(x=0) = \psi_2(x=0)$$

$$\frac{d\psi_1(x)}{dx} \Big|_{x=0} = \frac{d\psi_2(x)}{dx} \Big|_{x=0}$$

Handwritten note in blue ink: b 连续性

Handwritten note in blue ink:

$$\int_{-\infty}^0 |\psi_1(x)|^2 dx = \frac{1}{2}$$

37. 质量为 m 的微观粒子，处在宽度为 L 的一维无限深势阱中，粒子的定态波

$$\text{函数为 } \Phi_n(x) = \begin{cases} A \sin \frac{n\pi x}{L} & 0 \leq x \leq L \\ 0 & x > L, x < 0 \end{cases}$$

- (1) 写出该波函数的归一化条件，并由此确定归一化常数 A ；
- (2) 写出该势阱中粒子的薛定谔方程，并由此求粒子的能量表达式；
- (3) 写出粒子由第三激发态($n=4$)跃迁到基态所发射光的频率。

38. 质量为 m 的微观粒子，处在宽度为 a 的一维无限深势阱中，粒子的定态波函数为

$$\Phi(x) = \begin{cases} A \cos \frac{\pi x}{a} & -\frac{a}{2} \leq x \leq \frac{a}{2} \\ 0 & x > \frac{a}{2}, x < -\frac{a}{2} \end{cases}$$

- (1) 确定归一化常数 A ；
- (2) 粒子在 $0 \leq x \leq \frac{a}{4}$ 区间出现的几率；
- (3) 通过定态薛定谔方程求粒子的能量表达式。

39. 已知一维运动粒子的波函数为 $\psi(x) = \begin{cases} A\sqrt{x}e^{-\lambda x} & 0 \leq x \\ 0 & x < 0 \end{cases}$ 式中 $\lambda > 0$ ，求：

- (1) 归一化常数 A 和归一化波函数；
- (2) 该粒子位置坐标的概率分布函数（又称概率密度）；
- (3) 在何处该粒子的概率密度最大。

40. 质量为 m 的微观粒子，处在宽度为 L 的一维无限深势阱中，粒子的定态波

$$\text{函数为 } \phi_n(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L} & 0 \leq x \leq L \\ 0 & x > L, x < 0 \end{cases}$$

(1) 求粒子处于 $n=3$ 的定态时，粒子出现概率密度最大和最小值的空间位置坐标；

(2) 写出该势阱中粒子的薛定谔方程，并由此求粒子的能量表达式；

(3) 求粒子由第一激发态($n=2$)跃迁到基态所发射光的波长。

41. 一波长为 $3 \times 10^{-7} \text{m}$ 的光子，假定其波长的测量精度为 10^{-6} ，则该光子位置的测不准量为_____。

42. 设电子的位置不确定度为 0.1 \AA ，若电子的能量约为 1keV ，则该电子能量的不确定度为_____。

43. 从某激发能级到基态的跃迁而产生的谱线波长为 4000\AA ，测得谱线宽度为 10^{-4}\AA ，求该激发态的平均寿命。

44. 粒子被限制在相距 l 的两个不可穿透的壁之间，其波函数为：

$$\psi(x) = Cx(l-x) \quad (0 < x < l)$$

求在 $0-l/3$ 区间内的概率是多少？

45. 已知一维无限深势阱中粒子的定态波函数为

$$\phi_n(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L} & 0 \leq x \leq L \\ 0 & x < 0, x > L \end{cases} \quad L \text{ 为阱宽度。}$$

- (1) 求粒子处于 $n=2$ 的定态时, 粒子出现概率密度最大和最小值的空间位置坐标;
- (2) 求粒子处于 $n=3$ 的定态时, 粒子出现在 $x=0$ 到 $x=L/4$ 之间的概率;
- (3) 设粒子质量为 m , 由薛定谔方程求粒子处于 $n=5$ 能态时的能量 (本题直接写出结果者不给分)。

46 (12 分) 质量为 m 的微观粒子处于宽度为 L 的一维无限深势阱中, 粒子的定态

$$\text{波函数为 } \Phi_n(x) = \begin{cases} A \sin \frac{n\pi x}{L} & 0 \leq x \leq L \\ 0 & x < 0, x > L \end{cases}。$$

- (1) 写出该波函数的归一化条件, 并由此确定归一化常数 A ;
- (2) 当粒子处于 $n=2$ 的定态时, 求粒子出现概率密度最大和最小值的空间位置坐标;
- (3) 写出该势阱中粒子的定态薛定谔方程, 并由此求粒子的能量表达式;
- (4) 求粒子由第二激发态 ($n=3$) 跃迁到基态所发射光的频率。

47 (本题 12 分) 质量为 m 的微观粒子处于宽度为 L 的一维无限深势阱中, 粒子的

$$\text{势函数为 } U(x) = \begin{cases} 0 & 0 < x < L \\ \infty & x \leq 0, x \geq L \end{cases}.$$

- (1) 写出该势阱中粒子的定态薛定谔方程;
- (2) 通过求解该薛定谔方程, 加上波函数的边界条件, 给出该粒子的能量和归一化波函数表达式。