

大学物理2B – 例题

认真审题， 注意陷阱， 勿忘物理量单位！
认真审题， 注意陷阱， 勿忘物理量单位！
认真审题， 注意陷阱， 勿忘物理量单位！

例题1

一水平放置的弹簧振子作简谐运动，选平衡位置为坐标原点和势能零点，当其位移的大小为振幅的1/4 时，其**动能**为振动总能量的占比为多少？

解：瞬时势能 $E_p = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{32} k A^2$

总能量 = 最大势能 = $\frac{1}{2} k A^2$

⇒ **势能** 占比 1/16

⇒ **动能** 占比 15/16

不要直接求解动能

例题2

在牛顿环的装置中，同种材料制成的平凸透镜与平面玻璃之间拉开一定距离。现将该装置全部浸入 $n=1.6$ 的液体中，并用波长为 $\lambda = 500\text{nm}$ 的单色光垂直照射。
从下向上观察，看到中心是一个暗斑，此时凸透镜顶点距平板玻璃的距离最少是多少？

解：从下往上看指的是透射光

透射暗斑 \Rightarrow 反射亮斑

中间折射率最大或最小 \Rightarrow 有半波损失

$$\text{最小光程差 } \delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \lambda$$

$$\text{最小距离 } d = \frac{\lambda}{4n} = 78.125\text{nm}$$

不要直接分析透射光
波长为 500nm 指真空中的波长

例题3

在迈克尔逊干涉仪的一支光路中放入一厚度为 $4\mu\text{m}$ 的透明介质薄片后，观察到干涉条纹产生了 7 个条纹的移动。如果入射光波长为 632.8nm ，则透明介质片的折射率为多少？

解：光程差变化 $2(n - 1)d = 7\lambda$

$$\Rightarrow \text{折射率 } n = 1 + \frac{7\lambda}{2d} = 1.5537$$

空气的折射率为1

迈克尔逊干涉仪光路有折返，光程差中的因子2
波长为 632.8nm 指真空中的波长

例题4

一个静止质量为 m_0 的粒子的总能量为 $1.5m_0c^2$ ，则该粒子相对论动能与其经典力学动能之比等于多少？

$$\text{解：总能量 } E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = 1.5m_0c^2$$

$$\Rightarrow \text{速度 } v = \frac{\sqrt{5}}{3}c$$

$$\Rightarrow \frac{\text{相对论动能}}{\text{经典力学动能}} = \frac{E - m_0c^2}{m_0v^2/2} = \frac{9}{5}$$

区分相对论动能与经典力学动能

例题5

某物体可视为绝对黑体，在波长 600nm 处辐射为最强，若黑体被加热到在波长 500nm 处辐射最强，则前后两种情况的辐射总能量之比约为多少？

解：总辐出度 $e(T) = \sigma T^4$

辐射中心波长 $\lambda_m = \frac{b}{T}$

$$\Rightarrow \frac{e(T_1)}{e(T_2)} = \frac{T_1^4}{T_2^4} = \frac{\lambda_{2m}^4}{\lambda_{1m}^4} = (5/6)^4 \approx 0.482$$

斯特藩-玻耳兹曼定律 + 维恩位移定律

例题6

在双缝实验中，双缝到屏的距离 D 为 50cm，双缝中心间距 d 为 $40\mu\text{m}$ 。现用一束平面单色光垂直照射双缝，发现第二级明条纹中心出现在 $x = 1.5\text{ cm}$ 处。

(1) 求单色光的波长；

(2) 假设用电子束取代平面单色光来重复上述实验，要使第二级主极大中心仍然出现在同一位置，求电子的动能为多少电子伏特？

解：(1) 条纹间距 $\Delta x = \frac{D}{d} \lambda = \frac{x}{2}$

\Rightarrow 波长 $\lambda = \frac{xd}{2D} = 600\text{nm}$

(2) 电子动量 $p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = \frac{h}{\lambda}$

\Rightarrow 电子速度 $v = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{c^2} + \left(\frac{\lambda m_0}{h}\right)^2}}$

\Rightarrow 动能 $E_k = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - m_0 c^2 = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{\lambda m_0 c}{h}\right)^2}}} - 1 \right) m_0 c^2 \approx 6.69 \times 10^{-25} \text{J} \approx 4.18 \times 10^{-6} \text{eV}$

德布罗意波长 + 相对论动量、动能
没明说“不考虑相对论效应”，就需要考虑相对论效应

例题7

粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为 $\psi_n(x) = A \sin \frac{n\pi x}{a}$ ($0 < x < a$)。若粒子处于 $n=1$ 的状态，求：

(1) 归一化常数 A ;

(2) 它在 $[0, \frac{a}{4}]$ 区间内的概率是多少？

解： (1) 由波函数归一化

$$\int_0^a |\psi_1(x)|^2 dx = \int_0^a |A|^2 \sin^2 \frac{\pi x}{a} dx = |A|^2 \frac{a}{2} = 1$$

\Rightarrow 可取 $A = \sqrt{2/a}$

(2) 粒子在 $[0, \frac{a}{4}]$ 区间内出现的概率

$$P = \int_0^{\frac{a}{4}} |\psi_1(x)|^2 dx = \int_0^{\frac{a}{4}} \frac{2}{a} \sin^2 \frac{\pi x}{a} dx = \frac{1}{4} - \frac{1}{2\pi}$$

波函数归一化 + 积分求概率

祝同学们考个好成绩！

认真审题，注意陷阱，勿忘物理量单位！

要用题目中给的物理量表示最终结果！

如果有具体数值，一定要用计算器算出来！