

2018 年「大学物理 2」杭州电子科技大学 期末试题

考试时间：2019 年 1 月 15 日

课程编号：A0715012

任课教师：大学物理教学团队

解析制作：未央物理讲师 Axia



HDU 物理营



未央学社公众号

1. 选择题（每题 3 分，共 27 分）

题目 1

简谐振动 【 C 】

一质点做简谐振动，周期为 T 。当它由平衡位置向 x 轴正方向运动时，从二分之一最大位移处到最大位移处这段路程所需要的时间为

A. $\frac{T}{12}$

B. $\frac{T}{8}$

C. $\frac{T}{6}$

D. $\frac{T}{4}$

分析与解 $\Delta t = \Delta\varphi/\omega = \pi/3\omega \stackrel{\omega=2\pi/T}{=} T/6$. 故本题选择 C 项.

题目 2

平面简谐波的波函数 【 A 】

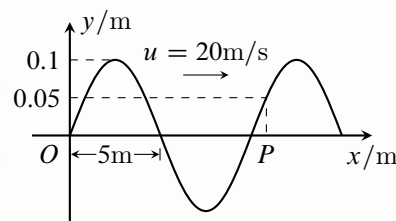
一平面简谐波沿 Ox 轴正方向传播. $t = 0$ 时刻的波形图如图所示，则 P 处介质质点的振动方程为

A. $y_P = 0.10 \cos(4\pi t + \pi/3)$

B. $y_P = 0.10 \cos(4\pi t - \pi/3)$

C. $y_P = 0.10 \cos(2\pi t + \pi/3)$

D. $y_P = 0.10 \cos(2\pi t + \pi/6)$



分析与解 $\omega = 2\pi u/\lambda = 4\pi$, P 处相位 $\varphi = \pi/3$. 所以振动方程 $y_P = 0.10 \cos(4\pi t + \pi/3)$. 故本题选择 A 项.

题目 3

光的偏振 【 B 】

两偏振片堆叠在一起，一束自然光垂直入射其上时没有光线通过. 当其中一偏振片慢慢转动 180° 时透射光强度发生的变化为

A. 光强单调增加

B. 光强先增加，后又减小至零

C. 光强先增加，后减小，再增加

D. 光强先增加，然后减小，再增加，再减小至零

分析与解 两偏振片由正交到平行再到正交，由 Malus 定律可知透射光强先增加再减小至零. 故本题选择 B 项.

题目 4

光程与光程差 【 D 】

在真空中波长为 λ 的单色光, 在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿着某路径传播到 B , 若 A 、 B 两点相位差为 3π , 则此路径 AB 的光程差为

- A. 3λ B. $1.5\lambda/n$ C. $1.5n\lambda$ D. 1.5λ

分析与解 由 $\Delta\varphi = 2\pi\delta/\lambda$ 得 $\delta = \lambda\Delta\varphi/2\pi = 1.5\lambda$. 故本题选择 D 项. 【 AB 的距离为 $\overline{AB} = \delta/n = 1.5\lambda/n$ 】

题目 5

双缝干涉 【 B 】

在双缝干涉实验中, 为使屏上的干涉条纹间距变大, 可采取的办法是

- A. 使屏靠近双缝 B. 使两缝的间距变小 C. 把两缝的宽度调窄 D. 改用波长短的单色光

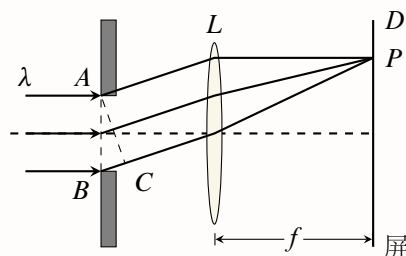
分析与解 已知双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \lambda L/d$. 要使 Δx 变大, 可增大波长 λ 、屏幕与双缝的距离 L 或减小双缝间距 d . 故本题选择 B 项.

题目 6

弗琅禾费衍射 【 D 】

一束波长为 λ 的平行单色光垂直入射到单缝 AB 上, 装置如图. 在屏幕 D 上形成衍射图样, 如果 P 是中央亮纹一侧一级暗纹, 则 \overline{BC} 的长度为

- A. $\lambda/2$ B. 2λ C. $3\lambda/2$ D. λ



分析与解 由暗纹条件 $\overline{BC} = \delta = 1 \cdot \lambda$. 故本题选择 D 项.

题目 7

钟慢效应 【 A 】

静止于某地的甲测得该地发生两件事时间间隔为 4s, 若另一惯性系的乙测得时间间隔为 5s, 则乙相对甲的速度是

- A. $0.6c$ B. $0.8c$ C. $0.4c$ D. $0.2c$

分析与解 由钟慢效应公式 $5s = 4/\sqrt{1-v^2/c^2}$ 得 $v = 0.6c$. 故本题选择 A 项.

题目 8

氢原子能级 【 C 】

由氢原子理论知, 当大量氢原子处于 $n = 3$ 的激发态时, 原子越迁将发出

- 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

分析与解 氢原子从在 $n = 1, 2, 3$ 中任意两能级间跃迁, 即 $C_3^2 = 3$. 故本题选择 C 项.

题目 9

量子初步 【 A 】

粒子在一维无限深方势阱中运动, 波函数为 $\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \cos \frac{3\pi x}{2a}$ ($|x| \leq a$). 则粒子在 $x = \frac{5}{6}a$ 出现的概率密度为

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

分析与解 概率密度 $\omega(5a/6) = |\psi(5a/6)|^2 = 1/2a$. 故本题选择 A 项.

2. 填空题 (共 21 分)

题目 10 (本题弹簧振子分)

3

质量 $M = 1.2\text{kg}$ 的物体挂在一个轻弹簧上振动, 用秒表测得此系统在 45s 内震动了 90 次, 若在此弹簧上再加挂质量 $m = 0.6\text{kg}$ 的物体, 而弹簧所受的力未超过弹性限度, 则该系统新的振动周期为 0.612s .

分析与解 由 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 0.5\text{s}$ 得 $T' = \sqrt{\frac{M+m}{M}}T = 0.612\text{s}$.

题目 11 (本题简谐波分)

3

一声波在空气中的波长是 0.25m , 传播速度是 340m/s . 当它进入另一介质时, 波长变成了 0.37m . 它在该介质中传播速度为 503.2m/s .

分析与解 由 $u = \lambda f$ 得 $u' = \lambda' u / \lambda = 503.2\text{m/s}$.

题目 12 (本题迈克尔逊干涉仪分)

3

在迈克尔逊干涉仪的一条光路中, 垂直于光路放入折射率为 n 、厚度为 h 的透明介质薄膜. 与未放入此薄膜时相比较, 两光束光程差的改变量为 $2(n-1)h$.

分析与解 迈克尔逊干涉仪光路上的某点光碰到反射镜后会再次经过此处, 故原来的光程为 $2h$; 现在加入了透明薄片, 使得这里的光程为 $2nh$, 故光程差为 $2(n-1)h$.

题目 13 (本题光栅分)

3

某单色光垂直入射到一个每毫米有 800 条线的光栅上. 如果第一级谱线的衍射角为 30° , 则入射光的波长为 625nm .

分析与解 光栅常数 $d = 1/800 = 1.25\mu\text{m}$, 由 $d \sin 30^\circ = 1 \cdot \lambda$ 得 $\lambda = 625\text{nm}$.

题目 14 (本题光的偏振分)

3

使光强为 I_0 的自然光依次垂直通过偏振片 P_1 , P_2 和 P_3 . P_1 与 P_2 的偏振化方向成 45° 角, P_2 与 P_3 的偏振化方向成 45° 角. 则透过三块偏振片的光强 I 为 $I_0/4$.

分析与解 由 Malus 定律得 $I = I_0 \cos^2 45^\circ \cos^2 45^\circ = I_0/4$.

题目 15 (本题相对论能动量关系分)

3

质子在加速器中被加速, 当其动能为静止能量的 3 倍时, 其质量为静止质量的 4 倍.

分析与解 由题意 $E_k = mc^2 - m_0c^2 = 3m_0c^2$ 得 $m = 4m_0$.

题目 16 (本题 de Broglie 波分)

3

在 $B = 1.25 \times 10^{-2}\text{T}$ 的匀强磁场中沿半径 $R = 1.66\text{cm}$ 的圆轨道运动的 α 粒子的 de Broglie 波长是 0.199\AA .

分析与解 由 $evB = \frac{mv^2}{R}$ 得 $v = \frac{eBR}{m} \cdot \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{eBR} = 0.199\text{\AA}$.

3. 计算题 (共 52 分)

题目 17 (本题 5 分)

简谐振动的合成

一物体同时参与两个同方向的简谐振动

$$x_1 = 0.04 \cos\left(2\pi t + \frac{1}{2}\pi\right), \quad x_2 = 0.03 \cos(2\pi t + \pi)$$

求此物体的振动方程.

分析与解

- 合振动相位 $\varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} = -53^\circ$. (2pt) • 合振幅 $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \varphi} = 0.05 \dots$ (2pt)
- 振动方程为 $x = 0.05 \cos(2\pi t - 53^\circ) \dots \dots \dots$ (1pt)

题目 18 (本题 8 分)

驻波

两波在一很长的弦上传播, 其表达式分别为 $y_1 = 4 \times 10^{-2} \cos\left[\frac{1}{3}\pi(4x - 24t)\right]$, $y_2 = 4 \times 10^{-2} \cos\left[\frac{1}{3}\pi(4x + 24t)\right]$. 求

- 两波的频率、波长、波速.
- 两波叠加后的节点位置.
- 叠加后振幅最大的那些点的位置.

分析与解

- $\omega_1 = \omega_2 = 8\pi \text{ s}^{-1}$, $v_1 = v_2 = 4 \text{ s}^{-1}$. $\dots \dots \dots$ (2pt)
- 驻波表达式 $y = y_1 + y_2 = 8 \times 10^{-2} \cos(8\pi t) \cos\left(\frac{4\pi x}{3}\right) \dots \dots \dots$ (2pt)
- 波节的位置 $\cos\left(\frac{4\pi x}{3}\right) = 0$, $x = \frac{6k+3}{8}$, $k = 0, 1, 2, \dots \dots \dots$ (2pt)
- 振幅最大点即波腹的位置 $\cos\left(\frac{4\pi x}{3}\right) = \pm 1$, $x = \frac{3k}{4}$, $k = 0, 1, 2, \dots \dots \dots$ (2pt)

题目 19 (本题 8 分)

光栅

波长 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 的单色光垂直入射到一光栅上, 第二级主极大衍射角为 30° , 第三级缺级.

- 光栅常数 $d = a + b$ 等于多少?
- 透光缝可能的最小宽度 a 等于多少?
- 在上述 d 和 a 值下, 求在衍射角 $-\frac{1}{2}\pi < \varphi < \frac{1}{2}\pi$ 范围内可观察到的全部主级大的级次.

分析与解

- 由光栅方程 $(a + b) \sin 30^\circ = 2\lambda$ 得 $d = \frac{2\lambda}{\sin 30^\circ} = 2.4 \mu\text{m}$. $\dots \dots \dots$ (2pt)
- 由缺级条件 $k = k' \frac{d}{a}$ 得 $a = (a + b)/3 = 0.8 \mu\text{m}$. $\dots \dots \dots$ (2pt)
- 取 $\varphi = \pm 90^\circ$ 得 $k = \pm 4$. 由于 φ 无法取到 $\pm 90^\circ$, 所以 $k_{\max} = \pm 3$. $\dots \dots \dots$ (2pt)
- 由于 ± 3 级缺级, 所以此范围内可见主极大级次为 $k = 0, \pm 1, \pm 2$. $\dots \dots \dots$ (2pt)

题目 20 (本题 5 分)

双缝干涉

在双缝干涉实验中所用单色光的波长为 600nm, 双缝间距为 1.2mm, 双缝与屏相距 500mm. 求相邻干涉明纹间距.

分析与解 $\Delta x = \frac{\lambda D}{d} = 0.25\text{mm}$. (5pt)

题目 21 (本题 8 分)

牛顿环

牛顿环装置透镜凸表面的曲率半径是 $R = 400\text{cm}$. 用某单色平行光垂直入射, 观察反射光形成的牛顿环, 测得第 5 个明环的半径是 0.30cm.

1. 求入射光的波长.
2. 求以透镜中心为圆心在半径为 1cm 的范围内可观察到的明环数目.

分析与解

1. 由明环半径公式 $r_k = \sqrt{\frac{(2k-1)\lambda R}{2}}$ 得入射光的波长 $\lambda = \frac{2r^2}{(2k-1)R} = 500\text{nm}$. (5pt)

2. 由明环半径公式, 代入 $r = 1\text{cm}$ 得 $k = \left\lfloor \frac{r^2}{\lambda R} + \frac{1}{2} \right\rfloor = 50$. (3pt)

题目 22 (本题 5 分)

起偏角

一束自然光自水中入射到空气界面上, 若水的折射率为 1.33, 空气的折射率为 1, 求 Brewster 角.

分析与解 $\theta_B = \arctan \frac{n_2}{n_1} = \arctan \frac{1}{1.33} = 37^\circ$. (5pt)

题目 23 (本题 5 分)

尺缩效应, 质速关系

一体积为 V_0 , 静止质量为 m_0 的立方体沿其一棱的方向相对于观察者 A 以速度 v 运动. 求观察者 A 测得其密度.

分析与解 由尺缩效应和质速关系得观察者测得密度为 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_0/\sqrt{1-\beta^2}}{V_0\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{m_0}{V_0(1-v^2/c^2)}$. (5pt)

题目 24 (本题 8 分)

光电效应

光电管的阴极用逸出功 $A = 2.2\text{eV}$ 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 $|U_a| = 5.0\text{eV}$. 试求

1. 光电管的阴极金属的光电效应红限波长.
2. 入射光波长.

分析与解

1. 由 $E = \frac{hc}{\lambda} - A = 0$ 得红限波长为 $\lambda_{\max} = \frac{hc}{A} = 563.56\text{nm}$. (4pt)

2. 由 $eU_a = \frac{hc}{\lambda} - A$ 得入射光波长 $\lambda = \frac{hc}{eU_a + A} = 172.20\text{nm}$. (4pt)