

いつまでも いつまでも..
離れない 離れないで..

2016 年「大学物理 2」杭州电子科技大学 期中试题

考试时间：2017 年 11 月 20 日

任课教师：大学物理教学团队

课程编号：A0715012

解析制作：未央物理讲师 Axia



「未央」HDU 物理营



未央学社公众号

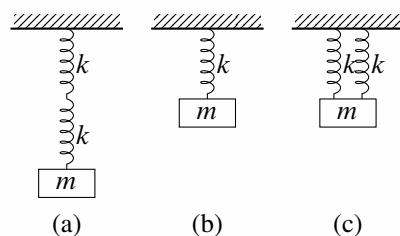
选择题（每题 3 分，共 30 分）

题目 1

弹簧振子 【 B 】

图 (a)、(b)、(c) 为三个不同的简谐振动系统，组成各系统的各弹簧的原长、各弹簧的劲度系数及重物质量均相同。三个系统的固有角频率平方之比为

- A. $2:1:\frac{1}{2}$ B. $1:2:4$ C. $2:2:1$ D. $1:1:2$



答案 D 三种情况的弹簧劲度系数分别为 $k_1=k, k_2=k, k_3=2k$ ，由弹簧振子固有角频率的表达式 $\omega=\sqrt{k/m}$ 可得 $\omega_1^2:\omega_2^2:\omega_3^2=k:k:2k=1:1:2$ ，故 D 正确。

题目 2

弹簧振子 【 D 】

一物块悬挂在弹簧下方做简谐振动，当这物块的位移等于振幅的一半时，其动能是总能量的

- A. $\frac{1}{4}$ B. $\frac{1}{2}$ C. $\frac{1}{\sqrt{2}}$ D. $\frac{3}{4}$ E. $\frac{\sqrt{3}}{2}$

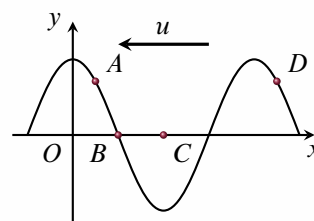
答案 D 此时物块动能为 $E_k = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2 = \frac{3}{8}kA^2$ ，所以此时物块动能是总能量的 $\frac{\frac{3}{8}kA^2}{\frac{1}{2}kA^2} = \frac{3}{4}$ ，故 D 正确。

题目 3

平面简谐波 【 D 】

横波以波速 u 沿 x 轴负方向传播， t 时刻波形曲线如图，则该时刻

- A. A 点的振动速度大于零 B. B 点静止不动
C. C 点向下运动 D. D 点的振动速度小于零



题目 4

波的能量 【 D 】

一平面简谐波在弹性媒质中传播, 在媒质质元从最大位移处回到平衡位置的过程中

- A. 它的势能转换成动能
- B. 它的动能转换成势能
- C. 它从相邻的一段质元获得能量, 其能量逐渐增加
- D. 它把能量传给相邻的一段质元, 其能量逐渐减小

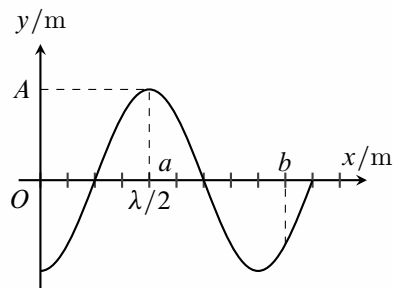
答案 D 在传播过程中介质质元振动的动能和势能同时变化, 在从最大位移处运动到平衡位置的过程中动能变大, 所以势能也变大, 其能量逐渐增加, 故本题选择 C 项。

题目 5

驻波 【 C 】

某时刻驻波波形曲线如图所示, 则 a 、 b 两点振动的相位差是

- A. 0
- B. $\frac{1}{2}\pi$
- C. π
- D. $\frac{5}{4}\pi$



答案 D a 、 b 两点位于波节的两侧, 所以两点的质元的振动相位相反, 相位差为 π , 故本题选择 C 项。

题目 6

光程和光程差 【 B 】

S_1 , S_2 是两个相干光源, 它们到 P 点的距离分别为 r_1 和 r_2 . 路径 S_1P 垂直穿过一块厚度为 t_1 , 折射率为 n_1 的介质板, 路径 S_2P 垂直穿过厚度为 t_2 , 折射率为 n_2 的另一介质板, 其余部分可看作真空, 这两条路径的光程差等于

- A. $(r_2 + n_2 t_2) - (r_1 + n_1 t_1)$
- B. $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$
- C. $(r_2 - n_2 t_2) - (r_1 - n_1 t_1)$
- D. $n_2 t_2 - n_1 t_1$

答案 B 路径 1 的光程为 $r_2 - t_2 + n_2 t_2 = r_2 + (n_2 - 1)t_2$, 同理路径 2 的光程为 $r_1 + (n_1 - 1)t_1$, 所以两路径的光程差为 $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$, 故本题选择 B 项。

题目 7

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

答案 D 已知双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{\lambda}{d}$, 要使 Δx 变大, 可增大波长 λ , 增大与双缝的距离 L 或减小双缝间距 d , 故本题选择 B 项。

题目 8

光的相干条件 【 D 】

用白光光源进行双缝干涉实验, 若用一个纯红色滤光片遮盖一条缝, 用一个纯蓝色滤光片遮盖另一条缝, 则

- A. 干涉条纹的宽度将发生改变
- B. 产生红光和蓝光的两套彩色干涉条纹
- C. 干涉条纹的亮度将发生改变
- D. 不产生干涉条纹

答案 D 根据干涉条件「频率相等」, 此时不能产生干涉条纹, 故本题选择 D 项。

题目 9

◆ 牛顿环 【 B 】

用单色光垂直照射在观察牛顿环的装置上, 当平凸透镜垂直向上缓慢平移而远离平面玻璃时, 可以观察到这些环状干涉条纹

- A. 向右平移 B. 向中心收缩 C. 向外扩张 D. 静止不动 E. 向左平移

答案 D 向中心收缩光程差减小, 可抵消透镜上移时导致的光程差增大, 故本题选择 D 项。

题目 10

◆ 迈克尔逊干涉仪 【 A 】

在迈克尔逊干涉仪的一条光路中, 放入一折射率为 n , 厚度为 d 的透明薄片, 放入后, 这条光路的光程改变了

- A. $2(n-1)d$ B. $2nd$ C. $2(n-1)d + \frac{\lambda}{2}$ D. nd E. $(n-1)d$

答案 A 迈克尔逊干涉仪光路上的某点光线到达时经反射会再次经过此处, 故原来的光程为 $2d$, 现在加入了透明薄片, 使得这里的光程为 $2nd$, 故光程差为 $2(n-1)d$, 故本题选择 A 项。

填空题 (共 11 分)

题目 11 (本题 3 分)

◆ 简谐振动的合成

两个同方向简谐振动的振动方程分别为

$$x_1 = 0.05 \cos\left(4\pi t + \frac{1}{3}\pi\right) \text{ (SI)}, x_2 = 0.03 \cos\left(4\pi t - \frac{2}{3}\pi\right) \text{ (SI)}$$

合成振动的振幅为 _____ m.

答案 D $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)} = 0.072 \text{ m}.$

题目 12 (本题 4 分)

◆ 惠更斯原理

惠更斯引进 _____ 的概念提出了惠更斯原理, 菲涅尔再用 _____ 的思想补充了惠更斯原理, 发展成了惠更斯-菲涅耳原理.

题目 13 (本题 4 分)

◆ 弗琅禾费衍射

在单缝的夫琅禾费衍射实验中, 屏上第三级暗纹对应于单缝处波面可划分为 _____ 个半波带, 若将缝宽缩小一半, 原来第三级暗纹处将是 _____ (填“明”或“暗”).

答案 D 第三级暗纹对应 $3 \times 2 = 6$ 个半波带, 若缝宽缩小一半, 则此处对于 3 个半波带, 满足明纹条件。

🔗 计算题 (共 43 分)

🔗 题目 14 (本题 3 分)

🔗 简谐振动

一物体作简谐振动, 其速度最大值 $v_{\max} = 3 \times 10^{-2} \text{m/s}$, 其振幅 $A = 2 \times 10^{-2} \text{m}$. 若 $t = 0$ 时, 物体位于平衡位置且向 x 轴的负方向运动. 求

1. 振动周期 T .
2. 加速度的最大值 a_{\max} .
3. 振动方程的数值式.

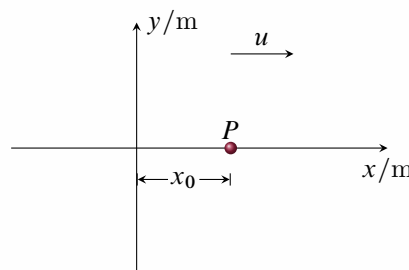
🔗 答案 ✖

1. $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\frac{v_{\max}}{A}} = \frac{4\pi A}{v_{\max}} = \frac{4\pi \times 2 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-2}} = \frac{8\pi}{3} \text{s} \dots\dots\dots (4\text{pt})$
2. $a_{\max} = \omega^2 A = \frac{v_{\max}^2}{A} = \frac{(3 \times 10^{-2})^2}{2 \times 10^{-2}} = 4.5 \times 10^{-2} \text{m/s}^2 \dots\dots\dots (4\text{pt})$
3. 由于 $t = 0$ 时 $x = 0$, $v < 0$, 所以初相 $\varphi = -\frac{\pi}{2}$. 由 1 问可知角频率 $\omega = 1.5\pi \text{s}^{-1}$, 所以振动方程为 $x = 0.02 \cos\left(1.5\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{(SI)}$ $\dots\dots\dots (2\text{pt})$

🔗 题目 15 (本题 6 分)

🔗 平面简谐波的波函数

如图所示, 一简谐波向 x 轴正向传播, 波速 $u = 500 \text{m/s}$, $x_0 = 1 \text{m}$ 处 P 点的振动方程为 $y = 0.03 \cos\left(500\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{(SI)}$. 按图所示坐标系, 写出相应的波的表达式.



🔗 答案 ✖ $(x, t) = 0.03 \cos\left[500\pi\left(t - \frac{x}{500}\right) - \frac{\pi}{2}\right] \text{(SI)}$

🔗 题目 16 (本题 10 分)

🔗 驻波

设入射波的表达式为 $y_1 = A \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}\right)\right]$, 在 $x = 0$ 发生反射, 反射点为一固定端, 设反射时无能量损失. 求

1. 反射波的表达式
2. 驻波的表达式
3. 波腹、波节的位置

🔗 答案 ✖

1. 到达反射端后, 波的传播方向发生变化, 同时因半波损失带有 π 的相位差, 所以反射波的表达式为 $y_2 = A \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \pi\right] \dots\dots\dots (3\text{pt})$
2. 驻波表达式 $y = y_1 + y_2 = 2A \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) \cos\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{\pi}{2}\right) \dots\dots\dots (3\text{pt})$
3. 波腹的位置 $\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) = \pm 1$, $x = \frac{2k+1}{4}\lambda$, $k = 0, 1, 2, \dots$ $\dots\dots\dots (3\text{pt})$

波节的位置 $\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) = 0, x = \frac{k}{2}\lambda, k = 0, 1, 2, \dots$ (3pt)

题目 17 (本题 8 分)

双缝干涉

在双缝干涉实验中, 双缝与屏间的距离 $D = 1.2\text{m}$, 双缝间距 $d = 0.45\text{mm}$, 若测得屏上干涉条纹相邻明条纹间距为 1.5mm , 求光源发出的单色光的波长 λ .

答案 $\Delta x = \frac{\lambda D}{d}$ 得单色光波长 $\lambda = \frac{\Delta x d}{D} = 362.5\text{nm}$ (8pt)

题目 18 (本题 15 分)

劈尖干涉

用波长 500nm 的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈形膜上. 在观察反射光的干涉现象中, 距劈形膜棱边 $l = 1.56\text{cm}$ 的 A 处是从棱边算起的第四条暗纹中心.

1. 求此空气劈形膜的劈尖角 θ .
2. 改用 600nm 的单色光垂直照射到此劈尖上仍观察反射光的干涉条纹, A 处是明条纹还是暗条纹?
3. 在第 2 问的情形从棱边到 A 处的范围共有几条明纹, 几条暗纹?

答案 Δx

1. 考虑半波反射, 两束光的光程差为 $\Delta x = 2h \approx \frac{\lambda}{2}$ (2pt)

由暗纹条件

$$2h_4 + \frac{\lambda}{2} = (2 \times 4 - 1) \frac{\lambda}{2} \quad \text{..... (3pt)}$$

利用小角度近似得劈尖角 $\theta \approx \frac{h_4}{l} = 4.8 \times 10^{-5} \text{rad}$ (2pt)

2. 此时的光程差为 (由 1 问得 $h_4 = 0.75\mu\text{m}$) $\Delta x = 2h_4 + \frac{\lambda'}{2} = 1800\text{nm} = 3\lambda'$ (4pt)

满足明纹条件 $\Delta x = k\lambda$, 所以此处为明纹 (2pt)

3. 由棱边处的光程差 $\Delta x = \frac{\lambda}{2}$ 可知棱边处为暗纹. 由 2 问 $\Delta x = 3\lambda'$ 可知 A 处为第 3 条明纹 (3pt)

题目 19 (本题 6 分)

弗琅禾费衍射

单缝的宽度 $a = 0.10\text{mm}$, 在缝后放一焦距为 50cm 的会聚透镜, 用平行绿光 ($\lambda = 546\text{nm}$) 垂直照射到单缝上, 试求位于透镜焦平面处的屏幕上中央明条纹宽度.

答案 $\Delta x = 2 \times \frac{\lambda f}{a} = 5.46\text{mm}$ (6pt)

题目 20 (本题 10* 分)

光栅

答案 Δx

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.

1. 光栅常数 $d = a + b$ 等于多少?
2. 透光缝可能的最小宽度 a 等于多少?
3. 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.

$$d = \frac{\lambda}{\sin 30^\circ} = 2.4\mu\text{m} \quad \text{..... (3pt)}$$

$$a = (a + b)/2 = 0.8\mu\text{m} \quad \text{..... (3pt)}$$

$$\varphi = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 4 \text{ 看不到} \quad \text{..... (4pt)}$$

いつまでも いつまでも..
離れない 離れないで..

2017 年「大学物理 2」杭州电子科技大学 期中试题

考试时间：2017 年 11 月 19 日

任课教师：大学物理教学团队

课程编号：A0715012

解析制作：未央物理讲师 Axia



「未央」HDU 物理营



未央学社公众号

选择题（每题 3 分，共 27 分）

题目 1

弹簧振子 【 0 0 】

一弹簧振子水平放置时，它可以做简谐振动；若把它竖直放置或放在固定的光滑斜面上，则下面哪种情况是正确的

- A. 竖直放置不能做简谐振动，放在固定的光滑斜面上可以做简谐振动
- B. 竖直放置可以做简谐振动，放在固定的光滑斜面上不能做简谐振动
- C. 两种情况都可做简谐振动
- D. 两种情况都不能做简谐振动

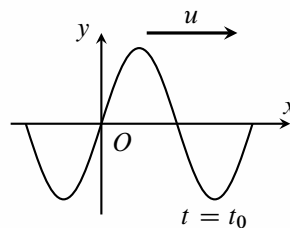
答案 D 无论什么情况，回复力大小均不为零，故不能做简谐振动。故本题选择 D 项。

题目 2

平面简谐波 【 0 0 】

一平面简谐波，其振幅为 A ，频率为 ν ，沿 x 轴的正方向传播，设 $t = t_0$ 时刻波形如图所示，则 $x = 0$ 处质点振动方程为

- A. $y = A \cos \left[2\pi \nu (t + t_0) + \frac{\pi}{2} \right]$
- B. $y = A \cos \left[2\pi \nu (t - t_0) + \frac{\pi}{2} \right]$
- C. $y = A \cos \left[2\pi \nu (t - t_0) - \frac{\pi}{2} \right]$
- D. $y = A \cos [2\pi \nu (t - t_0) + \pi]$



答案 D 由图可知， $t = t_0$ 时刻原点处的质点 $y < 0$ ，所以此时的相位为 $\phi_0 = \frac{\pi}{2}$ ，故本题选择 D 项。

题目 3

平面简谐波的物理量 【 C 】

在下面几种说中, 正确的是

- A. 波源不动时, 波源的振动周期与波动周期在数值上不同
- B. 波源振动的速度与波速相同
- C. 在波传播方向上的任一质点的振动相位总是比波源的相位滞后 (按差值不大于 π 计)
- D. 在波传播方向上的任一质点的振动相位总是比波源的相位超前 (按差值不大于 π 计)

答案 D

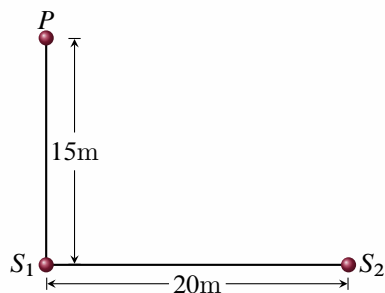
- 波速是波在介质中的传播速度, 波源的振动速度是质点在某一时刻的瞬时速度, 所以 B 选项错误
- 介质中各质点在波源的带动下做受迫振动, 所以振动的周期等于波动的周期, 在波传播方向上的任一质点振动的相位总是比波源的位相落后, 所以 A、D 选项错误, 故本题选择 C 项

题目 4

光程和光程差 【 D 】

如图所示, S_1, S_2 为两相干波源, 其振幅均为 0.5m , 频率均为 100Hz . 但当 S_1 为波峰时, S_2 为波谷. 设在媒质中的波速为 10m/s , 则两波抵达 P 点时的相位差和 P 点的合振幅为

- A. $200\pi, 0\text{m}$
- B. $200\pi, 0.5\text{m}$
- C. $201\pi, 0.5\text{m}$
- D. $201\pi, 0\text{m}$



答案 D

相干波的波长为 $\lambda = \frac{v}{f} = 10\text{cm}$. 由题意得 S_1 与 S_2 为波源处相位差为 π , 所以到 P 点时的相位差

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 - \frac{2\pi}{\lambda}(S_2P - S_1P) = 201\pi$$

所以 P 点的合振幅为 $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi} = 0\text{m}$.

题目 5

光程和光程差 【 A 】

S_1, S_2 是两个相干光源, 它们到 P 点的距离分别为 r_1 和 r_2 . 路径 S_1P 垂直穿过一块厚度为 t_1 , 折射率为 n_1 的介质板, 路径 S_2P 垂直穿过厚度为 t_2 , 折射率为 n_2 的另一介质板, 其余部分可看作真空, 这两条路径的光程差等于

- A. $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$
- B. $(r_2 + n_2t_2) - (r_1 + n_1t_1)$
- C. $(r_2 - n_2t_2) - (r_1 - n_1t_1)$
- D. $[r_2 + (n_2 + 1)t_2] - [r_1 + (n_1 + 1)t_1]$

• 答案 D 路径 2 的光程为 $r_2 + n_2t_2 = r_2 + (n_2 - 1)t_2$, 同理路径 1 的光程为 $r_1 + (n_1 - 1)t_1$, 所以两路径的光程差为 $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$, 故本题选择 A 项.

题目 6

双缝干涉 【 D 】

在双缝干涉实验中, 光的波长为 500nm , 双缝间距为 2mm , 双缝与屏的间距为 400cm . 在屏上形成的干涉图样的明纹间距为

A. 0.9mm

B. 0.5mm

C. 1.2mm

D. 1.0mm

答案 D 条纹间距 $\Delta x = \frac{\lambda D}{d} = 1\text{mm}$, 故本题选择 D 项。

题目 7

劈尖干涉 【 B 】

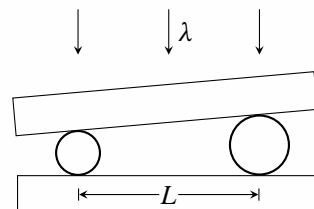
如图所示, 两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为 L , 夹在两块平板透光晶体的中间, 形成空气劈尖. 当单色光垂直入射时, 产生等厚干涉条纹, 如果两滚柱之间的距离 L 变小, 则在 L 范围内干涉条纹的

A. 数目不变, 间距变大

B. 数目不变, 间距变小

C. 数目增加, 间距变小

D. 数目减少, 间距变大



答案 D 两滚柱间距变小相当于劈尖的顶角在变大, 根据条纹间距公式 $\Delta x = \frac{\lambda}{2\theta}$ 所以条纹间隔变小, 对于某条条纹, 其光程差是确定的, 所以数目不变故本题选择 D 项。

题目 8

牛顿环 【 A 】

用单色光垂直照射在观察牛顿环的装置上, 当平凸透镜垂直向上缓慢平移而远离平面玻璃时, 可以观察到这些环状干涉条纹

A. 向中心收缩

B. 向外扩张

C. 向右平移

D. 向左平移

答案 A 向中心收缩光程差减小, 可知透镜上移时光程差增大, 故本题选择 A 项。

题目 9

弗琅禾费衍射 【 D 】

在单缝夫琅和费衍射实验中, 波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度为 $a = 5\lambda$ 的单缝上, 对应于衍射角为 30° 的方向, 单缝处波阵面可分成的半波带数目为

A. 6 个

B. 4 个

C. 7 个

D. 5 个

答案 D 由衍射公式 $a \sin \theta = k\lambda$ 得 $k = 5/2$, 可分成的半波带数目为 $2k = 5$, 故本题选择 D 项。

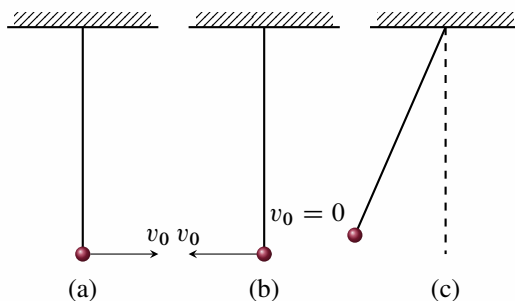
🔗 填空题 (共 25 分)

🔗 题目 10 (本题 5 分)

🔗 单摆

在 $t = 0$ 时, 振幅为 A , 周期为 T 的单摆分别位于图 (a), (b), (c) 三种状态. 若选单摆的平衡位置为坐标原点, 坐标指向正右方, 则单摆做小角度摆动的振动表达式 (用余弦函数表示) 分别为 (a) _____,

(b) $= A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{2}\right)$, (c) $= A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \pi\right)$



🔗 答案 ✖

三种情况的状态和对应的相位分别为 $x = A, v > 0, \varphi = -\frac{\pi}{2}; x = A, v < 0, \varphi = \frac{\pi}{2}; x = -A, v = 0, \varphi = \pi$. 所以振动表达式分别为 $x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{\pi}{2}\right); x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{2}\right); x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \pi\right)$

🔗 题目 11 (本题 4 分)

🔗 弹簧振子

一物块悬挂在弹簧下方做简谐振动, 当这物块的位移等于振幅的一半时, 其动能是总能量的 _____ (设平衡位置处势能为零). 当这物块在平衡位置时, 弹簧的长度比原长长 Δl , 这一振动系统的周期为 _____.

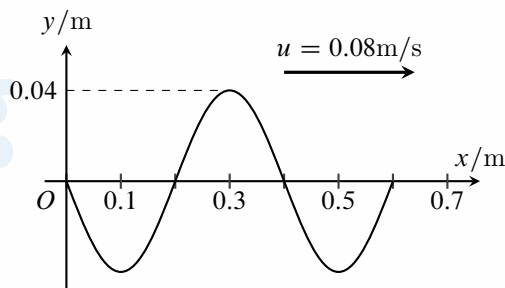
🔗 答案 ✖

此时物块动能为 $E_k = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}kA^2$, 所以此时物块动能是总能量的 $\frac{\frac{1}{4}kA^2}{\frac{3}{4}kA^2} = \frac{1}{3}$. 周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, 由胡克定律 $k\Delta l = mg$, 所以 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{mg/\Delta l}} = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$

🔗 题目 12 (本题 3 分)

🔗 平面简谐波的波函数

右图所示为一平面简谐波在 $t = 2s$ 时的波形图, 则 O 点的振动方程为 $y_o = \underline{0.04 \cos(0.4\pi t - 1.3\pi)}$.



🔗 答案 ✖

由图可知简谐波的振幅 $A = 0.04m$, 波长 $\lambda = 0.4m$, 所以其角频率 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 0.4\pi s^{-1}$. 在此刻 O 点处于波峰 $y > 0$, 所以此时的相位 $\varphi = -\frac{\pi}{2}$. $t = 0$ 时刻 O 点的相位 $\varphi = -0.4\pi \cdot 2 - \frac{\pi}{2} = -1.3\pi$. O 点的振动方程 $y_o = 0.04 \cos(0.4\pi t - 1.3\pi)$.

🔗 题目 13 (本题 3 分)

🔗 多普勒效应

一静止的报警器, 其频率为 $1000Hz$. 有一汽车以 $79.2km$ 的时速远离报警器时, 坐在汽车里的人听到的报警声的频率是 _____ (设空气中声速为 $340m/s$).

答案 ✖

已知多普勒效应观察者 (Observer) 和发射源 (Source) 的频率关系为

$$\nu = \frac{u \pm v_o}{u \mp v_s} \nu_0$$

ν_0 为观察者速度, 接近为+, 远离为-; v_s 为发射源速度, 接近为-, 远离为+; 观察者远离, 其所听频率为

$$\nu = \frac{340 - 22}{340} \times 590\text{Hz} \approx 935.31\text{Hz}$$

题目 14 (本题 4 分)

光的相干条件

在双缝干涉实验中, 用白光照射时, 明纹会出现彩色条纹, 明纹外侧呈___颜色; 如果用纯绿色滤光片和纯蓝色滤光片分别盖住两缝, 则___产生干涉条纹 (填能或不能) .

答案 ✖

波长越大, 明纹张角越大, 所以外侧呈红色; 根据干涉条件「频率相等」, 此时不能产生干涉条纹.

题目 15 (本题 3 分)

劈尖干涉

用波长为 λ 的单色光垂直照射如图的劈尖膜 ($n_1 > n_2 > n_3$), 观察反射光干涉. 从劈尖顶开始算起, 第二条暗纹中心所对应的膜厚度为___.

答案 ✖

暗纹条件为 $2n_2h = \frac{2k-1}{2}\lambda$ ($k=1, 2, \dots$) $\Rightarrow h = \frac{3\lambda}{4n_2}$

题目 16 (本题 3 分)

弗琅禾费衍射

如果单缝弗琅禾费衍射的第一级暗纹发生在衍射角 30° 的方向上, 所用单色光波长 $\lambda = 600\text{nm}$, 则单缝宽度为___.

答案 ✖

暗纹条件 $a \sin \theta = k\lambda$, 代入 $k=1, \theta=30^\circ$ 得 $a = \frac{\lambda}{\sin \theta} = 1.2\mu\text{m}$.

计算题 (共 48 分)

题目 17 (本题 10 分)

简谐振动

一质点按如下规律沿 x 轴做简谐振动 $x = 0.2 \cos\left(4\pi t + \frac{1}{3}\pi\right)$ (SI), 求此振动的周期、振幅、初相、速度最大值和加速度最大值.

答案 ✖

- 周期: $T = 2\pi/\omega = 0.5\text{s}$ (2pt)
- 振幅: $A = 0.2\text{m}$ (2pt)
- 初相: $\varphi_0 = \frac{1}{3}\pi$ (2pt)
- 速度最大值: $v_{\max} = \omega A = 0.8\pi\text{m/s}$ (2pt)
- 加速度最大值: $a_{\max} = \omega^2 A = 3.2\pi^2\text{m/s}^2$ (2pt)

题目 18 (本题 8 分)

简谐振动, 平面简谐波的波函数

某质点做简谐振动, 周期为 2s, 振幅为 0.06m, $t = 0$ 时刻, 质点恰好处在平衡位置并向负方向运动, 求

1. 该质点的振动方程.

2. 此振动以速度 $u = 3\text{m/s}$ 沿 x 轴正方向传播时, 形成的一维简谐波的波动方程 (以平衡位置为坐标原点) .
3. 该波的波长.

答案 ✖

1. 由题意得, 质点的角频率 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 1\pi\text{s}^{-1}$, 质点的初相 $\varphi = \frac{\pi}{2}$, 故质点的振动方程为..... (1pt)

$$y_0 = 0.06 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$
 (2pt)
2. 波动表达式

$$y = A \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{u}\right) + \varphi\right] = 0.06 \cos\left[\pi\left(t - \frac{x}{3}\right) + \frac{\pi}{2}\right]$$
 (3pt)
3. 波长 $\lambda = uT = 6\text{m}$ (2pt)

题目 19 (本题 10 分)

驻波

设入射波的表达式为 $y_1 = A \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}\right)\right]$, 在 $x = 0$ 发生反射, 反射点为一固定端, 设反射时无能量损失. 求

1. 反射波的表达式
2. 驻波的表达式
3. 波腹、波节的位置

答案 ✖

1. 到达反射端后, 波的传播方向发生改变, 同时因半波损失带有 π 的相位差, 所以反射波的表达式为..... (1pt)

$$y_2 = A \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \pi\right]$$
 (2pt)
2. 驻波表达式

$$y = y_1 + y_2 = 2A \cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) \cos\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{\pi}{2}\right)$$
 (3pt)
3. 波腹的位置 $\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) = \pm 1$, $x = \frac{2k+1}{4}\lambda$, $k = 0, 1, 2, \dots$; (2pt)
 波节的位置 $\cos\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) = 0$, $x = \frac{k}{2}\lambda$, $k = 0, 1, 2, \dots$ (2pt)

题目 20 (本题 6 分)

双缝干涉

用一束 $\lambda = 580\text{nm}$ 激光垂直照射一双缝, 在缝后 2.0m 处的墙上观察到中央明纹和第一级明纹的间隔为 15cm . 求

1. 两缝的间距.
2. 在中央明纹以上还能看到几条明纹.

答案 ✖

1. 由 $\Delta x = \frac{\lambda D}{d}$ 得两缝的间距 $d = \frac{\lambda D}{\Delta x} = 7.73\mu\text{m}$ (3pt)
2. 由明纹条件 $d \sin \theta = k\lambda$, 取 θ 最大值为 90° , 中央明纹以上能看到的明纹条数为 $k = [d/\lambda] = 13$ (3pt)

题目 21 (本题 8 分)

劈尖干涉

用波长 500nm 的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈形膜上. 在观察反射光的干涉现象中, 距劈形膜棱边 $l = 1.56\text{cm}$ 的 A 处是从棱边算起的第四条暗纹中心.

1. 求此空气劈形膜的劈尖角 θ .
2. 改用 600nm 的单色光垂直照射到此劈尖上仍观察反射光的干涉条纹, A 处是明条纹还是暗条纹?
3. 在第 2 问的情形从棱边到 A 处的范围共有几条明纹, 几条暗纹?

答案 ✕

1. 考虑干涉反射, 两束光的光程差为

$$\delta = 2h_4 + \frac{\lambda}{2} \quad (1\text{pt})$$

由暗纹条件

$$2h_4 + \frac{\lambda}{2} = \frac{2k-1}{2}\lambda = \frac{2 \times 4 - 1}{2}\lambda \quad (1\text{pt})$$

利用小角度近似得劈尖角 $\theta \approx \frac{h_4}{l} = 4.8 \times 10^{-5} \text{rad}$ (1pt)

2. 此时的光程差为 (由 1 问得 $h_4 = 0.75\mu\text{m}$)

$$\delta = 2h_4 + \frac{\lambda'}{2} = 1800\text{nm} = 3\lambda' \quad (2\text{pt})$$

满足明纹条件 $\delta = k\lambda$, 所以此时 A 处是明纹 (1pt)

3. 由棱边处的光程差 $\delta = \frac{\lambda}{2}$ 可知棱边处为暗纹, 所以共有 3 条明纹, 3 条暗纹 (2pt)

题目 22 (本题 6 分)

◆ 弗琅禾费衍射

今有白光形成单缝弗琅禾费衍射, 若其中某一光波的第 4 级明纹和红光 ($\lambda = 600\text{nm}$) 的第三级明纹相重合, 求这一光波的波长.

答案 ✕

由明纹位置

$$a \sin \theta = \pm \frac{2k+1}{2}\lambda \quad (2\text{pt})$$

根据题中重合位置

$$\frac{2 \times 3 + 1}{2}\lambda = \frac{2 \times 4 + 1}{2}\lambda' \quad (2\text{pt})$$

得该光波波长 $\lambda' = \frac{7}{9}\lambda = 446.7\text{nm}$ (2pt)

いつまでも いつまでも..
離れない 離れないで..

2018 年「大学物理 2」杭州电子科技大学 期中试题

考试时间: 2018 年 11 月 11 日

任课教师: 大学物理教学团队

课程编号: A0715012

解析制作: 未央物理讲师 Axia



「未央」HDU 物理营



未央学社公众号

选择题 (每题 3 分, 共 27 分)

题目 1

简谐振动 【 A 】

一沿 x 轴做简谐振动的弹簧振子, 振幅为 A , 周期为 T , 振动方程用余弦函数表示, 如果该振子的初相为 $\frac{3}{4}\pi$, 则 $t = 0$ 时刻, 质点的位置在

A. 过 $x = +\frac{\sqrt{2}}{2}A$ 处, 向负方向运动

B. 过 $x = -\frac{\sqrt{2}}{2}A$ 处, 向正方向运动

C. 过 $x = -\frac{\sqrt{2}}{2}A$ 处, 向负方向运动

D. 过 $x = +\frac{\sqrt{2}}{2}A$ 处, 向正方向运动

答案 D

题目 2

简谐振动 【 B 】

一质点沿 x 轴做简谐振动, 振动方程为 $x = 0.08 \cos\left(\pi t + \frac{1}{3}\pi\right)$ (SI). 从 $t = 0$ 时刻起, 到质点位置在 $x = -0.04\text{m}$ 处, 且向 x 轴正方向运动的最短时间间隔为

A. $\frac{1}{2}\text{s}$

B. 1s

C. 2s

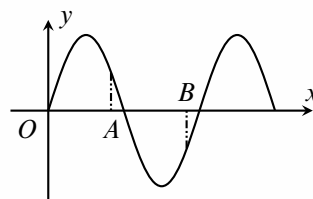
D. 3s

答案 B

题目 3

波的能量 【 B 】

图示为一平面简谐机械波在 t 时刻的波形曲线. 若此时 A 点处媒质质元的振动动能在增大, 则



- A. A 点处质元的弹性势能在减小 B. 波沿 x 轴负方向传播
C. B 点处质元的振动动能在减小 D. 各点能量密度都不随时间变化

答案 D

- A 点的振动动能在增大, 所以 A 点在靠近平衡位置, 波沿 x 轴负方向传播, B 项正确
- 波沿 x 轴负方向传播, 由图可知 B 点在靠近平衡位置, 其振动动能在增大, C 项错误
- 根据机械波的特性: 动能和势能同时增大或减小, 能量密度随时间变化, A、D 项错误

题目 4

驻波 【 B 】

在驻波中, 两个相邻波节间各质点的振动

- A. 振幅相同, 相位相同 B. 振幅不同, 相位相同 C. 振幅相同, 相位不同 D. 振幅不同, 相位不同

答案 D 根据驻波波形的特点: 波形并不向前移动, 而是在一个质点来回振荡, 故本题选择 D 项。

题目 5

多普勒效应 【 C 】

一辆机车以 30m/s 的速度驶近一位静止的观察者, 如果机车的汽笛的频率为 550Hz , 此观察者听到的声音频率是 (空气中声速为 330m/s)

- A. 605Hz B. 600Hz C. 504Hz D. 500Hz

答案 D

已知多普勒效应观察者 (Observer) 和发声源 (Source) 的频率关系为:

$$v = \frac{u \pm v_o}{u \mp v_s} v_0$$

v_0 为观察者速度, 接近为+, 远离为-; v_s 为发声源速度, 接近为-, 远离为+; 观察者静止, 其所听频率为

$$v = \frac{330}{330 - 30} \times 550\text{Hz} = 504\text{Hz}$$

故本题选择 C 项。

题目 6

驻波 【 D 】

沿着相反方向传播的两列相干波, 其表达式为

$$y_1 = A \cos 2\pi \left(\nu t - \frac{x}{\lambda} \right), y_2 = A \cos 2\pi \left(\nu t + \frac{x}{\lambda} \right)$$

叠加后形成的驻波中, 波腹的位置坐标为 (其中 $k = 0, 1, 2, 3, \dots$)

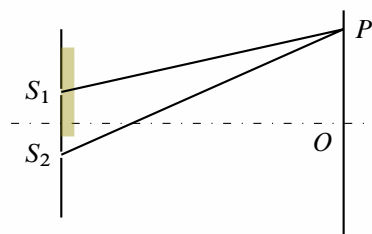
- A. $x = \pm k\lambda$ B. $x = \pm(2k + 1)\lambda/4$ C. $x = \pm \frac{1}{2}(2k + 1)\lambda$ D. $x = \pm \frac{1}{2}k\lambda$

答案 D 形成的驻波表达式为, $y = y_1 + y_2 = 2A \cos \left(2\pi \frac{x}{\lambda} \right) \cos(2\pi \nu t)$, 故波腹位置坐标为 $x = \pm \frac{1}{2}k\lambda$.

题目 7

双缝干涉 【 A 】

如图所示, 用波长 $\lambda = 600\text{nm}$ 的单色光做杨氏双缝实验, 在光 P 处产生第 5 级明纹极大, 现将折射率 $n = 1.5$ 的薄透明玻璃片盖在其中一条缝上, 此时 P 处变成第一级明纹极大的位置, 则此玻璃片厚度为



- A. $4.8 \times 10^{-4}\text{cm}$ B. $6.0 \times 10^{-4}\text{cm}$ C. $7.2 \times 10^{-4}\text{cm}$ D. $8.4 \times 10^{-4}\text{cm}$

答案 D

遮住后光程差变化为 $\delta = S_1 - S_2 = 2400\text{nm} = (n-1)e$, 将玻璃片厚度 $e = 4.8 \times 10^{-4}\text{cm}$, 故本题选择 D 项。

题目 8

劈尖干涉 【 D 】

两块平玻璃构成空气劈尖, 左边为棱边, 用单色平行光垂直入射, 若上面的平玻璃慢慢地向上平移, 则干涉条纹

- A. 向棱边方向平移, 条纹间隔变小 B. 向远离棱的方向平移, 条纹间隔不变
C. 向远离棱的方向平移, 条纹间隔变大 D. 向棱边方向平移, 条纹间隔不变

答案 D 干涉过程中空气劈形膜的顶角不变, 所以条纹间隔不变, 干涉过程中每处的光程差增大, 所以对应的条纹级数增大, 表现为向棱边方向平移, 故本题选择 D 项。

题目 9

弗琅禾费衍射 【 C 】

在单缝夫琅和费衍射实验中, 波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度为 $a = 6\lambda$ 的单缝上, 对应于衍射角为 30° 的方向, 单缝处波阵面可分成的半波带数目为

- A. 2 个 B. 4 个 C. 6 个 D. 8 个

答案 D 由衍射公式 $a \sin \theta = k\lambda$ 得 $k = 3$, 可分成的半波带数目为 $2k = 6$, 故本题选择 C 项。

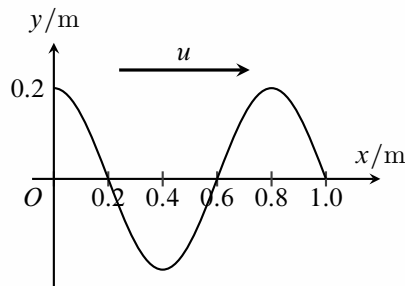
WeYoung

🔗 填空题 (共 25 分)

📌 题目 10 (本题 4 分)

💡 平面简谐波的物理量

一平面简谐波沿 x 轴正方向传播, 波速 $u = 120\text{m/s}$, $t = 0$ 时刻的波形曲线如图所示, 则简谐波的波长____, 频率_____.

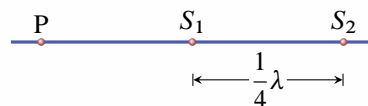


📌 答案 ✖

📌 题目 11 (本题 3 分)

💡 光程和光程差

如图所示, 两相干波源 S_1 和 S_2 相距 $\frac{\lambda}{4}$, S_1 的相位比 S_2 的相位超前 $\frac{\pi}{3}$. 在 S_1S_2 的连线上, S_1 外侧各点 (例如 P 点) 两波引起的简谐振动的相位差是_____.



📌 答案 ✖

📌 题目 12 (本题 3 分)

💡 简谐振动

用 40N 的力拉一轻弹簧, 可使其伸长 20cm . 此弹簧下应挂____ kg 的物体, 才能使其做简谐振动的周期为 $T = 0.1\pi$.

📌 答案 ✖

📌 题目 13 (本题 3 分)

💡 光的相干条件

在双缝干涉实验中, 用白光照射时, 明纹会出现彩色条纹, 明纹外侧呈____颜色; 如果用纯绿色滤光片和纯蓝色滤光片分别盖住两缝, 则____产生干涉条纹 (填能或不能).

📌 答案 ✖

📌 题目 14 (本题 3 分)

💡 相干光的叠加后的光强分布

光强均为 I_0 的两束相干光发生干涉时, 在相遇区域内可能出现的最大光强是____, 可能出现的最小光强是_____.

📌 答案 ✖

📌 题目 15 (本题 3 分)

💡 增透膜

在照相机镜头的玻璃片上均匀镀有一层折射率为 n 的介质薄膜 (n 大于玻璃的折射率), 以增强某一波长 λ 的透射光能量. 假设光线垂直入射, 则介质膜的最小厚度应为_____.

❌ 答案ダメ

- 当减少反射光的干涉作用, 使反射光干涉相消, 即 $\delta = 2ne = \frac{2k+1}{2}\lambda$, 解得 $e_{\min} = \frac{\lambda}{4n}$.
- 也可使透射光干涉相长, 即 $\delta = 2en + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$, 解得 $e_{\min} = \frac{\lambda}{4n}$.

🔑 题目 16 (本题 3 分)

💎 牛顿环

波长 $\lambda = 600\text{nm}$ 的单色光垂直照射到牛顿环的装置上, 第三级明纹与第七级明纹所对应的空气膜厚度之差为 200 nm.

❌ 答案ダメ

由明环半径公式

$$r_k = \sqrt{\frac{2k-1}{2}} \lambda R$$

得第三级明纹与第七级明纹所对应的空气膜厚度之差为

$$\begin{aligned} \Delta d &= \sqrt{R^2 - r_3^2} - \sqrt{R^2 - r_7^2} = \sqrt{R^2 - \frac{5}{2}\lambda R} - \sqrt{R^2 - \frac{13}{2}\lambda R} \\ &\approx \frac{\lambda \ll R}{R} \left(R \left(1 - \frac{5\lambda}{4R} \right) - R \left(1 - \frac{13\lambda}{4R} \right) \right) = 2\lambda = 600\text{nm} \end{aligned}$$

🔑 题目 17 (本题 3 分)

💎 弗琅禾费衍射

测量未知单缝宽度 a 的一种方法是: 用已知波长 λ 的平行光垂直入射在单缝上, 在距单缝的距离为 f 处测出衍射花样的中央亮纹宽度为 L , (实验上应保证 $f \approx 10^3 a$, 或 f 为几米), 则由单缝衍射的原理可标出 a 与 λ , f , L 的关系为 $a = \frac{2\lambda f}{L}$.

❌ 答案ダメ

由衍射公式 $a \sin \theta = \lambda$ 得中央明纹张角 $2\theta \approx \frac{2\lambda}{a}$, 所以中央明纹宽度 $L = \frac{2\lambda f}{a}$, 即 $a = \frac{2\lambda f}{L}$.

WeYoung

🔗 计算题 (共 48 分)

📌 题目 18 (本题 10 分)

📌 简谐振动

一质点按如下规律沿 x 轴做简谐振动

$$x = 0.2 \cos\left(4\pi t + \frac{1}{3}\pi\right) \text{ (SI)}$$

求此振动的周期、振幅、初相、速度最大值和加速度最大值.

🔗 答案 ✖

- 周期: $T = 2\pi/\omega = 0.5\text{s}$ (2pt)
- 振幅: $A = 0.2\text{m}$ (2pt)
- 初相: $\varphi = \frac{1}{3}\pi$ (2pt)
- 速度最大值: $v_{\max} = \omega A = 0.8\pi\text{m/s}$ (2pt)
- 加速度最大值: $a_{\max} = \omega^2 A = 3.2\pi^2\text{m/s}^2$ (2pt)

📌 题目 19 (本题 8 分)

📌 简谐振动, 平面简谐波的波函数

某质点做简谐振动, 周期为 3s, 振幅为 0.5m, $t = 0$ 时刻, 质点恰好处在平衡位置并向正方向运动, 求

1. 该质点的振动方程.
2. 此振动以速度 $u = 5\text{m/s}$ 沿 x 轴正方向传播时, 形成的一维简谐波的波动方程 (以平衡位置为坐标原点).
3. 该波的波长.

🔗 答案 ✖

1. 由题意得, 质点的角频率 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3}\text{s}^{-1}$, 质点 $t=0$ 时刻在 $\frac{\pi}{2}$, 故质点的振动方程为 (1pt)

$$y = 0.5 \cos\left(\frac{2\pi}{3}t - \frac{\pi}{2}\right)$$
 (2pt)
2. 波动表达式 (1pt)

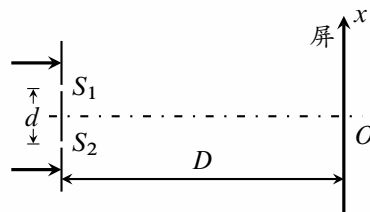
$$y = A \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{u}\right) + \varphi\right] = 0.5 \cos\left[\frac{2\pi}{3}\left(t - \frac{x}{5}\right) - \frac{\pi}{2}\right]$$
 (3pt)
3. 波长 $\lambda = uT = 15\text{m}$ (2pt)

📌 题目 20 (本题 10 分)

📌 双缝干涉

双缝干涉实验装置如图所示, 双缝与屏之间的距离 $D = 150\text{cm}$, 两缝之间的距离 $d = 0.50\text{mm}$, 用波长 $\lambda = 600\text{nm}$ 的单色光垂直照射双缝.

1. 求原点 O (零级明条纹所在处) 上方第 3 级明条纹的坐标
2. 如果用厚度 $e = 0.02\text{mm}$, 折射率 $n = 1.67$ 的透明薄膜覆盖在图中的 S_1 缝后面, 求上述第 3 级明条纹的坐标 x' .



🔗 答案 ✖

1. $x_3 = \frac{3\lambda D}{d} = 5.4\text{mm}$ (4pt)
2. 根据明纹条件, 此时的光程差为 (4pt)

$$\delta = r_2 - r_1 - (n-1)e = \frac{x'\lambda}{D} - (n-1)e = k\lambda$$

得 $x_2 = [k\lambda + (n-1)e]\frac{D}{2} = 45.6\text{mm}$ (2pt)

🔪 题目 21 (本题 10 分)

💎 牛顿环

用波长 $\lambda = 780\text{nm}$ 的单色光做牛顿环实验, 测得第 k 个暗环半径 $r_k = 4\text{mm}$, 第 $k+6$ 个暗环半径 $r_{k+6} = 7\text{mm}$, 求平凸透镜的凸面的曲率半径 R .

🔪 答案ダメ

根据暗环半径公式

$$r_k = \sqrt{k\lambda R}, r_{k+6} = \sqrt{(k+6)\lambda R} \quad (4\text{pt})$$

由此得 $R = (r_{k+6}^2 - r_k^2) / 6\lambda = 7.05\text{m}$ (6pt)

🔪 题目 22 (本题 10 分)

💎 弗琅禾费衍射

波长为 760nm 的平行光垂直地入射于一宽为 0.5mm 的狭缝, 若在缝的后面有一焦距为 2m 的薄透镜, 使光线会聚于一屏幕上, 试求

1. 中央明纹宽度
2. 第一级明纹的位置, 两侧第二级暗纹之间的距离 ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$).

🔪 答案ダメ

1. 中央明纹宽度

$$\Delta x_0 = \frac{2\lambda}{a} f = 6.08\text{mm} \quad (3\text{pt})$$

2. 第一级明纹位置 $a \sin \varphi = \pm(2k+1)\frac{\lambda}{2}$, $x_1 = a \sin \varphi = \pm 4.56\text{mm}$ (3pt)

第二级暗纹位置 $a \sin \varphi = \pm 2\lambda$, $\Delta x_2 = 2 \cdot \frac{2\lambda}{a} f = 2.16\text{mm}$ (3pt)

WeYoung

いつまでも いつまでも..
離れない 離れないで..

2021 年「大学物理 2」杭州电子科技大学 期中试题

考试时间：2021 年 11 月 20 日

任课教师：大学物理教学团队

课程编号：A0715012

解析制作：未央物理讲师 Axia



「未央」HDU 物理营



未央学社公众号

🔗 选择题（每题 3 分，共 27 分）

📌 题目 1

📌 简谐振动 【 〇 】

把单摆摆球从平衡位置向位移正方向拉开，使摆线与竖直方向成一微小角度 θ ，然后由静止放手任其振动，从放手时开始计时。若用余弦函数表示其运动方程，则该单摆振动的初相为

A. π

B. $\frac{\pi}{2}$

C. 0

D. θ

🔗 答案 ✖ 选出正确答案后可轻松判断。

📌 题目 2

📌 多普勒效应 【 〇 】

一机车汽笛频率为 750Hz，机车以时速 90 公里远离静止的观察者，观察者听到声音的频率是（空气中声速 340m/s）

A. 810Hz

B. 699Hz

C. 805Hz

D. 695Hz

🔗 答案 ✖

已知多普勒效应观察者 (Observer) 和发射源 (Source) 的频率关系为

$$\nu = \frac{u \pm v_o}{u \mp v_s} \nu_0$$

ν_0 为观察者速度，接近为 +，远离为 -； v_s 为发射源速度，接近为 -，远离为 +。观察者静止，其所听频率为

$$\nu = \frac{340}{340 + 25} \times 750\text{Hz} \approx 699\text{Hz}$$

故本题选择 B 项。

题目 3

光程和光程差 【 C 】

在相同的时间内, 一束波长为 λ 的单色光在空气中和在玻璃中

- A. 传播的路程相等, 走过的光程相等 B. 传播的路程相等, 走过的光程不相等
C. 传播的路程不相等, 走过的光程相等 D. 传播的路程不相等, 走过的光程不相等

答案 D

光程的定义: 在相同时间内光线在真空中传播的距离. 题目中光传播时间相等, 故光程相等; 又因为光在两种介质中的传播速度不同, 所以在相同的时间内传播的路程不相等, 故本题选择 D 项.

题目 4

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

答案 D

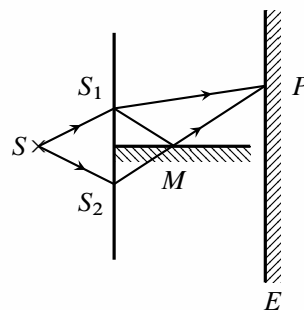
已知双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{\lambda L}{d}$, 要使 Δx 变大, 可增大波长 λ , 将屏与双缝的距离 L 或减小双缝间距 d , 故本题选择 D 项.

题目 5

双缝干涉 【 B 】

在双缝干涉实验中, 屏幕 E 上的 P 点是明条纹. 若将缝 S_2 盖住, 并在 S_1S_2 连线的垂直平分面处放一高折射率反射面 M , 如图所示, 则此时

- A. P 点仍为明条纹 B. P 点为暗条纹
C. 不能确定 P 点是明纹还是暗纹 D. 无干涉条纹



答案 D

S_1M 、 S_2M 长度相等, 但光线经反射在反射中一半光强发生半波损失, 两束光波的相位差变化, 所以 P 点由原来的明纹变为暗纹, 故本题选择 D 项.

题目 6

增透膜 【 D 】

在照相机镜头的玻璃片上均匀镀有一层折射率 n 小于玻璃的介质薄膜, 以增强某一波长 600nm 的透射光能量. 假设光线垂直入射, 则介质膜的最小厚度应为

- A. $\frac{600}{n}\text{nm}$ B. $\frac{300}{n}\text{nm}$ C. $\frac{200}{n}\text{nm}$ D. $\frac{150}{n}\text{nm}$

答案 D

- 消除反射光的干涉作用, 使反射光干涉相消, 即 $\delta = 2ne = \frac{2k+1}{2}\lambda$, 解得 $e_{\min} = \frac{\lambda}{4n} = \frac{150}{n}\text{nm}$.
- 也可使透射光干涉相长, 即 $\delta = 2ne + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$, 解得 $e_{\min} = \frac{\lambda}{4n} = \frac{150}{n}\text{nm}$.

题目 7

牛顿环 【 D 】

牛顿环干涉装置上平凸透镜在垂直于平板玻璃的方向上, 逐渐向上平移 (离开玻璃板) 时, 反射光形成的干涉条纹的变化情况是

- A. 环纹向边缘扩散, 环数不变
C. 环纹向中心靠拢, 环数增加

- B. 环纹向边缘扩散, 环数增加
D. 环纹向中心靠拢, 环数不变

❶ 答案 D ✕ 对于某条环, 其光程差是确定的, 所以环数不变, 由于中心离光源距离减小, 所以从光源上射出的光程差增大, 故本题选择 D 项。

题目 8

迈克尔逊干涉仪 【 3 】

在迈克尔逊干涉仪的一条光路中, 放入一折射率为 n , 厚度为 d 的透明薄片, 放入后, 这条光路的光程改变了

- A. $2(n-1)d$ B. $(n-1)d$ C. $2(n-1)d + \frac{\lambda}{2}$ D. nd

❶ 答案 D ✕ 迈克尔逊干涉仪光路上的某点光线经反射镜后再次经过此处, 故原来的光程为 $2d$; 现在加入了透明薄片, 使得经过的光程为 $2nd$, 故光程变为 $2(n-1)d$, 故本题选择 D 项。

题目 9

弗琅禾费衍射 【 3 】

波长为 λ 的单色平行光垂直入射到一狭缝上, 若第一级暗纹的位置对应的衍射角为 $\theta = \pm \frac{\pi}{6}$, 则缝宽的大小为

- A. $\frac{\lambda}{2}$ B. λ C. 2λ D. 3λ

❶ 答案 C ✕ 一级暗纹对应的方程为 $d \sin \frac{\pi}{6} = \pm \lambda$, 得 $d = 2\lambda$, 故本题选择 C 项。

填空题 (共 25 分)

题目 10 (本题 3 分)

简谐振动

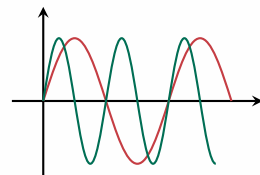
用 40N 的力拉一轻弹簧, 可使其伸长 20cm. 此弹簧下应挂 2 kg 的物体, 才能使其做简谐振动的周期为 $T = 0.2\pi$.

❶ 答案 2 ✕ 弹簧劲度系数 $k = \frac{40\text{N}}{0.2\text{m}} = 200\text{N/m}$, 根据简谐振动的周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$, 得 $m = \frac{kT^2}{4\pi^2} = 2\text{kg}$.

题目 11 (本题 4 分)

简谐振动

两个简谐振动曲线如图所示, 二者频率之比为 $\nu_1 : \nu_2 =$ 1:2, 加速度最大值之比为 $a_{1m} : a_{2m} =$ 1:4, 初始速率之比为 $v_{10} : v_{20} =$ 1:2.



❶ 答案 D ✕

- 由图可知, x_1 与 x_2 的周期之比为 2:1, 故两者频率之比为周期之比的倒数, 即 $\nu_1 : \nu_2 = 1:2$;
- 由题知最大值 $a_m = \omega^2 A$ 又 $\omega^2 \propto \nu^2$, 所以 $a_{1m} : a_{2m} = \omega_1^2 : \omega_2^2 = \nu_1^2 : \nu_2^2 = 1:4$;
- $t=0$ 时质点刚好在平衡点, 此时初始速率为最大值, $v_{10} : v_{20} = \omega_1 A : \omega_2 A = \nu_1 : \nu_2 = 1:2$.

题目 12 (本题 3 分)

弹簧振子

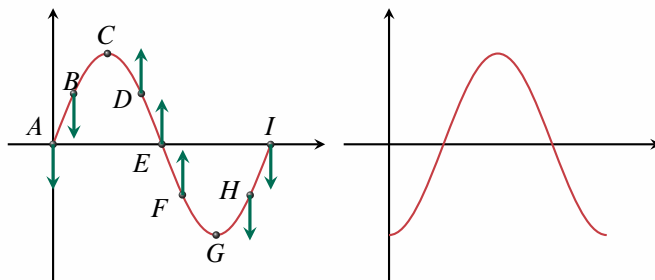
一作简谐振动的振动系统, 振子质量为 2kg, 系统振动频率为 1000Hz, 振幅为 0.5cm, 则其振动能量为 0.02J.

答案 \times $v\omega = 2\pi v = \sqrt{\frac{k}{m}}$ 得 $k = 4\pi^2 mv^2$, 代入弹性势能表达式得 $E = \frac{1}{2}kx^2 = 2\pi^2 mv^2 A^2 \approx 987\text{J}$.

题目 13 (本题 4 分) 平面简谐波的波函数

设某时刻一横波波形曲线如图所示.

1. 试分别用矢量符号表示图中 A、B、C、D、E、F、G、H、I 质点在该时刻的运动方向.
2. 画出四分之一周期后的波形曲线.



答案 \times 四分之一周期后, 波传播距离 $x = v\frac{T}{4} = \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4}$.

题目 14 (本题 5 分)

平面简谐波的波函数

一平面简谐波沿 Ox 轴负方向传播, 波长为 λ , 若位于 $x = -L$ 的 P 处质点的振动方程为 $y_P = A \cos\left(2\pi\nu t + \frac{\pi}{2}\right)$, 则该波的表达式为 $y = A \cos\left[2\pi\left(\nu t + \frac{x}{\lambda}\right) + \frac{\pi}{2}\right]$; P 处质点 $t_1 + \frac{\lambda}{v}$ 时刻的振动状态与 O 处质点 t_1 时刻的振动状态相同.

答案 \times

设波函数为 $y = A \cos\left[2\pi\nu\left(t + \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$. 将 P 点坐标 $x = -L$ 代入, 得

$$y_P = A \cos\left[2\pi\left(\nu t + \frac{-L}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$$

 将上式与 P 点振动方程比较, 得初相 $\varphi_0 = \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi L}{\lambda}$. 将 φ_0 代入波函数中, 得该波的表达式

$$y = A \cos\left[2\pi\nu t + \frac{2\pi x + L}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right]$$

 现在令 $x = 0$, 得到 t_1 时刻 O 点的振动方程

$$y = A \cos\left(2\pi\nu t_1 + \frac{2\pi L}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)$$

 P 处质点在 t 时刻的振动状态与 O 处质点在 t_1 时刻的振动状态相同, 即满足 $y_P(t) = y_O(t_1)$, 即

$$A \cos\left(2\pi\nu t + \frac{\pi}{2}\right) = A \cos\left(2\pi\nu t_1 + \frac{2\pi L}{\lambda} + \frac{\pi}{2} + 2k\pi\right)$$

 解得

$$t = t_1 + \frac{L}{\lambda\nu} + \frac{k}{\nu}$$

题目 15 (本题 3 分)

迈克尔逊干涉仪

用迈克尔逊干涉仪测微小的位移, 若入射光波波长 $\lambda = 628.9\text{nm}$, 当动臂反射镜移动时, 干涉条纹移动了 2048 条, 反射镜移动的距离 $d = 0.644\text{mm}$.

答案 \times 动臂带来的光程差满足 $\delta = 2d = N\lambda$, 由此得 $d = \frac{N\lambda}{2} = 0.644\text{mm}$.

📌 题目 16 (本题 3 分)

📌 弗琅禾费衍射

平行单色光垂直入射在缝宽为 $a = 0.15\text{mm}$ 的单缝上，缝后有焦距为 $f = 400\text{mm}$ 的凸透镜，在其焦平面上放置观察屏幕。现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为 8mm ，则入射光的波长为 $\lambda = 500\text{nm}$ 。

📌 答案 ✖

设 ± 3 级暗纹与光轴的角度为 θ ，有

$$a \sin \theta = 3\lambda$$

已知 ± 3 级条纹的坐标为 $\pm 4\text{mm}$ ，故由几何关系得

$$\frac{3\lambda}{a} = \sin \theta \approx \tan \theta = \frac{4\text{mm}}{f} = 0.01$$

得入射光波长为

$$\lambda = \frac{af}{3} = 500\text{nm}$$

🔗 计算题 (共 48 分)

📌 题目 17 (本题 10 分)

📌 简谐振动

一轻弹簧下悬挂 $m_0 = 100\text{g}$ 砝码时，弹簧伸长 8cm 。现在这根弹簧下端悬挂 $m = 250\text{g}$ 的物体构成弹簧振子。将物体从平衡位置向下拉动 4cm ，并给以向上 21cm/s 的初速度（令这时 $t = 0$ ）。选 x 轴向下，求振动方程的数值式。

📌 答案 ✖

弹簧的劲度系数为

$$k = \frac{mg_0}{\Delta x} = 12.5\text{N/m} \quad (1\text{pt})$$

弹簧悬挂物体后，其振动角频率为

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10/\text{s} \quad (2\text{pt})$$

由旋转矢量法得系统振幅、初相为

$$A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2} = 4.96\text{cm}, \quad \varphi_0 = \arccos \frac{x_0}{A} = 0.20\pi \quad (4\text{pt})$$

故振动方程为

$$y = 4.96 \cos(7.07t + 0.20\pi) \quad (3\text{pt})$$

📌 题目 18 (本题 5 分)

📌 简谐振动的合成

两个同方向简谐振动的振动方程分别为

$$x_1 = 5 \times 10^{-2} \cos\left(10t + \frac{3}{4}\pi\right) (\text{SI}), \quad x_2 = 6 \times 10^{-2} \cos\left(10t + \frac{1}{4}\pi\right) (\text{SI})$$

求合振动方程。

答案ダメ

合振动振幅为

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)} \quad (2pt)$$

合振动相位

$$\varphi = \arctan \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = 0.47\pi = 7.8 \quad (2pt)$$

两分振动频率相同, 所以合振动频率与其相同, 故合振动方程为

$$x = 7.8 \times 10^{-2} \cos(10t + 0.47\pi) \quad (1pt)$$

题目 19 (本题 5 分)

平面简谐波的波函数

一振幅为 10cm, 波长为 200cm 的简谐横波, 沿着一条很长的水平的绷紧弦从左向右行进, 波速为 100cm/s. 取弦上一点为坐标原点, x 轴指向右方, 在 $t = 0$ 时原点处质点从平衡位置开始向位移负方向运动. 求以 SI 单位表示的波动表达式 (用余弦函数) 及弦上任一点的最大振动速度.

答案ダメ

由题可得, 角频率 $\omega = 2\pi \frac{v}{\lambda} = \pi \text{ rad/s}$, $t = 0$ 时, $x = 0$, $v < 0$, 所以初相 $\varphi = -\frac{\pi}{2}$. 故波动表达式为: (2pt)

$$y = 0.1 \cos \left[\pi \left(t - \frac{x}{2} \right) - \frac{\pi}{2} \right] \quad (\text{SI}) \quad (2pt)$$

最大振动速度 $v_m = \omega A = 0.1\pi \text{ m/s}$. (1pt)

题目 20 (本题 5 分)

简谐振动的合成

三个频率相同、振动方向相同 (垂直纸面) 的简谐波, 在传播过程中在 O 点相遇; 若三个简谐波各自单独在 S_1 、 S_2 和 S_3 的振动方程分别为 $y_1 = A \cos\left(\omega t + \frac{1}{2}\pi\right)$, $y_2 = A \cos \omega t$ 和 $y_3 = 2A \cos\left(\omega t - \frac{1}{2}\pi\right)$; 且 $\overline{S_2O} = 4\lambda$, $\overline{S_1O} = \overline{S_3O} = 5\lambda$, 求 O 点的合振动方程 (设传播过程中各波振幅不变).

答案ダメ

三个波源到 O 点的距离都是波长的整数倍, 故 O 点的合振动为: (1pt)

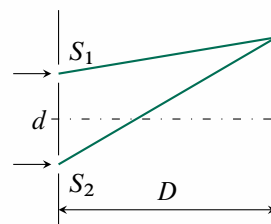
$$y = \sqrt{2}A \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{4} \right) \quad (2pt)$$

题目 21 (本题 10 分)

双缝干涉

双缝干涉实验装置如图所示, 双缝与屏之间的距离 $D = 150\text{cm}$, 两缝之间的距离 $d = 0.50\text{mm}$, 用波长 $\lambda = 600\text{nm}$ 的单色光垂直照射双缝.

1. 求原点 O (零级明条纹所在处) 上方第五级明条纹的坐标
2. 如果用厚度 $l = 1.0 \times 10^{-2}\text{mm}$, 折射率 $n = 1.58$ 的透明薄膜覆盖在图中的 S_1 缝后面, 求上述第五级明条纹的坐标 x' .



❶ 答案ダメ

1. $x_2 = \frac{3\lambda D}{d} = 5.4\text{mm}$ (3pt)
2. 根据明纹条件, 此时的光程差为

$$\delta = r_2 - r_1 - (n-1)L = \frac{r_2^2}{D} - (n-1)L = k\lambda$$
..... (4pt)
 得 $x_2 = [k\lambda + (n-1)L] \frac{D}{d} = 19.9\text{mm}$ (2pt)

📌 题目 22 (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.

❶ 答案ダメ

1. 由明环半径公式 $r_k = \sqrt{\frac{(2k-1)\lambda R}{2}}$ 得入射光波长 $\lambda = \frac{r_k^2}{(2k-1)R} = 500\text{nm}$ (5pt)
2. 由明环半径公式, 代入 $r = 1\text{cm}$ 得 $k = \frac{r^2}{\lambda R} + \frac{1}{2} = 50.5$, 取较小值 50..... (3pt)

📌 题目 23 (本题 5 分)

💡 弗琅禾费衍射

在单缝的弗琅禾费衍射中, 缝宽 $a = 0.100\text{mm}$, 平行光垂直入射在单缝上, 波长 $\lambda = 500\text{nm}$, 会聚透镜的焦距 $f = 1.00\text{m}$. 求中央亮纹旁的第一个亮纹的宽度 Δx .

❶ 答案ダメ

求出其两侧暗纹位置后作差即可求出亮纹宽度

• 一级暗纹

$$a \sin \theta_1 = \lambda, x_1 = f \tan \theta_1 \approx f \sin \theta_1 = \frac{\lambda f}{a} \quad (2\text{pt})$$

• 二级暗纹

$$a \sin \theta_2 = 2\lambda, x_2 = f \tan \theta_2 \approx f \sin \theta_2 = \frac{2\lambda f}{a} \quad (2\text{pt})$$

• 亮纹宽度

$$\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{\lambda f}{a} = 5\text{mm} \quad (1\text{pt})$$

いつまでも いつまでも..
離れない 離れないで..

2022 年「大学物理 2」杭州电子科技大学 期中试题

考试时间：2022 年 11 月 12 日

任课教师：大学物理教学团队

课程编号：A0715012

解析制作：未央物理讲师 Axia



「未央」HDU 物理营



未央学社公众号

🔗 选择题（每题 3 分，共 27 分）

🔗 题目 1

🔗 简谐振动 【 C 】

一长度为 l 、劲度系数为 k 的均匀轻弹簧分割成长度分别为 l_1 和 l_2 得两部分，且 $l_1 = nl_2$ ， n 为整数，则相应的劲度系数 k_1 和 k_2 为

A. $k_1 = \frac{kn}{n+1}$, $k_2 = k(n+1)$

B. $k_1 = \frac{k(n+1)}{n}$, $k_2 = \frac{k}{n+1}$

C. $k_1 = \frac{k(n+1)}{n}$, $k_2 = k(n+1)$

D. $k_1 = \frac{kn}{n+1}$, $k_2 = \frac{k}{n+1}$

🔗 答案 D

弹簧的劲度系数和其长度成反比，所以 $k_1 = \frac{kn}{n+1}$ ， $k_2 = k(n+1)$ ，故本题选择 D 项。

🔗 题目 2

🔗 波的能量 【 D 】

一平面简谐波在弹性媒介中传播，在媒质质元从最大位移处回到平衡位置的过程中

A. 它的势能转换成动能

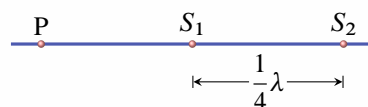
B. 它的动能转换成势能

C. 它从相邻的一段质元获得能量，其能量逐渐增加

D. 它把能量传给相邻的一段质元，其能量逐渐减小

🔗 答案 D

简谐波传播过程中介质质元振动的动能和势能同时变化，质元从最大位移处回到平衡位置的过程中动能先变大，所以势能也要大，其能量就逐渐增加，故本题选择 C 项。



题目 3

光程和光程差 【 C 】

两相干波源 S_1 和 S_2 相距 $\frac{\lambda}{4}$, S_1 的相位比 S_2 的相位超前 $\frac{\pi}{2}$. 在 S_1S_2 的连线上, S_1 外侧各点 (例如 P 点) 两波引起的简谐振动的相位差是

- A. 0 B. $\frac{\pi}{2}$ C. π D. $\frac{3\pi}{2}$

答案 D

两波传播过程而造成的相位差为 $\frac{2\pi\delta}{\lambda} = \frac{2\pi \cdot \lambda/4}{\lambda} = \frac{\pi}{2}$, 又因为 S_1 的相位比 S_2 的相位超前 $\frac{\pi}{2}$, 所以 P 点处两波引起的相位差为 π , 故本题选择 C 项。

题目 4

驻波 【 C 】

在弦线上有一简谐波, 其表达式是

$$y_1 = 2.0 \times 10^{-2} \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{0.02} - \frac{x}{20} \right) + \frac{\pi}{3} \right] \text{ (SI)}$$

为了在此弦线上形成驻波, 并且在 $x = 0$ 处为一波节, 此弦线上还应有一简谐波, 其表达式为

- A. $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20} \right) + \frac{\pi}{3} \right] \text{ (SI)}$ B. $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20} \right) + \frac{2\pi}{3} \right] \text{ (SI)}$
C. $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20} \right) + \frac{4\pi}{3} \right] \text{ (SI)}$ D. $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos \left[2\pi \left(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20} \right) - \frac{\pi}{3} \right] \text{ (SI)}$

答案 C

由题意得波节处有 $y_1 + y_2 = 4 \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{3} \right) + 4 \cos (\omega t + \varphi) = 0$, 得 $\varphi = \frac{4\pi}{3}$, 故本题选择 C 项。

题目 5

多普勒效应 【 B 】

一机车汽笛频率为 750Hz, 机车以时速 90 公里远离静止的观察者, 观察者听到声音的频率是 (空气中声速 340m/s)

- A. 810Hz B. 699Hz C. 805Hz D. 695Hz

答案 B

已知多普勒效应观察者 (Observer) 和波源 (Source) 的速率 v_o 和 v_s 均远小于波速 v , 故有 $v \pm v_o \approx v$ 和 $v \pm v_s \approx v$, 其中 v_o 为观察者速度, 接近为+, 远离为-; v_s 为波源速度, 接近为-, 远离为+。观察者静止, 其听到频率为 $\nu' = \frac{v}{v \pm v_s} \nu = \frac{340}{340 + 25} \times 750 \text{ Hz} \approx 699 \text{ Hz}$, 故本题选择 B 项。

题目 6

光程和光程差 【 C 】

真空中波长为 λ 的单色光, 在折射率为 n 的均匀透明媒质中, 从 A 点沿某一路径传播到 B 点, 路径的长度为 l , A 、 B 两点光振动的相位差记为 $\Delta\phi$, 则

- A. $l = \frac{3\lambda}{2}$, $\Delta\phi = 3\pi$ B. $l = \frac{3\lambda}{2n}$, $\Delta\phi = 3n\pi$ C. $l = \frac{3\lambda}{2n}$, $\Delta\phi = 3\pi$ D. $l = \frac{3n\lambda}{2}$, $\Delta\phi = 3n\pi$

答案 C

$\Delta\phi = \frac{2\pi\delta}{\lambda} = \frac{2\pi nl}{\lambda}$, 将四个选项分别代入后只有 C 选项符合, 故本题选择 C 项。

题目 7

双缝干涉 【 D 】

在双缝干涉实验中, 两缝间距离为 d , 双缝与屏幕之间的距离为 D ($D \gg d$). 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到双缝上, 屏幕上干涉条纹中相邻暗纹之间的距离是

- A. $\frac{2\lambda D}{d}$ B. $\frac{\lambda d}{D}$ C. $\frac{dD}{\lambda}$ D. $\frac{\lambda D}{d}$

答案 D 解析 相邻暗纹间距 $\Delta x = \frac{\lambda D}{d}$, 故本题选择 D 项。

题目 8

劈尖干涉 【 A 】

两块平玻璃构成空气劈形膜, 左边为棱边, 用单色平行光垂直入射, 若上面的平玻璃以棱边为轴, 沿逆时针方向做微小转动, 则干涉条纹的

- A. 间隔变小, 并向棱边方向平移 B. 间隔变大, 并向远离棱边方向平移
C. 间隔不变, 并向棱边方向平移 D. 间隔变小, 并向远离棱边方向平移

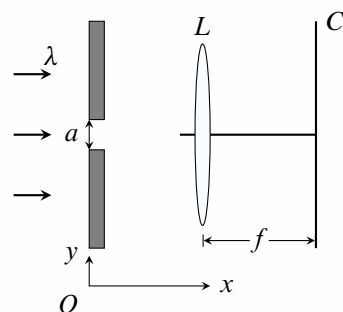
答案 A 解析 转动过程中空气劈形膜的顶角变大, 相邻条纹间距公式 $\Delta x = \frac{\lambda}{2\theta}$, 所以条纹间隔变小; 每处的光程差增大, 所以对应的条纹级数增大, 表现为向棱边方向平移。故本题选择 A 项。

题目 9

弗琅禾费衍射 【 C 】

在如图所示的单缝弗琅禾费衍射装置中, 将单缝宽度 a 稍稍变宽, 同时使单缝沿 y 轴正方向做微小平移 (透镜屏幕位置不动), 则屏幕 C 上的中央衍射条纹将

- A. 变窄, 同时向上移 B. 变窄, 同时向下移
C. 变窄, 不移动 D. 变宽, 同时向上移



答案 C 解析 光线方向不变, 所以中央明纹位置不变, 且中央明纹宽度 $\Delta y_0 = \frac{2\lambda f}{a}$, 可知单缝宽度增大, 中央明纹宽度将变窄, 故本题选择 C 项。

🔗 填空题 (共 25 分)

🔗 题目 10 (本题 3 分)

🔗 弹簧振子

一弹簧振子, 弹簧的劲度系数为 k , 重物的质量为 m , 则此系统的固有振动周期为 $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

🔗 答案 ✖ 弹簧振子的振动周期表达式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

🔗 题目 11 (本题 4 分)

🔗 简谐振动

一系统做简谐振动, 周期为 T , 以余弦函数表达振动时, 初相为零. 在 $0 \leq t \leq \frac{1}{2}T$ 范围内, 系统在 $t = \underline{\frac{1}{8}T, \frac{3}{8}T}$ 时刻动能和势能相等.

🔗 答案 ✖

动能和势能相等, 即总能量为势能的 2 倍, $2 \cdot \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$, 由此得 $x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2}A$, 对应的时刻为 $t = \frac{1}{8}T, \frac{3}{8}T$.

🔗 题目 12 (本题 4 分)

🔗 平面简谐波的物理量

一平面简谐波的表达式为 $y = 0.025 \cos(125t - 0.37x)$ (SI). 其角频率 $\omega = \underline{125 \text{ rad/s}}$, 波速 $u = \underline{337.44 \text{ m/s}}$, 波长 $\lambda = \underline{\quad}$.

🔗 答案 ✖ 与表达式 $y = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi\right)$ 比较可得

🔗 题目 13 (本题 5 分)

🔗 平面简谐波的波函数

一平面简谐波沿 Ox 轴正方向传播, 波长为 λ , 若位于 $x = -L_1$ 的 P_1 处质点的振动方程为 $y_1 = A \cos(2\pi\nu t + \phi)$, 则位于 $x = L_2$ 的 P_2 处质点的振动方程为 $y_2 = A \cos\left[2\pi\nu t - \frac{2\pi(L_2 + L_1)}{\lambda} + \phi\right]$; 与 P_1 处质点振动状态相同的那些点的位置为 $x = -L_1 + k\lambda, k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$.

🔗 答案 ✖

设波函数为 $y = A \cos\left[2\pi\nu\left(t - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$, 将 P_1 点坐标 $x = -L_1$ 代入, 得

$$y_1 = A \cos\left[2\pi\nu\left(t + \frac{L_1}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$$

将上式与 P_1 点振动方程比较, 得初相 $\varphi_0 = \phi - \frac{2\pi L_1}{\lambda}$. 将 φ_0 代入波函数中, 得该波的表达式

$$y = A \cos\left[2\pi\nu t - \frac{2\pi(x + L_1)}{\lambda} + \phi\right]$$

现在令 $x = L_2$, 得到 P_2 点的振动方程

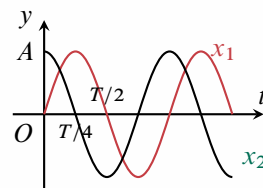
$$y_2 = A \cos\left[2\pi\nu t - \frac{2\pi(L_2 + L_1)}{\lambda} + \phi\right]$$

与点 P_1 处质点振动状态相同的点与 P_1 点的距离应为波长的整数倍, 即 $x = -L_1 + k\lambda, k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$.

题目 14 (本题 3 分)

平面简谐波的物理量

一简谐波沿 x 轴正方向传播, x_1 与 x_2 两点处的振动曲线如图所示. 已知 $x_2 > x_1$ 且 $x_2 - x_1 < \lambda$, 则波从 x_1 点传到 x_2 点所用时间为 _____ (用波的周期表示)



答案 ✖

简谐波沿 x 轴正方向传播, 根据图像很容易判断经过 $\frac{3}{4}T$ 后 x_1 的波形与 x_2 重合

题目 15 (本题 3 分)

增透膜

一束波长为 $\lambda = 600\text{nm}$ 的平行单色光垂直入射到折射率为 $n = 1.33$ 的透明薄膜上, 该膜是放在空气中的. 要使反射光得到最大限度的加强, 薄膜最小厚度应为 _____ nm.

答案 ✖

要增加反射光的干涉作用, 使反射光干涉相长, 即 $\delta = 2ne = k\lambda$, 解得 $e_{\min} = \frac{k\lambda}{2n} = 225.56\text{nm}$

题目 16 (本题 3 分)

迈克尔逊干涉仪

若在迈克尔逊干涉仪的可动反射镜 M 移动 0.620mm 过程中, 观察到干涉条纹移动了 2300 条, 则所用光波的波长为 _____ nm.

答案 ✖

移动带来的光程差满足 $\delta = 2d = N\lambda$, 由此得 $\lambda = \frac{2d}{N} = 0.644\text{nm}$

计算题 (共 48 分)

题目 17 (本题 10 分)

简谐振动

一物体质量为 0.25kg , 在弹性力作用下做简谐振动, 弹簧的劲度系数 $k = 25\text{N/m}$. 如果起始振动时具有势能 0.06J 和动能 0.02J , 求

1. 振幅.
2. 动能恰等于势能时的位移.
3. 经过平衡位置时物体的速度.

答案 ✖

1. 总能量为动能与势能之和, 由总能量表达式

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = E_k + E_p$$

$$= 0.02\text{J} + 0.06\text{J} = 0.08\text{J} \quad (3\text{pt})$$

得振幅为 $A = 8\text{cm}$ (3pt)

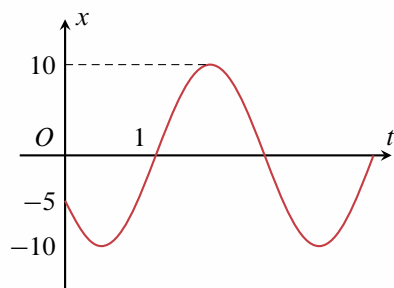
2. 动能和势能相等, 即总能量为势能的 2 倍, $2 \cdot \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$, 由此得 $x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2}A = \pm 5.66\text{cm}$ (3pt)

3. 经过平衡位置时系统势能为 0, 总能量与动能相等, $\frac{1}{2}mv^2 = 0.08\text{J}$, 由此得物体的速度为 $v = 0.8\text{m/s}$ (3pt)

题目 18 (本题 5 分)

简谐振动

一简谐振动的振动曲线如图所示, 求振动方程.



答案

- 由图易知振幅 $A = 0.1\text{m}$. (1pt)
- $t = 0$ 时, $x = -5\text{cm}$ 且 $v < 0$, 所以初相 $\varphi = \frac{2\pi}{3}$. (1pt)
- $t = 1$ 时, $x = 0$ 且 $v > 0$, 此时相位为 $\varphi = -\frac{\pi}{2} = \omega \cdot 1 + \frac{2\pi}{3}$, 得角频率 $\omega = \frac{5\pi}{6}$. (2pt)
- 综上, 振动方程为 $y = 0.1 \cos\left(\frac{5\pi}{6}t + \frac{2\pi}{3}\right)$. (1pt)

题目 19 (本题 5 分)

平面简谐波的波函数

一振幅为 10cm , 波长为 200cm 的简谐横波, 沿着一条很长的水平的绷紧弦从左向右行进, 波速为 100cm/s . 取弦上一点为坐标原点, x 轴指向右方, 在 $t = 0$ 时原点处质点从平衡位置开始向位移负方向运动. 求以 SI 单位表示的波动表达式 (用余弦函数) 及弦上任一点的最大振动速度.

答案

由题可得, 角频率 $\omega = 2\pi \frac{v}{\lambda} = \pi \text{ rad/s}$. $t = 0$ 时 $x = 0$, $v < 0$, 所以初相 $\varphi = \frac{\pi}{2}$. 波动表达式为

$$y = 0.1 \cos\left[\pi(t - x) + \frac{\pi}{2}\right] \text{ (SI)} \quad (2\text{pt})$$

最大振动速度 $v_m = \omega A = 0.1\pi \text{ m/s}$. (2pt)

题目 20 (本题 5 分)

光程和光程差

S_1, S_2 为两平面简谐波相干波源. S_2 的相位比 S_1 的相位超前 $\frac{\pi}{4}$, 波长 $\lambda = 8.00\text{m}$; S_1, S_2 与 P 点的距离分别为 $r_1 = 12.0\text{m}$, $r_2 = 14.0\text{m}$; S_1 在 P 点引起的振动振幅为 0.30m , S_2 在 P 点引起的振动振幅为 0.20m . 求 P 点的合振幅.

答案

两波源间的相位差为

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = -\frac{\pi}{4} \quad (3\text{pt})$$

所以 P 点的合振幅为

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi} = 0.46\text{m} \quad (2\text{pt})$$

题目 21 (本题 10 分)

双缝干涉

薄钢片上有两条紧靠的平行细缝, 用波长 $\lambda = 546.1\text{nm}$ 的平面光波正入射到钢片上. 屏幕距双缝的距离为 $D = 2.00\text{m}$, 测得中央明纹两侧的第五级明纹间的距离为 $\Delta x = 12.0\text{mm}$.

- 求两缝间的距离.
- 从任一明纹 (记作 0) 向一边数到第 20 条明纹, 共经过多大距离?
- 如果使光波斜入射到钢片上, 条纹间距将如何改变?

② 答案ダメ

1. 由明纹坐标公式 $x = \frac{k\lambda D}{a}$ 得两侧第五级明纹间隔 $\Delta x_5 = \frac{10\lambda D}{a}$, $a = \frac{10\lambda D}{\Delta x_5} = 0.91\text{mm}$. (5pt)
2. 20 条明纹间隔 $x_{20} = \frac{20\lambda D}{a} = 24\text{mm}$. (3pt)
3. 斜入射只会使所有明纹对应的光程差同时改变 $a \sin \theta$, 但是相对位置不变, 所以条纹间距不变. (3pt)

📌 题目 22 (本题 8 分)

💎 牛顿环

曲率半径为 R 的平凸透镜和平板玻璃之间形成空气薄层, 波长为 λ 的平行单色光垂直入射, 观察反射光形成牛顿环. 设平凸透镜与平板玻璃在中心 O 点恰好接触, 求

1. 从中心向外数第 k 个明环所对应的空气薄层的厚度 e_k .
2. 第 k 个明环的半径 r_k (用 R , 波长 λ 和整数 k 表示, $R \gg e_k$).

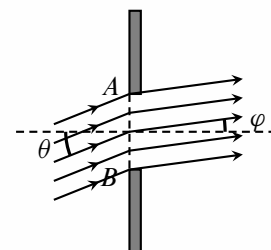
② 答案ダメ

1. 第 k 个明环对应的光程差为 $\delta = 2e_k + \frac{\lambda}{2}$. (2pt)
得空气薄层的厚度 $e_k = \frac{2k-1}{4}\lambda$. (3pt)
2. 由三角几何关系得 $r_k^2 = R^2 - (R - e_k)^2$. (3pt)
由于 $e_k \ll R$, 所以 e_k^2 可略去, 薄层厚度近似变为 $e_k = \frac{r_k^2}{2R}$. (2pt)
得明环半径 $r_k = \sqrt{\frac{2k-1}{2}\lambda R}$. (1pt)

📌 题目 23 (本题 5 分)

💎 弗琅禾费衍射

如图所示, 设波长为 λ 的平面波沿与单缝平面法线成 θ 角的方向入射, 单缝 AB 的宽度为 a , 观察弗琅禾费衍射. 试求出各极小值 (即各暗条纹) 的衍射角 φ .



② 答案ダメ

- 两光线的光程差为 $\delta = a(\sin \theta - \sin \varphi)$. (2pt)
- 由单缝衍射极小值条件 $a(\sin \theta - \sin \varphi) = \pm k\lambda$. (2pt)
- 得各极小值的衍射角 $\varphi = \arcsin \left(a \sin \theta \pm \frac{k\lambda}{a} \right)$, $k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$. (1pt)