一、单选题（15 分）

1. 图 A 表示 t =T/4 时的余弦波的波形图，波沿 x 轴正向传播；图 B 为一余弦振动曲线. 则图 A 中所表示的 $x = \lambda/4$ 处振动的初相位与图 B 所表示的振动的初相位

(A) 均为零. (B) 均为$\frac{1}{2}\pi$

(C) 均为$-\frac{1}{2}\pi$ (D) 依次分别为$\frac{1}{2}\pi$与$-\frac{1}{2}\pi$.

(E) 依次分别为$-\frac{1}{2}\pi$与$\frac{1}{2}\pi$.

[C]

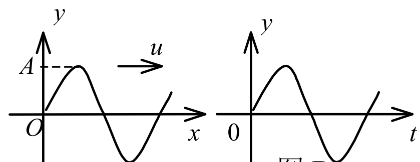


图 A 图 B

2C.8 沿着相反方向传播的两列相干波，其表达式为

$$y_1 = A\cos 2\pi(\nu t - x/\lambda) \quad 和 \quad y_2 = A\cos 2\pi(\nu t + x/\lambda).$$

叠加后形成的驻波中，波节的位置坐标为

(A) $x = \pm k\lambda$. (B) $x = \pm\frac{1}{2}k\lambda$.

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

其中的 k = 0，1，2，3, ···. [D]

3 单色光在折射率为 n 的均匀透明媒质的波长为λ。若在该介质中从 A 点沿某一路径传播到 B 点，A、B 两点光振动位相差$\Delta\varphi$为 3π，则该路径的长度为：

(A) $3n\lambda/2$ (B) 3λ (C) $3\lambda/2$ (D) $3\lambda/(2n)$

[C]

4. 用白光光源进行双缝实验，若用一个纯红色的滤光片遮盖一条缝，用一个纯蓝色的滤光片遮盖另一条缝，两个滤光片厚度相同，折射率之比 5:4，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

[D]

5 c.15 自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面上，反射光是

(A) 在入射面内振动的完全线偏振光.

(B) 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光.

(C) 垂直于入射面振动的完全线偏振光.

(D) 垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光．

[C]

二、多选题（6 分）

6. 两平面简谐波在弹性介质中形成驻波。正确说法的是

（A）在波节处的介质质元的动能始终为零。

（B）在波腹处的介质质元的动能可以从零变到最大。

（C） 相邻波节和波腹之间的距离为$\lambda/4$.

（D） 若相邻两波节之间任意两点距离为 d，则它们的相位差为$\dfrac{2\pi d}{\lambda}$。

[ABC]

7. 杨氏双缝干涉实验中，下列说法正确的是（k 为自然数，λ为光波波长）

（A）为使屏上的干涉条纹间距变大，可以使屏靠近双缝.

（B）为使屏上的干涉条纹间距变小，可以改用波长较小的单色光源

（C）在距双缝的路程差为 $k\dfrac{\lambda}{2}$ 的点形成亮条纹

（D）在距双缝的路程差为$(k+\dfrac{1}{2})\lambda$ 的点形成暗条纹

[B D]

三填空题（14 分）

8 C.26(3 分)一点波源发出均匀球面波，发射功率为 4 W．不计媒质对波的吸收，则距离波源为 2 m 处的强度是______________．0.08 或 $1/(4\pi)$

9. (4 分) 牛顿的绝对时空概念的直接反映是__________________坐标变换；狭义相对论的时空观则是__________________变换的具体体现。

答案：伽利略。洛伦兹变换

10. (4 分)使光强为 I_0 的自然光依次垂直通过三块偏振片 P_1，P_2 和 P_3．P_1 与 P_2 的偏振化方向成 30°角，P_2 与 P_3 的偏振化方向成 60°角．则透过三块偏振片的光强 I 为______________．若交换 P_2 与 P_3 的顺序，则透过三块偏振片的光强为______________．

答案： $3I_0 / 32$, 0 或者 $3I_0 / 32$

11(3 分)用单色光观察空气中的牛顿环，其条纹分布的特点为：____________________。圆形，内稀外密，高阶在外等。

四、推导题（共两题，计 15 分）

12(10 分)假设细弦上的张力为 T，线密度为 ρ，试推导细弦上横波的行波动力学方程。

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}=\frac{T}{\rho}\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$$

13 (5 分)利用狭义相对论的质量公式，试推导能量-动量公式，即狭义相对论中的能量-动量三角形关系。

$$E^2=E_0^2+p^2c^2$$

五、计算题（50 分，6 小题）

14（10 分）图 1 为平面简谐波在 $t=5s$ 时的波形图。求：（1）此波的波动方程；（2）图中 P 点的振动方程。

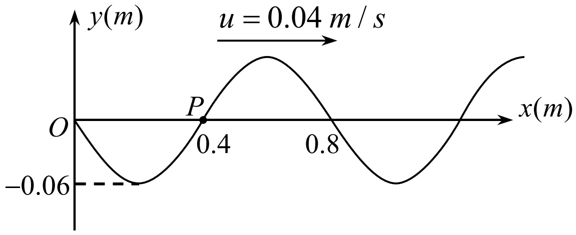


图 1

（1） 沿 x 轴正向传播的波，其标准式为：$y=A\cos(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x+\varphi)$

或者原点振动方程 $y_0=A\cos(\omega t+\varphi)$ （**其中任一种表达式**给 2 分）

由图可知，A=0.06m，$\lambda=0.8m$，（1 分）

由 $\omega=\frac{2\pi u}{\lambda}$ 得圆频率 $\omega=\frac{1}{10}\pi$ （1 分）

由传播方向可知，$t=0$ 时原点处质元向 y 轴正方向运动，由旋转矢量法得

$\omega t+\varphi=-\frac{\pi}{2}$，即 $\varphi=\pi$ (2 分)

∴波动方程为 $y=0.06\cos(\frac{1}{10}\pi t-\frac{5}{2}\pi x+\pi)$ （2 分）

（2）将 $x=0.4$ 代入波动方程，有 $y_p = 0.06\cos(\frac{1}{10}\pi t)$ （2 分）

15. （10 分波长为 λ_1=500nm 的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈尖上，在观察反射光的干涉现象中，距劈尖棱边 l = 1.56cm 的 A 处是从棱边算起的第四条暗条纹中心。

(1) 求此空气劈尖的劈尖角 θ 。

(2) 改用 λ_2 =600 nm 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) 若用 λ_2 =600 nm 的单色光垂直照射到此劈尖上，写出透射光干涉的条件，并说明棱边处是明条纹，还是暗条纹？

解答及评分标准：

.因是空气薄膜,有 $n_1>n_2<n_3$，且 $n_2=1$,

得 $$\delta = 2e + \frac{\lambda}{2},$$ （2 分）

暗纹应 $$\delta = 2e + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2},$$

所以 $$2e = k\lambda \qquad e = \frac{k\lambda}{2}$$

因第一条暗纹对应 k=0，故第 4 条暗纹对应 k=3，

所以 $$e = \frac{3\lambda}{2}$$ （3 分）

(1) 空气劈尖角

$$\theta = \frac{e}{l} = \frac{3\lambda}{2l} = 4.8\times10^{-5}\,rad$$ （3 分）

(2) 因 $$\frac{\delta}{\lambda'} = \frac{(2e+\frac{\lambda'}{2})}{\lambda'} = \frac{3\lambda}{\lambda'} + \frac{1}{2} = 3$$

故 A 处为第三级明纹，棱边依然为暗纹。 （2 分）

(3) 若用 λ_2 =600 nm 的单色光垂直照射到此劈尖上，写出透射光干涉的条件为

$\delta = 2e$ =kλ,为透射明纹条件；$\delta = 2e$ =（k+1/2）λ, 为透射暗纹条件。对应透射光干涉情形，棱边条纹为明纹。

16. （10 分 P145,15.23 在一个焦距为 1m 的凸透镜焦平面上，观察单缝夫琅和费衍射图样。单缝宽 $a = 4\times10^{-4}m$,入射光中有波长为 λ_1 和 λ_2 的光，λ_1 的第四个极小和 λ_2 的第五个极小出现在同一点，离中央极大值的距离为 $5\times10^{-3}m$ ，求(1)波长 λ_1 和 λ_2 。(2)若用波长为 λ_1 的光垂直入射单缝时，求该波长下中央亮纹旁的第一个亮纹的宽度Δx．(1 nm =10^{-9} m)

解答及评分标准：

(1) $a\sin\theta = k_1\lambda_1, a\sin\theta = k_2\lambda_2$,

$\tan\theta = \dfrac{x}{f} \approx \sin\theta$,于是有

$a\dfrac{x}{f} = k_1\lambda_1$ ，得到 $\lambda_1 = a\dfrac{x}{fk_1}$ =500nm.同理有

$\lambda_2 = a\dfrac{x}{fk_2}$ =400nm.

(2) 第 1 个暗纹条件和位置坐标 x_1 为：

$$a\sin\theta_1 = \lambda_1$$

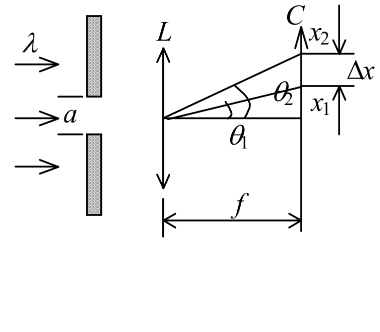
$$x_1 = f\,\mathrm{tg}\,\theta_1 \approx f\sin\theta_1 \approx f\lambda_1 / a \qquad (\because \theta_1 \text{很小}) \qquad （3 分）$$

单缝衍射第 2 个暗纹条件和位置坐标 x_2 为：

$$a\sin\theta_2 = 2\lambda_2$$

$$x_2 = f\,\mathrm{tg}\,\theta_2 \approx f\sin\theta_2 \approx f2\lambda_1 / a \qquad (\because \theta_2 \text{很小}) \qquad （3 分）$$

$\Delta x = f\lambda_1 / a$ =1.25 毫米。



17　(10 分)一双缝间距 $d=0.1mm$，缝宽 $a=0.02mm$，用波长 $\lambda=480nm$ 的平行单色光垂直入射该双缝，双缝后透镜的焦距为 50cm,求

(1) 透镜焦平面处屏幕上干涉条纹的间距

(2) 单缝衍射中央明纹宽度

(3) 单缝衍射中央明纹内有多少条干涉的主极大？

(1) $\Delta x=\lambda f/d=2.4\text{mm}$

(2) $\Delta x'=2\lambda f/a=24\text{mm}$

(3)2*d/a-1=9

18 (5 分)物理学概论 58 页，7-10 一隧道长为 L，宽为 d，高为 h，拱顶为半圆。设想一列车以极高的速度 υ 沿着隧道长度方向通过隧道。如果从列车上观察，

(1) 隧道的尺寸如何？

(2) 设列车的长度为 L_0,他全部通过隧道的时间是多少？

(1)在隧道长度方向收缩，其余方向长度不变。

(2) $t=(L_0+L\sqrt{1-\frac{\upsilon^2}{c^2}})/\upsilon$

19. (5 分)一体积为 V_0，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 测得其密度是多少？

解答及评分标准：

根据题意知，该立方体的变长 $l_0=\sqrt[3]{V_0}$，　　　　（1 分）

根据长度收缩和质量膨胀公式，在运动方向上，有

$$l'=l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}},\qquad m'=\frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\qquad（4 分）$$

而在垂直于该方向的边长长度不变。

所以，观测者看到的体积为

$$V' = l_0^2 \cdot l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = V_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \qquad （2 分）$$

观察者测得的密度为

$$\rho' = \frac{m'}{V'} = \frac{m_0 \Big/ \sqrt{1 - v^2/c^2}}{V_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = m_0 \Big/ V_0 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \qquad （3 分）$$