

05

大学物理大作业

05. 波 动

班号 _____ 学号 _____
姓名 _____ 成绩 _____



高等教育出版社

大学物理大作业

江南大学图书馆



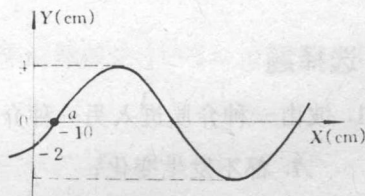
91306906

05. 波 动

一、填空题

1. 沿 X 轴正方向传播的平面波, 波速 $u=10\text{m/s}$, 频率 $\nu=5\text{Hz}$, 振幅 $A=0.02\text{m}$, $t=0$ 时, 坐标原点处介质元的位移为 $y=0.01\text{m}$, 速度 $\frac{dy}{dt}<0$, 则此波动方程为_____。

2. 一平面谐波在 $t=0$ 时的波形如图一、2 所示, 零点的初相位 $\varphi=$ _____, a 点的相位 $\varphi_a=$ _____, 波长 $\lambda=$ _____, 波动方程 $y=$ _____。



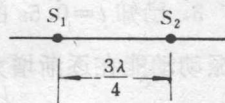
图一、2

3. 为了保持波源振幅不变, 需要消耗 4W 的功率, 如果波源发出的是球面波, 且认为介质不吸收波的能量, 则距离波源 1m 处的能流密度 $I_1=$ _____, 2m 处的能流密度 $I_2=$ _____。

4. 惠更斯原理的内容是: 介质中波动传到的各点都可以看作是_____的波源; 在其后任一时刻, 这些_____就决定了新的波阵面。

5. 相干波的条件是_____, _____, _____。两列相干波相遇, 干涉加强条件是_____; 减弱条件是_____。

6. 两相干波波源 S_1 与 S_2 相距 $\frac{3}{4}\lambda$, λ 为波长 (如图一、6 所示), 若两波各自在 S_1S_2 连线上的强度相同, 并且不衰减, 已知在连线上 S_1 左侧各点合成波强度为其中一个波强度的四倍, 则两波波源的初相差 $\varphi_2 - \varphi_1 =$ _____。



图一、6

7. 设有两列波沿 X 轴相向传播, 其波动方程分别为:

$$y_1 = 6.0 \times 10^{-2} \cos \frac{\pi}{2} (x - 40t) \text{ (m)}$$

$$y_2 = 6.0 \times 10^{-2} \cos \frac{\pi}{2} (x + 40t) \text{ (m)}$$

则合成波称为_____，其波动方程为_____。

在 $x=0$ 到 $x=10.0\text{m}$ 内波腹的位置是_____。

8. 多普勒效应指的是_____。

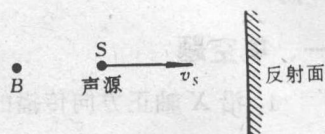
现象。现有一声源，其振动频率为 2040Hz ，以速度 $v_s = 0.25\text{m/s}$ 向一反射面接近（如图一、8所示），观察者在 B 处测得直接由声源 S 传播过来的波的频率

为_____，测得由反射面反射过来的波的频率为

_____，观察者在 B 处测得的拍频

为_____。

（设声速为 $u = 340\text{m/s}$ ）。



图一、8

二、选择题

1. 波由一种介质进入另一种介质时，其传播速度、频率、波长

A. 都不发生变化；

B. 速度和频率变、波长不变；

C. 都发生变化；

D. 速度和波长变、频率不变。

()

2. 一波源位于 $x = -1\text{m}$ 处，其振动方程为 $y = 0.5 \cos (3\pi t + \frac{\pi}{3}) \text{ (m)}$ ，此波源产生的波无吸收地分别向 X 轴正、负方向传播，波速 $u = 3\text{m/s}$ 。

(1) 向 X 正向传播的波动方程为下述答案中的_____；

(2) 向 X 负向传播的波动方程为下述答案中的_____；

A. $y = 0.5 \cos (3\pi t + \pi x + \frac{4}{3}\pi) \text{ (m)}$ ；

B. $y = 0.5 \cos (3\pi t + \pi x + \frac{\pi}{3}) \text{ (m)}$ ；

C. $y = 0.5 \cos (3\pi t - \pi x + \frac{\pi}{3}) \text{ (m)}$ ；

D. $y = 0.5 \cos (3\pi t - \pi x - \frac{2\pi}{3}) \text{ (m)}$ 。

()

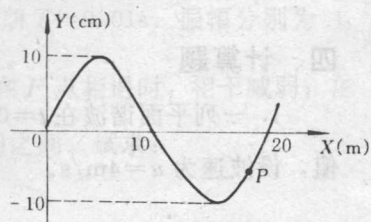
3. 已知 $t = 0.5\text{s}$ 的波形如图二、3所示，波速大小为 $v = 10\text{m/s}$ ，若此时， P 点处媒质元的振动动能在逐渐增大，则波动方程为：

A. $y = 10 \cos \left[\pi \left(t + \frac{x}{10} \right) \right] \text{ (cm)}$ ；

B. $y=10\cos\left[\pi\left(t+\frac{x}{10}\right)+\pi\right]$ (cm);

C. $y=10\cos\left[\pi\left(t-\frac{x}{10}\right)\right]$ (cm);

D. $y=10\cos\left[\pi\left(t-\frac{x}{10}\right)+\pi\right]$ (cm)。()



图二、3

4. 两列波在 B 点相遇，下列说法正确的是：

A. 在某时刻 $t=t_0$ ，B 点的振幅正好等于两列波振幅之和，则这两列波是相干波。

B. 两列波是相干波，如果在某一时刻看到 B 点的质元在平衡位置上，则 B 点一定不是干涉加强点。

C. 两列波是相干波，如果在某时刻看到 B 点的质元距平衡位置为 y ，且 $A_{\min} < y < A_{\max}$ ，那么 B 点一定既不是加强点，也不是减弱点。

D. 在 B 点，两列波中能流密度大者，振幅必定也大。

E. 以上说法均不正确。()

5. 汽车驶过车站时，车站上的观察者测得汽车喇叭声的频率由 1200Hz 变到 1000Hz，已知空气中的声速为 330m/s，则汽车的速度为：

A. 30 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; B. 66 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; C. 90 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;

D. 55 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; E. 以上答案都不对。()

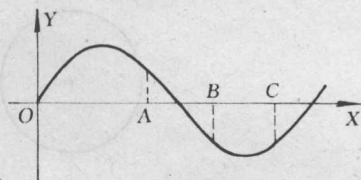
6. 图二、6 为一平面简谐波在 t 时刻的波形曲线。若此时 A 点处介质元的振动动能在增大，则

A. A 点处质元的弹性势能在减小；

B. B 点处质元的振动动能在增大；

C. 波沿 X 轴正方向传播；

D. C 点处质元的弹性势能在增大。()



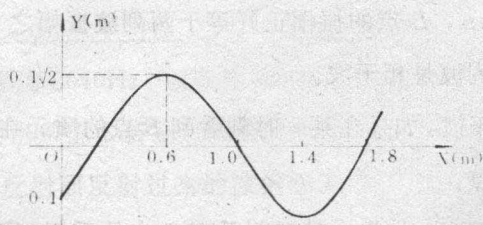
图二、6

三、问答题

试说明简谐运动、平面简谐波和驻波的能量特征。

四、计算题

1. 一列平面谐波在 $t=0.1\text{s}$ 时的波形如图四、1 所示，此时，坐标原点处质元的速度为负值，设波速为 $u=4\text{m/s}$ 。



图四、1

(1) 试求下列各量：

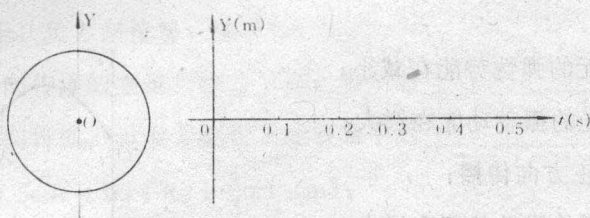
波长 $\lambda =$ _____；

周期 $T =$ _____；

圆频率 $\omega =$ _____。

(2) 在图四、1 中画出 $t=0$ 时刻的波形曲线。

(3) 在图四、1. (3) 中画出坐标原点的振动曲线和旋转矢量图。



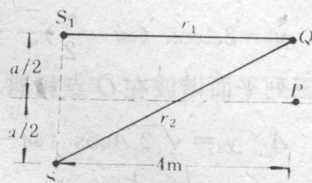
图四、1. (3)

(4) 该列波的波动方程为 $y =$ _____。

2. 如图四、2 所示，两相干波源 S_1 、 S_2 相距为 $a=3\text{m}$ ，周期 $T=0.01\text{s}$ ，振幅分别为 $A_1=0.03\text{m}$ ， $A_2=0.05\text{m}$ ， $\varphi_1=\frac{\pi}{3}$ ，且 $0 < (\varphi_2 - \varphi_1) < 2\pi$ ，当两波在 P 点相遇时，相干减弱；在 Q 点相遇时，相干加强； PQ 连线上各点的振幅介于加强和减弱之间。试求：

(1) 两波源的振动方程；

(2) 波长与波速。



图四、2

五、附加题

1. 如图五、1所示，三个相干波源，各自在 S_1 、 S_2 、 S_3 处的振动方程为：

$$y_1 = A \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right);$$

$$y_2 = A \cos \omega t;$$

$$y_3 = 2A \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right).$$

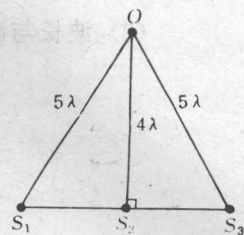
这三列平面谐波在 O 点相遇， O 点的合振动方程应当是：

A. $y_0 = \sqrt{2} A \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{4} \right);$

B. $y_0 = 2A \cos \omega t;$

C. $y_0 = 2A \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{4} \right);$

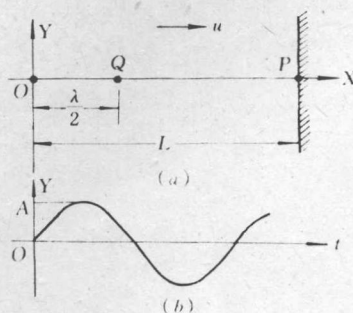
D. $y_0 = \sqrt{2} A \cos \omega t. \quad (\quad)$



图五、1

2. 如图五、2所示，有一沿 X 正方向传播的平面简谐波，波的圆频率为 ω ，振幅为 A ，波长 λ ， OQ 相距半个波长。

- (1) 已知 O 点的振动曲线，如图五、2 (b) 所示，试写出坐标原点的振动方程；
- (2) 写出沿 X 正方向传播的波动方程；
- (3) 当波传到 P 点时，遇到一反射壁反射回来（有半波损失，无吸收），试写出反射波的波动方程。
- (4) 若 $L = 4\lambda$ ，判断入射波和反射波在 Q 点的合振动是加强还是减弱。



图五、2

附加题

如图 1 所示，在平面直角坐标系中，点 A、B、C 的坐标分别为 (1, 0)、(3, 0)、(1, 2)，点 P 为线段 AB 上的动点，点 Q 为线段 AC 上的动点，且 PQ 平行于 BC，求 PQ 长度的最大值。

$$x_1 = 1, x_2 = 3$$

$$y_1 = 0, y_2 = 2$$

$$x_3 = 1, x_4 = 3$$

如图 2 所示，在平面直角坐标系中，点 A、B、C 的坐标分别为 (1, 0)、(3, 0)、(1, 2)，点 P 为线段 AB 上的动点，点 Q 为线段 AC 上的动点，且 PQ 平行于 BC，求 PQ 长度的最大值。

$$x_1 = 1, x_2 = 3$$

$$y_1 = 0, y_2 = 2$$

$$x_3 = 1, x_4 = 3$$

$$y_1 = 0, y_2 = 2$$

如图 3 所示，在平面直角坐标系中，点 A、B、C 的坐标分别为 (1, 0)、(3, 0)、(1, 2)，点 P 为线段 AB 上的动点，点 Q 为线段 AC 上的动点，且 PQ 平行于 BC，求 PQ 长度的最大值。

如图 4 所示，在平面直角坐标系中，点 A、B、C 的坐标分别为 (1, 0)、(3, 0)、(1, 2)，点 P 为线段 AB 上的动点，点 Q 为线段 AC 上的动点，且 PQ 平行于 BC，求 PQ 长度的最大值。

如图 5 所示，在平面直角坐标系中，点 A、B、C 的坐标分别为 (1, 0)、(3, 0)、(1, 2)，点 P 为线段 AB 上的动点，点 Q 为线段 AC 上的动点，且 PQ 平行于 BC，求 PQ 长度的最大值。

如图 6 所示，在平面直角坐标系中，点 A、B、C 的坐标分别为 (1, 0)、(3, 0)、(1, 2)，点 P 为线段 AB 上的动点，点 Q 为线段 AC 上的动点，且 PQ 平行于 BC，求 PQ 长度的最大值。

如图 7 所示，在平面直角坐标系中，点 A、B、C 的坐标分别为 (1, 0)、(3, 0)、(1, 2)，点 P 为线段 AB 上的动点，点 Q 为线段 AC 上的动点，且 PQ 平行于 BC，求 PQ 长度的最大值。

如图 8 所示，在平面直角坐标系中，点 A、B、C 的坐标分别为 (1, 0)、(3, 0)、(1, 2)，点 P 为线段 AB 上的动点，点 Q 为线段 AC 上的动点，且 PQ 平行于 BC，求 PQ 长度的最大值。



图 1

