

工科物理大作业参考答案

【第9章】 波的传播规律

一、 选择题

1.AB 2.D 3.D 4.D 5.C 6.C 7.D 8.B

二、填空题

9. $\omega(x_2 - x_1)/u$

10. 2.4m; 6m/s

11. 0.5

12. x 轴负方向; $y=0.05\cos(2\pi t-\pi)$

13. $1.7 \times 10^{-2}\text{m} \sim 17\text{m}$ 14

14. $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

15. 6; 4

16. $4.69 \times 10^2 \text{ m}$

三、综合应用题

17.解: 由题意知, 质点的振幅 $A=0.06 \text{ m}$, 振动周期 $T=5 \text{ s}$,

由题中给出的初始条件可知, 质点振动的初相 $\varphi_0 = \pi$

(1) 振动方程的标准形式为

$$y_0 = A \cos(\omega t + \varphi_0) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$$

所以该质点的振动方程为

$$y_0 = 0.06 \cos\left(\frac{2\pi t}{5} + \pi\right) (\text{m})$$

(2)以该质点的平衡位置为坐标原点, 振动的传播速度方向为坐标轴 x 正方向。

该波的波动方程为

$$y = 0.06 \cos\left[\frac{2\pi}{5}\left(t - \frac{x}{u}\right) + \pi\right] = 0.06 \cos\left[\frac{2\pi}{5}\left(t - \frac{x}{400}\right) + \pi\right] (\text{SI})$$

(3) 波长 $\lambda = uT = 400 \times 5 = 2000 \text{ m}$

18.解: (1)已知波的表达式为 $y = 0.05 \cos(100\pi t - 2\pi x)$

与标准形式 $y = A \cos(2\pi \nu t - \frac{2\pi x}{\lambda})$ 比较可得:

振幅 $A=0.05 \text{ m}$

频率 $\nu=50 \text{ Hz}$

波长 $\lambda=1.0 \text{ m}$

波速 $u=\nu\lambda=50 \times 1.0=50 \text{ m/s}$

(2)质点的振动速度 $v = \frac{\partial y}{\partial t} = -2\pi\nu A \sin(2\pi\nu t - \frac{2\pi x}{\lambda})$

最大振动速度 $v_{\max} = 2\pi\nu A = 2 \times 3.14 \times 50 \times 0.05 = 15.7 \text{ m/s}$

质点的振动加速度 $a = \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -4\pi^2\nu^2 A \cos(2\pi\nu t - \frac{2\pi x}{\lambda})$

最大振动加速度 $a_{\max} = 4\pi^2\nu^2 A = 4 \times 3.14^2 \times 50^2 \times 0.05 = 4.93 \times 10^3 \text{ m/s}^2$

(3)相距为 Δx 的两振动质点的相位差 $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta x}{\lambda}$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi(x_2 - x_1)}{\lambda} = \frac{2\pi(7 - 2)}{1.0} = 10\pi$$

19. 解： 由题意知波动方程为 $y = 0.25 \cos(125t - 0.37x)$

(1) $x_1 = 10 \text{ m}$ 处质点的振动方程为

$$y = 0.25 \cos(125t - 0.37x) \Big|_{x=10} = 0.25 \cos(125t - 3.7) \text{ (m)}$$

$x_2 = 25 \text{ m}$ 处质点的振动方程为

$$y = 0.25 \cos(125t - 0.37x) \Big|_{x=25} = 0.25 \cos(125t - 9.25) \text{ (m)}$$

(2) x_2 与 x_1 两点间相位差

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = (125t - 9.25) - (125t - 3.7) = -5.55 \text{ rad}$$

(3) x_1 点在 $t=4\text{s}$ 时的振动位移

$$y \Big|_{x=10} = 0.25 \cos(125t - 3.7)$$

$$y \Big|_{t=4} = 0.25 \cos(125 \times 4 - 3.7) = 0.249 \text{ m}$$

20. 解： 由题意知，振幅 $A=4.0\text{cm}$ ， 波长 $\lambda = 24 \text{ cm}$ ， 频率 $\nu = 25 \text{ Hz}$ ，

所以， 圆频率 $\omega = 2\pi\nu = 50\pi \text{ /s}$

波速 $u = \lambda \nu = 24 \times 25 = 600 \text{ cm/s} = 6 \text{ m/s}$

又由题意知，当 $t=0$ 时，在 $x=0$ 处质元的位移为零并向 x 轴正向运动，即

$$y_0 = A \cos \varphi = 0$$

$$v_0 = -A\omega \sin \varphi > 0$$

联立上两式（或由旋转矢量法）得

$$\varphi = -\frac{\pi}{2}$$

所以，波动方程为 $y = 4.0 \times 10^{-2} \cos \left[50\pi \left(t - \frac{x}{6} \right) - \frac{\pi}{2} \right] \text{ (m)}$