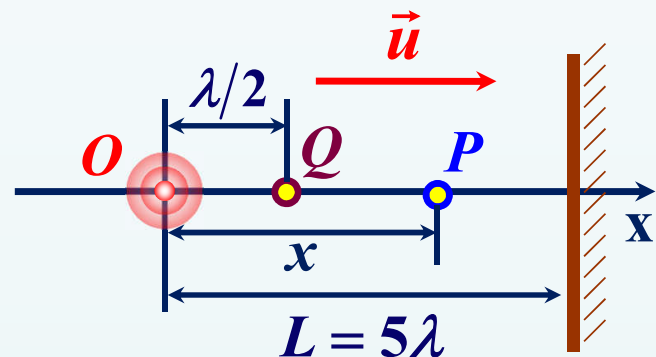


驻波

例. 波长为 λ 的平面简谐波沿 x 正向传播, 已知在 $x=\lambda/2$ 处振动方程为 $y_Q=A\cos(\omega t-\pi)$ 。波在 $L=5\lambda$ 处遇到一波密媒质反射面, 且反射波振幅仍为 A 。求:

1. 该平面简谐波方程。
2. 反射波方程。
3. 合成驻波方程。
4. 在 L 范围内有几个波腹。



解: 1. P 的振动位相落后 Q : $\frac{2\pi}{\lambda}(x - \frac{\lambda}{2}) = \frac{2\pi}{\lambda}x - \pi$

$$\text{波函数: } y_{\lambda} = A\cos[\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}]$$

驻波

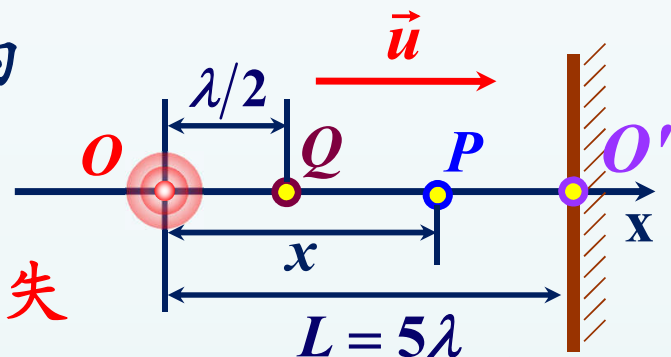
解：波函数： $y_{\lambda} = A \cos[\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}]$

2. 反射波方程

令 O' 为反射点，入射波在该点振动方程为

$$y_{O'} = y_{\lambda} \Big|_{x=5\lambda} = A \cos \omega t$$

波的传播方向是波疏到波密，存在半波损失



以 O' 为波源产生的反射波方程

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$y_{\text{反}} = A \cos[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(5\lambda - x) + \pi] = A \cos[\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}x + \pi]$$

3. 合成驻波

$$y_{\text{合}} = y_{\lambda} + y_{\text{反}} = 2A \cos\left[\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right] \cos\left[\omega t + \frac{\pi}{2}\right]$$

“和差化积”

驻波

解: $y_{\text{合}} = y_{\text{入}} + y_{\text{反}} = 2A \cos \left[\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2} \right] \cos \left[\omega t + \frac{\pi}{2} \right]$

4. 在 L 范围内有几个波腹

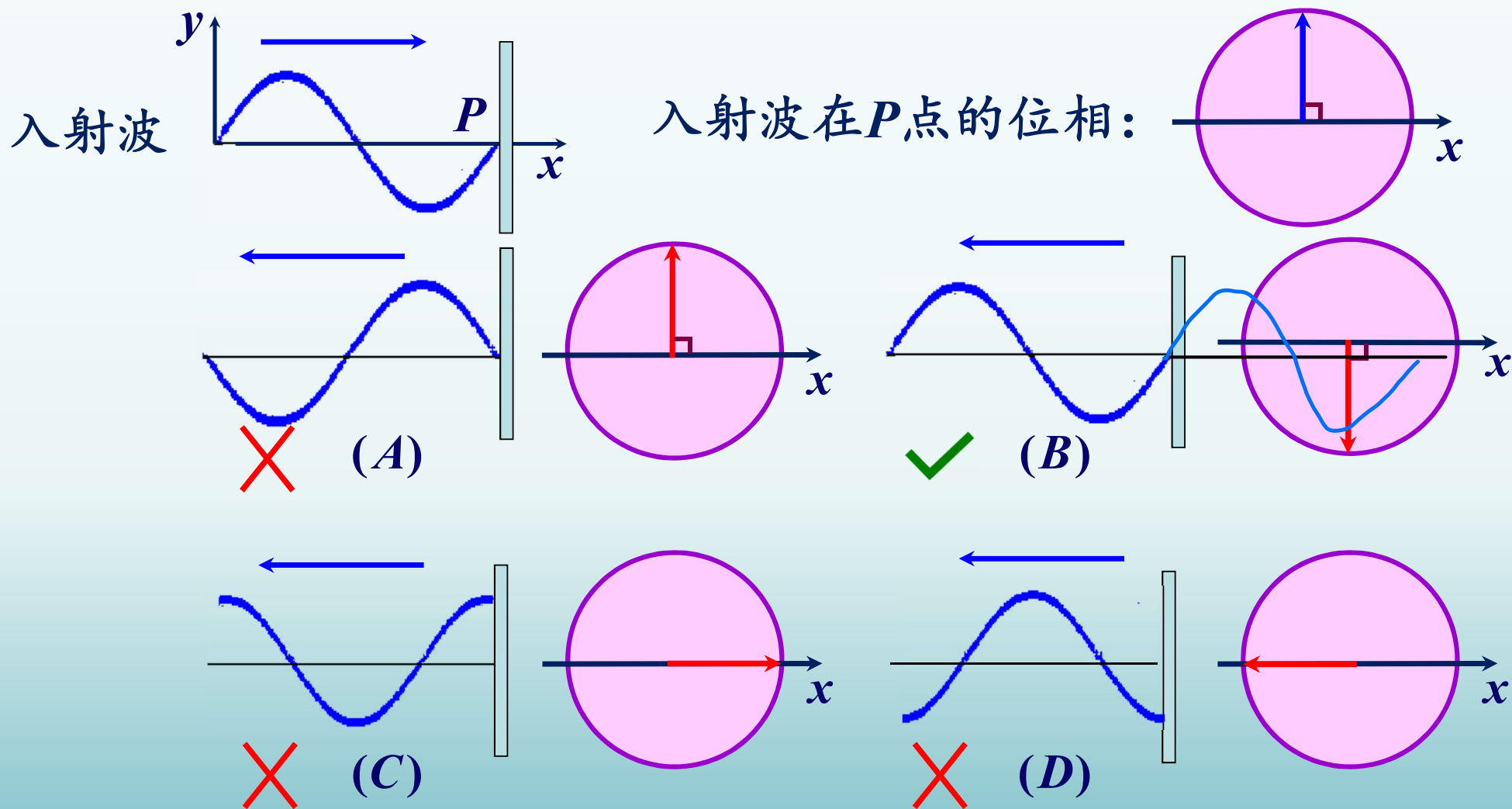
波腹的判定条件 $\left| \cos \left[\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2} \right] \right| = 1$

得 $\sin \left[\frac{2\pi x}{\lambda} \right] = \pm 1$

$$\left. \begin{array}{l} \sin \left[\frac{2\pi x}{\lambda} \right] = \pm 1 \\ 0 < x < 5\lambda \end{array} \right\} x = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \dots, \frac{19\lambda}{4} \quad \text{共10个波腹}$$

驻波

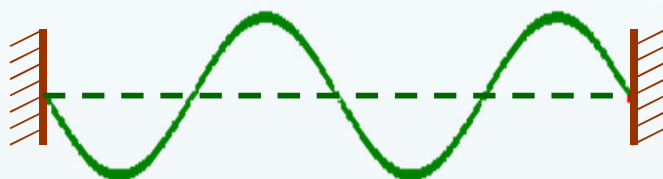
例. 已知入射波 t 时刻波形, 求 t 时刻反射波曲线和反射波在 P 点的相位(反射壁是波密质)



驻波

- 弦线上的驻波

—弦线两端固定：



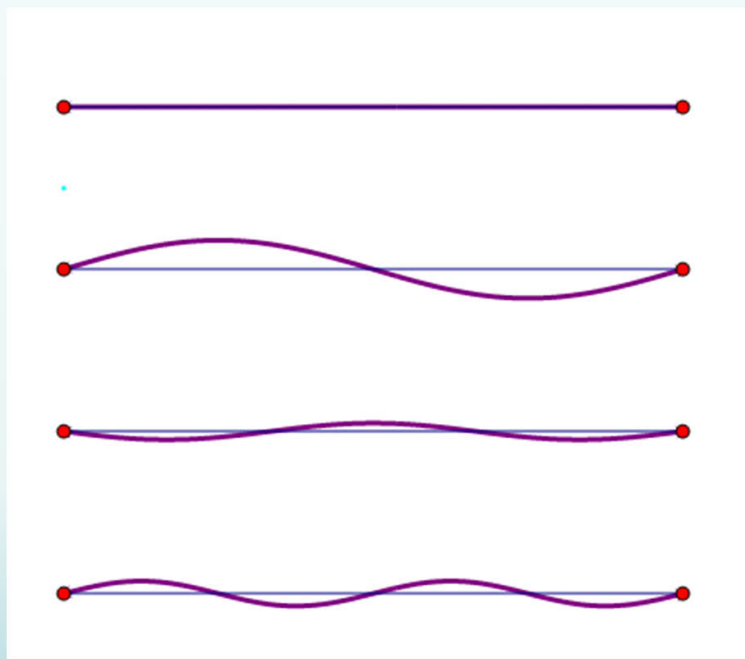
两端点为**波节**

驻波形成条件

固定端点长度为半波长的整数倍

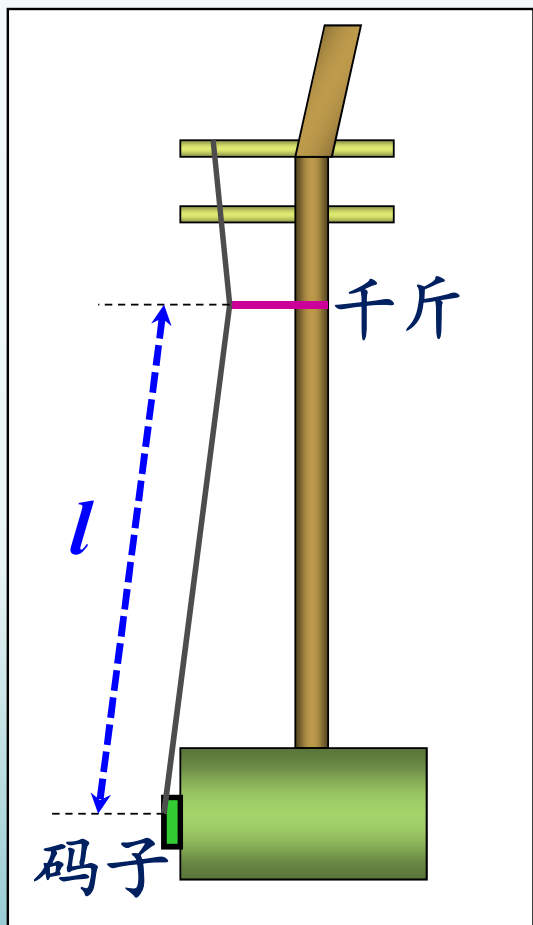
可能的驻波波长： $L = n \frac{\lambda_n}{2}$

$n = 1, 2, 3, \dots$ **量子化**



驻波

例.如图二胡弦长 $l=0.3\text{m}$ ，张力 $T=9.4\text{N}$ 。线密度 $\rho=3.8\times 10^{-4}\text{kg/m}$ ，求弦发出的声音的基频与谐频。



解：弦两端为固定点，是波节。

$$l = n \frac{\lambda_n}{2} \quad n=1, 2, \dots$$

$$\text{频率 } \nu = \frac{u}{\lambda_n} = \frac{nu}{2l} \quad \text{波速 } u = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

$$\text{基频 } n=1, \quad \nu_1 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\rho}} = 262 \text{ Hz}$$

同理可得谐频 $n=2, 3, \dots$



作业：11T19 ~ T22

作业要求

1. 独立完成作业。
2. 图和公式要有必要的标注或文字说明。
3. 作业纸上每次都要写学号(或学号末两位)。
4. 课代表收作业后按学号排序，并装入透明文件袋。
5. 每周四交上周的作业。迟交不改。
6. 作业缺交三分之一及以上者综合成绩按零分计。