求波函数（波动方程）的思 路:

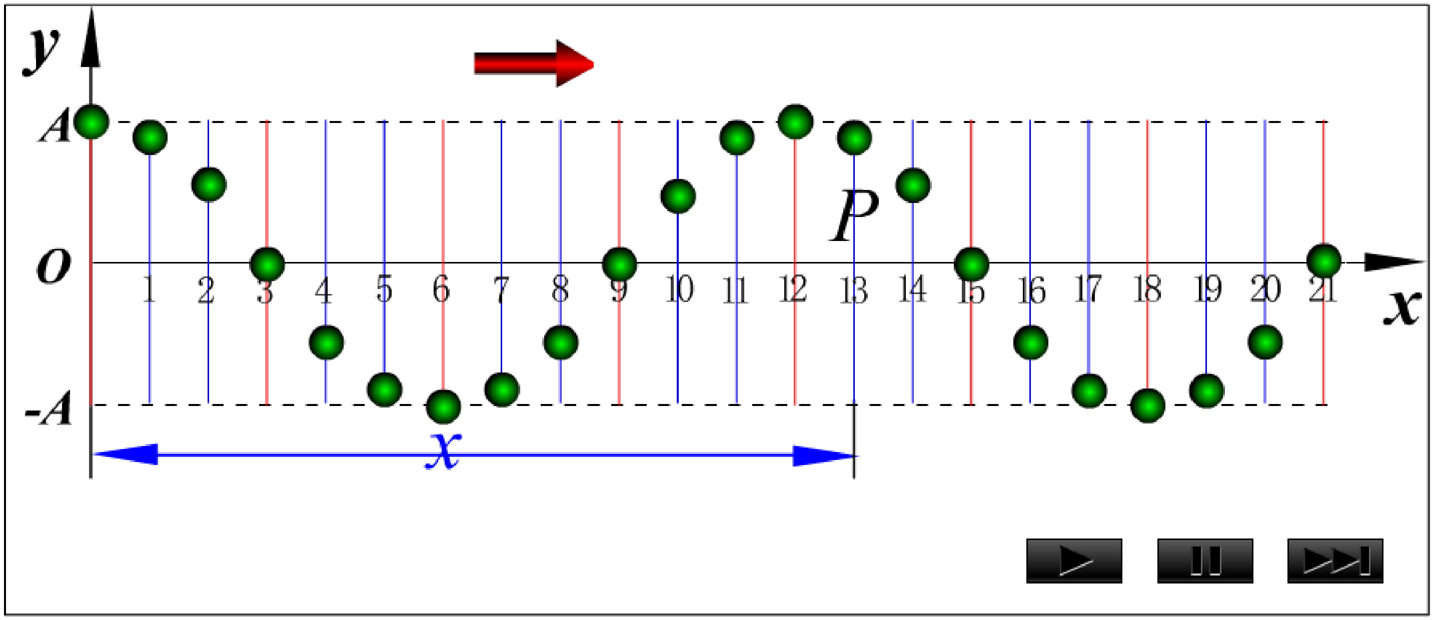
振动方程 ⟶ 波动方程

波动方程: $\boxed{y = f(x,t)}$

各质点相对平衡位置的位移

波线上各质点平衡位置的坐标

波动方程 ＝位于x处的质元的振动方程



➢已知：位于原点的质元的振动方程 $y_O = A\cos\omega t$

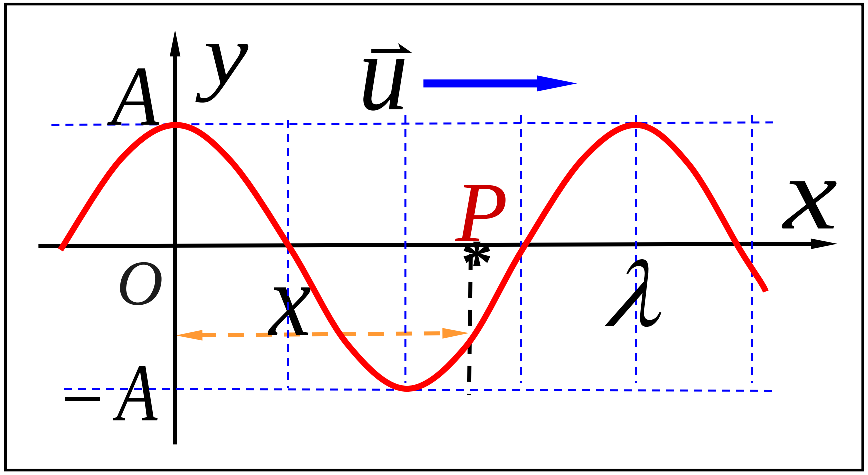
求：以速度u 沿 x 轴正向传播的简谐波的波动方程．

＝P点振动方程＝P点在t时刻的位移

1 时间倒推法

点O 的振动状态

$$y_O = A\cos\omega t$$



$$\Delta t = \frac{x}{u}$$ 点 P

$t\text{-}x/u$时刻点O 的位移 = t 时刻点 P 的位移

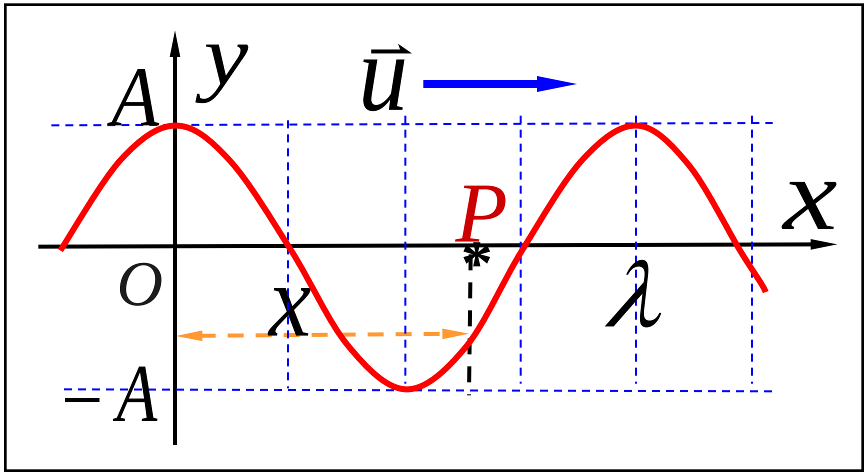
点P 振动方程

$$y_P = A\cos\omega\left(t - \frac{x}{u}\right)$$

2 相位落后法

P、O两点相位差

$$\Delta\varphi = 2\pi\frac{x}{\lambda}$$



点O的振动状态

$$y_O = A\cos\underline{\omega t}$$

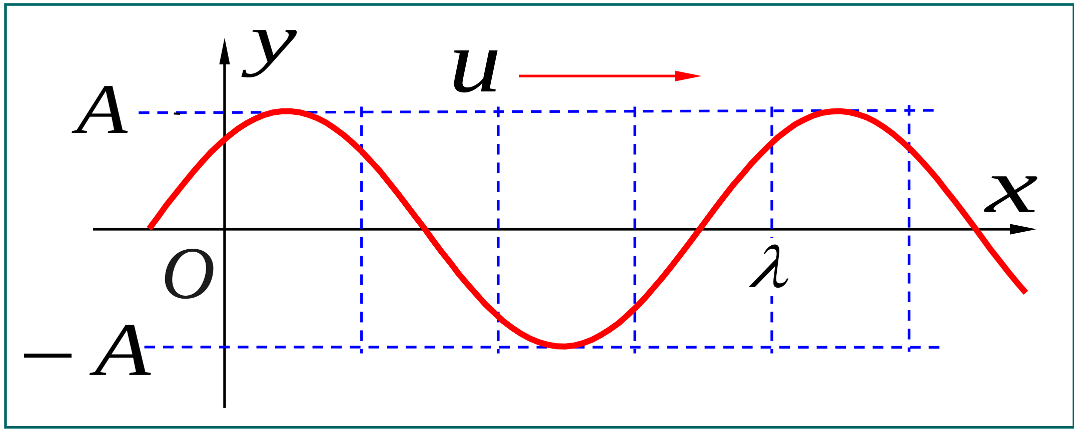
点 P 振动方程

$$y_p = A\cos(\omega t - 2\pi\frac{x}{\lambda})$$

$$y_p = A\cos\omega(t - \frac{x}{u})$$

讨论

①如果原点的初相位不为零



点 O 振动方程 $y_O = A\cos(\omega t + \varphi)$

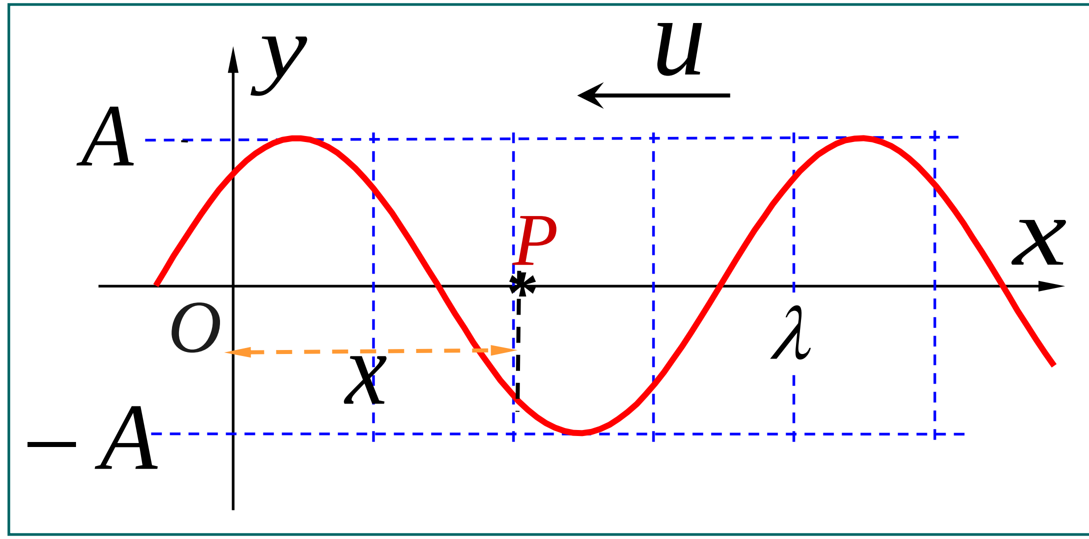
求波动方程（波函数）：

$$y = A\cos[\omega(t - \frac{x}{u}) + \varphi]$$

u 沿 x 轴正向

$$y = A\cos(\omega t + \varphi - 2\pi\frac{x}{\lambda})$$

②如果 u 沿 x 轴负向



点 O 振动方程

$$y_O = A\cos(\omega t + \varphi)$$

求波动方程（波函数）：

$$y = A\cos[\omega(t \boxed{+\frac{x}{u}}) + \varphi]$$

$$y = A\cos(\omega t + \varphi \boxed{+ 2\pi\frac{x}{\lambda}})$$

Note

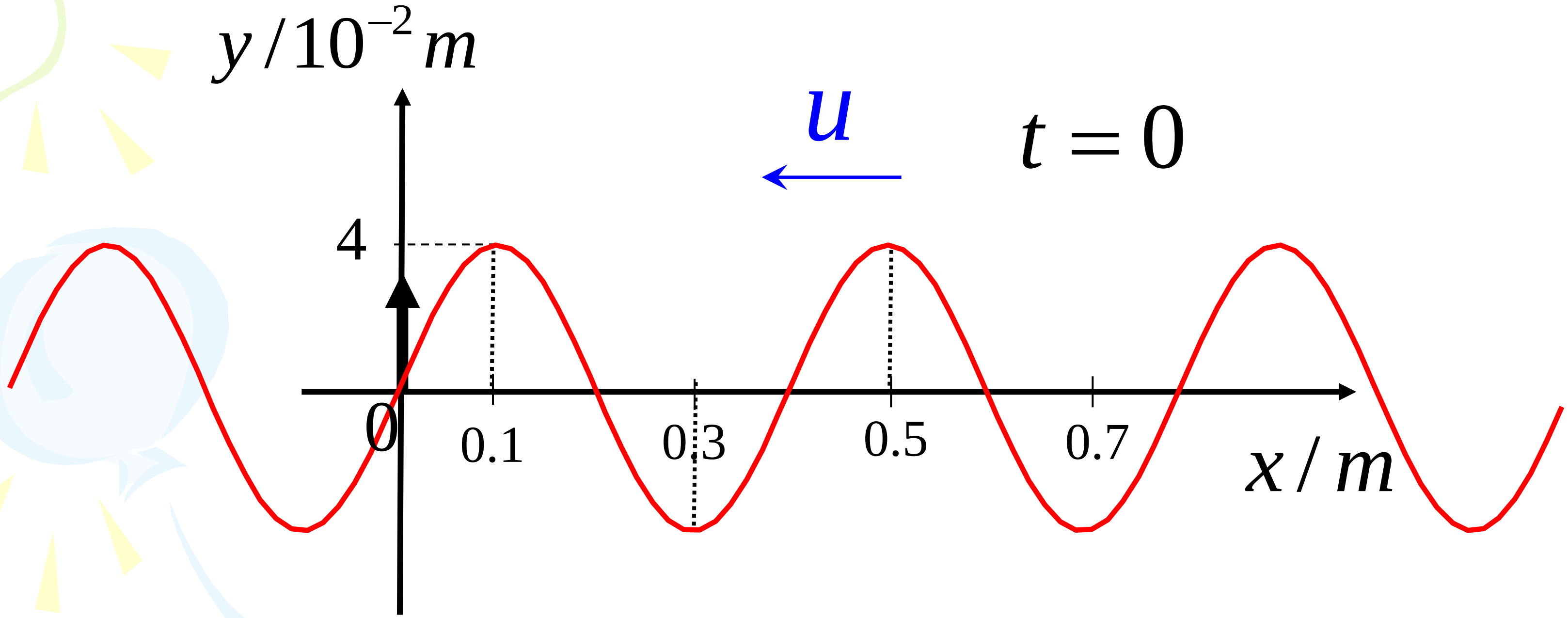
已知：O点 振动方程 $y = A\cos(\omega t + \varphi)$

波函数

$$y = A\cos[\omega(t \mp \frac{x}{u}) + \varphi]$$

$$y = A\cos(\omega t + \varphi \mp \frac{2\pi x}{\lambda})$$

练习： 如图所示，一列简谐横波向左传播 $u=20m/s$



（1）波的振幅、波长和周期；

（2）波函数

（3）任一质点的振动速度

已知：u、λ，坐标为 x_0 的质点的振动方程

$$y_{x_0} = A\cos(\omega t + \varphi)$$

求：波函数

波函数

$$y = A\cos[\omega(t \mp \frac{x - x_0}{u}) + \varphi]$$

$$y = A\cos[\omega t + \varphi \mp \frac{2\pi(x - x_0)}{\lambda}]$$