

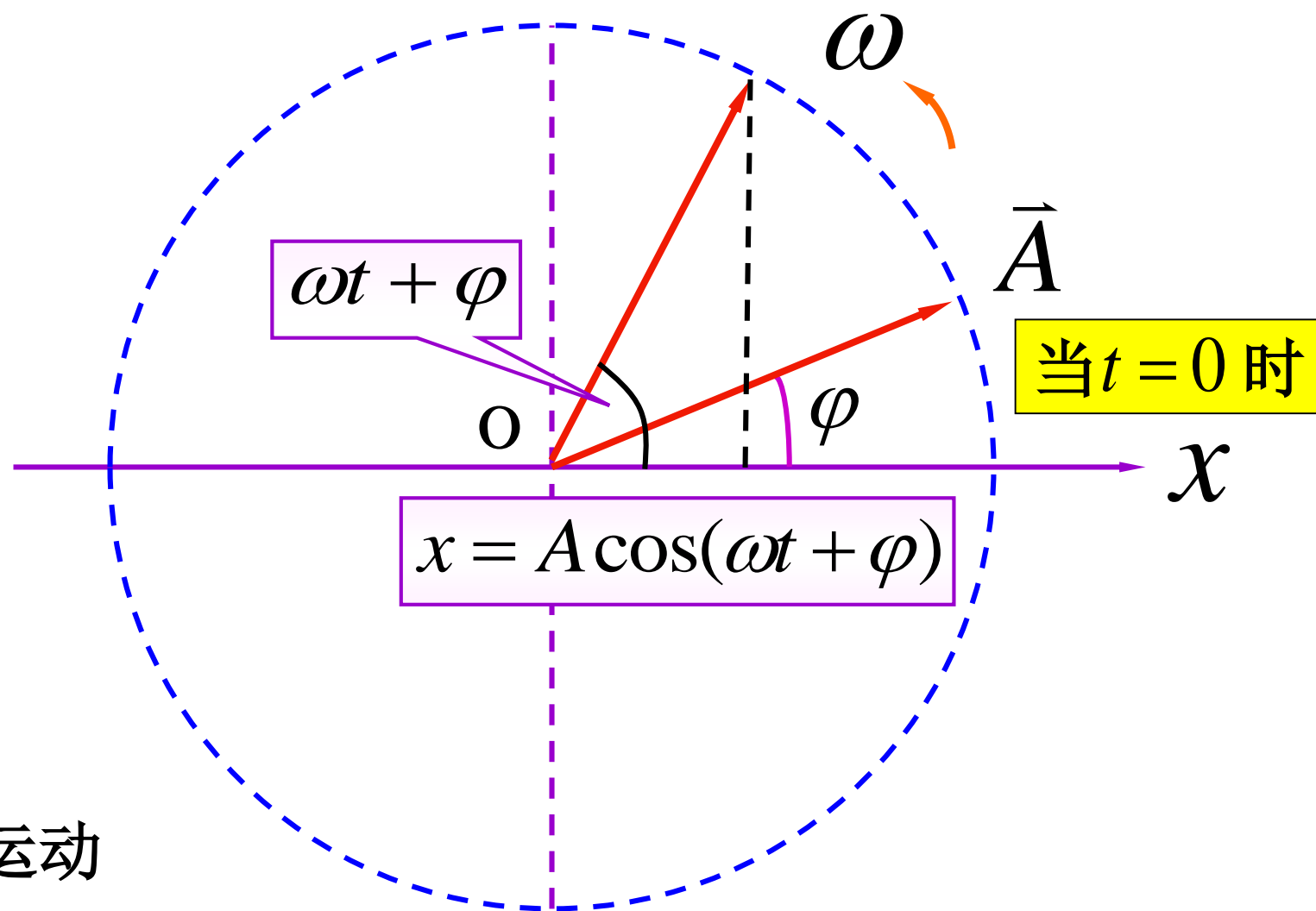
## 一、用旋转矢量法表示简谐振动的振动方程

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

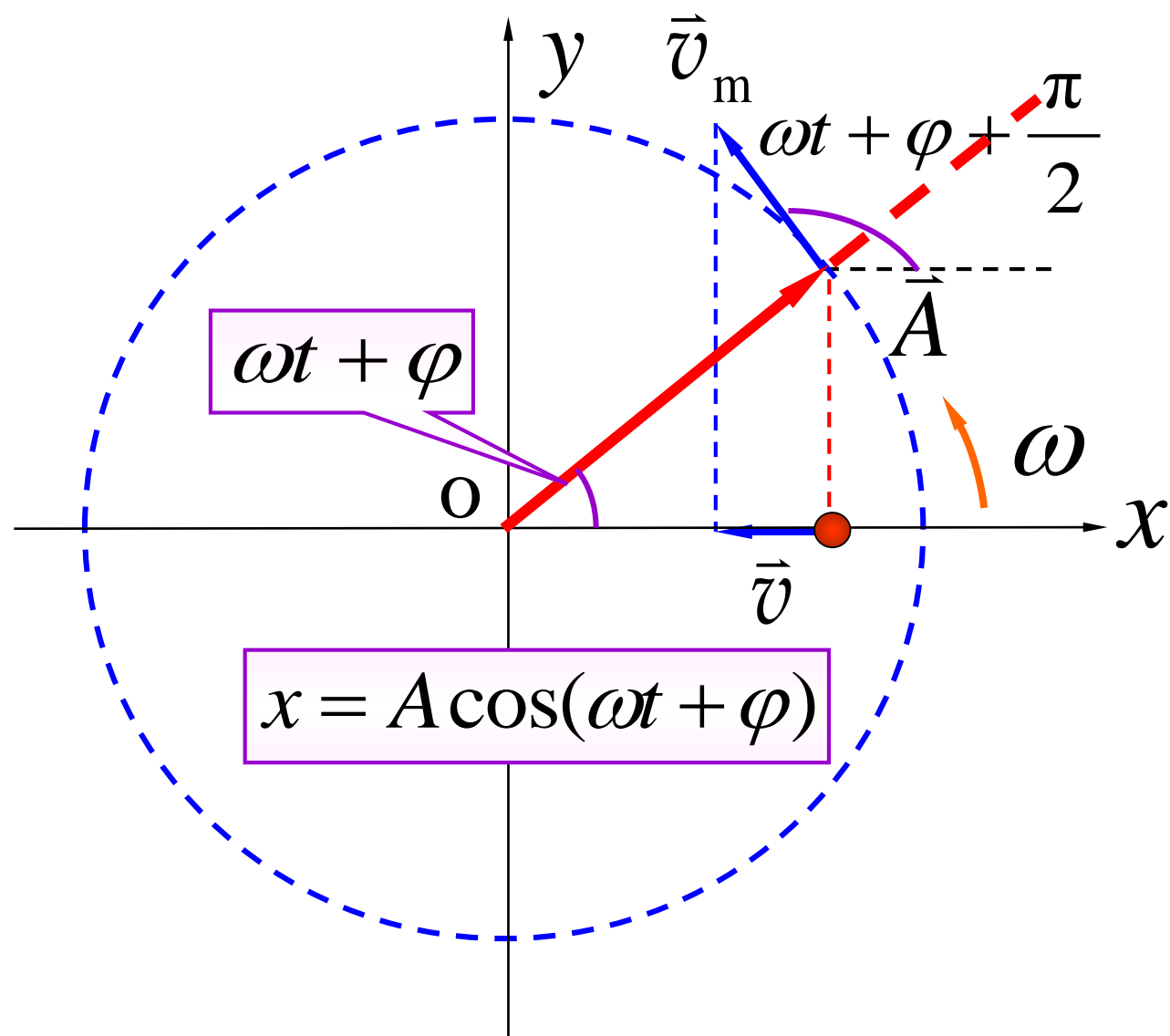
以  $O$  为原点，旋转矢量的端点  $\vec{A}$  在  $x$  轴上的投影点的运动，即为简谐振动。

注意

矢量端点在  $x$  轴上的投影运动是简谐振动。



## 二、用旋转矢量法表示简谐振动的速度



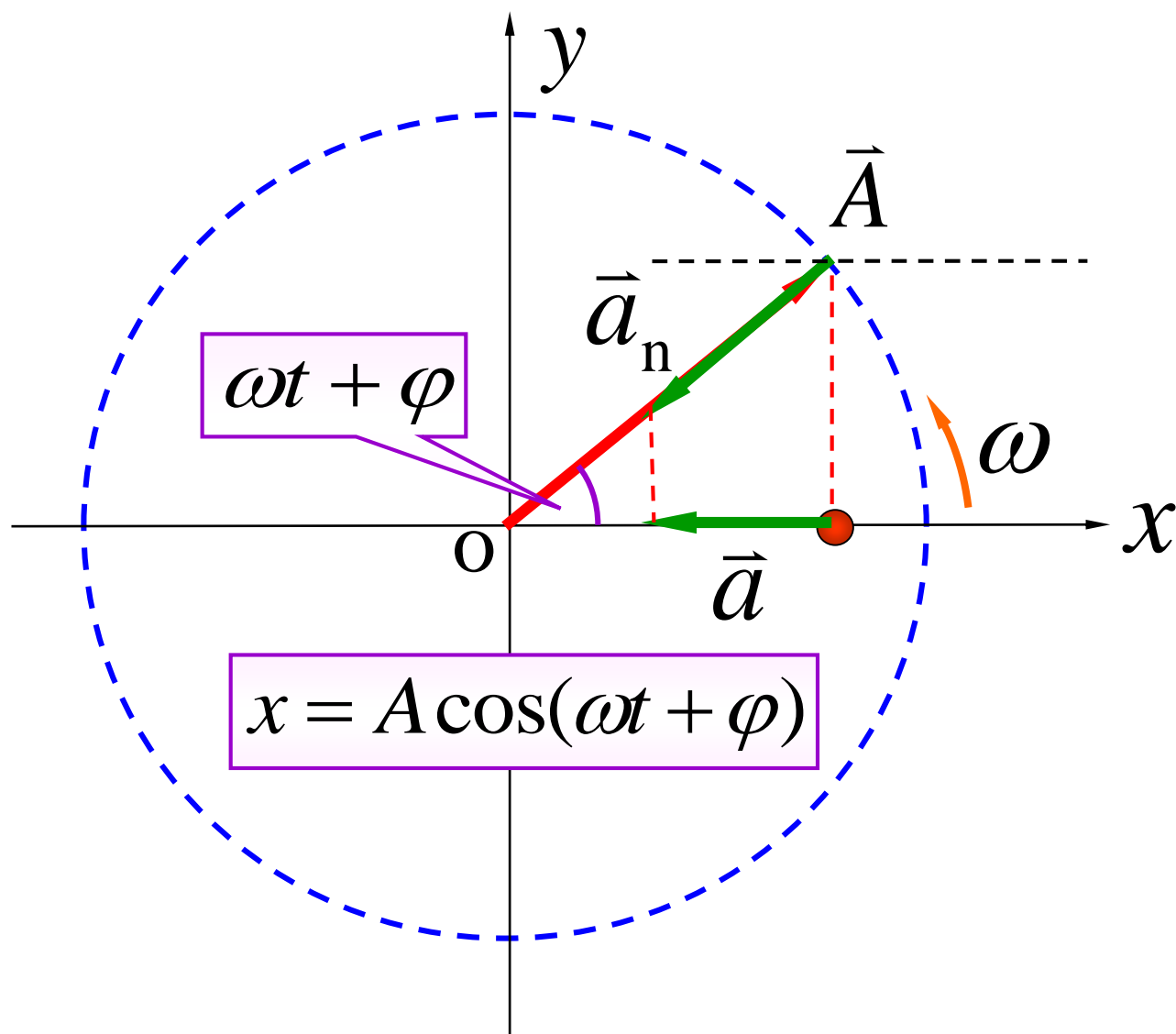
圆周运动的线速度大小为:

$$v_m = A\omega$$

线速度在  $ox$  轴上的投影速度就是简谐振动的速度:

$$\begin{aligned} v &= A\omega \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) \\ &= -A\omega \sin(\omega t + \varphi) \end{aligned}$$

## 三、用旋转矢量法表示简谐振动的加速度

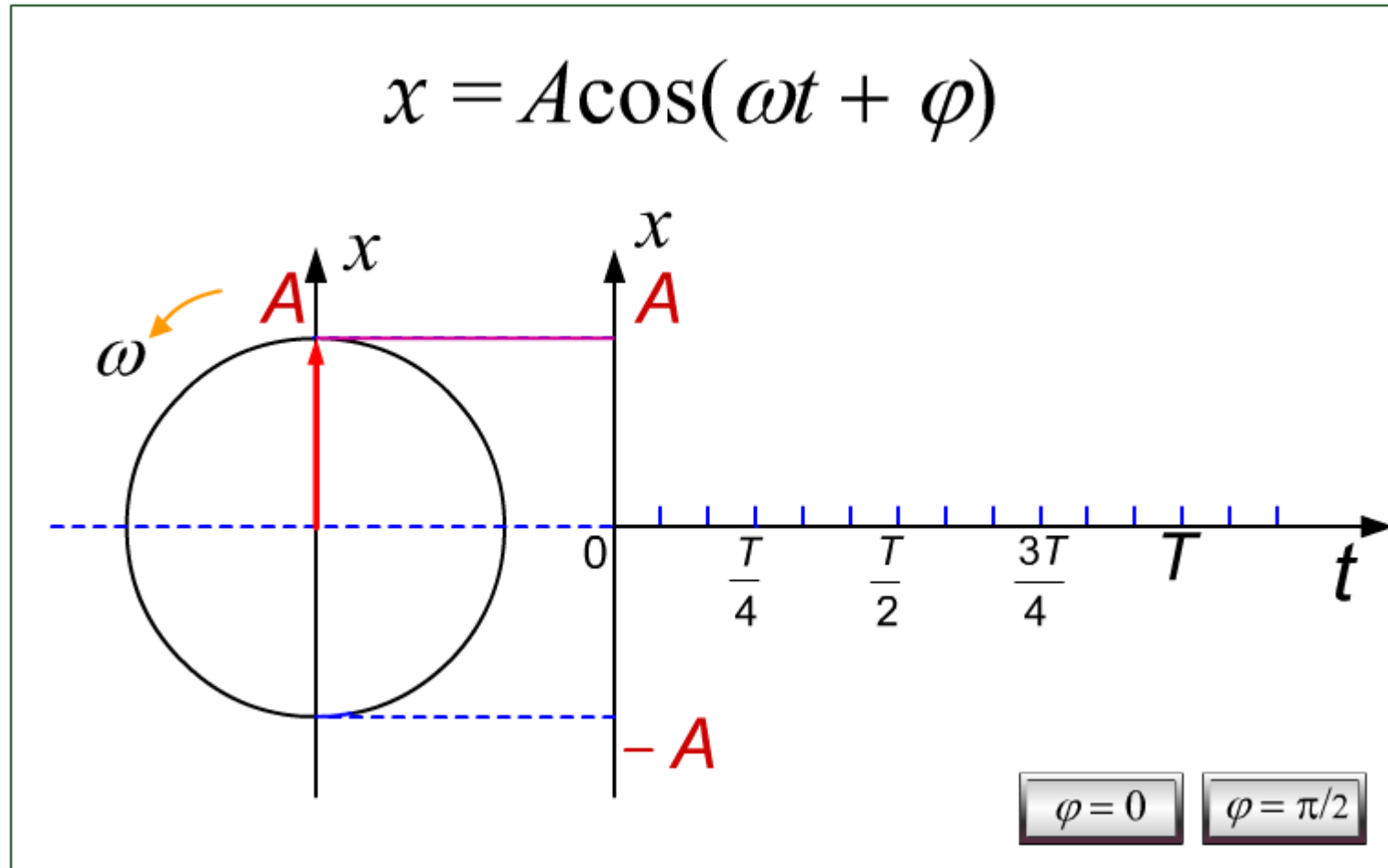


圆周运动的法向加速度的大小为：

$$a_n = A\omega^2$$

法向加速度在  $ox$  轴上的投影  
就是简谐振动的加速度：

$$a = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$$

四、用旋转矢量图画简谐运动的  $x-t$  图

$$T = 2\pi / \omega \quad (\text{旋转矢量旋转一周所需的时间})$$

讨论相位差：表示两个相位之差。

(1) 对同一个简谐振动，相位差给出了两个运动状态间变化所需的时间。

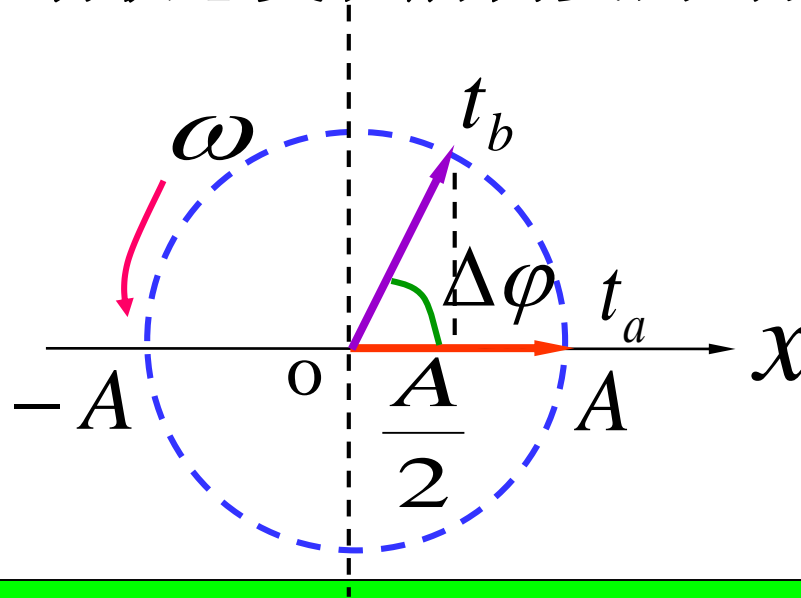
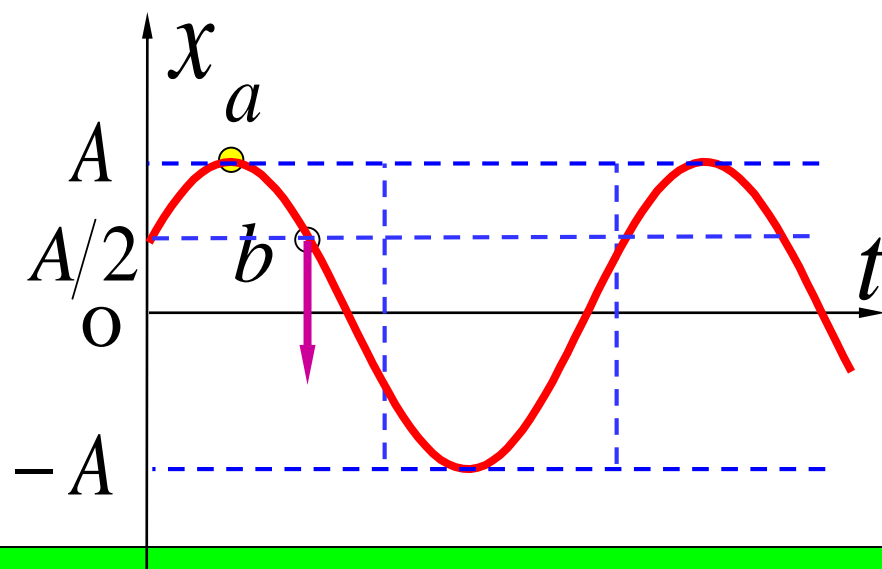
$$x = A \cos(\omega t_1 + \varphi)$$

$$\Delta\varphi = (\omega t_2 + \varphi) - (\omega t_1 + \varphi)$$

$$x = A \cos(\omega t_2 + \varphi)$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\Delta\varphi}{\omega}$$

例：求下图中从  $a$  到  $b$  两个运动状态变化所需要的时间？



$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{3}$$

$$\Delta t = \frac{\pi/3}{2\pi} T = \frac{1}{6} T$$

(2) 对于两个同频率的简谐运动，相位差表示它们时间步调上的差异。

(解决振动合成问题)

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$$

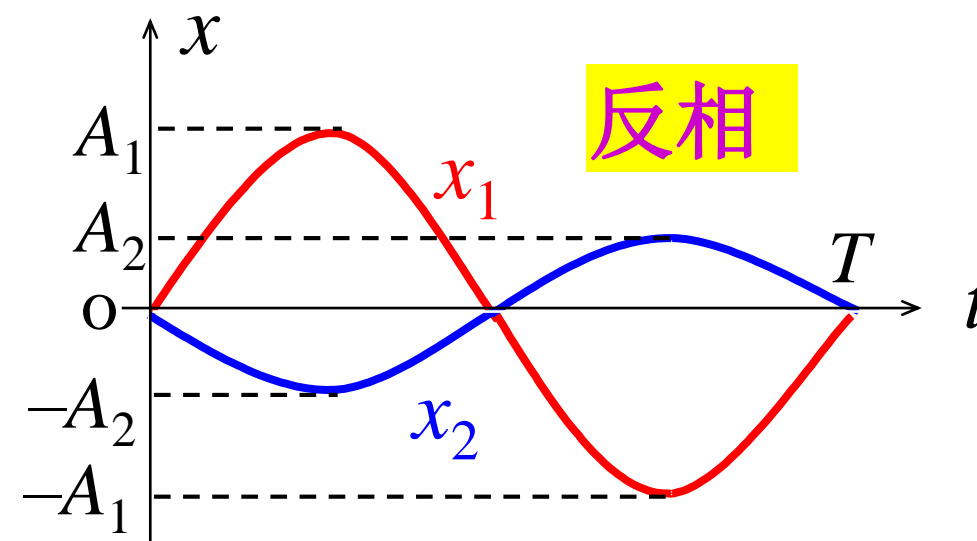
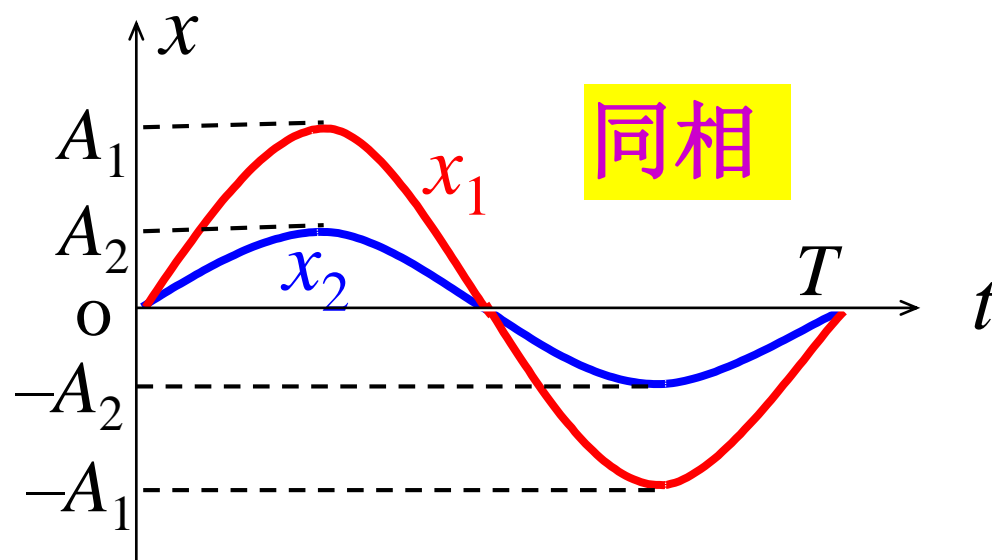
$$\Delta\varphi = (\omega t + \varphi_2) - (\omega t + \varphi_1)$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

## 同相和反相的概念

当  $\Delta\varphi = \pm 2k\pi$  , ( $k=0,1,2,\dots$ ),  
两振动步调相同, 称为**同相**;

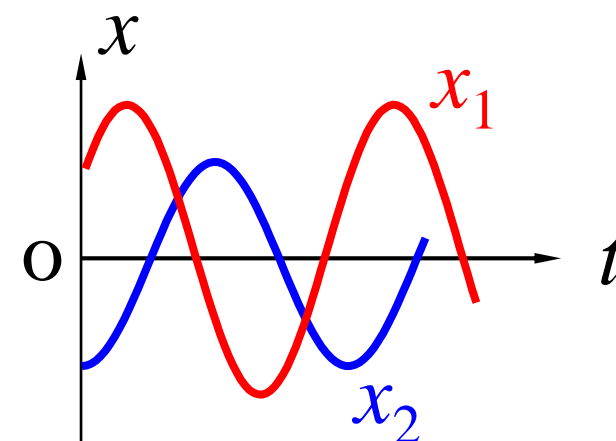
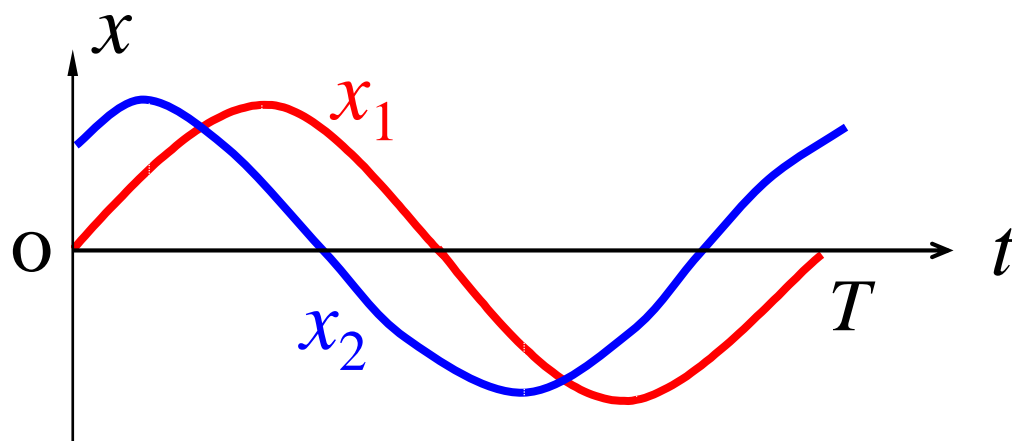
当  $\Delta\varphi = \pm(2k+1)\pi$  , ( $k=0,1,2,\dots$ ),  
两振动步调相反, 称为**反相**。



## 相位超前或相位落后的概念

同一时刻的位相差:  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ 

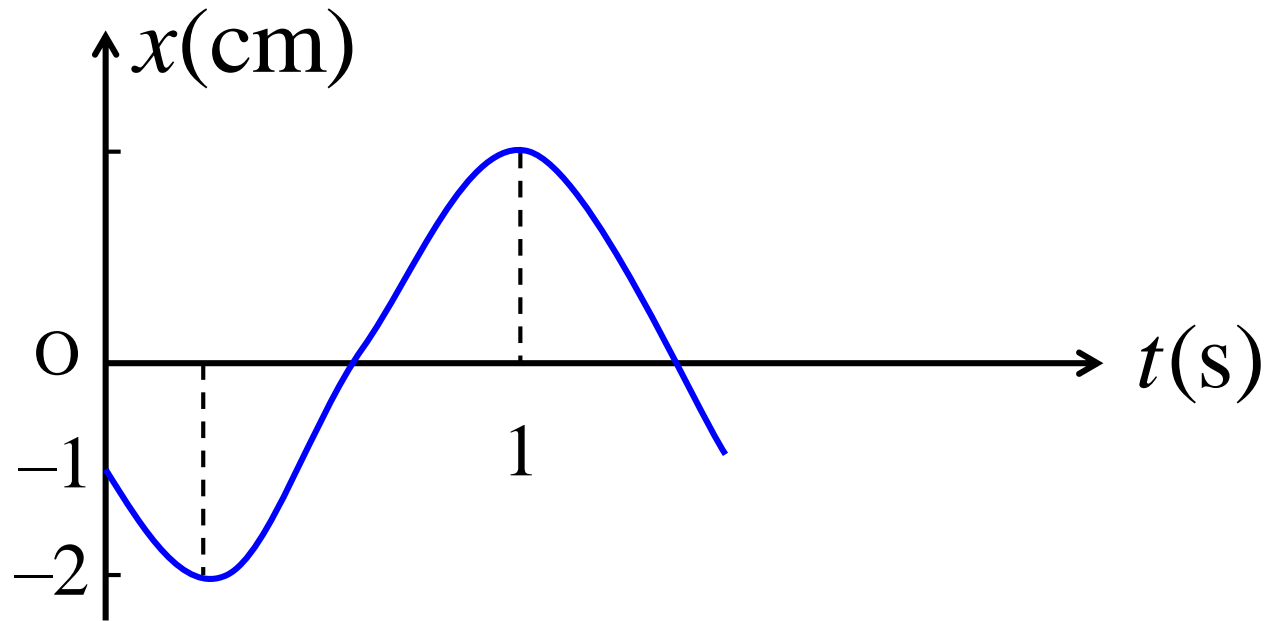
$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\Delta\varphi}{\omega}$$

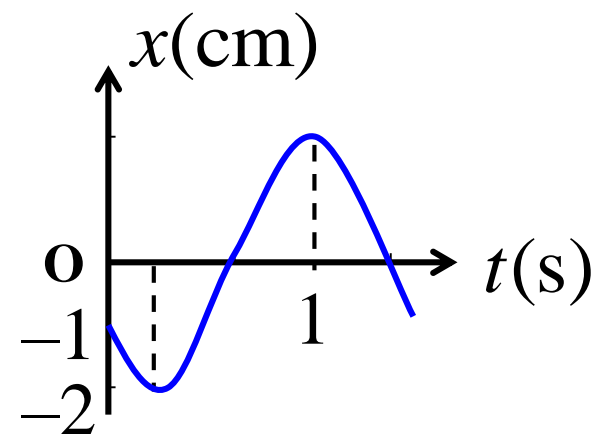
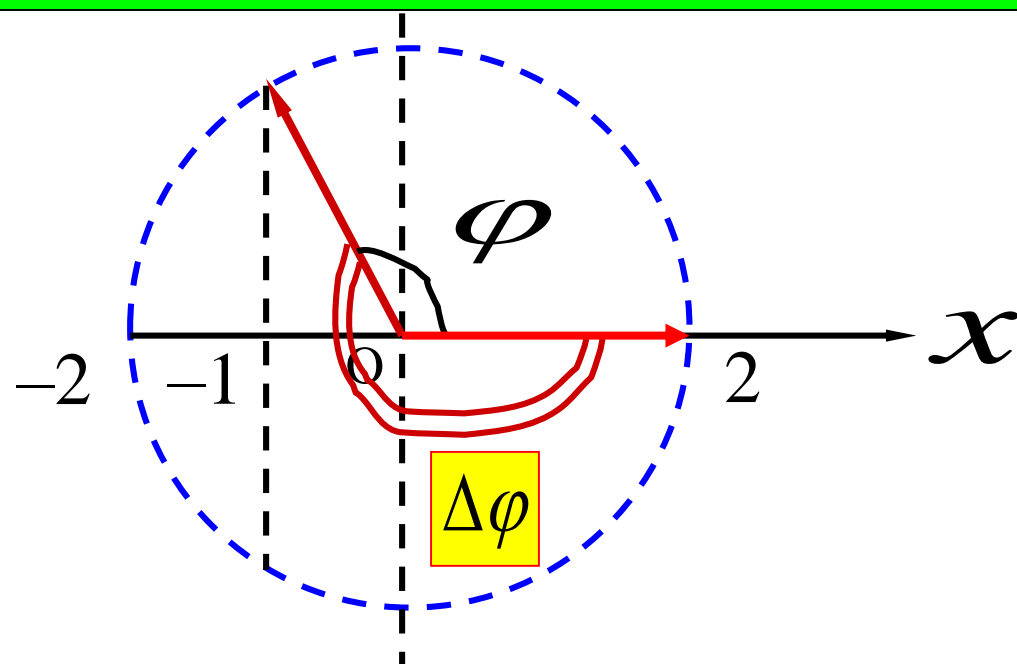


若  $\varphi_2 - \varphi_1 > 0$ , 称  $x_2$  比  $x_1$  相位超前; 否则, 称  $x_2$  比  $x_1$  相位落后。



**例1：** 已知某简谐振动的振动曲线如图所示，位移的单位为厘米，时间单位为秒。此简谐振动的振动方程为 \_\_\_\_\_。





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

看图： (1)  $t = 0$ 时， $x = -1$ ； (2) 下一时刻， $x$  向振幅最大负值增加；  
(3)  $t = 1$ 时， $x = 2$ 。

$$\varphi = \pi - \frac{\pi}{3} = \frac{2}{3}\pi$$

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t \quad \frac{4}{3}\pi = \omega \cdot 1$$

$$x = 2 \cos\left(\frac{4}{3}\pi t + \frac{2}{3}\pi\right)$$

**例3：** 已知两个简谐振动曲线如图所示，其中A为振幅， $x_1$ 的相位比 $x_2$ 的相位超前\_\_\_\_\_。

