简谐运动的描述

前言:

- **机械振动**　物体围绕一固定位置往复运动.
- **振动**　任何一个物理量围绕某一数值作周期性变化。(I, $\vec{B}$, $\vec{E}$)
- **简谐运动**　最简单、最基本的振动.

简谐运动 ⟷（合成 / 分解）⟷ 复杂振动

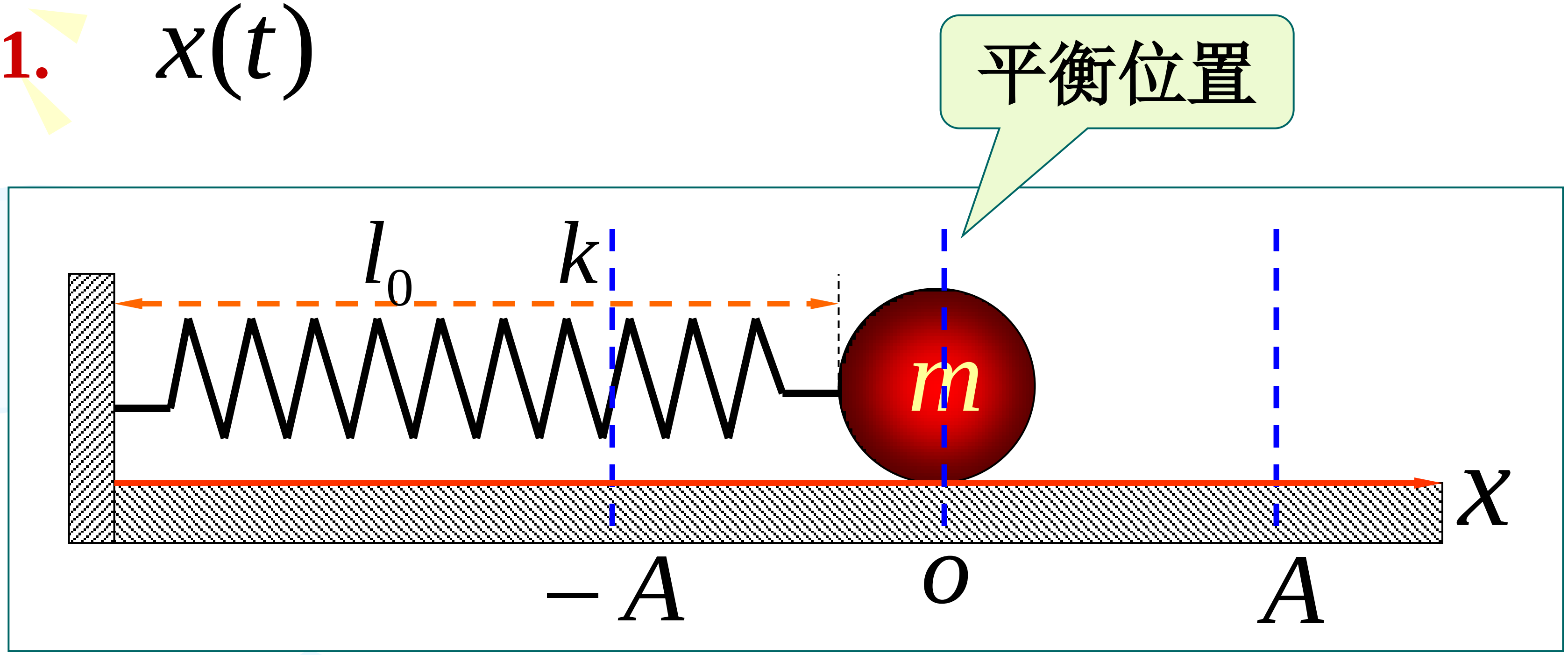
一、简谐运动定义：

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

物体运动时，如果离开平衡位置的位移（或角位移）按余弦函数（或正弦函数）的规律随时间变化，这种运动就叫简谐运动。

讨论 $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ 中的相关概念

1. $x(t)$



2. 振 幅 $A = |x_{\max}|$ **(A>0)**

3. 周期、频率 $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

何谓“周期性”？

◈ 周期T：谐振子作一次完全振动所经历的时间

$$A\cos(\omega t + \varphi) = A\cos[\omega(t+T)+\varphi]$$

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

$$\Longrightarrow \omega T = 2\pi$$

3. 周期、频率 振动快慢

- 周期 $T=\dfrac{2\pi}{\omega}$ (s)

- 频率 $\nu=\dfrac{1}{T}=\dfrac{\omega}{2\pi}$ (Hz)

- 角频率 $\omega=2\pi\,\nu=\dfrac{2\pi}{T}$ (rad/s)

4　相位　$\boxed{\omega t+\varphi}$

——描述简谐运动**运动状态**的物理量

1）$\omega t+\varphi \rightarrow (x, v)$ 存在一一对应的关系；

2）经历一个周期，相位变化 2π

3）初相位 $\varphi\,(t=0)$　描述质点初始时刻的运动状态.

（ φ 取 $[-\pi \rightarrow \pi]$ 或 $[0 \rightarrow 2\pi]$ ）

二、简谐运动的速度和加速度

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) \qquad \text{求} \quad v, a$$

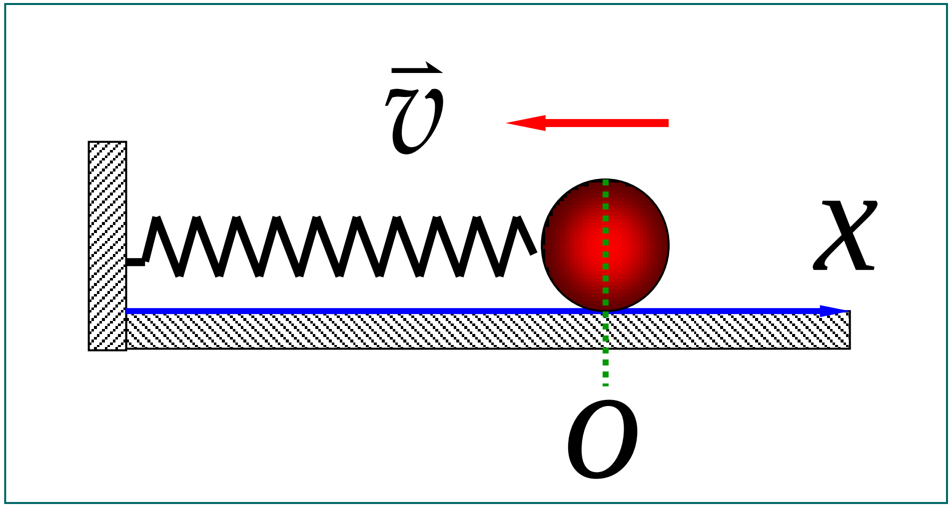
$$\upsilon = \frac{dx}{dt} = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$$

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 \underline{A\cos(\omega t + \varphi)}$$

$$= -\omega^2 x$$

加速度与位移成正比且反向的振动叫做简谐运动

练习： 已知 $t=0, x=0, v<0$ 求此时的相位



$$0 = A\cos\varphi$$

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

$$\because v_0 = -A\omega\sin\varphi < 0$$

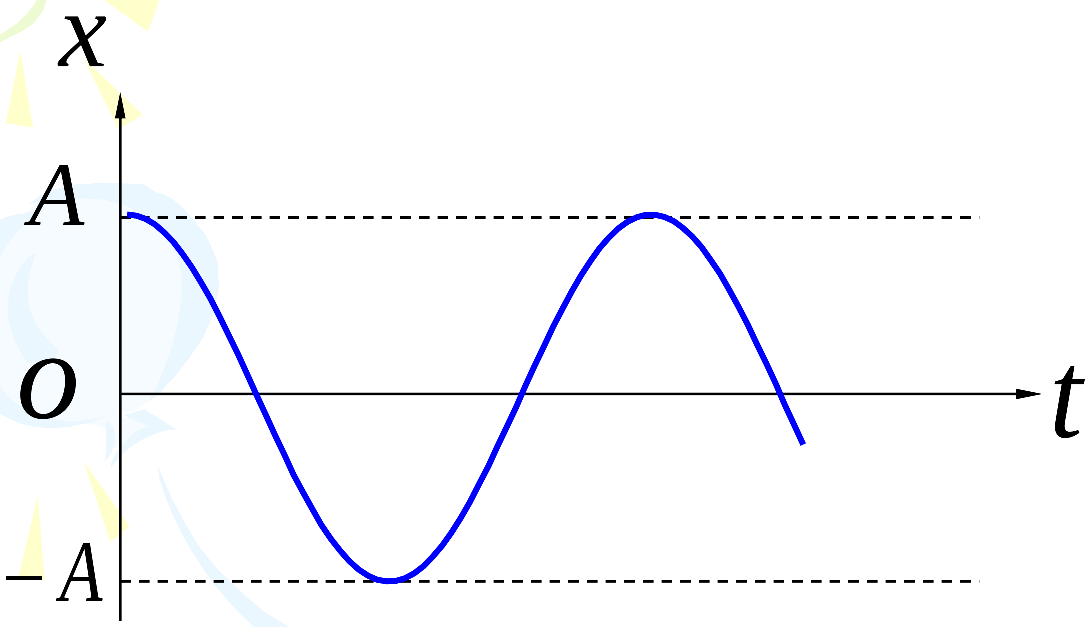
$$\therefore \sin\varphi > 0 \text{ 取 } \varphi = \frac{\pi}{2}$$

三、简谐运动图像描述

1.振动曲线

2.相量图（旋转矢量）

从振动图象中分析有关物理量



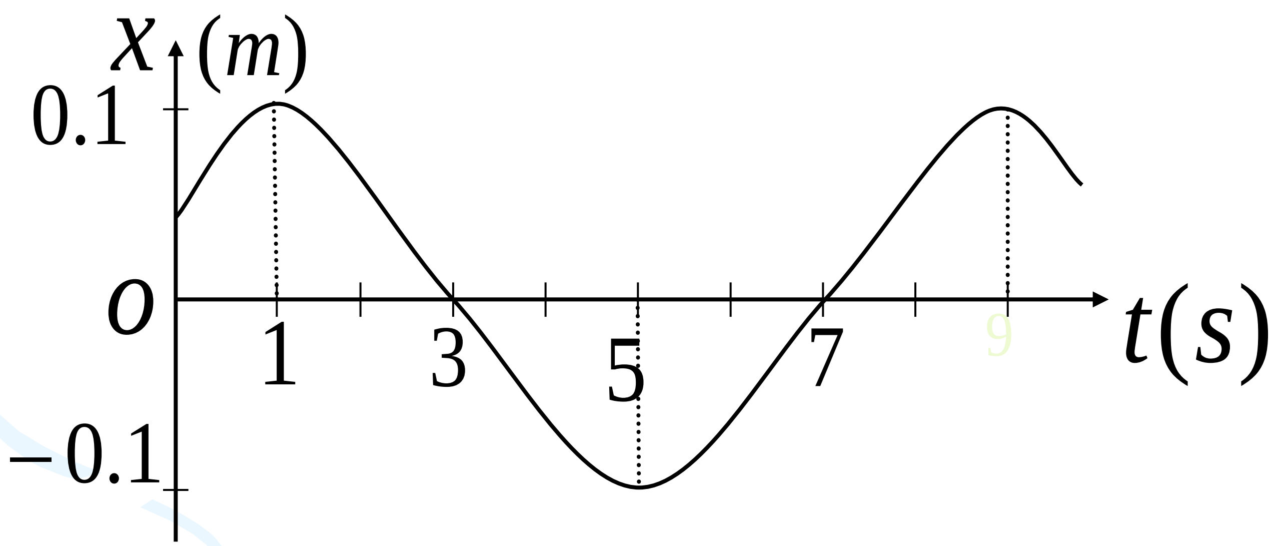
$x-t$ 图

①振幅A

②周期T

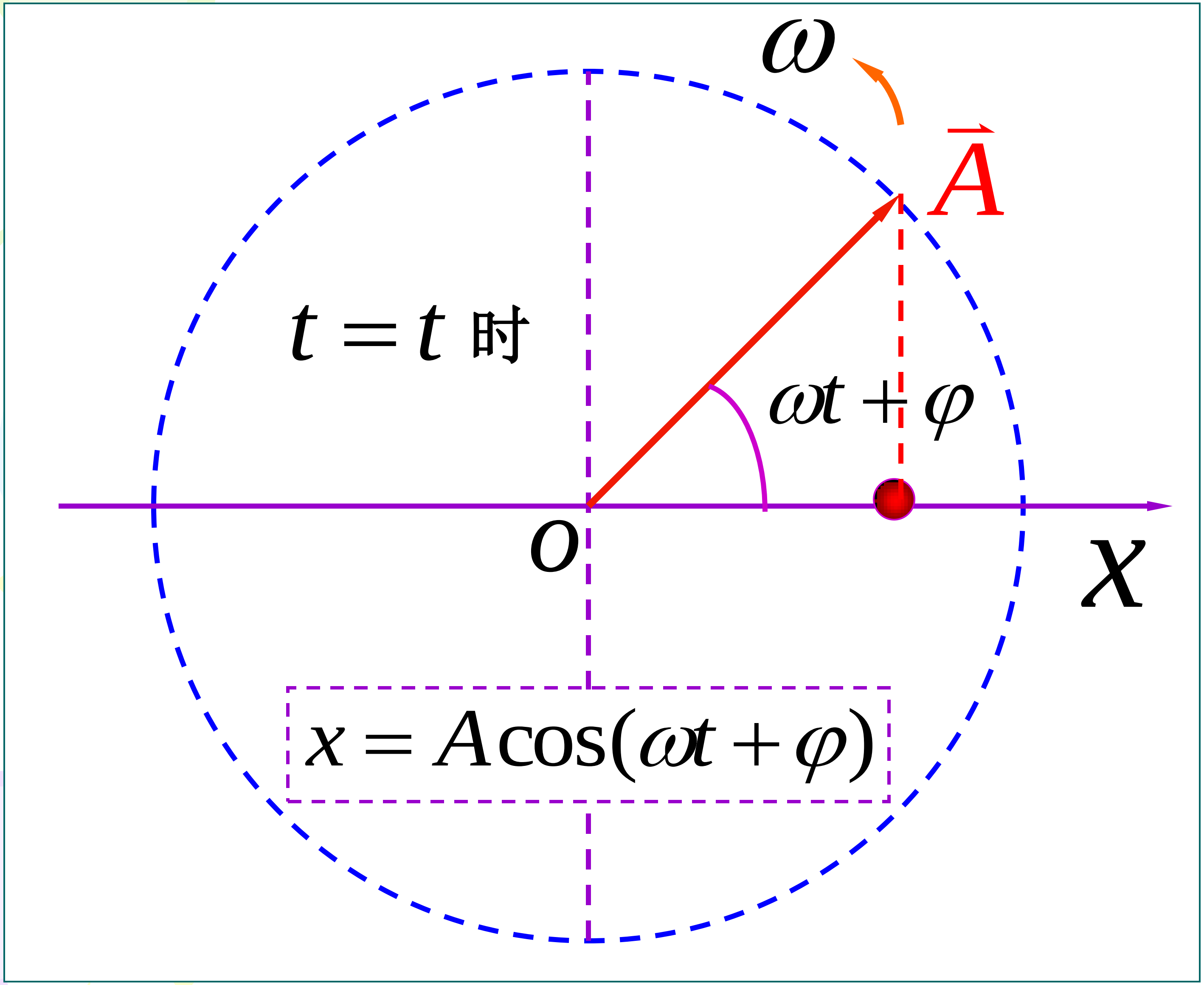
③t时刻质点的位移x、v方向

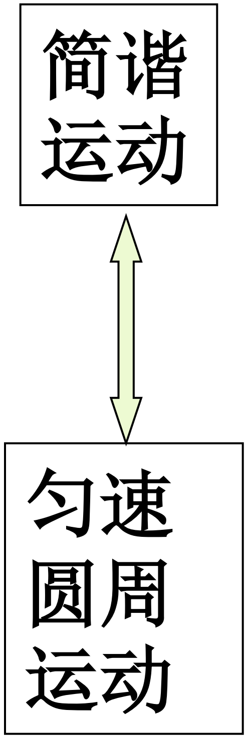
练习：已知简谐运动的 $x-t$ 图线，写出其振动方程



简谐运动的描述

2.相量图

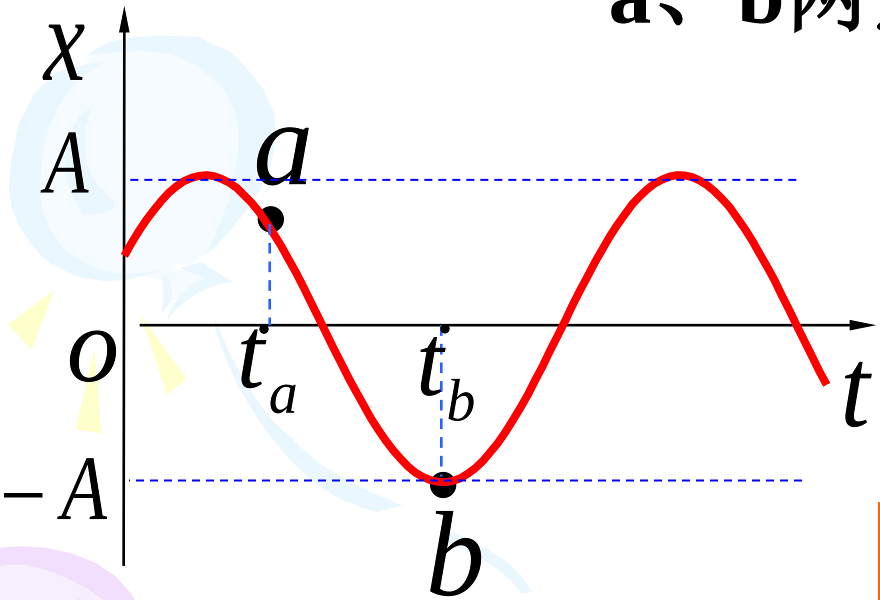




应用

➢ 相位差：表示两个相位之差 .

1）对同一简谐运动



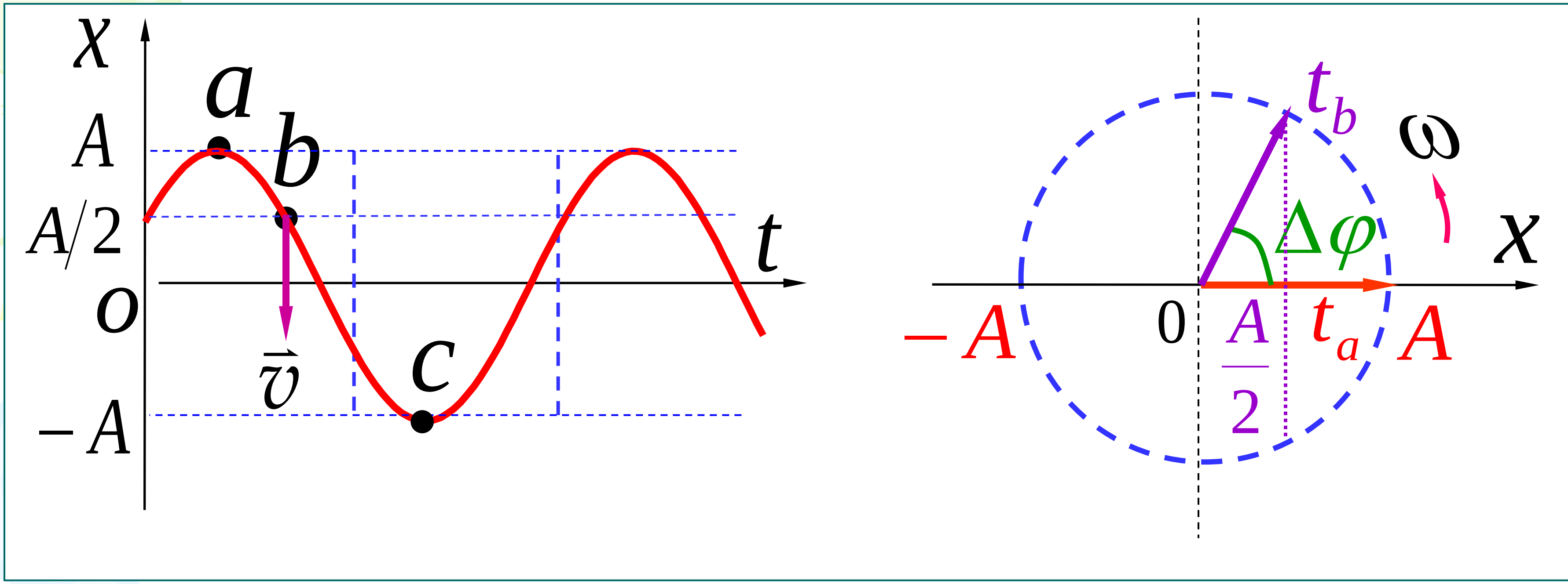
a、b两点对应相位之差 $\Delta\varphi = ?$

$$\Delta\varphi = (\omega t_{\mathrm{b}} + \varphi) - (\omega t_a + \varphi)$$

$$= \omega(t_{\mathrm{b}} - t_a)$$

$$\boxed{\Delta\varphi = \omega \cdot \Delta t}$$

——旋转矢量转过的角度

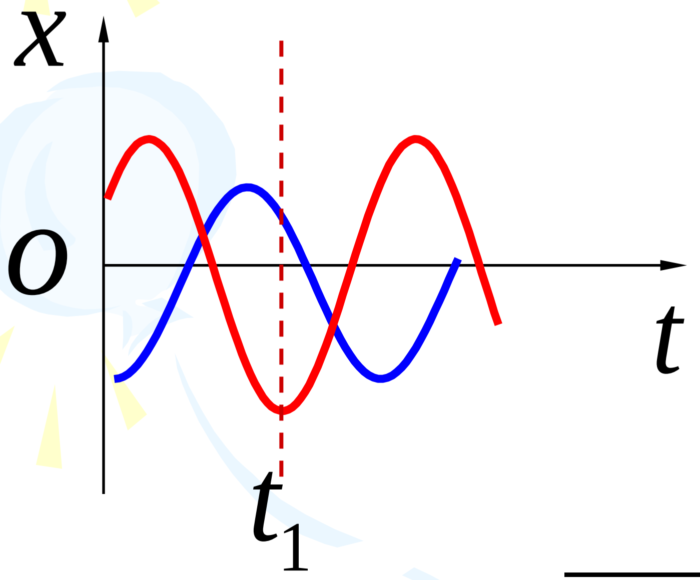


问：1）a、c两点对应相位之差 $\Delta\varphi = ?$

2） $\Delta t_{ab} =$ __ T

2）对于两个同频率的简谐运动的相位差

$$x_1 = A_1\cos(\omega t+\varphi_1) \qquad x_2 = A_2\cos(\omega t+\varphi_2)$$



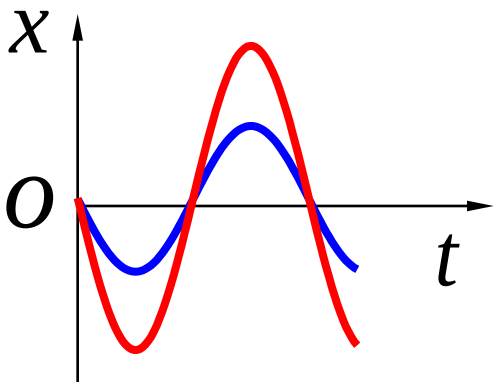
$$\Delta\varphi = (\omega t_1+\varphi_2)-(\omega t_1+\varphi_1)$$

$$\boxed{\Delta\varphi = \varphi_2-\varphi_1}$$

——相位差表示它们间步调上的差异.

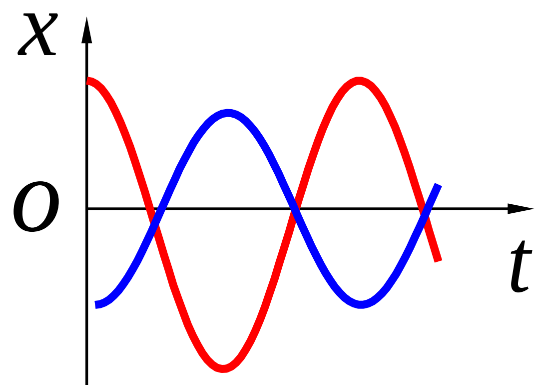
$\Delta\varphi = 0$ 同相 $\Delta\varphi = \pm\pi$ 反相

$\Delta\varphi = 0$



同相

$\Delta\varphi = \pm\pi$



反相

$\Delta\varphi$为其它 $\begin{cases}\text{超前}\\ \text{落后}\end{cases}$