笔记前言：

本笔记的内容是去掉步骤的概述后，视频的所有内容。

本猴觉得，自己的步骤概述写的太啰嗦，大家自己做笔记时，应该每个人都有自己的最舒服最简练的写法，所以没给大家写。再是本猴觉得，不给大家写这个概述的话，大家会记忆的更深，掌握的更好！

所以老铁！一定要过呀！不要辜负本猴的心意！~~~

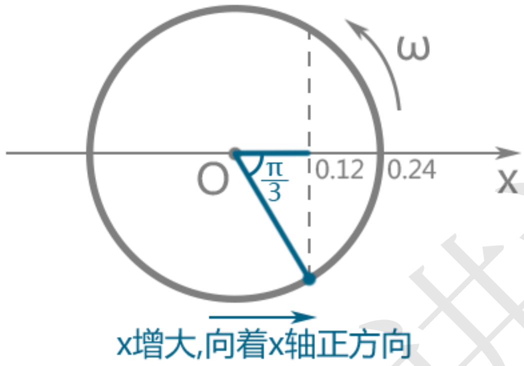
【祝逢考必过，心想事成~~~~】

【一定能过！！！！！！】

大物—振动与波动第一课

一、文字描述简谐振动，求初相

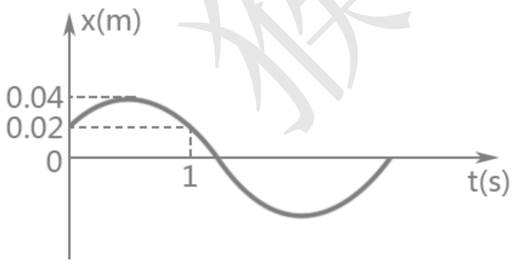
例 1：一物体沿 x 轴作简谐振动，振幅为 0.24m，当 t=0 时，在 x=0.12m 处，且向 x 轴正方向运动，请写出振动的初相。

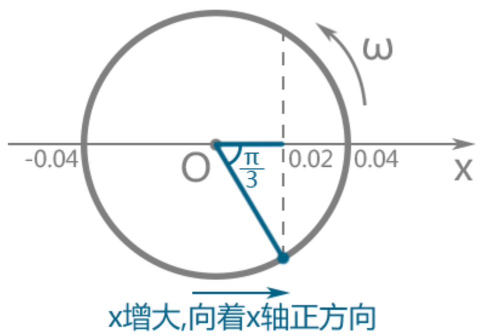


初相 $\varphi=-\frac{\pi}{3}$

二、图像描述简谐振动，求初相

例 1：已知质点简谐振动曲线 x~t，求振动方程的初相。





初相 $\varphi=-\frac{\pi}{3}$

猴博士爱讲课

三、求简谐振动方程

例 1：已知质点简谐振动曲线 x~t，求质点的振动方程。

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

A：$A=0.04m$

ω：$\omega=\frac{2\pi}{3}$

φ：$\varphi=-\frac{\pi}{3}$

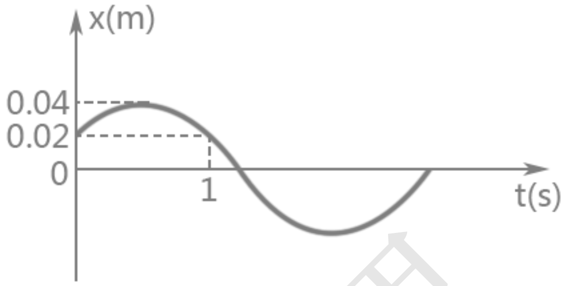
$t=1$ 时，$x=0.02$

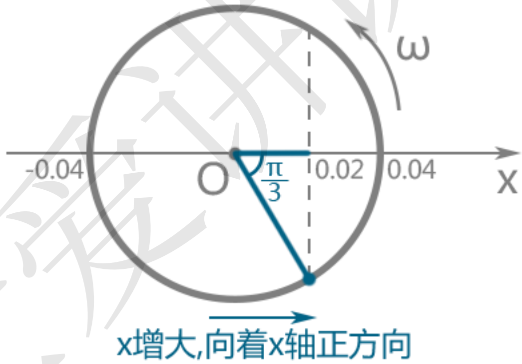
$x=0.04\cos(\omega t-\frac{\pi}{3})$

$0.02=0.04\cos(\omega\cdot 1-\frac{\pi}{3})$

$\omega=\frac{2\pi}{3}$

$x=0.04\cos(\frac{2\pi}{3}t-\frac{\pi}{3})$





例 2：一物体沿 x 轴作简谐振动，振幅为 0.24m，周期为 2s，当 t=0 时，在 x=0.12m 处，且向 x 轴正方向运动，请写出振动方程。

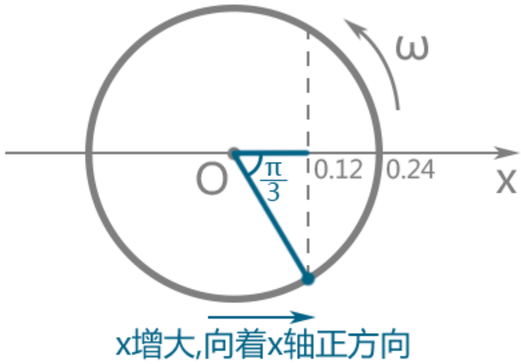
$x=A\cos(\omega t+\varphi)$

A：$A=0.24m$

$T=2s\Rightarrow\omega=\frac{2\pi}{T}=\pi$

ω：$\omega=\pi$

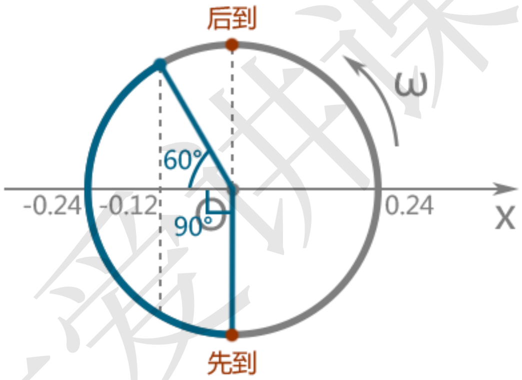
φ：$\varphi=-\frac{\pi}{3}$



$x=0.24\cos(\pi t-\frac{\pi}{3})$

四、已知振动方程，求从某位置到另一位置的时间

例 1：已知一物体作简谐振动，振动方程为 $x=0.24\cos\left(\pi t-\frac{\pi}{3}\right)$。试求从 $x=-0.12m$，且向 x 轴负方向运动的状态回到平衡位置所需的最短时间。



$60°+90°=150°=\frac{5}{6}\pi$

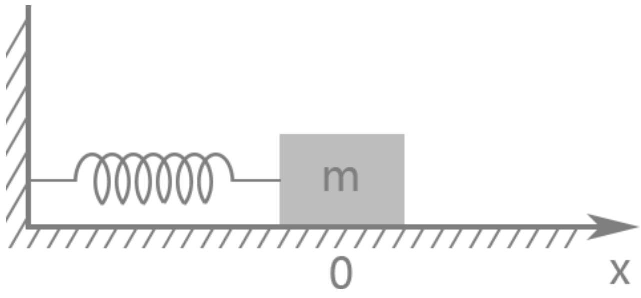
$\because x=A\cos(\omega t+\varphi)$

$\therefore \omega=\pi\ rad/s$

$t=\frac{\frac{5}{6}\pi}{\omega}=\frac{\frac{5}{6}\pi}{\pi}=\frac{5}{6}\ s$

五、将一弹簧拉开，并给其一初速度，写振动方程

例 1：一弹簧振子放在光滑水平面上，劲度系数 $k=1.6N/m$，物体质量 $m=0.4kg$，将物体由平衡处向右移至 $x=0.1m$ 处，并给其向左的速度 $0.2m/s$，写出其振动方程。



解：$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{1.6}{0.4}}=2\ rad/s$

$A=\sqrt{x_0^2+\frac{v_0^2}{\omega^2}}=\sqrt{0.1^2+\frac{(-0.2)^2}{2^2}}=0.1\times\sqrt{2}\ m$

猿博士爱讲课

$x=A\cos(\omega t+\varphi)=0.1\times\sqrt{2}\cos(2t+\varphi)$

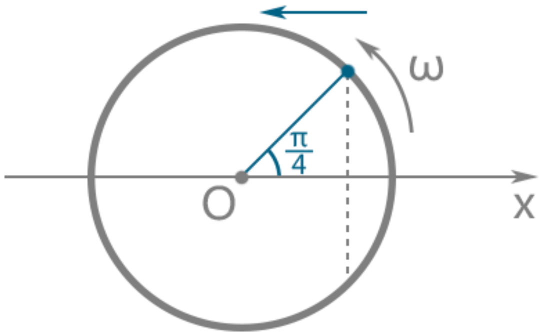
当 $t=0$ 时，$x=0.1m$

$0.1=0.1\times\sqrt{2}\cos(2\times0+\varphi)$

$\varphi=\pm\frac{\pi}{4}$

$\therefore\quad \varphi=\frac{\pi}{4}$

$\therefore\quad x=0.1\times\sqrt{2}\cos\left(2t+\frac{\pi}{4}\right)$



猴博士爱讲课

六、求振子在某时刻的速度与加速度

例 1：一弹簧振子放在光滑水平面上，劲度系数 k=1.6N/m，物体质量 m=0.4kg，将物体由平衡处向右移至 x=0.1m 处，并给其向左的速度 0.2m/s，写出其振动方程。并求 $t=\frac{\pi}{8}$ 时的速度与加速度。

$x=0.1\times\sqrt{2}\cos\left(2t+\frac{\pi}{4}\right)$

$v=\frac{dx}{dt}=-2\times0.1\times\sqrt{2}\sin\left(2t+\frac{\pi}{4}\right)$

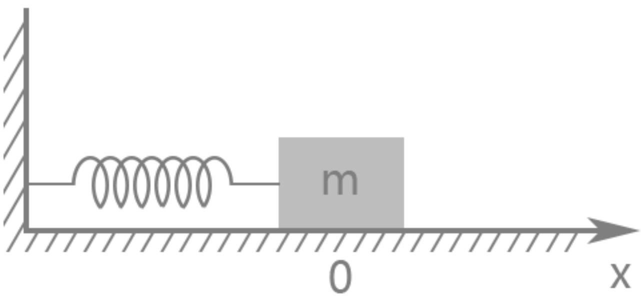
$\quad=-0.2\times\sqrt{2}\sin\left(2\times\frac{\pi}{8}+\frac{\pi}{4}\right)$

$\quad=-0.28$

$a=\frac{dv}{dt}=2\times(-2)\times0.1\times\sqrt{2}\cos\left(2t+\frac{\pi}{4}\right)$

$\quad=-0.4\times\sqrt{2}\cos\left(2\times\frac{\pi}{8}+\frac{\pi}{4}\right)$

$\quad=0$



大物—振动与波动第二课

一、求简谐运动的能量

例 1：一弹簧振子做简谐运动，运动方程为 $x=0.1\cos\left(2t+\frac{\pi}{4}\right)$，振子质量 $m=0.4kg$，弹簧劲度系数 $k=1.6N/m$。求间谐运动能量及平均动能。

能量 $E=\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}\times1.6\times0.1^2=0.008\ J$

平均动能 $\overline{E_k}=\frac{1}{4}kA^2=\frac{1}{4}\times1.6\times0.1^2=0.004\ J$

二、判断两个振动的关系

例 1：请判断 $x_1=3\cos\left(2t+\frac{\pi}{3}\right)$、$x_2=4\cos\left(2t+\frac{\pi}{2}\right)$ 的关系。

$\varphi_1=\frac{\pi}{3}$　　　　$\varphi_2=\frac{\pi}{2}$

$\varphi_2-\varphi_1=\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{3}=\frac{\pi}{6}>0$

$\therefore$ x_2 超前于 x_1

三、ω相同的两个振动的合成

例 1：求 $x_1=3\cos(3t+30°)$ 与 $x_2=4\cos(3t+60°)$ 合成后结果。

$A=\sqrt{3^2+4^2+2\times3\times4\times\cos(60°-30°)}=6.77$

猴博士爱讲课

$\varphi=\arctan\frac{3\sin 30°+4\sin 60°}{3\cos 30°+4\cos 60°}=47.2°$

$\therefore\ x=6.77\cos(3t+47.2°)$

四、ω不同的两个振动合成，求拍频

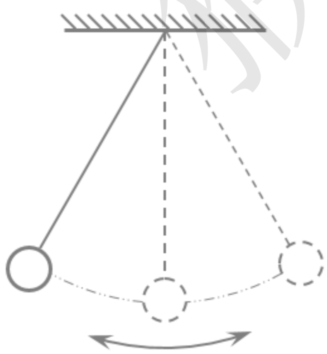
例 1：已知 $x_1=2\cos(10001\pi t+30°)$ 与 $x_2=3\cos(10000\pi t+60°)$，

求两振动合成后的拍频。

$\frac{\omega_1}{2\pi}-\frac{\omega_2}{2\pi}=\frac{10001\pi}{2\pi}-\frac{10000\pi}{2\pi}=0.5\ \text{Hz}$

五、单摆小角度摆动的计算

例 1：如图所示，一根长 l=2m 的轻质细绳下端悬挂一重物小球。现将小球偏离一定角度释放，绳与球在做往复摆动，求此往复摆动的频率。



$\omega=\sqrt{\frac{g}{l}}=\sqrt{\frac{10}{2}}=\sqrt{5}\ \text{rad/s}$

猴博士爱讲课

$f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{\sqrt{5}}{2\pi}$ Hz

六、受迫振动

例 1：已知某系统固有频率为 5rad/s，现给其施加一角频率为 ω 的驱动力，使其发生受迫振动，问 ω 是多少时会发生共振。

频率：频率=驱动力角频率 ω

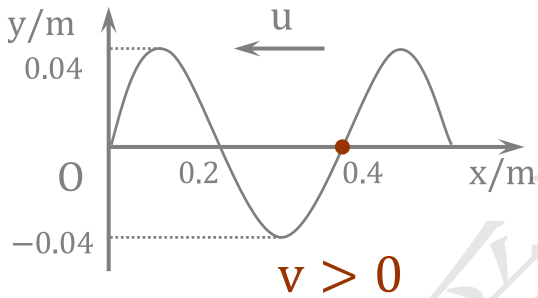
振幅：受系统固有频率 ω_0 与 ω 共同影响 $\begin{cases}\omega=\omega_0\text{时振幅最大（共振）}\\ \omega<\omega_0\text{时，}\omega\text{越小振幅越小}\\ \omega>\omega_0\text{时，}\omega\text{越大振幅越小}\end{cases}$

猴博士爱讲课

大物—振动与波动第三课

一、图像描述波动，确定初相 φ

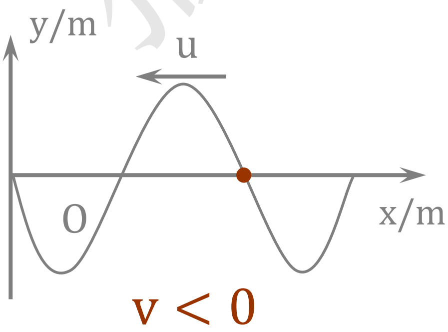
例 1：一根长绳用水平力张紧，其上产生一列简谐横波向左传播，波动方程为 $y=0.04\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02}+\frac{x}{0.4}\right)+\varphi\right]$，初相 φ 可能为 $\frac{\pi}{2}$ 或 $\frac{3\pi}{2}$，在 t=0.01s 时的波形如图所示，请确定初相。

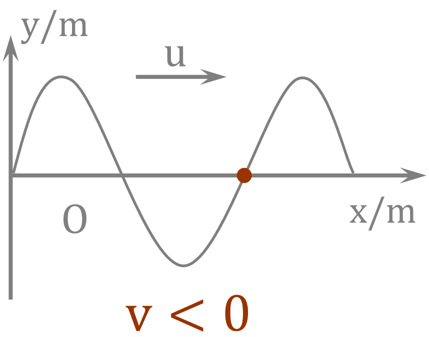


$$v=y'_t=\left\{0.04\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02}+\frac{x}{0.4}\right)+\varphi\right]\right\}'_t=-4\pi\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02}+\frac{x}{0.4}\right)+\varphi\right]$$

$$\begin{cases}若\ \varphi=\frac{\pi}{2}，则\ v=-4\pi\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02}+\frac{x}{0.4}\right)+\frac{\pi}{2}\right]\\ 若\ \varphi=\frac{3\pi}{2}，则\ v=-4\pi\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02}+\frac{x}{0.4}\right)+\frac{3\pi}{2}\right]\end{cases}$$

$$\begin{cases}若\ \varphi=\frac{\pi}{2}，则\ v=4\pi\\ 若\ \varphi=\frac{3\pi}{2}，则\ v=-4\pi\end{cases}$$





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

猴博士爱讲课

二、文字描述波动，确定初相 φ

例 1：一平面简谐波的波动方程为 $y=\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)+\varphi\right]$，初相 φ 可能为 $\frac{\pi}{2}$ 或 $\frac{3\pi}{2}$，在 t=2s 时，x=1m 处的质点沿 y 轴正方向运动，请确定初相。

$$v=y'_t=\left\{\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)+\varphi\right]\right\}'_t=-\pi\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)+\varphi\right]$$

$$\begin{cases}若\ \varphi=\frac{\pi}{2}，则\ v=-\pi\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)+\frac{\pi}{2}\right]\\ 若\ \varphi=\frac{3\pi}{2}，则\ v=-\pi\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)+\frac{3\pi}{2}\right]\end{cases}$$

$$\begin{cases}若\ \varphi=\frac{\pi}{2}，则\ v=\pi\\ 若\ \varphi=\frac{3\pi}{2}，则\ v=-\pi\end{cases}$$

$$v>0$$

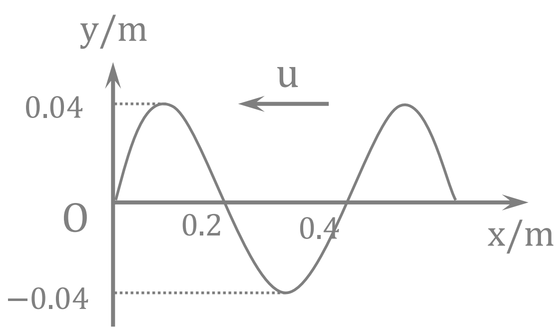
$$\varphi=\frac{\pi}{2}$$

猴博士爱讲课

三、图像描述波动，求波动方程

例 1：一根长绳用水平力张紧，其上产生一列简谐横波向左传播，波速 u=20m/s，在 t=0.01s 时的波形如图所示，求该波函数。

$$y=A\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda}\right)+\varphi\right]$$
$$=0.04\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda}\right)+\varphi\right]$$



$\lambda=0.4\ \mathrm{m}$

$\lambda=uT \Rightarrow T=\frac{\lambda}{u}=\frac{0.4}{20}=0.02\ \mathrm{s}$

$\therefore y=0.04\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02}+\frac{x}{0.4}\right)+\varphi\right]$

当 t=0.01s 、x=0 时，y=0

$\therefore 0=0.04\cos\left[2\pi\left(\frac{0.01}{0.02}+\frac{0}{0.4}\right)+\varphi\right]$

$\Rightarrow \varphi=\frac{\pi}{2}$ 或 $\frac{3\pi}{2}$

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

$\therefore y=0.04\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02}+\frac{x}{0.4}\right)+\frac{\pi}{2}\right]$

四、文字描述波动，求波动方程

例 1：一平面简谐波沿 x 轴正方向传播。已知振幅 A=1m、频率 f=0.5Hz、波长 λ=2m，在 t=2s 时，x=1m 处的质点位于平衡位置且沿 y 轴正方向运动。求该波函数。

$y=A\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)+\varphi\right]$

$\ \ =\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{2}\right)+\varphi\right]$

$T=\frac{1}{f}=\frac{1}{0.5}=2s$

$\therefore y=\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)+\varphi\right]$

当 t=2s、x=1m 时，y=0

$\therefore 0=\cos\left[2\pi\left(\frac{2}{2}-\frac{1}{2}\right)+\varphi\right]$

$\Rightarrow \varphi=\frac{\pi}{2}$ 或 $\frac{3\pi}{2}$

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

$\therefore y=\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)+\frac{\pi}{2}\right]$

五、已知波动方程，求某个时间的位移分布

例 1：一平面简谐波的波动方程为 $y=\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]$，求 $t=1s$ 时各质点的位移分布。

将 $t=1s$ 代入 $y=\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]$

可得 $y=\cos\left[2\pi\left(\frac{1}{2}-\frac{x}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]=-\sin\pi x$

六、已知波动方程，求某个位置的振动规律

例 1：一平面简谐波的波动方程为 $y=\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]$，求 $x=0.5$ 处质点的振动规律。

将 $x=0.5$ 代入 $y=\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]$

可得 $y=\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{0.5}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]=\cos\pi t$

猴博士爱讲课

七、已知波动方程，求某个位置的速度方程

例 1：一平面简谐波的波动方程为 $\mathbf{y=\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]}$，求 $\mathbf{x=0.5}$ 处质点的速度。

$\because y=\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]$

$\therefore v=y'_t=\left\{\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]\right\}'_t$

$=-\pi\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]$

将 $x=0.5$ 代入 $v=-\pi\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{x}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]$

可得 $v=-\pi\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{2}-\frac{0.5}{2}\right)-\frac{3\pi}{2}\right]=-\pi\sin\pi t$

猴博士爱讲课