大学物理 B(1)

清华大学物理系

单选题 1分

设置

一个弹簧劲度系数为k，被切成两段大小长度一样的两部分，每部分的劲度系数为

A k

B 2k

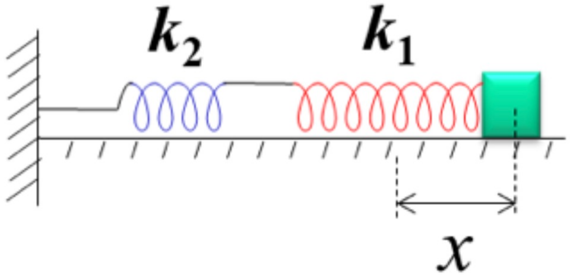
C k/2

提交

单选题 1分

设置

两弹簧劲度系数为k_1和k_2，末端物块质量为m，求此系统的角频率



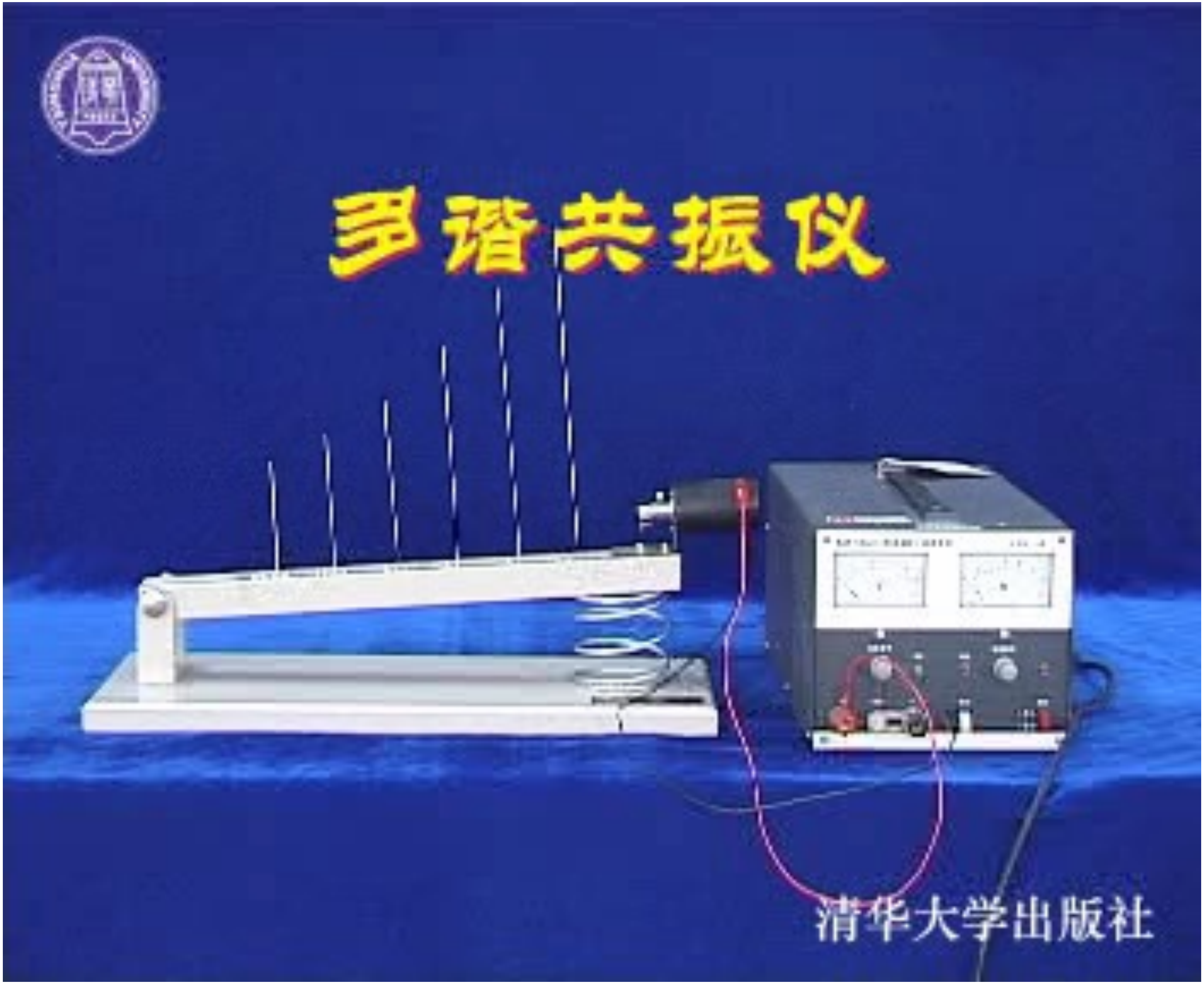
A $\omega = \sqrt{(k_1 + k_2)/m}$

B $\omega = \sqrt{k_1 k_2/[(k_1 + k_2)m]}$

C $\omega = \sqrt{(k_1 + k_2)/2m}$

D $\omega = \sqrt{(k_1 - k_2)/m}$

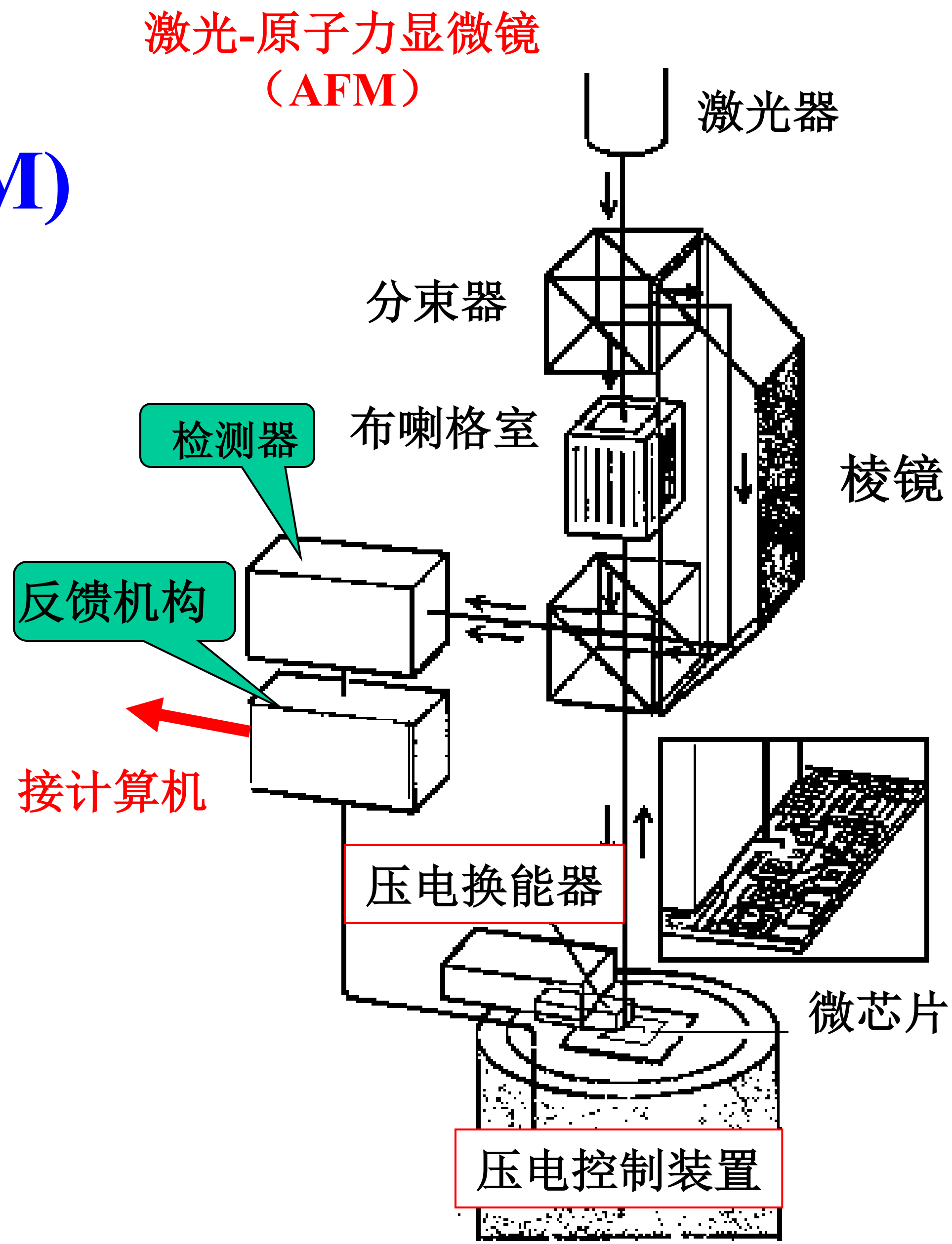
提交


多谱共振仪
清华大学出版社

激光——
原子力显微镜(AFM)

一根钨探针或硅探针受原子力， 振动频率变化， 由激光干涉探测到

试样通常是微电子器件



挑战者号航天飞机失事

低温使O圈失效，火箭固有振动使O圈处产生缝隙，火焰泄露，高温烧穿燃料箱，发生爆炸。

瞬时轴

$$\tau = -mgl\sin\theta$$

$$\approx -mgl\theta = I\ddot{\theta}$$

$$\theta << 1$$

$$\ddot{\theta} + \omega^2\theta = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{mgl}{I}}$$

- 振动
  - 受迫振动 → 共振
  - 自由振动
    - 阻尼自由振动
    - 无阻尼自由振动
      - 无阻尼自由非谐振动
      - 无阻尼自由谐振动（简谐振动）

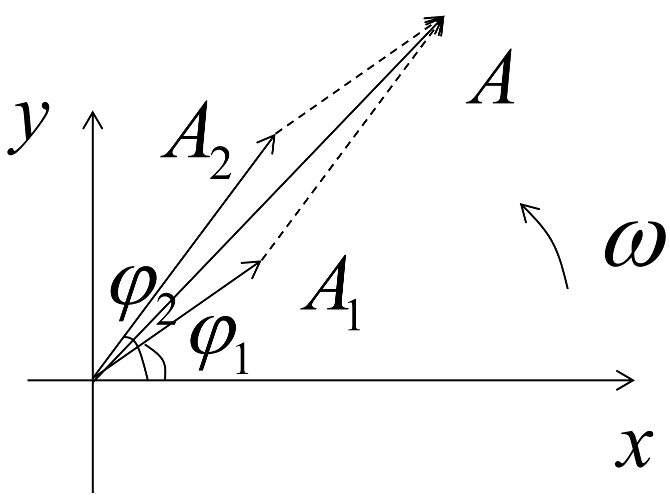
$$\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = h\cos\omega t$$

§ 6.6 同振动方向、同频率简谐振动合成

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

$$x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$$

代数或几何法



$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

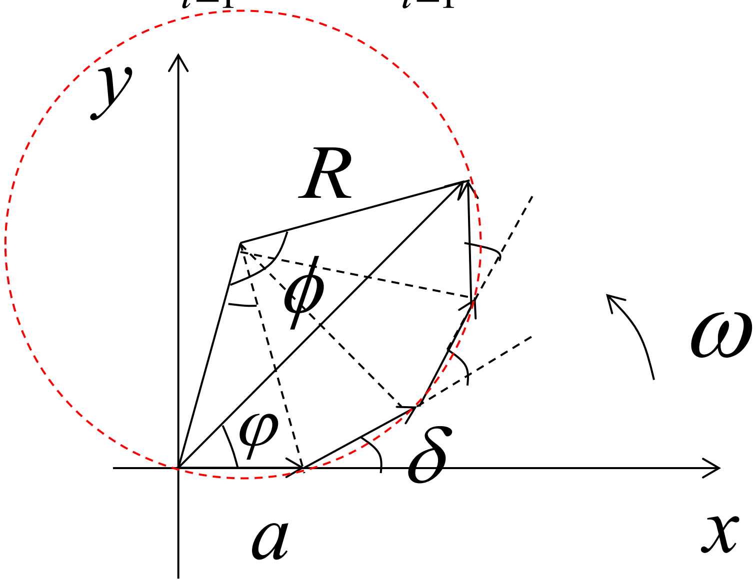
$$\varphi = \tan^{-1}\frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$$

同振动方向同频率简谐振动合成简谐振动

应用: 双缝干涉

$$x=\sum_{i=1}^{n}x_i=\sum_{i=1}^{n}a\cos[\omega t+(i-1)\delta]$$

应用背景：光栅



等 N 边型一部分

$$\phi=n\delta$$

$$\varphi=\frac{(n-1)\delta}{2}$$

$$R\sin\frac{\delta}{2}=\frac{a}{2}\qquad R\sin\frac{\phi}{2}=\frac{A}{2}\qquad A=a\frac{\sin\frac{n\delta}{2}}{\sin\frac{\delta}{2}}$$

$$x=\sum_{i=1}^{n}x_i=A\cos(\omega t+\varphi)$$

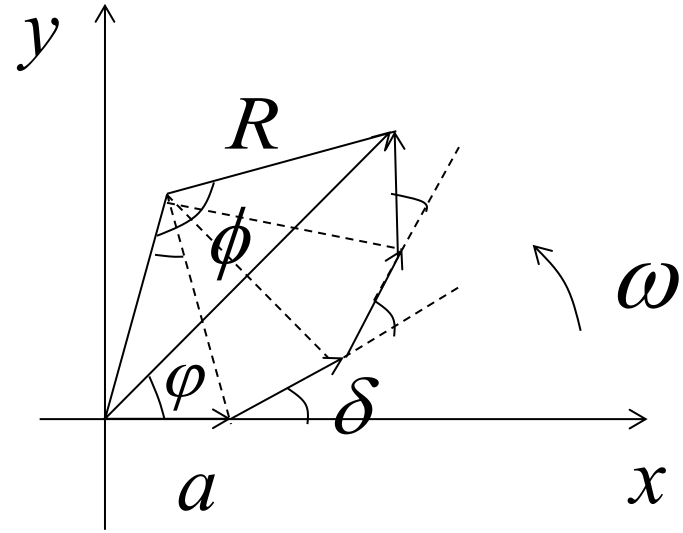
$A=\max$?

$A=0$?

$A = \max$?

$\delta = 2m\pi \quad m =$ 整数

$A = na$



$A = 0$?

n条缝 $\quad n\delta = 2k\pi \quad n, k =$ 整数

$k/n \neq$ 整数

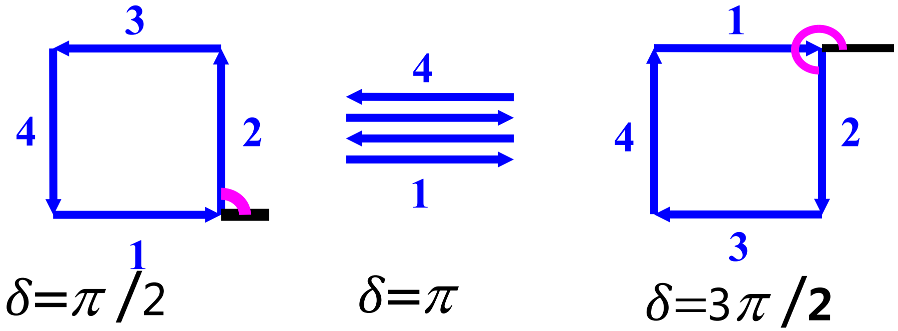
$$A = a\frac{\sin\frac{n\delta}{2}}{\sin\frac{\delta}{2}}$$

两个极大 $\delta = 2m\pi, 2(m+1)\pi$ 之间，有n-1个0点

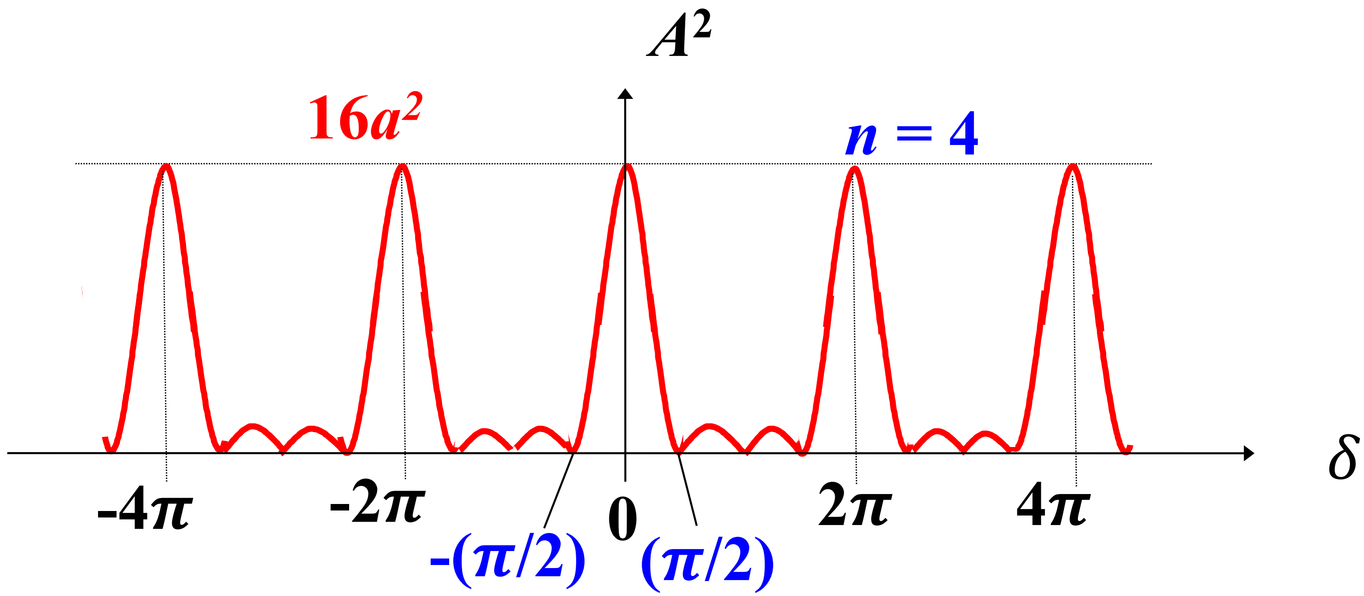
$$k = mn + 1, \dots, mn + n - 1$$

$$\frac{k}{n} = m + \frac{1}{n}, m + \frac{2}{n}, \cdots\cdots, m + \frac{n-1}{n}$$

$n = 4$ $\quad 4\delta = 2k\pi$



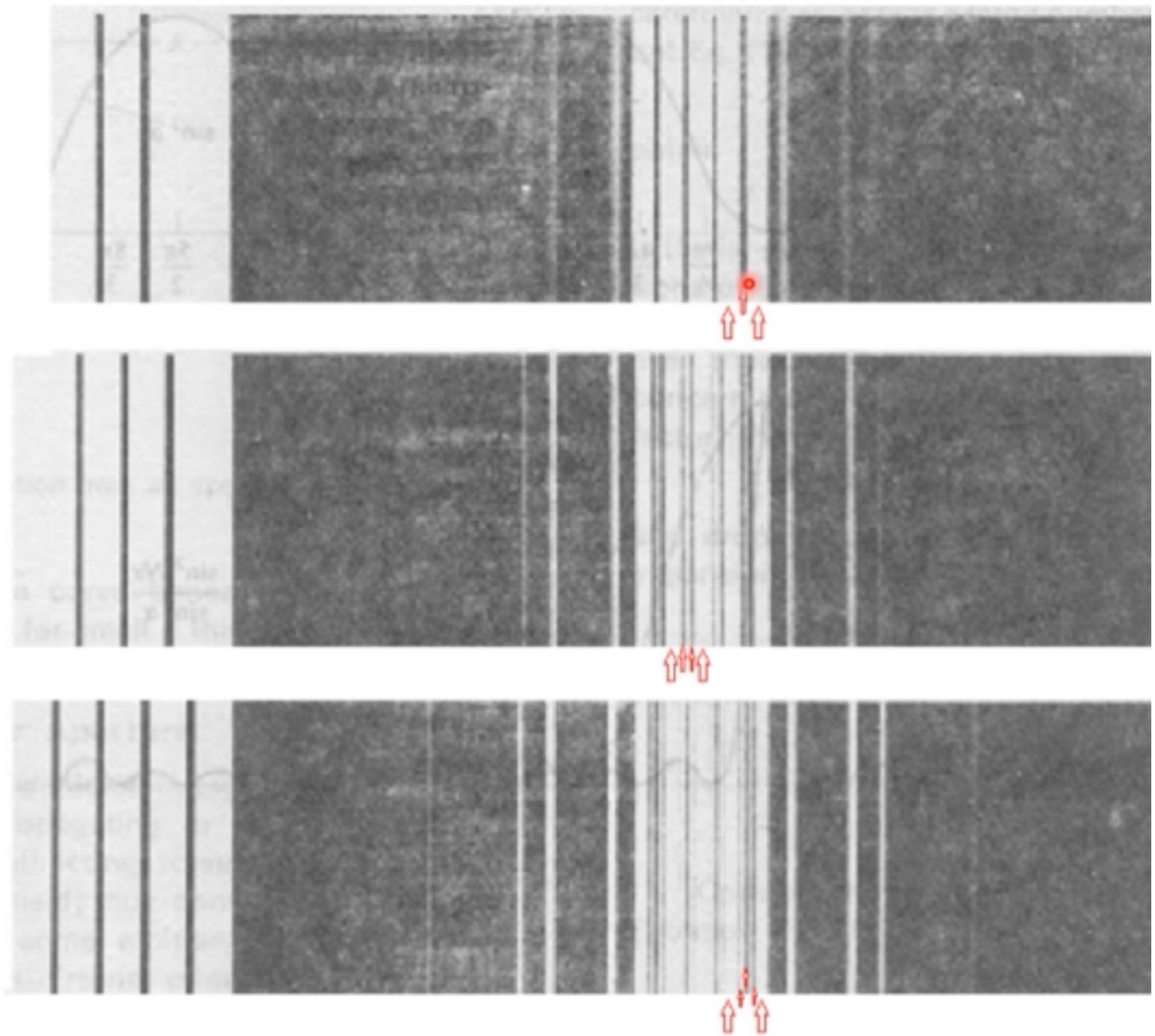
$$A^2 = a^2 \frac{\sin^2 \frac{n\delta}{2}}{\sin^2 \frac{\delta}{2}}$$



双缝 $n = 2$

三缝 $n = 3$

四缝 $n = 4$



多选题 1分

设置

Y1、Y2、Y3是三个同方向、同频率、振幅都为A的简谐振动，Y2超前Y1 $\Delta\varphi$，Y3超前Y2 $\Delta\varphi$。当$\Delta\varphi=\Delta\varphi_1$时，三个振动的合振动的振幅为3A；当$\Delta\varphi=\Delta\varphi_2$时，三个振动的合振动为零。

A $\Delta\varphi_1$等于0或者2π，$\Delta\varphi_2$等于π

B $\Delta\varphi_1$等于0或者2π，$\Delta\varphi_2$等于$2\pi/3$或$4\pi/3$

C $\Delta\varphi_1$等于π，$\Delta\varphi_2$等于$2\pi/3$

提交

§ 6.7 同振动方向不同频率简谐振动合成

$$x_1 = A_1 \cos(\omega_1 t + \varphi_1)$$
$$x_2 = A_2 \cos(\omega_2 t + \varphi_2)$$

$$x = x_1 + x_2$$
$$= 2A\cos(\frac{\omega_2 - \omega_1}{2}t + \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2})\cos(\frac{\omega_2 + \omega_1}{2}t + \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2})$$

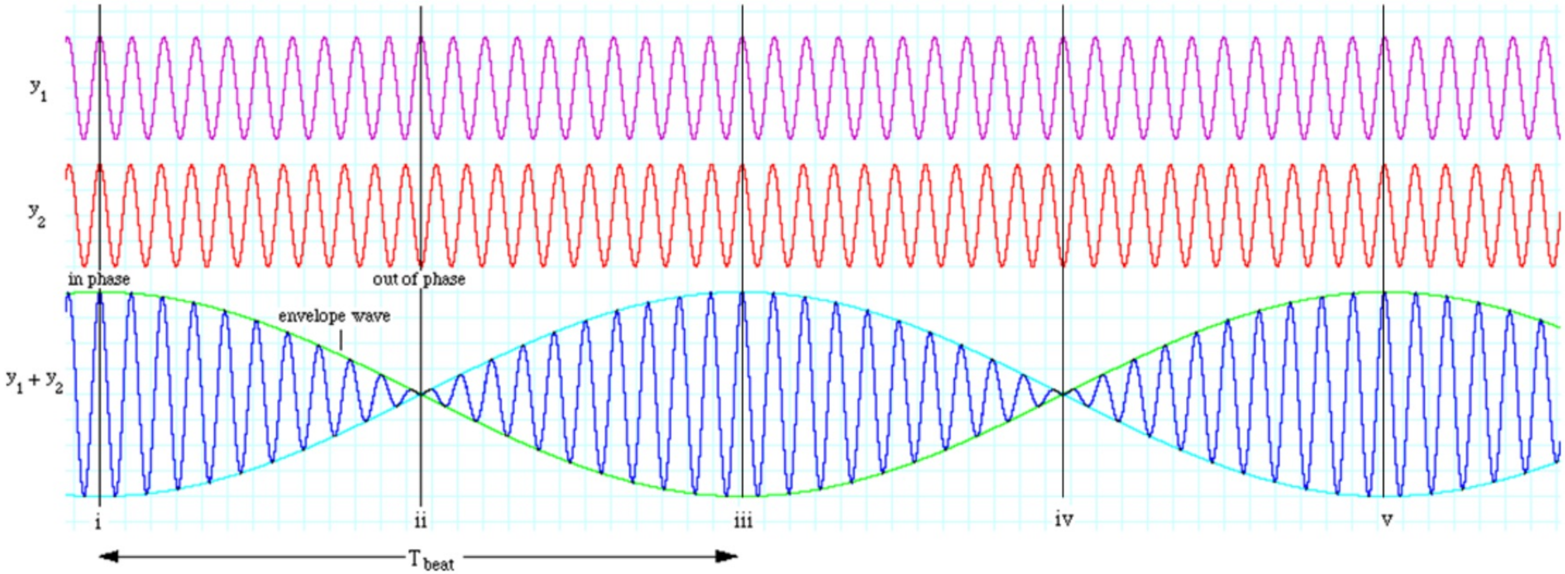
不再是简谐振动

频率接近 $\dfrac{\omega_2 - \omega_1}{2} \ll \dfrac{\omega_2 + \omega_1}{2} \approx \overline{\omega}$

拍

拍频 $\omega = 2 \times \dfrac{\omega_2 - \omega_1}{2} = \omega_2 - \omega_1$

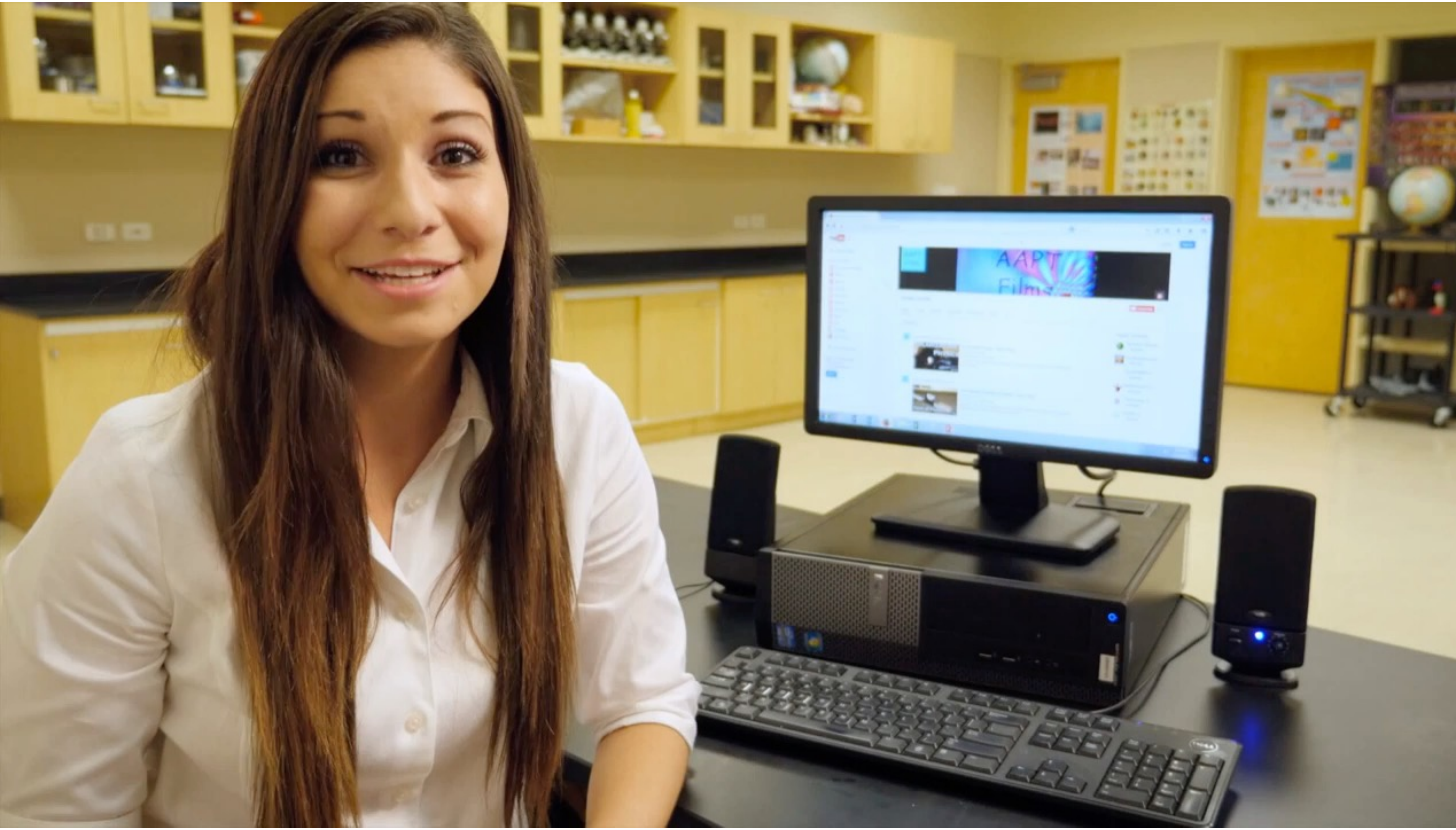
增强　　减弱　　增强　　减弱　　增强



$\nu_1 = 0.794\text{Hz}$　　$\nu_2 = 0.833\text{Hz}$

$\nu = \dfrac{\nu_1 + \nu_2}{2} = 0.814\text{Hz}$　　$\nu_{beat} = 0.039\text{Hz}$


DDS Signal Generator/Counter
DDS Signal Generator/Counter


AAPT

§ 6.8 *频谱分析（谐振分析）

任何复杂周期振动

$$a_0 = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)dt$$

$$a_n = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\cos n\frac{2\pi}{T}tdt$$

$$b_n = \frac{2}{T}\int_0^T f(t)\sin n\frac{2\pi}{T}tdt$$

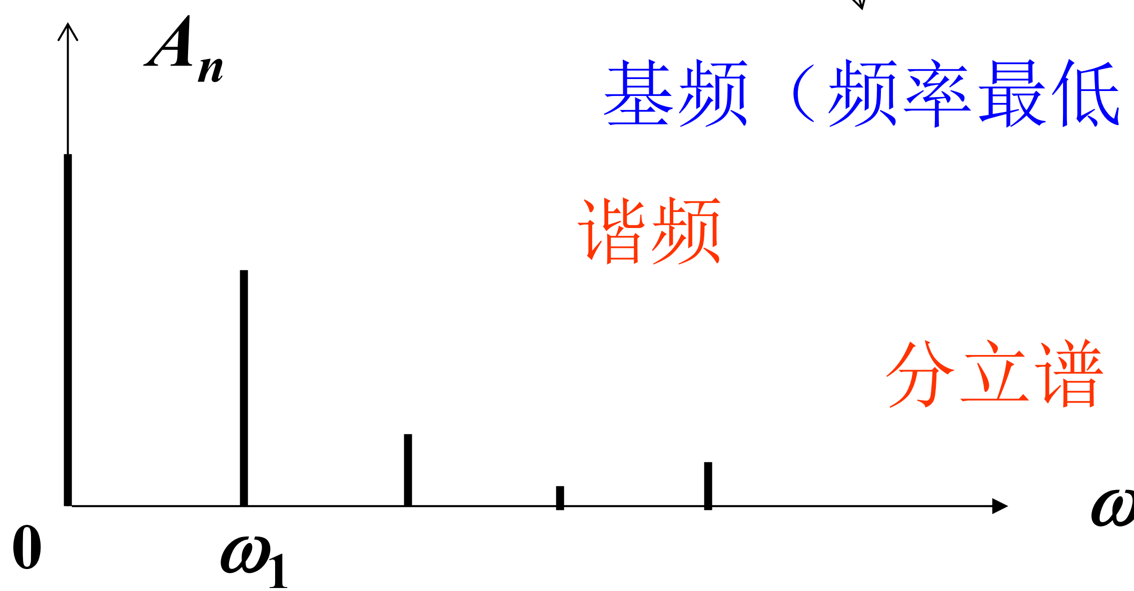
$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}(a_n\cos\omega_n t + b_n\sin\omega_n t)$$

$$= \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1} A_n\cos(\omega_n t + \phi_n)$$

$$\omega_n = \frac{2\pi n}{T} = n\omega_1$$

基频（频率最低）

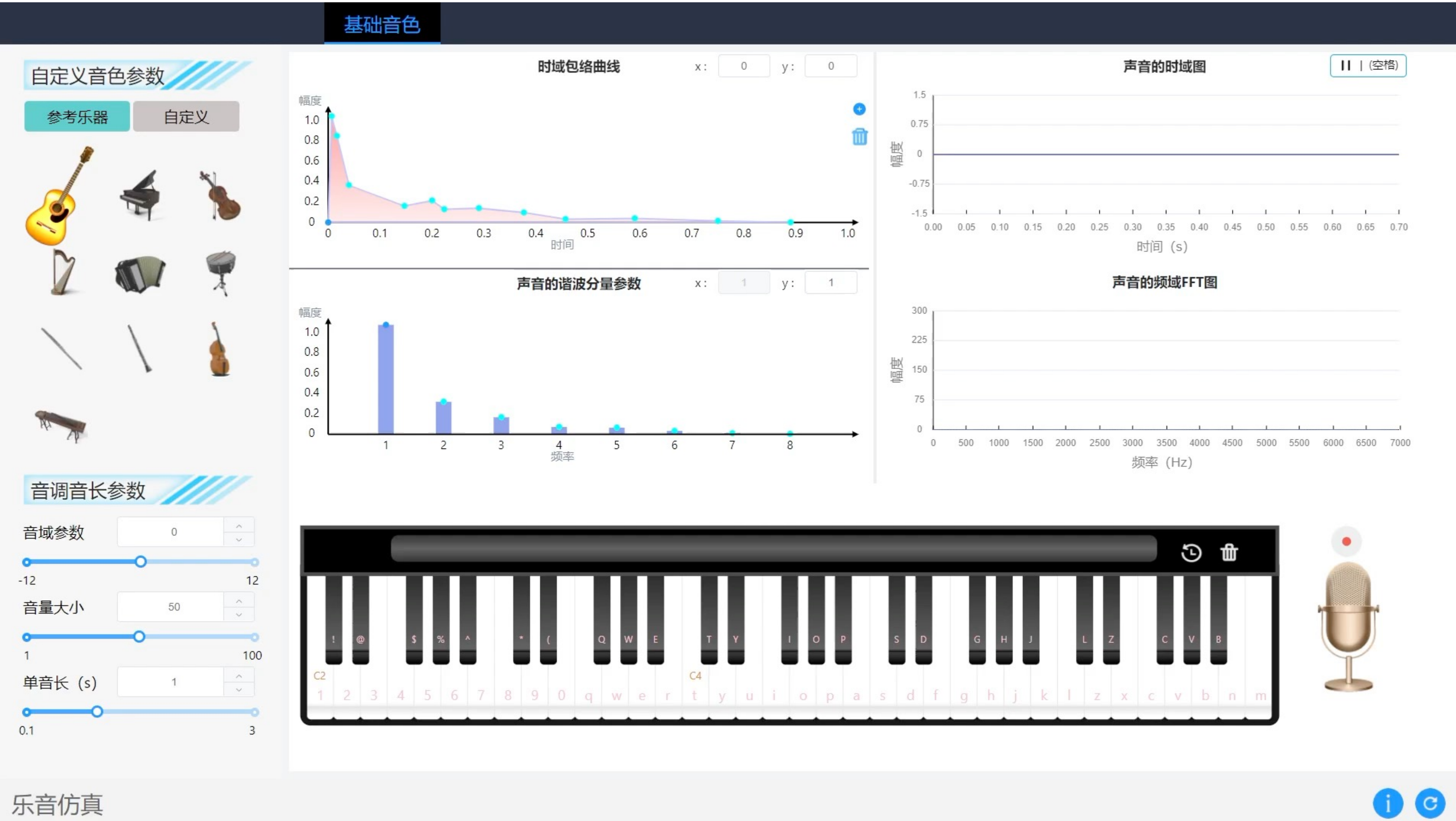
简谐振动的叠加

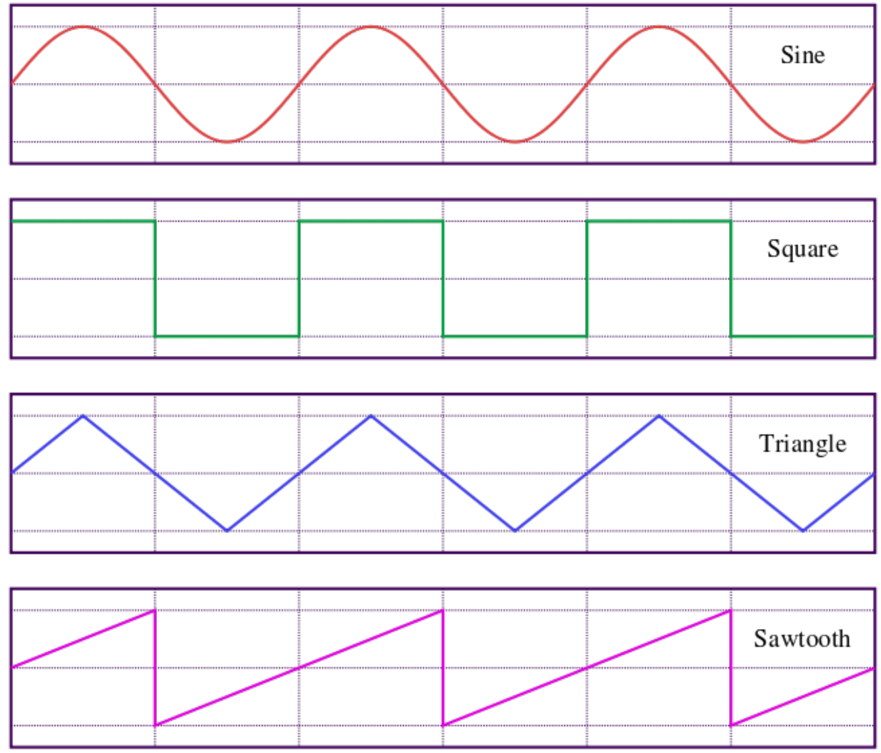


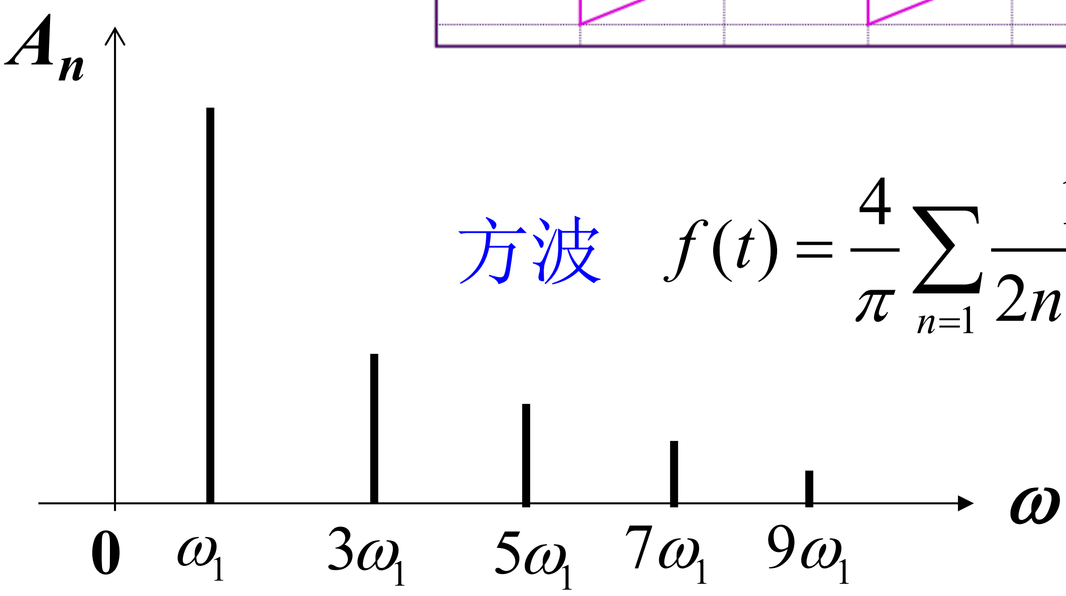
谐频

分立谱

频率是基频的整数倍数

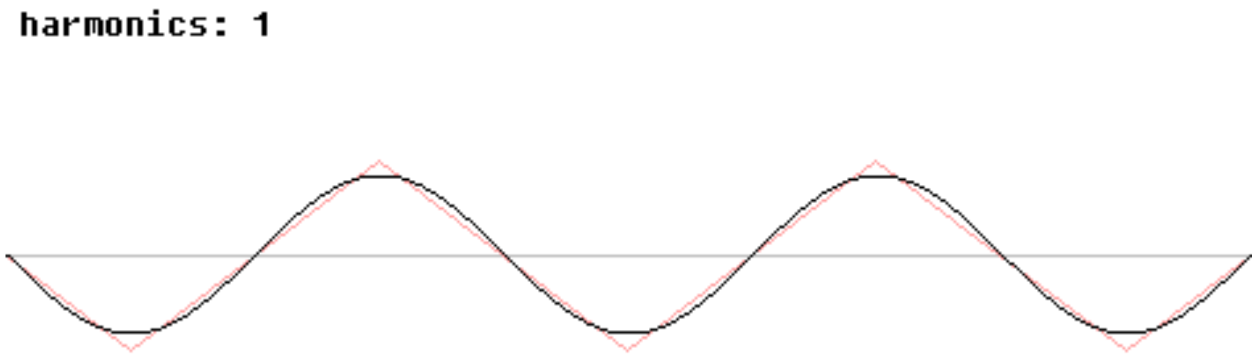

基础音色
自定义音色参数
参考乐器
自定义
时域包络曲线
x：0
y：0
幅度
时间
声音的谐波分量参数
x：1
y：1
幅度
频率
声音的时域图
II | (空格)
幅度
时间（s）
声音的频域FFT图
幅度
频率（Hz）
音调音长参数
音域参数
0
-12
12
音量大小
50
1
100
单音长（s）
1
0.1
3
C2
C4
乐音仿真



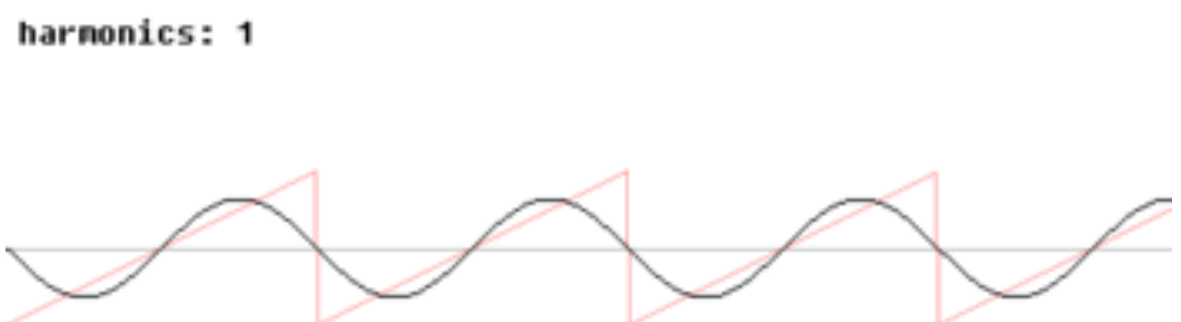


方波 $f(t)=\dfrac{4}{\pi}\sum_{n=1}\dfrac{1}{2n-1}\sin[(2n-1)\omega t]$

三角波 $$f(t)=\frac{8}{\pi^2}\sum_{n=1}\frac{(-1)^{n+1}}{(2n-1)^2}\sin[(2n-1)\omega t]$$



锯齿波 $$f(t)=\frac{2}{\pi}\sum_{n=1}\frac{(-1)^{n+1}}{n}\sin(n\omega t)$$



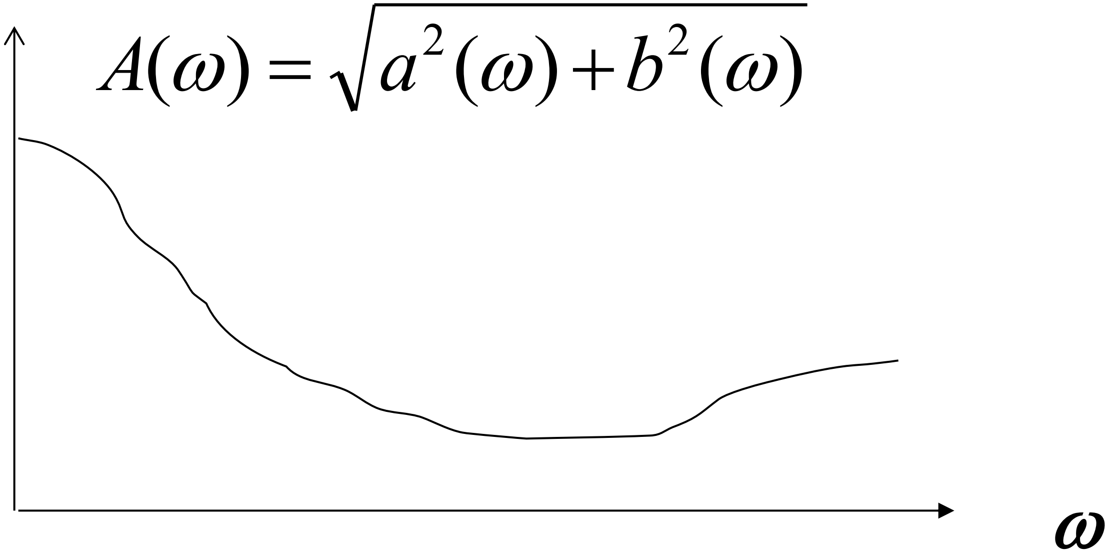
$$f(t)=\int_{0}^{+\infty}[a(\omega)\cos\omega t+b(\omega)\sin\omega t]d\omega$$

任何非周期运动

$$a(\omega)=\frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}f(t)\cos\omega t dt$$

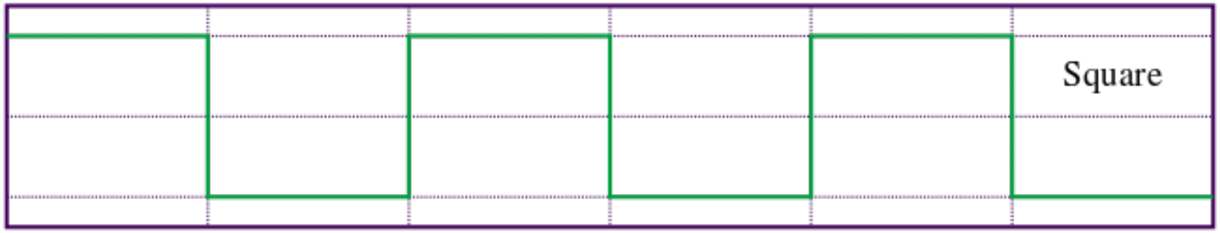
$$b(\omega)=\frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}f(t)\sin\omega t dt$$

$$A(\omega)=\sqrt{a^{2}(\omega)+b^{2}(\omega)}$$



连续谱

某方波的周期为T，因此该方波的频率是1/T



A 是

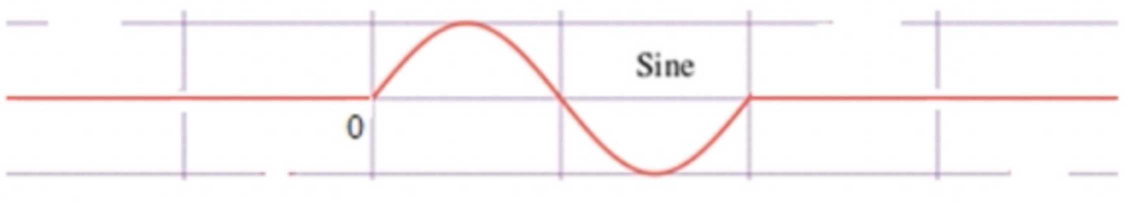
B 否

提交

多选题 1分

设置

周期为T的正弦函数，只有一个周期长度，其频率是



A 1/T

B 只包含1/T的整数倍频

C 连续分布的各种频率

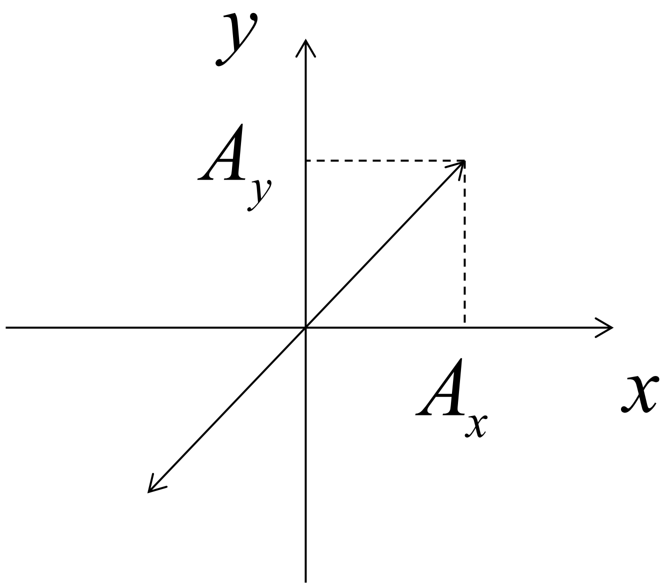
D 1/T及其附近的频率为主要成分

提交

§ 6.9 振动方向相互垂直的简谐振动合成

$$x = A_x \cos(\omega_x t + \varphi_x)$$

$$y = A_y \cos(\omega_y t + \varphi_y)$$



同频率，同相位

$$x = A_x \cos \omega t$$

$$y = A_y \cos \omega t$$

同频率，不同相位？

单选题 1分

设置

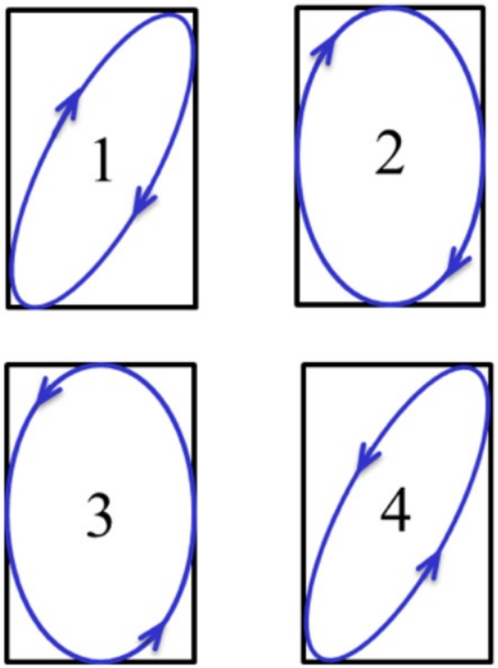
振动方向互相垂直的两组简谐振动，$x = A_x \cos \omega t$， $y = A_y \cos(\omega t + \varphi)$ 当φ分别为π/2和3π/2时，对应的合成振动情况为

A 1,4

B 4,1

C 2,3

D 3,2

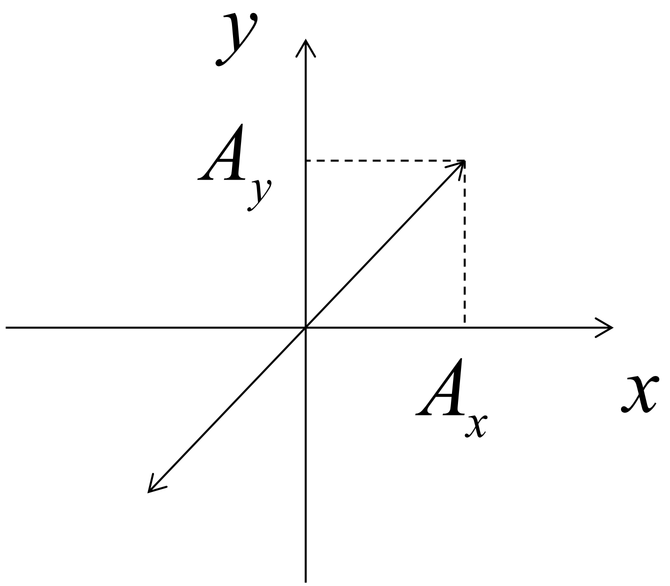


提交

§ 6.9 振动方向相互垂直的简谐振动合成

$$x = A_x \cos(\omega_x t + \varphi_x)$$

$$y = A_y \cos(\omega_y t + \varphi_y)$$

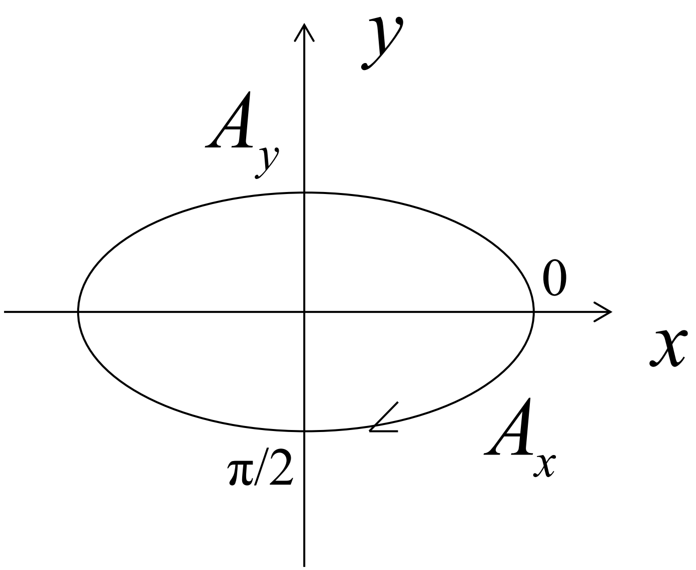


同频率，同相位

$$x = A_x \cos \omega t$$

$$y = A_y \cos \omega t$$

同频率，不同相位



$$x = A_x \cos \omega t$$

$$y = A_y \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

$$x = A_x \cos \omega t$$

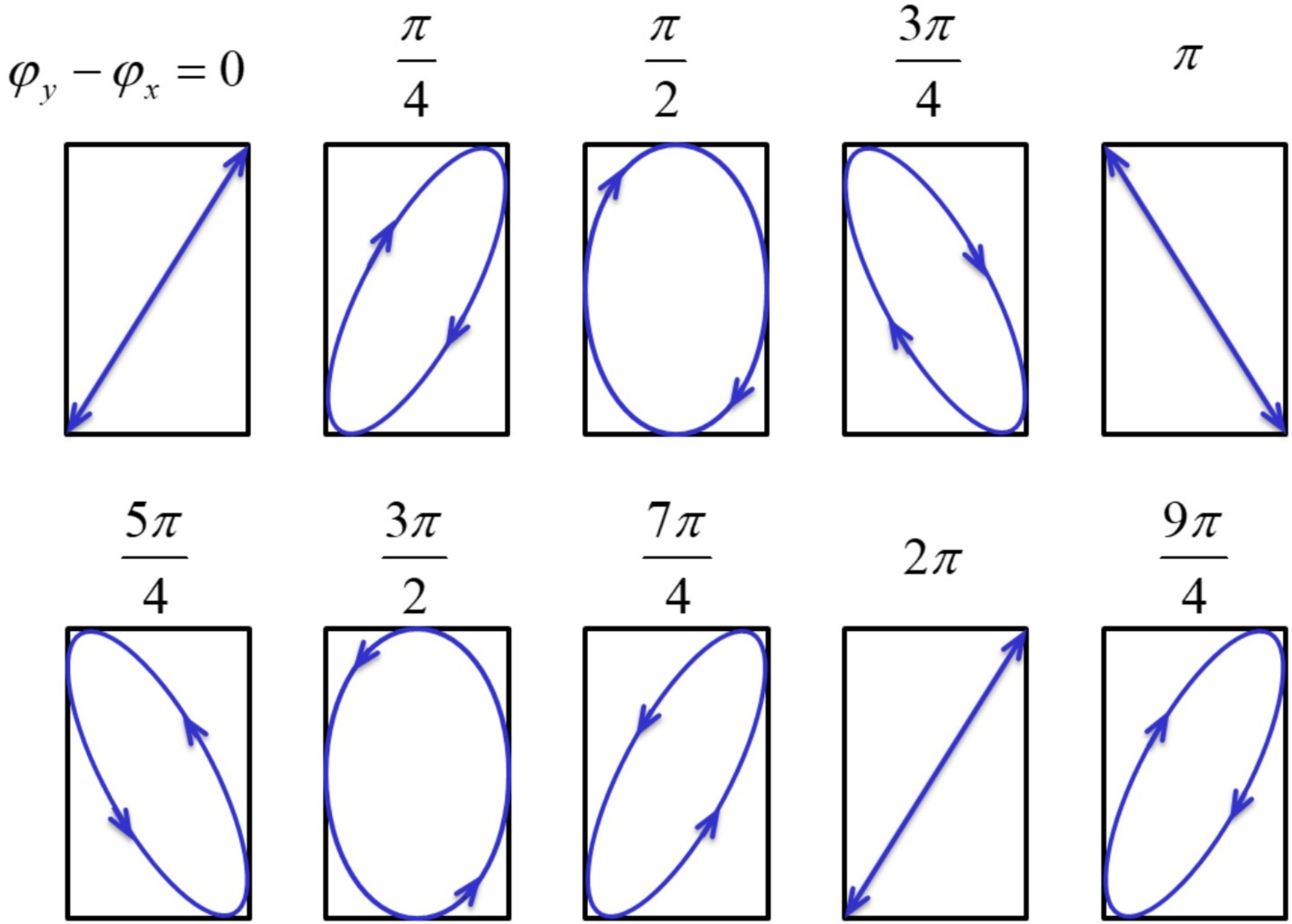
$$y = A_y \cos(\omega t + \varphi) = A_y(\cos \omega t \cos \varphi - \sin \omega t \sin \varphi)$$

$$\frac{y}{A_y} = \frac{x}{A_x} \cos \varphi - \sin \omega t \sin \varphi$$

$$\left(\frac{y}{A_y} - \frac{x}{A_x} \cos \varphi\right)^2 = \sin^2 \varphi \,(1 - \cos^2 \omega t)$$

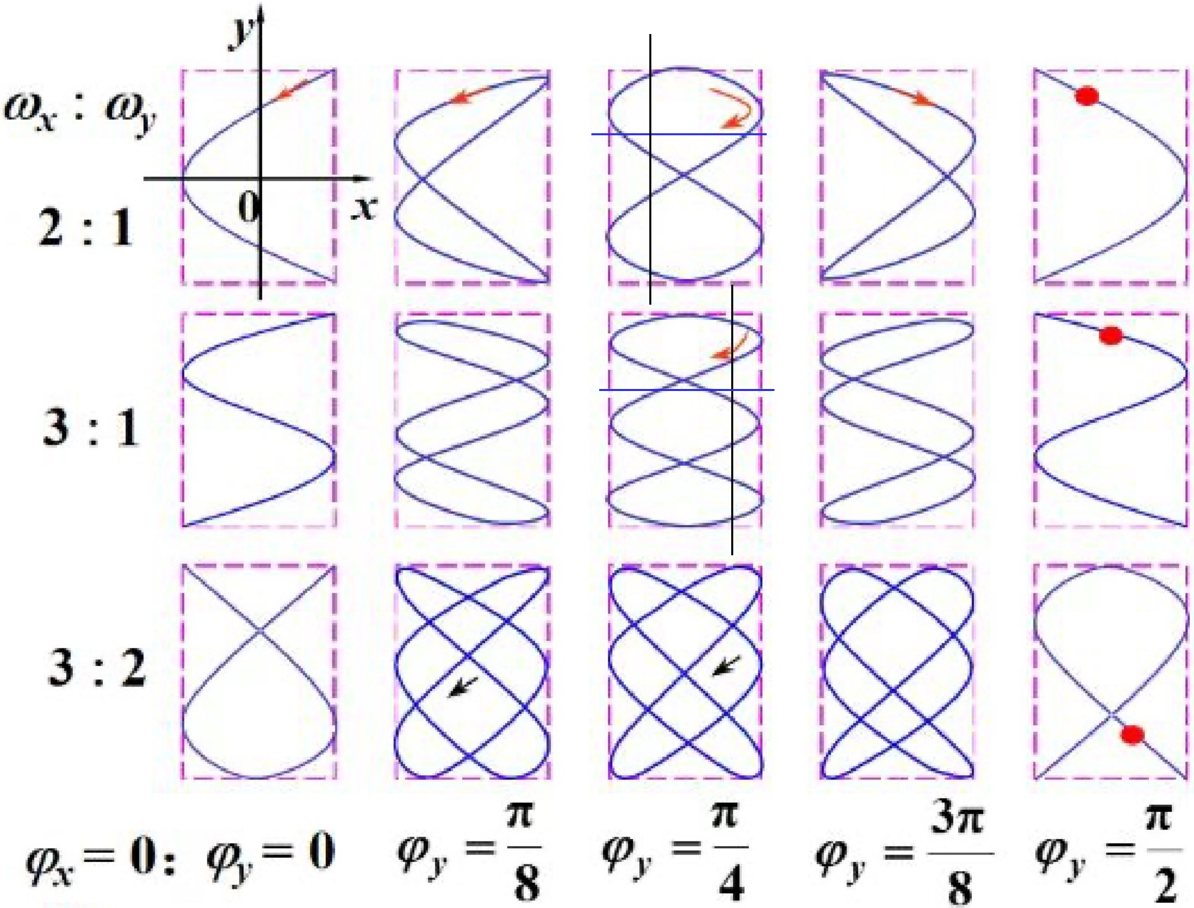
$$= \sin^2 \varphi \,(1 - \frac{x^2}{{A_x}^2})$$

$$\frac{x^2}{{A_x}^2} + \frac{y^2}{{A_y}^2} - \frac{2xy}{A_x A_y} \cos \varphi = \sin^2 \varphi$$



两个垂直方向同频率简谐振动的合成

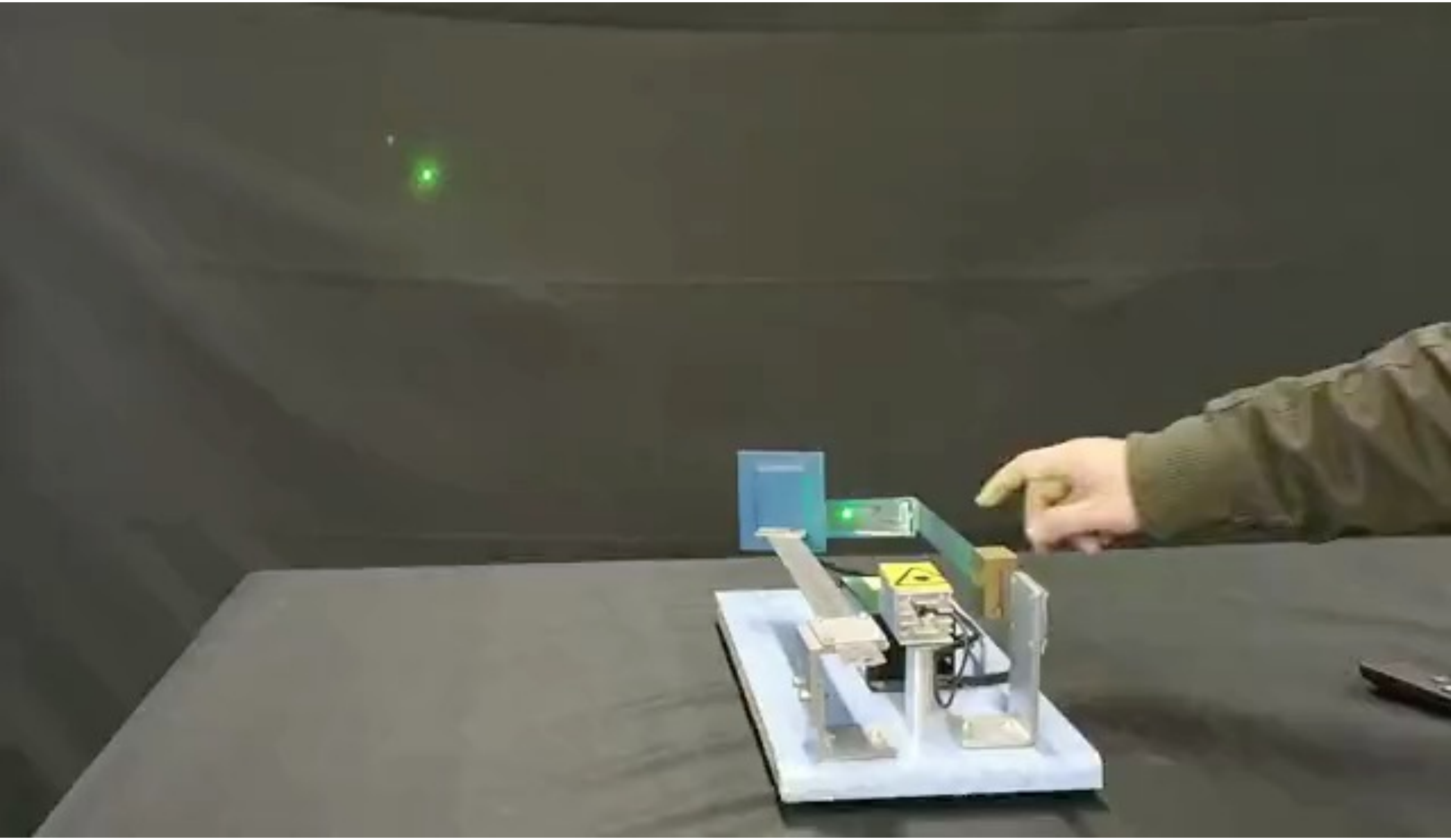
不同频率



若频率非整数比曲线不闭合

应用—精确测频

频率整数比—利萨茹图（闭合曲线）



填空题 3分

设置

如果质点同时参与两个互相垂直、同频率的简谐振动，质点的运动轨迹一般是 [填空1] ，也可能退化为 [填空2] ，具体形状与这两个简谐振动的 [填空3] 有关。

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答