

第九章 振动

简谐运动

弹簧振子：

$$a = -\omega^2 x \quad (\omega^2 = \frac{k}{m})$$

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

振幅 周期 频率 角频率（相当于角速度） 相位 初相位

A 与 ϕ 确定：

由 $x_0 = A \cos \phi$ $v_0 = -\omega A \sin \phi$ 确定

相位差 初相差 落后 超前 同相 反相

单摆：

力矩： $M = -mgl \sin \theta \approx -mgl \theta$

角加速度： $\frac{d^2 \theta}{dt^2} = -\frac{g}{l} \theta$

单摆角频率 周期

复摆：

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} = -\frac{mgl}{J} \theta$$

角频率 周期

简谐运动能量：

$$E = E_k + E_p = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

可计算 A 大小

两个同方向同频率简谐运动合成：

仍是简谐运动

合振幅和合初相：写出和向量用向量推

合振幅有范围

两个相互垂直同频率简谐运动合成：

轨迹方程：代入消 t

拍：

合振动位移

合振动方程

拍频：两个分振动频率之差

阻尼振动

阻尼系数

受迫运动

共振

电磁振荡

无阻尼自由电磁振荡：

方程：

$$\frac{d^2 q}{dt^2} = -\frac{1}{LC} q$$

解：

$$q = Q_0 \cos(\omega t + \phi)$$

电场能量：

$$W_e = \frac{q^2}{2C} = \frac{Q_0^2}{2C} \cos^2(\omega t + \phi)$$

磁场能量：

$$W_m = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} LI_0^2 \sin^2(\omega t + \phi) = \frac{Q_0^2}{2C} \sin^2(\omega t + \phi)$$

总能量：

$$W_{\text{总}} = W_e + W_m = \frac{1}{2} LI_0^2 = \frac{Q_0^2}{2C}$$