物理常用公式(二)

PHYSICS FORMULAS

PHYSICS 质点力学 FORMULAS

$ds = |d\vec{r}| \neq dr$

$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} = v_n\vec{e}_n + v_t\vec{e}_t$

$v = |\vec{v}| = \left|\frac{d\vec{r}}{dt}\right| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_n^2 + v_t^2} = \frac{ds}{dt}$

$v_n = \frac{dr}{dt} = \frac{d|\vec{r}|}{dt}$

$v_t = r\omega$

$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} = a_t\vec{e}_t + a_n\vec{e}_n = \frac{dv}{dt}\vec{e}_t + \frac{v^2}{r}\vec{e}_n$

$a = |\vec{a}| = \left|\frac{d\vec{v}}{dt}\right| = \left|\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}\right| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{(\frac{dv}{dt})^2 + (\frac{v^2}{r})^2}$

PHYSICS 刚体 FORMULAS

$E_p = mgh$ 重力势能

$E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$E_p = \frac{1}{2}kx^2$ 弹性势能

$E_k = \frac{1}{2}J\omega^2$

$E_p = -\frac{GMm}{r}$ 引力势能

$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$

$E_p = \frac{kq_1q_2}{r}$ 电势能

$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$

$J = \sum m_i \cdot r_i^2$ 离散体

$J = \int r^2 dm$ 连续体

$J = J_C + md^2$ 平行轴定理

$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m\vec{v}$ 离散体

$\vec{L} = J\vec{\omega}$ 连续体

$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = J\vec{\alpha}$，若合外力矩 $M=0$，则角动量 L 守恒

$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m\vec{a}$，若合外力 $F=0$，则动量 p 守恒

PHYSICS 电磁感应 FORMULAS

$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$　　$\varepsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{l}$　　$d\varepsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$

$q = \frac{1}{R}(\phi_1 - \phi_2)$

$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = \varepsilon = -\frac{d\Phi_e}{dt} = -\frac{d}{dt}\int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$

$L = \frac{\Phi}{I}$　　$\varepsilon_L = -L\frac{dI}{dt}$

$M = \frac{\Phi_{21}}{I_1} = \frac{\Phi_{12}}{I_2}$　　$M = k\sqrt{L_1L_2}$

$\varepsilon_{12} = -M\frac{dI_2}{dt}$　　$\varepsilon_{21} = -M\frac{dI_1}{dt}$

$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu} = \frac{\vec{B}}{\mu_r\mu_0}$

$W_m = \frac{1}{2}LI^2$　　$w_m = \frac{1}{2}\vec{B} \cdot \vec{H} = \frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu}$

$I_d = \frac{d\Phi_d}{dt} = \frac{d}{dt}\int_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$

$\vec{j}_d = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu(I_c + I_d) = \mu\int_S (\vec{j}_c + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}$

$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = (I_c + I_d) = \int_S (\vec{j}_c + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}$

PHYSICS 磁场 FORMULAS

$I = \frac{dq}{dt}$　　$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$

$I = nSqv$　　$\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$

$I = \int_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$　　$d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B}$

$r = \frac{mv}{qB}$　　$T = \frac{2\pi m}{qB}$

$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\vec{l} \times \vec{e}_r}{r^2}$

$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{qd\vec{v} \times \vec{e}_r}{r^2}$

$\vec{m} = IS\vec{e}_n = I\vec{S}$

$\vec{M} = \vec{m} \times \vec{B}$

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ 无限长直电流

$\Phi_m = \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$

$B = \frac{\mu_0 I}{2r}$ 圆电流

$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0\sum_{i=1}^{n} I_i^{in}$

$B = \mu_0 nI$ 无限长直螺线管

$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu} = \frac{\vec{B}}{\mu_r\mu_0}$

$B = \frac{\mu_0 nI}{2}$ 无限长直螺线管端口

$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_{i=1}^{n} I_i^{in}$　磁场的环路定理只能用在磁场对称的情形下，主要用来求磁介质中的磁感应强度。

PHYSICS 热学 FORMULAS

分子运动速度 $\vec{v}_i = v_{ix}\vec{i} + v_{iy}\vec{j} + v_{iz}\vec{k}$

各方向运动概率均等 $\bar{v}_x = \bar{v}_y = \bar{v}_z = 0$

各方向运动概率均等 $\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2} = \frac{1}{3}\overline{v^2}$

$p = nkT$　　$p = \frac{2}{3}n\bar{\varepsilon}_k$

单个分子动能 $\bar{\varepsilon}_k = \frac{i}{2}kT$（$i$ 为分子的自由度）

气体内能 $E = \nu\frac{i}{2}RT$

三种速率

$\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$（最大）

$v_p = \sqrt{\frac{2kT}{m}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$（最小）

$\bar{v} = \int_0^\infty vf(v)dv = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$

平均自由程 $\bar{\lambda} = \frac{kT}{\sqrt{2}\pi d^2 p}$

热学口诀 一个方程三个量，能量守恒要用上

$pV = \nu RT$　理想气体状态方程　$Q = W + \Delta E \begin{cases} W = \int_{V_1}^{V_2} pdV \\ Q\begin{cases} Q_p = \nu C_{p,m}\Delta T \\ Q_V = \nu C_{V,m}\Delta T \end{cases} \\ \Delta E\begin{cases} \Delta E = \nu\frac{i}{2}R\Delta T \\ \Delta E = \nu C_{V,m}\Delta T \end{cases} \end{cases}$

$\gamma = \frac{C_{p,m}}{C_{V,m}} = \frac{i+2}{i} > 1$

绝热方程 $pV^\gamma =$ 常量

配合理想气体状态方程可以推导出

$V^{\gamma-1}T =$ 常量，$p^{\gamma-1}V^{-\gamma} =$ 常量

热力学四个过程的比较

	等容过程	等压过程	等温过程	绝热过程
系统从外界吸热	$Q_V = \nu C_{V,m}\Delta T$	$Q_p = \nu C_{p,m}\Delta T$	$Q_T = \nu RT\ln\frac{p_1}{p_2}$	$Q = 0$
系统对外做功	$W = \int_{V_1}^{V_2} pdV = 0$	$W = \nu R\Delta T$	$W = \nu RT\ln\frac{V_2}{V_1}$	$W = -\nu C_{V,m}\Delta T$ $W = \frac{p_1V_1 - p_2V_2}{1-\gamma}$
系统内能增量	$\Delta E = \nu C_{V,m}\Delta T$	$\Delta E = \nu C_{V,m}\Delta T$	$\Delta E = 0$	$\Delta E = \nu C_{V,m}\Delta T$

热机效率（绝对不超过100%）

$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

制冷机制冷系数（一般情况下远大于1）$e = \frac{Q_2}{|W|} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$

熵　$S_B - S_A = \int_A^B \frac{dQ}{T}$

$S = k\ln W$

PHYSICS 光学 FORMULAS

光程 $= nr$　透镜不影响光程差 Δ

光学口诀 光程差最重要，整波长明条纹，半波长暗条纹，衍射明暗要对调

双缝干涉

$\Delta = n_2r_2 - n_1r_1$（$n_2 = n_1 = 1$）· · · · 光程差最重要

$\Delta = k\lambda$ 明纹中心 · · · · · · · · · · · 整波长明条纹

$\Delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ 暗纹中心 · · · · · · · 半波长暗条纹

$\Delta x = \frac{d'}{d}\lambda$ 相邻明纹或者暗纹中心

薄膜干涉反射光（经常考）

折射率同花顺，光程差为 $\Delta = 2nd$ · · · · · · 光程差最重要

折射率轴对称，光程差为 $\Delta = 2nd + \frac{\lambda}{2}$ · · · 光程差最重要

明纹中心 $\Delta = k\lambda$ · · · · · · · · · · · · · · · 整波长明条纹

暗纹中心 $\Delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ · · · · · · · · · 半波长暗条纹

薄膜干涉透射光（很少考），与反射光互补

折射率同花顺，光程差为 $\Delta = 2nd + \frac{\lambda}{2}$ · · · 光程差最重要

折射率轴对称，光程差为 $\Delta = 2nd$ · · · · · · 光程差最重要

明纹中心 $\Delta = k\lambda$ · · · · · · · · · · · · · · · 整波长明条纹

暗纹中心 $\Delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ · · · · · · · · · 半波长暗条纹

劈尖干涉（反射光）（经常考）

与薄膜干涉方法类似

折射率同花顺，光程差为 $\Delta = 2nd$ · · · · · 光程差最重要

折射率轴对称，光程差为 $\Delta = 2nd + \frac{\lambda}{2}$ · · · 光程差最重要

明纹中心 $\Delta = k\lambda$ · · · · · · · · · · · · · · 整波长明条纹

暗纹中心 $\Delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ · · · · · · · · 半波长暗条纹

相邻明纹或者暗纹中心高度 $\Delta d = \frac{\lambda}{2n}$，$n$ 为劈尖中间介质的折射率

牛顿环（反射光）（经常考）

与薄膜干涉方法类似，加上一个几何关系

折射率同花顺，光程差为 $\Delta = 2nd$ · · · · · · 光程差最重要

折射率轴对称，光程差为 $\Delta = 2nd + \frac{\lambda}{2}$ · · · 光程差最重要

明纹中心 $\Delta = k\lambda$ · · · · · · · · · · · · · · 整波长明条纹

暗纹中心 $\Delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ · · · · · · · · 半波长暗条纹

几何关系 $r \approx \sqrt{2Rd}$

单缝衍射 $\Delta = b\sin\theta$ · · · 光程差最重要

明纹中心 $\Delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ · · · 半波长明条纹　衍射明暗要对调

暗纹中心 $\Delta = k\lambda$ · · · · · 整波长暗条纹　衍射明暗要对调

中央明纹宽度 $\Delta x_0 = 2\frac{f}{b}\lambda$

其他明纹或者暗纹宽度 $\Delta x = \frac{f}{b}\lambda$

光栅 $\Delta = d\sin\theta$ · · · · · · · · · · · 光程差最重要

明纹中心 $\Delta = k\lambda$ · · · · · · · · · · · · 整波长明条纹

暗纹中心 $\Delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ · · · · · · · · 半波长暗条纹

光栅方程 $d\sin\theta = k\lambda$

若衍射角 θ 同时满足 $b\sin\theta = k'\lambda$，

则该衍射角 θ 处缺级，有：$\frac{d\sin\theta}{b\sin\theta} = \frac{k\lambda}{k'\lambda}$

$\frac{d}{b} = \frac{k}{k'} = \frac{(\ )}{1} = \frac{(\ )}{2} = \frac{(\ )}{3} = \frac{(\ )}{4} = \ldots\ldots$

马吕斯定律 $I = I_0\cos^2\theta$

布儒斯特定律 $\tan i_B = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{后一种折射率}}{\text{前一种折射率}}$

PHYSICS 静电场 FORMULAS

$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}\vec{e}_r$　　$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$ 无限长带电直线

$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\vec{e}_r$　　$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ 无限大带电平面（与距离无关）

$\vec{p} = q\vec{l}$　　$\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$

$\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n} q_i^{in}$ 高斯定理只能用在电场对称的情形下，主要用来求真空中的电场强度。

$\varphi_P = \int_P^{零电势处} \vec{E} \cdot d\vec{l}$　　$E = -\frac{d\varphi}{dx}$

静电场中的导体计算口诀：一点二面三守恒

$\vec{D} = \varepsilon\vec{E} = \varepsilon_r\varepsilon_0\vec{E}$

$\Phi_D = \oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \sum_{i=1}^{n} q_i^{in}$ 电位移高斯定理只能用在电场对称的情形下，主要用来求电介质中的电场强度。

$W_e = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}QU = \frac{Q^2}{2C}$　　$w_e = \frac{1}{2}\vec{E} \cdot \vec{D} = \frac{1}{2}\varepsilon E^2$

PHYSICS 振动波动 FORMULAS

$f = -kx$

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

$E_p = \frac{1}{2}kx^2$　　$E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$E = E_p + E_k = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$

旋转矢量图口诀

❶ 一个中心，两个基本点 ❷ 找位移作垂线，根据速度舍一个

$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi}$

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

$u = \frac{\lambda}{T} = \lambda\nu$　　$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$

波动方程口诀 一点一时间，一时一后前

$y = A\cos[\omega(t \mp \Delta t) + \varphi)$

$y = A\cos[\omega(t \mp \frac{大坐标 - 小坐标}{u}) + \varphi)$

$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\varphi}$

$\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) - \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1)$

$E_k = E_p = \frac{1}{2}\rho\Delta V\omega^2A^2\sin^2\omega(t - \frac{x}{u})$

$E = E_k + E_p = \rho\Delta V\omega^2A^2\sin^2\omega(t - \frac{x}{u})$

$\vec{I} = \frac{1}{2}\rho\omega^2A^2\vec{u}$