物理学D公式

一、流体力学与液体的表面性质

连续性原理 $S_1v_1=S_2v_2$，伯努利方程 $p+\frac{1}{2}\rho v^2+\rho gh=const.$，斯托克斯公式 $F=6\pi\eta rv$，

液体的表面张力 $f=\alpha L$，液体的表面能和液体的表面积成正比：$\Delta E=\alpha\Delta S$，

弯曲液面的附加压强：$P_s=\frac{2\alpha}{R}$，空气中气泡内部压强：$P=P_0+\frac{4\alpha}{R}$，液面在毛细管中上升和下降的高度：$h=\frac{2\alpha}{\rho gr}\cos\theta$，$\alpha$：表面张力系数，水的密度 $\rho=1.0\times10^3\mathrm{kg/m^3}$

二、气动理论

压强公式：$P=\frac{2}{3}n\overline{\varepsilon_k}=\frac{2}{3}n(\frac{1}{2}m\overline{v^2})$，阿伏加德罗定律：$p=nkT$，

温度和分子平均平动动能关系：$\overline{\varepsilon_t}=\frac{1}{2}m\overline{v^2}=\frac{3}{2}kT$，理想气体状态方程：$pV=\nu RT$，

内能：$E=\frac{m'}{M}\frac{i}{2}RT=\frac{i}{2}\nu RT$，$\nu$ 为摩尔数。麦克斯韦速率分布函数：$f(v)dv=\frac{dN}{N}$，

最概然速率：$v_p=\sqrt{\frac{2kT}{m}}=\sqrt{\frac{2RT}{M}}$，平均速率：$\bar{v}=\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}=\sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$，

方均根速率：$\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{\frac{3kT}{m}}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}$，$M$：摩尔质量，$m$：气体分子质量，$m'$：气体质量

玻耳斯曼常量 k=1.38×$10^{-23}\mathrm{J\cdot K^{-1}}$，摩尔气体常量 R=8.31$\mathrm{J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}}$，

阿伏加德罗常数 N_A=6.02×$10^{23}\mathrm{mol^{-1}}$，1个标准大气压：$p_0=1.013\times10^5 Pa$

几种常见气体的摩尔质量：氧气32g/mol，氢气2g/mol，氦气4g/mol，氮气28g/mol。

三、热力学基础

热力学第一定律：$Q=E_2-E_1+W=\Delta E+W=\Delta E+\int_{V_1}^{V_2}PdV$，

$C_{V,m}=\frac{i}{2}R,\qquad C_{P,m}=\frac{i+2}{2}R,\qquad$ 绝热系数$\gamma=\frac{C_{P,m}}{C_{V,m}}=\frac{i+2}{i}$

过程	过程方程	ΔE	W	Q
等体	$V=Const$ $p/T=C$	$\nu C_{V,\mathrm{m}}\Delta T$	0	$\nu C_{V,\mathrm{m}}\Delta T$
等压	$p=C$ $V/T=C$	$\nu C_{V,\mathrm{m}}\Delta T$	$p\Delta V$ 或 $\nu R\Delta T$	$\nu C_{p,\mathrm{m}}\Delta T$
等温	$T=C$ $pV=C$	0	$\nu RT\ln\frac{V_2}{V_1}$	$\nu RT\ln\frac{V_2}{V_1}$
绝热	$pV^{\gamma}=C$ $V^{\gamma-1}T=C$ $p^{\gamma-1}T^{-\gamma}=C$	$\nu C_{V,\mathrm{m}}\Delta T$	$-\nu C_{V,m}\Delta T$ 或 $\frac{p_1V_1-p_2V_2}{\gamma-1}$	0

热机效率：$\eta=\frac{W}{Q_1}=\frac{Q_1-|Q_2|}{Q_1}=1-\frac{|Q_2|}{Q_1}$ 致冷机制冷系数：$e=\frac{Q_2}{|W|}=\frac{Q_2}{|Q_1|-Q_2}$

卡诺热机效率：$\eta_c=1-\frac{T_2}{T_1}$ 卡诺致冷机致冷系数：$e_c=\frac{T_2}{T_1-T_2}(T_1>T_2)$

克劳修斯等式：$\oint_{可逆}\frac{dQ}{T}=0$ 熵公式：$S_B-S_A=\int_{A可逆}^{B}\frac{dQ}{T}$

熵变计算公式：$\Delta S=\int_A^B\frac{dQ}{T}=\nu R\ln\frac{V_2}{V_1}+\nu C_V\ln\frac{T_2}{T_1}=\nu C_{P,m}\ln\frac{T_2}{T_1}+\nu R\ln\frac{P_2}{P_1}$

四、静电场

库仑定律：$\vec{F}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}\vec{e}_r$，点电荷电场强度：$\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q_0}=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0r^2}\vec{e}_r$，电通量：$\phi_e=\int_S\vec{E}\cdot d\vec{S}$

高斯定理：$\Phi_e=\oint_S\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{n}q_i$，环路定理:$\oint_L\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=0$，电势能的增量:$\int_{AB}q_0\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=-(E_{pB}-E_{pA})$

电势：$V_A=\int_A^{v=0}\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{l}$，电场强度和电势梯度的关系：$\vec{E}=-\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}l_n}\vec{e}_n$

真空电容率：$\varepsilon_0=8.85\times10^{-12}C^2/(N\cdot m^2)$

五、稳恒磁场

磁感应强度矢量 $\vec{B}$ 大小为：$B=\dfrac{F_{\max}}{q_o v}$，$\vec{B}$ 的方向由 $\vec{F}_{\max}\times\vec{v}$ 来确定

毕奥—萨伐尔定律:（真空磁导率 $\mu_o=4\pi\times10^{-7}N/A^2$ ） 电流元的磁场： $\mathrm{d}\vec{B}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{r}}{r^3}$

有限长直电流的磁场：$B=\dfrac{\mu_0 I}{4\pi r_0}(\cos\theta_1-\cos\theta_2)$，

圆形载流导线在中心轴线方向的磁场：$B=\dfrac{\mu_0 IR^2}{2(x^2+R^2)^{3/2}}$

载流长直螺线管内磁场：$B=\mu_0 nI$，运动电荷的磁场 $\vec{B}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{q\vec{v}\times\vec{r}}{r^3}$ 磁偶极矩：$\vec{m}=IS\vec{e}_\mathrm{n}$

磁通量 $\Phi=\int\mathrm{d}\Phi=\int_S\vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{S}$，磁场高斯定理：$\oint_S\vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{S}=0$，安培环路定理：$\oint\vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=\mu_0\sum_{i=1}^{n}I_i$，

洛伦兹力：$\vec{F}_\mathrm{m}=q\vec{v}\times\vec{B}$，安培力：$\mathrm{d}\vec{F}=I\mathrm{d}\vec{l}\times\vec{B}$，磁力矩：$\vec{M}=IS\vec{e}_\mathrm{n}\times\vec{B}=\vec{m}\times\vec{B}$

六、电磁感应

法拉第电磁感应定律：$\varepsilon=-\dfrac{d\Phi}{dt}$，动生电动势：$\varepsilon_i=\int_{op}(\vec{v}\times\vec{B})\cdot d\vec{l}$

感生电动势：$\varepsilon_i=\oint_l\vec{E}_k\cdot d\vec{l}=-\dfrac{d\Phi}{dt}=-\dfrac{d}{dt}\int\vec{B}\cdot\mathrm{dS}$

七、振动和波动

简谐运动运动学方程 $x=A\cos(\omega t+\varphi)$，振幅：$A=\sqrt{x_0^2+\dfrac{V_0^2}{\omega^2}}$，初相位：$\tan\phi=\dfrac{-V_0}{\omega x_0}$，

圆频率 $\omega=2\pi\nu=\dfrac{2\pi}{T}$，相位差与**两运动状态间变化所需时**间的关系 $\Delta t=t_2-t_1=\dfrac{\Delta\varphi}{\omega}$

简谐振动能量：$E=\dfrac{1}{2}kA^2$， **两个同方向同频率简谐运动的合成**：

合振幅 $A=\sqrt{A_1^2+A_2^2+2A_1A_2\cos(\varphi_2-\varphi_1)}$， 合振动初相位 $\tan\varphi=\dfrac{A_1\sin\varphi_1+A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1+A_2\cos\varphi_2}$

平面简谐波波函数：$y=A\cos\left[\omega\left(t-\dfrac{x}{u}\right)+\varphi\right]$（x 正向） 和 $y=A\cos\left[\omega\left(t+\dfrac{x}{u}\right)+\varphi\right]$（x 负向）

波的能量密度：$w=\frac{\mathrm{d}W}{\mathrm{d}V}=\rho A^2\omega^2\sin^2\omega(t-\frac{x}{u})$，平均能量密度：$\overline{w}=\frac{1}{T}\int_0^T w\mathrm{d}t=\frac{1}{2}\rho\omega^2 A^2$

平均能流：$\overline{P}=\overline{w}uS$，能流密度：$I=\frac{\overline{P}}{S}=\overline{w}u=\frac{1}{2}\rho A^2\omega^2 u$

两相干波相位差：$\Delta\varphi=\varphi_2-\varphi_1-\frac{2\pi}{\lambda}\left(r_2-r_1\right)$

$\Delta\varphi=\pm 2k\pi\left(k=0,1,2,\ldots\right)$时，干涉加强；$\Delta\varphi=\pm\left(2k+1\right)\pi\left(k=0,1,2,\ldots\right)$时，干涉减弱

八、波动光学

杨氏双缝干涉条纹公式：$x=\pm\frac{d'}{d}(2k+1)\frac{\lambda}{2}$（暗纹）$x=\pm k\frac{d'}{d}\lambda$（明纹）

条纹间距：$\Delta x=\frac{d'\lambda}{d}$，介质中的波长：$\lambda'=\frac{\lambda}{n}$，光程$nr$

等倾干涉反射光光程差：$\mathit{\Delta}_{\mathrm{r}}=2d\sqrt{n_2^2-n_1^2\sin^2 i}+\frac{\lambda}{2}$，光程差$=(2k+1)\frac{\lambda}{2}$（暗纹），

光程差$=k\lambda$（明纹）。

劈尖角：$\theta\approx\frac{\lambda_n/2}{b}$，条纹间距：$b=\frac{\lambda}{2n\theta}$，

相邻明暗纹对应的薄膜厚度差$d_{i+1}-d_i=\frac{\lambda}{2n}=\frac{\lambda_n}{2}$

牛顿环明环半径：$r=\sqrt{(k-\frac{1}{2})R\lambda}$，暗环半径：$r=\sqrt{kR\lambda}$

单缝衍射：$a\sin\theta=\pm 2k\frac{\lambda}{2}=\pm k\lambda$（暗纹），$a\sin\theta=\pm(2k+1)\frac{\lambda}{2}$（明纹）

第一暗纹到中心的距离：$x_1=\theta f=\frac{\lambda}{a}f$，**中央明纹**宽度：$l_0=2\frac{\lambda}{a}f$

光栅方程:$(a+b)\sin\theta=\pm k\lambda$，　$(k=0,1,2,\cdots)$

爱里斑半角宽：$\theta=\frac{d/2}{f}=1.22\frac{\lambda}{D}$，爱里斑半径：$r_0=\theta_0 f=1.22\lambda f/D$

最小分辨角：$\theta_0=1.22\frac{\lambda}{D}$，**光学**仪**器分辨**率$=\frac{1}{\theta_0}=\frac{D}{1.22\lambda}$

马吕斯定律$I=I_0\cos^2\alpha$，布儒斯特定律:$\tan i_0=\frac{n_2}{n_1}$