质点运动学&动力学

- 向量化，记得表示成i，j形式
- 微积分化$a=v\frac{dv}{dx}$
- 自然坐标系
  - 切向加速度$a_t=\frac{d|v|}{dt}$
  - 法向加速度$a_n=\frac{v^2}{\rho}$
  - 分解$|a|=\sqrt{a_x^2+a_y^2}=\sqrt{a_n^2+a_t^2}$
- 线量和角量的关系
  - $a_n=\frac{v^2}{R}=\omega^2R$
- 伽利略变换
  - 绝对速度=牵连速度+相对速度
- 质点系牛二（矢量式）
  - $F_{合}=Ma_{质心}$
- 非惯性系（非惯性力）(电梯问题)
- 密舍尔斯基方程
  - $m\frac{dv}{dt}=F+u\frac{dm}{dt}$
  - 多了一项流动体对主体的作用力
  - 当F可忽略时，速度变化量和m的对数成正比
- 势能
  - 当前点到零势能点
  - 保守力$\vec{F}=-grad(E_p)$

刚体力学

- 转动惯量
  - $J=\int_\Sigma r^2\rho d\sigma$
  - 平行轴定理$J=J_c+md^2$
  - 垂直轴定理$J_z=J_x+J_y$
- 转动定律$M=\frac{dL}{dt}=J\beta$
- 机械能
  - 动能$E_k=\frac{1}{2}J\omega^2=\frac{1}{2}J_c\omega^2+\frac{1}{2}mv_c^2$
  - 势能$E_p=mgh_c$
- 刚体的角动量
  - 角动量$L=J\omega$
  - 角动量和合力矩的关系$M=\frac{dL}{dt}$
    - 当合力矩为0时，角动量守恒

相对论

- 洛伦兹变换

$$\begin{cases} x' = \frac{x-ut}{\sqrt{1-(\frac{u^2}{c^2})}} \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \frac{t-\frac{ux}{c^2}}{\sqrt{1-(\frac{u^2}{c^2})}} \end{cases}$$

- 尺缩$l = l_0\sqrt{1-(\frac{u^2}{c^2})}$
- 钟慢$t = \frac{t}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}$
- 质速关系$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}}$
- 质能方程$E = mc^2$
  - 动能$E_k = E - m_0c^2 = m_0c^2(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} - 1)$

简谐振动

- 求简谐运动方程的一般方法
  - 分析平衡状态
  - 分析偏离平衡状态x时的加速度与位移关系
  - $a = -\omega^2 \cdot x$
- 旋转矢量图
  - $A = (x_0^2 + \frac{v_0^2}{w_0^2})^{1/2}$
  - $\tan\phi = -\frac{v_0}{x_0\omega}$
- 简谐运动能量守恒
  - $\frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mv_m^2$
  - 注意势能零点选在平衡位置
- 振动合成
  - 同向同频
    - 振幅$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\phi_1 - \phi_2)}$
    - 相位$\phi = \frac{A_1\sin\phi_1 + A_2\sin\phi_2}{A_1\cos\phi_1 + A_2\cos\phi_2}$
  - 同向不同频
    - 振幅相同
    - 拍($\omega_1 + \omega_2$和$\omega_1 - \omega_2$相差很大才有拍的效果，通常使用和差化积之后算出两个周期进行分析)
    - $\omega = \frac{|\omega_1 - \omega_2|}{2}$

波

- 相位
  - $\Phi(x,t)=\omega(t-\frac{x}{u})+\phi$
  - 向正方向传播为-，负方向传播为+
- 能量
  - 波强 $I=\frac{1}{2}\rho\omega^2A^2u$
- 波的干涉
  - 干涉条件
    - 频率相同
    - 有恒定的相位差
  - 干涉
    - 和差化积（和时间无关的部分就是振幅）
    - 判断相位差
- 多普勒效应
  - $\nu'=\frac{u+v_R}{u-v_S}\nu$
  - 计算移动反射面反射频率时，应考虑到二次多普勒效应

分子动理论

- 理想气体状态方程 $pV=\nu RT$
- 压强$p=nkT$
- 分子平均动能$\epsilon_k=\frac{i}{2}kT$

  分子平均平动动能$\epsilon_t=\frac{3}{2}kT$
- 理想气体内能$E=N\epsilon_k=\frac{i}{2}NkT=\frac{i}{2}\nu RT=\frac{i}{2}pV$
- 速率分布函数
  - $f(v)=\frac{dN}{Ndv}$
  - $P(v_1\leq v\leq v_2)=\int_{v_1}^{v_2}f(v)dv$
  - $N=P*N_0$
- 麦克斯韦速率分布
  - v_p最概然速率$\sqrt{2}$，$\frac{df(v)}{dv}=0$处的v_p
  - $\bar{v}$平均速率$\sqrt{\frac{8}{\pi}}$，$\int_0^\infty vf(v)dv$
  - $\sqrt{\bar{v^2}}$方均根速率$\sqrt{3}$，$[\int_0^\infty v^2f(v)dv]^2$
  - $\sqrt{\frac{kT}{\mu}}=\sqrt{\frac{RT}{M}}$，标准状态273$K$，$M$的单位要从$g\cdot mol^{-1}$变成$kg\cdot mol^{-1}$
- 平均碰撞频率/平均自由程（n为分子数密度）
  - 平均碰撞频率$\bar{Z}=\sqrt{2}\pi d^2n\bar{v}$
  - 平均自由程$\lambda=\frac{\bar{v}}{\bar{Z}}=\frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2n}$

热力学

- 热力学第一定律：$\Delta E+(-A)=Q$
- $-A=\int_{V_1}^{V_2}pdV$
- $\Delta E=\frac{i}{2}\nu R\Delta T=\frac{i}{2}\Delta(pV)$
- $dS=\frac{dQ}{T}$，与路径无关，选取最好算的路径计算
-

物理量	等体过程	等压过程	等温过程	绝热过程
过程方程	$\frac{p}{T}=C$	$\frac{V}{T}=C$	$pV=C$	$pV^\gamma=C$
$-A$	0	$p(V_2-V_1)=\nu R\Delta T$	$\nu RT\ln\frac{V_2}{V_1}$	$-\Delta E=\frac{\Delta(pV)}{1-\gamma}$
ΔE	$\frac{i}{2}\nu R\Delta T$	$\frac{i}{2}\nu R\Delta T$	0	$\frac{i}{2}\nu R\Delta T=\frac{\Delta(pV)}{\gamma-1}$
Q	$\frac{i}{2}\nu R\Delta T$	$(\frac{i}{2}+1)\nu R\Delta T$	$\nu RT\ln\frac{V_2}{V_1}$	0
C_m	$C_{m,V}=\frac{i}{2}R$	$C_{m,p}=(\frac{i}{2}+1)R$	∞	0
ΔS	$\nu C_{V,m}\ln\frac{T_2}{T_1}$	$\nu C_{p,m}\ln\frac{T_2}{T_1}$	$\nu R\ln\frac{V_2}{V_1}$	0

- 效率
  - 热机效率$\eta=\frac{-A}{Q_{吸}}$，一般用$1-\frac{Q_{放}}{Q_{吸}}$计算
    - 卡诺热机$\eta=1-\frac{T_2}{T_1}$
  - 制冷机效率$\eta=\frac{Q_{吸}}{A}$
    - 卡诺制冷机$\eta=\frac{T_1}{T_2-T_1}$
- 不可逆过程熵变不可以根据过程直接计算，应根据始末状态选取可逆路径计算

电场

- 库仑定律 $k=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$
- 叠加原理
- 矢量分解+对称性
- 高斯定律

$$\frac{Q}{\epsilon_0}=\Phi_E$$

$$闭合曲面上的电通量(单位:N\cdot m^2/C)=\frac{曲面内部的净电量}{\epsilon_0}$$

$$其中\Phi_E=\oiint_S\vec{E}\cdot\vec{n}dS$$