物理复习 七月四日

第九章 温度和气体动理论

温度，热平衡 略

理想气体状态方程

$$\frac{pV}{T}=\frac{p_0V_0}{T_0}$$

$$普适气体常量R=\frac{p_0V_{m,0}}{T_0}=8.31(J/(mol\cdot K))$$

$$pV=\nu RT\quad=\frac{m}{M}RT=NkT(p=nkT)(玻尔兹曼常量k=\frac{R}{N_A})(n=\frac{N}{V}为分子数密度)$$

气体的无规则运动

$$平均自由程\bar{\lambda}=\frac{kT}{\sqrt{2}\pi d^2p}(p是压强，d是分子直径)$$

$$若压强低于1.33\times10^{-2}Pa一般分子的平均自由程等于容器的线度$$

$$碰撞频率为\bar{z}=\frac{\bar{v}}{\bar{\lambda}}$$

$$分子平均动能\bar{\varepsilon_t}=\frac{1}{2}m\bar{v^2}$$

温度的微观意义

$$\frac{2}{3}n\bar{\varepsilon_t}=nkT$$

$$分子平均平动动能和温度的关系\quad\bar{\varepsilon_t}=\frac{3}{2}kT$$

$$由上式：\bar{v^2}=\frac{3kT}{m}(m是分子质量)$$

$$由上式：\sqrt{\bar{v^2}}=\sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

$$考虑自由度，分子的平均总动能\bar{\varepsilon_k}=\frac{i}{2}kT$$

(单原子气体自由度为3，双原子刚体气体分钟自由度为5，多原子刚体气体分子自由度为6)

$$气体的内能E = N\frac{i}{2}kT = \frac{i}{2}\nu kT$$

$$最概然速率v_p = \sqrt{\frac{2kT}{m}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$$

$$平均速率\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

玻尔兹曼分布律 略

实际气体等温线 略

范德瓦耳斯方程 略

非平衡态 运输过程

摩擦系数 略

热传导 略

扩散 略

第十章 热力学第一定律

$$Q = \Delta + A$$

准静态过程

$$dA = pdV$$

$$A = \int dA = \int_{V_1}^{V_2} pdV$$

$$对于固体或液体Q = cm\Delta T$$

热容

$$绝热线比等温线要陡一些$$

$$摩尔热容：C_m = \frac{dQ}{dT}(一mol物质)$$

$$摩尔等压热容：C_{p,m} = \frac{i}{2}R + R$$

$$摩尔定体热容：C_{V,m}=\frac{i}{2}R$$

$$比热比\gamma=\frac{C_{p,m}}{C_{V,m}}=\frac{i+2}{i}$$

绝热过程

$$泊松公式：pV^{\gamma}\equiv 常数$$

$$TV^{\gamma-1\equiv 常数}$$

$$p^{\gamma-1}T^{-\gamma}\equiv 常数$$

$$做功计算A=\frac{1}{\gamma-1}(p_1V_1-p_2V_2)$$

循环过程

$$循环的效率\eta=\frac{吸收的净热量}{总吸收热量}=\frac{Q_1-Q_2}{Q_1}$$

$$奥托循环(内燃机)的效率\eta=1-\frac{T_4-T_1}{T_3-T_2}$$

$$卡诺循环(两个恒温热库)的效率\eta=1-\frac{T_2}{T_1}$$

$$致冷系数\omega_c=\frac{T_2}{T_1-T_2}$$

第十一章 热力学第二定律

自然过程不可逆

功热转换，热传导（高温物体自动地传导给低温物体），绝热自由膨胀

玻尔兹曼熵公式

$$S=kln\Omega(\Omega为微观状态数目，具有可加性)$$

克劳修斯熵公式（宏观熵公式）

$$单原子理想气体在平衡态：S=N_AklnV+\frac{3}{2}N_AklnT+S_0$$

$$可以写成S=RlnV+c_{V,m}lnT+S_0$$

$$TdS=pdV+C_{V,m}dT$$

$$TdS = dA + dE = \frac{dQ}{T}$$

可逆绝热过程是等熵过程，不可逆过程熵增加

温熵图研究卡诺循环的效率

$$效率 = \frac{净吸热}{吸收的热量}$$

$$对于两个等温过程和两个绝热过程效率\eta_c = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

第八章 相对论 老师说不考哈哈哈 略

波动

行波

分为横波(有峰有谷)和纵波(疏密波)

简谐波

$$设原点质元振动表达式y_0 = Acos\omega t$$

$$则沿x轴正向传播的波速为u的波的波动表达式为y = Acos\omega(t - \frac{x}{u})$$

$$频率\nu = \frac{1}{T}$$

$$波长\lambda = \frac{2\pi u}{\omega} = uT$$

$$点x_0的振动速度v = \frac{\partial y(x_0)}{\partial t}$$

物体的弹性形变

线变

$$\frac{F}{S} = E\frac{\Delta l}{l}(E是杨氏模量，S是棒截面积)$$

剪切应变

$$\frac{F}{S} = G\varphi(S是施力面积，\varphi是应变角度,G是剪切模量)$$

体应变

$$\Delta p=-K\frac{\Delta V}{V}(K\text{是体弹模量，倒数称为压缩率})$$

波速

$$\text{棒中横波的波速}u=\sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

$$\text{棒中纵波的波速}u=\sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$\text{液体和气体的纵波波速}u=\sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

$$\text{细绳中的波速}u=\sqrt{\frac{F}{\rho_l}}(F\text{为绳上的张力，}\rho_l\text{为线密度})$$

波的能量

平均能量密度(能量密度：单位体积内的能量)

$$\bar{\omega}=\frac{\Delta W}{\Delta V}=2\pi^2\rho A^2\nu^2(A\text{振幅},\nu\text{频率})$$

波的强度(通过垂直于波的额防线的单位面积的能流的时间平均值)

$$I=\frac{\bar{P}}{S}=\frac{1}{2}\rho\omega^2A^2u$$

惠更斯原理 略

折射定律

$$\frac{sini}{sinr}=\frac{u_1}{u_2}=n_{21}(n_{21}\text{称为相对折射率})$$

驻波

$$\text{同一介质中两列频率，振动方向，振幅相同，传播方向相反的波叠加}$$

$$\text{和差化积公式：}cos\alpha+cos\beta=2cos\frac{\alpha+\beta}{2}cos\frac{\alpha-\beta}{2}$$

$$\text{可以得到}\begin{cases}y_1=Acos(\omega t-\frac{2\pi}{\lambda}x)\\y_2=Acos(\omega t+\frac{2\pi}{\lambda}x)\end{cases}$$

$$合成波：y = Acos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}cos\omega t)$$

振幅最大的各点称为波腹，振幅为零的点称为波节

绳长为半波长的整数倍时候，会产生驻波

本征频率，基频，基频的整数倍称为n次谐频

声波

$$声级L = lg\frac{I}{I_0}(I_0 = 10^{-12}W//m^2)(单位为dB)$$

地震波 略

水波 略

多普勒效应

波源静止，接收器向波源v_R速度移动(靠近速度为正，远离为负)

$$接收器接收到的信号频率\nu_R = \frac{u+\nu_R}{u}\nu_S$$

接收器静止，波源以速度v_s运动(靠近速度为负，原理为正)

$$接收器收到的信号频率\nu_R = \frac{u}{u-\nu_S}\nu_S$$

$$同时运动：相向运动\nu_R = \frac{u+v_R}{u-v_S}\nu_S$$

$$光学多普勒：\nu_R = \sqrt{\frac{c\pm v}{c\mp v}}\nu_S$$

行波叠加 略

孤子 略

第六章 振动

简谐振动

$$x = Acos(\omega t + \varphi)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$v = \frac{dx}{dt} = \omega Acos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \omega^2 Acos(\omega t + \varphi + \pi)$$

相量图 略

动力学

$$回复力F = ma = -m\omega^2 x，F = -kx$$

$$求出简谐振动的角频率\omega = \frac{k}{m}(固有角频率)$$

$$T = 2\pi\frac{m}{k}(固有周期)$$

$$单摆：\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

简谐振动的能量

$$E = \frac{1}{2}kA^2$$

阻尼振动 略

受迫振动 略

简谐振动的合成

$$同频率：利用相量图,或者余弦定律合振幅A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$不同频率：形成拍，拍频为两分振动频率之差$$

谐振分析 略

垂直简谐振动合成（李萨如图） 略

第五章 刚体的转动

转动的描述

角速度，线速度，角加速度略

转动定律

$$力矩M = F \times r$$

$$角动量定理：力矩M = \frac{dL}{dt}(L角动量)$$

$$转动定律M = J\alpha(J转动惯量，\alpha角加速度)$$

转动惯量的计算

$$J = \int r^2 dm$$

平行轴定理：$J = J_C + md^2$(J_C是质心为轴时候的转动惯量，d是新轴离质心轴的距离)

垂直轴定理：对于薄片在z轴上的转动惯量J_Z等于在x轴上转动惯量J_X + 在y轴上转动惯量J_Y

$$一些均匀刚体的转动惯量\begin{cases} 细杆的一端为轴：J = \frac{1}{3}mL^2 \\ 细杆的中心为轴：J = \frac{1}{12}mL^2 \\ 薄圆环：J = mR^2 \\ 圆盘：J = \frac{1}{2}mR^2 \\ 薄球壳：J = \frac{2}{3}mR^2 \\ 球体：J = \frac{2}{5}mR^2 \end{cases}$$

角动量守恒

对一个系统，若受到外力矩为零，前后角动量不变

角动能

$$力做的功：A = \int_{\theta_1}^{\theta_2} M d\theta$$

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