力学

一、力

1，重力：G=mg，方向竖直向下，g=9.8m/s^2≈10m/s^2，作用点在物体重心。

2，静摩擦力：0≤$f_{静}$≤≤f_m，与物体相对运动趋势方向相反，f_m为最大静摩擦力。

3，滑动摩擦力：f=μN，与物体运动或相对运动方向相反，μ是动摩擦因数，N是正压力。

4，弹力：F = kx（胡克定律），x为弹簧伸长量（m），k为弹簧的劲度系数（N/m）。

5，力的合成与分解：

①两个力方向相同，$F_{合}=F_1+F_2$，方向与F_1、F_2同向

②两个力方向相反，$F_{合}=F_1-F_2$，方向与F_1（F_1较大）同向

互成角度（0<θ<180º）：θ增大→F减少 θ减小→F增大

θ=90º，F=$\sqrt{F_1^2+F_2^2}$，F的方向：tgφ=$\frac{F_2}{F_1}$。

$F_1=F_2$，θ=60º，F=$2F_1\cos30$º，F与F_1，F_2的夹角均为30º，即φ=30º

θ=120º，F=$F_1=F_2$，F与F_1，F_2的夹角均为60º，即φ=60º

由以上讨论，合力既可能比任一个分力都大，也可能比任一个分力都小，它的大小依赖于两个分力之间的夹角。合力范围：（F_1-F_2）≤F≤(F_1+F_2)

求F_1、F_2两个共点力的合力大小的公式（F1与F2夹角为θ）：$F=\sqrt{F_1^2+F_2^2+2F_1F_2\cos\theta}$

二、直线运动

匀速直线运动：位移$s=vt$。平均速度$\bar{v}=s/t$

匀变速直线运动：

1、位移与时间的关系，公式：$s=v_ot+\frac{1}{2}at^2$

2、速度与时间的关系，公式：$v_t=v_o+at$

3、位移与速度的关系：$v_t^2-v_o^2=2as$，适合不涉及时间时的计算公式。

4、平均速度$\bar{v}=v_{\frac{t}{2}}=\frac{v_o+v_t}{2}=\frac{s}{t}$，即为中间时刻的速度。

5、中间位移处的速度大小$v_{\frac{s}{2}}=\sqrt{\frac{v_o^2+v_t^2}{2}}$，并且$v_{\frac{s}{2}}>v_{\frac{t}{2}}$

匀变速直线运动的推理：

1、匀变速直线运动的物体，在任意两个连续相等的时间里的位移之差是个恒量，即

△s=s_{n+1} —s_n=aT^2=恒量

2、初速度为零的匀加速直线运动（设T为等分时间间隔）：

①1T末、2T末、3T末……瞬时速度的比值为

$v_1:v_2:v_3......:v_n=1:2:3......:n$

②1T内、2T内、3T内……的位移之比为

$s_1:s_2:s_3:\cdots\cdots:s_n=1^2:2^2:3^2\cdots\cdots:n^2$

③第一个T内、第二个T内、第三个T内……位移之比为

$S_I:S_{II}:S_{III}:\cdots\cdots:S_n=1:3:5\cdots\cdots:(2n-1)$

④从静止开始通过连续相等的位移所用时间的比

$t_1:t_2:t_3:\ldots\ldots:t_n$=$1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}):\ldots\ldots:(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$

自由落体运动

(1)位移公式: $h=\frac{1}{2}gt^2$

(2)速度公式: $v_t=gt$

(3)位移—速度关系式: $v^2=2gh$

竖直上抛运动

1.基本规律： $v_t=v_0-gt$　　　$h=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$　　　$v_t^2=v_0^2-2gh$

2.特点（初速不为零的匀变速直线运动）

(1)只在重力作用下的直线运动。

(2) $v_0\neq 0, a=-g$

(3)上升到最高点的时间 $t=\frac{v_0}{g}$

(4)上升的最大高度 $H=\frac{v_0^2}{2g}$

三、牛顿运动定律

1，牛顿第一定律(惯性定律）：物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，直到有外力迫使它改变这种状态为止。

2，牛顿第二定律：$F_{合}$=ma 或 a=$F_{合}$/m　　a 由合外力决定，与合外力方向一致。

3，牛顿第三定律 F= -F′　负号表示方向相反，F、F′为一对作用力与反作用力，各自作用在对方。

4，共点力的平衡 $F_{合}$=0　二力平衡

5，超重：N>G　失重：N<G　N 为支持力，G 为物体所受重力，不管失重还是超重，物体所受重力不变。

四、曲线运动

1，平抛运动

分速度 $v_x=v_0$， $v_y=gt$

合速度 $v=\sqrt{v_0^2+g^2t^2}$ ，速度方向与水平方向的夹角： $\tan\theta=\frac{gt}{v_0}$

分位移 $x=gt$， $y=\frac{1}{2}gt^2$

合位移 $s=\sqrt{x^2+y^2}=\sqrt{v_0^2t^2+\frac{1}{2}g^2t^4}$

位移方向与水平方向的夹角： $\tan\alpha=\frac{y}{x}=\frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0t}=\frac{gt}{2v_0}=\frac{1}{2}\tan\theta$

2，斜抛运动（初速度方向与水平方向成θ角）

速度： $\begin{cases} v_x = v\cos\theta \\ v_y = v\sin\theta - gt \end{cases}$

位移： $\begin{cases} x = v\cos\theta \cdot t \\ y = v\sin\theta \cdot t - \dfrac{1}{2}gt^2 \end{cases}$

可得：$t = \dfrac{x}{v\cos\theta}$

代入 y 可得：$y = x\tan\theta - \dfrac{gx^2}{2v^2\cos^2\theta}$

这就是斜抛物体的轨迹方程。

可以看出：

y＝0 时，（1）x＝0 是抛出点位置。

（2） $x = \dfrac{v^2\sin 2\theta}{g}$ 是水平方向的最大射程。

（3）飞行时间：$t = \dfrac{2v\sin\theta}{g}$

3，匀速圆周运动

线速度 $v = \dfrac{s}{t} = \omega r$，

角速度 $\omega = \dfrac{\theta}{t} = \dfrac{v}{r} = \sqrt{\dfrac{a}{r}}$，

周期 $T = \dfrac{2\pi r}{v} = \dfrac{2\pi}{\omega}$，

向心加速度 $a = \dfrac{v^2}{r} = \omega^2 r = \dfrac{F}{m}$，

向心力 $F = m\dfrac{v^2}{R} = m\omega^2 R = m\omega v = m\dfrac{4\pi^2}{T^2}R = m4\pi^2 f^2 R$。

小球达到最高点时绳子的拉力（或轨道弹力）刚好等于零，小球重力提供全部向心力，则 $F = m\dfrac{v_{临界}^2}{R} - mg = 0$，$v_{临界}$是通过最高点的最小速度，$v_{临界} = \sqrt{gR}$。

②小球达到最低点时，拉力与重力的合力提供向心力，有 $F - mg = m\dfrac{v^2}{R}$，此时 $F = mg + m\dfrac{v^2}{R}$。

4，万有引力定律（$G=6.67\times10^{-11}N\bullet m^2/kg^2$)

（1）万有引力提供向心力：$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2 r=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=m(2\pi f)^2 r=ma$

（2）忽略地球自转的影响：$\frac{GMm}{R^2}=mg$　　（$GM=gR^2$，黄金代换式）

（3）已知表面重力加速度 g，和地球半径 R。（$\frac{GMm}{R^2}=mg$，则 $M=\frac{gR^2}{G}$）**一般用于地球**

（4）已知环绕天体周期 T 和轨道半径 r。（$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，则 $M=\frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$）

（5）已知环绕天体的线速度 v 和轨道半径 r。（$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，则 $M=\frac{v^2 r}{G}$）

（6）已知环绕天体的角速度 ω 和轨道半径 r（$G\frac{Mm}{r^2}=m\omega^2 r$，则 $M=\frac{\omega^2 r^3}{G}$）

（7）已知环绕天体的线速度 v 和周期 T（$v=\frac{2\pi r}{T}$，$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，联立得 $M=\frac{v^3 T}{2\pi G}$）

（8）已知环绕天体的质量 m、周期 T、轨道半径 r。中心天体的半径 R，求中心天体的密度 ρ
解：由万有引力充当向心力

$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$　则 $M=\frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$——①

又 $M=\rho V=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$——②

联立两式得：$\rho=\frac{3\pi r^3}{GT^2 R^3}$

（9）$G\frac{Mm}{r^2}=ma$，则 $a=G\frac{M}{r^2}$（卫星离地心越远，向心加速度越小）

（10）$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$，则 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$（卫星离地心越远，它运行的速度越小）

（11）$G\frac{Mm}{r^2}=m\omega^2 r$，则 $\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$（卫星离地心越远，它运行的角速度越小）

（12）$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，则 $T=\sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$（卫星离地心越远，它运行的周期越大）

（13）三种宇宙速度

第一宇宙速度：　　$v_1=\sqrt{GM/r}=7.9km/s$

第二宇宙速度：　　$v_2=\sqrt{2GM/r}=11.2km/s$

第三宇宙速度：$v_3 = 16.7km/s$

5，机械能

功 ：W = Fs cosθ（适用于恒力的功的计算，θ为力与位移的夹角）

功率：P=W/t=Fvcosθ（θ为力与速度的夹角）

机车启动过程中的最大速度：$v_m = P_{额}/f$

动能：$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{P^2}{2m} = \frac{1}{2}Pv$ 单位为焦耳，符号J

动能定理：$W_{总} = \frac{1}{2}mv_t^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = E_{k2} - E_{k1}$

重力势能：$W_G = mgh$（h为物体与零势面之间的距离）

弹性势能：$E = \frac{1}{2}kx^2$

机械能守恒定律三种表达式：

（1）物体（或系统）初态的总机械能 E_1 等于末态的总机械能 E_2，即 $E_1=E_2$。

（2）物体（或系统）减少的势能 $\Delta E_{p减}$ 等于增加的动能 $\Delta E_{k增}$，即 $\Delta E_{p减} = \Delta E_{k增}$。

（3）若系统内只有 A、B 两个物体，则 A 减少的机械能 $\Delta E_{A减}$ 等于 B 增加的机械能 $\Delta E_{B增}$，即 $\Delta E_{A减} = \Delta E_{B增}$。

6，动量

动量：$p = mv = \sqrt{2mE_k}$

冲量：I=Ft

动量定理：$Ft = p' - p$

动量守恒定律的几种表达式：

a，$p = p'$

b，$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$

c，$p_1 = -\Delta p_2$

d，p=0

7，机械振动

简谐振动回复力：F=-kx

加速度：$a = F/m = -kx/m$

简谐振动的周期： $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ （m为振子的质量）

单摆周期：$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$（摆角小于 5^0）

8，机械波

波长、频率、波速的关系

$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \qquad f = \frac{1}{T}$

热学

阿伏伽德罗常数：N_A=6.02×$10^{23}$$mol^{-1}$

用油膜法测分子的大小，直径的数量级为 10^{-10}m，分子质量的数量级为 10^{-27}kg

与阿伏伽德罗常数有关的宏观量与微观量的计算:

分子的质量：$m_0 = \frac{M_A}{N_A} = \frac{\rho V_A}{N_A}$

分子的体积：$V_0 = \frac{V_A}{N_A}$

分子的大小：球形体积模型直径 $d = \sqrt[3]{\frac{6V_0}{\pi}}$ ，立方体模型边长：$d = \sqrt[3]{V_0}$

物质所含的分子数：$N = nN_A = \frac{M_A}{m_0}N_A = \frac{V_A}{V_0}N_A = \frac{V_A\rho}{m_0}N_A = \frac{M_A}{\rho V_0}N_A$

热力学第一定律

内容：外界对物体做的功 W 加上物体与外界交换的热量 Q 等于物体内能的变化量ΔE。

表达式：ΔE=W+Q

热力学第二定律

内容：热传导具有从高温向低温的方向性，没有外界的影响和帮助，不可能向相反的方向进行。

或：（1）不可能使热量由低温物体传递到高温物体，而不引起其它变化

（2）不可能从单一热源吸收热量，并把它全部用来做功，而不引起其它变化。

热机做的功 W 和它从热源吸收的热量 Q_1 的比值，叫热机的效率。

$\eta = \frac{W}{Q_1}$, η 总小于 1。

热力学第三定律：不可能使温度达到绝对零度。

固体、气体和液体

理想气体三定律

玻马定律：m 一定，T 不变，$P_1V_1=P_2V_2$。或 PV =恒量

查理定律：m 一定，V 不变， $\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2}$ 或$P_t=P_o$（1+t/273）

盖•吕萨克定律：m 一定，T 不变 $\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$ 或 $\frac{V}{T}=$恒量 或$V_t=V_o$(1+t/273)

理想气体状态方程： $\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{p_2V_2}{T_2}$

克拉伯龙方程： $pV=nRT$（R=8.31J/mol•K，n为气体物质的量）

电磁学

电场

元电荷$e=1.6\times10^{-19}$C

库仑定律： $F=k\frac{Q_1Q_2}{r^2}$ （$k=9.0\times10^9Nm^2/C^2$）

电场强度： $E=\frac{F}{q}$ （定义式）

点电荷的电场强度： $E=k\frac{Q}{r^2}$

电场力：F=qE

电势： $\varphi=\varepsilon/q$ （ε 为电势能）

电势差： $U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B=W_{AB}/q$

电场力做的功：$W=qU=qEd$

电容： $C=\frac{Q}{U}$ （定义式）

决定式： $C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$ 电容中的电场强度： $E=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$

平行板电容器两极板间的电场强度为（由E=U/d,C=Q/U和得出）

带点粒子在电场中的运动

①粒子穿越电场的加速度：$a=\frac{F}{m}=\frac{qE}{m}=\frac{qU}{md}$

②粒子穿越电场的运动时间：$t=\frac{L}{v_0}$

③粒子离开电场的侧移距离：$y=\frac{1}{2}at^2=\frac{1}{2}\frac{qEL^2}{mv_0^2}=\frac{qUL^2}{2mdv_0^2}$

④粒子离开电场时的偏角θ：$\tan\theta=\frac{v_y}{v_0}=\frac{qUL}{mdv_0^2}$

恒定电流

电流强度：$I=\frac{Q}{t}=\frac{U}{R}=neSv$

电阻：$R=\frac{U}{I}=\rho\frac{l}{S}$（ρ为导体的电阻率，单位Ω•m）

（1）串联电路

①各处的电流强度相等：$I_1=I_2=\cdots\cdots=I_n$　　②分压原理：$\frac{U_1}{R_1}=\frac{U_2}{R_2}=\ldots\ldots=\frac{U_n}{R_n}$

③电路的总电阻：$R=R_1+R_2+\cdots\cdots+R_n$　　④电路总电压：$U=U_1+U_2+\cdots\cdots+U_n$

(2)并联电流

①各支路电压相等：$U=U_1=U_2=\cdots\cdots=U_n$　　②分流原理：$I_1R_1=I_2R_2=\cdots\cdots=I_nR_n$

③电路的总电阻：$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\ldots\ldots+\frac{1}{R_n}$　　④电路中的总电流：$I=I_1+I_2+\cdots\cdots+I_n$

焦耳定律

$$W=Q=Pt=I^2Rt=\frac{U^2}{R}t$$

$$P=P_{热}=I^2R=UI=\frac{U^2}{R}$$

无论串联电路还是并联电路，电路的总功率等于各用电器功率之和，即：

$P_{总}=P_1+P_2+\ldots\ldots+P_n$

闭合电路欧姆定律

（1）路端电压与外电阻R的关系：$U=IR=\frac{ER}{R+r}=\frac{E}{1+\frac{r}{R}}$（外电路为纯电阻电路）

（2）路端电压与电流的关系：U=E－Ir（普适式）

电源的总功率（电源消耗的功率）$P_{总}=IE$

电源的输出功率（外电路消耗的功率）$P_{输}=IU$

电源内部损耗的功率：$P_{损}=I^2r$

由能量守恒有：$IE=IU+I^2r$

外电路为纯电阻电路时：$P_{输}=IU=I^2R=\frac{E^2R}{(R+r)^2}=\frac{E^2}{\frac{(R-r)^2}{R}+4r}$

由上式可以看出，**当外电阻等于电源内部电阻（R=r）时，电源输出功率最大**，其最大输出功率为$P_{出max}=\frac{E^2}{4r}$

电源的效率：电源的输出功率与电源功率之比，即

$$\eta=\frac{P_{出}}{P}\times100\%=\frac{IU}{IE}\times100\%=\frac{U}{E}\times100\%$$

对纯电阻电路，电源的效率为$\eta=\frac{I^2R}{I^2(R+\mathrm{r})}\times100\%=\frac{R}{R+\mathrm{r}}\times100\%=\frac{1}{1+\frac{\mathrm{r}}{R}}\times100\%$

由上式看出：**外电阻越大，电源的效率越高。**

磁场

定义式：B=F/IL，为矢量

安培力 F=BIL（磁场与电流垂直），F=0（磁场与电流平行），F=BILsinθ（磁场与电流成θ角）

两电流不平行时，有转动到相互平行且电流方向相同的趋势。

磁通量：Φ=BSsinθ（θ为磁场与平面之间的夹角）

磁场对运动电荷的作用

洛伦兹力的大小：F=qvB

带电粒子在磁场中的匀速圆周运动基本公式

①向心力：$qvB=m\frac{v^2}{R}$。

②粒子圆周运动的半径$R=\frac{mv}{qB}$。

③周期、频率和角速度公式：$T=\frac{2\pi R}{v}=\frac{2\pi m}{qB}$，$f=\frac{1}{T}=\frac{qB}{2\pi m}$，$\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi f=\frac{qB}{m}$。

④动能公式：$E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{p^2}{2m}=\frac{(BqR)^2}{2m}$

电磁感应定律

电路中感应电动势的大小，跟穿过这一电路的磁通量的**变化率**成正比：$E=n\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$

⑴导体切割磁感线产生的感应电动势 E=BLvsinθ，应用此公式时 B、L、v 三个量必须是两两相互垂直，于是 E=BLv。θ为 B 与 v 之间的夹角。

⑵导体棒以端点为轴，在垂直于磁感线的匀强磁场中匀速转动产生感应电动势$E=\frac{1}{2}Bl^2\omega$，（平均速度取中点位置的线速度$\frac{1}{2}l\omega$来计算）。

⑶矩形线圈在匀强磁场中，当在中性面时，E=0。开始转动时，用 E=nBsωsinθ，当处于与磁场平行的面时，E=nBsω(最大），开始转动时用 E=nBsωcosθ计算。

在滑轨中，安培力大小$F=BIl=\frac{B^2l^2v}{R}$，$I=\frac{Blv}{R}=\frac{BS}{R}=\frac{\Phi}{R}$

自感电动势：$E=L\frac{\Delta I}{\Delta t}$（L 是自感系数）

安培定则、左手定则、右手定则、楞次定律应用于不同现象。

基本现象		应用的定则或定律
运动电荷、电流产生磁场		安培定则
磁场对运动电荷、电流作用		左手定则
电磁感应	部分导体切割磁感线运动	右手定则
	闭合回路磁通量变化	楞次定律

交变电流

正弦交变电流的瞬时值：$e=E_m\sin\omega t=NBS\omega\sin\omega t$，$u=U_m\sin\omega t$，$i=I_m\sin\omega t$。

$E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}$　$U=\frac{U_m}{\sqrt{2}}=0.707U_m$　$I=\frac{I_m}{\sqrt{2}}=0.707I_m$　（均为有效值，只适用于正弦交变电流）

周期(T)是交变电流完成一次周期性变化所需的时间，$T=2\pi/\omega$。
频率（f）是交变电流 1s 内完成周期变化的次数，$f=1/T=\omega/2\pi$。

电容和电感对交变电流的影响

容　$X_C=\frac{1}{2\pi fC}$　抗：

感抗：$X_L=2\pi fL$

变压器

电压关系：U_1：$U_2=n_1:n_2$
电流关系：I_1：$I_2=n_2$：n_1
$P_1=P_2$，即 $U_1I_1=U_2I_2$（若有一个原线圈，多个副线圈时：$P_1=P_2+P_3+\cdots\cdots$，即 $U_1I_1=U_2I_2+U_3I_3+\cdots$）

电磁场和电磁波

电磁波的周期：$T=2\pi\sqrt{LC}$

电磁波的频率：$T=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

光学

光的传播

光在真空中的速率：v=3×10^8km/s

$c=\lambda f=\dfrac{\lambda}{T}$

折射率：$n=\dfrac{\sin i}{\sin r}$（i 为入射角，r 为折射角）

光在介质中的速率：$v=\dfrac{c}{n}$（n 为介质的折射率）

临界角（折射角变成 90^0 时的入射角）：$\sin C=\dfrac{1}{n}$，$C=\arcsin\dfrac{1}{n}$

可见光中红光的折射率最小，临界角最大，在同一种介质中光速最大，紫光刚好相反。

光的波动性

在双缝干涉实验中，若$\delta=n\lambda(n=0、1、2、3\ldots\ldots)$，出现亮条纹

若$\delta=(2n+1)\dfrac{\lambda}{2}(n=0、1、2、3\ldots\ldots)$，出现暗条纹

在双缝干涉实验中，明暗条纹之间的距离Δx 与双缝之间距离 d、双缝到屏的距离 L 以及光的波长λ有光，即$\Delta x=\dfrac{L}{d}\lambda$。

透镜成像公式$\dfrac{1}{U}+\dfrac{1}{V}=\dfrac{1}{f}$，U 为物距，V 为像距（虚像去负值），f 为焦距（凹透镜取负值）

量子论

光子的能量：$E=h\nu$（h=6.63×10^{-34}J•s，为普朗克常量，ν是光子的频率）

光电效应方程式：$\dfrac{1}{2}mv_m^2=h\nu-W$，　极限频率$\nu=\dfrac{W}{h}$

原子学

波尔的原子理论：$h\nu=E_2-E_1$

氢原子能级公式：$E_n=\dfrac{1}{n^2}E_1$

氢原子轨道半径公式：$r_n=n^2r_1$（n=1、2、3……）

质子的发现（1919 年，卢瑟福）：${}_{7}^{14}N+{}_{2}^{4}He\rightarrow{}_{8}^{17}0+{}_{1}^{1}H$

中子的发现(1932 年，查德威克）：${}_{4}^{9}Be+{}_{2}^{4}He\rightarrow{}_{6}^{12}C+{}_{0}^{1}n$

放射性同位素的发现（1934 年，居里夫妇）：${}_{13}^{27}Al+{}_{2}^{4}He\rightarrow{}_{15}^{30}P+{}_{0}^{1}n$　　${}_{15}^{30}P\rightarrow{}_{14}^{30}Si+{}_{0}^{1}n$

半衰期

原子剩余数量：$N' = N_0(\frac{1}{2})^n$，原子剩余质量 $m' = m_0(\frac{1}{2})^n$，其中 $n = \frac{t}{\tau}$，τ 为半衰期

裂变方程：${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n$

聚变方程：${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

爱因斯坦质能方程：$\Delta E = \Delta mc^2$