第1章 质点运动学

1、位置矢量 $\vec{r}=x\vec{i}+y\vec{j}+z\vec{k}$

2、运动方程和轨迹方程 $\vec{r}=\vec{r}(t)$ $f(x, y, z)=0$

3、位移 $\Delta\vec{r}=\vec{r}_B-\vec{r}_A$

4、速度 $\vec{v}=\dfrac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t}$

5、加速度 $\vec{a}=\dfrac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}=\dfrac{\mathrm{d}^2\vec{r}}{\mathrm{d}t^2}$

微分，
积分，
分离变量，
变量代换。

$$\vec{a}=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\vec{\mathrm{e}}_{\mathrm{t}}+\frac{v^2}{\rho}\vec{\mathrm{e}}_{\mathrm{n}}=\vec{a}_{\mathrm{t}}+\vec{a}_{\mathrm{n}}$$

$$v=R\omega \quad a_{\mathrm{t}}=R\beta \quad a_{\mathrm{n}}=R\omega^2$$

相对运动： $\boxed{\vec{v}=\vec{v}'+\vec{u}}$

第2章 牛顿运动定律

1. 三个定律

牛顿三定律，特别是：

$$\vec{F}=\frac{\mathrm{d}(m\vec{v})}{\mathrm{d}t}=m\vec{a}$$

惯性力：

$$\boxed{\vec{f}_i=-m\vec{a}_0}$$

惯性离心力：

$$\boxed{\vec{f}_i=-mr\omega^2\vec{\mathrm{e}}_\mathrm{n}}$$

科里奥利力：

$$\boxed{\vec{f}_c=2m\vec{v}\times\vec{\omega}}$$

2. 质点的动量： $\vec{p}=m\vec{v}$

动量定理： $\vec{I}=\int_{t_1}^{t_2}\vec{F}(t)\mathrm{d}t=\vec{p}_2-\vec{p}_1=m\vec{v}_2-m\vec{v}_1$

质点系的动量： $\vec{p}=\sum\vec{p}_i$

质点系动量定理： $\int_{t_1}^{t_2}\sum\vec{F}_{i外}\mathrm{d}t=(\sum\vec{p}_i)_2-(\sum\vec{p}_i)_1$

质点系动量守恒定律： 当$\sum\vec{F}_i=0$时，$\sum\vec{p}_i=$恒矢量

3. 质点的角动量

$$\vec{L}=\vec{r}\times\vec{p} \qquad \vec{M}=\vec{r}\times\vec{F}$$

角动量定理：
$$\begin{cases} \vec{M}=\dfrac{\mathrm{d}\vec{L}}{\mathrm{d}t} \\ \displaystyle\int_{t_1}^{t_2}\vec{M}\mathrm{d}t=\vec{L}_2-\vec{L}_1 \end{cases}$$

角动量守恒定律： 当$\vec{M}=0$时，$\vec{L}=$恒矢量

4. 质点的动能定理

$$A_{ab}=\int_a^b\vec{F}\cdot\mathrm{d}\vec{r}=E_{kb}-E_{ka}=\frac{1}{2}mv_b^2-\frac{1}{2}mv_a^2$$

5. 保守力的功

$$A_{ab}=-(E_{pb}-E_{pa})$$

典型保守力对应的势能函数，势能零点。

6. 质点系的功能原理

$$A_{外}+A_{非保守内力}=E_b-E_a=\Delta E$$

7. 机械能守恒定律

当$A_{外}+A_{非保内}=0$时，$E=E_k+E_p=$恒量

第3章 刚体的定轴转动

1、刚体的平动　质心

$$\vec{r}_c = \frac{\int \vec{r}\mathrm{d}m}{\int \mathrm{d}m} = \frac{1}{m}\int \vec{r}\mathrm{d}m \qquad \vec{F} = \frac{\mathrm{d}\vec{p}}{\mathrm{d}t} = m\frac{\mathrm{d}\vec{v}_c}{\mathrm{d}t} = m\vec{a}_c$$

刚体定轴转动的描述： $v = r\omega \quad a_\mathrm{t} = r\beta \quad a_\mathrm{n} = r\omega^2$

2、刚体对转轴的转动惯量：

$$\boxed{J = \sum_i m_i r_i^{\,2}}$$

刚体定轴转动定律: $\boxed{M = J\beta}$

转动惯量的计算: $\boxed{J = J_C + md^{\,2}}$ ——平行轴定理

刚体定轴转动定律的应用

$M = J\beta$ 与 $\vec{F} = m\vec{a}$ 地位相当

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{M} = J\vec{\beta}$$

$$\left\{\begin{array}{l} \vec{M} \longrightarrow \vec{F} \\ \vec{\beta} \longrightarrow \vec{a} \\ J \longrightarrow m \end{array}\right.$$

m反映质点的平动惯性

J反映刚体的转动惯性

$$\boxed{v = r\omega}$$

3、刚体的转动动能 $E_k=\frac{1}{2}J\omega^2$

力矩的元功 $\mathrm{d}A=M\,\mathrm{d}\theta$

定轴转动的动能定理 $A=\frac{1}{2}J\omega_2{}^2-\frac{1}{2}J\omega_1{}^2=E_{k2}-E_{k1}$

刚体绕定轴转动的机械能： $\frac{1}{2}J\omega^2+mgy_C$

4、刚体绕定轴转动的角动量： $L_z=J\omega$

刚体绕定轴转动的角动量定理： $M_z=\frac{\mathrm{d}L_z}{\mathrm{d}t}$

角动量守恒定律 若$M=0$，则$L=J\omega$ 为常矢量

5、进动

第4章 流体运动简介

1、流线与流管

2、连续性方程：$\boxed{Sv = 常量}$

分支流管的连续性方程： $\boxed{S_1v_1 = S_2v_2 + S_3v_3}$

3、伯努利方程：$\boxed{p + \rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2 = 常量}$

分支流管的伯努利方程：形式不变

4、黏性流体的运动：层流、湍流、雷诺数

(1) $Re<2000$, 层流;
(2) $Re>3000$, 湍流;
(3) $2000<Re<3000$, 过渡流, 两种情况均可。

5、黏性流体的伯努利方程

$$\boxed{p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 + w}$$

6、泊肃叶定律

$$\boxed{Q = \frac{\pi R^4 (p_1 - p_2)}{8\eta L}}$$

第5章 狭义相对论

$$x' = x - vt$$
$$y' = y$$
$$z' = z$$
$$t' = t$$

伽利略变换

$$\boxed{\vec{u} = \vec{u}' + \vec{v}} \quad \boxed{\vec{a} = \vec{a}'}$$

爱因斯坦的狭义相对论基本假设

1、一切物理规律在任何惯性系中形式相同；

——爱因斯坦相对性原理

2、在任何惯性系中，光在真空中传播的速率都相等。

——光速不变原理

洛仑兹变换式

同时性的相对性是光速不变原理的直接结果。

时间的度量是相对的，同时性的相对性。

空间的度量是相对的

洛仑兹变换

$$x' = \gamma(x - vt)$$
$$y' = y$$
$$z' = z$$
$$t' = \gamma\left(t - \frac{\beta}{c}x\right)$$

$$x = \gamma(x' + vt')$$
$$y = y'$$
$$z = z'$$
$$t = \gamma\left(t' + \frac{\beta}{c}x'\right)$$

$$\beta \equiv \frac{v}{c}$$

$$\gamma \equiv \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

$$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - \frac{v}{c^2}u_x}$$

$$u'_y = \frac{u_y}{1 - \frac{v}{c^2}u_x}\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$u'_z = \frac{u_z}{1 - \frac{v}{c^2}u_x}\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + \frac{v}{c^2}u'_x}$$

$$u_y = \frac{u'_y}{1 + \frac{v}{c^2}u'_x}\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$u_z = \frac{u'_z}{1 + \frac{v}{c^2}u'_x}\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

光速不变是指光的传播速率不变，并非光的传播的方向不变！

时间膨胀 $$\boxed{\Delta t = \gamma\tau_0 > \tau_0}$$ 原时最短

长度收缩 $$\boxed{L = \frac{L_0}{\gamma} = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} < L_0}$$ 原长最长

质速关系 $$\boxed{m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}} = \gamma m_0$$

相对论动量 $$\vec{p} = m\vec{v} = \frac{m_0\vec{v}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

相对论动能

$$\boxed{E_k = mc^2 - m_0c^2}$$

质能关系：$\boxed{E = mc^2} = \dfrac{m_0c^2}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}} = \gamma m_0c^2$

能量动量关系式

$$\boxed{E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4}$$

第6章　静电场

一. 基本概念和基本规律

库仑定律、电力叠加原理、电场强度、点电荷的场强公式、场强叠加原理、电通量。

二. 静电场的高斯定理

$$\oint_S \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0}\sum_{S内} q_i = \frac{1}{\varepsilon_0}\int_V \rho \cdot \mathrm{d}V$$

有源场

三. 电场的计算

1. 点电荷的场强叠加求和或积分

2. 高斯定理求对称电场

四. 静电场环路定理

$$\oint_L \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = 0$$

无旋场、保守场

五. 典型电场表达式、对称电场曲线特征

点电荷、均匀带电圆环轴线上、无限长均匀带电直线、均匀带电球面（体）、无限长均匀带电圆柱面（体）、无限大均匀带电平面。

六. 电势差与电势

1. 定义

$$V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{l}$$

$$V_P = \int_P^{V=0} \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{l}$$

2. 电势的计算

①按定义

②点电荷的电势叠加求和或积分

3. 应用

在电场中移动电荷时，电场力所做的功：$A = q(V_1 - V_2)$

七. 电场与电势的关系

$$E_l = -\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}l}$$

$$\vec{E} = -\nabla V$$

八. 静电场中的导体

1. 导体静电平衡条件、电荷分布、表面上的场强与电荷面密度的关系

2. 有导体存在时静电场的计算 $\begin{cases}\text{电荷分布}\\\text{电场分布}\end{cases}$

高斯定理、电势概念、电荷守恒定律、导体静电平衡条件。

九. 静电场中的电介质

1. 两类分子电介质的极化机制 $\begin{cases}\text{取向极化}\\\text{位移极化}\end{cases}$

2. 实验结论

$$\vec{P} = \varepsilon_0(\varepsilon_r - 1)\vec{E}$$

$$\vec{E} = \frac{1}{\varepsilon_r}\vec{E}_0$$

3. 介质中的高斯定理

$$\oint \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \sum q_{自}$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\varepsilon}$$

十. 电容、电容器

1. 定义　　$\boxed{C=\dfrac{q}{V}}$

2. 电容的计算　　①按定义　　②利用串、并联公式

3. 电容器的能量

插入电介质对电容器的电容、电量、电压、电场和能量的影响。

十一. 静电场的能量

$$W=\frac{1}{2}CU^2$$ 静电能表达式

$$W=\int_V \frac{1}{2}\varepsilon E^2 \mathrm{d}V$$ 电场能表达式

电场能量密度

$$w_e=\frac{1}{2}\varepsilon E^2=\frac{1}{2}\vec{D}\cdot\vec{E}$$

第7章　稳恒磁场

一. 毕 — 萨定律

$$\mathrm{d}\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\mathrm{d}\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$

二. 安培环路定理

$$\oint_L \vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{l} = \mu_0 \sum_{内} I = \mu_0 \int_S \vec{j}\cdot\mathrm{d}\vec{S}$$

三. 磁场的计算

1. 毕 — 萨定律+叠加原理

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\int \frac{I\mathrm{d}\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$

2. 安培环路定理求对称磁场

3. 补偿法

四. 典型磁场表达式、对称磁场曲线特征

①直电流

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

无限长、半无限长、电流延长线上

②圆电流

$$B=\frac{\mu_0 I R^2}{2(x^2+R^2)^{3/2}}$$

圆心处、

圆弧电流在圆心处

③载流长直螺线管

$$B=\mu_0 n I$$

④均匀载流长直圆柱体

$$\begin{cases} B=\dfrac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} \\ B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r} \end{cases}$$

⑤无限大均匀载流平面

$$B=\frac{1}{2}\mu_0 i$$

五. 磁场中的带电粒子

1. 洛伦兹力

2. 霍尔效应

$$\begin{cases} U_H=R_H\dfrac{IB}{d} \\ R_H=\dfrac{1}{nq} \end{cases}$$

六. 磁场对载流导线的作用

1. 安培定律

$$\boxed{\vec{F} = \int_0^l I\mathrm{d}\vec{l} \times \vec{B}}$$

非均匀磁场中：须利用积分。

2. 磁场作用于载流线圈的力和力矩

①载流线圈的磁矩

$$\boxed{\vec{p}_m = I\vec{S} = IS\vec{e}_\mathrm{n}}$$

②磁力矩

$$\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$$

七. 磁介质

1. 磁介质的分类

2. 磁化面电流的特征

3. *H*的环路定理

$$\boxed{\oint_L \vec{H} \cdot \mathrm{d}\vec{l} = \sum I_i}$$

$$\boxed{\vec{B} = \mu \vec{H}}$$

4. 铁磁质的分类

第8章 电磁感应总结

一、电磁感应定律

$$\varepsilon_i = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$$

能同时反映电动势的大小和方向。

二、楞次定律

快捷判断感应电流的方向。

三、动生电动势

$$\varepsilon = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \mathrm{d}\vec{l}$$

方向：右手定则

导体中动生电动势的方向由电势低指向电势高。

四、感生电动势 感应电场

1. $\vec{E}_i$的环路定理

$$\varepsilon_i = \oint_L \vec{E}_i \cdot \mathrm{d}\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot \mathrm{d}\vec{S}$$

2. 感应电场的方向 $\vec{E}_i$与$\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$成左螺旋关系或楞次定律。

3. 感应电场的计算

4. 圆柱形变化磁场中导体上的感生电动势的计算

五、自感与互感

1. 自感系数、互感系数的计算

2. 借助互感系数计算互感电动势

六、磁场的能量

1. **自感磁能** $W_m = \frac{1}{2} L I^2$

2. **磁场的能量** $W_m = \int \frac{B^2}{2\mu} \mathrm{d}V$

七、麦克斯韦方程组

1. 位移电流及其计算

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

方向即 $\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ 的方向。

$$I_D = \int_S \vec{j}_D \cdot \mathrm{d}\vec{S} = \frac{\mathrm{d}\Phi_D}{\mathrm{d}t}$$

2. 麦克斯韦方程组中各方程的物理意义

$$\oint_S \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \int_V \rho \,\mathrm{d}V$$

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

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

$$\oint_L \vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = \int_S (\vec{j}_{传导} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t})\cdot \mathrm{d}\vec{S}$$

麦克斯韦方程组

静电场：有源场
感应电场：无源场

静电场：无旋场
感应电场：有旋场

磁场：无源场

磁场：有旋场