

第9章 恒定磁场

一. 毕 — 萨定律

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

二. 安培环路定理 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_{\text{内}} I_i = \mu_0 \int_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$ 有旋场

三. 磁场的计算

1. 毕 — 萨定律+叠加原理

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

2. 安培环路定理求对称磁场

3. 叠加法

四. 典型磁场表达式、对称磁场曲线特征

① 直流电

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

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、
圆弧电流在圆心

③载流长直螺线管

$$B = \mu_0 n I$$

④均匀载流长直圆柱体

$$B_{\text{柱内}} = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}$$

$$B_{\text{柱外}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

⑤无限大均匀载流平面

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

磁场的方向与电流互成右手螺旋关系。

五. 平面载流线圈的磁矩

$$\vec{m} = I S \vec{n}$$

六. 磁通量、磁场的高斯定理

$$\Phi_B = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

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

无源场

第8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

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{S \text{ 内}} q_i = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho \cdot dV$$

三. 电场的计算

有源场

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

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

无旋场、保守场

五. 电势差与电势

1. 定义

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

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

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

在静电场中移动电荷时，
电场力所做的功：

$$A = q(V_1 - V_2)$$

六. 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、壳）、无限长均匀带电圆柱面
（体、筒）、无限大均匀带电平面。

七. 场强与电势的关系

$$E_l = -\frac{dV}{dl}$$

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

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

高斯定理、电势概念、电荷守恒定律、导体静电平衡条件。

电荷分布

电场分布

九. 静电场中的电介质

1. 两类分子电介质的极化机制

取向极化

位移极化

2. 实验结论

$$\vec{P} = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) \vec{E}$$

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

3. 介质中的高斯定理

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \sum q_{\text{自}}$$

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

十. 电容、电容器

1. 定义

$$C = \frac{q}{V}$$

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

③能量（电容器能量为极板间电场能量）

就两种情况，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

1. 基本表述

$$W = \int_V \frac{1}{2} \epsilon E^2 dV$$

2. 电荷在外电场中的静电势能

$$W = qV$$

第6章 气体动理论

一、基本概念、基本规律

1. 理想气体状态方程

$$pV = \nu RT = NkT \quad p = nkT$$

2. 速率分布函数（及其物理意义）

$$f(v) = \frac{dN}{Ndv} \quad \int_0^{\infty} f(v)dv = 1$$

3. 麦克斯韦速率分布曲线特征

4. 三种统计速率

1) 最概然速率

$$v_p = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$$

2) 平均速率

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

3) 方均根速率

$$\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

5. 理想气体的压强公式

$$p = \frac{1}{3} m_f n \overline{v^2} = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2} = \frac{2}{3} n \bar{\epsilon}_t \quad \bar{\epsilon}_t = \frac{1}{2} m_f \overline{v^2}$$

6. 温度的统计概念

$$\bar{\epsilon}_t = \frac{3}{2} kT$$

7. 能量均分定理

分子的每一个自由度的平均动能等于 $\frac{1}{2} kT$

分子的平均总动能: $\bar{\epsilon}_k = \frac{i}{2} kT$

ν_{mol} 气体内能: $E = \frac{i}{2} N k T = \frac{i}{2} \nu R T$

默认气体分子均是理想且刚性的，三类分子的自由度数 i ?

第7章 热力学基础

一、基本概念、基本规律

1. 准静态过程，热量，热容量，定容、定压摩尔热容

$$C_{V,m} = \frac{i}{2} R \quad C_{p,m} = C_{V,m} + R \quad \gamma = \frac{C_{p,m}}{C_{V,m}}$$

2. 热力学第一定律

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta Q = dE + \delta A \\ Q = \Delta E + A \end{array} \right.$$

3. 内能的改变、功、热量的计算公式

$$\Delta E = \nu C_{V,m} (T_2 - T_1) = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad Q = \nu \int_{T_1}^{T_2} C_m dT \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_V = \nu C_{V,m} (T_2 - T_1) \\ Q_p = \nu C_{p,m} (T_2 - T_1) \end{array} \right.$$

4. 理想气体等值、绝热过程中内能的改变、热量、功

5. 循环过程 1)循环过程特征

2)循环闭合曲线所包围的面积的含义

3)热机效率的定义及计算

4)卡诺热机的效率 $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

5)了解逆循环制冷系数的定义

6. 热力学第二定律

1)可逆过程和不可逆过程

2)两种表述及其含义

3)熵变的计算：设计可逆过程 $S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{\mathrm{d}Q}{T}$

4)了解微观解释；熵增加原理；熵的微观意义；统计解释。



第5章 狭义相对论

一、狭义相对论基本原理

1. 一切物理规律在任何惯性系中形式相同；
2. 在任何惯性系中，光在真空中传播的速率都相等。

二、洛仑兹时空坐标变换式

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

应用关键

记准公式

设事件的
时空坐标 $S : (x_1, t_1)$
 $S' : (x'_1, t'_1)$

三、狭义相对论时空观

1. 同时性的相对性

$$\Delta t' = t'_2 - t'_1 = \frac{\Delta t - \frac{v}{c^2} \Delta x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

若 $\Delta t = 0$
但 $\Delta x \neq 0$ } $\Delta t' \neq 0$

仅 $\Delta t = 0$
且 $\Delta x = 0$ } $\Delta t' = 0$

2. 时间膨胀

两地时 $\Delta t = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \tau_0$ 原时 (同地)

$\Delta t > \tau_0$
原时最短

3. 长度收缩

运动长度 (同时) $L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < L_0$ 原长

原长最长

四、相对论动力学

1. 相对论质量:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\vec{p} = m \vec{v}$$

2. 相对论动能

$$E_k = mc^2 - m_0c^2$$

3. 相对论质量能量关系

$$E = mc^2$$

4. 相对论中能量动量关系

$$E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4$$

第4章 流体运动简介

一、理想流体的稳定流动

两个重要概念：**流线**和**流管**

二、连续性方程

$$Q = \Delta S_1 v_1 = \Delta S_2 v_2 = \text{常量}$$

分支流管： $\Delta S_1 v_1 = \Delta S_2 v_2 + \Delta S_3 v_3$

三、伯努利方程

$$p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{常量}$$

不均匀水平管

均匀管

四、黏性流体的伯努利方程

五、泊肃叶定律

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

第3章 刚体的定轴转动

一、刚体定轴转动的角量描述、角量与线量的关系

二、转动惯量

$$J = \sum_i m_i r_i^2 = \int r^2 dm$$

三、定轴转动定律

$$M = J \alpha$$

总质量、质量对轴的分布、轴的位置。

具有可加性。

平行轴定理。

刚体与物体的运动学关系：

$$a = R \alpha$$

四、刚体转动的功和能

转动动能

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

刚体在重力场中的机械能守恒：

$$\frac{1}{2} J \omega^2 + m g y_c = \text{常量}$$

五、刚体（定轴转动质点系）的角动量

1. 刚体对轴的角动量

$$L = J \omega$$

2. 刚体的角动量定理

$$\left\{ \begin{array}{l} M = \frac{dL}{dt} \\ \int_0^t M dt = L_2 - L_1 \end{array} \right.$$

3. 刚体的角动量守恒定律

当 $M=0$ 时， $L=\text{恒量}$

第1章 质点运动学



一、基本概念

$\vec{r}, \Delta\vec{r}, \vec{v}, \vec{a}$ 速率: $v = \frac{ds}{dt}$

二、运动方程和轨迹方程:

$$\vec{r} = \vec{r}(t) = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

分量式:
$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$$

轨迹方程: $f(x, y, z) = 0$

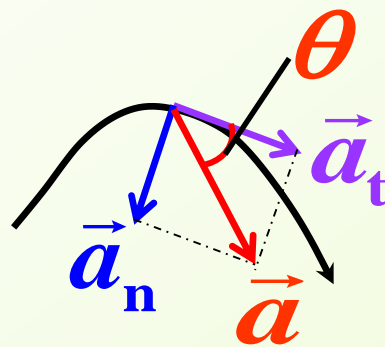
三、自然坐标系

1. 切向加速度和法向加速度

$$a_t = \frac{dv}{dt}$$

$$a_n = \frac{v^2}{\rho}$$

$$|\vec{a}| = a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$$



2. 圆周运动质点 (R) 的角量描述

$$\theta, \omega = \frac{d\theta}{dt}, \alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

3. 线量与角量的关系

$$v = R \omega \quad a_t = R \alpha \quad a_n = R \omega^2$$

四、相对运动

静参考系、 动参考系、 运动物体

$\vec{v}_{\text{物对静}}$ —— 绝对速度 \vec{v}

$\vec{v}_{\text{物对动}}$ —— 相对速度 \vec{v}'

$\vec{v}_{\text{动对静}}$ —— 牵连速度 \vec{u}

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u}$$

伽利略速度变换式



第2章 牛顿运动定律

一、基本概念、基本定理、定律

1. 三个定律

牛顿三定律，特别是：

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

2. 质点的动量： $\vec{p} = m \vec{v}$

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

质点系的动量： $\vec{p} = \sum \vec{p}_i$

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

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

3. 质点的角动量

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

角动量定理: $\left\{ \begin{array}{l} \vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} \\ \int_{t_1}^{t_2} \vec{M} dt = \vec{L}_2 - \vec{L}_1 \end{array} \right.$

角动量守恒定律: 当 $\vec{M} = 0$ 时, $\vec{L} = \text{恒矢量}$

4. 质点的动能定理

$$A_{ab} = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{r} = E_{kb} - E_{ka} = \frac{1}{2} m v_b^2 - \frac{1}{2} m v_a^2$$

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

$$A_{\text{外}} + A_{\text{非保守内力}} = E_b - E_a = \Delta E$$

7. 机械能守恒定律

当 $A_{\text{外}} + A_{\text{非保内}} = 0$ 时, $E = E_k + E_p = \text{恒量}$

二、惯性力

1. 加速平动参照系

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

2. 转动参考系

若物体相对于参考系静止:

惯性离心力

若物体相对于参考系运动:

惯性离心力+科里奥利力

课堂演示实验（现象，原理，解释）

力学：

1. 锥体上滚
2. 对比式转动定律
3. 离心节速器
4. 直升机模型
5. 进动（车轮）

热学：

1. 伽耳顿板
2. 速率分布

电磁学：

1. 电荷曲率分布
2. 电风车
3. 静电滚筒
4. 尖端放电

关于期末考试

一、考试时间：6月23日(周一) 上午：8:30~11:00

二、考试内容：第1章~第9章第4节

三、答疑安排：

1. 6月21日下午：14:30~16:30，地点：C₅-116

2. 6月22日上午：8:30~11:30，C₅-116

3. 企业微信群(6月22日下午和晚上不答疑)

四、分数大致分布：

力学40+ { 质点力学20-
流体与刚体~15
相对论~10

热学20+ { 动理论10-
热力学~15

电磁学~35 { 静电场29
稳恒磁场~6

五、试卷结构：

一. 选择题（30分）

二. 填空题（30分）

三. 计算题（4题40分）

1. 2. 力学（质点动力学；刚体）

3. 热学（热一律对理想气体等值,绝热,循环过程的应用）

4. 电学（电场、电势的计算）

复习参考：课后习题→课堂例题→课本例题

借一本学习指导书热身、勤答疑。

综合成绩 = 期末卷面 $\times 70\%$ + 平时成绩 $\times 30\%$