

# 普通物理期中小结

2024 年 10 月 21 日考试

## 1. 绪论

**量纲：**牛顿力学的三个基本物理量：长度  $L$ , 时间  $T$ , 质量  $m$ ；量纲的概念（注意量纲与单位的区别）；简单的量纲分析方法

**矢量分析：**矢量的概念、矢量的几个重要的运算：求模、求角度、数乘、点乘、叉乘

## 2. 运动的描述

**质点：**无大小、无形状、有质量的抽象概念

**如何描述质点的位置：**参考系；坐标系（将参考系定量化）；维度（确定位置需要的独立参数）；三维直角坐标系  $(x, y, z)$ ；基矢： $\mathbf{i}$ ,  $\mathbf{j}$ ,  $\mathbf{k}$ ；位矢  $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$

**描述质点的位置变化：**速度  $\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\mathbf{i} + \frac{dy}{dt}\mathbf{j} + \frac{dz}{dt}\mathbf{k}$ ；加速度  $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}\mathbf{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\mathbf{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\mathbf{k}$

**质点运动学的两类问题：**1、知道轨迹函数，求每个时刻的速度、加速度（微分）；2、知道速度、加速度、初始状态，求轨迹（积分）；一维情况几个重要公式： $v = v_0 + at$ ； $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ ； $v^2 - v_0^2 = 2as$

**两个重要的具体运动：**1、抛体运动：轨迹函数、射程、最高点；2、圆周运动：自然坐标系，切向基矢  $\mathbf{e}_t$ 、法向基矢  $\mathbf{e}_n$ ；速度：只有切向速度  $\mathbf{v} = v\mathbf{e}_t$ ，加速度： $\mathbf{a} = \frac{dv}{dt}\mathbf{e}_t + \frac{v^2}{R}\mathbf{e}_n$ ；角速度大小  $\omega$ ,  $v = R\omega$ ,  $a_n = \frac{v^2}{R} = v\omega = R\omega^2$

**相对运动：**相对位矢： $\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \mathbf{r}'$ ；相对速度： $\mathbf{v} = \mathbf{v}_0 + \mathbf{v}'$ ；相对加速度： $\mathbf{a} = \mathbf{a}_0 + \mathbf{a}'$

### 3. 牛顿运动定律

**牛顿三大运动定律：**第一定律：惯性定律；第二定律： $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$  或者  $\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$ ；第三定律： $\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$

**几种常见力：**重力  $m\mathbf{g}$ ；万有引力  $F_G = G\frac{mM}{r^2}$ ；弹力  $F_T = -k\Delta x$ （弹簧振子周期： $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ）；静摩擦力、动摩擦力  $f = \mu F_N$

**非惯性系：**惯性系与非惯性系；惯性力： $\mathbf{F}_i = -m\mathbf{a}_0$ ；惯性离心力： $\mathbf{F}_i = -m\omega^2 r\mathbf{e}_n$ ；科里奥利力：产生原因、方向判断

### 4. 动量与能量

**质点系：**质点系；质点系的内力和外力；质心坐标： $\mathbf{r}_C = \frac{\sum m_i \mathbf{r}_i}{m}$ ；质心运动定理：内力不改变质心位置，合外力与质心坐标满足牛顿第二定律： $\Sigma \mathbf{F}_i = m\mathbf{a}_C$

**动量定理：**冲量：力的时间积累（过程量） $\mathbf{I} = \int \mathbf{F} dt$ ；动量（状态量） $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ ；动量定理： $\mathbf{I} = \Delta \mathbf{p}$

**动量守恒定律：**质点系的合外力为 0 时，体系的总动量保持不变

**角动量守恒定律：**角动量  $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$ ；力矩  $\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$ ；角动量定理： $\mathbf{M} = \frac{d\mathbf{L}}{dt}$ ；角动量守恒定律： $\mathbf{M} = 0$  时，体系的角动量保持不变

**功与能量：**做功：力的空间积累（过程量） $W = \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}$ ；功率  $P = \frac{dW}{dt} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$ ；动能（状态量）： $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ；动能定理：合外力对体系做功  $W = \Delta E_k$

**保守力做功：**保守力的概念；常见保守力：重力、引力、弹力；势能：重力势能  $E_p = mgh$ ；引力势能  $E_p = -G\frac{mm'}{r}$ ；弹性势能  $E_p = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$ ；指导势能函数求受力： $F_x = -\frac{dE_p}{dx}$

**机械能守恒定律：**机械能： $E_k + E_p$ ；机械能守恒定律：体系只有外力和保守内力做功时，机械能保持不变

### 5. 刚体的定轴转动

**刚体模型及参数：**刚体：特殊的质点系，每个质元间的距离保持不变；刚体的定轴转动：转轴、转动平面；角速度矢量：大小、方向  $\mathbf{v} = \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r}$ ；刚体定轴转动的转动惯量： $J = \int r^2 dm$

**刚体定轴转动定理：**刚体定轴转动角动量大小： $L = J\omega$ ；定轴转动定

理:  $M = \frac{dL}{dt} = J \frac{d\omega}{dt}$  刚体转动角动量守恒定律

**刚体定轴转动动能:** 力矩做功 (过程量):  $W = \int M d\theta$ ; 转动动能 (状态量):  $E_k = \frac{1}{2} J \omega^2$ ; 刚体转动动能定理:  $W = \Delta E_k$















