期中复习

主要内容

选择10*2

填空10*2

计算5*12

范围

绪论、矢量代数
第一章 质点运动学 1.1 参照系和坐标系 1.2 描述质点运动的物理量 1.3 自然坐标系、圆周运动 1.4 相对运动
第二章 质点动力学 2.1 牛顿定律 2.2 动量定理，动量守恒定律 2.3 角动量定理，角动量守恒定律 2.4 动能定理，机械能守恒定律
第三章 刚体的定轴转动 3.1 刚体定轴转动的描述 3.2 转动定律 3.3 刚体定轴转动的功和能 3.4 刚体定轴转动的角动量定理和角动量守恒定律

主要内容

质点

把所研究的物体视为无形状大小但有一定质量的点。

参照系

研究物体运动状态时选作参照的物体，对物体运动的描述与参照系有关。

坐标系

为标定物体空间位置而设置的坐标系统。

- 常用坐标系：

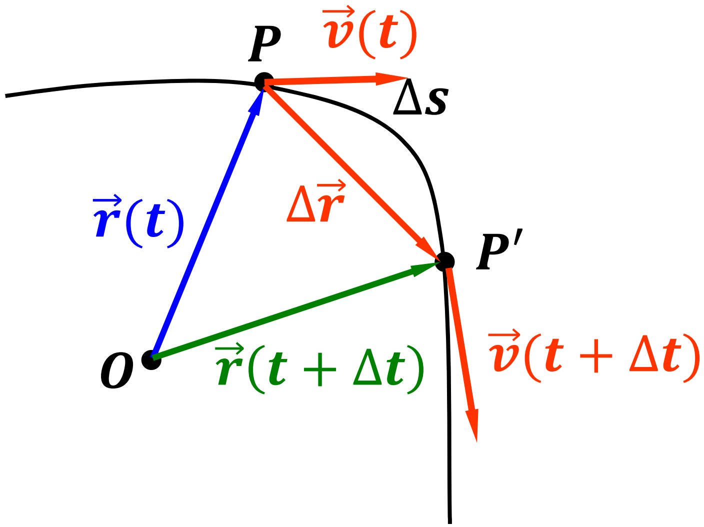
  直角坐标、自然坐标、极坐标、柱坐标、球坐标……

cj

主要内容

描述质点运动的物理量

- 轨迹
- 位置矢量
- 位移
- 路程
- 速度
- 加速度



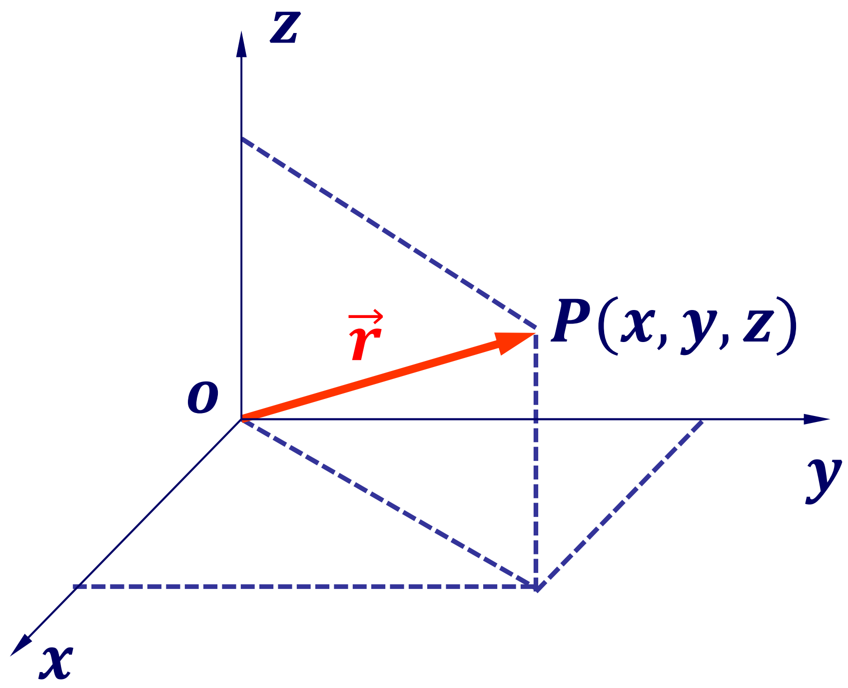
$$\vec{a} = \dot{\vec{v}} = \ddot{\vec{r}}$$

cj

主要内容

描述质点运动的物理量在常用坐标系下的分量表示式

1、直角坐标系



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

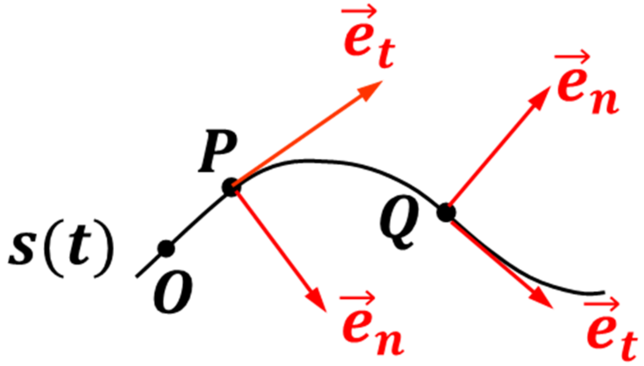
$$\vec{v} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k} = \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j} + \dot{z}\vec{k}$$

$$\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k} = \ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j} + \ddot{z}\vec{k}$$

cj

主要内容

2、自然坐标系



- 运动方程 $s = s(t)$
- 速率 $v = \dfrac{ds}{dt}$
- 速度 $\vec{v} = v\vec{e}_t = \dfrac{ds}{dt}\vec{e}_t$
- 加速度 $\vec{a} = a_t\vec{e}_t + a_n\vec{e}_n = \dfrac{dv}{dt}\vec{e}_t + \dfrac{v^2}{\rho}\vec{e}_n$

圆周运动 $\vec{a} = \dfrac{dv}{dt}\vec{e}_t + \dfrac{v^2}{R}\vec{e}_n$

主要内容

质点运动学的两大类问题

1、已知运动方程，求质点任意时刻的位置、速度以及加速度

$$\vec{r} \to \vec{v} = \dot{\vec{r}} \to \vec{a} = \dot{\vec{v}} = \ddot{\vec{r}}$$

2、已知质点的速度函数（或加速度函数）求质点的运动方程

$$d\vec{v} = \vec{a}dt \qquad \int_{\vec{v}_1}^{\vec{v}_2} d\vec{v} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{a}dt$$

$$d\vec{r} = \vec{v}dt \qquad \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} d\vec{r} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{v}dt$$

主要内容

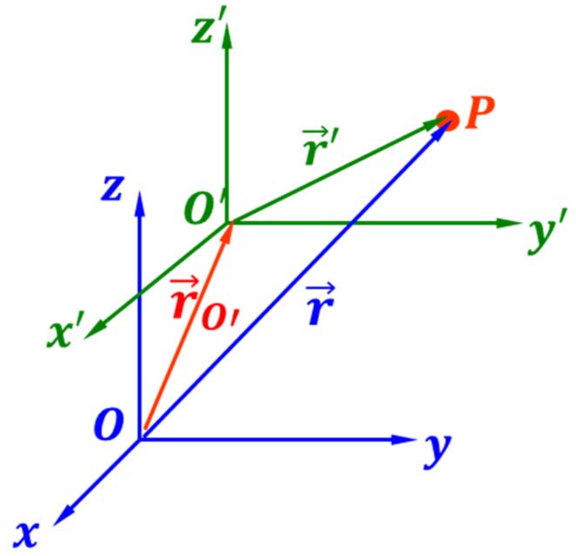
伽利略变换

设O为基本参考系参考点，O'为运动参考系参考点，

$$\vec{r}=\vec{r}'+\vec{r}_{O'}$$

$$\vec{v}=\vec{v}'+\vec{v}_{O'}$$

$$\vec{a}=\vec{a}'+\vec{a}_{O'}$$



如果动系相对静系仅有平动

主要内容

牛顿运动定律

1、任何物体，只要不受其它物体作用，将会永远保持静止或匀速直线运动的状态。

2、某时刻物体动量对时间的变化率正比与该时刻作用在质点上所有力的合力。

3、两物体相互作用时，作用力和反作用力大小相等，方向相反，在同一直线上。

主要内容

使用牛顿定律解题步骤

- 确定研究对象
- 进行受力分析—选取参照系—建立坐标系
- 运用第二定律列出联立方程
- 正确写出约束方程。
- 解联立方程组，化简后代入数据，进行数值计算
- 对结果进行讨论，分析结果的合理性，有何物理意义

主要内容

应用牛顿定律应注意

① 研究对象——质点。

② 将其它物体对该质点的作用归结为力，画隔离图。

③ 加速度是相对于惯性系的。

④ 解题中选择适当的坐标系，写成分量式。

⑤ 正确写出约束方程。

⑥ 原则上力学问题都可用牛顿定律求解，但计算较繁琐

⬇

有没有计算较简单的办法？

主要内容

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

位矢叉乘两边

$$\vec{r}\times\frac{d\vec{p}}{dt}=\frac{d(\vec{r}\times\vec{p})}{dt}=\vec{r}\times\vec{F}\Rightarrow\frac{d\vec{L}}{dt}=\vec{M}$$ 角动量

$$\vec{L}_2-\vec{L}_1=\int_{t_1}^{t_2}\vec{M}dt=\vec{H}$$

两边乘dt

$$d\vec{p}=\vec{F}dt$$ 动量

$$\vec{p}_2-\vec{p}_1=\int_{t_1}^{t_2}\vec{F}dt=\vec{I}$$

速度点乘两边

$$\vec{v}\cdot\frac{d(m\vec{v})}{dt}=\frac{d\left(\frac{1}{2}mv^2\right)}{dt}=\vec{v}\cdot\vec{F}\Rightarrow dE_k=\vec{F}\cdot d\vec{r}$$ 动能

$$E_{k2}-E_{k1}=\int_{r_1}^{r_2}\vec{F}\cdot d\vec{r}=W$$

cj

主要内容

牛顿定律相关的概念——动量

动量 $\vec{p} = m\vec{v}$

动量定理 $\vec{F} = \dfrac{d\vec{p}}{dt}$ $\displaystyle\int \vec{F}dt = \int d\vec{p}$

动量守恒 $\vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{p} = \vec{C}$

主要内容

牛顿定律相关的概念——动能和势能

动能 $$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

动能定理 $$W = E_k - E_{k0}$$

势能 $$W_{保} = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{r} = -(E_{pb} - E_{pa}) = E_{pa}$$

功能原理 $$\sum W_{外非} + \sum W_{内非} = \sum E - \sum E_0$$

机械能守恒 $$\sum W_{外非} + \sum W_{内非} = 0$$

主要内容

牛顿定律相关的概念——角动量

描述转动问题需要新的物理量

角动量 $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$　　力矩 $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$

角动量定理 $\vec{M} = \dfrac{d\vec{L}}{dt}$　$\int \vec{M} dt = \int d\vec{L}$

角动量守恒 $\vec{M} = 0 \Rightarrow \vec{L} = \vec{C}$

主要内容

牛顿运动定律适用条件

惯性系

质点

低速运动

非惯性系

质点组

高速运动

?

主要内容

非惯性系

只要考虑了惯性力，就可以用以上规律解题

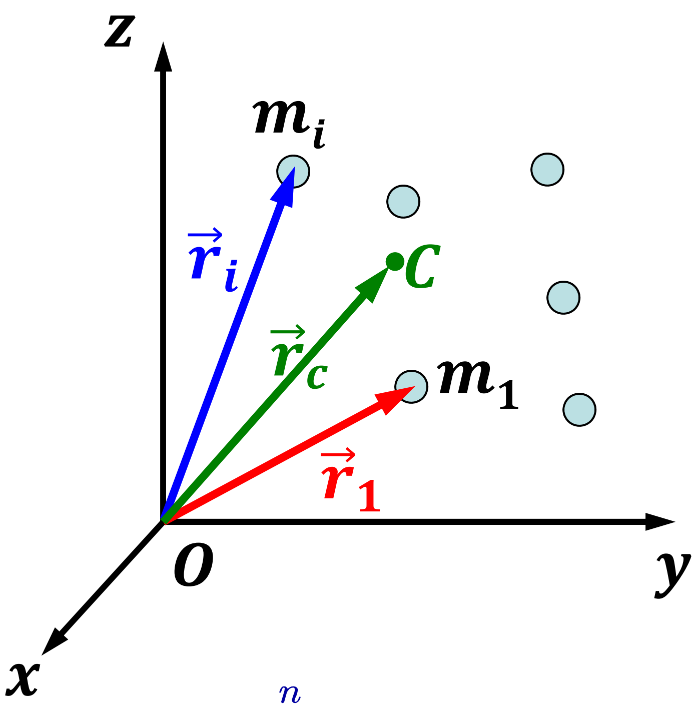
仅有平动的情况：

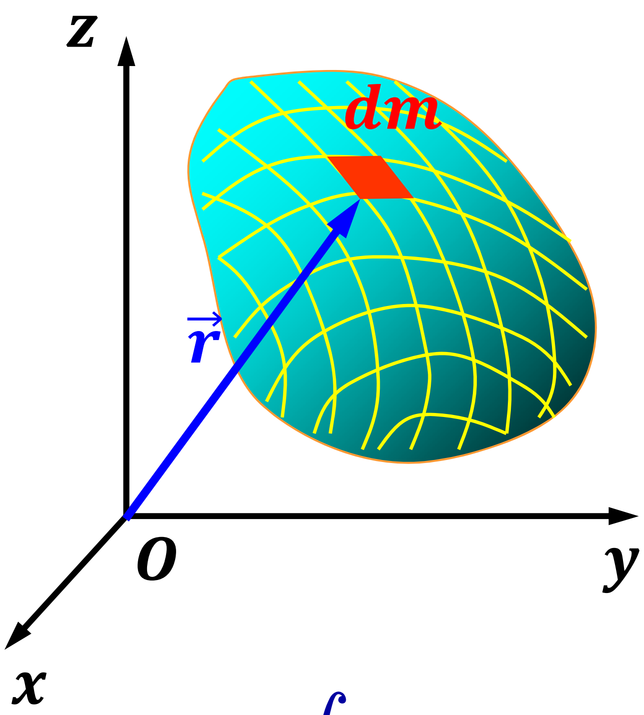
$$\vec{F}^* = -m\vec{a}_{\text{牵连}} = -m\vec{a}$$ ——平移惯性力

主要内容

质点组(系)

质心





$$\vec{r}_c = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i \vec{r}_i}{M}$$

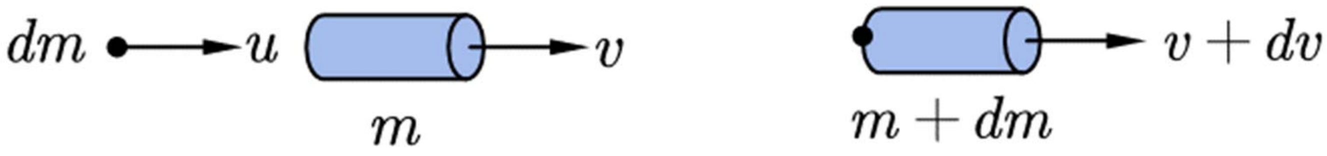
$$\vec{r}_c = \frac{\int \vec{r}\, dm}{M}$$

主要内容

- 质心运动定律 $$\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i^{(e)} = M\vec{a}_c$$
- 质点系的动量定理 $$\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i^{(e)} = \frac{d\vec{p}_c}{dt} = \frac{d(M\vec{v}_c)}{dt}$$
- 质点系的角动量定理 $$\sum_{i=1}^{n} \vec{M}_i^{(e)} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$
- 质点系的动能定理 $$dE_k = dW^{(e)} + dW^{(i)}$$
- 质点系的机械能守恒 $$E_k + E_p = C$$

主要内容

变质量问题



$\boldsymbol{t}$**时刻**　　　　$\boldsymbol{t+dt}$**时刻**

$$\vec{F}^{(e)}+(\vec{u}-\vec{v})\frac{dm}{dt}=m\frac{d\vec{v}}{dt}$$ ——变质量物体的运动微分方程

$$\vec{F}^{(e)}+\vec{v}_r\frac{dm}{dt}=m\frac{d\vec{v}}{dt}$$ ——火箭问题

主要内容

刚体定轴转动的描述

角位置：$\boldsymbol{\varphi} = \boldsymbol{\varphi}(\boldsymbol{t})$

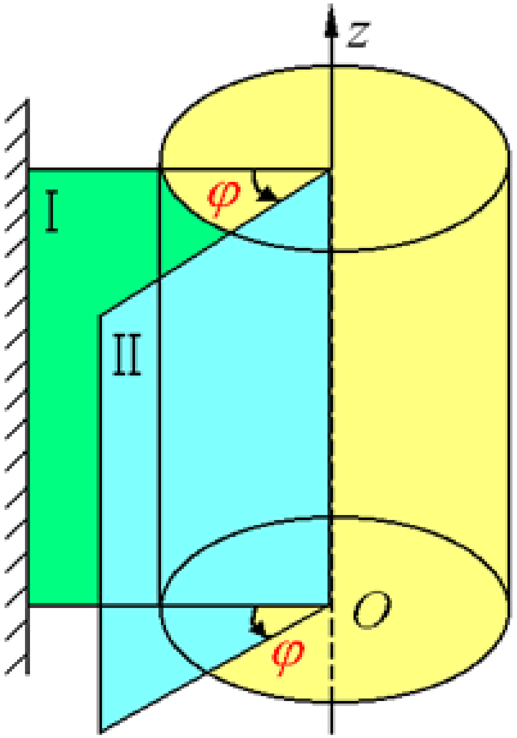
角位移：$\boldsymbol{\Delta\varphi} = \boldsymbol{\varphi}(\boldsymbol{t}) - \boldsymbol{\varphi}(\boldsymbol{t_0})$

角速度：$\boldsymbol{\omega} = \dot{\boldsymbol{\varphi}}$

角加速度：$\boldsymbol{\alpha} = \dot{\boldsymbol{\omega}} = \ddot{\boldsymbol{\varphi}}$

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$

$$\vec{a} = \vec{\alpha} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \vec{v}$$



主要内容

转动定律、转动惯量

$$\vec{M} = I\vec{\alpha}$$

$$I = \sum m_i r_i^2$$

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

平行轴、垂直轴、补偿法……

主要内容

转动定律的应用

解题要点

- 研究对象、受力分析、参照系、坐标系……
- 列方程：$\begin{cases} \text{质点：牛顿第二定理：} \vec{F} = m\vec{a} \\ \text{刚体：定轴转动定律：} \vec{M} = I\vec{\alpha} \\ \text{约束：如无滑动条件：} a = R\alpha \end{cases}$
- 解方程

主要内容

刚体的转动动能、重力势能

质点： $E_k = \dfrac{1}{2}mv^2 \quad E_p = mgh$

刚体： $E_k = \dfrac{1}{2}I\omega^2 \quad E_p = Mgh_c$

刚体定轴转动的动能定理、角动量定理、机械能守恒