



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

大物期末复习讲座



长按识别二维码

签到二维码

目录

一、期中前知识点简单复习

二、狭义相对论



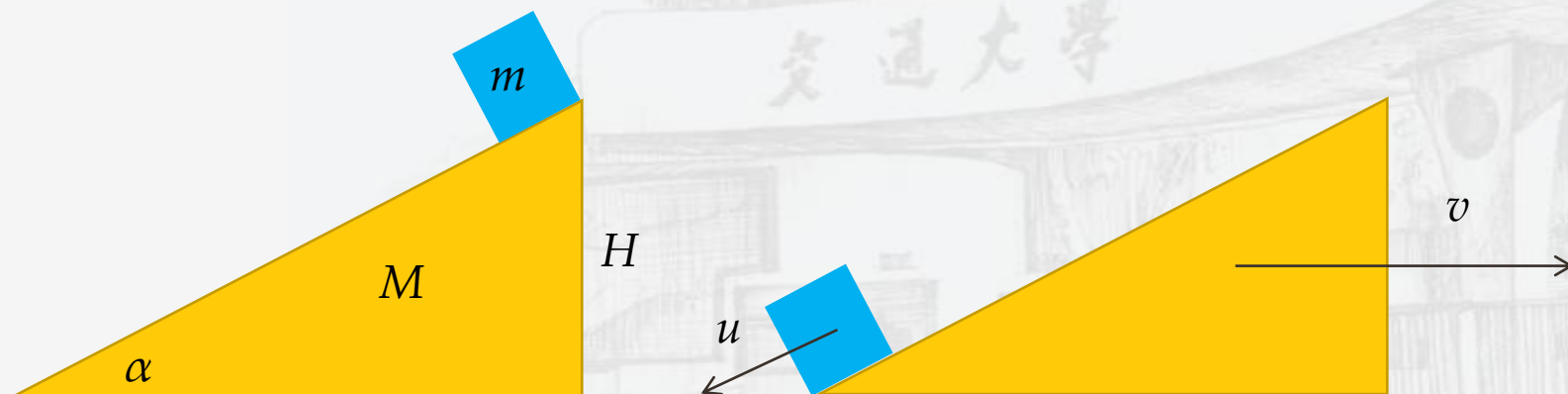
力学

- 运动学

坐标系（自然坐标系）

求导

相对运动 → 绝对运动 = 相对运动 + 牵连运动



力学

- 牛顿定律

变力做功→积分

- 功能关系

动能定理、能量守恒定律

利用势能求保守力→求负梯度

- 冲量与动量

计算变力冲量

期中前知识点简单复习

力学

• 刚体力学

平动 + 转动

物理量	质点、平动	刚体、转动
速度	线速度 $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$	质心速度 \vec{v}_c 和角速度 $\vec{\omega}$
加速度	线加速度 $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$	质心加速度 \vec{a}_c 和角加速度 $\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$
惯性	质量 m , 描述质点对平动的惯性.	转动惯量 I , 描述刚体对转动的惯性.
力	\vec{F}	力 \vec{F} 和力矩 $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$
动力学	$\vec{F} = m\vec{a}$	平动: $\vec{F} = M\vec{a}_c$; 转动: $\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$
动量	动量 $\vec{p} = m\vec{v}$, 描述质点的运动状态.	质心动量 $\vec{P} = M\vec{v}_c$ 和角动量 $\vec{L} = I\vec{\omega}$
守恒定律	合外力为零时动量守恒	合外力矩为零时角动量守恒
动能	动能 $T = \frac{1}{2}mv^2$	平动动能 + 转动动能 $T = \frac{1}{2}Mv_c^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$

从表格中读者可能已经注意到了, 在刚体的学习中, 有一个思想贯穿始终, 那就是:

刚体 = 刚体质心的平动 + 刚体绕质心的转动

期中前知识点简单复习

练习 4.15 一具有光滑转轴的定滑轮，半径为 R ，质量为 $\frac{m}{4}$ ，质量均匀分布在定滑轮的边缘上。一轻绳跨过该定滑轮，轻绳与滑轮间无相对滑动，其左端有一质量为 m 的人爬在轻绳上，而右端则系了一质量为 $\frac{m}{2}$ 的重物，如图所示。试求：当人相对于轻绳匀速向上攀爬时，重物上升的加速度。



解 $a = \frac{2}{7}g$

对人列牛顿第二定律方程： $mg - T_1 = ma$

对重物列牛顿第二定律方程： $T_2 - \frac{1}{2}mg = \frac{1}{2}ma$

对滑轮列转动定律方程： $(T_1 - T_2)R = \frac{1}{4}mR^2\beta$ (注意题目条件，质量均匀分布在滑轮的边缘，所以转动惯量和圆环的转动惯量等价)

$$a = \beta R$$

解得 $a = \frac{2}{7}g$

尺缩公式、钟慢公式、洛伦兹变换

S'系中同地不同时→找到原时（最短）→用钟慢公式计算S系时间

$$\Delta t = t_B - t_A = \frac{t'_2 - t'_1}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

S'系中长度固定不变→找到原长（最长）→用尺缩公式计算S系长度

$$\Delta x = \Delta x' \sqrt{1 - \beta^2}$$

其他S→S'和S'→S 对每个事件用洛伦兹变换，然后作差

洛伦兹变换

例题 5.1 飞船以 $u = 0.6c$ 飞离地球. 假设头部向尾部发出一个光讯号. 飞船上经 $\Delta t' = 1\mu s$ 后尾部接受器接收到该信号, 求地面上观察者测得光讯号到达船尾的时间 Δt .

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

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

$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

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

以飞船参考系为 S' 系, 地面系为 S 系. 在飞船系中, 事件 A: 发出光, 事件 B, 接受光. 在 S 系中, 对 A: ($\beta = \frac{u}{c}$)

$$x_A = \frac{x'_A + ut'_A}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad t_A = \frac{t'_A + \frac{u}{c^2}x'_A}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

对 B:

$$x_B = \frac{x'_B + ut'_B}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad t_B = \frac{t'_B + \frac{u}{c^2}x'_B}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

S 系中的时间差:

$$\Delta t = t_B - t_A = \frac{(t'_B - t'_A) + \frac{u}{c^2}(x'_B - x'_A)}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

在 S' 系中, 光沿 x' 负方向: $x'_B - x'_A = -c(t'_B - t'_A)$

代入得

$$\Delta t = \frac{1 - \beta}{\sqrt{1 - \beta^2}}(t'_B - t'_A) = \sqrt{\frac{1 - \beta}{1 + \beta}}\Delta t' = 0.5\mu s$$

狭义相对论

狭义相对论动力学

静能 $E_0 = mc^2$

总能 $E = mc^2$

动能 $E_k = E - E_0 = mc^2 - m_0c^2$

总能量之和不变（即能量守恒）

碰撞、衰变、分裂过程中动量守恒

15. 设有两个静止质量均为 m_0 的粒子，以大小相等、方向相反的速度 v 相撞，合成一个复合粒子，则该复合粒子的静止质量 $M_0 = \frac{2m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ ，运动速度为 0。



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

谢谢大家

