大学物理

第一章: 位矢 位移 速度 加速度

2023/2/20/15:26

1. 描述物体的运动状态:1. 位移 2. 速度 3. 加速度
2. 位矢: 初始点都在坐标原点的位移

   $r^{->}{}_{OA} = (x_A i)^{->} + (y_A i)^{->}$　　其中$i^{->}$ 表示为x关于t的方程,$j^{->}$ 表示为y关于t的方程

   题型1 求Δr 将t+Δt代入-t代入得到Δr

3. 速度 $v^{->}$ (位移.时间)　　　　速率 v (路程/时间)

   (位移)''=(速度)'=(加速度)

   > 当判断是否为匀速圆周运动时,注意: 匀速圆周运动的速度也随着时间的变化而变化,要根据速度的大小是否变化来判断是否为匀速圆周运动

   题型2 已知速度与 t 的公式求位移与 t 的公式:求积分

   > 题中必须标明初位置的时间,即积分下限才能求得位移与 t 的关系式

   ## 16:03

   ### 2023/2/22 16:17

   题型三 已知x与t的关系式,求t=_时走过的路程和位移:

   > 当出现此题型时多半有往返情况
   >
   > 1. 先求v与t之间的关系式 求v=0时,t=?
   > 2. 再通过往返求的路程与位移
   >
   > > eg. $x=2t^2 -4t+6$ 求t=2是走过的路程和位移
   > >
   > > 解:v=4t-4 v=0时,t=1,x=4
   > >
   > > 　t=0时 x=6
   > >
   > > 　t=2时 x=6\
   > >
   > > 　则位移为: $x_2 - x_0 = 0$
   > >
   > > 　则路程为: $x_1 - x_0 + (x_1 - x_0) = 4$

   题型四 已知加速度(a)与时间(t)的关系式 求 速度(v) 位移(x)

   > 求 速度与时间的关系式时,$a=d_v /d_t$ 类似于 $d_y / P(y) =d_x /Q(x)$
   >
   > 求 位移与时间的关系式时,$a=v(d_v /d_x)$ 类似于 $v(d_v /d_t) +P(x)*v=Q(x)$
   >
   > > eg. a=6t t=1时 v=2
   > >
   > > 　$d_v /d_t =6t$
   > >
   > > 　$\zeta_2^{v} d_v =\zeta_1^{t} 6t\, d_t$

> > $v=3t^2-1$

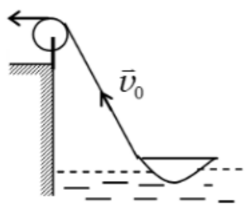
2023/3/5/11:46

判断是否为曲线运动:观察加速度与速度是否在同一方向上

切向加速度可以为0,法向加速度(除拐点外)必不为0

若物体做匀速率运动,则其总加速度不一定为0,(匀速圆周运动)

9 单选 (5分)



如图所示，湖中有一小船，有人用绳绕过岸上一定高度处的定滑轮拉湖中的船向岸边运动．设该人以匀速率 v_0 收绳，绳不伸长、湖水静止，则小船的运动是 [ ]

- A. 变减速运动
- B. 匀加速运动
- C. 变加速运动
- D. 匀减速运动

8 单选 (5分) 物体，其运动规律为 $\frac{dv}{dt}=-kv^2t$，式中的 k 为大于零的常量．当 $t=0$ 时，初速为 v_0，则速度 v 与时间 t 的函数关系是： [ ]

- A. $v=-\frac{1}{2}kt^2+v_0$
- B. $\frac{1}{v}=-\frac{1}{2}kt^2+\frac{1}{v_0}$
- C. $\frac{1}{v}=\frac{1}{2}kt^2+\frac{1}{v_0}$
- D. $v=\frac{1}{2}kt^2+v_0$

平均速度,平均速率,瞬时速度.瞬时速率

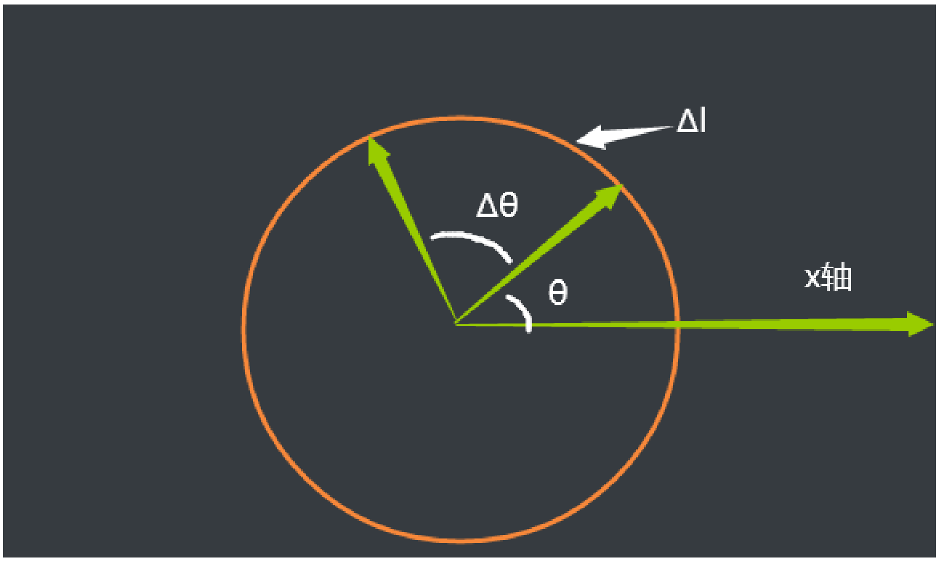
- 平均速度是一个描述物体运动平均快慢程度和运动方向的矢量
- 平均速率是指物体运动的路程和通过这段路程所用时间的比，对运动的物体来说，平均速率不可能为零。
- 瞬时速度表示物体在某一时刻或经过某一位置时的速度，该时刻相邻的无限短时间内的位移与通过这段位移所用时间的比值 v=△x/△t 。 瞬时速度是矢量，既有大小又有方向。瞬时速度是理想状态下的量.
- 瞬时速度是指运动物体在某一时刻（或某一位置）的速度。从物理含义上看，瞬时速度指某一时刻附近极短时间内的平均速度。瞬时速度的大小叫瞬时速率，简称速率.

> 物体做曲线运动,其瞬时速度 = 平均速度,其瞬时速率 != 平均速率,瞬时速度是瞬时速率的大小

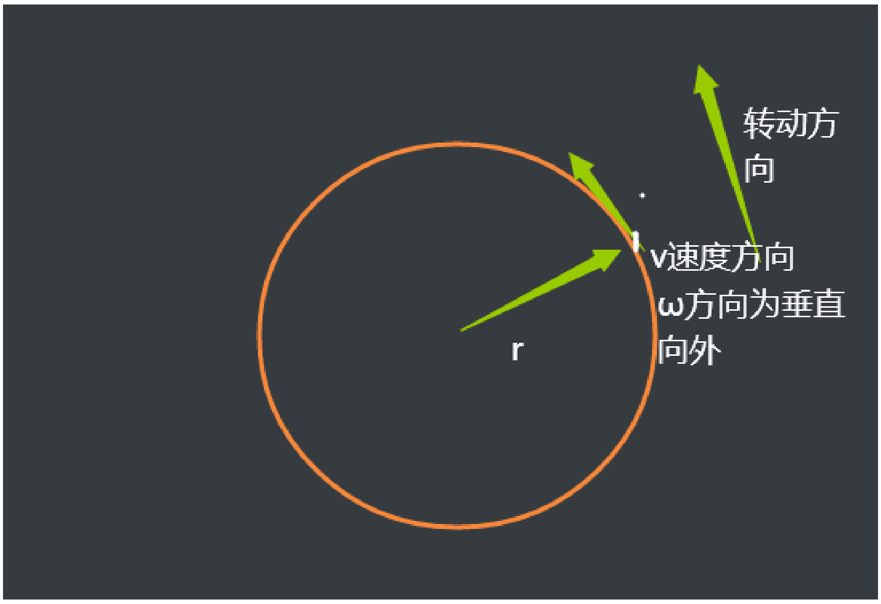
圆周运动

> 角量与线量:
>
> 角量是一种度量角形大小的物理量,用来描述两条平行直线之间的夹角.eg. 弧度,角度
>
> 线量是一种度量空间中直线的长度或距离的物理量.eg. 米,厘米

1. 角位移:

   1. 初始角位移: 从x轴到初始位置的角度
   2. 角位移: Δ t 所对的Δ θ
   3. 角位移的大小: Δθ所对应的 Δ l
2. 角速度:
   1. 角速度: $\bar{\omega} = \Delta \theta / \Delta t$ $\omega = d_\theta / d_t$
   2. 角速度方向: 右手握住圆,四指弯曲与转动方向一致 大拇指为角速度方向

      > 
      >
      >
      > 上图 ω 方向为垂直屏幕向外

   3. 匀速圆周运动,ω不变
3. 角加速度:
   1. 角加速度: $\bar{\beta} = \Delta \omega / \Delta t = d^2_\theta / d_t^2$ 2023/2/3/20:25改 $\beta = d_\omega / d_t$ 角加速度是角速度关于时间的导数

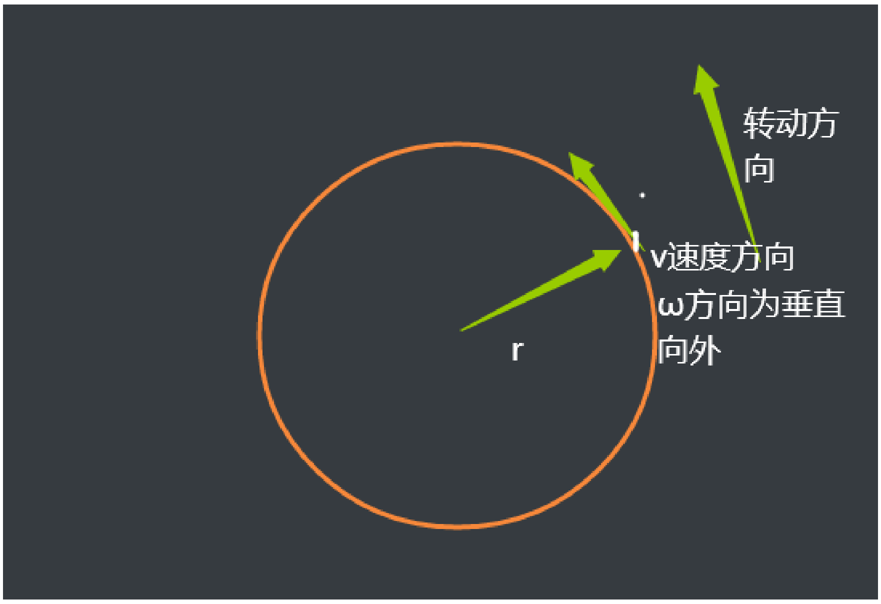
2. 角加速度方向 β为正/加速 与角速度方向相同;β为负/减速 与角速度方向相反
3. β不变,匀加速圆周运动 β变,变加速圆周运动

4. 弧长:
   1. 弧长: $s = \theta * r$

5. 方向

> 叉乘(X): 右手四指指向第一个矢量,弯曲向第二个矢量,大母指的方向为该矢量的方向 2023/3/6 补

1. 速度v的方向

> $v^{->} = d_s / d_t * T^{->}$ (切向方向) 2023/3/2/20:23改
>
> 由矢量式:$v^{-} = \omega^{-} \times r^{-}$ 可得, r的方向为圆心指向质点
>
> v的方向为: 右手 四指先指向ω的方向,再向 r 方向弯曲,大母指的方向为 v 的方向
>
> 
>
>
> 上图v方向为ω正切线方向

2. 由加速度而来的方向

> $a^{-} = d_{v^{-}} / d_{t^{-}} = d(_{\omega^{-} r^{-}}) / d_t = (d_{\omega^{-}} / d_t) * r^{-} + \omega^{-} (d_{r^{-}} / d_{t^{-}}) = \beta^{-} r^{-} + \omega^{-} v^{-}$ 加速度是速度的导数
>
> 其中 $\beta^{-} r^{-}$ 的方向为切线方向,即四指先指向β^{-}的方向,再向r的方向弯曲,大拇指为$\beta^{-} r^{-}$的方向,如上图为切线方向
>
> 其中 $\omega^{-} v^{-}$ 的方向为法向(n^{-}),即四指先指向ω^{-}的方向,再向v的方向弯曲,大拇指为法向,如上图方向指向圆心

2023/2/27 15:30

6. 切向与法向

> 切向: $a_T = \beta^{-} * r^{-}$,此加速度改变速度大小
>
> 法向: $a_n = \omega^{-} v^{-} = v^2 / r$,此加速度改变速度方向

7. 匀变速圆周运动

> 质点绕圆改变 θ ,当$t=0$时,$\theta=\theta_0$ $\omega=\omega_0$
>
> 有 $\int^{\theta}_{\theta 0} d_{\theta} = \omega t \,|^{t}_{0} = \beta t + \omega_0$

> 则 $\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \beta t^2 /2$
>
> $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\beta(\theta - \theta_0)$ 2023/3/2/20:35增添

第二章: 质点运动的动力学

牛顿三定律

1. 牛三:

    > 牛顿第一定律: 质量越大,惯性越大
    >
    > 牛顿第二定律: $F_{合}$ (矢量)=d_P(矢量) /d_t (通用) = $d_{(mv(矢量))}$ / d_t 2023/3/2/20:35增添
    >
    > > 若果不考虑相对论,可使用F=m*a;即速度小于1C(大约10^7)
    >
    > 牛顿第三定律: 作用力与反向作用力
    >
    > > 作用力与反向作用力--------大小相等,方向相反,同一直线,两个物体

2. 推导 $F_{合}$

    > 合外力: 动量关于时间的导数
    >
    > $F_{合}$(矢量)= d_P (矢量) / d_t =d(m*v(矢量))/d_t* =*v*(矢量)(d_m /d_t)+m(*d_v(矢量)/d_t*)=*ma*(矢量)
    >
    > 合外力 <=> 运动状态

3. 冲量 I

    > (动能定理)合外力的冲量 <=> 动量的变化量 I = I^t_0 Fd_t = ΔP
    >
    > 冲量单位: SI

题型 已知合外力求动量变化量

> 运用公式: I = I^t_0 Fd_t = ΔP

题型 求合外力冲量

> 运用公式: I = I^t_0 Fd_t = ΔP

2023/3/2/20:49

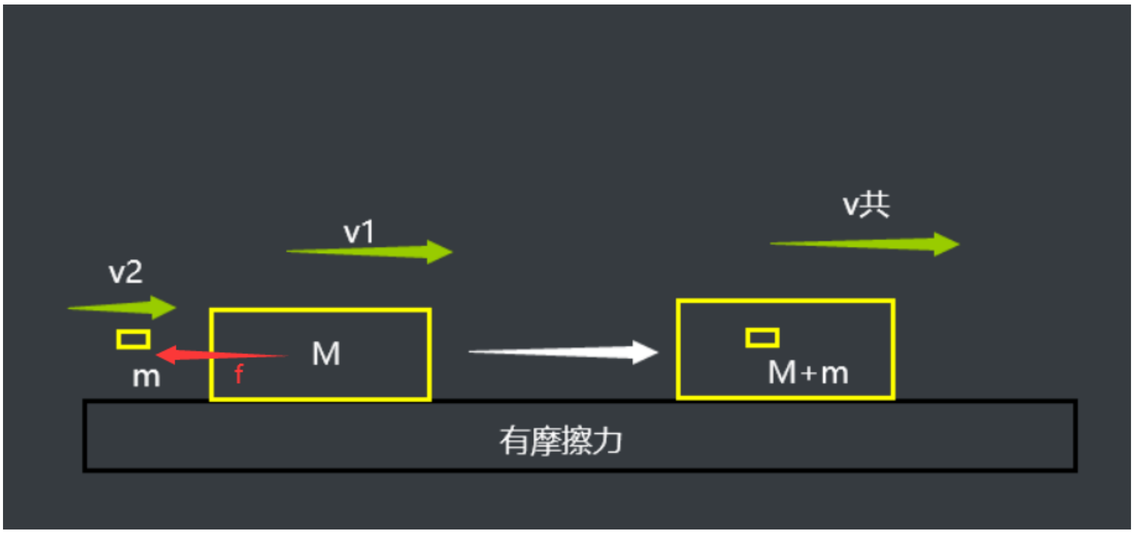
动力学

1. 动量定理

    ΔP(矢量)=I(矢量) (同一方向)

    > 当合外力>重力的100倍时,可忽略重力

2. 质点系的动量定理



$I^t_0 (-f) dt = mv_{共} -mv_2$ 1

$I^t_0 (f - F) d_t = Mv_{共} - Mv_1$ 2

> $I^t_0 (-F) d_t =(Mv_{共} + mv_{共}) - (Mv_1 + mv_2)$ 3
>
> 也就是: $Mv_1^2/2 + mv_2^2/2 = Mv_{共}^2/2 + mv_{共}^2/2$ (高中公式)

3. 动量守恒

> 动量守恒:不受外力做功,所受合外力为0
>
> 质点系(某一方向上)的合外力为0,在该方向上动量守恒

即 3 中 $I^t_0 (-F) d_t = 0$ 即 $Mv_{共} + mv_{共} = Mv_1 + mv_2$

题 人相对于船以 1m/s 的速度跳上岸 船质量为 300 人的质量为 60

> 360 * 3 = 300 * v +60 (v +1)

能量

1. 做功 W

> 一维 : $W = F^{->} S^{->} = F S \cos \theta = I^B_A F^{->} d_r$ (矢量)
>
> 二维 : $W = I F_x d_x + I F_y d_y$

变力做功 : $I F^{->} d_{r(矢量)} = I (F_{xi} + F_{yj}) * (d_{xi} + d_{yj}) = I F_x d_x + I F_y d_y$ 将二维分解成一维

重力做功 : $I G_x d_{r(矢量)} = mg_{y0} - mg_y$ 与路径无关

保守力

> 做功与路径无关的力
>
> 重力,静电场力,弹簧的弹力 都是保守力
>
> 表示方法:
>
> $\oint \vec{F} d\vec{r} = 0$

2. 势能

> 只有保守力有势能的概念

(所拥有的)重力势能: 物体从原位置到 0势能面所做的功

(所改变的)重力势能: 末重力势能 - 初重力势能 ---------两次位置改变的差值

> 与零势能面的选择无关

势能是系统所共有的

保守力做正功,势能减少

Δ保守力做的功=Δ势能

3. 动能定理 ΔE_K

$I\ F_{合}$(矢量) d_r =$I\ (d_P / d_t)$ * d_r (矢量) = $I\ d_P$(矢量) $v^{->}$ = $I\ d(mv^{->})v^{->}$ =$m\ I\ dv^{->}\ v^{->}$ (点乘) = $m\ I\ vd_v$

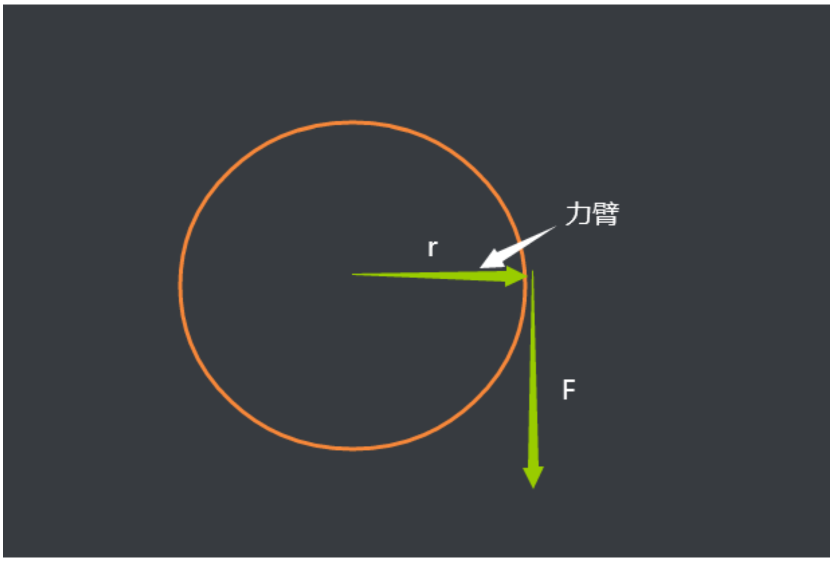
$\Delta E_k = m\ I^{v2}_{v1}\ vd_v = mv_2^2/2 - mv_1^2/2$

> 合外力做功=质点势能的增量

第三章: 刚体力学基础

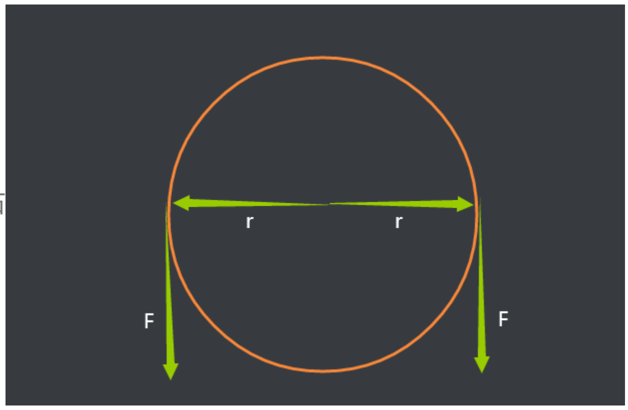
2023/3/6/13:08

1. 力矩
   - 力臂:

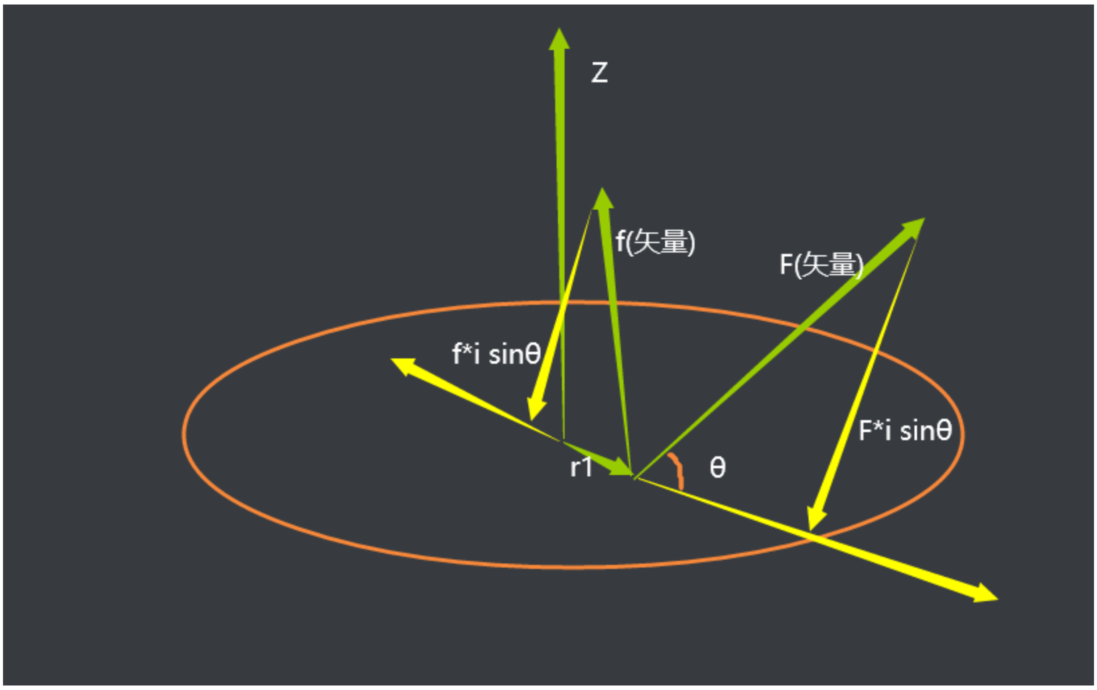
     > 转轴与力的垂线
     >
     > 正方向: 转轴指向垂足
     >
     > 
     >

   - 力矩:

     > 大小: 力臂 X 力 =r(半径) X F(力)
     >
     > 方向: 力臂 X 力(叉乘)

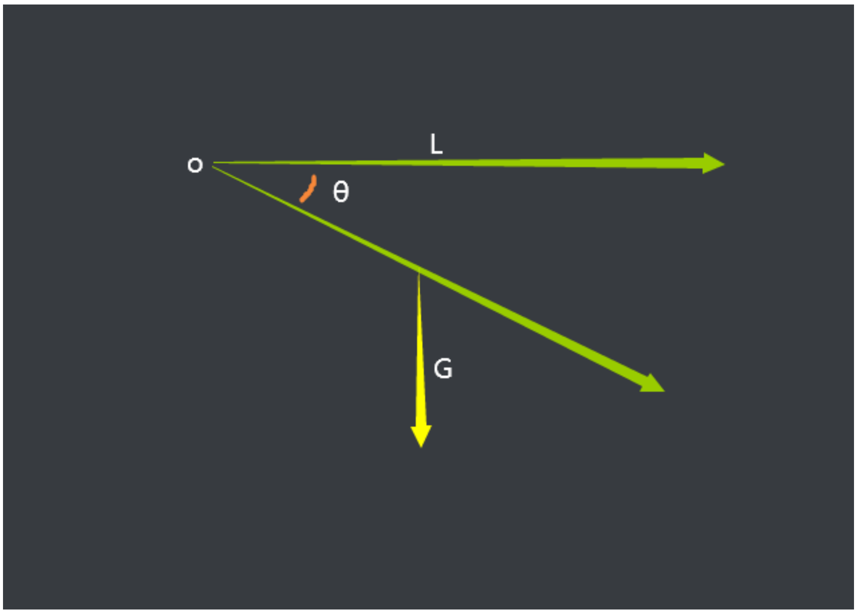
> > 特殊情况: 
> >
> >
> > 此时力与轴线在同一条直线上,力臂 = 0 ,力矩 = 0
>
> > 力矩是物体产生角加速度的原因,力矩与角加速度的方向相同
>
> 题 已知: F左 = F右 
>
>
> F左的力矩方向向里,F右的力矩方向向外,加和为 0　　方向相反,大小相等
>
> - 合力矩
>
>   力矩的加和　不是合力的力矩
>
>   两个力的合力!=0,但合力距可以=0
>
>   两个力的合力=0,合力距可以!=0
>
> > 作用力与反作用力的力矩特点: 大小相等,方向相反,在同一条直线上

2. 转动定律



> - 角量与线量在同一平面内都相等
> - F_i(矢量关于该方向的分量 i) + f_i(适量关于该方向的分量 i) $=\Delta m_i\ a_i$(矢量) (切线分量,垂直于切线)
>
> $F_i + f_i = F_i \sin\theta_i + f_i \sin\theta_i = \Delta m_i\ a_i\ \tau$
> - 合外力的合力矩
>
> $M^{->}_{(合外力)} = J * \beta^{->}$
>
>   > J刚体转动惯量
>   >
>   > 确定的刚体和转轴 -J 常量
>   >
>   > 确定刚体不确定转轴 -J不变
>   >
>   > J 取决于质量相对于轴的分量
>
> $\Sigma_I\ F_i\ r_i \sin\theta_I + \Sigma\ f_i\ r_i \sin\psi_i = \Sigma_i(\ \Delta m_i\ r_i\ ^2)\beta$
>
> $\Sigma\ f_i\ r_i \sin\psi_i = 0$
>
> $\Sigma_I\ F_i\ r_i \sin\theta_I = \Sigma_i(\ \Delta m_i\ r_i\ ^2)\beta$

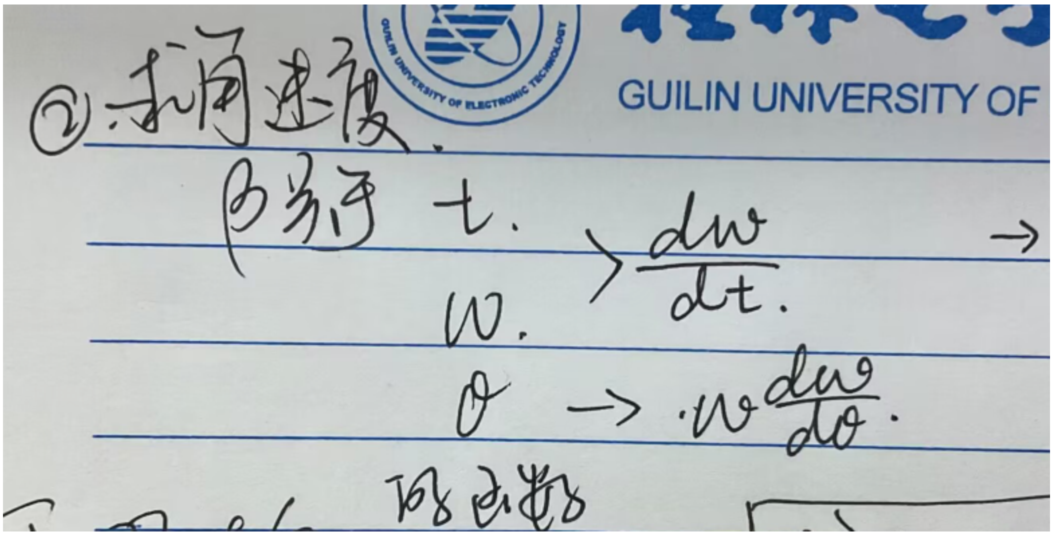
题 1. 木棒绕点o旋转θ 求角加速度



> 力臂= L/2 * cosθ
>
> 力矩: mg L/2 cosθ=$mL^2/3$ β (其中J为$mL^2/3$,绕一点旋转的J为$mL^2/3$)
>
> 可求 β

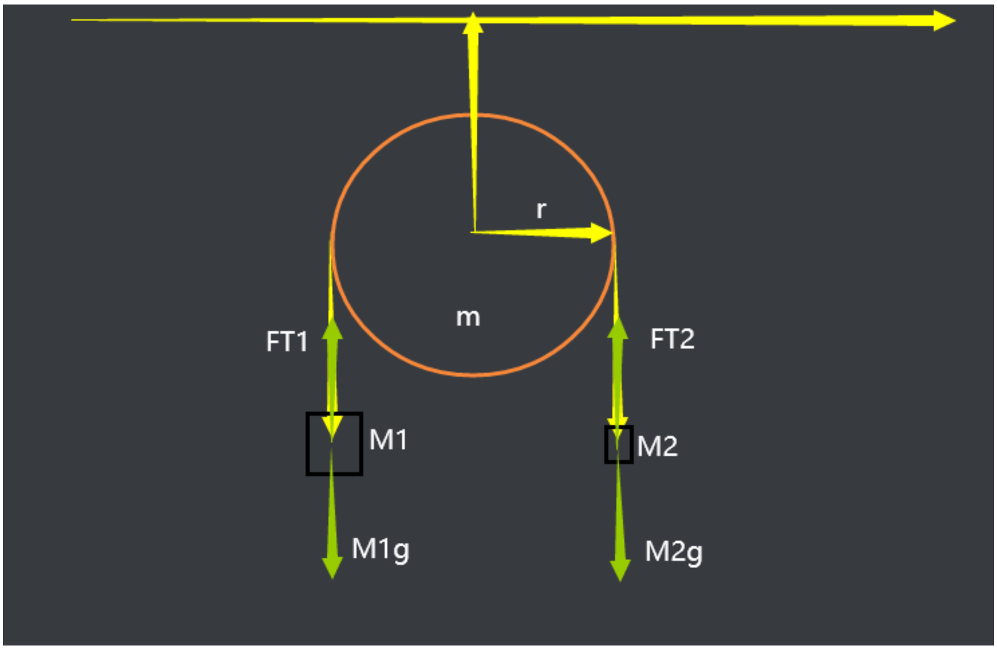
```
2． 求角速度ω
```

> β= (常数)* cos θ = ω d_ω/d_v
>
> $l_{\theta 0}^{\theta}$ (常数)* cos θ =$l_{\omega 0}^{\omega} d_\omega$ 其中θ_0 和ω_0 题中已知



3. 重滑轮

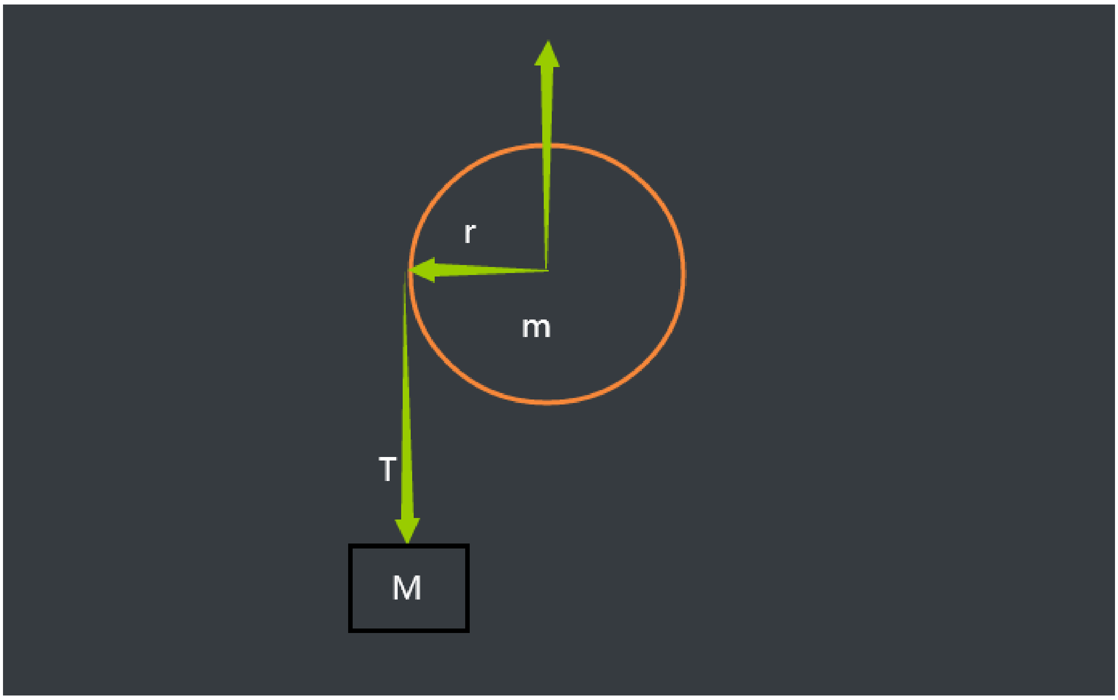
题 已知圆环半径r 圆环质量m 物块质量 M1,M2,求 F_{T1} F_{T2} a β



> 圆盘的J为$mr^2/2$ 圆环的J为mr^2
>
> 解析: M1与M2 速度一样,位移一样,加速度一样
>
> 1. $M1g - F_{T1} = M1a$ 对于物体1
> 2. $F_{T2} - M2g = M2a$ 对于物体2
> 3. $F_{T1}r - F_{T2}r = J\beta$ 对于滑轮
> 4. $a_T = \beta r = a$ 绳子与滑轮无相对滑动
>
> 可解

2023/3/8/21:35

题

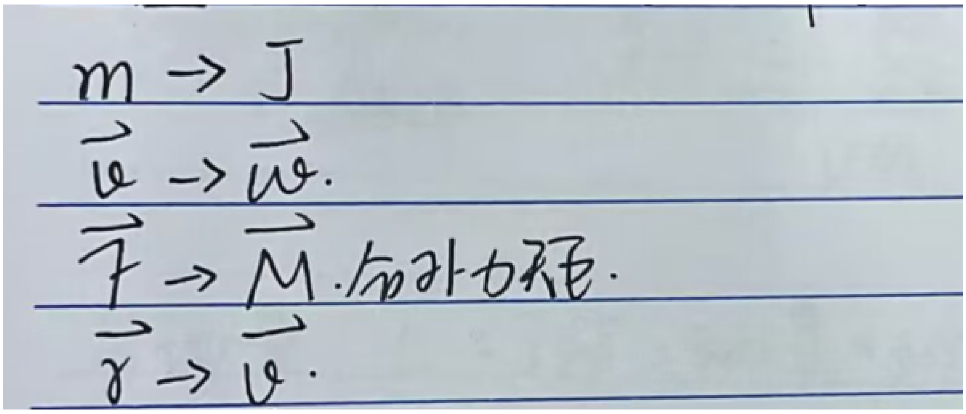


$Mg - T = ma$ 1

$T_r = J\beta$ 2

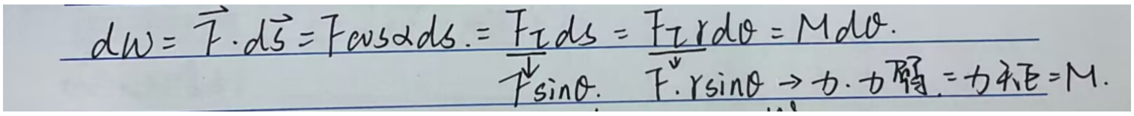
$a = \beta r$ 3

类比可得出:

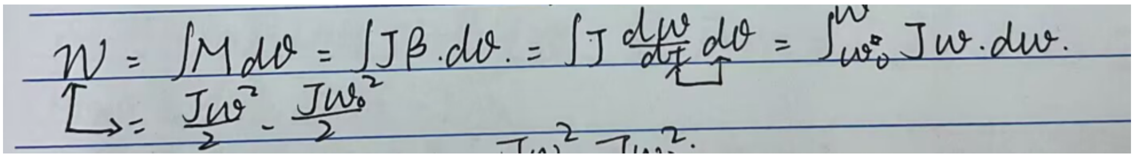


3. 力矩的功(W)

$d_W = F^{->} d_s^{->} = F\cos\alpha\, d_s = F_T\, r\, d_\theta = Md_\theta$



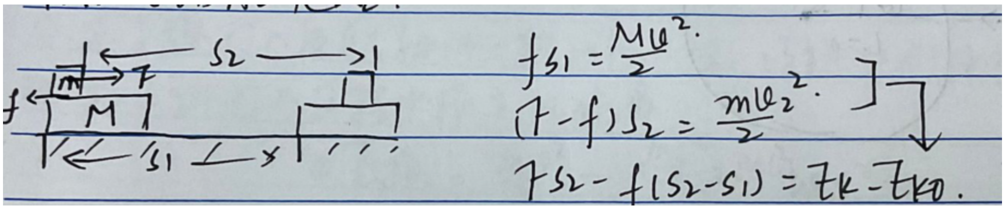
$W = \int Md_\theta = \int J\beta d_\theta = \int J d_\omega/d_t\, d_\theta = \int_\omega^{\omega 0} J\omega\, d_\omega = J\omega^2/2 - J\omega 0^2/2$



- 动能定理: $W = J\omega^2/2 - J\omega 0^2/2$

  > 合外力做功=末动能-初动能

- 质点系的动能定理

  > 
  >
  >
  > 质点系内力做功=动能变化量

  > $W_{外} + W_{内} = E_K - E_{K0}$

  > 其中$W_{内}=W_{保守力}+W_{非保守力}$

  > $W_{保守力} = -\Delta E_P = -(E_K - E_{K0})$

- 功能定理: 上面带入下面

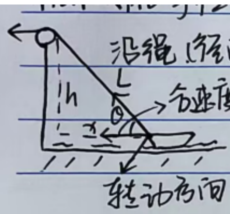
  $W_{外} + W_{非保守力} = E - E_0$ (机械能增量)

  其中$E=E_K - E_P$

- 机械能守恒定律

  $W_{外} + W_{非保守力} = 0$ 或只有$W_{保守力}$时,机械能守恒

题

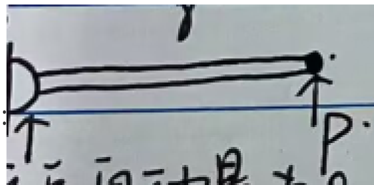


沿绳(径向) $\frac{dl^2}{dt} = \frac{d(h^2+x^2)}{dt} = \frac{dx^2}{dt}$.

其中. $\underbrace{2l\frac{dl}{dt}}_{v_{绳}} = \underbrace{2x\frac{dx}{dt}}_{v_{船}}$. $v_{船} = \frac{l}{x}v_{绳} = \frac{v_{绳}}{\cos\theta}$.

- 角动量 $\vec{L} = J\vec{\omega}$ = 动量 * 动量壁(过转轴做动量的垂线,为转轴到垂足间的距离

定轴:



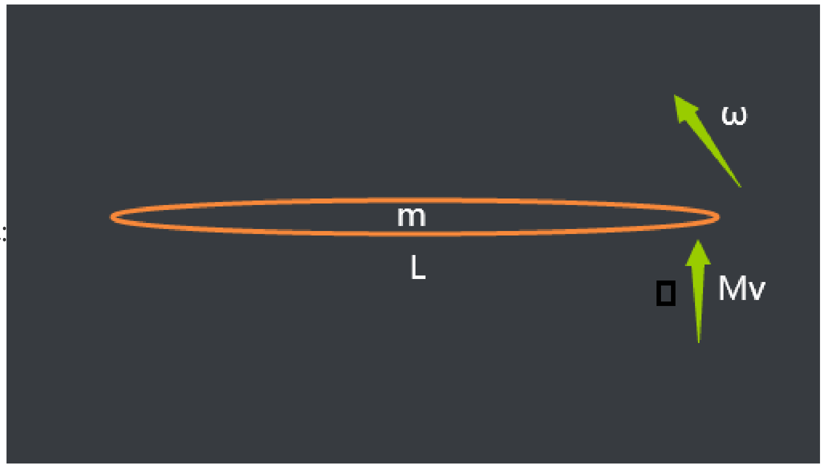
$L = \vec{r}\times\vec{p} = m\vec{v}\times\vec{r}$

点角动量为0.

刚体定轴转动的动量定理 : $\int_{t_0}^{t}\vec{M}dt = \int_{L_0}^{L}d\vec{L} = J\vec{\omega} - J\vec{\omega_0}$

角动量守恒: $J\vec{\omega} = J\vec{\omega_0}$

子弹:



> 子弹打刚体,无动量守恒,只有角动量守恒

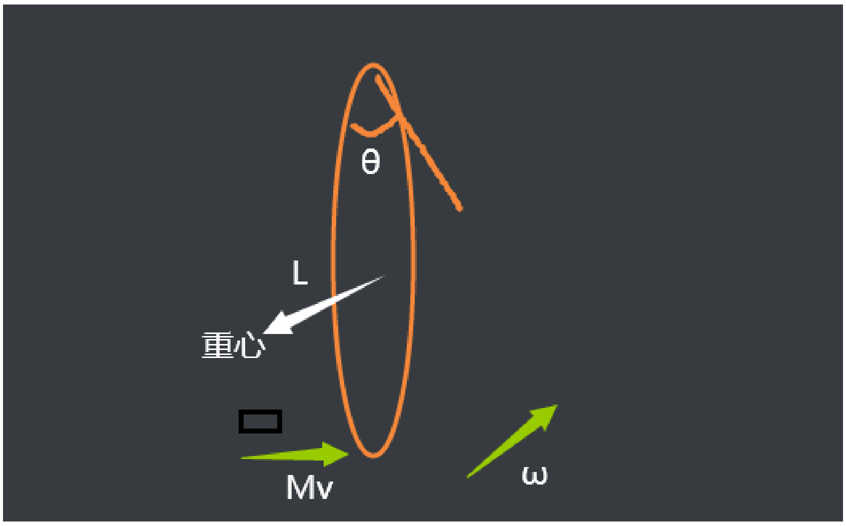
- 求子弹打入后子弹连着转轴向上转动的角速度

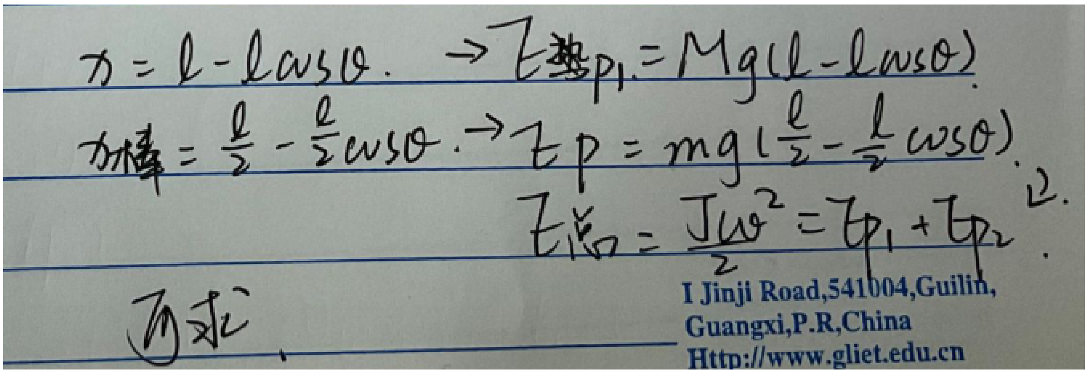
① $MvL = (\underbrace{\frac{mL^2}{3}}_{刚体定轴的J} + ML^2)\omega_{末}$.

- 求子弹打入过程中损失的能量

② $E_{损} = \underbrace{\frac{Mv^2}{2}}_{初} - \underbrace{\frac{(\frac{mL^2}{3}+ML^2)\omega_{末}^2}{2}}_{末}$.

求子弹打入后子弹连着转轴向上转动的角速度





$h = l - l\cos\theta. \rightarrow E_{势p_1} = Mg(l - l\cos\theta).$

$h_{棒} = \frac{l}{2} - \frac{l}{2}\cos\theta. \rightarrow E_p = mg(\frac{l}{2} - \frac{l}{2}\cos\theta)$

$E_{总} = \frac{J\omega^2}{2} = E_{p_1} + E_{p_2}$

可求.

I Jinji Road,541004,Guilin,
Guangxi,P.R,China
Http://www.gliet.edu.cn

> 动量守恒:不受外力做功,所受合外力为0
>
> 机械能守恒的条件:只有保守力做功时
>
> 角动量守恒的条件:合外力矩=0