Physics

高一(8)班

[illegible]

DATE / NO. 7.30 No.1 TITLE 第一讲 运动的描述

模块一 基本物理量

1. 机械运动 物体的空间位置随时间的变化

①举例：车辆的行驶、机器的运转、树叶的摇摆

② 与热运动相区别

2. 参考系 (参照物)

(1) 定义：在描述某一个物体的运动状态时选定另一个物体或其他一些相对静止的物体所组成的系统

(2) 参考系的选择是任意的

一般选取地面作为参考系

A车中的人看B车，认为自己在后退 (B车)

实际A车是静止的 B车向前运动 (地面)

[拓展] (相对运动)

A车中的人看B车，认为自己在后退

实际A车在向右运动，求B车相对于地面的运动？

① B车静止

② B车向前运动

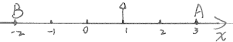
③ B车向后运动，且 $V_B < V_A$

(3) 一切物体均在运动，运动具有相对性

描述一个物体的位置变化，是相对于参考系而言的，所以运动具有相对性。

3. 坐标系：定量描述物体的位置变化

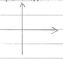
(1) 一维坐标系 直线运动



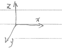
以向右为正方向. $x_A=3$ $x_B=-2$

$|AB|=5m$.

(2) 二维坐标系 平面运动

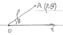


(3) 三维坐标系



立体空间运动

· 极坐标系: $x=\rho\cos\theta$ $y=\rho\sin\theta$



$\rho=\sqrt{x^2+y^2}$

$\theta=\arctan\frac{y}{x}$

DATE / NO. | TITLE

DATE / NO. | TITLE 第二讲 运动的规律

一. 加速度 a

1.定义 $a=\frac{\Delta V}{\Delta t}$. 加速度的方向和速度变化方向一致.

2.单位 m/s^2 米每二次方秒.

3. $a=\frac{V_t-V_0}{t} \Rightarrow V_t=V_0+at$ (矢量式)

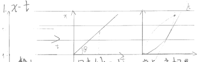
4.a和V的关系

$\left\{\begin{array}{l} a与V方向一致:加速 \\ a与V方向相反:减速 \end{array}\right\}$ 注意 $V=0$

5. 匀变速直线运动 $\left\{\begin{array}{l} 匀加 \\ 匀减 \end{array}\right.$

二. 图像问题

1. $x-t$

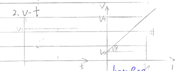


静止. 匀速直线运动 交点一定相遇

$k=\tan\theta=v$

DATE / NO. TITLE

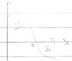
2. V-t



$k=\tan\beta=a$

证明：微元法.

$x = V_0 t + \frac{1}{2}at^2$（与x轴围成的面积）



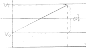
下方：反向位移.

$x = S_1 - S_2$

DATE / NO. 8.1 No.3 TITLE 第三讲 匀变速直线运动

1. 速度-时间

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ $V_t = V_0 + at$



矢量式

2. 位移-时间

$x = V_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $x = V_t t - \frac{1}{2}at^2$

$x = \frac{V_0+V_t}{2}t$ $\bar{v} = \frac{V_0+V_t}{2}$] 3. 平均速度.

$= V_{\frac{t}{2}}$

4. $\begin{cases} \bar{v} = \frac{V_0+V_t}{2} \\ t = \frac{V_t-V_0}{a} \end{cases}$ $x = \frac{V_t^2-V_0^2}{2a}$

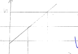
$x = S_{大} - S_{小} = \frac{1}{2}V_t \cdot \frac{V_t}{a} - \frac{1}{2}V_0 \cdot \frac{V_0}{a}$

$= \frac{V_t^2-V_0^2}{2a}$

DATE / NO. TITLE

第四讲 自由落体

一、两个推论

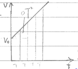
1. 

$x = \frac{V_0+V_t}{2}t$.

$V_{\frac{t}{2}} = \bar{V} = \frac{x}{t} = \frac{V_t+V_0}{2}$

$V_{\frac{x}{2}} = \frac{V_t^2 - V_{\frac{x}{2}}^2}{2a}$ $\quad V_{\frac{x}{2}} = \frac{V_{\frac{x}{2}}^2 - V_0^2}{2a}$

$V_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{V_0^2+V_t^2}{2}}$ $\quad V_{\frac{x}{2}} > V_{\frac{t}{2}}$.

2. 

$x_1 = V_0T + \frac{1}{2}aT^2$

$x_2 = (V_0+aT)T + \frac{1}{2}aT^2$

$x_3 = (V_0+2aT)T + \frac{1}{2}aT^2$

$x_2 - x_1 = x_3 - x_2 = \cdots = aT^2$

$x_{n+1} - x_n = aT^2$. $\quad x_m - x_n = (m-n)aT^2$

二、自由落体

1. 只受重力作用. 初速度为0.

$V_0=0$ $\quad a=g$ (重力加速度)

$g=9.8m/s^2$ $\quad (g=10m/s^2)$

DATE / NO. TITLE

竖直向下.

2. 亚里士多德 (G↑ 快)

伽利略 

(归谬法)

3. 性质

0

1s $\quad V=10m/s \quad \Delta x=5m$

2s $\quad V=20m/s \quad \Delta x=15m$

3s $\quad V=30m/s \quad \Delta x=25m$

$V=gt$.

$h=\frac{1}{2}gt^2$

$V=\sqrt{2gh}$.

$h=\frac{V^2}{2g}$

$x=\frac{V_t^2-V_0^2}{2a}$

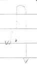
DATE / NO. TITLE 第五讲 运动学小结

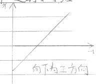
一、竖直上抛

$V_t = V_0 + at$

$= V_0 - gt.$

$x = V_0 t - \frac{1}{2}gt^2.$





二、运动学小结

1.概念

时间和时刻

路程和位移

速率和速度

$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$

2.图像

$x-t$：$k = v$；交点：相遇

☆ $V-t$：$k = a$；交点：速度相同；面积：x

DATE / NO. TITLE

3.公式推导

$V_t = V_0 + at$

$x = V_0 t + \frac{1}{2}at^2$

$x = \frac{V_0 + V_t}{2} t.$

$x = \frac{V_t^2 - V_0^2}{2a}$ ~~$=\bar{v}=$~~

$V_{\frac{t}{2}} = \bar{v} = \frac{t}{x}$

$V_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{V_0^2 + V_t^2}{2}}$

$x_m - x_n = (m-n)aT^2$

$v = gt$

$x = \frac{1}{2}gt^2$

$h = \frac{v^2}{2g}$

DATE / NO. TITLE 第六讲 重力和弹力

一、力

1. 定义：物体间的相互作用

   物质性、相互性、矢量性、独立性 $F=G\frac{m_1m_2}{r^2}$ 6.67×10^{-11} (质心距离)

2. 三要素

   方向、大小、作用点

3. 效果

   形变
   状态-速度改变

二、重力

1. 产生原因：由于地球的吸引

   重力不是万有引力

2. 大小

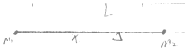
   $G=mg$ $g=9.8N/kg=9.8m/s^2$

   g：纬度↑ g↑；海拔(离地心距离)↓ g↑

3. 方向：竖直向下

4. 作用点：重心(质心) 等效作用点

DATE / NO. TITLE



$m_1gx=m_2g(L-x)$

$x=\frac{m_2}{m_1+m_2}L$

$x_c=\frac{m_1x_1+m_2x_2}{m_1+m_2}$

$x_c=\frac{\sum m_ix_i}{\sum m_i}$

三、弹力

1. 压力、支持力 N F_N

   拉力、推力 (张力) T

2. 方向：恢复形变方向

3. 胡克定律

   $F=kx$ k：劲度/弹性系数 - N/m

4. 弹簧的串并联

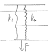
   (1) 

   $\frac{k_1k_2}{k_1+k_2}$

   $\frac{F}{k}=\frac{F}{k_1}+\frac{F}{k_2}$ $\frac{1}{k}=\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}$

DATE / NO. TITLE

(2) 并联



$$\begin{cases} \frac{F}{k} = \frac{F_1}{k_1} + \frac{F_2}{k_2} \\ F_1 + F_2 = F. \end{cases}$$

$k = k_1 + k_2$

5. 轻绳 方向沿绳方向.
   轻杆 方向可以任意
   轻弹簧 方向沿弹簧

DATE / NO. TITLE 第七讲 摩擦力

一.摩擦力

1.条件

有弹力(压力)
粗糙
相对运动/趋势

2.静摩擦

(1) 大小:二力平衡.

(2) 常见静摩擦

① 人走路 后脚向前,前脚向后

② 爬树 静摩擦方向向上

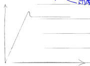
③ 竖直方向(手握瓶) $f = G$

④ 斜面

3. 滑动摩擦

(1) 大小: $f = \mu N$. 动摩擦因数 $(\mu < 1)$ $\mu = \frac{f}{N}$

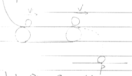
(2)



"刚好(没)被拉动"

DATE / NO. TITLE

(3) 传送带.



逆时针: P点, (f与v无关)

顺时针:
- $v>v_0$ 加速: f向前 P右侧
- $v'<v<v_0$ P右侧
- $v<v'$ 同速时针 P点上.

DATE / NO. TITLE 第八讲 力的合成与分解

一. 力的合成

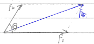
1.共点力

几个力作用于同一点或延长线交于同一点.

2.合力与分力

作用效果相同.

3.平行四边形定则.



①若 $F_1=F_2=F$. $\theta=60°$. $F_合=\sqrt{3}F$.

②若 $F_1=F_2=F$. $\theta=120°$. $F_合=F$

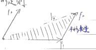
③若 $\theta=90°$. $F_合=\sqrt{F_1^2+F_2^2}$

F_1. F_2不变时. θ越大. $F_合$越小.

$\theta\in[0°,180°]$. $F_合\in[|F_1-F_2|, F_1+F_2]$.

$$F_合=\sqrt{F_1^2+F_2^2+2F_1F_2\cos\theta}$$

4. 三角形定则.



DATE / NO. TITLE

5. 三(多)力合成

- 两两合成
- 将所有力首尾相连(平移)，合力为第一个起点到最后一个终点

(恰能构成多边形，合力为0)

$F_1=5N$ $F_2=6N$ $F_3=7N$

$F_{合}\in[0, 18N]$

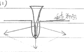
二. 力的分解

1. 合成：唯一

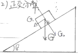
   分解：不唯一。

2. 按照作用效果分解。

(1)



(2) 正交分解



$G_1 = G\cdot\sin\theta$

$G_2 = G\cdot\cos\theta$

$$\begin{cases} G\cdot\cos\theta = N \\ G\cdot\sin\theta = f \\ f=\mu N \end{cases}$$

$\mu=\tan\theta$

DATE / NO. TITLE

将分力分解至两个相互垂直的方向。

- 水平竖直
- 沿斜面和垂直于斜面。

3. 分解时解的个数问题。

① 两个分力方向确定。 唯一解。

② 两个分力大小确定 一解或两解。

③ 其中一个分力大小和方向确定。 唯一解

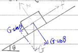
④ 其中一个分力大小确定，另一个方向确定 0.1.2解

DATE / NO. TITLE 第九讲 共点力平衡

一. 共点力平衡

1. $\left\{\begin{array}{l}\text{静止}\\ \text{匀速直线运动}\end{array}\right. \Rightarrow \left\{\begin{array}{l}\text{不受力}\\ F_{合}=0\end{array}\right.$

2. 三力不共线

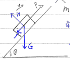


3. n个力不共线

①平移变成n边形

②任意一个力与其他 n-1 个力等大反向共线

4.



$m=1kg \quad \theta=37^\circ \quad \mu=0.25$ 求F

解：如图建系

$\left\{\begin{array}{ll} x: F=f+G\sin\theta & (F-f-G\sin\theta=0)\ ① \\ y: N=G\cos\theta & (N-G\cos\theta=0)\ ② \\ f=\mu N & ③ \end{array}\right.$

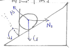
联立①②③解得 $F=mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta$

$=1\times10\times0.6+0.25\times1\times10\times0.8$

$=8N$

DATE / NO. TITLE

二. 动态平衡



矢量三角形

N_1先变小后变大

DATE / NO. TITLE

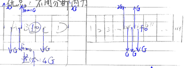
第十讲 力学小结

1. 整体法和隔离法

↓

使用条件：各个物体均处于平衡

优点：不用分析内力



$f_{1000对1001}=10G$

DATE / NO. TITLE

必修一

1.1 质点 参考系

▷机械运动：物体的位置随时间变化。

一、质点

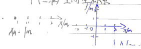
1. 定义：大小、形状忽略了的有质量的点。
2. 应用条件：大小、形状与运动情况无关。
   物体上各点运动情况相同 平动&转动
   空间尺度差异大
3. 思想方法：理想化模型

二、参考系

1. 定义：为了描述运动而假定不动的物体。
2. 原因：运动的相对性
3. 选取原则：① 理论上任意
   ② 方便性（一般选取地面为参考系，也可选其他）
   ③ 统一性（比较两个运动选取同一参考系）

三、坐标系

1. （一维）直线坐标系
   （二维）平面坐标系
   （三维）空间坐标系
2. 三要素：原点、单位长度（标度）、正方向



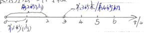
DATE / NO. TITLE

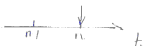
1.2 时间和空间

一、时间

- 时刻（时间点）
- 时间间隔（时间段）（简称为时间）

表示方法：时间轴





第n秒末/第(n+1)秒初

在5s时＝在第5s末时

二、空间

1. 位移和路程

(1) 概念

- 路程：运动轨迹的长度
- 位移：（位置的变化）
  - 定义：从初位置指向末位置的有向线段
  - 大小：线段长度
  - 方向：由初指末

(2) 大小关系

位移大小 ≤ 路程（单向直线运动时取等号）

2. 矢量和标量

- 矢量：有大小，有方向
- 标量：只有大小，无方向

DATE / NO. TITLE

3. 直线运动的位置与位移

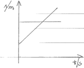
从A到B的位移：$\Delta x = x_2 - x_1 = 3m-(-2m) = 5m$

从B到A的位移：$\Delta x = -5m$.

符号意义
- ＋ 位移方向与正方向相同
- － 位移方向与正方向相反

· 比较大小用绝对值. $-8m > +5m$.

三、图：位移－时间图像



DATE / NO. TITLE 1.3 速度

一. 速度

1. 定义 $V=\frac{\Delta x}{\Delta t}$
2. 比值法定义 V与Δx、Δt无关，与比值有关.
3. 矢量
4. 意义 ① 运动快慢 ②位置变化快慢

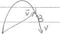
求矢量，务必说明方向.

二. 平均速度

1. 定义 $\bar{v}=\frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$
2. 矢量 $\bar{v}$方向与Δx方向一致
3. 意义 粗略地描述运动的快慢。

三. 瞬时速度

1. 定义 $V_{瞬}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Big|_{\Delta t\to 0}$
2. 方向 ① 轨迹的切线方向 ②物体的运动方向.



3. 大小：(瞬时)速率
4. 说明：速度默认指瞬时速度.

速率默认指瞬时速率大小.

5. 意义：精确地描述一时刻某一位置速度的快慢.

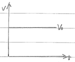
DATE / NO TITLE

四. 平均速率

1. 定义 $\bar{V}_{率}=\frac{S_{路}}{\Delta t}$
2. 大小： $\bar{V}_{率} \geq \bar{V}_{度}$，单向直线运动时取等号.

五. 匀速直线运动

1. 速度 $\left|\begin{array}{l}\text{大小}\\ \text{方向}\end{array}\right.$ 都不变.
2. 匀速 = 匀速直线运动
3. $\bar{v} = V_{瞬}$



六. x-t 图像

$y=kx+b$ （k：斜率，b：纵截距）

1. 截距 $\left|\begin{array}{l}\text{纵：初位置}\\ \text{横：回到参考原点的时刻}\end{array}\right.$
2. 斜率 $k\left(=\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)=\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=V.$

k的正负反应速度方向

3. 交点：相遇(同一时刻，同一地点)
4. 象限：位移方向.

DATE / NO. TITLE

实验：打点计时器

1. 器材：纸带、打点计时器、刻度尺、低压交流电源。
2. $f=50Hz$　　$f=\frac{1}{T}$　　时间间隔为0.02s.
3. 度量时：刻度尺不动：避免每次移动的误差
4. 电磁打点计时器　　　　电火花打点计时器

安全、简便　8V以下　　　　误差小　220V

"限位孔"　　　　50Hz

⇓　　通过振针　　　　电火花放电

复写纸在上　　　　将墨粉溅到纸带上

(处于纸带上方)　　印记太浅：①增加电压

②向下调节振针位置

③换新的复写纸

摩擦来源：①纸带与限位孔　②指针与纸带

5. O　A　B　C

$$V_B=\frac{x_{AC}}{2t}=\frac{x_{AB}+x_{BC}}{2t}.$$

原理：某一过程的平均速度近似为该过程中时速度

6. 计时点与计数点。

人为选取的点是计数点。每5个点选1个计数点。

每隔4点，(中间4点未画出)。

$t_{计数}=t_{计时}\times 5=0.1s$

每隔n点，　$t_{计数}=t_{计数}(n+1)=0.02(n+1)$

DATE / NO. TITLE

7. 10进制估读至下一位。
8. 误差

①偶然误差　特点：人为引入，测平均值可减小

②系统误差。特点：系统方案引入。多次测量不能减小

→平均速度代替中时速度。

9. 光电门求速度

$V=\frac{d}{\Delta t}$

d → 遮光片宽度

Δt → 遮光时间。

DATE / NO. | TITLE 1.4 加速度

一、加速度

1. 定义：速度变化量与发生这一变化所用时间的比值

2. 定义式： $a=\frac{\Delta V}{\Delta t}$ （矢量）

3. 物理意义：描述物体速度变化快慢的物理量

4. 单位：米每二次方秒 m/s^2

5. 矢量性：方向与 ΔV 方向相同

+：与正方向相同　　－：与正方向相反

a 与 V_0 相同：加速　　a 与 V_0 相反：减速

$t=0.1s$

解：规定水平向右为正方向

初速度 $V_0=4m/s$

末速度 $V=-3m/s$

$a=\frac{\Delta V}{\Delta t}=\frac{-3-4}{0.1s}=-70m/s^2$.

答：加速度大小为 $-70m/s^2$，方向水平向左.

二、说明

1. 不能说 a 和 ΔV 成正比，和 Δt 成反比

2. 加速度又称速度变化率

3. 加速度不变的直线运动为匀变速直线运动

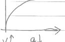
DATE / NO. | TITLE 专题 加速度补充&本章复习

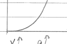
1. 变化率 $D \Rightarrow \Delta D \Rightarrow \frac{\Delta D}{\Delta t}$.

$x \Rightarrow \frac{\Delta x}{\Delta t}$
① 单位时间内位置的变化量
② 单位时间内的位移
③ 位置的变化率
④ 速度

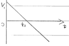
$a=\frac{\Delta V}{\Delta t}$
① 单位时间内速度的变化量
② 速度变化率
③ 加速度

2. 图像　远离时间轴 ⇒ v增大　　靠近时间轴 ⇒ v减小

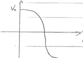




$v\uparrow$　$a\downarrow$　　$v\uparrow$　$a\uparrow$



初速度为0的正方向的匀减速直线运动



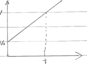
先沿正方向做初速度为 V_0，加速度逐渐变大的运动；后沿反方向做初速度为0，加速度逐渐变小的运动.

DATE / NO.   TITLE 2.2 匀变速直线运动 V-t关系

一. 匀变速直线运动

1. 加速度保持不变的运动是匀变速直线运动.

二.



速度公式

$V = V_0 + at$

$V_0 = 0$时: $V = at$ $V \propto t$

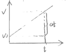
"由$V=V_0+at$得:"

$a = 0$时: $V = V_0$ (匀速)

三. 刹车陷阱

DATE / NO.   TITLE 专题 匀加速直线运动的五个公式

一. 速度公式



$V = V_0 + at$

二. 位移公式

$x = V_0 t + \frac{1}{2}at^2$.

说明 ①推导思想方法: 微元法

② $V_0 = 0$时: $x = \frac{1}{2}at^2$

③ x. V_0. a均为矢量, 计算时代入正负号

④ x-t图像: 二次函数

三. 位移-时间关系变式

$x = V_t - \frac{1}{2}at^2$.

四. 消t公式

$V^2 - V_0^2 = 2ax$ | $x = \frac{V^2 - V_0^2}{2a}$

五. 平均速度公式

$x = \frac{1}{2}(V_0 + V)t = \overline{V} \cdot t$

总结: 缺一, 知三求一.

DATE / NO. TITLE 专题 匀变速直线运动推论(上)

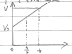
零. 回顾五公式

5个物理量：x、V、V_0、t、a

题型：缺一，缺知三求一

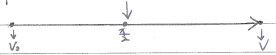
无 x	$V = V_0 + at$
无 V	$x = V_0 t + \frac{1}{2}at^2$
无 V_0	$x = Vt - \frac{1}{2}at^2$
无 t	$2ax = V^2 - V_0^2$
无 a	$x = \frac{1}{2}(V_0 + V)t$

一. 中间时刻速度



$$V_{\frac{t}{2}} = \frac{1}{2}(V_0 + V) = \bar{V} \text{（平均速度）}$$

二. 中间位置的速度



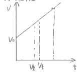
1. 推导
$$\begin{cases} V_{\frac{x}{2}}^2 - V_0^2 = 2a \cdot \frac{x}{2} \\ V^2 - V_{\frac{x}{2}}^2 = 2a \cdot \frac{x}{2} \end{cases}$$

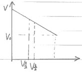
$$2V_{\frac{x}{2}}^2 - (V_0^2 + V^2) = 0$$

$$V_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{V_0^2 + V^2}{2}} \text{（方均根速度）}$$

DATE / NO. TITLE

1. 大小比较

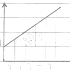




无论匀加速还是匀减速，总有 $V_{\frac{x}{2}} > V_{\frac{t}{2}}$

三. 逐差相等公式

1. 任意两个连续相等的时间间隔T内，位移之差为常量。

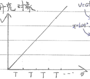


$\Delta x = x_2 - x_1 = aT^2$

2. 推广 $x_m - x_n = (m-n)aT^2$

DATE / NO. TITLE 专题 匀变速直线运动推论(下)

零、研究对象



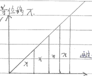
$v=at$

$x=\frac{1}{2}at^2$

V	$1:2:3:4 \cdots n$
x	$1:4:9:16 \cdots n^2$
Δx	$1:3:5:7 \cdots 2n-1$

$x=\frac{1}{2}a(nT)^2-\frac{1}{2}a[(n-1)T]^2$

一、相等位移 x.



$V^2=2ax$　$v=\sqrt{2ax}$

nx 末速度比：

$1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:2 \cdots \sqrt{n}$

$x=\frac{1}{2}at^2$　$t=\sqrt{\frac{2x}{a}}$

通过 nx 所用时间比：

$1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:2 \cdots \sqrt{n}$

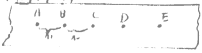
通过连续相等位移所用时间比：

$1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}) \cdots \sqrt{n}-\sqrt{n-1}$

$\sqrt{\frac{2nx}{a}}-\sqrt{\frac{2(n-1)x}{a}}$

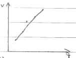
DATE / NO. TITLE 专题 利用纸带求匀变速直线运动加速度

方法一：图像法



1. 求瞬时速度　$V_B=\frac{x_1+x_2}{2t}$　$V_C=\frac{x_2+x_3}{2t}$

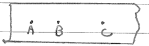
2. 画 V-t 图



3. 拟合直线求斜率

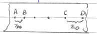
要求
- ①直线
- ②通过尽可能多的点
- ③点均匀分布于直线两侧
- ④距离太远的点舍去.

方法二：公式法(逐差法)



$\Delta x=aT^2 \Rightarrow a=\frac{x_2-x_1}{T^2}$

纸带类型一：

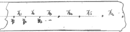


$a=\frac{x_{CD}-x_{AB}}{4T^2}$

$(x_M-x_N)=(m-n)aT^2$

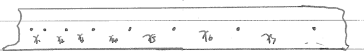
DATE / NO.　　TITLE

纸带类型二:



$\frac{x_2-x_1}{T^2}$ / $\frac{x_3-x_2}{T^2}$ / $\frac{x_4-x_3}{T^2}$ / $\frac{x_5-x_4}{T^2}$ / $\frac{x_6-x_5}{T^2}$

$$a=\frac{\frac{x_2-x_1}{T^2}+\frac{x_3-x_2}{T^2}+\frac{x_4-x_3}{T^2}+\frac{x_5-x_4}{T^2}+\frac{x_6-x_5}{T^2}}{5}=\frac{x_6-x_1}{5T}\ \times$$



$$a=\frac{\frac{x_4-x_1}{3T^2}+\frac{x_5-x_2}{3T^2}+\frac{x_6-x_3}{3T^2}}{3}$$

$$=\frac{(x_4+x_5+x_6)-(x_1+x_2+x_3)}{(3T)^2}\Rightarrow$$ 大逐差法

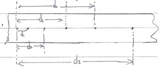
(分为相等两份)

•若为奇数段　①去中间

若有5段: $\bar{a}=\frac{(x_4+x_5)-(x_1+x_2)}{2\times 3T^2}$

②去头或去尾.

纸带类型三:



DATE / NO　　TITLE

注意事项

1. 细线与导轨平行.
2. 释放时 小车靠近打点计时器.
3. 开头密集/模糊点、舍去.
4. 小车停止后立即关闭电源.
5. v-t图像
   - ① t=0时 $v\neq 0$
   - ② 不与轴交点不为(0,0)点.
6. 勾码质量/平衡摩擦力　不必要.

DATE / NO.　　TITLE

2.4 自由落体运动

一. 定义：只在重力作用下从静止开始下落的运动.

二. 特点
① $V_0=0$
② 只受重力作用（重力远大于阻力也可）

三. 实验验证
① 打点计时器
② 频闪摄影
③ 结论：$V_0=0$，$a=g$ 方向：竖直向下
{ 两极大 赤道小
{ h越大, g越小

四. 公式

$V=V_0+at$ ⇒ $V=gt$ $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$

$x=V_0t+\frac{1}{2}at^2$ ⇒ $x=\frac{1}{2}gt^2$

$V^2-V_0^2=2ax$ ⇒ $V^2=2gh$ $h=\frac{V^2}{2g}$

DATE / NO　　TITLE

专题：竖直上抛运动

一. 定义
物体具有竖直向上的初速度，只在重力作用下的运动.

二. 运动过程

先做竖直向上的匀减速运动　　再做竖直向下的匀加速运动

$a=9.8m/s^2$

三. 研究方法

1. 分段法 上升阶段：规定初速度 V_0 方向为正方向：$a=-g$

$V=V_0+at$　　$V=V_0+(-g)t$

$x=V_0t+\frac{1}{2}at^2$　　$h=V_0t+\frac{1}{2}(-g)t^2$

$V^2-V_0^2=2ax$　　$V^2-V_0^2=2(-g)h$

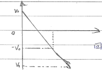
下降阶段：竖直向下为正方向.

2. 整体法：规定初速度方向为正方向：做初速度为 V_0，$a=-g$ 的匀变速直线运动

$V>0$ 上升阶段　　$h>0$ 抛出点上方
$V<0$ 下降阶段　　$h<0$ 抛出点下方

四. 图像
规定初速度方向为正方向：

DATE / NO. TITLE



最大高度：$H=\frac{v_0^2}{2g}$

上升时间：$t_0=\frac{v_0}{g}$

回到抛点：$t=2t_0=2\frac{v_0}{g}$

五. 重要特性

1. 对称性 $\begin{cases}\text{时间}\\\text{速度}\end{cases}$

2. 多解性

DATE / NO TITLE Exercise

1 在离地高h处，沿竖直方向同时向上和向下抛出两个小球，它们初速度大小均为 v_0，不计空气阻力，求两球落地的时间差。

解：规定竖直向上为正方向，时间差即为向上球抛出到回到抛出高度的时间。

由 $v=v_0+at$ 可知：

$t_上=\frac{0-v_0}{-a}=\frac{v_0}{a}s$

$\therefore \Delta t=2t_上=\frac{2v_0}{a}=\frac{2v_0}{g}$

答：时间差为 $\frac{2v_0}{g}$

物理量 v_0、g 已包含单位，不必加"s"

2 某人在高层楼房的阳台外侧以20m/s的速度竖直向上抛出一个石块，石块运动到离抛出点15m处的时间为多少？

解：规定竖直向上为正方向。

由 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 可知：

① 位移为15m

$15m=20t+\frac{1}{2}(-10)\cdot t^2$

$t_1=1s$ $t_2=3s$

② 位移为 -15m

$-15m=20t+\frac{1}{2}(-10)\cdot t^2$

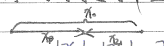
$t=(2+\sqrt{7})s$

答：时间为1s或3s或 $(2+\sqrt{7})s$.

DATE / NO. TITLE

专题：相遇和追及

一、相遇：两物体于同一时间到达同一位置。

两种情况
①


$|x_甲| + |x_乙| = x_0$

②


$x_甲 - x_乙 = x_0$

两个关系
①位移关系
②时间关系 $t_甲 = t_乙$

二、追及

两种情况
- 追不上：
  - $x_甲 - x_乙 < x_0$
  - $v_甲 < v_乙 \Rightarrow \Delta x$变大
- 追上：
  - $x_甲 - x_乙 = x_0$
  - $v_甲 > v_乙 \Rightarrow \Delta x$变小

一种临界条件：$v_甲 = v_乙$
- 距离恰好最远
- 恰好相遇
- 恰好未相撞……

三、解题思路

①画好两图：运动示意图 + v-t图

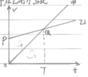
②两个关系
- 位移
- 时间

③一个临界条件

DATE / NO. TITLE

Exercise

甲乙两车在一平直道路上同向运动，甲在乙前方s_0处。



$S_0 < S_1$：相遇两次

$S_0 > S_1$：不相遇一次

$S_0 = S_1$：相遇一次

DATE / NO. TITLE 3.0 专题 基本相互作用之力

一、定义力

1. 定义 物体与物体间的相互作用

2. 性质：(1) 物质性 { 施力物体 / 受力物体

绳 → 施力物体　车 → 受力物体

(2) 相互性 { 作用力 / 反作用力　　(3) 矢量性 { 大小 / 方向

3. 单位：牛顿 (N)

4. 作用效果 { 改变物体运动状态 (=速度) / 使物体发生形变

5. 力的三要素：大小、方向、作用点

6. 力的图示和示意图

图示：

示意图：

7. 四种基本相互作用

① 引力相互作用：任两物体间相互吸引

② 电磁相互作用：电荷间、磁体间、分子间 —(生活中大多数力)

③ 强相互作用 { → 质子 中子 ($10^{-15}m$) / 都在微观粒子间，短程力

④ 弱相互作用 ...

DATE / NO. TITLE

二、重力 (G)

1. 产生：由于地球的吸引力 (重力 ≠ 万有引力)

2. 表达式：$G=mg$

3. 方向：竖直向下

4. 说明：{ 非接触力 / 只与 mg 有关

5. 重心 —— 等效作用点 (思想方法：等效法)

① 质量分布均匀、形状规则 ——→ 几何中心

② 薄板 ——→ 两次悬挂法

③ 重心可在体外

倒出水少许，重心上升　　加入水少许，重心上升

结论：容器加液体，重心在液面处，重心最低。

DATE / NO.　　TITLE 3.1　弹力

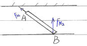
一. 形变

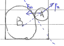
1. 定义: 物体在力的作用下, 形状和体积发生改变
2. 分类: 弹性形变 / 塑性形变
3. 微小放大法　例: 注桂法、光杠杆法

　　在外力作用下, 任何~~作用~~物体都能发生形变.

二. 弹力

1. 定义: 发生弹性形变的物体, 由于要恢复原状, 对与它接触的物体产生力的作用这种力叫做弹力. ← 性质命名
2. 产生条件: ①相互接触 / ②产生弹性形变
3. 种类: 压力. 支持力. 拉力 ……　效果命名
4. 大小: 二力平衡 (目前)
5. 方向: 从施力物体指向受力物体, 与施力物形变方向相反





三. 弹力方向

1. 轻绳中的弹力　收缩

DATE / NO.　　TITLE

2. 弹簧: 沿轴线方向
3. 固定轻杆: 方向可以不沿杆.
　一端可自由转动: 方向沿杆方向

四. 弹力有无

五. 弹簧模型

1. 弹簧特点: ①可拉可压, 各处受力大小相等 / ②形变越大, 弹力越大
2. 胡克定律　$F = kx$

　　(k大, 弹簧"硬"; k小, 弹簧"软")

DATE / NO. TITLE

3.2 摩擦力

一. 滑动摩擦力

1. 定义：两个相互接触的物体发生相对运动时在接触面上产生的阻碍相对运动的摩擦力.
2. 产生条件　接触　不光滑　相对运动　有挤压

　　有弹力，不一定有摩擦力.

　　有摩擦力，一定有弹力.

3. 方向：与相对运动方向相反，且与接触面平行。

　　与运动方向可同可反，可以为动力，也可以为阻力.

4. 大小：$f=\mu N$　(正)压力　或：$F_f=\mu F_N$

　　μ：动摩擦因数　只与压力大小，接触面粗糙程度有关

压力不一定等于重力.

二. 静摩擦力

1. 定义：两个相对互接触的物体保持相对静止且存在相对运动趋势而存在的摩擦力。
2. 产生条件：接触　不光滑　相对运动趋势　有挤压
3. 方向：与相对运动趋势方向相反，且平行于接触面

　　判断相对运动趋势——假设光滑法.

　　假设接触面光滑时的相对运动方向就是不光滑时的相对运动趋势方向。

4. 大小：随平行于接触面方向上外力的变化而变化.（平衡法）

DATE / NO. TITLE

5. 范围：$0\sim f_{max}$　　$f_{max} > f_{滑}$

- 静摩擦力方向与运动方向无关.

使劲握：只变静摩擦力.

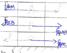
DATE / NO. TITLE 专题：摩擦力的补充

零、复习：摩擦力（本质、电磁） f、F_f

1、条件
- ①接触
- ②粗糙
- ③有挤压
- ④相对运动（或相对运动趋势）

ex1.

一、叠放问题



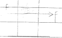
解决要点：

①力的相互性

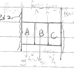
等大反向的一对相互作用力

②隔离法与整体法的综合运用（系统静止或各部分共速）

· $f_{C地} = 0$



ex2.



$m_A = m_B = m_C = m$

$f_{地\to A} = \frac{3}{2}mg$

二、皮带问题

ex1.

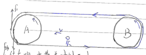
A：主动轮 B：从动轮

DATE / NO. TITLE

在皮带很长的情况下：

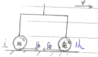
上面有可能松弛。

ex2.



人往左跑，皮带逆时针运动。

ex3.



DATE / NO. TITLE

3.3 牛顿第三定律

一. 受力分析

1. 顺序
   - ①明确并隔离研究对象
   - ②画力
     - 重力和其他已知力
     - 弹力
     - 摩擦力
   - ③检查：是否多力或漏力
2. 常用方法：整体法＋隔离法
   （可忽略内力）

二. 牛顿第三定律

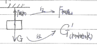
物体A $\underset{\text{反作用力}}{\overset{\text{作用力}}{\rightleftarrows}}$ 物体B

内容：作用力与反作用力总是 —— ①任何物体

②任何运动状态

- ①等大 反向 共线 异体
- ②同性 同生共死齐变化

三. 辨析



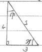
DATE / NO. TITLE

总结

	作用力与反作用力	平衡力
大小	相等	
方向	相反	
作用线	同一直线	
作用点	两个物体	一个物体
作用效果	不可以抵消	可以抵消
产生消失	同时	不一定同时
性质	相同	不一定相同

DATE / NO. TITLE 专题：力的合成

零、补充



$\sin 37° = \cos 53° = \frac{3}{5}$

$\sin 53° = \cos 37° = \frac{4}{5}$

$\tan 37° = \frac{3}{4}$ $\tan 53° = \frac{4}{3}$

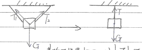
$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2r$$

余弦定理： $\cos C = \frac{a^2+b^2-c^2}{2ab}$

· 共点力

定义：几个力交于一点或作用力的延长线交于一点。

一、合力与分力



若作用效果相同，则 $\begin{cases} T\text{为}T_1、T_2\text{的合力} \\ T_1、T_2\text{为}T\text{的分力} \end{cases}$

思想方法：等效替代法

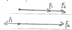
二、力的合成

1. 方法：平行四边形法则（矢量运算都适用）

DATE / NO. TITLE

2. 二力合成

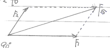
同向（$\theta = 0°$）与反向（$\theta = 180°$）



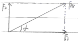
$F_合 = F_1 + F_2$

$F_合 = F_2 - F_1$，方向为 F_2 方向

$0° < \theta < 90°$

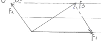


$\theta = 90°$



$\begin{cases} \sin\alpha = \frac{F_2}{F_合} \\ \cos\alpha = \frac{F_1}{F_合} \end{cases}$

$90° < \theta < 180°$



规律

① F_1、F_2 大小一定，夹角 θ 增加，$F_合$ 减小。

② $|F_1 - F_2| \le F_合 \le F_1 + F_2$

③ 合力可能大于或小于等于其中一个分力。

3. 特殊情况：若两分力等大且都为 F.

$F_合 = 2F\cos\frac{\theta}{2}$

DATE / NO. TITLE

① 

$\theta = 120^\circ$

$F_1 : F_2 : F_合 = 1:1:1$　　$F_合 = F$

② 

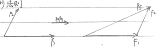
$\theta = 60^\circ$

$F_合 = \sqrt{3}F$

$F_1 : F_2 : F_合 = 1:1:\sqrt{3}$

4. 补充

① 三角形法则



(首尾相连，由初指末的有向线段)

② 多力合成
- 法一：逐次二力合成
- 法二、多力首尾相连

③ 作图法：作力的图示

DATE / NO. TITLE

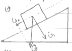
专题、力的分解

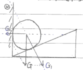
一、定义：求一个力的分力

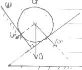
说明
- ①有无数种可能
- ②遵循平行四边形定则
- ③合力存在，分力虚拟

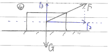
二、分解方法

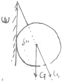
1. 按实际作用效果分解。(确定两分力方向，构建平行四边形)

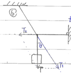
(1) 

② 

(3) 

④ 

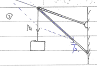
(5) 

⑥ 

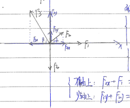
$\tan\theta = \frac{T_2}{G} \Rightarrow T_2 = G\tan\theta$

$T_1 = \frac{G}{\cos\theta}$.

③



2. 正交分解（按2个互相垂直的方向分解）.



解：如图建系.

$$\begin{cases} F_{2x} = F_2 \cos\alpha \\ F_{2y} = F_2 \sin\alpha \end{cases}$$

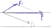
$$\begin{cases} F_{3x} = F_3 \cos\beta \\ F_{3y} = F_3 \sin\beta \end{cases}$$

$\begin{cases} x\text{轴上：} F_{2x} + F_1 = F_{3x} \\ y\text{轴上：} F_{3y} + F_{2y} = F_4 \end{cases}$

三. 力的分解有几种可能？

①已知两个分力方向　　唯一解.

②已知一个分力大小、方向　　唯一解.



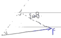
③已知两分力大小.

a. $F_1 + F_2 < F$　无解.

b. $|F_1 - F_2| < F$　无解

c. 处于中间：两组解

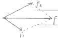
④已知一分力大小、一分力方向.



$$F_2 = \begin{cases} < F\sin\beta & \text{无解} \\ = F\sin\beta & \text{一组解} \\ \geq F & \text{两组解} \end{cases}$$

$F\sin\beta < F_2 < F$　两组解

⑤



F（或两力互换）

DATE / NO. TITLE 专题：共点力作用下物体的平衡(上)

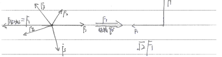
一、共点力：几个力作用在同一点或延长线交于一点。 —静态平衡

二、平衡状态 | 1. 静止 ($V=0$, $a=0$)
| 2. 匀速直线运动 (V大小，方向都不变)
| 3. 缓慢运动

三、平衡条件：$F_合=0$

四、推论

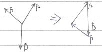
1. 几个力作用下平衡，其中一力必与剩下的力的合力平衡。



2. 三力汇交：三力平衡，有两个力过该点，则第三力必过该点。

五、方法

1. 力的合成
2. 力的分解
3. 正交分解
4. 矢量三角形



DATE / NO. TITLE 专题：共点力作用下物体的平衡(下)

一、动态平衡： —动态平衡

物体平衡时，所受的力是动态的变力。

二、方法：

①整体法+隔离法

(使用条件：几个物体加速度a都相同或运动状态都相同)

1. 解析法：写出力的表达式
2. 动态三角形法：构建矢量三角形
3. 相似三角形法

DATE / NO. TITLE

专题：力与运动的关系

一. 历史

1. 亚里士多德：力是维持物体运动状态的原因
2. 伽利略：理想斜面实验

思想方法：理想实验＋科学推理

结论：力是改变物体运动状态的原因

= 速度：大小/方向

3. 笛卡尔：没有力的作用，则物体运动快慢、方向均不变
4. 牛顿

二. 牛顿第一定律(惯性定律)

1. 表述：物体总是保持匀速直线运动或静止，除非有外力改变这种状态。
2. 理解：保持这种运动状态的性质叫惯性

三. 惯性

1. 定义：改变运动状态的难易程度
2. 唯一影响方式：质量

四. 单位制

1. 基本量　长度，时间，千克…

→基本单位　m　s　kg

DATE / NO. TITLE

导出量 → 导出单位　　— 国际单位制

2. 3个力学基本制

长度、质量、时间

3. 应用：$V=V_0+at=(5+2\cdot 5)m/s=15m/s$

DATE / NO. TITLE

4.3 牛顿第二定律

零：牛一复习.

辨析
- 力是物体运动的原因. ×
- 物体受到惯性作用. ×
- 惯性是一种力 ×
- 物体产生了力 ×

一、推理.

外力 ⟶ 运动状态改变 ⟶ 速度改变 ⟶ 产生加速度

质量(惯性)越大 ⟶ 运动状态越难改变 ⟶ 速度变化越慢

↳ 加速度越小

二、实验

1. 控制变量
   - m 一定：$a \propto F$
   - F 一定：$a \propto \frac{1}{m}$

   $\Rightarrow F = kma$

2. 规定：令 $k=1$. 使 m 单位为 kg 使 a 单位为 m/s^2.

   F 单位为 N 即 $1N = 1kg \cdot m/s^2$

3. 结论：$F = ma$

三、牛顿第二定律

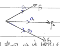
1. 定义：加速度大小与合外力成正比，与质量成反比。

   方向与合外力同向。

DATE / NO. TITLE

2. 表达式：$F_合 = ma$ $\left(a = \frac{F_合}{m}\right)$

3. 理解
   - ① 具有同体性 F, m, a 具有同一物体.
   - ② 因果性 a 由 F 决定.
     - $a = \frac{F_合}{m}$ 加速度 a 的决定式
     - $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ a 的定义式
   - ③ 矢量性 a 与 $F_合$ 同向.
   - ④ 同时性 a 与 F 同时产生，同时变化，同时消失 瞬时对应关系
   - ⑤ 独立性

     法1：分加速度合成

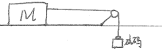
     法2：$F_合 \Rightarrow a_合$
   - ⑥ 适用范围：宏观，低速，惯性系.

DATE / NO. TITLE 实验：验证加速度与力、质量的关系

一. 目的：验证 $a=\frac{F_{合}}{m}$

二. 思想：控制变量 | 小车F不变，分析a与m关系
| 小车m不变，分析a与$F_{合}$关系

三. 器材



(光滑)

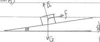
小车：$F_{合}=T=mg$ Ma　　砝码：$mg-T=F_{合}=ma$

想要 $T\approx mg$：　$T=M\cdot\frac{mg}{M+m}$　$(mg-Ma=ma)$

$=\frac{mg}{1+\frac{m}{M}}$

砝码质量远小于小车质量：$T\approx mg$.

(若不光滑)



$\mu=\tan\theta$时：
使小车恰静止或匀速直运动
(不挂重物时平衡f)

①不挂重物

②用纸带判断小车是否匀速.

③重做实验时，不需要再平衡.

DATE / NO. TITLE 专题：力与运动的两类问题

问题一. 已知受力求运动？

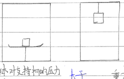
A. 受力分析 → 求$F_{合}$ → $F_{合}=ma$ → a → 运动

问题二. 已知运动求受力？

A. 运动 → a → $F_{合}=ma$ → $F_{合}$ → 受力

DATE / NO. TITLE 4.6 超重与失重

一、释义



1. 超重：物体对支持物的压力 / 物体对悬挂物的拉力 大于 重力

2. 失重 物体对支持物的压力 / 物体对悬挂物的压拉力 小于 重力

视重 实重

二、探究

1. 速度向上
- 先向上加速 v↑ ↑a 超重
- 再向上减速 v↑ ↓a 失重

2. 速度向下
- 先向下加速 v↓ ↓a 失重
- 再向下减速 v↓ ↑a 超重

三、本质

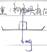
1. 超重：物体具有向上的加速度 a ↑

$N-mg=ma$

$N>mg$

DATE / NO. TITLE

2. 失重：物体具有向下的加速度 a ↓



$mg-N=ma$

$N<mg$

四、说明

1. 重力不变

2. 超重还是失重？只与加速度方向 a有关！(加速度的方向)

3. a不一定竖直 超重 / 失重 分解 a.

五、实例

1. 电梯问题

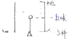
2. 人的蹲下或站立 (重心高度变化)

3. 完全失重：示重为0. $a=g\downarrow$.

例 自由落体. 竖直上抛

注：由重力产生的效果全部消失.

4. 浮球问题



状态。

Q：剪断绳子，台秤示数？

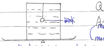
A：木球，加速上升 v↑ a↑

超重 $m_木 a$

水球，加速下降 v↓ a↓

失重 $m_水 a$

DATE / NO. TITLE



Q：剪断绳子，台秤示数？

A：钢球：加速下降 $v\downarrow$ $a\downarrow$ $m_{钢}a$

水球：加速上升 $v\uparrow$ $a\uparrow$ $m_{水}a$

整体失重状态，示数变小

DATE / NO. TITLE 专题：瞬时和临界

一、瞬时

1. 杆、绳：上面的力可突变
2. 弹簧：上面的力不可突变（除非被剪断）
3. 接触面：上面的力可以突变（弹力、摩擦力）
4. 刚开始：$f_{静}=f_{max}$

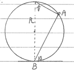
二、常见临界条件

1. 两面脱离：弹力 $N=0$
2. 绳松弛：张力 $T=0$
3. 速度达到最小或最大 $a=0$
4. 刚开始相对滑动 $f_{静}=f_{max}$

DATE / NO. TITLE

补充：等时圆问题

1.



Q：光滑轨道AB，静止下滑，求时间。

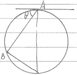
$x_{AB}=2R\sin\beta$

对球：

$F_合=mg\sin\beta=ma$　　$a=g\sin\beta$

由$x=\frac{1}{2}at^2$可得：

$t=\sqrt{\frac{2x}{a}}=\sqrt{\frac{2\cdot 2R\sin\beta}{g\sin\beta}}=2\sqrt{\frac{R}{g}}$



Q：光滑轨道AB，静止下滑，求时间？ 与β无关

A：$x_{AB}=2R\sin\beta$

对球：$a=g\sin\beta$

$t=\sqrt{\frac{2x}{a}}=2\sqrt{\frac{R}{g}}$

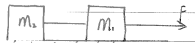
DATE / NO. TITLE

专题：连接体问题

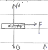
1. 连接体：两个或两个以上物体叠放或通过绳、杆、弹簧连接在一起。
2. 处理方法：整体法+隔离法
3. 步骤：选取研究对象 ⟶ 受力分析 ⟶ 正交分解 ⟶ 列方程求解

模型 - 绳连接

①



· 若光滑　对整体：



$F=(m_1+m_2)a$

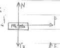
$a=\frac{F}{m_1+m_2}$

对m_2：

$T=m_2a$

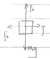
$=\frac{m_2}{m_1+m_2}F$

· 若粗糙：对整体：



$a=\frac{F}{m_1+m_2}-\mu g$

对m_2：

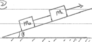


$T-\mu m_2g=m_2a$

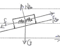
$T=\frac{m_2}{m_1+m_2}F$

DATE / NO. TITLE

②



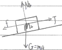
对整体:



$F-(m_1+m_2)g\sin\theta-\mu(m_1+m_2)g\cos\theta=(m_1+m_2)a$

$\Rightarrow a=\frac{F}{m_1+m_2}-g\sin\theta-\mu g\cos\theta$

对m_2:



$T-m_2g\sin\theta-\mu m_2g\cos\theta=m_2a$

$\Rightarrow T=\frac{m_2}{m_1+m_2}F$

③

对整体:

$F-(m_1+m_2)g=(m_1+m_2)a$

$a=\frac{F}{m_1+m_2}-g$

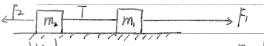
对m_2:

$T-m_2g=m_2a$

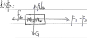
$T=\frac{m_2}{m_1+m_2}F$

DATE / NO. TITLE

④

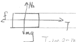


对整体:



$F_1-F_2-\mu(m_1+m_2)g=(m_1+m_2)a$

$a=\frac{F_1-F_2}{m_1+m_2}-\mu g$



$T-\mu m_2g=m_2a$

$T=\frac{m_1F_2+m_2F_1}{m_1+m_2}$

模型二: 绳+滑轮

对m_1:

$mg-T=ma$

对m_2:

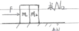
$T-m_2g=m_2a$

$\Rightarrow\begin{cases}a=\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}g\\ T=\frac{2m_1m_2}{m_1+m_2}g\end{cases}$

DATE / NO. | TITLE

模型二. 叠放体模型

① 求 N_{12}



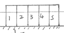
对整体: $F=(m_1+m_2)a$ $a=\frac{F}{m_1+m_2}$

对 m_2:

$N_{12}=m_2a$

$=\frac{m_2}{m_1+m_2}F$.

②



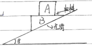
对整体: $a=\frac{F}{5m}$

对 5:

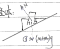
$N_{45}=ma=\frac{F}{5}$.

对(45): $N_{34}=2m\cdot a=\frac{2}{5}F$

补充



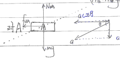
对整体:



$(m_A+m_B)g\sin\beta=(m_A+m_B)a$

$\hookrightarrow a=g\sin\beta$

对 A:



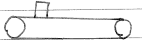
DATE / NO. | TITLE

$$\begin{cases} f_{BA}=ma\cos\beta \\ m_Ag-N_{BA}=ma\sin\beta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} f_{BA}=mg\sin\beta\cos\beta \\ N_{BA}=m_Bg\cos^2\beta \end{cases}$$

DATE / NO. TITLE

专题：传送带问题

一、水平传送带

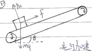


	传送带足够长	传送带不够长
$V_0 < V$ ($\vec{a} = \mu g$)	先匀加，再匀速 (1)	一直匀加
$V_0 = V$	一直以v匀速	一直匀速
$V_0 > V$ ($\overleftarrow{a} = \mu g$)	先匀减，再匀速 (1)	一直匀减

$\left.\begin{matrix}一直匀加\\一直匀速\\一直匀减\end{matrix}\right\}$ 掉下去

二、倾斜传送带

①



向上条件：$f > G_x$

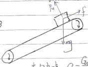
$\mu mg\cos\theta > mg\sin\theta$

$\mu > \tan\theta$

先匀加速：$\frac{f - G_x}{m} = \mu g\cos\theta - g\sin\theta$

加速至V后，一起匀速

②



向下条件：$G_x > f$

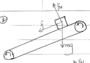
$mg\sin\theta > \mu mg\cos\theta$，即

$\mu < \tan\theta$

先匀加速：$a = \frac{G_x - f}{m} = g\sin\theta - mg\cos\theta$

DATE / NO. TITLE

③

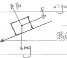


先匀加速：$a = \frac{f + G_x}{m}$

$= \mu g\cos\theta + g\sin\theta$

加速到V后：

· 物块有向下的（相对）运动趋势.



$a' = g\sin\theta - \mu g\cos\theta$

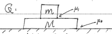
然后 $\mu < \tan\theta$：较光滑 → 再匀加速

$\mu > \tan\theta$：较粗糙 → 再匀速

DATE / NO. TITLE

专题：板块类问题

Q:



力F多大时，才能从将木板从木块与地面之间抽出？

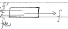
A:
- $0 \le F < \mu_2 (M+m)g$　　m.M一起静止
- $F = \mu_2 (M+m)g$　　m.M一起匀直
- $\mu_2 (M+m)g < F \le \boxed{\quad}$　　m.M一起匀加
- $F > \boxed{\quad}$　　m.M 发生相对滑动.

·思路一：$a_M > a_m$时 木块发生相对滑动

对m：

$a_m = \frac{f}{m} = \mu g$

对M：



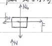
$a_M = \frac{F - f' - f_地}{M} = \frac{F - \mu_1 mg - \mu_2 (M+m) g}{M}$

令 $a_M > a_m$

可得：$F > (\mu_1 + \mu_2)(M+m)g$.

·思路二：f_{Mm} 变为滑动摩擦力时.

对整体：



$F - \mu_2 (M+m) g = (M+m) a$

$a = \frac{F}{M+m} - \mu_2 g$

对m：

临界：$f = f_{静max}$.

$\frac{m}{M+m} F - \mu_2 mg = \mu_1 mg$.

$F = (\mu_1 + \mu_2)(M+m) g$.

必修二

DATE / NO. TITLE

第五章　抛体运动

5.1 曲线运动

一、运动学特点

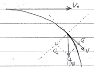
1. 轨迹：曲线
2. 速度的方向：（运动方向）
   - ①沿切线方向　　②时刻改变
3. 运动性质：
   - ①一定是变速运动　　②一定有加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
     - a不变：匀变速曲线运动
     - a变化：变加速曲线运动
4. 对比
   - 直线运动　a. v一定共线 { 同向：加速；反向：减速
   - a. v一定不共线

二、动力学特点

1. 曲线运动条件：$F_合$与 v不共线
2. $F_合$·v 轨迹位置关系：
   - ① 轨迹夹在$F_合$和 v之间.
   - ② $F_合$指向轨迹内.
   - ③ v方向一定是轨迹切线方向

DATE / NO. | TITLE

3.



G_1：只改变大小

G_2：只改变方向

4. 合与V夹角 $\begin{cases} \text{锐角：V变大} \\ \text{钝角：V变小} \\ \text{直角：不变V大小，只变V方向} \end{cases}$

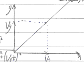
DATE / NO | TITLE

5.2 运动的合成与分解

——曲线运动的处理方法

思. 实验：蜡块实验

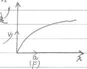
向上匀速 + 向右匀速



	x方向	y方向	总
速度	V_x	V_y	$\sqrt{V_x^2+V_y^2}$
位移	$V_x t$	$V_y t$	$\sqrt{(V_x t)^2+(V_y t)^2}$

轨迹 $y = V_y t = V_y \cdot \frac{x}{V_x}$

向上匀速 + 向右匀加速

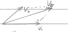
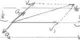
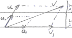


一、运动的合成与分解

1. 对象：x, V, a 合成与分解
2. 方法：平行四边形/三角形定则
3. 概念：合运动：物体的实际运动
   分运动：物体参与的运动
4. 关系：①等效性 分运动叠加的结果 = 合运动的实际效果
   ②独立性 各分运动互不影响
   ③同时性 $t_x = t_y = t_合$

DATE / NO. TITLE

二、讨论. 两个互成角度(0°~180°)的分运动及其合运动是什么?

分一	分二		合
匀直	匀直		匀直
匀直	匀变速		$V_合$、a不共线 匀变速曲线运动 a不变
匀变速	匀变速		匀变速直线运动 / 匀变速曲线运动

DATE / NO. TITLE

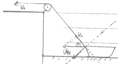
专题: 运动合成与分解的两类模型

▷ 类型一: 绳(杆)端的速度分解

——关键点、沿绳(杆)方向速度相等

——解题方法 分解为沿绳(杆)方向的分速度和垂直于一的分速度.
↳不互相影响.

1.绳船模型

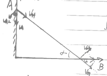


$V_0 = V_合 \cdot \cos\alpha$

(保持V_0不变, $V_合$变大)

匀速拉, 船加速靠岸.

2.细杆滑落



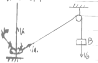
A: $V_杆 = V_A \sin\alpha$

B: $V_杆 = V_B \cdot \cos\alpha$

$V_A \sin\alpha = V_B \cos\alpha$

$V_B = V_A \cdot \tan\alpha$

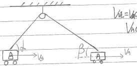
3.环升物降



$V_绳 = V_A \cdot \cos\alpha = V_B$

DATE / NO. TITLE

4.两车同行



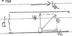
$V_{绳}=V_A\cos\beta=V_B\cos\alpha$

$V_A\cos\beta=V_B\cos\alpha$

类型二：小船渡河

河宽为d，水流速度为$V_水$，方向水平向右，船在静水中速度为$V_{船}$

1. t_{min}

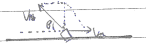


$S=\sqrt{(V_{船}t)^2+(V_水 t)^2}$

$t=\frac{d}{V_{船}}$

$X_水=V_水\cdot t$

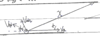
2. X_{min} ① $V_{船}>V_水$

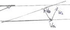


$S_{min}=d$

$t=\frac{V_{船}}{\sin\theta V_{船}}=\frac{d}{\sqrt{V_{船}^2-V_水^2}}$

② $V_{船}<V_水$





DATE / NO. TITLE

$\cos\alpha=\frac{V_{船}}{V_水}$ $S_{min}=\frac{d}{\cos\alpha}$

DATE / NO. TITLE 专题：平抛运动

一、定义：

将物体水平抛出，空气阻力不计，仅受重力作用的运动

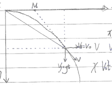
二、特点：

1. $V_0 \neq 0$ 且水平
2. $a=g$，方向竖直向下
3. 匀变速曲线运动

三、分解

{ 水平方向(x)：匀速直线
{ 竖直方向(y)：自由落体

四、规律



	x方向	y方向	总	tan 水平夹角 θ
V	V_0	gt	$\sqrt{V_0^2+(gt)^2}$	$\frac{gt}{V_0}$
X	V_0t	$\frac{1}{2}gt^2$	$\sqrt{(V_0t)^2+(\frac{1}{2}gt^2)^2}$	$\frac{y}{x}=\frac{gt}{2V_0}$ α

推论：① $\tan\beta = 2\tan\alpha$

② V的反向延长线交水平位移于中点。

DATE / NO. TITLE

五、讨论

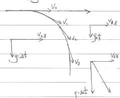
1. 轨迹 $\begin{cases} x=V_0t \\ y=\frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$ $y=\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{V_0}\right)^2=\frac{g}{2V_0^2}x^2$

抛物线

2. 时间 $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$ 仅与高度有关 与初速度无关

3. 水平射程 $x=V_0t=V_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$ 与初速度、高度有关

4. 速度变化量



DATE / NO. TITLE 实验：研究平抛运动

一. 实验目的

1. 描绘轨迹
2. 判断是否为抛物线
3. 计算初速度

二. 实验方法

1. 描迹法
2. 径迹法 (喷水法)
3. 频闪照相法

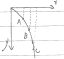
三. 实验器材

四. 实验步骤

五. 数据处理

法一：由 $y=ax^2$ 求常数 a (多次求 a 相近)

法二：作 y-x^2 图像 —应为过原点直线



$V_0=\sqrt{\frac{g}{2y}}$?

$V_0=x\cdot\sqrt{\frac{g}{y_{BC}-y_{AB}}}$

DATE / NO. TITLE 专题：斜面约束下的平抛运动

类型一：斜面上平抛并落回斜面.

关键：分解位移.

$\tan\alpha=\frac{y}{x}=\frac{\frac{1}{2}gt^2}{V_0t}$

$V=\frac{gt}{2V_0}$

推论1：不同初速度 V_0 落回斜面时，速度方向相同.

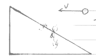
(与斜面夹角) $\tan\theta=2\tan\alpha$

推论2：飞行时间 $t=\frac{2V_0\tan\alpha}{g}$. 则 t 变 $2t$.

$V_y\rightarrow 2V_y$; $V_合\rightarrow 2V_合$ $x_y\rightarrow 4x_y$ $x_x\rightarrow 4x_x$.

$S\rightarrow 4S$.

类型二：空中平抛并撞向斜面.

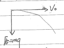


关键：分解速度.

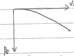
$\tan\alpha=\frac{V_x}{V_y}$

类型三：斜面上的类平抛运动.

1. 比较



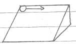
平抛运动



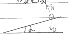
类平抛运动

运动共同点: $\begin{cases} V_0\text{方向} & \text{匀直} \\ \text{垂直于}V_0\text{方向} & \text{静止开始的匀加速直线运动.} \end{cases}$

2. 模型:

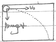


侧视图:



$F_合=mg\sin\alpha$

垂直于斜面.

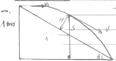


专题: 斜抛运动

❀ "斜面上平抛并落回斜面"问题补充

Q: 飞行过程中,离斜面距离最大,距离H及所用时间为t.

法一.



$\tan\theta = \dfrac{gt}{V_0}$　　$t = \dfrac{V\tan\theta}{g}$

$H = S\cos\theta$

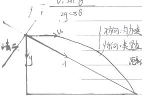
$= (x\tan\theta - y)\cos\theta$

$= (V_0 t\cdot\tan\theta - \frac{1}{2}gt^2)\cos\theta$

$= \left(V_0\cdot\dfrac{V_0\tan\theta}{g}\cdot\cos\theta - \dfrac{1}{2}g\left(\dfrac{V_0\tan\theta}{g}\right)^2\right)\cos\theta$

$= \dfrac{V_0^2\sin^2\theta}{2g\cos\theta}$

法二.



$\begin{cases} x\text{方向: 匀加速} \Rightarrow V_x = \boxed{g\sin\theta} \\ y\text{方向: 类竖直上抛} \Rightarrow V_{0y} = \boxed{-g\cos\theta} \end{cases}$

距离最远时: $V_y = 0$.

$H = \dfrac{V_{0y}^2}{2g_y}$

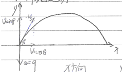
$= \dfrac{V_0^2\sin^2\theta}{2g\cos\theta}$

DATE / NO. TITLE

讨论：时间对称.

沿斜面方向位移不对称.

一、斜抛运动



分析：x方向：匀速
y方向：竖直上抛

	x方向	y方向	与水平方向夹角
速度	$v_0\cos\theta$	$v_0\sin\theta-gt$	$\tan\beta=\frac{v_y}{v_x}=\frac{v_0\sin\theta-gt}{v_0\cos\theta}$
位移	$v_0\cos\theta\cdot t$	$(v_0\sin\theta)t-\frac{1}{2}gt^2$	$\tan\alpha=\frac{y}{x}=\frac{(v_0\sin\theta)t-\frac{1}{2}gt^2}{(v_0\cos\theta)t}$

二、斜抛运动结论

1. 轨迹：$y=(v_0\sin\theta)t-\frac{1}{2}gt^2=v_0\sin\theta\cdot\frac{x}{v_0\cos\theta}-\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0\cos\theta}\right)^2$

$$=(\tan\theta)x-\frac{1}{2}\frac{g}{v_0^2\cos^2\theta}x^2.$$

2. 关于最高点竖直对称：

① 最高点 $v_y=0$ $v_x=v_0\cos\theta$

② 可看作最高点分别向左、向右水平地做平抛运动

③ 同一高度速率相等

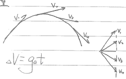
DATE / NO. TITLE

3. 射时：$t_总=t_上+t_下=2\frac{v_0\sin\theta}{g}$

射高：$H=\frac{(v_0\sin\theta)^2}{2g}$

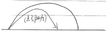
射程：$x=(v_0\cos\theta)t=\frac{v_0^2\sin2\theta}{g}$

4 斜抛速度变化量



$$\Delta v=g\Delta t$$

5 弹道曲线



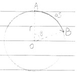
DATE / NO. TITLE

DATE / NO. TITLE 第六章 / 6.1 圆周运动

一、基本概念

1. 定义：轨迹是圆或圆弧一部分的运动。
2. 性质：变速运动
3. 特点：周期性

二、描述方式



1. 弧长 (ΔS) 单位：m

线速度 $V=\frac{\Delta S}{\Delta t}$ 单位：m/s

角度 $(\Delta\theta)$ 单位 rad.

角速度 $W=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ (单位 rad/s 或 s^{-1})

2. 周期 T (单位 s)

频率 f (单位：赫兹 Hz)

转速 n (单位：r/min)

三、V W. T. f 的关系

① $T=\frac{1}{f}$

$\Delta S=r\cdot\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta S}{\Delta t}=\frac{r\cdot\Delta\theta}{\Delta t}$

② $V=r\cdot W$

③ $V=\frac{2\pi r}{T}$

$w=\frac{2\pi}{T}$

DATE / NO. | TITLE

四、匀速圆周运动

1. 线速度大小处处相等的圆周运动.

2. "匀速"的含义

线速度大小(速率)不变　　　周期 T. 频率 f. 转速 n 不变

DATE / NO. | TITLE 专题：传动装置

零. 复习

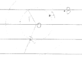
1. $T=\frac{1}{f}$
2. $v=\omega r$
3. $v=\frac{2\pi r}{T}=2\pi rf=2\pi rn$
4. $\omega=\frac{2\pi}{T}$

一. 三种传动方式

1. 同轴转动

特点 $\omega_A=\omega_B$

$v_A<v_B$



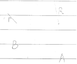
2. 皮带传动

特点 $v_A=v_B$

$\omega_A r_A=\omega_B r_B$

$\frac{\omega_A}{\omega_B}=\frac{r_B}{r_A}$　　$\omega_A>\omega_B$

3. 齿轮传动



特点 $v_A=v_B$　$\omega_A r_A=\omega_B r_B$

$\frac{\omega_A}{\omega_B}=\frac{r_B}{r_A}$　　$r_B>r_A$

DATE / NO.　TITLE

二、周期性导致多解

DATE / NO.　TITLE

6.2 向心力

一、向心力的基本概念

1. 定义：做匀速圆周运动的物体所受的合力总指向圆心，这个指向圆周的力叫做向心力。
2. 方向：沿半径指向圆心，与速度方向垂直
3. 只改变线速度方向，不改变线速度大小。
4. 特点：效果力
5. 来源：可以由重力，摩擦力提供，也可以由其合力或分力提供。
   "$F_合 = F_向$"

二、F_n 与 m、ω、r 关系

实验结论：
- ω、r 不变时：$F_n \propto m$
- ω、m 不变时：$F_n \propto r$（轨道半径）
- m、r 不变时：$F_n \propto \omega^2$

结论：$F_n = m\omega^2 r$

$$\left\{\begin{array}{l} v=\omega r \longrightarrow F_n = m\dfrac{v^2}{r} \\ \omega = \dfrac{2\pi}{T} \longrightarrow F_n = m\dfrac{4\pi^2}{T^2}r \\ \omega = 2\pi n \longrightarrow F_n = m4\pi^2 n^2 r \\ F_n = m\omega\cdot\omega r \longrightarrow F_n = m\omega v \end{array}\right.$$

DATE / NO. TITLE 专题：变速圆周运动和一般曲线运动的受力特点

零：复习与补充：几个匀速圆周运动的实例分析．

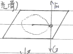
0. 向心力 $F_{向} = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$

$= m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$

$= m(2\pi f)^2 r$

$= m(2\pi n)^2 r \quad = m \cdot v \cdot \omega$

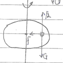
1. 平面圆球（光滑）



$F_{合} = F_{向}$

即 $T = m\omega^2 r$

2. 圆盘物块



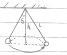
$F_{合} = F_{向}$

Q: ω_{max}?　$f_{静max} = \mu mg = m\omega^2 r$

A: $\omega_{max} = \sqrt{\frac{\mu g}{r}}$

r越大 ω_{max}越小．

3. 圆锥摆．



$F_{合} = F_{向}$

即 $mg\tan\theta = m\omega^2 r$

得 $\omega = \sqrt{\frac{g}{L\cos\theta}}$

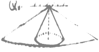
周期 $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{L\cos\theta}{g}}$

$\left(2\pi\sqrt{\frac{h}{g}}\right)$

DATE / NO TITLE

Q: 绳长 l 一定，ω 增大，θ 如何变？　A: θ↑

Q:



$T = 2\pi\sqrt{\frac{L\cos\theta}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g}}$

4. 圆锥漏斗（光滑）

$F_{合} = F_{向}$，即 $\frac{mg}{\tan\theta} = m\omega^2 r$

得 $\omega = \sqrt{\frac{g}{r\tan\theta}}$

$v = \omega r = \sqrt{\frac{gr}{\tan\theta}}$

$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{r\tan\theta}{g}}$

Q: 同一小球，若轨道半径增大？

A: ω↓　v↑　T↑　$F_{向}$不变．

$F_{NA} = F_{NB}$　$\omega_A > \omega_B$　$V_A < V_B$

5. 圆筒物块（不光滑，物块与桶一起转动）．

$F_{合} = F_{向}$

即 $F_N = m\omega^2 r$

竖直 $f_{静} = mg$

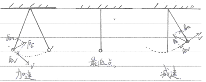
Q: ω_{min}?

A: $f_{静} = f_{静max} = \mu F_N = mg$　$\therefore \omega_{min} = \sqrt{\frac{g}{\mu r}}$　$= \mu m\omega^2 r$

DATE / NO. TITLE

一. 变速圆周运动.

1. 定义: 线速度大小相等的圆周运动.
2. 讨论.



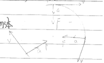
3. 方法: 将合外力分解为指向圆心方向的力(向心力)和沿着切线方向的力(切向力)
4. 结论: ① 变速圆周运动的合外力一般不指向圆心
   ② 切向力改变速度大小.

二. 一般曲线运动

1. 定义: 运动轨迹既不是直线也不是圆周的运动.
2. 极限分割. 通过曲率半径确定.

DATE / NO TITLE 6.3 向心加速度

一. 向心加速度的基本概念



1. 定义: 做匀速圆周运动的物体指向圆心的加速度.
2. 方向: 沿半径指向圆心. 与速度方向垂直

二. 推导向心加速度的大小

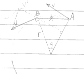
1. 动力学角度

$$\begin{cases} F_{合} = ma \\ F_{向} = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r \end{cases}$$

$\because F_{合} = F_{向}$

$\therefore a_{向} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$

2. 运动学角度



由相似三角形, 可得:

$$\frac{\Delta v}{x} = \frac{v}{r}$$

当 $\Delta\theta \to 0$ 时.

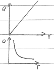
此时 $x \to$ 弧长 $\overset{\frown}{AB} = r\cdot\Delta\theta$ $\quad \Delta\vec{v} \to \vec{v}$. 及 a 方向指向圆心.

$\therefore a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v\cdot r\cdot\Delta\theta}{r\cdot\Delta t} = v\cdot\omega$ $\quad \therefore a = v\cdot\omega = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$

DATE / NO.　　TITLE

三. 几点说明.

1. $a_{向} = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$ $\begin{cases} \omega恒定, & a \propto r \\ v恒定, & a \propto \frac{1}{r} \end{cases}$



2. $a_{向} = v\omega = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} r = 4\pi^2 f^2 r = 4\pi^2 n^2 r$

3. 向心加速度描述速度方向变化的快慢.

4. 匀速圆周运动是变加速曲线运动.

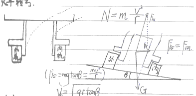
5. 变速圆周运动的加速度 { 向心加速度 (改v方向)；切向加速度 (改v大小) }

DATE / NO　　TITLE　6.4 生活中的圆周运动

一. 火车转弯.

$N = m\frac{v^2}{r}$

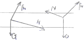
$F_{合} = F_{向}$



($F_{向} = mg\tan\theta = \frac{mv^2}{r}$)

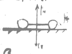
$v_0 = \sqrt{gr\tan\theta}$

①. 若 $\begin{cases} v > \sqrt{gr\tan\theta}: 对外轨挤压 \\ v < \sqrt{gr\tan\theta}: 对内轨挤压 \end{cases}$



② [illegible]　$\theta \uparrow$　$r \uparrow$

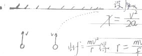
二. 汽车转弯.



不打滑, 则 $f = f_{静}$

$f_{静} = m\frac{v^2}{r}$

$v_{max} = \sqrt{\mu g r}$

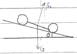


设 $f_{摩max} = f$,

$x = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2\frac{f}{m}} = \frac{v^2 m}{2f}$

由 $f = \frac{mv^2}{r}$ 得, $r = \frac{mv^2}{f}$.

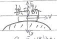
DATE / NO.　　TITLE



$$F_合 = F_向 = mg\tan\theta = m\frac{v^2}{r}$$
$$v_临 = \sqrt{gr\tan\theta}$$

三、凹凸桥.

平面桥　　拱形桥　　凹形桥

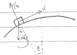


$F_N = G$

$G > F_N$ (保护路面)
$G - F_N = \frac{mv^2}{r}$ (曲率半径)
失重状态

$F_N > G$
$F_N - G = \frac{mv^2}{r}$
超重状态

Q1:



$$mg\cos\theta - F_N = \frac{mv^2}{r}$$

Q2: 拱形桥顶端 V_0 过大: $V_0 = mg$ 最大.

四、航天器中的失重现象.

重力提供向心力　$mg = m\frac{v^2}{R}$　$v = \sqrt{gR}$

DATE / NO　　TITLE　专题: 离心运动.

一、定义

做圆周运动的物体突然沿切线飞出或远离圆心的运动.

二、原因　(1)向心力突然消失或合外力不足以提供向心力

三、结论

$F_合$ 和 $F_向$ 之间的供需关系.

$F_合 = F_向 \Longrightarrow$ 匀速圆周运动.

$\left.\begin{array}{l} F_合 = 0 \\ F_合 < F_向 \end{array}\right\}$ 离心运动.

$F_合 > F_向$ 近心运动 (靠近圆心)

DATE / NO. TITLE 专题：竖直面内变速圆周运动的两类模型

一、绳球模型（绳特点：只有拉力，不能支撑：绳上拉力 $T>0$）

1.最高点

$F_{合}=F_{向}$

$mg+T=m\frac{v^2}{L}$

$T=m\frac{v^2}{L}-mg$

讨论：① $v=\sqrt{gL}$ 时 $T=0$ （临界）

② $v>\sqrt{gL}$ 时 $T>0$ ③ $v<\sqrt{gL}$ $T<0$ （不可能）

未达到最高点前已脱离

结论：小球在竖直面内做完整圆周运动的条件：

最高点 $v\geq\sqrt{gL}$ （最高点 v 不可为0）

2.最低点

$F_{合}=F_{向}$

$T-mg=m\frac{v_{低}^2}{L}$

$T=m\frac{v_{低}^2}{L}+mg$

（$T>mg$，超重）

最低点时绳更易断。

变例1："水流星"

对杯水整体：

$T+M_{总}g=M_{总}\frac{v^2}{L}$

对水：

$N_{杯}+m_{水}g=m_{水}\frac{v^2}{L}$

临界时 $v=\sqrt{gL}$

临界时 $v=\sqrt{gL}$，此时 $T=0$，$N_{杯}=0$。

DATE / NO TITLE

例2. 圆型轨道（"过山车"）

二、杆球模型

假设 T 方向向下 $F_{合}=F_{向}$

$mg+T=m\frac{v^2}{L}$

$T=m\frac{v^2}{L}-mg$

$v=\sqrt{gL}$ 时，$T=0$ （临界）

② $v>\sqrt{gL}$，$T>0$ （向下拉力）

$v<\sqrt{gL}$ 时，$T<0$ （向上支持力）

最高点小球速度可以为0，此时杆上力为支持力向上大小为mg

……杆的弹力如何变？向如何变？

……杆的弹力向上，支持力

mg … $T=mg-m\frac{v^2}{L}$

T 方向向上支持力，随速度 … 减小

T 方向向下的拉力，随速度 … 增大

$T=m\frac{v^2}{L}-mg$

… $T=m\frac{v^2}{L}$ … 一直增大。

DATE / NO. | TITLE

$F_合 = F_向$

$T - mg = m\frac{v^2}{L}$

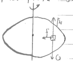
$\therefore T = m\frac{v^2}{L} + mg$

变例：圆管/圆环

DATE / NO. | TITLE 专题：圆周运动的临界问题

一、相对滑动

1. 圆台单物块：ω多大时发生相对滑动？



俯视：

$F_合 = F_向$

$f_静 = m\omega^2 r$

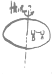
$\mu mg = m\omega_临^2 r$

$\omega_临 = \sqrt{\frac{mg}{r}}$

Q：ω逐渐增大，谁先飞出去？ A：A！

2. 圆台双物块：细绳连接：ω逐渐增大分析运动及受力

情况：



俯视

① $0<\omega<\omega_1$ 时 A、B 静止，绳上无力

② 对A：f_A $f_A = m_A\omega^2 r_A$

对B：f_B $f_B = m_B\omega^2 r_B$

临界时：$f_A = \mu m_A g = m_A\omega^2 r_A$ $\omega_1 = \sqrt{\frac{mg}{r_A}}$

若 $\omega > \omega_1$：绳上有力。

③ $\omega_1 < \omega <$ ____ 时，A、B相对静止，绳上有力

DATE / NO. | TITLE

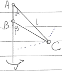
对A: $\xleftarrow{T}\ \xleftarrow{f_A}$ $\qquad f_A+T=m_A\omega^2 r_A$

对B: $\xleftarrow{f_B}\longrightarrow T$ $\qquad f_B-T=m_B\omega^2 r_B$.

$$\begin{cases}\mu m_A g+T=m_A\omega^2 r_A\\ \mu m_B g-T=m_B\omega^2 r_B.\end{cases}\Rightarrow \omega_2=\sqrt{\frac{\mu(m_A+m_B)g}{m_A r_A+m_B r_B}}$$

(若$m_A=m_B$: $\omega=\sqrt{\frac{2\mu g}{r_A+r_B}}$)

二.双绳绷紧



ω满足怎样的条件,双绳绷紧?

DATE / NO | TITLE

7.1 行星的运动

一.研究历史

1. 地心说(代表:托勒密)
2. 日心说(代表:哥白尼)

(局限性. ①中心论× ②匀速圆周运动×)

3. 第谷: 观测
4. 开普勒: "天空立法者".

二.开普勒行星运动定律

1. 开普勒第一定律

所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆,太阳处在椭圆的一个焦点上.

椭圆:距离为定值的点的集合.

一个行星,它与太阳的连线在相等的时间内扫过相等的面积.

"近快远慢"

V_a/r_a $\quad V_c/r_c$

DATE / NO. | TITLE

证明:  $\frac{1}{2}v_{近}\Delta t r_{近}=\frac{1}{2}v_{远}\Delta t r_{远}$

$v_{近}r_{近}=v_{远}r_{远}$.

3. 开普勒第三定律

内容: $\frac{a^3}{T^2}=k$ 所有行星的轨道的半长轴的三次方跟它公转周期的二次方的比值都相等

说明: k只与中心天体质量M有关.

例: $\frac{a_{地}^3}{T_{地}^2}=\frac{a_{火}^3}{T_{火}^2}$ (中心天体: 太阳)

$\frac{a_{月}^3}{T_{月}^2}=\frac{a_{卫}^3}{T_{卫}^2}$ (中心天体: 地球)

三、开普勒定律的运动处理:

开一: 椭圆 → 圆

开二: 匀速圆周运动

开三: $\frac{R^3}{T^2}=k$.