一.1	反思

机械运动：研究物体的空间位置随时间的变化　自然界最简单最基本的运动

质点：用一个点代替一个有质量的物体，不同于几何点

对质点的理解：①一种科学抽象 是一个理想化模型

②条件：物体的大小形状对所研究的问题是否有影响

如：地球公转可以视为质点　地球自转不可以

乒乓球轨迹可以视为质点　乒乓球旋转运动不可以

③平动的物体（物体上任意两点的连线在运动过程中始终保持平行）都可以视为质点

如：火车过桥（选取质点"桥长"为桥长+车长）

转动的物体（物体上各点的运动轨迹都是以转轴为中心的同心圆）大部分不能视为质点

参考系：描述物体运动时用来作为标准的物体

对参考系的理解：①具有标准性

②任意性

③差异性

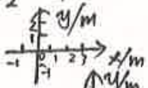
④统一性（研究不同物体运动时必须选取同一个参考系）

坐标系：描述物体位置变化

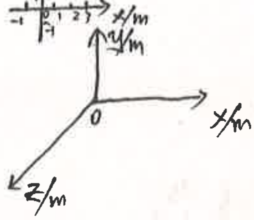
要在参考系中建立坐标系　三原则 $\left\{\begin{array}{l}\text{原点}\\ \text{正方向}\\ \text{单位长度}\end{array}\right.$

直线运动 → 一维坐标系

平面运动 → 二维坐标系



空间运动 → 三维坐标系

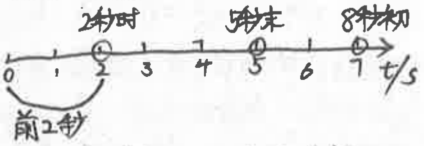


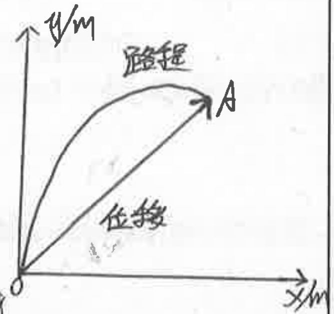
一.2	反思

时间与时刻

时间：时间间隔

时刻：时间点





路程：物体的运动轨迹的长度 是标量

单位：m km

位移：描述物体位置的变化 是矢量

表示：用一条从初位置指向末位置的有向线段表示

标量：只有大小没有方向的物理量 遵从代数和相加减

矢量：有大小有方向的物理量 有正负(不表大小表方向)

在物体做单向直线运动时 路程等于位移的大小

位移 $\Delta x = x_2 - x_1$

一.3

反思

速度：描述物体运动快慢及方向的物理量　是矢量　不能发生突变

定义：运动的位移与发生这段位移所用时间的比值

公式：$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$　m/s　km/h　1m/s=3.6km/h

速度在数值上等于单位时间内发生的位移　方向：物体运动的方向

平均速度：描述物体在一段时间或一段位移上平均运动的快慢及方向的物理量

公式　$\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$　m/s　km/h

方向：与发生这段位移方向一致

瞬时速度：精确描述物体在某一时刻或某一位置上运动的快慢及方向的物理量

公式 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$　Δt应趋近于零

方向：指向物体运动方向

瞬时速率（速率）：瞬时速度的大小

不加说明的情况下速度即指瞬时速度

平均速率=$\frac{路程}{时间}$　$v=\frac{s}{t}$　不是平均速度大小

匀速运动：在任意相等时间内走过的位移总相同的运动（速度大小方向不变）

一.4

反思

打点计时器：计时用的

电磁打点计时器

工作电压：0~6V低压交流电(50Hz)

构造：线圈 振片 振针 限位孔 永久磁铁 复写纸 纸盘轴 压纸框

打点周期：0.02S

纸带：一条(放在复写纸下面)

误差：纸带与限位孔、振针，纸盘轴之间的摩擦

电火花打点计时器

工作电压：220V交流电(50Hz)

打点周期：0.02S

纸带：二条(一条在墨粉盘上一条在墨粉盘下)

打点位置：下方纸带的上面

误差：纸带与墨粉纸盘的摩擦

优点：简单方便误差小

使用

① 固定打点计时器

② 放纸带

③ 先打开电源(再拉动纸带)

④ 拉动纸带

⑤ 断开电源

⑥ 取下纸带

注意：打开电源后释放纸带

纸带与限位孔平行

打完点立即关电源

速度不能太小

打点计时器打点不清晰原因：

1. 压纸框位置太高

2. 复写纸陈旧(墨粉纸长时间使用)——更换复写纸(墨粉纸盘)

3. 振针位置太高(振针太短)——调节振针

4. 电压不足

5. 永久磁铁磁性不足

打点是短线原因

1. 振针太长——调节振针

2. 电压太大(幅度大)

~~3.调~~

双点

振针松动

作用：计时 记录纸带相连的物体在任意时刻的位置 以及发生一段位移所用的时间 物体的运动状态 只能粗略的计算物体的瞬时速度

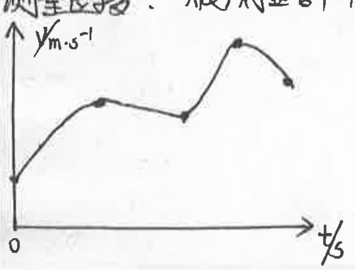
打点计时器上的点——计时点

计数的点——计数的点

计数点选择(一般手选)$\begin{cases}\text{每5个点}\\\text{每隔4个点}\end{cases}$ > 计数周期 5×0.02S=0.1S

测量位移：一般测量各个计数点到第一计数点的距离(越长误差越小)

用平滑的曲线



反思

加速度：描述物体速度变化快慢的物理量

定义：物体速度的变化量与发生这段变化所用时间的比值 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ — 速度变化率（矢量）

比值定义法

单位：m/s^2（米每二次方秒）

加速度是矢量 — 方向与速度变化量方向相同

速度变化量 $\Delta v = v_{末} - v_{初}$
- 共线 规定正方向
- 不共线 平行四边形法则

a与v关系

a越大 v越大 (×) a越大 v越小 (×)

a=0 则v=0 (×) v=0 则a=0 (×)

a与v的方向一致 物体做加速运动 ~~(×)~~ (√)

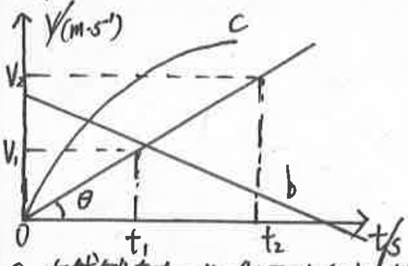
a与v的方向相反 物体做减速运动 ~~(×)~~ (√)

a与Δv关系

Δv越大 a越大 (×) Δv越大 a越小 (×)

a与Δv成正比 (×) a与Δt成反比 (×)

a与Δv的方向一致 (√)



$$a=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}=\tan\theta$$

b表示：物体在做匀变速直线运动（此时a不变）

c表示：加速度不断减小的变加速直线运动

① 直线斜率表示物体运动的加速度

匀变速直线运动：a恒定不变的直线运动

② 与横纵轴交点的含义

③ 交点含义：物体的运动速度相同

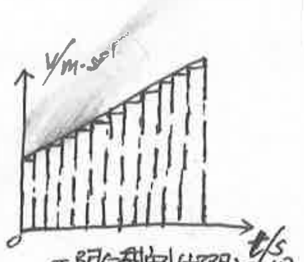
④ v-t图象只能表示物体做直线运动

⑤ v-t图象面积相等只反映位移相等不反映相遇

二.1,2 匀变速直线运动 v_0, a, t, v_t 关系 $a=\frac{v_t-v_0}{t} \Rightarrow v_t=v_0+at$ 适用于匀变速直线运动 探究 器材：电磁打点计时器 注意事项：1.细绳与木板平行 2.先启动计时器后释放小车 后关闭电源 ~~先启动计时器后关闭电源~~ 3.小车靠近打点计时器 4.保护实验仪器 选纸带原则：点迹清晰	反思

二 . 王3	反 思

$v-t$ 图象中 时轴与图象围成的梯形面积即为位移



无限分割(极限)思想

$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 适用于匀变速直线运动

$x = \frac{(v_0 + v_t)}{2} t$

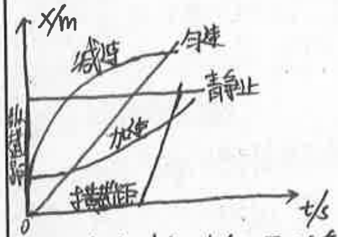
$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ 适用于匀变速直线运动

$\bar{v} = \frac{1}{2} v_{\frac{1}{2}t}$ 某一段上的平均速度等于中间时刻的瞬时速度

$\boxed{0 \cdot 0.15 \underset{1}{:} \quad 0.15 \quad \underset{2}{:}}$

用0-2的平均速度求出1的瞬时速度是较准确的

$x-t$ 图象



横截距反映物体起始运动时刻
纵截距反映物体起始位置
交点反映相遇不反映位移相等
抛物线不一定为匀变速直线运动(有角时式为匀变速)

$x-t$ 图象反映物体在不同时刻所处的位置以及在某段时间上发生的位移
斜率表示物体运动的速度
$x-t$ 图象不反映物体运动轨迹 只能反映物体做直线运动

二.4

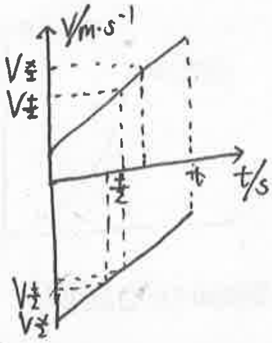
反思

位移速度关系式

$2ax = V_t^2 - V_0^2$ （匀变速直线运动）— 不包含时间

$V_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{V_t^2+V_0^2}{2}}$ 中间位置瞬时速度

$V_{\frac{x}{2}} > V_{\frac{t}{2}}$



连续相等的时间间隔T内位移之差为一恒量

$\Delta x = aT^2$ （匀变速直线运动）

$x_{n-1} = [v_0 + (n-2)aT]T + \frac{1}{2}aT^2$

$x_n = [v_0 + (n-1)aT]T + \frac{1}{2}aT^2$

$\Delta x = x_n - x_{n-1} = aT^2$

$n \geq 1$ 且n为整数

当$\Delta x = aT^2$时 物体做匀变速直线运动 反之同样

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

初速度为零的匀变速直线运动

$$\left.\begin{aligned} V_t &= V_0 + at \\ x &= V_0t + \frac{1}{2}at^2 \\ V_t^2 - V_0^2 &= 2ax \end{aligned}\right\} \rightarrow \left\{\begin{aligned} V_t &= at \\ x &= \frac{1}{2}at^2 \\ V_t^2 &= 2ax \end{aligned}\right.$$

1t末 2t末 3t末 瞬时速度之比 $V_1 : V_2 : V_3 : \cdots : V_n = 1 : 2 : 3 : \cdots : n$

1t内 2t内 3t内 位移之比 $x_1 : x_2 : x_3 : \cdots x_n = 1 : 4 : 9 : \cdots : n^2$

第1个t 第2个t 第3个t 位移之比 $x_1 : x_2 : x_3 : \cdots x_n = 1 : 3 : 5 : \cdots : 2n-1$

连续相等的位移所用时间之比 $t_1 : t_2 : t_3 : \cdots : t_n = 1 : \sqrt{2}-1 : \sqrt{3}-\sqrt{2} : \cdots : \sqrt{n}-\sqrt{n-1}$

物体运动 x, 2x, 3x 所用时间之比 $t_1 : t_2 : t_3 : \cdots : t_n = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \cdots : \sqrt{n}$

物体运动 x, 2x, 3x 末速度比 $V_1 : V_2 : V_3 : \cdots V_n = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \cdots : \sqrt{n}$

二.5

反思

自由落体运动：物体只在重力作用下由静止开始的运动

条件：只在重力作用下　初速度为0

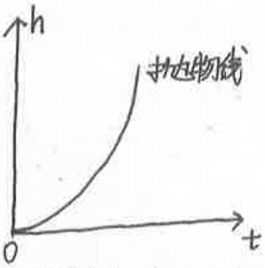
$G \gg F$时 可近似看做自由落体

运动性质：初速度为0的匀加速直线运动

加速度恒定(同一地点)

方向：竖直向下

大小：与g相等(重力加速度)　$9.8m/s^2$



重力加速度与纬度和高度有关　纬度越高 重力加速度越大　高度越高 重力加速度越小

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

1t秒末　2t末　3t末　速度比值　$v_1:v_2:v_3=1:2:3:\cdots:n$

1t秒末　2t末　3t末　高度比值　$h_1:h_2:h_3=1:4:9:\cdots:n^2$

1t秒内　第2t内　第3t内　高度比值　$h_1:h_2:h_3=1:3:5:\cdots:2n-1$

下落　h　2h　3h　时间之比　$t_1:t_2:t_3=1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\cdots:\sqrt{n}$

下落　h　2h　3h　速度之比　$v_1:v_2:v_3=1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\cdots:\sqrt{n}$

下落　第1个h　第2h　第3h　时间之比　$t_1:t_2:t_3=1:\sqrt{2}-1:\sqrt{3}-\sqrt{2}:\cdots:\sqrt{n}-\sqrt{n-1}$

连续相等时间内位移增量为一常数

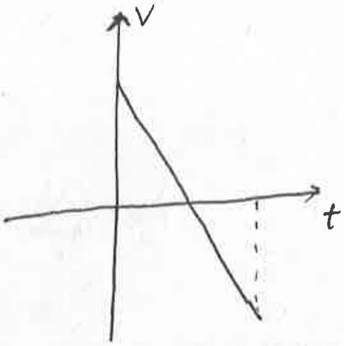
竖直上抛运动

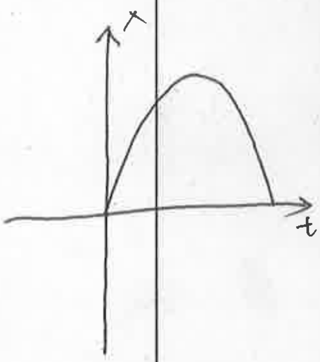
定义：给物体一个竖直向上的初速度v_0 并仅在重力作用下的运动

特点 $\begin{cases} v_0 \neq 0\ (\text{竖直向上}) \\ a=g\ (\text{竖直向下}) \end{cases}$

运动性质：v_0为的匀变速运动

阶段 $\begin{cases} \text{上升}\quad v_0\text{与}a\text{反向}\ \text{匀减速} \\ \text{最高点}\quad v_0=0\quad a=g \\ \text{下降}\quad v_0\text{与}a\text{同向}\ \text{匀加速} \end{cases}$





规定v_0为正方向　以抛出点为原点

$v_t=v_0-gt$

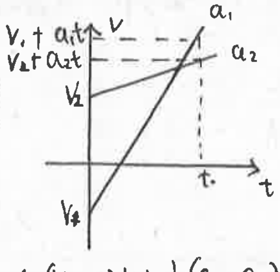
$x=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$

$v_t^2=v_0^2-2gx$

竖直上抛运动具有对称性

经过同一点时位移大小方向相等　速度大小相等

$X_{相对}=V_{初相}\,t+\frac{1}{2}a_{相}t^2$



$x=(v_1-v_2)t+\frac{1}{2}(a_1-a_2)t^2$

反 思

二.6

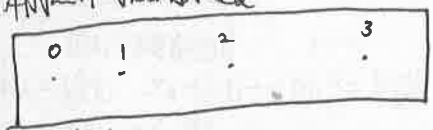
亚里士多德：轻的物体下落慢 重的物体下落快

伽利略：逻辑推理 $\left\{\begin{array}{ll}\text{大石块} & 8m/s \\ \text{小石块} & 4m/s\end{array}\right.$ $\xrightarrow{\text{捆绑}}$ $\left\{\begin{array}{l}V>8 \\ 4<V<8\end{array}\right.$

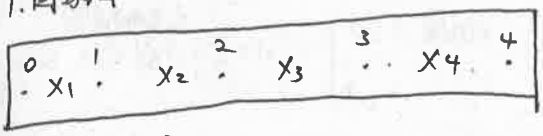
猜想：轻重物体下落的一样快 $\left\{\begin{array}{l}v \propto t \\ v \propto x\end{array}\right.$

困难 $\left\{\begin{array}{l}\text{无法测速度 解决 } x \propto t^2 \\ \text{无法测量时间 解决 冲淡重力}\end{array}\right.$

用打点计时器测加速度



1. 图象法



a方向 ←

$x_3 - x_1 = 2aT^2$

$x_4 - x_2 = 2aT^2$ $\Longrightarrow a = \dfrac{x_3 - x_1 + x_4 - x_2}{4T^2}$ 逐差法

$a = \dfrac{x_2 - x_1 + x_4 - x_3}{2T^2}$ ✗ 需测量 x_1 x_1+x_2 $x_1+x_2+x_3$ $x_1+x_2+x_3+x_4$

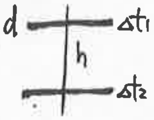
误差大

逐差法只需测 x_1+x_2 x_3+x_4

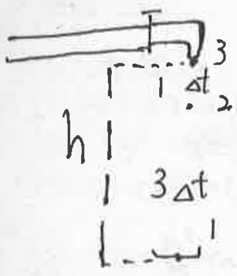
如果有 x_5 舍 x_1 (x_1误差大)

频闪照相测加速度

光电门测加速度



$\left(\dfrac{d}{\Delta t_2}\right)^2 - \left(\dfrac{d}{\Delta t_1}\right)^2 = 2gh$



一共滴n滴水

从第1滴水落地到第n滴水落地共用 t

1 ······ 2 ······ Δt

······ 3 ······ $2\Delta t$

······ n ······ $(n-1)\Delta t$

$\Delta t = \dfrac{t}{n-1}$

$h = \dfrac{1}{2}g(2\Delta t)^2$

追击相遇

反思

只要涉及到匀减速
一定要考虑速度是否减为0

匀加速追匀速

$\begin{cases}\text{一定能追上}\\ \text{最大距离 V相等时}\end{cases}$

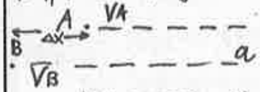
匀速追匀加速 不一定能追上

能：有一或二解

不能：速度相等时距离最小

匀减速追匀速

临界状态：V相等时是否追的上



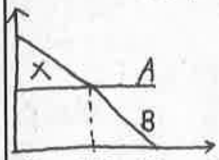
设t_1时速度相等

$X_A=V_At_1$ $X_B=V_Bt_1+\frac{1}{2}at_1^2=\frac{V_A+V_B}{2}t_1$

$X_B-X_A>\Delta X$ 能

设t_2时追上

$V_At_2+\Delta X=V_Bt_2+\frac{1}{2}at_2^2$ $\begin{cases}t_{2_1}=\text{要小的}\\ t_{2_2}=\end{cases}$



$X_B-X_A=X$ $X>\Delta X$ 能

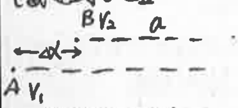
假设设t_3时追上

$V_At_3+\Delta X=V_Bt_3+\frac{1}{2}at_3^2$

$\Delta\geq0$ 有解

匀速追匀减速

$\begin{cases}\text{减速到0之前}\\ \text{减速到0之后}\end{cases}$

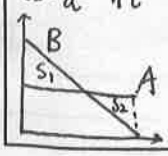


设经t时A追上B

$V_1t=V_2t+\frac{1}{2}at^2+\Delta X$ (减到0之前)

$V_1t=\frac{V_2^2}{2a}+\Delta V$ (减速到0之后)

$\begin{cases}V_1t=V_2t-\frac{1}{2}at^2+\Delta X & t>\frac{V_2}{a}\rightarrow\text{减到0之后追上}\\ t=\frac{V_2}{a} & V_1t-\frac{V_2^2}{2a}<\Delta X\rightarrow\text{减到0之后追上}\end{cases}$



$X_1-X_2=S_2-S_1>X\rightarrow$ 减到0之前追上

三.1

反思

力:物体与物体之间的相互作用

力:相互性:物体间力的作用是相互的(成对出现)

物质性:不能脱离物体而存在(任何一个物体在是施力物体的同时也是受力物体)

不可传递性:可以不相互接触

是矢量 有大小有方向

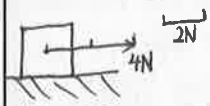
力的作用效果 {改变物体运动状态 {速度大小 / 速度方向；使物体发生形变

相互作用力 两个物体 同一性质力

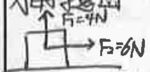
平衡力 一个物体 不一定同性质

力的三要素 {大小 / 方向 / 作用点

力的图示 {箭头 ⇒ 力的方向；长度 ⇒ 大小；起始位置 ⇒ 力的作用点



力的示意图



力的分类 {性质(产生原因) {重力 / 弹力 / 摩擦力 / 电场力 / 磁场力 / 分子力 / 核力；效果 {支持力 / 压力 / ~~拉力~~ 动力 / 阻力 / 向心力 / 浮力 / 回复力

四种基本相互作用 {万有引力(重力)；电磁相互作用(弹力 摩擦力)；强相互作用(核力)；弱相互作用(天然放射现象)

重力:由于地球的吸引而使物体受到的力 ≠ 地球吸引力 南北两极等于重力 赤道最小

$G=mg$ 单位:牛顿 N

$g=9.8N/kg$ $1m/s^2=1N/kg$

g {h h越大 g越小；纬度 纬度越大 g越大

方向:竖直向下(垂直水平面向下) 指向地心 X

作用点:重心(各部分受到的重力集中于一点)

形状规则质量分布均匀的重心位于几何中心

重心可能在物体上也可能在物体外

悬挂法(薄板)

三.2

反思

形变：物体受力形状或体积的改变
任何物体受力都会发生形变
不明显(微小)形变 — 放大思想

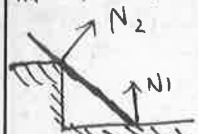
形变 { 拉伸形变 / 压缩形变 / 扭转形变 / 弯曲形变

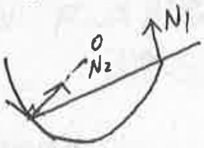
{ 弹性形变：指去外力后物体恢复原状 / 塑性形变：发生形变后不可恢复原状

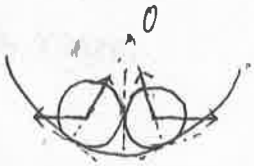
弹性限度：物受外力超过限度无法恢复原来的状态
弹力：发生形变的物体会对与之接触的物体产生力的作用

条件 { 发生形变 / 与之接触

方向：与自身形变方向相反
特殊弹力：压力 垂直于接触面指向被压物体
支持力 垂直于接触面指向被支持物体
面一面接触：垂直接触面指向受力物体
点一面接触：垂直接触面指向受力物体

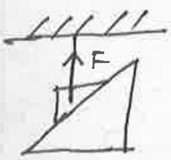


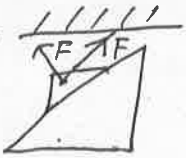




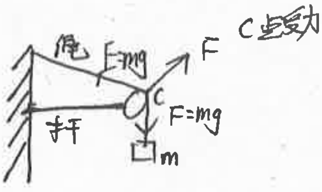
点一点接触：垂直于过点的切线指向受力物体
绳：沿绳指向绳收缩的方向

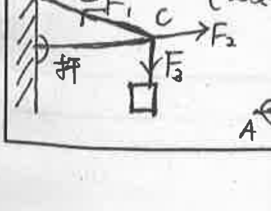
判断弹力有无 { 定义 / 假设

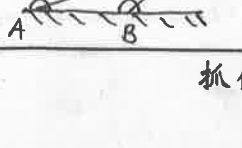




绳弹力：只有拉力
绳上的拉力可以发生突变
轻杆：既有拉力又有压力
方向：不一定沿杆
带有铰链的杆弹力沿杆方向







C点受力
依 相互作用力 { C点给AC杆与F_3相反方向的力 / C点给BC与F_1相反方向的力

轻弹簧

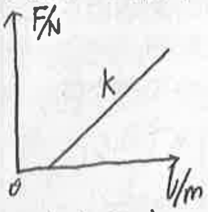
$\begin{cases} \text{压缩} \rightarrow \text{支持力} \\ \text{拉伸} \rightarrow \text{拉力} \end{cases}$

方向：与形变方向相反

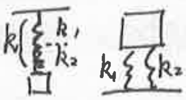
$F=k\Delta x$ k为劲度系数 单位 N/m

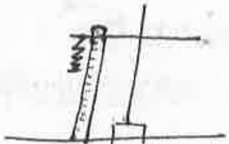
k大小为单位长度上所承受的弹力大小

做实验时弹簧必须竖直放置



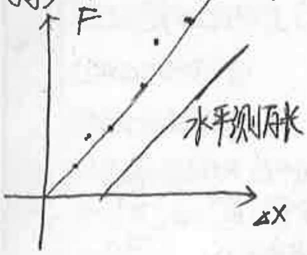
弹簧 $\begin{cases} \text{串联 } \frac{1}{k}=\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2} \\ \text{并联 } k=k_1+k_2 \end{cases}$





器材：轻弹簧 铁架台 钩码 刻度尺 三角板 ~~重垂线~~

探究 F与Δx关系 $F-\Delta x$ 图象



图象占满整个坐标纸

反思

三.3

反思

摩擦力：两个物体相互接触 由于发生相对运动或相对运动趋势 在接触面上产生了阻碍物体相对运动或相对运动趋势的力

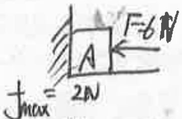
滑动摩擦：在接触面上发生了相对运动 产生阻碍其相对运动的力

条件
- 相互接触且有形变(产生弹力)
- 相对运动 ~~或相对运动趋势~~
- 接触面粗糙

方向：与接触面相切 与相对运动方向相反 与运动方向无关

滑动摩擦力可以充当动力或阻力

滑动摩擦力不一定作用在运动物体上



墙壁对A作用力 4N

大小 $f=\mu F_N$ → μ 无单位
- f 滑动摩擦力
- F_N 对接触面正压力(与重力无关)
- μ 动摩擦因数 只与接触面材料和粗糙程度有关

μ一般小于1

静摩擦：两个物体相互接触 保持相对静止 由于物体有相对运动趋势 产生阻碍物体相对运动趋势的作用力

条件
- 相互接触且有形变(产生弹力)
- 相对运动趋势
- 接触面粗糙

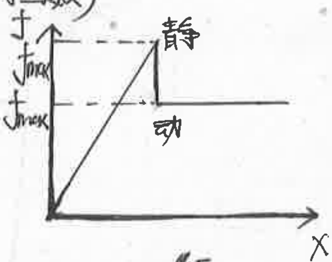
方向：与接触面相切 与物体相对运动趋势方向相反 (与正压力方向垂直)

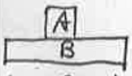
大小：$0<f\le f_{最大}$(最大静摩擦)

$f_{max}=\mu F_N$ μ 静摩擦因数 (稍大于动摩擦因数)

静摩擦既可以是阻力也可以是动力

静摩擦可以作用在运动物体上



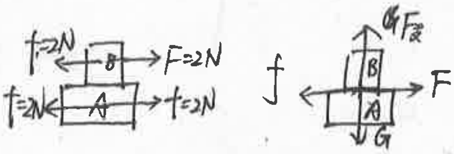


V → 加速

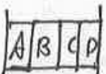
A受静摩擦 →

分析受力顺序：重力→弹力→摩擦力

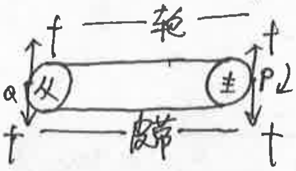
静摩擦
- 隔离法(隔离A,B)
- 整体法(AB是一个整体)



AB无f



BC无f
AB CD有f



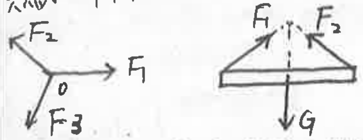
上面受拉 两面受压力 导致

下凹

反思

三.4

共点力：一个物体受到几个力的作用 几个力相交于一点 或者延长线相交于一点

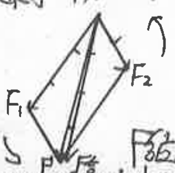


分力：物体受到几个力的作用 几个力的作用效果与一个力相同 几个力叫做一个力的分力 } 等效替代思想

合力：一个力叫做几个力的合力

力的合成：已知分力求合力

探究力的合成



结论：$F_合$与F'在误差允许的范围内重合　F'沿竖直

平行四边形定则：以两个分力为邻边作平行四边形两个分力所夹的对角线即为合力

细绳稍长一些

铅笔细一些

夹角适当大些

两个分力适当大

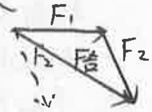
实验原理：两个力与一个力作用效果相同

实验仪器：白纸 木板 图钉 绳套 橡皮条 刻度尺 弹簧测力计 铅笔

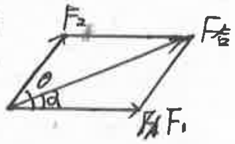
估读到精度下一位 或半格估读（只有一位估读数字）

误差分析：读数误差（平视）　弹簧秤 {调零 / 互拉 选择弹簧秤 / 壳与弹簧摩擦

三角形法则：



力的合成 {
- 作图法（平行四边形定则 三角形法则）
- 计算法 { $F_合=\sqrt{F_1^2+F_2^2+2F_1F_2\cos\theta}$; $\tan\alpha=\dfrac{F_2\sin\theta}{F_1+F_2\cos\theta}$



合力大小可以大于任意一个分力也可以小于任意一个分力 $|F_1-F_2|\le F_合\le F_1+F_2$

① $F_合$不变 $\theta\uparrow$ F_1 $F_2\uparrow$

② F_1 F_2不变 $\theta\uparrow$ $F_合\downarrow$

③ F_1 θ不变 $F_2\uparrow$ $\Rightarrow$ { 一直增大 $\theta<90^\circ$; 先减小再增大 $\theta>90^\circ$

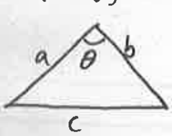
④ θ不变 F_1 F_2加倍 $F_合$加倍

⑤ θ不变 F_1 $F_2\uparrow$ $F_合$ { $\theta<90^\circ$ $\uparrow$; $\theta>90^\circ$ 不一定

} 不共线

$\cos(180-\theta)=-\cos\theta$

$\sin(180-\theta)=\sin\theta$



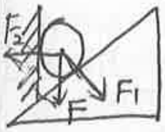
$c^2=a^2+b^2-2ab\cos\theta$

三.5

反思

力的分解：求一个力的分力

分解方法：平行四边形法则 按实际效果分
三角形法则



按作用效果

已知两个分力的方向分解力 有唯一解
已知合力和一个分力的大小和方向 有唯一解
已知合力和两分力大小 画圆

有两解或一解

($|F_1-F_2|<F<F_1+F_2$)

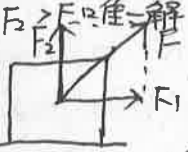
已知F和一分力大小以及另一分力方向 已知F_1大小 F_2方向

① $F_2=F\sin\alpha$ 唯一解

② $F\sin\alpha<F_2<F$ 两解

③ $F_2<F\sin\alpha$ 无解

④ $F_2>F$ 唯一解



受力：重力 拉力 支持力 摩擦力 (有摩擦力必有支持力)

正交分解 (建立二维坐标系)

原则：尽可能多的力落在坐标轴

平衡态 {静止 / 匀速直线运动}

V=0不一定是平衡态

平衡条件：物体所受合力为0 (各个方向合力均为0)

方法 {正交分解 / 合成 → / 分解}

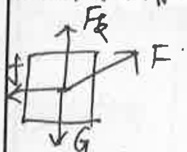
转到一个三角形中

物体的平衡 | 反思

平衡状态 {静止 / 匀速直线运动} ⟺ 不受外力 ~~受~~合外力为0

系统：所研究的整体
外力：系统外的物体对系统作用的力
内力：系统内的物体对系统作用的力
整体法：对整个系统分析研究 不~~考~~考虑内力
隔离法：对单个物体分析研究

力的图解
适用范围：物体受三力处于平衡状态
一个力不变另一个力方向不变 第三个力大小方向都不变
受四个力作用 可以将两个有关系的力合成 如

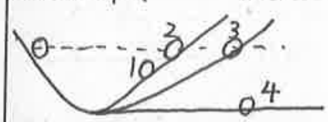


将Fc和f合成 因为Fc f成比例增加 所以合力方向不变

相似三角形
力的矢量三角形和几何三角形相似

四.1	反思

亚里士多德：力是维持物体运动的原因
理想斜面实验（不是实验）



1 实验事实
2 3 4 推论

伽利略：力不是维持物体运动的原因
笛卡尔：运动的物体不受力将作匀速直线运动
牛顿第一定律：一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，除非作用在它上面的力迫使它改变这种状态（惯性定律）— 不是实验定律 不为第二定律特例
牛顿：力是改变物体运动状态的原因（力的作用）
惯性：物体保持静止状态或匀速直线运动状态的性质
质量是决定惯性的唯一量度
惯性是物体的固有属性

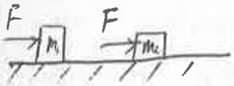
惯性的体现
- 不受力 保持静止 匀速直线运动状态
- 受力 运动状态变化的难易程度

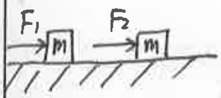
改变运动状态
- 速度大小
- 速度方向
- 速度大小 方向

力是产生加速度的原因
牛顿第一定律揭示了一切物体都有惯性

四.2	反思

力 $\xrightarrow{改变}$ 运动状态 $\xleftarrow{改变}$ $a\neq0$


$a\propto\frac{1}{m}$


$a\propto F$

$F\propto ma$ $a\propto\frac{F}{m}$

$F=kma$ 牛顿是导出单位 $1N=1kg\cdot m/s^2$

力学~~单位~~基本单位：kg m s

牛顿第二定律：$a\propto\frac{1}{m}$ $a\propto F$

$F=ma$ F为合力 a由F m决定 为决定式 可以讨论正反比

a方向与合外力方向相同

$a=\frac{F}{m}$ a的决定式 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ a的定义式 不存在正反比

F与Δv方向相同

同时性：有力立即有加速度

因果性：力是原因 加速度是结果

独立性：物体受到几个力作用 每个力都会产生各自的加速度

建x y轴：沿a方向 垂直于a方向

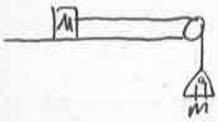
图表3

反思

探究 a F m关系

控制变量法 $\begin{cases} a与F关系 & m一定 \\ a与m关系 & F一定 \end{cases}$

测a F m　a打点计时器　F勾码(沙桶)　m天平



M尽量靠近打点计时器

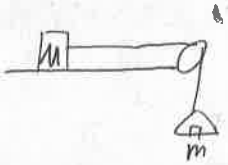
M合外力为mg ⇒ 平衡摩擦

平衡摩擦 ①

$Mg\sin\theta=\mu Mg\cos\theta$　m

$\mu=\tan\theta$

②



m用时使M匀速
再加m

确定平衡摩擦　没有m 打点计时器上点迹间隔相等

绳上拉力不等于mg

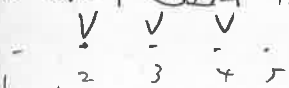
对m M受力分析　$mg=(M+m)a$

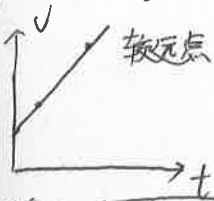
对M受力分析　$F=Ma$

M合力 $\frac{Mmg}{M+m}$　m合力 $\frac{m^2g}{M+m}$

总体合外力为mg　M m 按质量比分合外力 所以 $M\gg m$ 时M近似分到合力为mg 可以认为绳上拉力为mg

数据分析 逐差法 作图



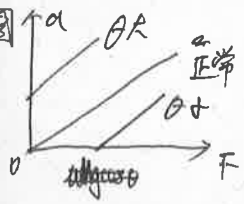


较远点 a误差大　得出结论：在实验误差允许范围内 ……一定时

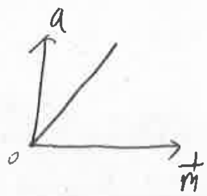
列表

a	~	-	-	-
F	—	-	-	-

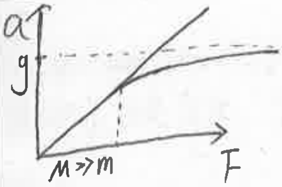
作图



化曲为直

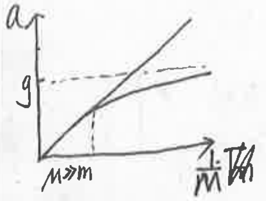


反思

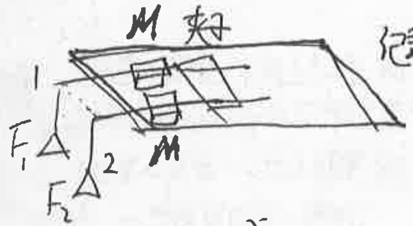


F代表的是mg M的加速度是 $\frac{mg}{M+m}$ 即 $\frac{g}{\frac{M}{m}+1}$

当F不断增大 m不断增大 $\frac{M}{m}+1$ 趋近于1 所以向g靠拢 M不断减少同样



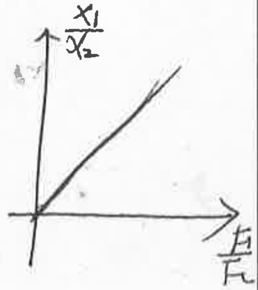
同时释放关闭夹子

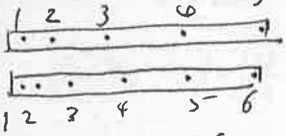


记录 $\frac{x_1}{x_2}=\frac{a_1}{a_2}$ $\frac{F_1}{F_2}$

$\frac{x_1}{x_2}=\frac{F_1}{F_2}$

需要平衡f





选取同起点 对相同的点（1-5 2-4）

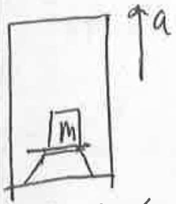
同样 保证F不变 M不同 比较 $\frac{x_1}{x_2}$ $\frac{M_1}{M_2}$

反思

四.4 5

相互作用力:大小相等 方向相反 作用在两个物体上 作用在同一直线上 性质相同
同时产生 消失 变化 作用效果不一定相同 不能相互抵消

四.6

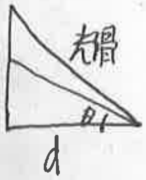


视重:台秤视数
实重:mg

超重:视重>实重 向上加速 向下减速
加速度有竖直向上的分力也会有超重现象
失重:视重<实重 向上减速 向下加速
完全失重:加速度竖直向下等于G

$t=\sqrt{\frac{4r}{g}}$ 起点在最高(低)点

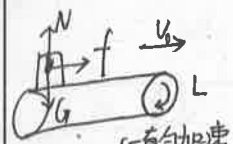
$t=\frac{1}{\sin\theta}\sqrt{\frac{2h}{g}}$



$t=\sqrt{\frac{4d}{g\sin 2\theta}}$

传送带

反思



无初速 { 一直匀加速 / 先匀加速再匀速

临界条件 $v_0^2-0=2ax$ X与传送带L比较

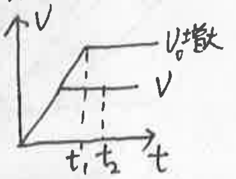
$X<L$

$t=\frac{v_0}{a}+\frac{L-\frac{v_0^2}{2a}}{v_0}$

$X>L$

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

减小t方法：v_0增大 μ增大



$X_1=X_2$

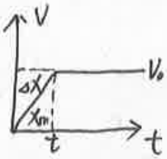
$t_1<t_2$

t最小：$L=\frac{1}{2}at^2$

物块在传送带留下的痕迹 $\Delta X=X_{传}-X_m$ （讨论加速阶段）

$\Delta X \to \frac{v_0^2}{a}$，$X_{传} \to v_0\frac{v_0}{a}$，$X_m \to \frac{v_0^2}{2a}$

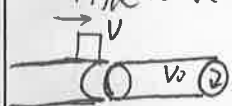
$X_{传}=2X_m=2\Delta X$



只适用于无初速放上去

最长滑痕 周长 $C=2L+2\pi R$

最长滑痕 V_0最小 $X-L=C$ $x=v_0t$ $L=\frac{1}{2}at^2$



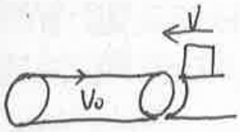
有初速上传送

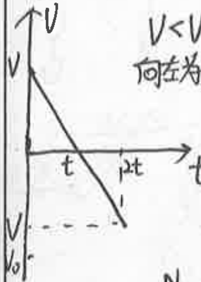
$V=V_0$ 一直匀速

$V<V_0$ 临界条件 $V_0^2-V_1^2=2aL$ { 先加速后匀速 $V_1<V_{传}<V_0$ / 一直匀加速 $V<V_1$

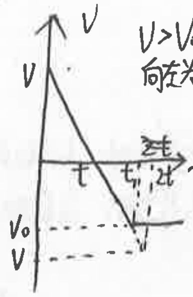
反思

$V>V_0$ 临界条件 $V_2^2-V_0^2=2aL$
- 一直减速 $V>V_2$
- 先减速后匀速 $V_0<V<V_2$

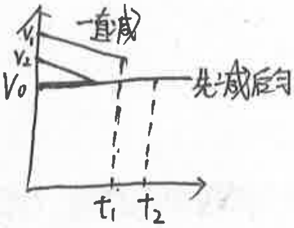


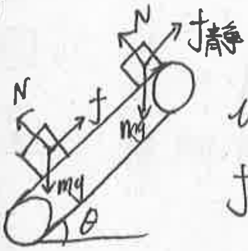


$V<V_0$
向左为正



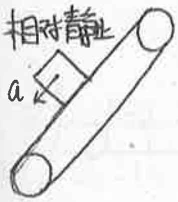
$V>V_0$
向左为正





$\mu mg\cos\theta - mg\sin\theta = ma$

$f_{静} = mg\sin\theta$



$a<g\sin\theta$ f沿斜面向上

$a=g\sin\theta$ 无摩擦力

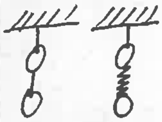
$a>g\sin\theta$ f沿斜面向下

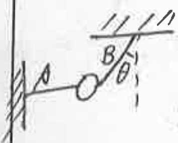
$f=\mu mg\cos\theta$ a最大保持相对静止

反思

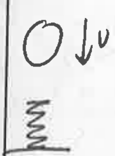
瞬时性问题

弹簧：瞬间弹力不变
轻杆：瞬间力可以变

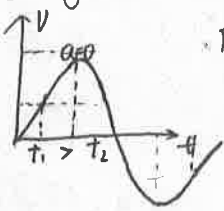




剪断A瞬间 加速度方向垂直于B 加速度方向根据下一瞬间运动方向判断
剪断B瞬间 加速度方向竖直向下

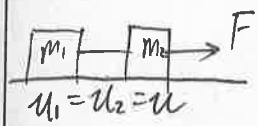


① $a=g$
② $mg>k\Delta x$　$a\downarrow$ $v\uparrow$
③ $mg=k\Delta x$　$a=0$ v_{max}
④ $mg<k\Delta x$　$a\uparrow$ $v\downarrow \to v=0$

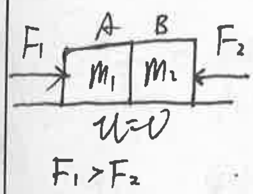


向上为正

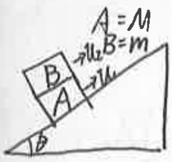
连接体问题



对m_1来说 T为动力 f为阻力 对m_2来说 F-T为动力 f为阻力
m_1 m_2 a相同 f产生a相同 ⇒ 动力产生a相同 所以m_1 m_2
按质量分动力 $T=\frac{m_1}{m_1+m_2}F$

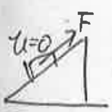


对m_1来说 F_1为动力 F_{BA}为阻力 对m_2来说 F_{AB}为动力 F_2为阻力
而 $\frac{m_2}{m_1+m_2}(F_1-F_2)$为总的动力 即 $F_{AB}-F_2=\frac{m_2}{m_1+m_2}(F_1-F_2)$



对整体来说 动力加速度为 $g\sin\theta$ 阻力加速度为 $\mu g\cos\theta$
对B来说 动力加速度为$g\sin\theta$ 阻力加速度也应为 $\mu g\cos\theta$
所以 $f=m\mu g\cos\theta$

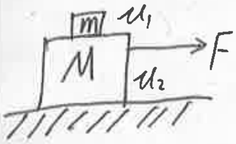
以上三种是以加速度矢量相加的角度考虑的



当系统受到外力时 用隔离法可能比较简单

反思

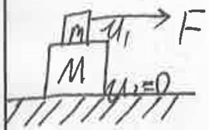
临界问题



相对静止

$a_{max}=\mu_1 g$ $\frac{F}{M+m}=\mu_1 g$

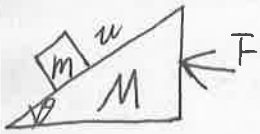
$F=\mu_1 g(M+m)$



相对静止

$a_{max}=\frac{\mu_1 m}{M}g$ $F=(M+m)\frac{\mu_1 m}{M}g$

保持相对静止



① $\mu=0$

a有唯一值 $a=\frac{g}{\tan\theta}$

② $\mu\geq\tan\theta$

$a_{min}=0$

随F增大 f改变方向 N增大

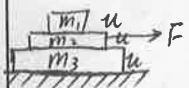
当f向下达到最大时 a有最大值

$a_{max}=\frac{\tan\theta+\mu}{1-\mu\tan\theta}g$

③ $0<\mu<\tan\theta$

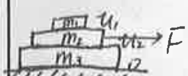
$a_{min}=\frac{\tan\theta-\mu}{\mu\tan\theta+1}g$

$a_{max}=\frac{\tan\theta-\mu}{1-\mu\tan\theta}g$



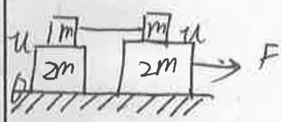
要使m_2发生相对滑动 求F

m_3的最大静摩擦力 比 m_1 m_2施加给m_3的f大 所以m_3不动



要使m_2发生相对滑动 求F

$\mu_1 m_1 g$ 和 $\mu_2(m_1+m_2)g$的大小关系决定 m_2相对滑动先后



左边m给的 $f_{max}=\mu mg$作用在2m上 a大

右边m的 $f_{max}=\mu mg$ 作用在m+m+2m上 a小

所以F的最大值出现在a小上

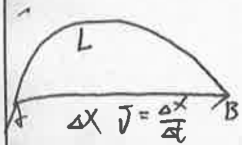
脱离问题 a相等 无相互作用

五.1

反思

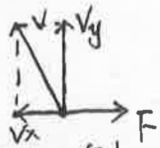
运动轨迹 {直线运动 / 曲线运动 → 变速运动 速度方向时刻变化

曲线运动 {匀变速曲线运动 / 变加速曲线运动 条件 {$v \neq 0$ $F_{合} \neq 0$ / v, $F_{合}$不共线

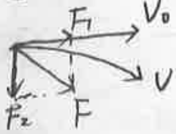


路程>位移

平均速率>平均速度

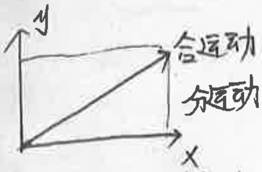


速度方向：轨迹的切线方向　轨迹：凹向有力的一侧



F_1改变速度大小

F_2改变速度方向



运动合成分解 {等时性：同时开始同时结束 / 独立性：各分运动相互独立 / 等效性：分运动的叠加效果与合运动相同

运动合成

共线：代数加减

互成角度

①两个匀速直线—匀速直线

②一个匀速直线 匀变速直线运动—匀变速曲线运动

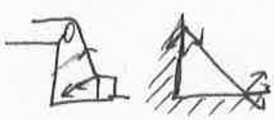
③两个$v_0=0$的匀变速直线运动—匀加速直线运动

④两个$v_0 \neq 0$的匀变速直线运动 —匀~~变速~~变速直线运动 $\frac{v_1}{a_1}=\frac{v_2}{a_2}$

—匀变速曲线运动 $\frac{v_1}{a_1} \neq \frac{v_2}{a_2}$

运动分解

绳牵连 沿绳速度相等　收缩绳　绳摆动



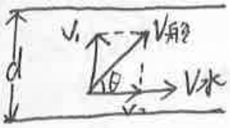
杆 沿杆速度相等

直接接触 沿弹力方向速度相等

小船过河

反思

最短时间



v_1使船过河

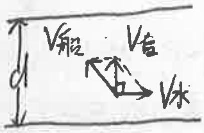
$t=\frac{d}{v_{船}\sin\theta}$

$t_{min}=\frac{d}{v_{船}}$

$x=\sqrt{d^2+\frac{v_{水}^2}{v_{船}^2}d^2}$

最短距离

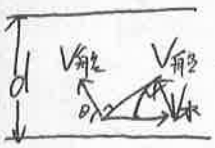
$v_{船}>v_{水}$



$x_{min}=d$

$t=\frac{d}{\sqrt{v_{船}^2-v_{水}^2}}$

$v_{船}<v_{水}$



$x_{min}=\frac{d}{\cos\theta}$

反思

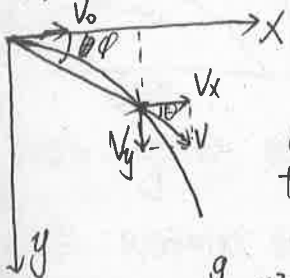
五.2

平抛运动：匀变速曲线运动

水平：匀速运动

竖直：自由落体

分解速度：沿加速度方向 垂直加速度方向



$V_x=V_0$

$V_y=gt$

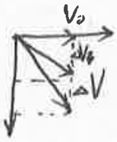
θ 速度偏向角 φ 位移偏向角

$\tan\theta=2\tan\varphi$

轨迹方程 $y=\frac{g}{2V_0^2}x^2$

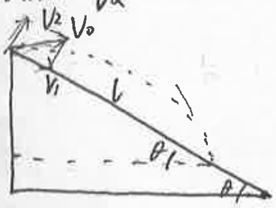
相等时间速度变化量相等 $\Delta V=g\Delta t$

相等时间速度大小的变化不相等



矢量加减

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



$l\cos\theta=V_0t$

$l\sin\theta=\frac{1}{2}gt^2$

$t=\frac{2V_0\tan\theta}{g}$

到斜面的最大距离：沿垂直斜面 及斜面方向分 g

当 $V_2=0$ 时 到斜面距离最大

$V_1=V_0\cos\theta+g\sin\theta t$

$V_2=V_0\sin\theta-g\cos\theta t$

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