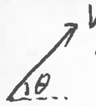
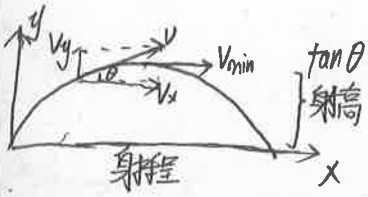
斜抛运动

反思



θ抛出射角



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

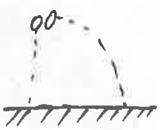
射程 $x = \frac{2V_0^2\sin\theta\cos\theta}{g}$　射高 $\frac{V_0^2\sin^2\theta}{2g}$　θ为抛射角

对称性：时间对称　轨迹对称　同一高度速率相等

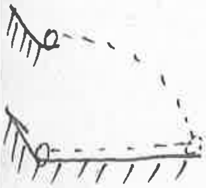
五·3

反思

平抛运动



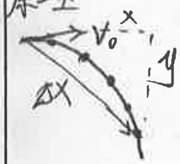
竖直方向 自由落体



水平方向 匀速直线

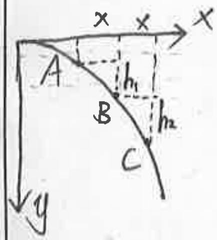
实验目的：描绘平抛运动轨迹 求平抛初速度

原理



$x=v_0t$

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



$h_2-h_1=gt^2$

$v_0=\frac{x}{t}$

$v_{By}=\frac{h_1+h_2}{2t}$

求抛出点 $\Delta x=\frac{v_{By}^2}{2g}$

器材：斜槽 小球 木板 白纸 图钉 铁架台(带铁夹) 重垂线
打孔的卡片 铅笔 刻度尺

实验步骤：1. 安装调整斜槽 斜槽末端切线水平：小球具有水平初速度
检验：小球放于末端任意位置都能静止
2. 固定木板：竖直面内平行靠近球的轨迹 用重锤线检验

$\left.\begin{array}{l}\text{同一高度无初速度释放} \rightarrow v_0\text{相同(定位器)} \\ f=0\ \ f\neq 0\ \text{不影响结果} \\ \text{释放点适当高一些 轨迹占满整个纸面}\end{array}\right\}$ 注意事项

描轨迹：用平滑曲线

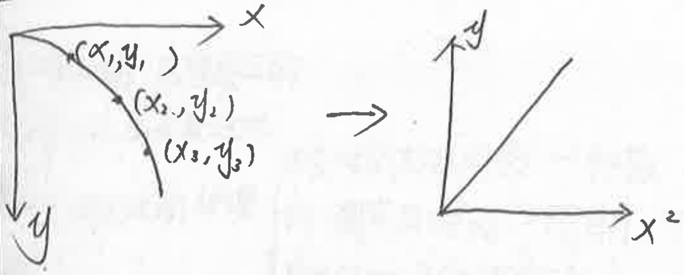
5 计算

6 处理数据

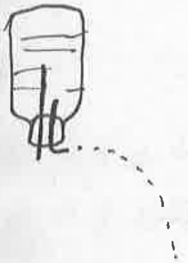
确定坐标原点：球静止在斜槽末端 球心在木板的投影

将斜槽末端作为坐标原点 V偏大

反思



$y=kx^2$



保证V_0一样

五.4

反思

圆周运动：沿圆周运动

圆周运动是变速运动

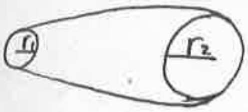
描述圆周运动快慢：
- 单位时间转过圈数 — 转速 n r/s r/min
- 转一圈所用时间 — 周期 T s
- 单位时间内的周期数 — f $f=\frac{1}{T}$ Hz $f=n$（以秒为单位）
- 角速度 $\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{2\pi}{T}$ rad/s 绕圆心转动快慢
- 线速度 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{2\pi r}{T}$ m/s 沿圆周运动快慢

$v=\omega r=\frac{2\pi r}{T}=2\pi r f=2\pi r n$

ω, T, f, n 确定一个 四个都确定

共轴问题 ω相同 $\frac{v_1}{v_2}=\frac{r_1}{r_2}$

传送带问题 v相同 $\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{r_2}{r_1}$



齿轮 $\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{r_2}{r_1}$ v相同

相同时间转过齿数相同

齿轮有N_A N_B个齿 ~~相同时间转过 n_A n_B 个齿~~

~~$N_A n_A = N_B n_B$~~ $\frac{N_A}{r_A}=\frac{N_B}{r_B}$

	反思

五.5 节

向心加速度：指向圆心的加速度 描述物体线速度变化快慢

匀速圆周运动 变加速曲线运动 任意相等时间内走过的弧长总相同

$a=\frac{v^2}{r}=\omega^2 r$

五.6

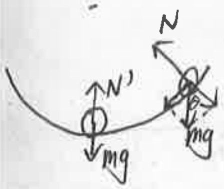
向心力：始终指向圆心 使物体绕圆心做圆周运动的力

向心力不是性质力是效果力

大小 $F=ma=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2 r=mr\frac{4\pi^2}{T^2}=mr4\pi^2f^2=mr4\pi^2n^2$

效果：只改变方向 不改变大小

匀速圆周运动：合外力提供向心力



$N-mg\cos\theta$ 向心力 改变v方向

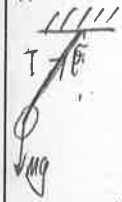
$mg\sin\theta$ 提供切向加速度 改变v大小

最低点有向心加速度

五.7

反思

锥摆



$T\cos\theta = mg$

$T\sin\theta = ml\sin\theta\,\omega^2$

与绳长无关 只跟高度 则h $mg\tan\theta = mh\tan\theta\,\omega^2$

$\omega = \sqrt{\frac{g}{h}}$

$\omega_1 = \omega_2$

$\omega_1 < \omega_2$

$v_1 > v_2$

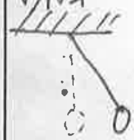
$a_1 = a_2$

双星

$\omega_1 = \omega_2$ $T_1 = T_2$

$\frac{r_1}{r_2} = \frac{m_2}{m_1}$ $\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1}{r_2}$

挡摆



V不变

r减 a增大

变速圆周

最高点合外力提供向心力

$T + mg\cos\theta = m\frac{v^2}{r}$

$mg\sin\theta = ma$

由最高点到最低点 切向a先增后减 V一直增

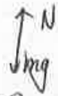
向心加速度 拉力 变大

最低点 T最大 最高点T最小

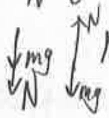
恰完成圆周运动 最高点 T=0 $v=\sqrt{gr}$

反思

$V=0$ $N=mg$

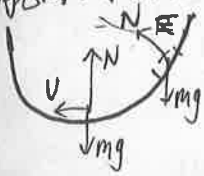
$0<V<\sqrt{gr}$  $0<N<mg$

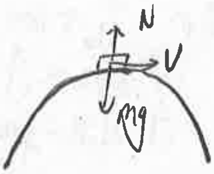
$V=\sqrt{gr}$ $N=0$

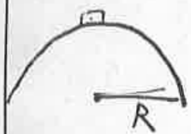
$V>\sqrt{gr}$  $N>mg$

临界问题

脱离不用完滑







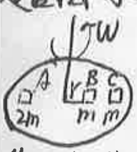
脱离 $N=0$ $V=\sqrt{gR}$

若承受 $N_{max}=\frac{3}{4}mg$

$mg-N_{max}=m\frac{V_{min}^2}{R}$

$V_{min}\le V\le V_{max}$

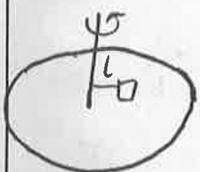
是否相对运动 $f=f_{max}$



$f=mw^2r$ $w_{max}=\sqrt{\frac{ug}{r}}$

C先打滑

$u_A=u_B=u_C$



有拉力 $umg=mlw_0^2$

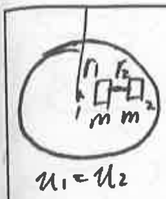
$w_0=\sqrt{\frac{ug}{l}}$

$w=\sqrt{\frac{ug}{l}}$ $T=0$

$w=\sqrt{\frac{2ug}{l}}$ $T_{max}=f_{max}=umg$

$u_1=u_2$

反思



2. $\mu mg+T=m\omega^2 r_2$

1. $\mu mg-T=m\omega^2 r_1$

整体 $2\mu mg=m\omega^2 r_1+m\omega^2 r_2$

$\mu_1=\mu_2$

2. $T+\mu mg=m\omega^2 r_2$

1. $T+f_1=m\omega^2 r_1$

$T\uparrow$ $m\omega^2 r_2\uparrow$ 1增量<2增量 $f_1\downarrow$

1. $T-f_1=m\omega^2 r_1$ $f_1\uparrow$ f先减后增

$T-\mu mg=m\omega^2 r_1$

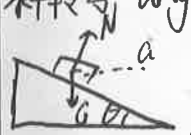
$\mu_1=\mu_2$

ω_{min} $Mg \leftarrow\rightarrow f_{max}$

ω_{max} $\leftarrow\leftarrow$ Mg f_{max}

汽车转弯

水平转弯 $\mu mg=\frac{mv^2}{R}$ $v=\sqrt{\mu gR}$



$N\cos\theta=mg$

$N\sin\theta=m\frac{v^2}{R}$ a唯一

有侧向摩擦

$\mu\geq\tan\theta$ $\begin{cases} a_{min}=0 \\ \text{随}v\text{增大 } N\downarrow f\downarrow \text{ 后反向 } N\uparrow f\uparrow \end{cases}$

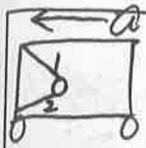
$\vec{v}$ $\rightarrow a$

$\mu<\tan\theta$ $\begin{cases} a_{min} \longrightarrow \begin{matrix} N\cos\theta+f\sin\theta=mg \\ N\sin\theta-f\cos\theta=ma \end{matrix} \\ \text{随}v\text{增大 } N\uparrow f\downarrow \text{后反向 } N\uparrow f\uparrow \end{cases}$

$\Downarrow$

在弯道上跑 $\mu>\tan\theta$ $\begin{cases} v_{min}=0 \\ v_{max}=\sqrt{\frac{N\sin\theta+f\cos\theta}{m}R} \end{cases}$

$\mu<\tan\theta$ $\begin{cases} m\frac{v_{min}^2}{R}=N\sin\theta-f\cos\theta \\ v_{max}=\sqrt{\frac{N\sin\theta+f\cos\theta}{m}R} \end{cases}$



1先直 2再直

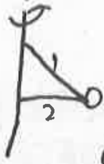
1 2 同时直同时成

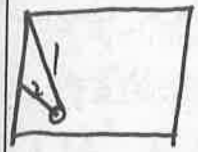
⇒

2未直前 $T_1 \uparrow$

2直后 T_1不变

⇒





2未直前 $T_1 \uparrow$

2刚直后 $T_1 \downarrow$ $T_2 \uparrow$

1未松弛 临界为刚要松

⇒

反思

六.1

反思

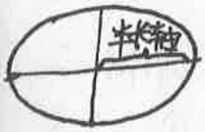
托勒密：地心说

哥白尼：日心说

开普勒三定律

1. 行星绕太阳运动轨道都是椭圆 太阳处于椭圆的焦点上
2. 任何一个行星与太阳的连线在相等的时间扫过相等的面积
3. 行星的轨道半长轴的三次方跟它的公转周期的二次方比值相等

$\frac{a^3}{T^2}=k$ k与中心天体质量有关



第谷：测量精确

反思

六.2,3

牛顿推导

1. $F=\frac{mv^2}{r}$

$v=\frac{2\pi r}{T}$

2. $F=\frac{4\pi^2 mr}{T^2}$

$k=\frac{R^3}{T^2}$

3. $F=4\pi^2 k\cdot\frac{m}{r^2}$ →太阳对行星引力

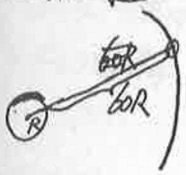
$F\propto\frac{m}{r^2}$

4. 行星对太阳的引力 $F'\propto\frac{M}{r^2}$

⇓

$F=G\frac{Mm}{r^2}$ G为比例常数

地月检验



地表 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ ①

月球 $G\frac{Mm'}{(60R)^2}=m'g'$ ②

用①②测得 g'

再用 $g'=\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 测得实际 g' 两 g' 相吻合 地月检验成功

反思

万有引力定律

$F=G\frac{m_1m_2}{r^2}$　$G=6.67\times10^{-11}\ N\cdot m^2/kg^2$

~~G~~卡文迪许测出G并推出地球质量

适用范围

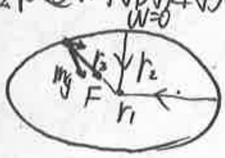
①两物体距离>>物体大小　$r\to0$ 不适用

②质量分布均匀的球体

特征：宏观性　普遍性

万有引力与重力　万有引力指向地心　重力竖直向下

重力是万有引力的分力



$G\frac{Mm}{r_1^2}=mr_1\omega^2+mg$ 赤道

$G\frac{Mm}{r_2^2}=mg$ 两极

研究物体只分析重力：地球和物体都随以自转速度旋转 研究的是除此旋转外的运动 所以不研究另一个分力

在地表(附两极) $G\frac{Mm}{r^2}\approx mg$

卫星绕地球 $G\frac{Mm}{r^2}=mg'$ 完全失重 重力提供a

$G\frac{Mm}{r^2}=mg=ma=m\frac{v^2}{r}=m\omega^2r=mr\frac{4\pi^2}{T^2}=mr4\pi^2f^2$

~~估算中心天体质量~~

六.4

反思

估算中心天体

$$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$$

$$M=\frac{v^2r}{G}$$

$$v=\frac{2\pi r}{T}$$

$$M=\frac{4\pi^2 r^3}{T^2G}$$

r　w T n f　g a　v

有2/4 即求 M

估算密度　R为天体半径

$$\rho=\frac{3\pi r^3}{GT^2R^3}$$

贴星体表面运行　$\rho=\frac{3\pi}{GT^2}$

六.5

反思

$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{V^2}{R}$　　$G\frac{Mm}{R^2}=mg$　$GM=gR^2$ 黄金代换

$V=\sqrt{\frac{GM}{r}}=\sqrt{gr}$　g为近地面加速度

$V=7.9km/s$ 第一宇宙速度　等于运行速度

当 $G\frac{Mm}{R^2}<m\frac{V^2}{R}$ 时 做椭圆运动　万有引力=重力+向心力

重力加速度=加速度+向心加速度

$7.9<V<11.2km/s$

$G\frac{Mm}{r^2}>m\frac{V^2}{r}$　r为远地点距离

$V=11.2km/s$ 第二宇宙速度　为第一宇宙速度$\sqrt{2}$倍　逃逸 脱离速度

$V=16.7km/s$ 第三宇宙速度　脱离太阳系　逃逸速度

第一二三宇宙速度都为发射速度

$V=7.9km/s$ 最小的发射速度 最大环绕速度　$T=84min$

人造卫星轨道

轨道圆心在地心　地球$R=6400km$

不能与经线圈重合 只能与赤道重合

同步卫星　$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2(R+h)$　$h=6R$　3.6×10^4km

h一定　V W a T 确定

通讯卫星一定是同步卫星

侦察卫星是极地卫星

卫星变轨　匀速圆周 → 加速变轨 → 近地点加速 → 匀速圆周

1　$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{V^2}{R}$　　3　$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{V^2}{r}$

2　$G\frac{Mm}{r^2}>m\frac{V^2}{r}$

$G\frac{Mm}{R^2}<m\frac{V^2}{R}$

$\begin{cases}V_1<V_2\\V_2>V_3\\V_3<V_4\\V_1>V_4\end{cases}\Rightarrow V_3<V_4<V_1<V_2$

$\frac{R_2^3}{R_3^3}=\frac{T_2^2}{T_3^2}$ 比较椭圆周期

椭圆运动万有引力~~不完全提供~~不完全提供向心力(近远地点除外) 但等于重力

反思

卫星受阻

$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$

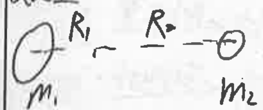
受阻↓

$G\frac{Mm}{r^2}>m\frac{v^2}{r}$

↓

$r\downarrow$ $v\uparrow$

双星



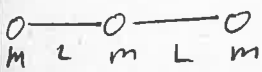
$G\frac{m_1m_2}{L^2}=m_1\omega^2R_1=m_2\omega^2R_2$

$T=2\pi\sqrt{\frac{L^2}{GM}}$

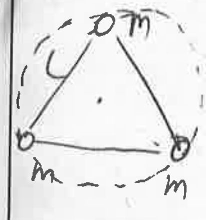
$\frac{m_1}{m_2}=\frac{R_2}{R_1}$

引力为 $G\frac{m_1m_2}{R^2}$ 注意R为距离

三星



$G\frac{mm}{L^2}+G\frac{mm}{(2L)^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2L$



$\sqrt{3}G\frac{mm}{L^2}=m(\frac{2\pi}{T})^2\frac{\sqrt{3}}{3}L$

瓦解

$G\frac{Mm}{R^2}=m\omega^2R$ $\omega=\sqrt{\frac{4\pi\rho G}{3}}$

$T=\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$ T为最小周期

黑洞

$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{c^2}{R}\Rightarrow R\leq\frac{GM}{c^2}$

六.6

反思

经典力学—牛顿力学 {牛顿三定律 / 万有引力定律

研究方法 {伽利略—实验 逻辑推理 / 牛顿—归纳—演绎法

局限性：适用宏观低速弱引力

宏观 $\xrightarrow{\text{量子力学}}$ 微观

低速 $\xrightarrow{\text{相对论}}$ 高速

牛顿力学是量子力学 相对论在某种情况下的具体体现

$$m=\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

七.1

反思

动能 E_k 势能 E_p

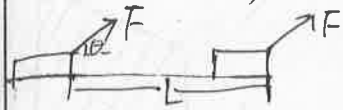
动能：物体由于运动而具有的能量

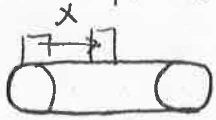
势能：相互作用的物体凭借其位置具有的能量 描述系统

七.二

功：力×物体在力的方向上的位移 标量 有正负 不表大小

$W=F\cdot L$ 力为恒力 L为对地位移 单位 J $1J=1N\cdot m$





f对物体 μmgx

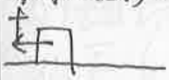
f对传送带 $-\mu mg2x$

Q μmgx

电能 $\mu mg2x$

$W=FL\cos\theta$

动力做的功 正功

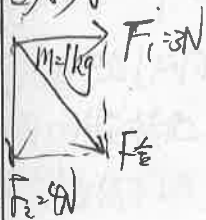


阻力做的功 负功

正负没有方向但表示动力阻力效果 同样不分大小

功是一个过程量 是力在空间上的积累

合力功



$W=F_合L=12.5J$

作用力反作用力做功可以不做 可以做正功 负功 一正一负 一个做一个不做 无必然联系

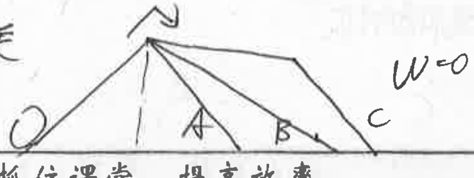
摩擦力做功：可以正功 负功 不做功

静摩擦对系统做功为0

滑动摩擦对系统一定做功 而且做负功（跑的快的f向后W大）产热

$Q=f\cdot d$

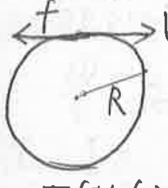
重力做功只与初末位置高度差有关



反思

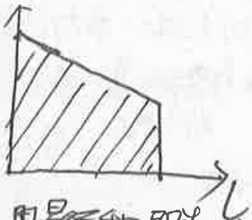
变力做功

①大小不变 F始终与V成一夹角



$W=f2\pi R$

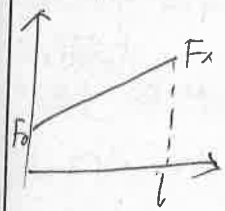
② F与l有关系



用影面积 即为W

③ F随l均匀变化

$W=\bar{F}\cdot l$

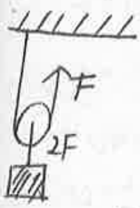


$\bar{F}=\frac{F_0+F_x}{2}$

F要随l均匀变化不是t

④功能转化 - 动能定理

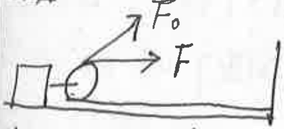
等效法求功

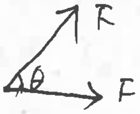


F做功2L

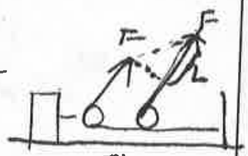
2F做功L

F与2F做功相当





$W=Fl+Fl\cos\theta$



$W=FL$

力的作用点位移

物体前进相等距离 F_0 F T 做功相当

$W=0\begin{cases}F\perp V\\ l=0\end{cases}$

七.4

反思

重力势能：物体由于被举高而具有的能量 E_p 标量

$E_p=mgh$ h 重心到零势能面的距离

系统性：地球和物体

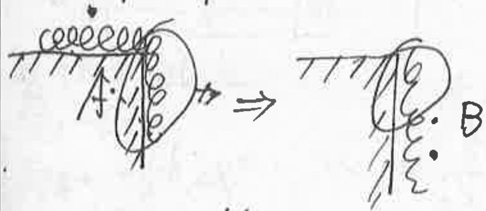
相对性：参考平面选取是任意的 正负表大小

$\Delta E_p=E_{pt}-E_{p0}$ 变化量(增大量) 末-初

$\Delta E_p=E_{p0}-E_{pt}$ 减少量 初-末

重力做功=重力势能减少量 克服重力做功=重力势能增加量

$W_G=E_{p0}-E_{pt}$ 与参考平面无关系 只与初末位置有关

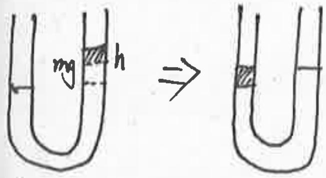


重力势能变化 等效法

共同部分为0 只需计算非共同部分的重心

$W_G=\frac{1}{2}mg\cdot\frac{3}{4}L$

如不按等效法 重心由A变B



等效法重心变化 阴影部分为变化

$W_{除G外}=\Delta E_{机}$

$W_G=-\Delta E_p$

$W_{电}=-\Delta E_p$

$W_{合}=\Delta E_k$

$f\cdot\Delta S=Q$

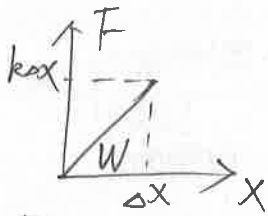
反思

七.5

弹性形变 → 产生弹性势能

Ep与k Δx有关

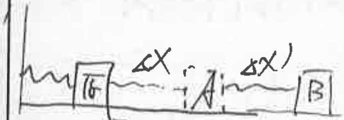
$E_p=\frac{1}{2}k\Delta x^2$

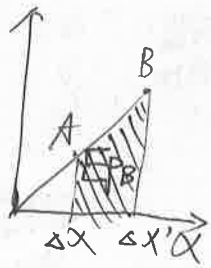


$\Delta E_p=E_{pt}-E_{p0}$ 增加量 变化量

$\Delta E_p=E_{p0}-E_{pt}$ 减小量

相对性





以A为零势能点

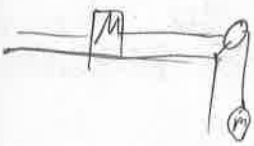
$E_{pA}=0$

$E_{pG}=-\frac{1}{2}k\Delta x^2$

$E_{pB}=\frac{1}{2}k(\Delta x+\Delta x')^2-\frac{1}{2}k\Delta x^2$

七.6

反 思



测V 打点计时器
光电门
频闪照相

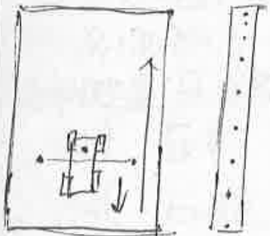
$M \gg m$ 平衡摩擦

O　　A　　B

取A　W只与V_A有关 不用考虑V_0

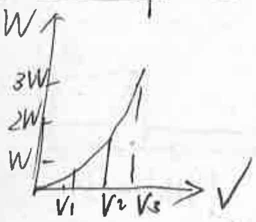
探究 做功与V变化关系

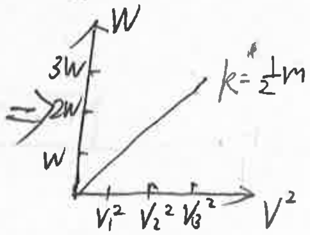
器材：长木板 橡皮筋 小车 钉子
打点计时器 纸带



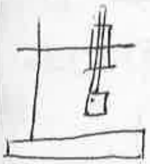
W　V_1
2W　V_2
3W　V_3
---　---

平衡摩擦

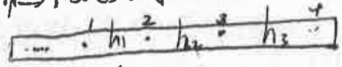


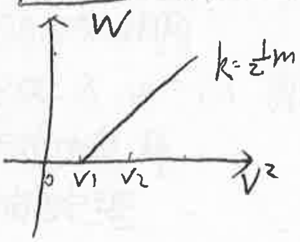


未平衡摩擦



恒力做功与V关系





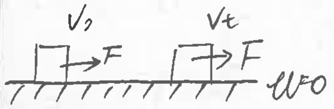
6.7

反思

动能：因物体运动而具有的能量

$E_k=\frac{1}{2}mv^2$ 标量

动能是状态量 具有相对性



$F=ma$

$v_t^2-v_0^2=2ax$ $\Rightarrow \Delta E_k=\frac{1}{2}m(v_t^2-v_0^2)$

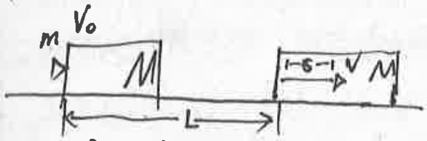
~~合外~~ 动能定理：合外力的功等于动能的增量

$W_合=\Delta E_k=E_{kt}-E_{k0}$ 都为对地

$W_合=W_1+W_2+W_3+\cdots$

$W_合$为过程量 E_k为状态量 ΔE_k为状态量的变化量

V { 大小变 E_k变
　　 方向变 E_k不变



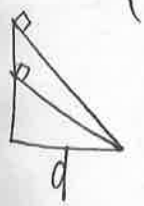
M　$fL=\frac{1}{2}Mv^2$

m　$f(L+S)=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}mv^2$

系统 生热 $fS=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}(m+M)v^2$

一般a t不能用动能定理直接求解

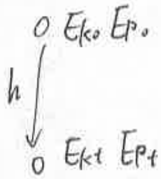
变力做功 { F与v方向相同
　　　　　 $F\propto x$ $W=\bar{F}x$ 图象
　　　　　 恒定功率 Pt
　　　　　 动能定理



$W_f=\mu mgd$

反思

七.8



$mgh = E_{kt} - E_{k0}$

$mgh = E_{p0} - E_{pt}$

$\Downarrow$

$E_{kt} + E_{pt} = E_{k0} + E_{p0}$

机械能 {动能、重力势能、弹性势能}　不为动能和势能

物体受f　$fh + E_{kt} + E_{pt} = E_{k0} + E_{p0}$　机械能减少

机械能守恒：只有重力做功物体机械能守恒

$W_x = E_{kt} - E_{k0}$

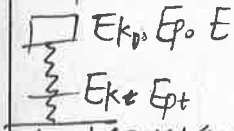
$W_x = -\Delta E_{px} = E_{p0} - E_{pt}$

$\Downarrow$

$E_{kt} + E_{pt} = E_{k0} + E_{p0}$

只有弹力做功 系统机械能守恒　必须为系统内部弹力

机械能守恒定律：只有重力或弹力做功的系统内总机械能不变



系统内部弹力做功

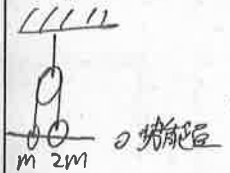
$W_G + W_x = E_{kt} - E_{k0}$

$W_G = E_{p0} - E_{pt}$

$W_x = E_{px0} - E_{pxt}$

$\Rightarrow E_{p0} + E_{k0} + E_{px0} = E_{pt} + E_{kt} + E_{pxt}$

机械能转化：只有重力势能 弹性势能 动能转化

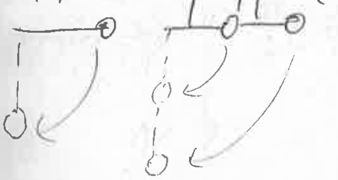


$0 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}2mv^2 + mgh - 2mgh$

$\Delta E_p = -\Delta E_k$

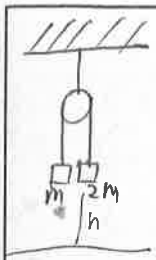
$2mgh - mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}2mv^2$

杆牵连



$m_1 gl + m_2 g 2l = \frac{1}{2}m_1 v^2 + \frac{1}{2}m_2(2v)^2$

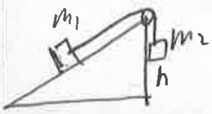
反思



$$2mgh - mgh = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}2mV^2$$

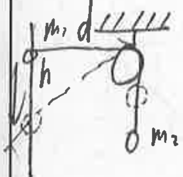
m还可上升 $\frac{1}{2}mV^2 = mgh_1$

石落地瞬间有动能损失

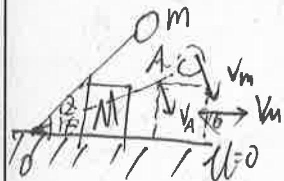


$m_1 < m_2$

$$m_2gh - m_1gh\sin\theta = \frac{1}{2}m_1V^2 + \frac{1}{2}m_2V^2$$

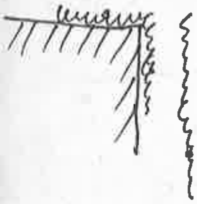


$$m_1gh - m_2g\left(\sqrt{h^2+d^2} - d\right) = \frac{1}{2}m_1V^2 + \frac{1}{2}m_2\left(\frac{Vh}{\sqrt{h^2+d^2}}\right)^2$$

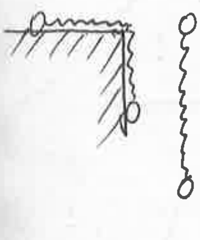


$$mg(l\sin\alpha - l\sin\theta) = \frac{1}{2}mV_M^2 + \frac{1}{2}mV_m^2$$

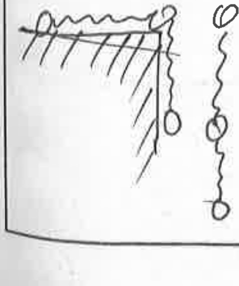
$$V_M\cos\theta = V_A \qquad \frac{V_A}{V_m} = \frac{OA}{OM}$$



$$\frac{m}{2}g\frac{3}{4}L = \frac{1}{2}mV^2$$



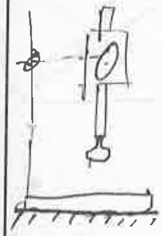
$$\frac{m}{2}g\frac{3}{4}L + \frac{m}{2}g\frac{L}{2} = \frac{1}{2}2mV^2$$

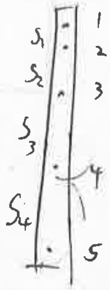


$$\frac{m}{2}g\frac{3}{4}L + \frac{m}{2}gL = \frac{1}{2}\frac{5}{2}mV^2$$

反思

七.9,10





$S_1=2mm \Rightarrow T=0.02s$

若不为2mm V_2测量有错误

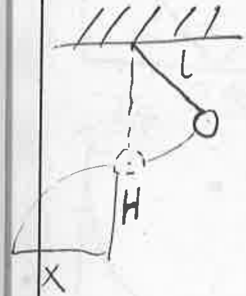
用~~由~~$V=at$求V_4有错误

用$\Delta x=aT^2$求a当作g ✗

验证的是 动能定理 a来于合外力

不是机械能守恒 $mgh=\frac{1}{2}mv^2$

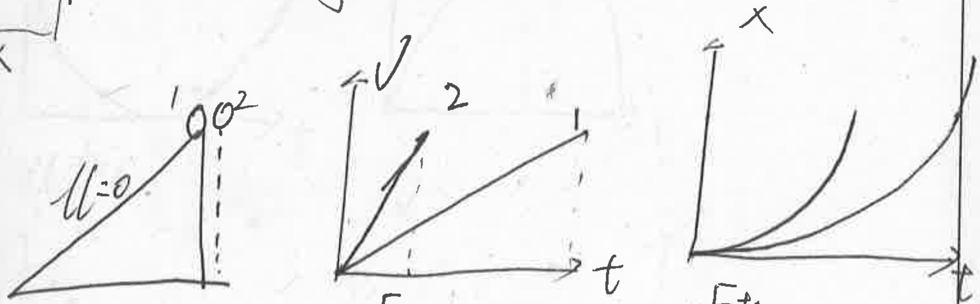
选纸带：点迹清晰 ~~1~2点 d=2mm~~

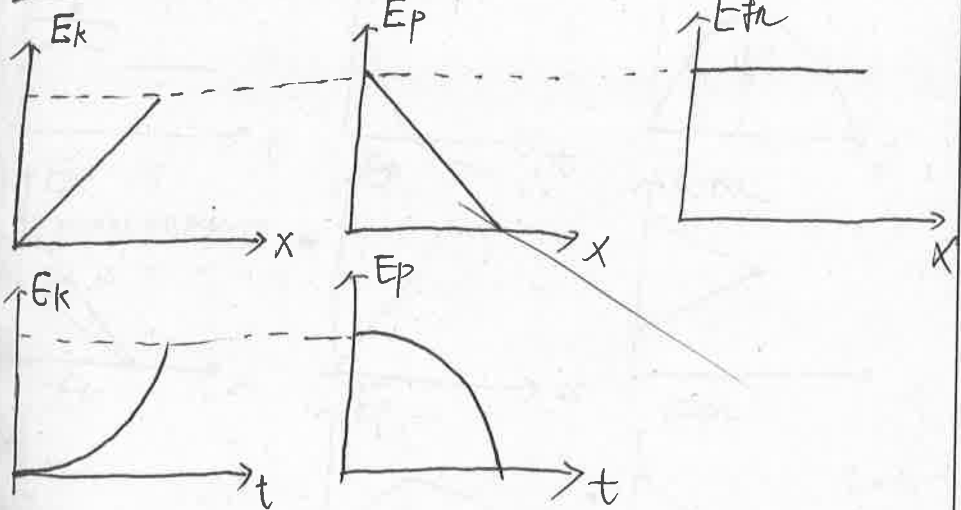


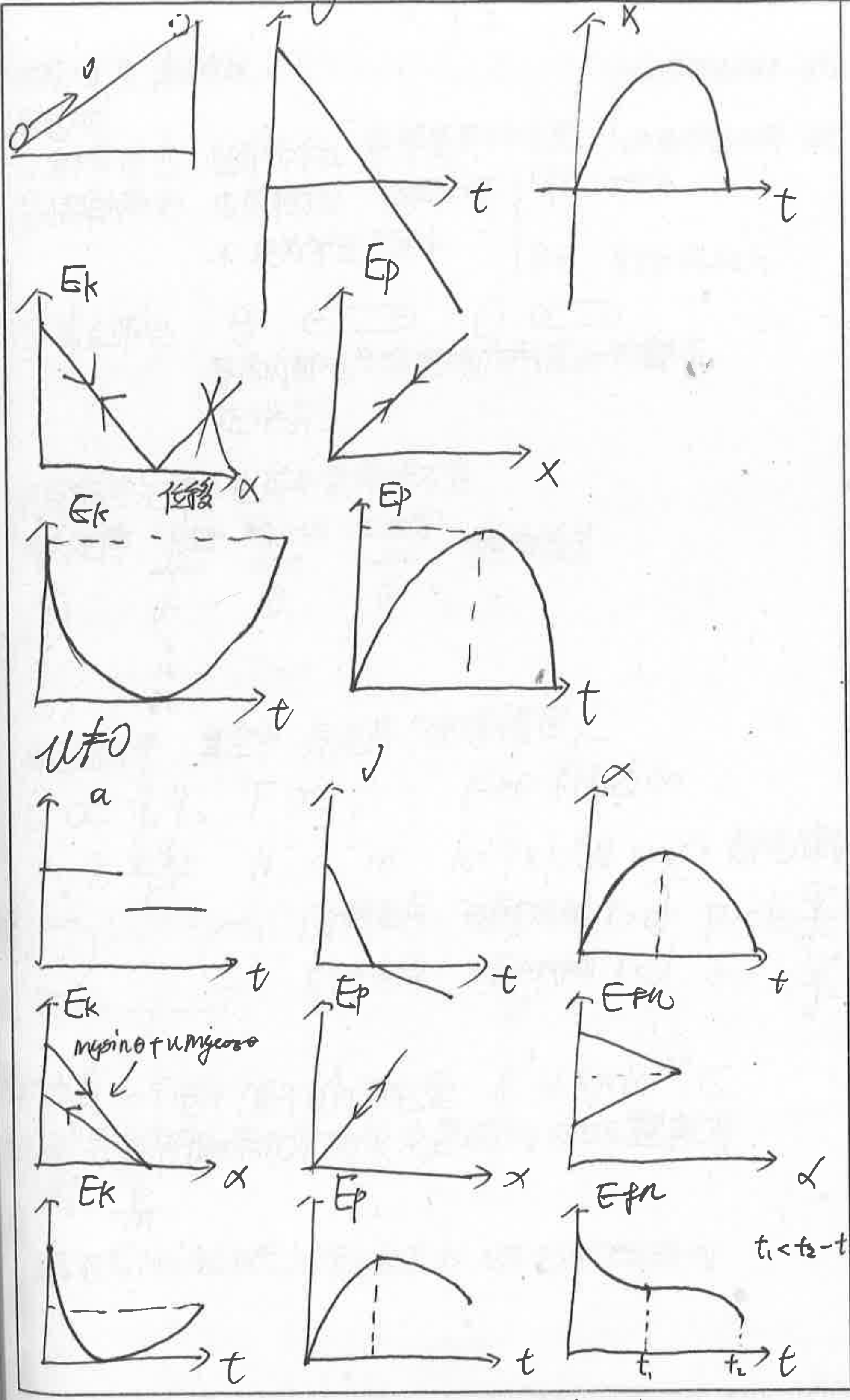
$mgl(1-\cos\theta)=\frac{1}{2}mv^2$

$v=\frac{x}{t}$

$t=\sqrt{\frac{2H}{g}}$






v
t
x
t
Ek
位移 x
Ep
x
Ek
t
Ep
t
a
t
v
t
x
t
Ek
x
Ep
x
E机
x
Ek
t
Ep
t
E机
$t_1<t_2-t_1$
t_1
t_2
t

反思

八.1,2

反思

电荷：正负 表示电性

带电方式

①摩擦带电：电荷转移 带等量异种电荷 { 丝绸摩擦玻璃棒—正电 / 毛皮摩擦橡胶棒—负电

②接触带电：电荷转移 相同小球 { 同号 均分 / 异号 先中和再均分

不一定为等量同种

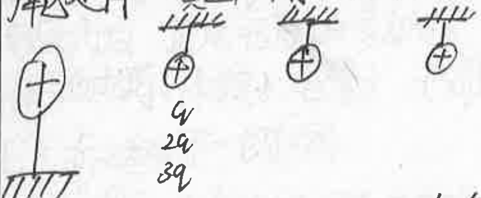
③感应带电 ⊕ (− +) ⊖ (+ −)

导体内部电子受电场作用重新排布

近端异号

电荷守恒定律：电荷总量保持不变

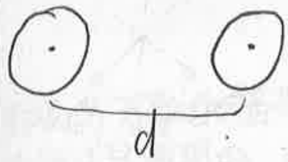
库仑定律：真空中 静止的 点电荷 控制变量



库仑扭秤：真空中 点电荷(理想模型)

$F \propto q_1q_2$ $F \propto \frac{1}{r^2}$ $r \to 0$ 不能说 $F \to \infty$

$F = k\frac{q_1q_2}{r^2}$ N C m $k = 9\times10^9 N\cdot m^2/C^2$ 静电力常量



同种电荷 电荷在两端 $r>d$ $F<k\frac{q^2}{d^2}$

异种电荷 电荷在内侧 $r<d$ $F>k\frac{q^2}{d^2}$

元电荷：一个电子(质子)的带电量 $e=1.6\times10^{-19}C$

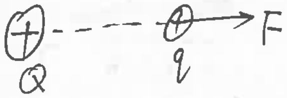
自然界中所有的带电体的带电量都为e的整数倍

比荷：$\frac{q}{m}$

试探电荷(检验电荷)：带电量很小、对原电场不产生影响

八.3

反思



场：一种特殊的物质 存在电荷 带电体周围 物质{实物 / 场

电场：对放入其中的电荷或带电体有力的作用

电荷A ⇌ 电场 ⇌ 电荷B

电荷间相互作用通过场来实现

$+Q$　　$+q$　　$E=\frac{F}{q}=\frac{2F}{2q}=\frac{3F}{3q}$

场源电荷

电场强度 $E=\frac{F}{q}$ 无正反比关系 决定关系 单位 N/C V/m

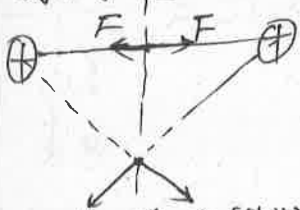
电场方向：正点电荷的受力方向 负点电荷受力的反方向

检验电荷：体积小 电量小 （试探电荷） 一定是点电荷

$E=\frac{F}{q}$ 适用于一切场

$E=k\frac{Q}{r^2}$ 点电荷场强决定式 有正反比关系 仅适用于真空中点电荷

场强为矢量



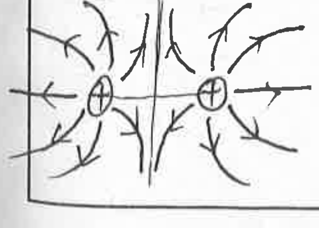
电场线：形象的描述电场 该电场线方向与场强方向一致

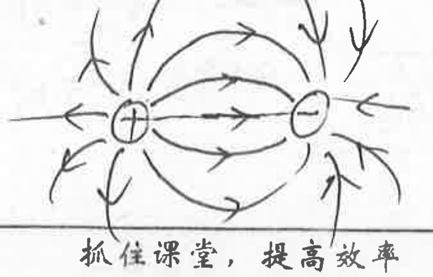
电场线是假想的 反应场的强弱和方向 疏密代表大小

球面上场强大小一样 不存在 $E_1=E_2$

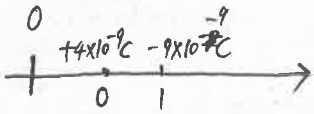
静电场线不闭合不相交不相切

不是粒子运动轨迹





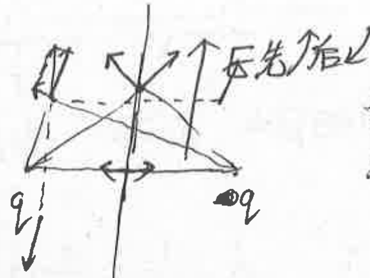
反 思



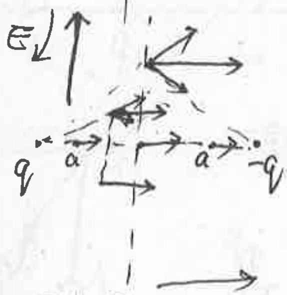
$0\sim1$ E 向右

>1 E 向左

<0 $\begin{cases} <0 \text{ 向右} \\ >0 \text{ 向左} \end{cases}$

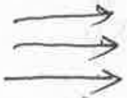


等量同种电荷：连线和中垂线上场强等大反向

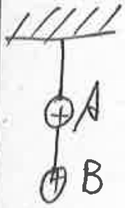


等量异种电荷：连线和中垂线上场强相等

匀强电场

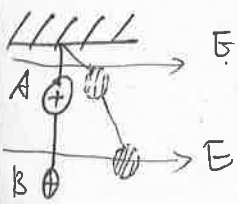


电场平衡



库仑力为内力 $T_A=(m_A+m_B)g$

$T_B=F_A+m_Bg$

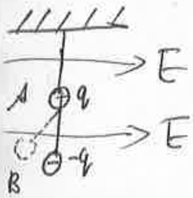


AB

$F\ \tan\theta=\dfrac{q_1E+q_2E}{m_1g+m_Bg}$

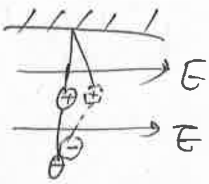
B

$F\ \tan\theta=\dfrac{q_2E}{m_Bg}$



$q_A=-q_B$ 上面竖直

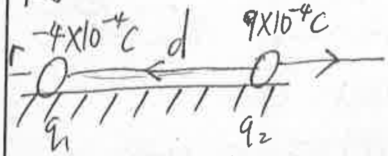
$q_A\neq-q_B$ 电量相反



反思

三电荷平衡

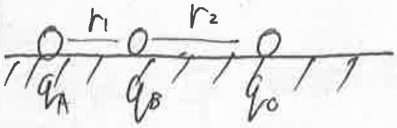
固定



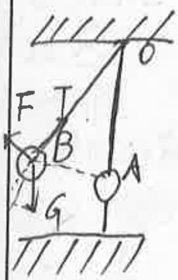
$$k\frac{q_1}{r^2}=k\frac{q_2}{(d+r)^2}$$

自由 一定共线 中间的电量最小 两同夹异

$$k\frac{q_Bq_C}{r_1^2}=k\frac{q_Aq_B}{r_2^2}=k\frac{q_Aq_C}{(r_1+r_2)^2}$$



$$\sqrt{q_Aq_C}=\sqrt{q_Aq_B}+\sqrt{q_Bq_C}$$



三角形相似 $\frac{G}{OA}=\frac{T}{OB}=\frac{F}{AB}$

q_B减小 F减小

q不变 r变为$\frac{r}{2}$ $\frac{k\frac{q_Aq_B}{r^2}}{r}=\frac{mg}{OA}$ m变为8m