功　能

功

HuangFuRen

概念：物体在力的做用下沿力的方向通过一段位移.

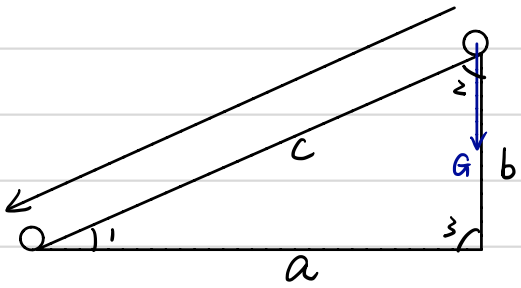
公式：$W = \vec{F} \cdot \vec{x} = Fx\cos\theta$　单位：J（焦）　标量.

某物体从斜面滑到底端重力做的功为？

F：力的大小　mg

x：物体的实际位移　C

θ：力与物体实际位移的夹角.　2



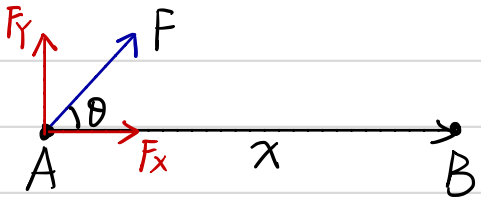
得：$W_G = mgC\cos 2 = mgb$

理解本质原因：为什么会有cosθ这个东西？

一视为质点的物体受到恒力的作用运动到B点.

恒力F做的功：$W_F = Fx\cos\theta$

理解：此时F和x不在同一条直线上，将F正交分解得到F_x，F_y.



此时：$F_y \perp x$ 不做功

也就是说F里只有F_x在做功，即 $W_F = W_{F_x} = F\cdot\cos\theta\cdot x = Fx\cos\theta$

公式的注意事项：

① 在 $W = F\cdot x$ 中　F必须是恒力（大小、方向都不变）

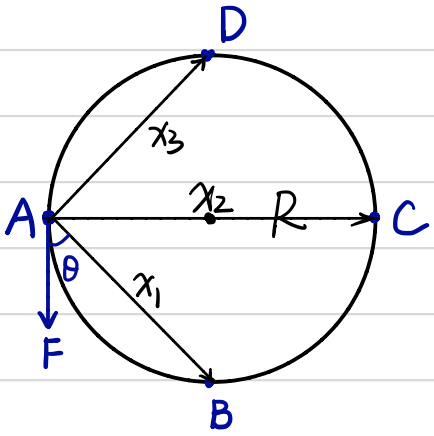
一物体在恒力F的做用下依次通过ABCDA，恒力F做的功：

$A \to B$　$W = F\cdot x_1\cdot\cos 45° = F\cdot R$

$A \to C$　$W = F\cdot x_2\cos 90° = 0$

$A \to D$　$W = F\cdot x_3\cdot\cos 135° = -FR$

$A \to A$　$W = F\cdot 0 = 0$



若F的方向时刻和运动方向相同，大小不变，则力F做的功：

$A \to A$　$W_F = F\cdot 2\pi R = 2\pi RF$

正功与负功

HuangFuRen

一. 摩擦力

1. 滑动摩擦力

① 正功：物体被传送带由静止变为运动

② 负功：拖地

③ 不做功：无位移运行（擦黑板，黑板不动）

2. 静摩擦力

① 正功：人握话筒向上运动

② 负功：人握话筒向下运动

③ 不做功：人握话筒不动

二. 一对相互作用力做功（磁铁）

① 做正功，不做功：左动，不动

② 做正功，做负功：左动，左动

③ 做正功，做正功：左动，右动

④ 做负功，做负功：右动，左动

⑤ 做负功，不做功：右动，不动

⑥ 不做功，不做功：不动，不动



三. 重力

① 做正功：物体所处的高度变低

② 做负功：物体所处的高度变高

③ 不做功：物体所处的高度不变

四. 合外力

① 做正功：末速度 > 初速度

② 做负功：末速度 < 初速度

③ 不做功：末速度 = 初速度

五. 其它

1. 一对平衡力做功之和一定为0

2. 一对摩擦力做功之和一定 ≤ 0

恒力做功.（此处：不管运动轨迹，只看起点和终点。）

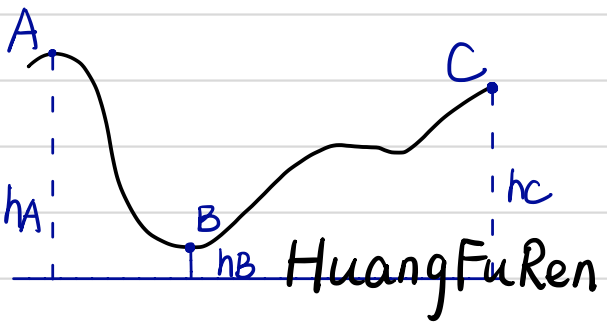
一、重力做功.

$W_G = mgh$（原因：重力方向一定是竖直向下的）

$A \to B$ $W_G = mg(h_A - h_B)$

$A \to C$ $W_G = mg(h_A - h_C)$

$B \to C$ $W_G = mg(h_B - h_C)$ 负的

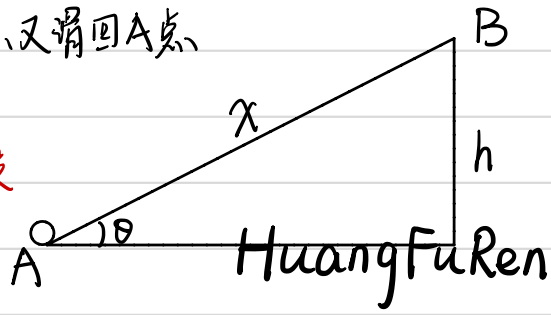


变力做功.（$W = Fx\cos\theta$ 不适用.）

一、摩擦力做功.（方向会变）

如图一物体以一初速度冲上粗糙的斜面到达最高点，又滑回A点，此时，重力做功为：由于重力是恒力，总位移为0 所以$W_G = 0$

摩擦力做功：由于物体上滑下滑阶段摩擦力方向改变，无法使用原公式.



解决方案：分段计算：上滑阶段恒力，下滑阶段恒力

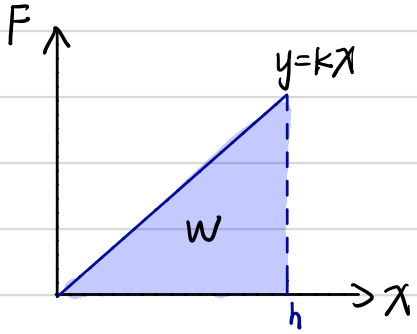
$$W_f = W_{f上} + W_{f下} = -\mu mg\cos\theta x - \mu mg\cos\theta x = -2\mu mg\cos\theta x$$

二、一次函数图象变力做功.（大小会变）

典型例题：敲钉子，已知钉子的阻力大小和深度成正比.用锤子把钉子敲进h深.阻力做多少功

图象法解题：F.x图象中面积表示做功

$$W = S = \frac{1}{2}h \cdot kh = \frac{1}{2}kh^2$$



功率

HuangFuRen

概念：描述力做功快慢的物理量. 符号：P　　单位：W　　标量.

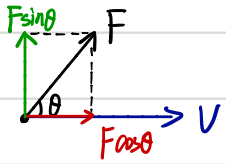
一. 平均功率.

公式：$P=\frac{W_{总}}{t_{总}}$　（一段时间内做的总功除以所花总时间）

注意：W总是这段时间内做的做总功，算到多少就是多少 相信自己.

二. 瞬时功率

公式：$P=\vec{F}\cdot\vec{v}=F\cdot v\cdot\cos\theta$ （θ为F.V的夹角）



cosθ从何而来？：将F分成两个方向 Fsinθ, Fcosθ

Fsinθ 与 V 垂直　P=0

Fcosθ 与 V 平行　$P=F\cos\theta\cdot v$

故合功率 $=0+F\cos\theta\cdot v=F\cdot v\cdot\cos\theta$

瞬时功率的变化问题.

瞬时功率为零的几种情况 $P=F\cdot v\cdot\cos\theta$

① V=0　静止时功率一定为零

② F⊥V　即 cosθ=0　θ=90°

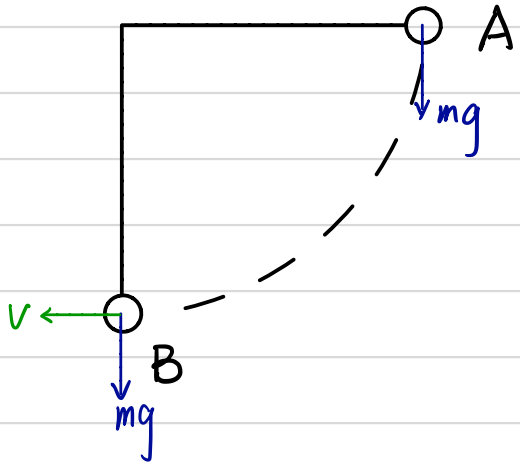
例题：一根细绳系着一小球，水平静止放置，静止释放小球，由水平方向变化到竖直方向的过程中，重力的功率如何变化？

A：由于此时静止释放 V=0 所以 $P_G=0$

B：由于此时 V的方向 和mg方向垂直所以 $P_G=0$

A→B　0→0　但在其中某点 $P_G\neq0$

所以 P_G 先增大后减小



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

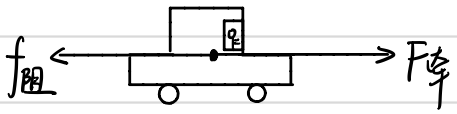
经典例题：机车启动

HuangFuRen

一、额定功率启动

1、分析运动状态：

$$\begin{cases} P = F_{牵} \cdot v \\ F_{牵} - f_{阻} = ma \end{cases}$$

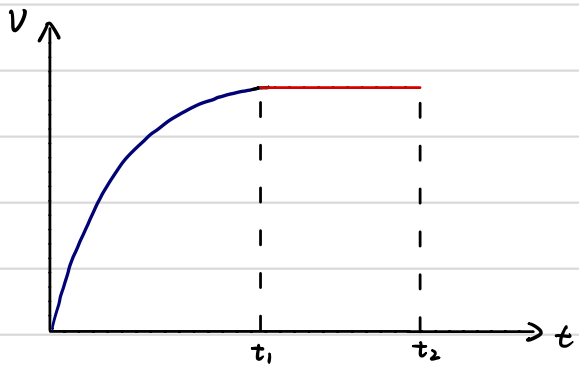


由于P恒定，启动时v↑ $F_{牵}$↓，最终导致a↓。

故 $0 \sim t_1$ 做加速度不断减小的加速运动

当 $F_{牵} = f_{阻}$ 时 $a=0$ 速度不变 $F_{牵}$不变

故 $t_1 \sim t_2$ 做匀速直线运动 此时v最大速度



2、大题做题思路：① 分析最终状态（匀速状态）…… 列平衡式（$t_1 \sim t_2$）不看题目问什么，一定要写

② 看题目问题列对应状态的式子…… 列牛二（$0 \sim t_1$）说花才看题

2.1 已知汽车的速度 求加速度

2.2 已知汽车的加速度 求速度。

例题：汽车以$P_0 = 80\,kW$额定功率启动，运动过程中最大速度32m/s汽车的质量$m = 2.0 \times 10^3\,kg$，求：

(1) 当汽车的速度为5m/s的加速度

(2) 当汽车的加速度为0.75m/s²的速度。

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

二. 恒定加速度启动

1. 分析运动状态

$$\begin{cases} P = F_{牵} v \\ F_{牵} - f_{阻} = ma \end{cases}$$

由于恒定加速度启动，$F_{牵}$保持不变，a不变，v↑ P↑

故 $0 \sim t_1$ 做匀加速直线运动

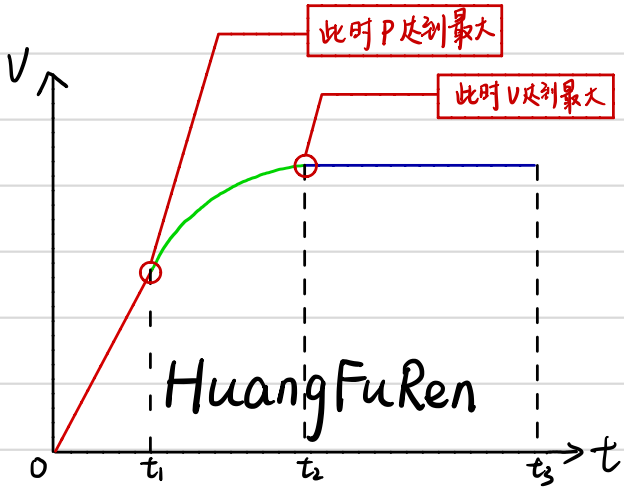
由于P不能一直增大，到达最大功率时，P不变 v↑ $F_{牵}$↓ a↓

故 $t_1 \sim t_2$ 做加速度不断减小的加速运动

当 $F_{牵} = f_{阻}$ 时 a=0 速度不变 $F_{牵}$不变

故 $t_2 \sim t_3$ 做匀速直线运动 此时v是最大速度

恒a启动 = 匀加速直线运动$(0 \sim t_1)$ + 恒P启动$(t_1 \sim t_3)$



2. 做大题思路：① 分析最终状态（匀速状态）…… 列平衡式 t_3
② 分析匀加速所段速度最大的点 …… 列牛二 t_1
③（开始看题）看题目问的问题列对应式子（牛二）

} 不管题目问什么.

特殊题型：$F-\frac{1}{v}$ 图象中的意义

$0 \sim t_1$：匀加速直线运动

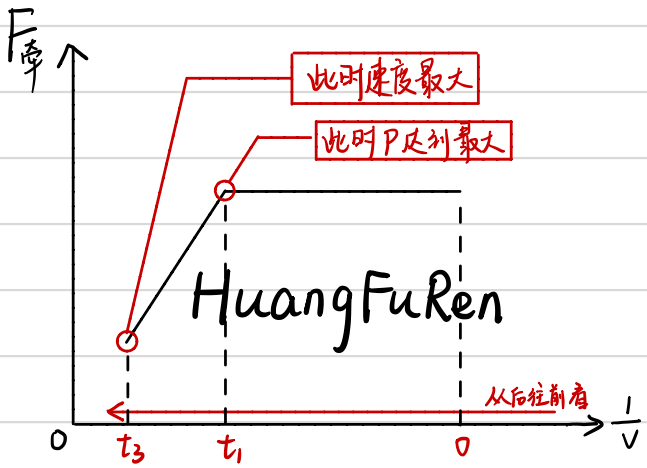
$t_1 \sim t_3$：恒定P运动

点：t_1 匀加速运动中速度最大

t_3 最终状态匀速直线运动

式子：t_1：$F_{牵} - f_{阻} = ma$

t_3：$F_{牵}' = f_{阻}$



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

动能定理

HuangFuRen

一. 学习前你需要掌握的诀知.

1. 做功的计算
2. 非匀速圆周运动速度和力的计算.(写牛三)
3. 平抛运动

2. 回忆圆周

杆模型中恰好通过最高点, 最高点的速度是 0

杆模型中通过最高点时, 杆子无力作用, 最高点的速度是 $\sqrt{gR}$

绳模型中恰好通过最高点, 最高点的速度是 $\sqrt{gR}$

绳模型中通过最高点时, 绳子无力作用, 最高点的速度是 $\sqrt{gR}$

3. 回忆平抛

求速度.(不带角度, 带角度)

1. 不带角度: 列二个方向式子一定解的出来.

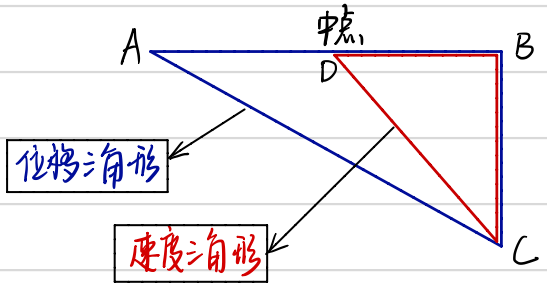
$$\begin{cases} H=\frac{1}{2}gt^2 \\ x=v_0t \end{cases}$$

☆ 带角度 (如一角度 + 任一物理量, 可求所有物理量, 一般都是求末速度)

解题步骤: ① 反向沿水速度的方向

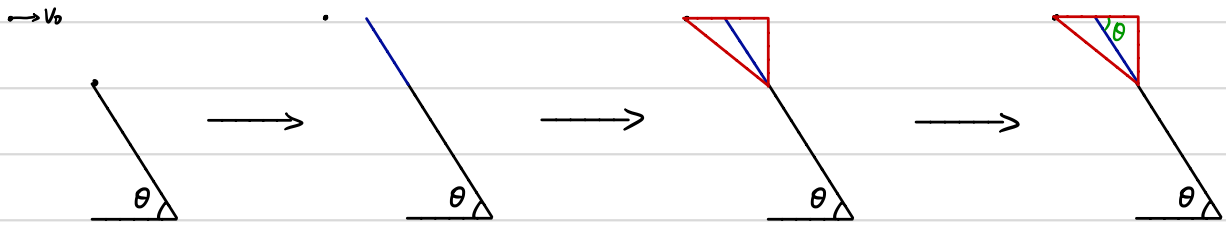
② 补全位移三角形

③ 找角度, 列速度三角形中的式子.(三角函数关系)



△ABC 位移三角形	△DBC 速度三角形
AB: 水平位移	DB: 水平初速度
BC: 竖直位移	BC: 竖直速度
AC: 实际位移	DC: 实际速度

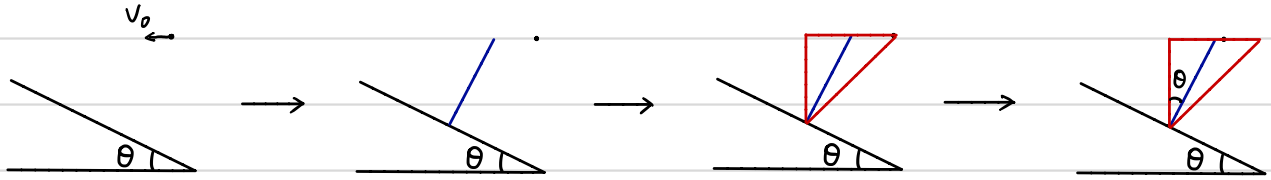
1. 相切斜面



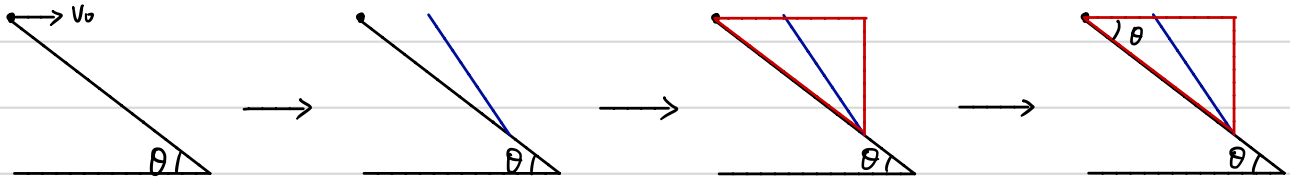
关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

HuangFuRen

2、垂直打在斜面



3、斜面抛落斜面（动能变理少）



关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

HuangFuRen

动能：$E_K = \frac{1}{2}mV^2$ 标量.

动能定理：$W_合 = \Delta E_K$ （合外力做功等于动能的变化量）

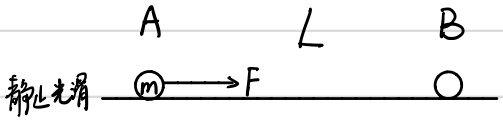
推导过程：$2ax = V_t^2 - V_0^2 \longrightarrow 2\frac{F_合}{m}x = V_t^2 - V_0^2 \longrightarrow F_合 x = \frac{1}{2}mV_t^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

得：$W_合 = \Delta E_K$

注意：$W_合$ 拆开的时候全写加号. $W_合 = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$ （拆开W时才有负号）

动能定理的语言描述：对 对象 从 初→末 始动段 做功的功有 W_1, W_2 到动能定理 $W_合 = \Delta E_K$ 2分

模型一：单个物体单段过程动能定理.

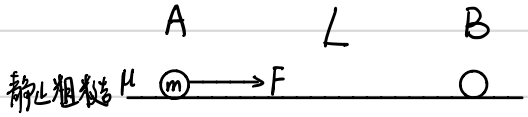


受恒力作用由A运动到B求 V_B

对小球从A→B做功的功有 W_F 到动能定理

$W_合 = \Delta E_K$： $W_F = \frac{1}{2}mV_t^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

$FL = \frac{1}{2}mV_B^2 - 0$

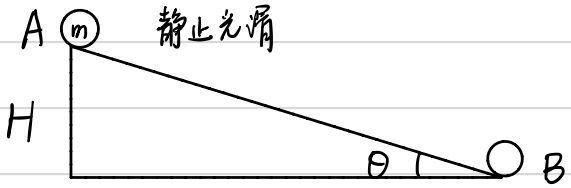


受恒力作用由A运动到B求 V_B

对小球从A→B做功的功有 W_F, W_f 到动能定理

$W_合 = \Delta E_K$： $W_F + W_f = \frac{1}{2}mV_t^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

$FL - \mu mgL = \frac{1}{2}mV_B^2 - 0$

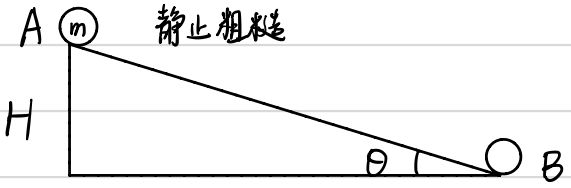


从顶端无初速度滑到底端，求 V_B.

对小球从A→B做功的功有 W_G 到动能定理

$W_合 = \Delta E_K$ $W_G = \frac{1}{2}mV_t^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

$mgH = \frac{1}{2}mV_B^2 - 0$



从顶端无初速度滑到底端，求 V_B.

对小球从A→B做功的功有 W_G, W_f 到动能定理

$W_合 = \Delta E_K$ $W_G + W_f = \frac{1}{2}mV_t^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

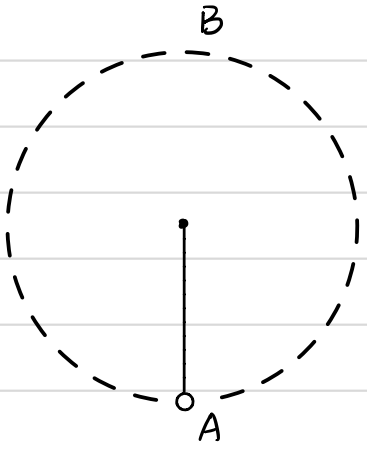
$mgH - \mu mg\cos\theta \frac{H}{\sin\theta} = \frac{1}{2}mV_B^2 - 0$

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

模型二. 单个物体绕固定动动能定理

1. 绳模型.

恰好通过最高点、最低点时速度为多大、拉力多少？



对小球 从A→B 做功的力：重力 动能定理 $W_{合}=\Delta E_k$

$-mg2R=\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2$ $v_B=\sqrt{gR}$

得 $v_A=\sqrt{5gR}$

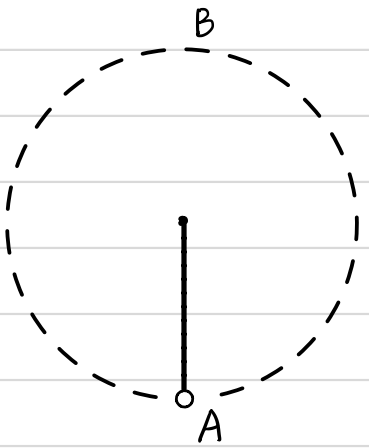
对小球、最低点、受力分析 列牛顿第二定律 $F_{合}=F_{向}$

$T-mg=m\frac{v_A^2}{R}$

$T=6mg$

2. 杆模型.

恰好通过最高点、最低点速度为多大、拉力多少？



对小球 从A→B 做功的力：重力 动能定理 $W_{合}=\Delta E_k$

$-mg2R=\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2$ $v_B=0$

得 $v_A=\sqrt{4gR}$

对小球、最低点、受力分析 列牛顿第二定律 $F_{合}=F_{向}$

$T-mg=m\frac{v_A^2}{R}$

$T=5mg$

通过最高点时对杆作用力为0、最低点速度为多大、拉力多少？

和绳模型恰好通过最高点完全相同

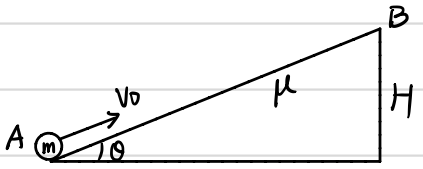
注意：题目问杆、绳受到的力还是要写"根据牛顿第三定律"

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

模型三. 单个物体多段运动动能定理

HuangFuRen

① 基本往返类（摩擦力做功 路程）

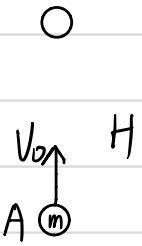


物体从A以初速度V_0沿斜面向上运动恰好最高点后回到A的速度是多少？

对小球 从A→A′ 做功的力W_f 到动能定理

$W_合=\Delta E_K$ $W_f=\frac{1}{2}mV_t^2-\frac{1}{2}mV_0^2$

$-2\mu mg\cos\theta\frac{H}{\sin\theta}=\frac{1}{2}mV_{A'}^2-\frac{1}{2}mV_A^2$



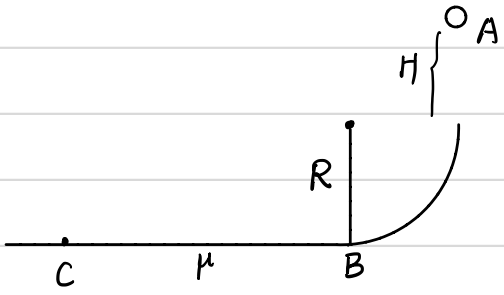
竖直上抛一物体，空气阻力大小不变f，求落回A点的$V_{A'}$

对小球从A→A′做功的力W_f到动能定理

$W_合=\Delta E_K$： $W_f=\frac{1}{2}mV_{A'}^2-\frac{1}{2}mV_0^2$

$-2fH=\frac{1}{2}mV_{A'}^2-\frac{1}{2}mV_A^2$

② 多段类型运动动能定理.



静止释放小球经光滑圆轨道后，停在水平轨道C点，求x_{BC}

对小球 A→C 做功的力有：W_G，W_f 到动能定理

$W_合=\Delta E_K$： $W_G+W_f=\frac{1}{2}mV_t^2-\frac{1}{2}mV_0^2$

$mg(H+R)-\mu mgx_{BC}=0-0$

当小球经过B点时对轨道的压力是多少？

对小球 A→B 做功的力有：W_G到动能定理

$W_合=\Delta E_K$， $W_G=\frac{1}{2}mV_t^2-\frac{1}{2}mV_0^2$

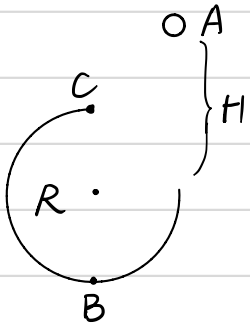
$mg(H+R)=\frac{1}{2}mV_B^2-0$

对小球 B点 受力分析：

列牛二定律.

$F_合=F_向$： $N-mg=m\frac{V_B^2}{R}$

根据牛顿第三定律. $N_支=N_压$.



静止释放小球，恰好通过最高点C，求H至少为多少.

对小球 从A→C 做功的力有：W_G 到动能定理.

$W_合=\Delta E_K$： $W_G=\frac{1}{2}mV_t^2-\frac{1}{2}mV_0^2$

$mg(H-R)=\frac{1}{2}mV_C^2-0$ （$V_C=\sqrt{gR}$）

当小球经过B点时对轨道的压力是多少？

对小球 A→B 做功的力有：W_G到动能定理

$W_合=\Delta E_K$， $W_G=\frac{1}{2}mV_t^2-\frac{1}{2}mV_0^2$

$mg(H+R)=\frac{1}{2}mV_B^2-0$

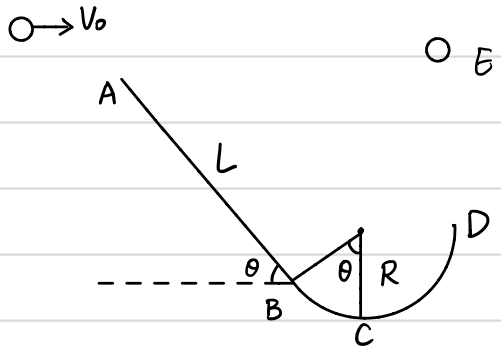
对小球 B点 受力分析：

列牛二定律.

$F_合=F_向$： $N-mg=m\frac{V_B^2}{R}$

根据牛顿第三定律. $N_支=N_压$.

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程



水平抛出V_0的小球 切于光滑斜面 求C点对轨道压力

平抛运动. 求得 $V_A = V_0/\cos\theta$



对小球 从A→C 做功的力 W_G 引动能定理

$W_合 = \Delta E_K$: $W_G = \frac{1}{2}mV_t^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

$mg(L\sin\theta + R - R\cos\theta) = \frac{1}{2}mV_C^2 - \frac{1}{2}m\frac{V_0^2}{\cos^2\theta}$

对小球 C点 受力分析 

列牛二定律

$F_合 = F_向$: $N - mg = m\frac{V_C^2}{R}$

根据牛顿第三定律 $N = N_压$.

小球脱离圆轨道后 将继续运动多高?

对小球 从A→D 做功的力: W_G 引动能定理

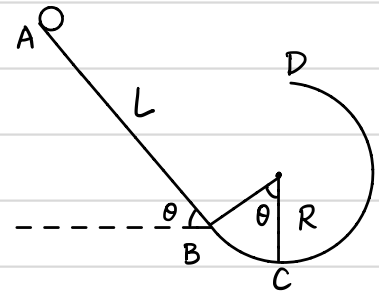
$W_合 = \Delta E_K$: $W_G = \frac{1}{2}mV_t^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

$mg(L\sin\theta - R\cos\theta) = \frac{1}{2}mV_D^2 - \frac{1}{2}m\frac{V_0^2}{\cos^2\theta}$

对小球 从D→E 做功的力: W_G 引动能定理

$W_合 = \Delta E_K$: $W_G = \frac{1}{2}mV_t^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

$-mgH = 0 - \frac{1}{2}mV_D^2$



静止释放小球 经光滑斜面圆轨道恰好通过最高点. 求L

对小球 A→D. 做功的力有 W_G 引动能定理

$W_合 = \Delta E_K$: $W_G = \frac{1}{2}mV_t^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

$mg(L\sin\theta - R\cos\theta - R) = \frac{1}{2}mV_D^2 - 0$ $V_D = \sqrt{gR}$

此时当小球经过C点时对轨道的压力是多少?

对小球 A→C 做功的力有 W_G 引动能定理.

$W_合 = \Delta E_K$: $W_G = \frac{1}{2}mV_t^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

$mg(L\sin\theta + R - R\cos\theta) = \frac{1}{2}mV_C^2 - 0$

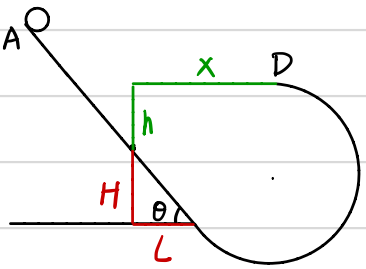
对小球 C点. 受力分析 

列牛二定律.

$F_合 = F_向$: $N - mg = m\frac{V_C^2}{R}$

根据牛顿第三定律 $N = N_压$.

滑出D点后经过多久落在斜面上?(不知道角度的平抛)



$\begin{cases} X = V_D t \\ h = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$

$H = R\cos\theta + R - h$

$L = X - R\sin\theta$

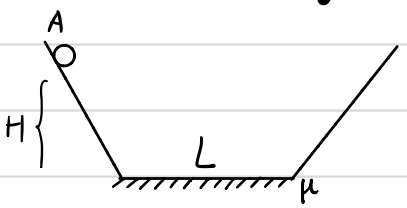
$\tan\theta = \frac{H}{L}$ 即可求解.

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

HuangFuRen

③ 往复运动动能定理（摩擦力做功求路程）

1、小球静止在距离地面高H处静止释放，求小球水平轨道运动的路程。

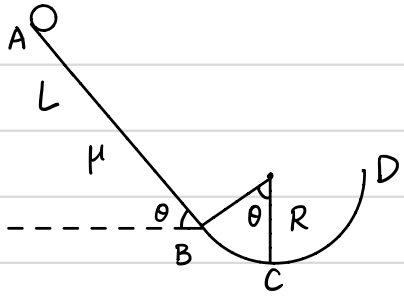


对小球从A→最终，做功的力：W_G，W_f 列动能定理

$W_{合}=\Delta E_k$，$W_G+W_f=\frac{1}{2}mv_t^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

$mgH-\mu mgS=0-0$

2、静止释放小球，求经过C点的最小压力是多少？



明确运动：由于小球能滑下斜面，说明 $mg\sin\theta>\mu mg\cos\theta$

小球不可能在运动时卡在斜面上！

A→B 加速下滑

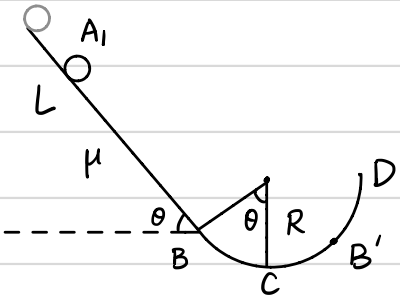
B→D 圆周运动

D→D 竖直上抛＋自由落体

D→B 圆周运动

B→A_1 减速上滑（重复）

每一次滑上斜面最大高度都会降低，最终在BB'往复运动。



此时经过C点的速度最小，压力最小：

对小球从B→C 做功的力：W_G 列动能定理：

$W_{合}=\Delta E_k$，$W_G=\frac{1}{2}mv_t^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

$mg(R-R\cos\theta)=\frac{1}{2}mv_C^2-0$

圆周运动＋半三可求解。

求小球在斜面上运动的总路程是多少？

对小球从A→B 做功的力：W_G，W_f 列动能定理

$W_{合}=\Delta E_k$，$W_G+W_f=\frac{1}{2}mv_t^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

$mgL\sin\theta-\mu mg\cos\theta S=0-0$

发热量Q，$Q=-W_f=mgL\sin\theta$

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

能量

HuangFuRen

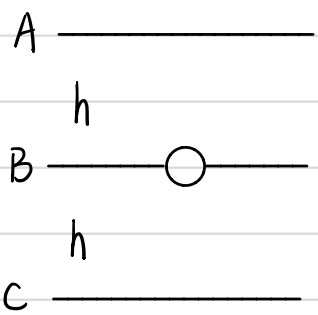
能：重力势能，弹性势能，内能，动能，（电势能），机械能

一、重力势能 (gravitational potential energy) E_{PG}

1、基本概念

$E_{PG} = mgh$ （h为距离0势能面的高度）

- 比零势能面高为正，
- 比零势能面低为负



如图：若选C为零势能面，小球的 $E_{PG} = +mgh$

若选B为零势能面，小球的 $E_{PG} = 0$

若选A为零势能面，小球的 $E_{PG} = -mgh$

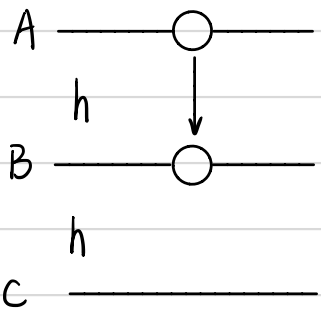
2、重力势能与重力做功的关系

重力做功 = −重力势能的变化量（$W_G = -\Delta E_{PG} = -mg\Delta h$）

重力做正功 → 重力势能减少

重力做负功 → 重力势能增加

例题：如图所示小球从A下落至B处



1. 选取C为"0" A：$E_{PG} = mg2h$ B：$E_{PG} = mgh$
   $\Delta E_{PG} = -mgh$ $W_G = mgh$
2. 选取B为"0" A：$E_{PG} = mgh$ B：$E_{PG} = 0$
   $\Delta E_{PG} = -mgh$ $W_G = mgh$
3. 选取A为"0" A：$E_{PG} = 0$ B：$E_{PG} = -mgh$
   $\Delta E_{PG} = -mgh$ W_G mgh

（重力势能的变化量与零势能面的选取无关）

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

HuangFuRen

二. 弹性势能 (elastic potential energy) E_{pe} 或 E_{pK}

1. 基本概念

$E_{pK} = \frac{1}{2}kΔx^2$ (高中不学, 高考不认同, 不需要掌握公式)

2. 弹性势能的大小关系 ——→ 研究弹簧

形变量越大 → 弹性势能越大

形变量越小 → 弹性势能越小

形变: 压缩, 拉伸, 无方向之说!

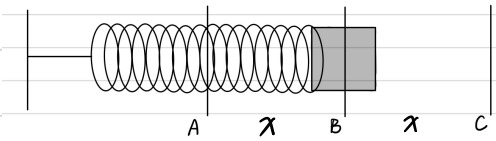
3. 弹性势能与弹力做功的关系

弹簧: 弹力做功 = −弹性势能的变化量 ($W_{弹} = -ΔE_{pK}$)

弹力做正功 → 弹性势能减小

弹力做负功 → 弹性势能增大

例题如图所示, 物体固定在弹簧的一端滑动, B为原长



B→A: 弹力做负功 弹性势能增大

B→C: 弹力做负功 弹性势能增大

A→C: 弹力先做正功后做负功, 弹性势能先减小后增大

弹力总功 = 0 弹性势能不变

4. 弹性势能在动能定理的应用

你要做的事: 算出弹性势能的变化量 $ΔE_{pK}$ (末−初)

$W_{弹} = -ΔE_{pK}$ 解决问题

三. 机械能

1. 基本概念

机械能 = 势能 + 动能

一个物体: 重力势能 + 动能

物体+弹簧的系统: 重力势能 + 弹性势能 + 动能

具体计算机械能时 一定要选取0势能面, 计算机械能的变化量时则不用

2. 机械能守恒 (不变)

本质: 势能和动能相互转换, 总机械能守恒 (不变)

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

机械能守恒的条件.

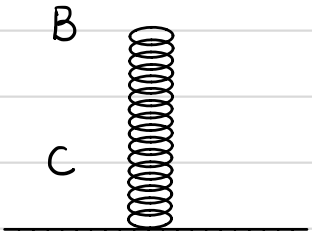
HuangFuRen

判断：是否外力做功. { $W_{外}=0$ 守恒；$W_{外}\neq 0$ 不守恒

外力：除重力、系统内部力以外的所有力统称外力



例：如图小球从A静止下落到C时停止.



研究对象：小球　A→B　$W_{外}=0$　机械能守恒

B→C　$W_{外}\neq 0$　机械能不守恒

小球+弹簧　A→C　$W_{外}=0$　系统机械能守恒

3、机械能与做功的关系

重力做功 不改变机械能

外力做功 = 机械能的变化量（$W_{外}=\Delta E_{机}$）

外力做正功 → 机械能增加

外力做负功 → 机械能减少

4. 能量与动能定理.

外力做功 ← 机械能 { 势能 { 重力势能 → 重力做功；弹性势能 → 弹力做功；动能 → 合外力做功

$W_{外}=\Delta E_{机}$　外力做正功　$E_{机}$增加

$W_{合}=\Delta E_K$　合外力做正功　E_K增加

$W_G=-\Delta E_{pG}$　重力做正功　E_{pG}减少

$W_{弹}=-\Delta E_{pk}$　弹力做正功　E_{pk}减少

动能定理：（$W_{合}=\Delta E_K$）

外力做功

$W_{重}+\boxed{W_{弹}+W_{其它}}=\Delta E_K$

$W_{重}$ → $-\Delta E_{pG}$；$W_{弹}$ → $-\Delta E_{pk}$；$W_{其它}$ → $\Delta E_{机}$

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

多个物体动能定理

HuangFuRen

一. 学习前你需要掌握的认知.

1. 轻杆. 轻弹簧. 轻绳的意义
2. 杆. 绳中的特性.
3. 关联速度

1、轻杆. 轻弹簧. 轻绳的意义:

质量忽略不计 ⟶ 重力不做功 (mgh), 不具备动能 ($\frac{1}{2}mv^2$)

但是: 不代表他们不做功!

2、杆. 绳中的特性:

杆: 沿杆方向速度相等. 旋转时各个点 ω 相同.

绳: 沿绳方向速度相等.

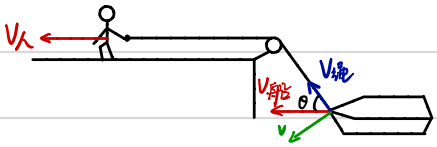
3、关联速度 (杆. 绳特性的应动)

思路: 沿杆. 绳方向速度相等列方程.

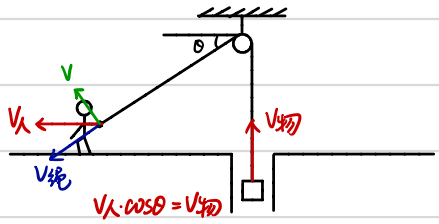
步骤: ① 明确物体实际 (肉眼) 看的应动 ⟶ 合速度.

② 分解合速度到 沿杆. 绳方向和垂直于杆. 绳方向

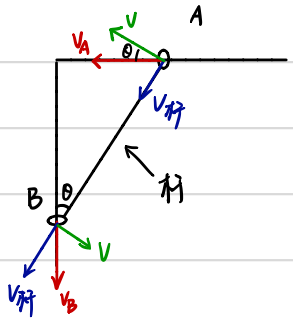
③ 根据沿杆. 绳方向速度相等列方程.



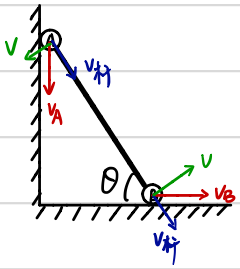
$v_人 = v_{船}\cos\theta$



$v_人 \cdot \cos\theta = v_{物}$



$v_B\cos\theta = v_A\cdot\sin\theta$



$v_A\sin\theta = v_B\cos\theta$

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

HuangFuRen

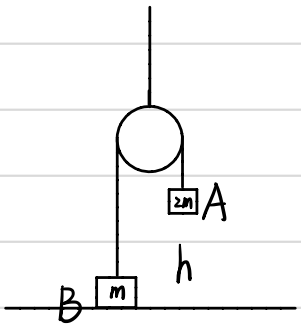
☆ 对象的选取.

1、以单个物体为对象时 可以求得 绳子、杆 对物体做的功

2、以多个物体为对象时 不用考虑 绳子、杆 对系统做的功

3、做题顺序 先多个物体 再单个物体 (类比 整体 隔离)

一、滑轮模型 (绳)



当物体下降高度为h时 A的速度是多少?

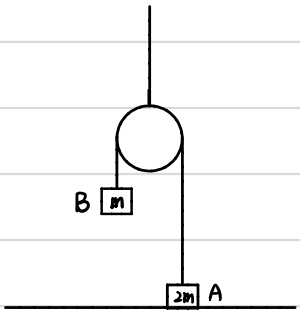
对 A、B 从静止 → 下落 h 做功的力 W_{GA}、W_{GB} 到动能定理.

$W_{合}=\Delta E_K$: $W_{GA}+W_{GB}=\frac{1}{2}m_Av_t^2-\frac{1}{2}m_Av_0^2+\frac{1}{2}m_Bv_t^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

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

根据关联速度得 $v_A=v_B$

解得 $v_A=\sqrt{\frac{2}{3}gh}$



此时绳对A做的功是多少?

对 A 从静止 → 下落 h 做功的力 W_{GA}、$W_{绳}$ 到动能定理.

$W_{合}=\Delta E_K$: $W_{GA}+W_{绳}=\frac{1}{2}m_Av_t^2-\frac{1}{2}m_Av_0^2$

$2mgh+W_{绳}=\frac{1}{2}2mv_A^2-0$

解得 $W_{绳}=-\frac{4}{3}mgh$

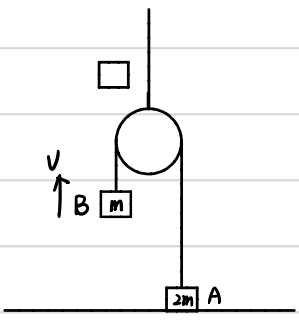
此时绳对B做的功是多少?

对 B 从静止 → 上升 h 做功的力 W_{GA}、$W_{绳}$ 到动能定理

$W_{合}=\Delta E_K$: $W_{GB}+W_{绳}=\frac{1}{2}m_Bv_t^2-\frac{1}{2}m_Bv_0^2$

$-mgh+W_{绳}=\frac{1}{2}mv_B^2-0$

解得 $W_{绳}=\frac{4}{3}mgh$



A落地后 B将继续运动多高?

对 B 从A落地 → B最高点 做功的力: W_{GB} 到动能定理

$W_{合}=\Delta E_K$: $W_{GB}=\frac{1}{2}m_Bv_t^2-\frac{1}{2}m_Bv_0^2$

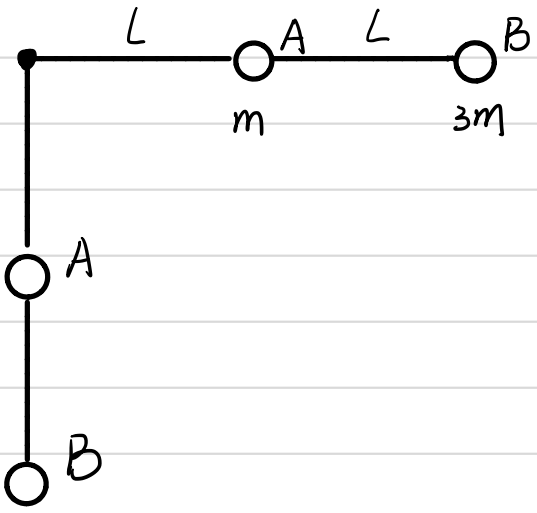
$-mgH=0-\frac{1}{2}mv_0^2$ ($v_0=v_A$)

解得 $H=\frac{1}{3}h$

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

二. 杆模型（杆上各点角速度相同）

HuangFuRen



当杆从水平位置静止释放到竖直位置时，V_B 是多少？

对A.B从水平位置 → 竖直位置做功的力有：W_{GA}、W_{GB}，到动能定理

$W_{合}=\Delta E_K$：$W_{GA}+W_{GB}=\frac{1}{2}m_AV_t^2-\frac{1}{2}m_AV_0^2+\frac{1}{2}m_BV_t^2-\frac{1}{2}m_BV_0^2$

$mgL+3mg2L=\frac{1}{2}mV_A^2-0+\frac{1}{2}3mV_B^2-0$

根据杆旋转的特点有：$V_A=\frac{1}{2}V_B$

解得 $V_B=\sqrt{\frac{8}{15}gL}$

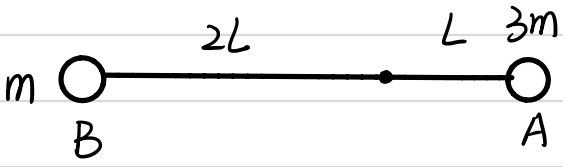
杆对B球做的功，是多少？

对B，从水平位置 → 竖直位置，做功的力：W_{GB}、$W_{杆}$，到动能定理

$W_{合}=\Delta E_K$：$W_{GB}+W_{杆}=\frac{1}{2}m_BV_t^2-\frac{1}{2}m_BV_0^2$

$3mg2L+W_{杆}=\frac{1}{2}3mV_B^2-0$

解得 $W_{杆}=\frac{6}{15}mgL$



当杆从水平位置静止释放到竖直位置时，V_A 是多少？

对A.B从水平位置 → 竖直位置做功的力有：W_{GA}、W_{GB}，到动能定理

$W_{合}=\Delta E_K$：$W_{GA}+W_{GB}=\frac{1}{2}m_AV_t^2-\frac{1}{2}m_AV_0^2+\frac{1}{2}m_BV_t^2-\frac{1}{2}m_BV_0^2$

$3mgL-mg2L=\frac{1}{2}3mV_A^2-0+\frac{1}{2}mV_B^2-0$

根据杆旋转的特点有：$V_B=2V_A$

解得 $V_A=\sqrt{\frac{2}{7}gL}$

杆对A球做的功，是多少？

对A，从水平位置 → 竖直位置，做功的力：W_{GA}、$W_{杆}$，到动能定理

$W_{合}=\Delta E_K$：$W_{GA}+W_{杆}=\frac{1}{2}m_AV_t^2-\frac{1}{2}m_AV_0^2$

$3mgL+W_{杆}=\frac{1}{2}3mV_A^2-0$

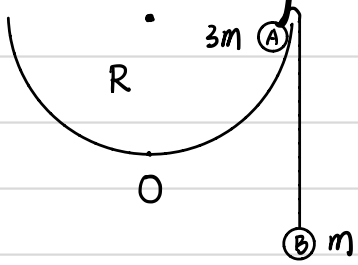
解得 $W_{杆}=-\frac{18}{7}mgL$

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程

三、关联速度类型.

HuangFuRen

静止释放小球. 当A球滑到底端时. 求 v_A 的速度是多少?



数学分析: 当A落到底端时. 绳子拉长 $\sqrt{2}R$. 即. B上升 $\sqrt{2}R$

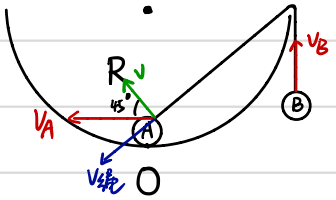
物理: 对A.B. 从静止 → O点. 做功的力 W_{GA}, W_{GB} 到动能定理

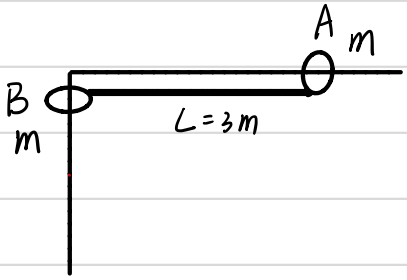
$W_{合}=\Delta E_K$: $W_{GA}+W_{GB}=\frac{1}{2}m_Av_t^2-\frac{1}{2}m_Av_0^2+\frac{1}{2}m_Bv_t^2-\frac{1}{2}m_Bv_0^2$

$3mgR-mg\sqrt{2}R=\frac{1}{2}3mv_A^2-0+\frac{1}{2}mv_B^2-0$

关联速度得. $v_A\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}=v_B$

解得 $v_A=\sqrt{\frac{4}{7}(3-\sqrt{2})gR}$





当杆从水平位置静止释放到与竖直方向夹角为 53° 时 v_B 是多少?

数学分析: B物体下落的高度 $h=L\cdot\cos53^\circ=1.8m$

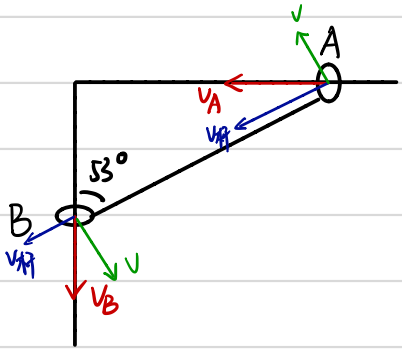
物理: 对A.B. 从初位置 → B下落h 做功的力. W_{GB} 到动能定理

$W_{合}=\Delta E_K$: $W_{GB}=\frac{1}{2}m_Bv_t^2-\frac{1}{2}m_Bv_0^2+\frac{1}{2}m_Av_t^2-\frac{1}{2}m_Av_0^2$

$mgL\cos53^\circ=\frac{1}{2}mv_B^2-0+\frac{1}{2}mv_A^2-0$

关联速度: $v_A\cdot\cos37^\circ=v_B\sin37^\circ$

解得 $v_B=4.8m/s$ $v_A=3.6m/s$



多个物体动能定理注意事项:

1. 明确对象. (一个还是多个很关键!)

   多个物体: 杆. 绳. 对系统不做功

   单个物体: 杆. 绳可能对物体做功

2. 一定要写下角标. 质量不要想当然就是 m

关注公众号【高中资料君】免费领取更多2022课程