2009 年安徽理综

1. 原子核聚变可望给人类未来提供丰富的洁净能源。当氘等离子体被加热到适当高温时，氘核参与的几种聚变反应可能发生，放出能量。这几种反应总的效果可以表示为

$$6{}_1^2\mathrm{H} \to k{}_2^4\mathrm{He} + d{}_1^1\mathrm{H} + 2{}_0^1\mathrm{n} + 43.15\,\mathrm{MeV}$$

由平衡条件可知（B）

A. $k=1$，$d=4$　　B. $k=2$，$d=2$　　C. $k=1$，$d=6$　　D. $k=2$，$d=3$

> 由质量数守恒和电荷数守恒，分别有 $4k+d=10$，$2k+d=6$，解得 $k=2$，$d=2$。正确选项为 B。

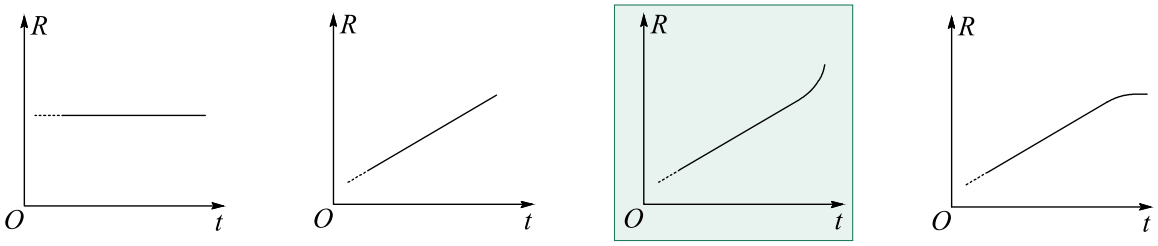
2. 2009 年 2 月 11 日，俄罗斯的“宇宙-2251”卫星和美国的“铱-33”卫星在西伯利亚上空约 805 km 处发生碰撞。这是历史上首次发生的完整在轨卫星碰撞事件。碰撞过程中产生的大量碎片可能会影响太空环境。假定有甲、乙两块碎片，绕地球运动的轨道都是圆，甲的运行速率比乙的大，则下列说法中正确的是（D）

A. 甲的运行周期一定比乙的长　　B. 甲距地面的高度一定比乙的高

C. 甲的向心力一定比乙的小　　D. 甲的加速度一定比乙的大

> 由 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ 可知，甲的速率大，甲碎片的轨道半径小，故 B 错；由公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$ 可知甲的周期小，故 A 错；由于未知两碎片的质量，无法判断向心力的大小，故 C 错；碎片的加速度是指引力加速度，由 $\frac{GMm}{R^2}=ma$ 得 $\frac{GM}{R^2}=a$，可知甲的加速度比乙大，故 D 对。

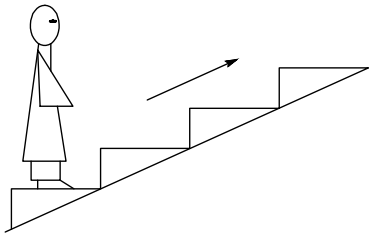
3. 大爆炸理论认为，我们的宇宙起源于 137 亿年前的一次大爆炸。除开始瞬间外，在演化至今的大部分时间内，宇宙基本上是匀速膨胀的。上世纪末，对 1A 型超新星的观测显示，宇宙正在加速膨胀，面对这个出人意料的发现，宇宙学家探究其背后的原因，提出宇宙的大部分可能由暗能量组成，它们的排斥作用导致宇宙在近段天文时期内开始加速膨胀。如果真是这样，则标志宇宙大小的宇宙半径 R 和宇宙年龄 t 的关系，大致是下面哪个图像？（C）



A.　　B.　　C.　　D.

> 图像中的纵坐标宇宙半径 R 可以看作是星球发生的位移 x，因而其切线的斜率就是宇宙半径增加的快慢程度。由题意，宇宙加速膨胀，其半径增加的速度越来越大。故选 C。

4. 为了节省能量，某商场安装了智能化的电动扶梯。无人乘行时，扶梯运转得很慢；有人站上扶梯时，它会先慢慢加速，再匀速运转。一顾客乘扶梯上楼，恰好经历了这两个过程，如图所示。那么下列说法中正确的是 (C)

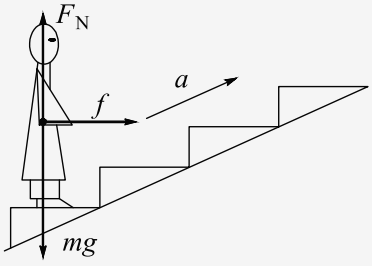


A. 顾客始终受到三个力的作用

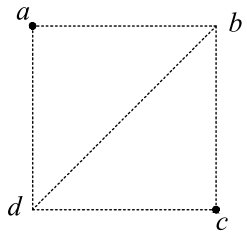
B. 顾客始终处于超重状态

C. 顾客对扶梯作用力的方向先指向左下方，再竖直向下

D. 顾客对扶梯作用力的方向先指向右下方，再竖直向下

> 在慢慢加速的过程中顾客受到的摩擦力水平向右，电梯对其的支持力和摩擦力的合力方向指向右上，由牛顿第三定律，它的反作用力即人对电梯的作用方向指向向左下；在匀速运动的过程中，顾客与电梯间的摩擦力等于零，顾客对扶梯的作用仅剩下压力，方向沿竖直向下。
>
> 
>

5. 在光滑的绝缘水平面上，有一个正方形的 abcd，顶点 a、c 处分别固定一个正点电荷，电荷量相等，如图所示。若将一个带负电的粒子置于 b 点，自由释放，粒子将沿着对角线 bd 往复运动。粒子从 b 点运动到 d 点的过程中 (D)



A. 先作匀加速运动，后作匀减速运动

B. 先从高电势到低电势，后从低电势到高电势

C. 电势能与机械能之和先增大，后减小

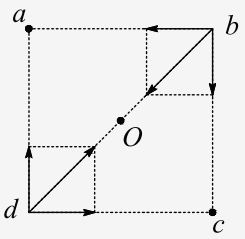
D. 电势能先减小，后增大

由于负电荷受到的电场力是变力，加速度是变化的。所以 A 错；

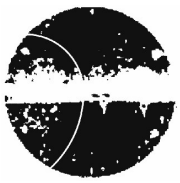
由等量正电荷的电场分布知道，在两电荷 ac 连线的中垂线 bd 的交点 O 点的电势最高，所以从 b 到 d，电势是先增大后减小，故 B 错；

由于只有电场力做功，所以只有电势能与动能的相互转化，故电势能与机械能之和守恒，C 错；

由 b 到 O 电场力做正功，电势能减小，由 O 到 d 电场力做负功，电势能增加，D 对。



6. 右图是科学史上一张著名的实验照片，显示一个带电粒子在云室中穿过某种金属板运动的径迹。云室放置在匀强磁场中，磁场方向垂直照片向里。云室中横放的金属板对粒子的运动起阻碍作用。分析此径迹可知粒子（A）



A. 带正电，由下往上运动

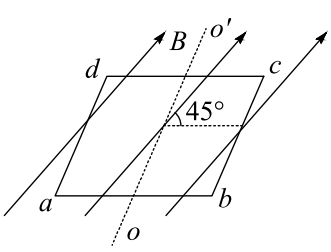
B. 带正电，由上往下运动

C. 带负电，由上往下运动

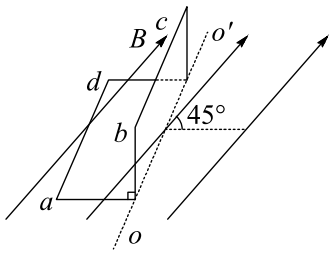
D. 带负电，由下往上运动

粒子穿过金属板后，速度变小，由半径公式 $r=\frac{mv}{qB}$ 可知，半径变小，粒子运动方向为由下向上；又由于洛伦兹力的方向指向圆心，由左手定则，粒子带正电。选 A。

7. 如图 甲 所示，一个电阻为 R，面积为 S 的矩形导线框 abcd，水平放置在匀强磁场中，磁场的磁感应强度为 B，方向与 ad 边垂直并与线框平面成 45° 角，o、o′ 分别是 ab 和 cd 边的中点。现将线框右半边 obco′ 绕 oo′ 逆时针旋转 90° 到图 乙 所示位置。在这一过程中，导线中通过的电荷量是（A）



图甲

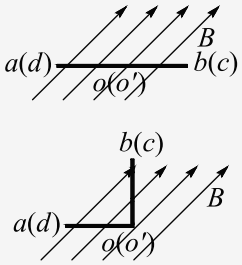


图乙

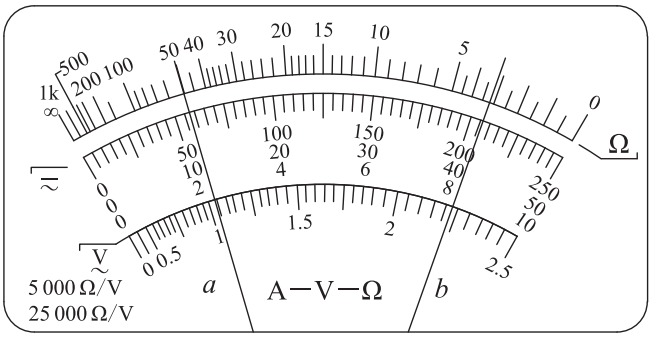
A. $\frac{\sqrt{2}BS}{2R}$　　B. $\frac{\sqrt{2}BS}{R}$　　C. $\frac{BS}{R}$　　D. 0

对线框的右半边（obco′）未旋转时整个回路的磁通量 $\Phi_1 = BS\sin 45° = \frac{\sqrt{2}}{2}BS$。

对线框的右半边（obco′）旋转 90° 后，穿进跟穿出的磁通量相等，如右图整个回路的磁通量 $\Phi_2 = 0$。$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}BS$。根据公式 $q = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{\sqrt{2}BS}{2R}$。选 A。



8. (1) 用多用电表进行了几次测量，指针分别处于 a、b 的位置，如图所示。若多用电表的选择开关处于下面表格中所指的档位，a 和 b 的相应读数是多少？请填在表格中。



指针位置	选择开关所处挡位	读数
a	直流电流 100 mA	mA
a	直流电压 2.5 V	V
b	电阻 ×100	Ω

(2) 用右图所示的电路，测定一节干电池的电动势和内阻。电池的内阻较小，为了防止在调节滑动变阻器时造成短路，电路中用一个定值电阻 R_0 起保护作用。除电池、开关和导线外，可供使用的实验器材还有：

（a）电流表（量程 0.6 A、3 A）；

（b）电压表（量程 3 V、15 V）；

（c）定值电阻（阻值 1 Ω、额定功率 5 W）；

（d）定值电阻（阻值 10 Ω，额定功率 10 W）；

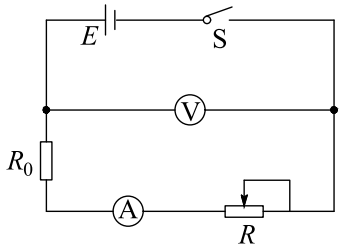
（e）滑动变阻器（阻值范围 0 ～ 10 Ω、额定电流 2 A）；

（f）滑动变阻器（阻值范围 0 ～ 100 Ω、额定电流 1 A）。

那么

（1）要正确完成实验，电压表的量程应选择 V，电流表的量程应选择 A；R_0 应选择 Ω 的定值电阻，R 应选择阻值范围是 Ω 的滑动变阻器。

（2）引起该实验系统误差的主要原因是。



(3) 探究力对原来静止的物体做的功与物体获得的速度的关系，实验装置如图所示，实验主要过程如下：

① 设法让橡皮筋对小车做的功分别为 W、$2W$、$3W$、……；

② 分析打点计时器打出的纸带，求出小车的速度 v_1、v_2、v_3、……；

③ 作出 $W-v$ 草图；

④ 分析 $W-v$ 图像。如果 $W-v$ 图像是一条直线，表明 $W \propto v$；如果不是直线，可考虑是否存在 $W \propto v^2$、$W \propto v^3$、$W \propto \sqrt{v}$ 等关系。

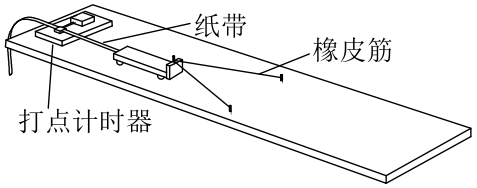
以下关于该实验的说法中有一项不正确，它是。

（A）本实验设法让橡皮筋对小车做的功分别为 W、$2W$、$3W$、……。所采用的方法是选用同样的橡皮筋，并在每次实验中使橡皮筋拉伸的长度保持一致。当用 1 条橡皮筋进行实验时，橡皮筋对小车做的功为 W，用 2 条、3 条、……橡皮筋并在一起进行第 2 次、第 3 次、……实验时，橡皮筋对小车做的功分别是 $2W$、$3W$、……。

（B）小车运动中会受到阻力，补偿的方法，可以使木板适当倾斜。

（C）某同学在一次实验中，得到一条记录纸带。纸带上打出的点，两端密、中间疏。出现这种情况的原因，可能是没有使木板倾斜或倾角太小。

（D）根据记录纸带上打出的点，求小车获得的速度的方法，是以纸带上第一点到最后一点的距离来进行计算。



(1) 23 mA，0.57 V，320 Ω。 (2) （1）3 V，0.6 A，1 Ω，0 ～ 10 Ω；（2）由于电压表的分流作用造成电流表读数总是比电池实际输出电流小。 (3) D。

直流电流 100 mA 档读第二行“0 ～ 10”一排，最小度值为 2 mA，估读到 1 mA 就可以了；直流电压 2.5 V 档读第二行“0 ～ 250”一排，最小分度值为 0.05 V，估读到 0.01 V 就可以了；电阻 ×100 档读第一行，测量值等于表盘上读数“3.2”乘以倍率“100”。

由于电源是一节干电池（1.5 V），所选量程为 3 V 的电压表；估算电流时，考虑到干电池的内阻一般几 Ω 左右，加上保护电阻，最大电流在 0.5 A 左右，所以选量程为 0.6 A 的电流表；由于电池内阻很小，所以保护电阻不宜太大，否则会使得电流表、电压表取值范围小，造成的误差大；滑动变阻器的最大阻值一般比电池内阻大几倍就好了，取 0 ～ 10 Ω 能很好地控制电路中的电流和电压，若取 0 ～ 100 Ω 会出现开始几乎不变最后突然变化的现象。

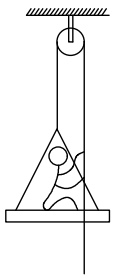
关于系统误差一般由测量工具和所造成测量方法造成的，一般具有倾向性，总是偏大或者偏小。本实验中由于电压表的分流作用造成电流表读数总是比测量值小，造成 $E_{测} < E_{真}$，$r_{测} < r_{真}$。

本实验的目的是探究橡皮绳做的功与物体获得速度的关系。这个速度是指橡皮绳做功完毕时的速度，而不整个过程的平均速度，所以 D 选项是错误的。

9. 在 2008 年北京残奥会开幕式上，运动员手拉绳索向上攀登，最终点燃了主火炬，体现了残疾运动员坚忍不拔的意志和自强不息的精神。为了探究上升过程中运动员与绳索和吊椅间的作用，可将过程简化。一根不可伸缩的轻绳跨过轻质的定滑轮，一端挂一吊椅，另一端被坐在吊椅上的运动员拉住，如图所示。设运动员的质量为 65 kg，吊椅的质量为 15 kg，不计定滑轮与绳子间的摩擦。重力加速度取 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$。当运动员与吊椅一起正以加速度 $a = 1\,\mathrm{m/s^2}$ 上升时，试求：

(1) 运动员竖直向下拉绳的力；

(2) 运动员对吊椅的压力。



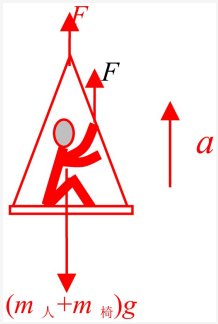
(1) 440 N，方向竖直向下　(2) 275 N，方向竖直向下

解法一：（1）设运动员受到绳向上的拉力为 F，由于跨过定滑轮的两段绳子拉力相等，吊椅受到绳的拉力也是 F。对运动员和吊椅整体进行受力分析如图所示，则有：

$2F-(m_{人}+m_{椅})g=(m_{人}+m_{椅})a$

$F=440\,\mathrm{N}$。

由牛顿第三定律，运动员竖直向下拉绳的力 $F'=440\,\mathrm{N}$。

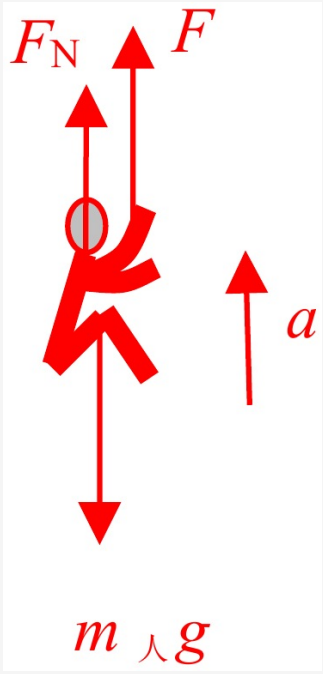


（2）设吊椅对运动员的支持力为 F_N，对运动员进行受力分析如图所示，则有：

$F+F_N-m_{人}g=m_{人}a$

$F_N=275\,\mathrm{N}$。

由牛顿第三定律，运动员对吊椅的压力也为 275 N。



解法二：设运动员和吊椅的质量分别为 M 和 m；运动员竖直向下的拉力为 F，对吊椅的压力大小为 F_N。根据牛顿第三定律，绳对运动员的拉力大小为 F，吊椅对运动

员的支持力为 F_N。分别以运动员和吊椅为研究对象，根据牛顿第二定律

$F+F_N-Mg=Ma$ ①

$F-F_N-mg=ma$ ②

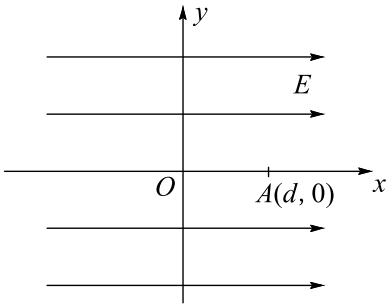
由①②得 $F=440\,\mathrm{N}$，$F_N=275\,\mathrm{N}$。

10. 如图所示，匀强电场方向沿 x 轴的正方向，场强为 E。在 A（d，0）点有一个静止的中性微粒，由于内部作用，某一时刻突然分裂成两个质量均为 m 的带电微粒，其中电荷量为 q 的微粒 1 沿 y 轴负方向运动，经过一段时间到达（0，$-d$）点。不计重力和分裂后两微粒间的作用。试求：

(1) 分裂时两个微粒各自的速度；

(2) 当微粒 1 到达（0，$-d$）点时，电场力对微粒 1 做功的瞬间功率；

(3) 当微粒 1 到达（0，$-d$）点时，两微粒间的距离。



(1) $v_1=-\sqrt{\frac{-qEd}{2m}}$，$v_2=\sqrt{\frac{-qEd}{2m}}$，方向沿 y 正方向　(2) $P=-qE\sqrt{\frac{-2qEd}{m}}$　(3) $2\sqrt{2}d$

（1）微粒 1 在 y 方向不受力，做匀速直线运动；在 x 方向由于受恒定的电场力，做匀加速直线运动。所以微粒 1 做的是类平抛运动。设微粒 1 分裂时的速度为 v_1，微粒 2 的速度为 v_2，则有：

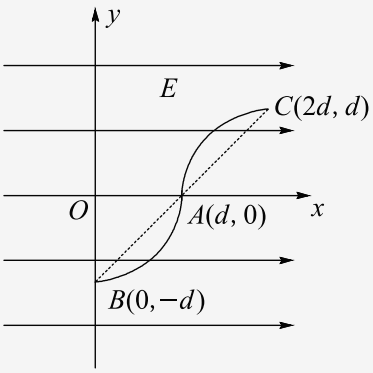
在 y 方向上有 $-d=v_1t$；

在 x 方向上有 $a=\frac{qE}{m}$，$-d=\frac{1}{2}at^2$，$v_1=-\sqrt{\frac{-qEd}{2m}}$。根号外的负号表示沿 y 轴的负方向。

中性微粒分裂成两微粒时，遵守动量守恒定律，有 $mv_1+mv_2=0$，$v_2=-v_1=\sqrt{\frac{-qEd}{2m}}$，方向沿 y 正方向。

（2）设微粒 1 到达（0，$-d$）点时的速度为 v，则电场力做功的瞬时功率为 $P=qEv_B\cos\theta=qEv_{Bx}$，其中由运动学公式 $v_{Bx}=-\sqrt{-2ad}=-\sqrt{\frac{-2qEd}{m}}$，所以 $P=qEv_{Bx}=-qE\sqrt{\frac{-2qEd}{m}}$。

（3）两微粒的运动具有对称性，如图所示，当微粒 1 到达（0，$-d$）点时发生的位移 $S_1=\sqrt{2}d$，则当微粒 1 到达（0，$-d$）点时，两微粒间的距离为 $BC=2S_1=2\sqrt{2}d$。

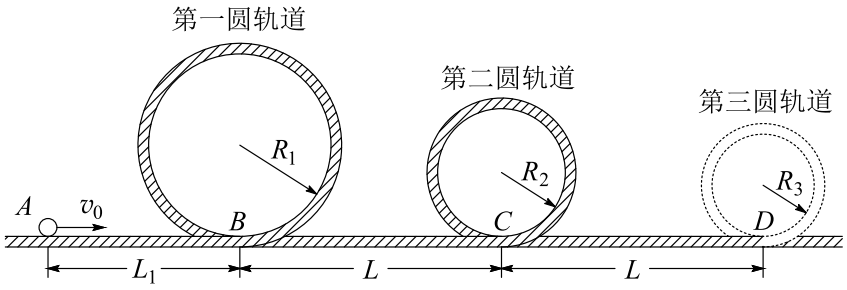


11. 过山车是游乐场中常见的设施。下图是一种过山车的简易模型，它由水平轨道和在竖直平面内的三个圆形轨道组成，B、C、D 分别是三个圆形轨道的最低点，B、C 间距与 C、D 间距相等，半径 $R_1=2.0\,\mathrm{m}$、$R_2=1.4\,\mathrm{m}$。一个质量为 $m=1.0\,\mathrm{kg}$ 的小球（视为质点），从轨道的左侧 A 点以 $v_0=12.0\,\mathrm{m/s}$ 的初速度沿轨道向右运动，A、B 间距 $L_1=6.0\,\mathrm{m}$。小球与水平轨道间的动摩擦因数 $\mu=0.2$，圆形轨道是光滑的。假设水平轨道足够长，圆形轨道间不相互重叠。重力加速度取 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$，计算结果保留小数点后一位数字。试求：

(1) 小球在经过第一个圆形轨道的最高点时，轨道对小球作用力的大小；

(2) 如果小球恰能通过第二圆形轨道，B、C 间距 L 应是多少；

(3) 在满足（2）的条件下，如果要使小球不能脱离轨道，在第三个圆形轨道的设计中，半径 R_3 应满足的条件；小球最终停留点与起点 A 的距离。



(1) 10.0 N　(2) 12.5 m　(3) 当 $0<R_3\le 0.4\,\mathrm{m}$ 时，$L'=36.0\,\mathrm{m}$；当 $1.0\,\mathrm{m}\le R_3\le 27.9\,\mathrm{m}$ 时，$L''=26.0\,\mathrm{m}$

（1）设小球经过第一个圆轨道的最高点时的速度为 v_1，根据动能定理

$-\mu mgL_1-2mgR_1=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_0^2$ ①

小球在最高点受到重力 mg 和轨道对它的作用力 F，根据牛顿第二定律

$F+mg=m\frac{v_1^2}{R_1}$ ②

由①②得 $F=10.0\,\mathrm{N}$ ③

（2）设小球在第二个圆轨道的最高点的速度为 v_2，由题意

$mg=\frac{v_2^2}{R_2}$ ④

$-\mu mg\left(L_1+L\right)-2mgR_2=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_0^2$ ⑤

由④⑤得 $L=12.5\,\mathrm{m}$ ⑥

（3）要保证小球不脱离轨道，可分两种情况进行讨论：

I. 轨道半径较小时，小球恰能通过第三个圆轨道，设在最高点的速度为 v_3，应满足

$mg=\frac{v_3^2}{R_3}$ ⑦

$-\mu mg\left(L_1+2L\right)-2mgR_3=\frac{1}{2}mv_3^2-\frac{1}{2}mv_0^2$ ⑧

由⑥⑦⑧得 $R_3=0.4\,\mathrm{m}$。

II. 轨道半径较大时，小球上升的最大高度为 R_3，根据动能定理

$-\mu mg\left(L_1+2L\right)-mgR_3=0-\frac{1}{2}mv_0^2$

解得 $R_3=1.0\,\mathrm{m}$。

为了保证圆轨道不重叠，R_3 最大值应满足

$\left(R_2+R_3\right)^2=L^2+\left(R_3-R_2\right)^2$

解得 $R_3=27.9\,\mathrm{m}$。

综合 I、II，要使小球不脱离轨道，则第三个圆轨道的半径须满足下面的条件

$0<R_3\leq 0.4\,\mathrm{m}$

或 $1.0\,\mathrm{m}\leq R_3\leq 27.9\,\mathrm{m}$。

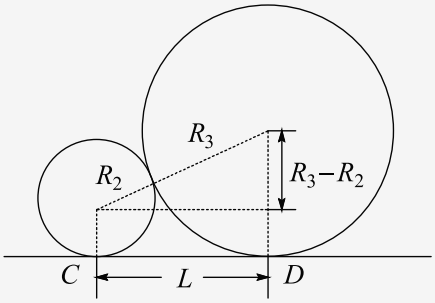
当 $0<R_3\leq 0.4\,\mathrm{m}$ 时，小球最终停留点与起始点 A 的距离为 L'，则

$-\mu mgL'=0-\frac{1}{2}mv_0^2$

$L'=36.0\,\mathrm{m}$。

当 $1.0\,\mathrm{m}\leq R_3\leq 27.9\,\mathrm{m}$ 时，小球最终停留点与起始点 A 的距离为 L''，则

$L''=L'-2(L'-L_1-2L)=26.0\,\mathrm{m}$。


R_3
R_2
R_3-R_2
C
L
D