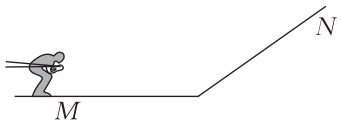
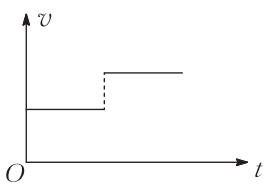
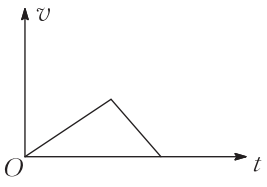
2024 年重庆

1. 如图所示，某滑雪爱好者经过 M 点后在水平雪道滑行。然后滑上平滑连接的倾斜雪道，当其达到 N 点时速度为 0，若将其在水平雪道上滑行视为匀速直线运动，在倾斜雪道上的运动视为匀减速直线运动。则 M 到 N 的运动过程中，其速度大小 v 随时间 t 的变化图像可能是 (C)

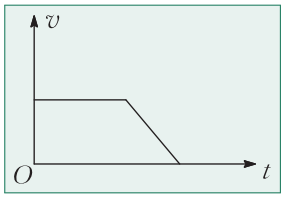




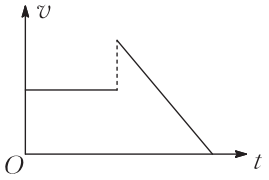
A.



B.



C.



D.

> 滑雪爱好者在水平雪道上做匀速直线运动，滑上平滑连接（没有能量损失，速度大小不变）的倾斜雪道，在倾斜雪道上做匀减速直线运动。
>
> 故选 C。

2. 2024 年 5 月 3 日，嫦娥六号探测成功发射，开启月球背面采样之旅，探测器的着陆器和上升器组合体着陆月球要经过减速、悬停、自由下落等阶段。则组合体着陆月球的过程中 (C)

A. 减速阶段所受合外力为 0

B. 悬停阶段不受力

C. 自由下落阶段机械能守恒

D. 自由下落阶段加速度大小 $g = 9.8\,\mathrm{m/s^2}$

> A．组合体在减速阶段有加速度，合外力不为零，故 A 错误；
>
> B．组合体在悬停阶段速度为零，处于平衡状态，合力为零，仍受重力和升力，故 B 错误；
>
> C．组合体在自由下落阶段只受重力，机械能守恒，故 C 正确；
>
> D．月球表面重力加速度不为 $9.8\,\mathrm{m/s^2}$，故 D 错误。
>
> 故选 C。

3. 某救生手环主要由高压气罐和气囊组成。人在水下拉动手环的开关，高压气罐快速给气囊充气后气囊密闭，气囊内视为理想气体。密闭的气囊与人一起上浮的过程中，若气囊内气体温度不变，体积增大，则 (D)

A. 外界对气囊内气体做正功

B. 气囊内气体压强增大

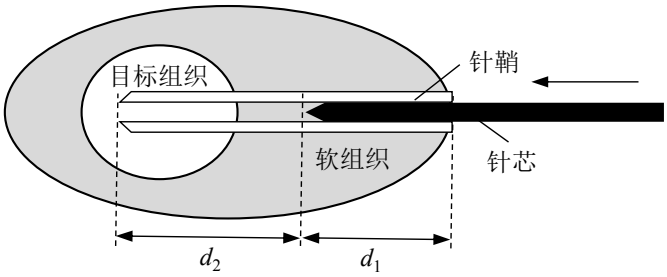
C. 气囊内气体内能增大　　D. 气囊内气体从外界吸热

AB．气囊上浮过程，密闭气体温度不变，由玻意耳定律可知，体积变大，则压强变小，气体对外做功，故 AB 错误；

CD.气体温度不变,内能不变,气体对外做功,$W<0$,由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$，则 $Q>0$，需要从外界吸热，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

4. 活检针可用于活体组织取样，如图所示。取样时，活检针的针芯和针鞘被瞬间弹出后仅受阻力。质量为 m 的针鞘在软组织中运动距离 d_1 后进入目标组织，继续运动 d_2 后停下来。若两段运动中针鞘整体受到阻力均视为恒力。大小分别为 F_1、F_2，则针鞘 (A)



A. 被弹出时速度大小为 $\sqrt{\frac{2(F_1d_1+F_2d_2)}{m}}$

B. 到达目标组织表面时的动能为 F_1d_1

C. 运动 d_2 过程中，阻力做功为 $(F_1+F_2)d_2$

D. 运动 d_2 的过程中动量变化量大小为 $\sqrt{mF_2d_2}$

A．根据动能定理有 $F_1d_1+F_2d_2=\frac{1}{2}mv^2$，解得 $v=\sqrt{\frac{2(F_1d_1+F_2d_2)}{m}}$。故 A 正确；

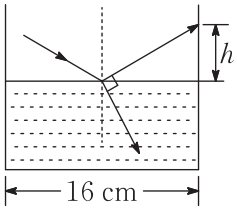
B．针鞘到达目标组织表面后，继续前进 d_2 减速至零，有 $E_k=F_2d_2$。故 B 错误；

C．针鞘运动 d_2 的过程中，克服阻力做功为 F_2d_2，故 C 错误；

D．针鞘运动 d_2 的过程中，动量变化量大小 $\Delta p=\sqrt{2mE_k}=\sqrt{2mF_2d_2}$。故 D 错误。

故选 A。

5. 某同学设计了一种测量液体折射率的方案。容器过中心轴线的剖面图如图所示，其宽度为 16 cm，让单色光在此剖面内从空气入射到液体表面的中心。调整入射角，当反射光与折射光垂直时，测出竖直器壁上的反射光点与液体表面的距离 h，就能得到液体的折射率 n。忽略气壁厚度，由该方案可知 (B)



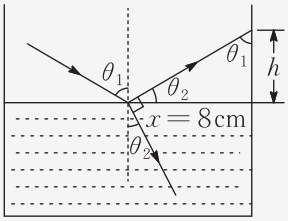
A. 若 $h=4\,\mathrm{cm}$，则 $n=\sqrt{3}$

B. 若 $h=6\,\mathrm{cm}$，则 $n=\frac{4}{3}$

C. 若 $n=\frac{5}{4}$，则 $h=10\,\mathrm{cm}$

D. 若 $n=\frac{3}{2}$，则 $h=5\,\mathrm{cm}$

根据几何关系画出光路图，如图所示。



标注入射角 θ_1，折射角 θ_2，根据折射定律可得

$n=\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{x}{h}=\frac{8\,\mathrm{cm}}{h}$

A．若 $h=4\,\mathrm{cm}$，则 $n=2$，故 A 错误；

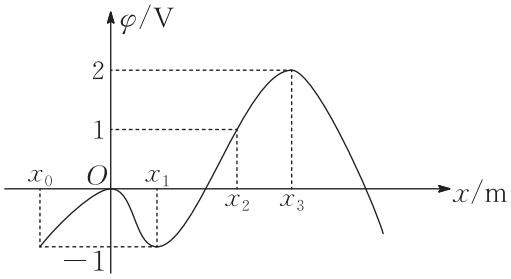
B．若 $h=6\,\mathrm{cm}$，则 $n=\frac{4}{3}$，故 B 正确；

C．若 $n=\frac{5}{4}$，则 $h=\frac{32}{5}\,\mathrm{cm}$，故 C 错误；

D．若 $n=\frac{3}{2}$，则 $h=\frac{16}{3}\,\mathrm{cm}$，故 D 错误。

故选 B。

6. 沿空间某直线建立 x 轴，该直线上的静电场方向沿 x 轴，其电势 φ 随位置 x 变化的图像如图所示，一电荷量为 e、带负电的试探电荷，经过 x_2 点时动能为 1.5 eV，速度沿 x 轴正方向，若该电荷仅受电场力。则其将 (B)



A. 不能通过 x_3 点

B. 在 x_3 点两侧往复运动

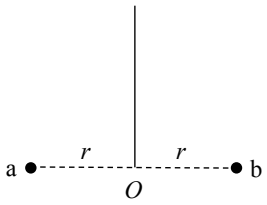
C. 能通过 x_0 点

D. 在 x_1 点两侧往复运动

带负电的试探电荷在 x_2 处动能为 1.5 eV，电势能为 −1 eV，总能量为 0.5 eV，且试探电荷速度沿 x 轴正方向，在 $x_2 \sim x_3$ 区域试探电荷受到沿 x 轴正方向的静电力，做加速运动，在 x_3 处速度最大，试探电荷继续运动到 x_3 右侧，做减速运动，当速度为零时，电势能为 0.5 eV，即运动到电势为 −0.5 V 处减速到零，开始向 x 轴负方向运动，后反向回到 x_2 处动能仍为 1.5 eV，继续向左运动，在电势为 −0.5 V 处减速到零又反向，不会运动到 x_0、x_1 处，即试探电荷在 x_3 点两侧往复运动。

故选 B。

7. 在万有引力作用下，太空中的三个天体可以做相对位置不变的圆周运动，假设 a、b 两个天体的质量均为 M，相距为 $2r$，其连线的中点为 O，另一天体 c（图中未画出）质量为 m（$m \ll M$），若 c 处于 a、b 连线的垂直平分线上某特殊位置，a、b、c 可视为绕 O 点做角速度相同的匀速圆周运动，且相对位置不变，忽略其他天体的影响。引力常量为 G。则 (A)



A. c 的线速度大小为 a 的 $\sqrt{3}$ 倍　　B. c 的向心加速度大小为 b 的一半

C. c 在一个周期内的路程为 $2\pi r$　　D. c 的角速度大小为 $\sqrt{\frac{GM}{8r^3}}$

D．a、b、c 三个天体角速度相同，由于 $m \ll M$，则对 a 天体有 $G\frac{MM}{(2r)^2} = M\omega^2 r$，解得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{4r^3}}$。故 D 错误；

A．设 c 与 a、b 的连线与 a、b 连线中垂线的夹角为 α，对 c 天体有

$$2G\frac{Mm}{\left(\frac{r}{\sin\alpha}\right)^2}\cos\alpha = m\omega^2\frac{r}{\tan\alpha}$$

解得 $\alpha = 30°$，则 c 的轨道半径为 $r_c = \frac{r}{\tan 30°} = \sqrt{3}r$。

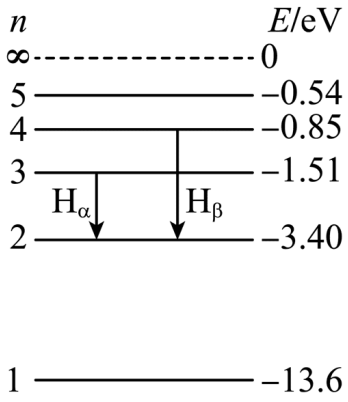
由 $v = \omega r$，可知 c 的线速度大小为 a 的 $\sqrt{3}$ 倍，故 A 正确；

B．由 $a = \omega^2 r$，可知 c 的向心加速度大小是 b 的 $\sqrt{3}$ 倍，故 B 错误；

C．c 在一个周期内运动的路程为 $s = 2\pi r_c = 2\sqrt{3}\pi r$。故 C 错误。

故选 A。

8. 我国太阳探测科学技术试验卫星“羲和号”在国际上首次成功实现空间太阳 H_α 波段光谱扫描成像。H_α 和 H_β 分别为氢原子由 $n = 3$ 和 $n = 4$ 能级向 $n = 2$ 能级跃迁产生的谱线（如图），则 (BD)



A. H_α 的波长比 H_β 的小

B. H_α 的频率比 H_β 的小

C. H_β 对应的光子能量为 3.4 eV

D. H_β 对应的光子不能使氢原子从基态跃迁到激发态

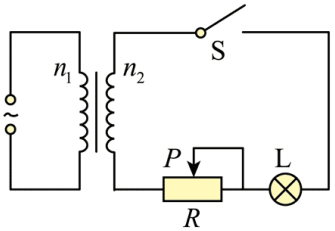
AB．氢原子 $n=3$ 与 $n=2$ 的能级差小于 $n=4$ 与 $n=2$ 的能级差，则 H_α 与 H_β 相比，H_α 的波长大、频率小，故 A 错误、B 正确；

C．H_β 对应的光子能量为 $E=(-0.85)\,\text{eV}-(-3.40)\,\text{eV}=2.55\,\text{eV}$。故 C 错误；

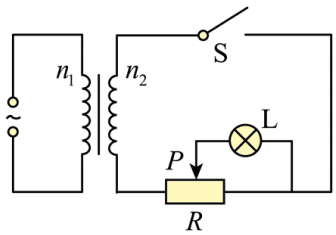
D．氢原子从基态跃迁到激发态至少需要能量 $E=(-3.40)\,\text{eV}-(-13.60)\,\text{eV}=10.2\,\text{eV}$，$H_\beta$ 对应的光子不能使氢原子从基态跃迁到激发态，故 D 正确。

故选 BD。

9. 小明设计了台灯的两种调光方案，电路图分别如图甲，乙所示，图中额定电压为 6 V 灯泡的电阻恒定，R 为滑动变阻器，理想变压器原、副线圈匝数分别为 n_1、n_2。原线圈两端接电压为 220 V 的交流电，滑片 P 可调节灯泡 L 的亮度，P 在 R 最左端时，甲、乙图中灯泡 L 均在额定功率下工作，则 (AC)



甲



乙

A. $n_1:n_2=110:3$

B. 当 P 滑到 R 中点时，图甲中 L 功率比图乙中的小

C. 当 P 滑到 R 最左端时，图甲所示电路比图乙更节能

D. 图甲中 L 两端电压的可调范围比图乙中的大

A．滑片 P 在最左端时，图甲、乙中变压器输出电压均为灯泡的额定电压 6 V，因此 $n_1 : n_2 = 220 : 6 = 110 : 3$。故 A 正确；

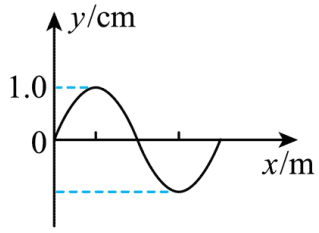
B．当 P 滑到 R 中点时，图甲中总电阻为 P 左端电阻与灯泡电阻串联，图乙中总电阻为灯泡电阻与 P 右端的电阻并联后再与 P 左端电阻串联，由于并联电阻小于灯泡电阻，则图甲中灯泡电压大于图乙中灯泡电压，则图甲中灯泡功率比图乙中灯泡功率大，故 B 错误；

C．当 P 滑到 R 最左端时，图甲中只有灯泡，图乙中 R 与灯泡并联，总电阻更小，输出功率更大，图甲比图乙更节能，故 C 正确；

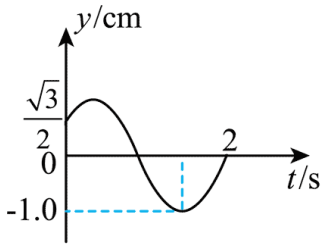
D．图乙中的灯泡两端电压在 0 到 6 V 间变化，图甲中灯泡两端电压最高为 6 V，最低达不到 0，则图乙中灯泡两端可调电压范围大，故 D 错误。

故选 AC。

10. 一列沿 x 轴传播的简谐波，在某时刻的波形图如图甲所示，一平衡位置与坐标原点距离为 3 m 的质点从该时刻开始的振动图像如图乙所示，若该波的波长大于 3 m。则 (BD)



甲



乙

A. 最小波长 $\frac{10}{3}$ m

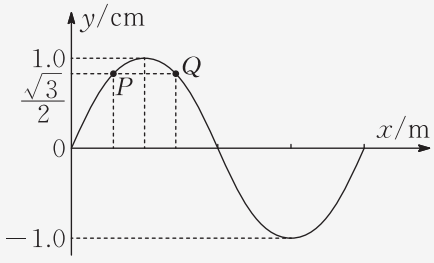
B. 频率为 $\frac{5}{12}$ Hz

C. 最大波速 $\frac{15}{4}$ m/s

D. 从该时刻开始 2 s 内该质点运动的路程为 $(4-\frac{\sqrt{3}}{2})$ cm

B．根据乙图写出平衡位置与坐标原点距离为 3 m 的质点的振动方程 $y=\sin(\omega t+\varphi)$，带入点 $\left(0,\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$ 和 $(2,0)$ 解得 $\varphi=\frac{\pi}{3}$，$\omega=\frac{5\pi}{6}$，可得 $T=2.4\,\mathrm{s}$，$f=\frac{5}{12}\,\mathrm{Hz}$。故 B 正确；

A．在题图甲中标出位移为 $\frac{\sqrt{3}}{2}$ cm 的质点。若波沿 x 轴正方向传播则



为 Q 点，沿 x 轴负方向传播则为 P 点，则波长可能为 $\frac{1}{6}\lambda = 3\,\mathrm{m}$，即 $\lambda = 18\,\mathrm{m}$；或 $\frac{1}{3}\lambda' = 3\,\mathrm{m}$，即 $\lambda' = 9\,\mathrm{m}$。故 A 错误；

C．根据 $v = \frac{\lambda}{T}$，可得 $v = 7.5\,\mathrm{m/s}$，$v' = 3.75\,\mathrm{m/s}$。故 C 错误；

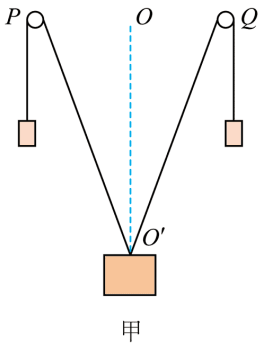
D．根据题图乙计算该质点在 2 s 内运动的路程为 $s = \left(1+1+1+1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\,\mathrm{cm} = \left(4-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\,\mathrm{cm}$。故 D 正确。

故选 BD。

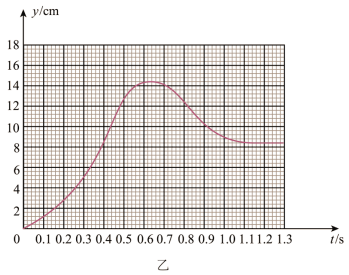
11. 元代王祯《农书》记载了一种人力汲水灌田农具——戽斗。某兴趣小组对戽斗汲水工作情况进行模型化处理，设计了如图甲所示实验，探究戽斗在竖直面内的受力与运动特点。该小组在位于同一水平线上的 P、Q 两点，分别固定一个小滑轮，将连结沙桶的细线跨过两滑轮并悬挂质量相同的砝码，让沙桶在竖直方向沿线段 PQ 的垂直平分线 OO' 运动。当沙桶质量为 136.0 g 时，沙桶从 A 点由静止释放，能到达最高点 B，最终停在 C 点。分析所拍摄的沙桶运动视频，以 A 点为坐标原点，取竖直向上为正方向。建立直角坐标系，得到沙桶位置 y 随时间 t 的图像如图乙所示。

(1) 若将沙桶上升过程中的某一段视为匀速直线运动，则此段中随着连结沙桶的两线间夹角逐渐增大，每根线对沙桶的拉力 逐渐增大（选填“逐渐增大”、“保持不变”或“逐渐减小”）。沙桶在 B 点的加速度方向 竖直向下（选填“竖直向上”或“竖直向下”）。

(2) 由图乙可知，沙桶从开始运动到最终停止，机械能增加 0.11 J（保留两位有效数字，$g = 9.8\,\mathrm{m/s^2}$）。



甲



乙

(1) 逐渐增大，竖直向下　(2) 0.11

（1）设细线与竖直方向夹角为 θ，沙桶匀速上升 $2T\cos\theta = Mg$，当 θ 逐渐增大时，T 逐渐增大，沙桶上升到最高点 B 然后下落，在最高点的加速度方向竖直向下。

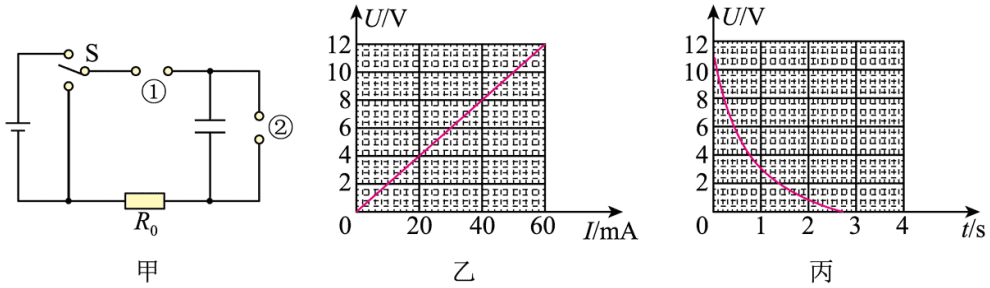
（2）沙桶从开始运动到静止上升高度为 8.4 cm，机械能增加量为 $Mgh = 0.136\times 9.8\times 0.084\,\mathrm{J} = 0.11\,\mathrm{J}$。

12. 探究电容器充放电规律，实验装置如图甲所示，有电源 E，定值电阻 R_0，电容器 C，单刀双置开关 S。

(1) 为测量电容器充放电过程电压 U 和电流 I 变化，需在①、②处接入测量仪器，位置②应该接入测 电压（“电流”或“电压”）仪器。

(2) 接通电路并接通开关，当电压表示数最大时，电流表示数为 0。

(3) 根据测到数据，某过程中电容器两端电压 U 与电流 I 的关系图如图乙所示。该过程为 放电（选填“充电”或“放电”）。放电过程中电容器两端电压 U 随时间 t 变化关系如图丙所示。0.2 s 时 R_0 消耗的功率为 0.32 W。



甲 乙 丙

(1) 电压 (2) 0 (3) 放电，0.32

（1）位置②与电容器并联，为测电压仪器。

（2）电压表示数最大时，电容器充电完毕，电流表示数为零。

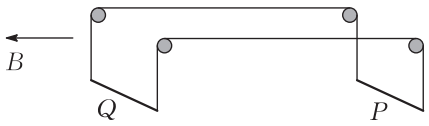
（3）电容器放电时电压和电流都减小，图像逆向分析，该过程为电容器放电过程。

电容器充电完毕后的电压等于电源电动势，大小为 12 V，由题图丙可知 $t = 0.2\,\mathrm{s}$ 时电容器两端电压为 $U = 8\,\mathrm{V}$，由题图乙可知当 $U = 8\,\mathrm{V}$ 时，电流 $I = 40\,\mathrm{mA}$，则电阻 R_0 消耗的功率为 $P = 8 \times 40 \times 10^{-3}\,\mathrm{W} = 0.32\,\mathrm{W}$。

13. 小明设计了如图所示的方案，探究金属杆在磁场中的运动情况，质量分别为 $2m$、m 的金属杆 P、Q 用两根不可伸长的导线相连，形成闭合回路，两根导线的间距和 P、Q 的长度均为 L，仅在 Q 的运动区域存在磁感应强度大小为 B、方向水平向左的匀强磁场。Q 在垂直于磁场方向的竖直面内向上运动，P、Q 始终保持水平，不计空气阻力、摩擦和导线质量，忽略回路电流产生的磁场。重力加速度为 g，当 P 匀速下降时，求：

(1) P 所受单根导线拉力的大小；

(2) Q 中电流的大小。



(1) mg (2) $\frac{mg}{BL}$

（1）由 P 匀速下降可知，P 处于平衡状态，所受合力为 0，设导线的拉力大小为 T，对 P 有 $2T = 2mg$

解得 $T = mg$

（2）设 Q 所受安培力大小为 F，对 Q 受力分析，有

$mg + F = 2mg$

又 $F = BIL$

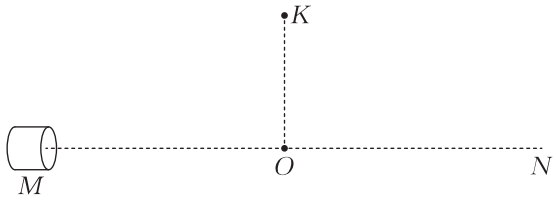
解得 $I = \frac{mg}{BL}$

14. 有人设计了一粒种子收集装置。如图所示，比荷为 $\frac{q}{m}$ 的带正电的粒子，由固定于 M 点的发射枪，以不同的速率射出后，沿射线 MN 方向运动，能收集各方向粒子的收集器固定在 MN 上方的 K 点，O 在 MN 上，且 KO 垂直于 MN。若打开磁场开关，空间将充满磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面向里的匀强磁场，速率为 v_0 的粒子运动到 O 点时，打开磁场开关，该粒子全被收集，不计粒子重力，忽略磁场突变的影响。

(1) 求 OK 间的距离；

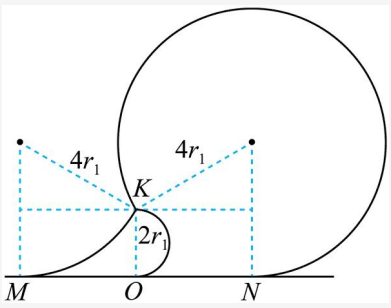
(2) 速率为 $4v_0$ 的粒子射出瞬间打开磁场开关，该粒子仍被收集，求 MO 间的距离；

(3) 速率为 $4v_0$ 的粒子射出后，运动一段时间再打开磁场开关，该粒子也能被收集。以粒子射出的时刻为计时 0 点。求打开磁场的那一时刻。



(1) $\frac{2mv_0}{qB}$ (2) $\frac{2\sqrt{3}mv_0}{qB}$ (3) $\frac{\sqrt{3}m}{qB}$

（1）当粒子到达 O 点时打开磁场开关，粒子做匀速圆周运动，设轨迹半径为 r_1，如图所示。



由洛伦兹力提供向心力得 $qv_0B = m\frac{v_0^2}{r_1}$

其中 $OK = 2r_1 = \frac{2mv_0}{qB}$

（2）速率为 $4v_0$ 的粒子射出瞬间打开磁场开关，则粒子在磁场中运动的轨迹半径 $r_2 = 4r_1$

如图所示，由几何关系有

$(4r_1 - 2r_1)^2 + MO^2 = (4r_1)^2$

解得 $MO = 2\sqrt{3}r_1 = \frac{2\sqrt{3}mv_0}{qB}$

（3）速率为 $4v_0$ 的粒子射出一段时间 t 到达 N 点，要使粒子仍然经过 K 点，则 N 点在 O 点右侧，如图所示。

由几何关系有

$(4r_1 - 2r_1)^2 + ON^2 = (4r_1)^2$

解得 $ON = 2\sqrt{3}r_1 = \frac{2\sqrt{3}mv_0}{qB}$

粒子在打开磁场开关前运动时间为 $t = \frac{MO+NO}{4v_0}$

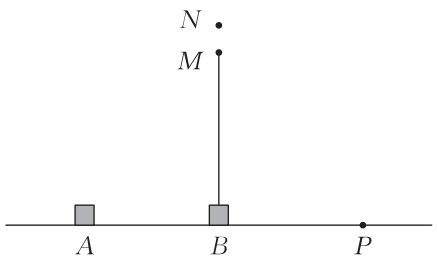
解得 $t = \frac{\sqrt{3}m}{qB}$

15. 如图所示，M、N 两个钉子固定于相距 a 的两点，一根不可伸长的轻质细绳，一端固定在 M 上，另一端连接位于 M 正下方放置于水平地面质量为 m 的小木块 B，绳长与 M 到地面的距离均为 $10a$，质量为 $2m$ 的小木块 A，沿水平方向与 B 发生弹性碰撞，碰撞时间极短，A 与地面间动摩擦因数为 $\frac{5}{48}$，重力加速度为 g，忽略空气阻力和钉子直径，不计绳被钉子阻挡和绳断裂时的机械能损失。

(1) 若碰后，B 在竖直面内做圆周运动，且能经过圆周运动最高点，求 B 碰后瞬间速度的最小值；

(2) 若改变 A 碰前瞬间的速度，碰后 A 运动到 P 点停止，B 在竖直面圆周运动旋转 2 圈，经过 M 正下方时细绳子断开，B 也来到 P 点，求 B 碰后瞬间的速度大小；

(3) 若拉力达到 $12mg$ 细绳会断，上下移动 N 的位置，保持 N 在 M 正上方，B 碰后瞬间的速度与（2）问中的相同，使 B 旋转 n 圈。经过 M 正下方时细绳断开，求 MN 之间距离的范围，及在 n 的所有取值中，B 落在地面时水平位移的最小值和最大值。



(1) $5\sqrt{2ga}$　(2) $4\sqrt{5ga}$　(3) $\frac{5a}{3n} \le h \le \frac{30a}{18n-11}$（$n=1$，2，3，…），$s_{\min}=\frac{20\sqrt{11}a}{3}$，$s_{\max}=\frac{40\sqrt{33}a}{7}$

（1）碰后 B 能在竖直面内做圆周运动，轨迹半径为 $10a$，设碰后 B 的最小速度大小为 v_0，最高点速度大小为 v，在最高点时由牛顿第二定律有

$mg=m\frac{v^2}{10a}$

B 从最低点到最高点由动能定理可得

$-mg\times 2\times 10a=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

解得 $v_0=5\sqrt{2ga}$

（2）A 和 B 碰撞过程中动量守恒，设碰前 A 的速度大小为 v_1，碰后 A 的速度大小为 v_2，碰后 B 的速度大小为 v_3，则有

$2mv_1=2mv_2+mv_3$

$\frac{1}{2}\times 2mv_1^2=\frac{1}{2}\times 2mv_2^2+\frac{1}{2}mv_3^2$

碰后 A 减速到 0，有

$\mu\times 2mgL=\frac{1}{2}\times 2mv_2^2$

碰后 B 做两周圆周运动，绳子在 MN 间缠绕 2 圈，缩短 $4a$，在 M 点正下方时，离 M 点 $6a$，离地面 $4a$，此时速度大小为 v_4，由功能关系得

$mg\times 4a=\frac{1}{2}mv_3^2-\frac{1}{2}mv_4^2$

B 随后做平抛运动，有

$4a=\frac{1}{2}gt^2$，$L=v_4t$

解得 $v_3=4\sqrt{5ga}$

（3）设 MN 间距离为 h，B 转 n 圈后到达 M 正下方速度大小为 v_5，绳缩短 $2nh$，绳断开时，以 M 为圆心，由牛顿第二定律得

$12mg-mg=m\frac{v_5^2}{10a-2nh}\quad(n=1,2,3,\ldots)$

以 N 为圆心，由牛顿第二定律得

$12mg-mg=m\frac{v_5^2}{10a-2(n-\frac{1}{2})h}\quad(n=1,2,3,\ldots)$

从碰后到 B 转 n 圈后到达 M 正下方，由功能关系得

$mg\times 2nh=\frac{1}{2}mv_3^2-\frac{1}{2}mv_5^2\quad(n=1,2,3,\ldots)$

解得 $\frac{5a}{3n}\le h\le\frac{30a}{18n-11}\quad(n=1,2,3,\ldots)$

绳断后，B 做平抛运动，有

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

$(n=1,2,3,\ldots)$，$s=v_5t$

可得 $s=4\sqrt{20anh-(nh)^2}\quad(n=1,2,3,\ldots)$

由于 $\frac{5a}{3}\le nh\le\frac{30na}{18n-11}\quad(n=1,2,3,\ldots)$

则由数学分析可得

当 $nh=\frac{5a}{3}$ 时，$s_{\min}=\frac{20\sqrt{11}a}{3}$，

当 $n=1$ 时，$nh=\frac{30a}{7}$，$s_{\max}=\frac{40\sqrt{33}a}{7}$