

高三物理

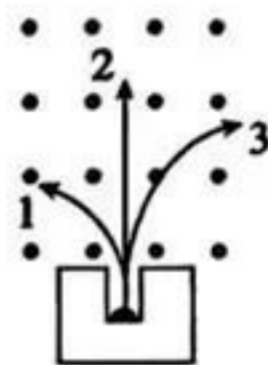
注意事项：1. 考试时间为 75 分钟，满分 100 分。

2. 答题前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡相应的位置。

一、选择题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 镭原子核的衰变方程为 ${}^{228}_{88}\text{Ra} \rightarrow X + {}^{224}_{86}\text{Rn}$ ，镭放出的射线在磁场中进行偏转，下列说法正确的是

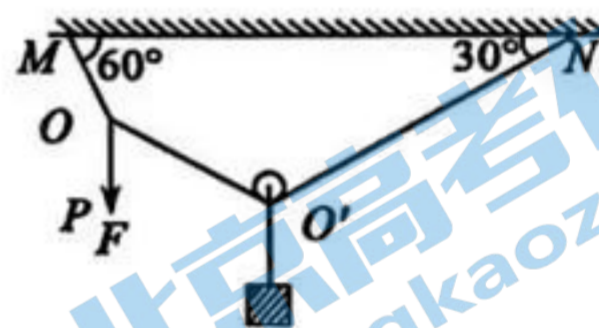
- A. 镭在衰变过程中发射出的射线 X 在磁场中径迹是 1
 B. 当未衰变的原子核 ${}^{228}_{88}\text{Ra}$ 还剩下 1000 个时，再经过一个半衰期则只剩下 500 个
 C. Ra 的比结合能大于 Rn 的比结合能
 D. Ra 的结合能大于 Rn 的结合能



射线在磁场中的径迹

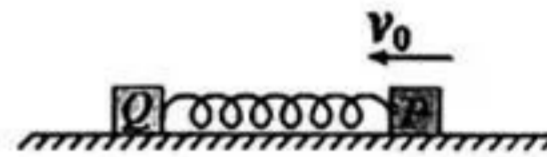
2. 如图所示，轻绳 MN 的两端固定在水平天花板上，轻绳 OP 系在轻绳 MN 的某处，悬挂有质量为 m 的物体光滑轻滑轮跨在轻绳 MN 上。用向下的力 F 拉 OP ，使 O 点处于如图所示的位置，在保证 O 点位置不变的情况下，改变力 F 的方向，使物体一直处于平衡态，下列说法正确的是

- A. 若拉力 F 竖直向下，则拉力 F 的大小为 mg
 B. 改变 OP 绳的方向， F 的最小值为 $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$
 C. 使 OP 绳以 O 点为圆心顺时针转动，滑轮所受合力变大
 D. 使 OP 绳以 O 点为圆心顺时针转动，细绳 $O'N$ 与竖直方向的夹角变大



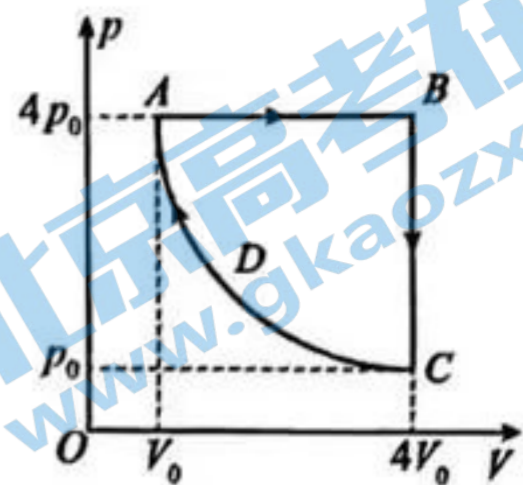
3. 如图所示，质量均为 m 的物块 P 与物块 Q 之间拴接一轻弹簧，静止在光滑的水平地面上，弹簧恰好处于原长。现给 P 物体一瞬时初速度 v_0 ，以下说法正确的是

- A. 运动的过程中，物体 P 的最小速度为 $\frac{v_0}{2}$
 B. 运动的过程中，物体 Q 的最大速度为 $\frac{v_0}{2}$
 C. 弹簧的弹性势能最大为 $\frac{1}{2}mv_0^2$
 D. 弹簧的弹性势能最大为 $\frac{1}{4}mv_0^2$



4. 一定质量的理想气体从状态 A 依次经过状态 B 、 C 和 D 后又回到状态 A 。其中 $C \rightarrow L \rightarrow A$ 为等温过程。该循环过程如图所示，下列说法正确的是

- A. $A \rightarrow B$ 过程中，气体对外做功与从外界吸收的热量相等
- B. $B \rightarrow C$ 过程中，单位时间单位面积气体撞击器壁的个数减小
- C. 状态 A 气体分子平均动能大于状态 C 的气体分子平均动能
- D. 气体状态变化的全过程中，气体对外做的功大于该图像围成的面积

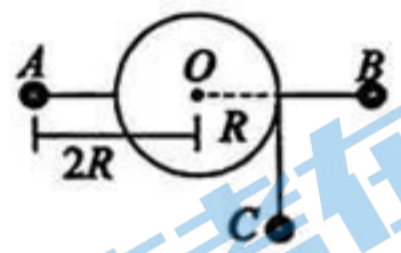


5. 将一篮球以速度 v_0 竖直上抛，上升到最高点后回到出发位置。篮球在运动的过程中受到的阻力大小保持不变，则下列说法正确的是

- A. 篮球上升的时间等于下降的时间
- B. 篮球上升的时间大于下降的时间
- C. 篮球上升的时间小于下降的时间
- D. 没有具体数据无法计算

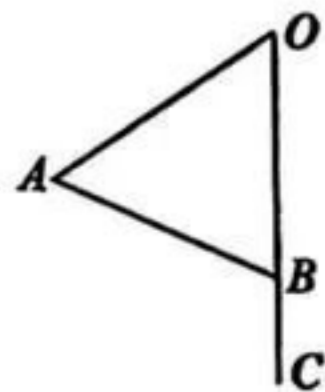
6. 如图所示，鼓形轮的半径为 R ，可绕固定的光滑水平轴 O 转动。在轮上沿直径方向固定两根直杆，杆上分别固定有小球 A、B，两球与 O 的距离均为 $2R$ 。在轮上绕有长绳，绳上悬挂着小球 C。已知三个小球质量相等，绳与轮之间无相对滑动，忽略鼓形轮、直杆和长绳的质量，不计空气阻力，重力加速度为 g 。开始 A、B 两小球与鼓形轮圆心等高，两球从静止开始运动，带动鼓形轮转动。在 B 球顺时针转动到最低位置的过程中（三球在转动过程中不相碰）。以下说法正确的是

- A. 同一时刻 A 球的角速度大小是 C 球的两倍
- B. 重力对 B 球做功的瞬时功率一直增大
- C. 杆对 B 球不做功，B 球机械能守恒
- D. B 球转动到最低位置时的速度大小为 $v = \frac{2}{3}\sqrt{\pi g R}$



7. 如图所示，在竖直平面内存在匀强电场，OAB 是正三角形，边长为 l ，OC 长为 $\frac{3}{2}l$ 且沿竖直方向。将一个质量为 m 、电荷量绝对值为 q 的带电小球以 $\frac{3}{8}mgl$ 的初动能从 O 点抛出，运动到 A 点的动能为 $\frac{9}{8}mgl$ ，运动到 C 点的动能为 $\frac{9}{4}mgl$ ，已知重力加速度为 g ，以下说法正确的是

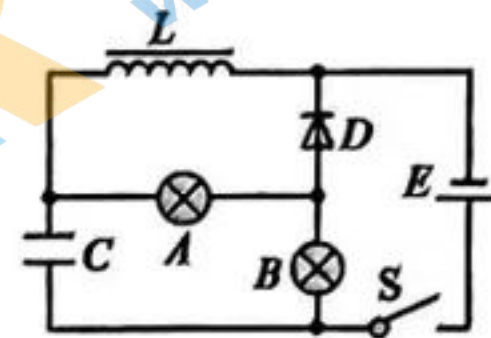
- A. 带电小球由 O 到 A 的过程，电场力做功为 $-\frac{1}{4}mgl$
- B. 电场强度的大小 $E = \frac{\sqrt{3}mg}{6q}$
- C. 电场强度的方向由 O 指向 C
- D. 带电小球由 O 到 B 的过程，电场力做功为 $-\frac{1}{4}mgl$



二、选择题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. 在如图所示的电路中，A、B 是两个完全相同的灯泡，C 是电容足够大的电容器，D 是理想二极管，L 是一个自感系数较大的线圈，且 L 的直流电阻与灯泡的电阻相同。下列说法正确的是

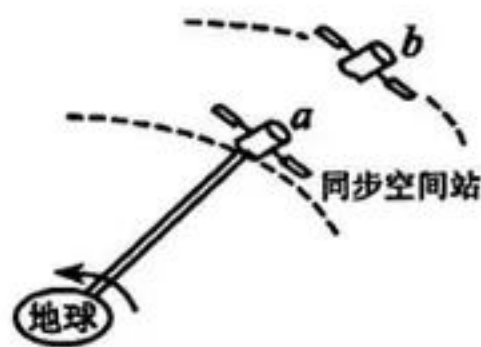
- A. 开关闭合后，灯泡 A 会闪亮一下
- B. 开关闭合后，电路接通稳定后，流过灯泡 A 的电流是流过灯泡 B 的电流的一半
- C. 电路接通稳定后，断开开关 S，A 灯会闪亮一下，然后逐渐熄灭
- D. 电路接通稳定后，断开开关 S，在灯熄灭前，L 中不会产生自感电动势



9. 太空电梯的原理并不复杂，与生活中的普通电梯十分相似。只需在地球同步轨道上建造一个空间站，并用某种足够长也足够结实的“绳索”将其与地面相连，在引力和向心加速度的相互作用下，绳索会绷紧，宇航员、乘客以及货物可以通过电梯轿厢一样的升降舱沿绳索直入太空，这样不需要依靠火箭、飞船这类复杂航天工具。如乙图所示，假设有一长度为 r 的太空电梯连接地球赤道上的固定基地与同步空间站 a ，相对地球静止，卫星 b 与同步空间站 a 的运行方向相同，此时二者距离最近，经过时间 t 之后， a 、 b 第一次相距最远。已知地球半径 R ，自转周期 T ，下列说法正确的是

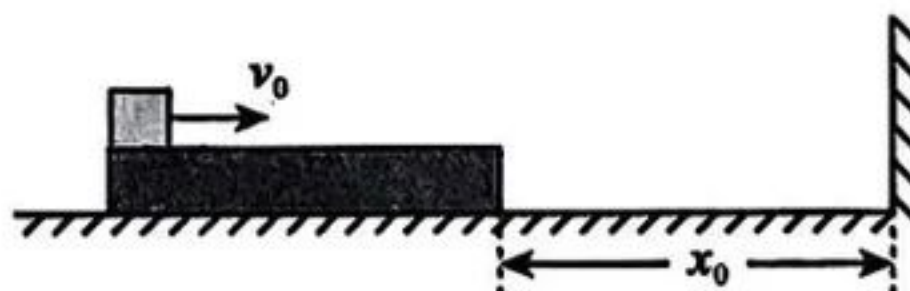


甲



乙

- A. 太空电梯各点均处于失重状态
 - B. b 卫星的周期为 $\frac{Tt}{2t-T}$ 全科试题免费下载公众号《高中僧课堂》
 - C. 太空电梯上各点线速度与该点离地球球心距离成正比
 - D. 太空电梯上各点线速度的平方与该点离地球球心距离成正比
10. 如图所示，足够长的木板静止放在光滑水平面上，木板右端与墙壁相距为 $x_0 = 0.5\text{m}$ ，在木板左端放一个质量为 m 的小物块（可视为质点），与木板的动摩擦因数为 $\mu = 0.2$ ，木板的质量为 M ， $m = 2M$ ，现给小物块一个水平向右的初始速度 $v_0 = 3\text{m/s}$ ，运动过程中，木板与墙壁发生弹性碰撞（碰撞后原速率反弹），重力加速度为 $g = 10\text{m/s}^2$ 。在整个运动过程中，下列说法正确的是



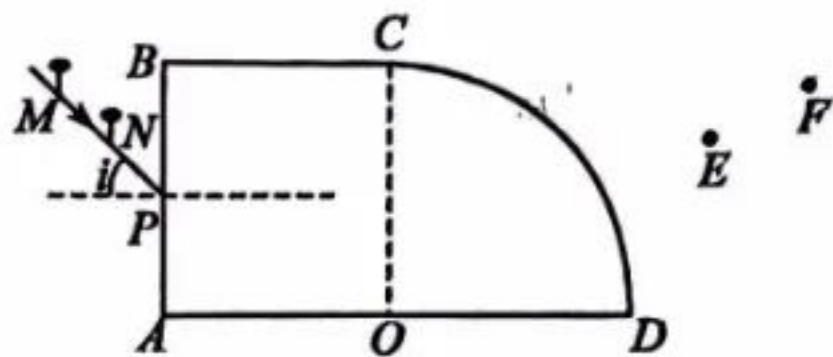
- A. 木板碰墙前，木块的速度大于木板速度
- B. 木板向左运动的最大距离为 0.5m

C. 木板的总路程为 1.5m

D. 木板的总路程为 $\frac{13}{8}$ m

三、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。解答题应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤，只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

11. (6 分) 某实验小组利用一个柱状玻璃砖测量玻璃的折射率，柱状玻璃砖的横截面如图所示，经测量 $OABC$ 为矩形， $OA=10\sqrt{3}$ cm， $AB=20$ cm， OCD 为 $\frac{1}{4}$ 圆。用一细束单色光在图示平面内从 AB 中点 P 以 $i=45^\circ$ 的入射角射入，在 M 、 N 处插针标记入射光的路径在 CD 侧观察并在 E 处插针可挡住 M 、 N 处的针，在 F 处插针可挡住 M 、 N 、 E 处的针。

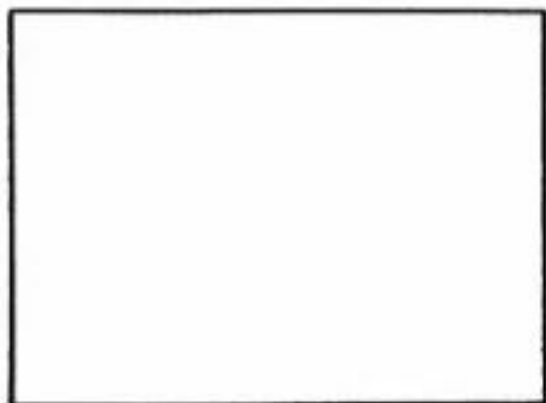


(1) 完成光路图；

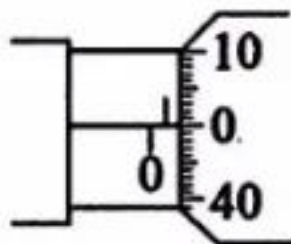
(2) 玻璃的折射率为 _____；

(3) 光线 _____ 在 O 点发生全反射。(填“能”或“不能”)

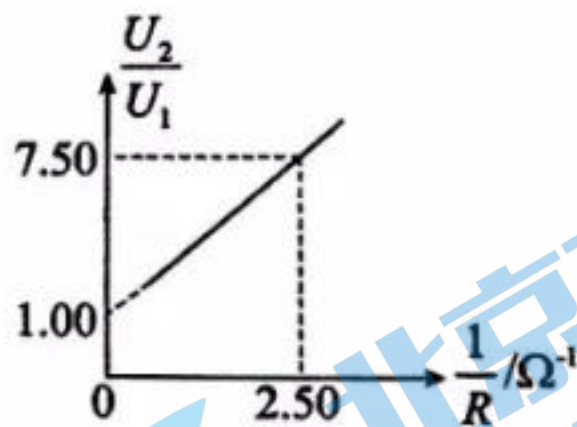
12. (10 分) 实验小组的同学要用所学的电学知识较准确地测量一捆铜线的长度。利用如下器材：量程为 3V 的电压表 V_1 和量程为 15V 的电压表 V_2 (均可视为理想电压表)； R 为阻值范围是 $0\sim 999.9\Omega$ 的电阻箱；电源 $E=20$ V； R_0 为定值电阻 (作为保护电阻)； S 为开关。采用如下步骤完成实验：



甲



乙



丙

(1) 在图甲所示的矩形框内设计电路来较准确测量这捆铜线的电阻 R_x ；

(2) 先用螺旋测微器测量该铜线的直径 $d=$ _____；

(3) 这捆电线的阻值表达式为 $R_x=$ _____； _____ (表达式中各物理量的含义)。

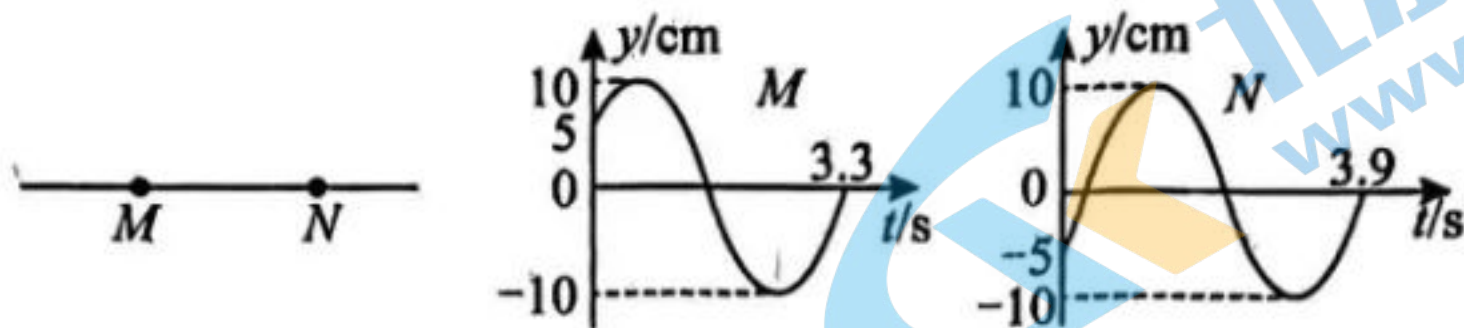
(4) 改变电阻箱的阻值 R ，记下多组 R 、 U_1 、 U_2 的示数，计算出每一组 $\frac{U_2}{U_1}$ 的值，作

出 $\frac{U_2}{U_1} - \frac{1}{R}$ 图像如图丙所示。

(5) 已知这捆铜线材料的电阻率为 $\rho=2.00\times 10^{-8}\Omega\cdot m$ ，则这捆铜线的长度为

$L=$ _____ m (结果保留三位有效数字)。

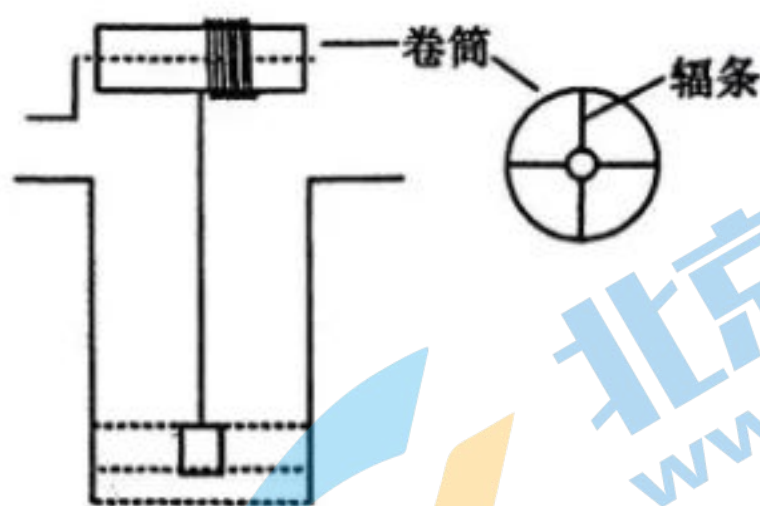
13. (10分) 一列简谐横波沿水平方向向右传播, 在该波上有 M 、 N 两质点, 平衡位置间距为 3m 。从某时刻开始计时, 两质点的振动图像如图所示, 若 M 、 N 两质点平衡位置间的距离小于该简谐横波的波长, 试求: 该简谐横波的传播周期和波速。



14. (13分) 如图甲, 辘轳是古代民间提水设施, 由卷筒、支架、井绳、水斗等部分构成。图乙为提水设施工作原理简化图, 某次需从井中汲取 $m=2\text{kg}$ 的水, 高度为 $d=0.5\text{m}$ 的薄壁水斗的质量为 $m_0=0.5\text{kg}$, 井中水面与井口的高度差为 $H=10.5\text{m}$ 。 $t=0$ 时刻, 厚度不计, 质量为 $M=0.5\text{kg}$ 卷筒由静止开始绕中心轴转动, 装满水的水斗到达井口前已做匀速运动, 人转动卷筒到最大功率 $P=900\text{W}$, 不计辐条、井绳的质量和转动轴处的摩擦, 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$, 求:



甲

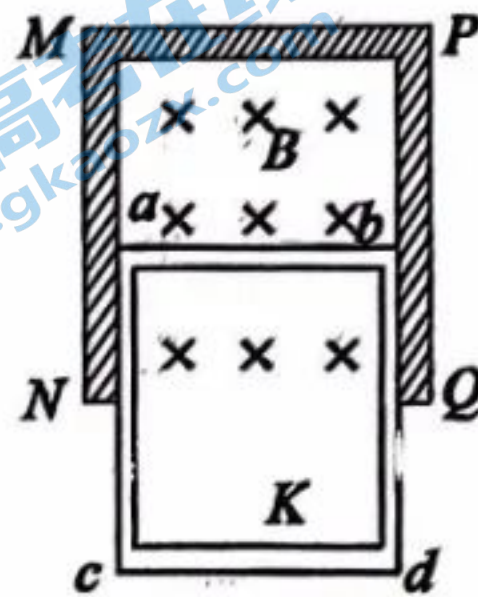


乙

- (1) 若水斗先以加速度 $a=2\text{m/s}^2$ 匀加速上升, 匀加速运动的最大速度 v_1 的大小;
- (2) 空水斗从水斗口位于井口处由静止释放并带动卷筒自由转动, 求水斗落到水面时的速度大小 v ;
- (3) 水斗从图示位置缓慢上升高度 $H=10.5\text{m}$, 忽略提水过程中水面高度的变化, 考虑水斗在水中所受浮力, 求此过程中人做的功 W 。

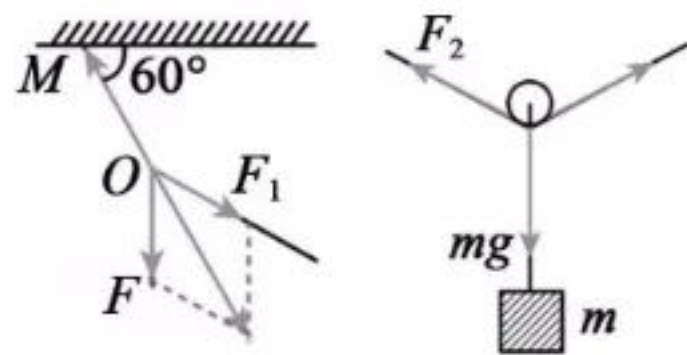
15. (15分) 沿竖直方向有光滑绝缘导轨框 $NMPQ$ 。导轨框内侧安装电磁铁(图中未画出), 能产生垂直于导轨平面的匀强磁场, 磁场的磁感应强度为 B 。导轨框内的滑块 K 由高强度绝缘材料制成, 滑块 K 上绕有闭合矩形线圈 $abcd$, 线圈的 ab 边和 cd 边电阻均为 R , 其余电阻忽略不计, 匝数为 n , ab 边长为 L 。整个装置从与地面相距 H 的高度下落与地面碰撞后, 滑块 K 立即停下, 此后在线圈与磁场的作用下使导轨框 $NMPQ$ 减速。导轨框 $NMPQ$ 的总质量为 m , 地球表面的重力加速度为 g , 不计空气阻力, 滑块 K 以及线圈 $abcd$ 的质量忽略不计。

- (1) 求滑块刚停止运动时, 导轨框 $NMPQ$ 加速度大小;
- (2) 若导轨框 $NMPQ$ 向下移动距离 H 后速度为零, 则此过程中线圈 $abcd$ 中通过的电量和产生的焦耳热各是多少?



1. D 【解析】镭在衰变过程中发射出的射线 X 是 α 粒子，根据左手定则可知，射线 3 带正电，为 α 射线，A 错误；半衰期是统计规律，少量原子核衰变时是随机的，不遵从统计规律，B 错误；Ra 的结合能大于 Rn 的结合能，Ra 的比结合能小于 Rn 的比结合能，C 错误，D 正确。

2. A 【解析】对轻绳 OP 结点 O 受力分析，如图所示，根据共点力平衡及几何关系，合力正好平分两个分力的夹角，可得 $F = F_1$ ，对滑轮受力分析得 $F_2 = mg$ ，根据轻绳拉力特点可知， $F_1 = F_2$ ，则 $F = mg$ ，A 正确。当 F 与 OM 垂直



时，F 最小为 $\frac{1}{2}mg$ ，B 错误；使 OP 绳以 O 点为圆心顺时针转动，滑轮所受合力一直为零，保证 O 点位置不变，物体一直处于平衡态的情况下，细绳 O'N 与竖直方向的夹角不变。CD 不正确。

3. D 【解析】弹簧压缩到最短时，P、Q 共速， $mv_0 = 2mv$ ，弹簧的弹性势能最大，

$$E_P = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}2mv^2 = \frac{1}{4}mv_0^2, \text{ C 错误, D 正确; 弹簧恢复原长时, 由动量守恒}$$

$$mv_0 = mv_1 + mv_2, \text{ 由动能不变, } \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2, \text{ 经计算可知, Q 的速度最大}$$

$$v_Q = v, \text{ P 的速度最小, } v_P = 0. \text{ AB 错误.}$$

4. B 【解析】A→B 过程中，气体压强不变，体积变大，温度升高，气体从外界吸收的热量大于对外做功，选项 A 错误；B→C 过程中，气体体积不变，压强减小，温度降低，气体的平均速率减小，单位时间单位面积气体撞击器壁的个数减小，选项 B 正确；状态 A 和状态 C，气体的温度相同，则气体分子平均动能相同，选项 C 错误；根据 $W = p\Delta V$ 可知，A→B 气体对外做的功 $W_1 = 4p_0(4V_0 - V_0) = 12p_0V_0$ ，B→C 气体体积不变，则 $W_2 = 0$ ，C→A 气体体积减小，外界对气体做的功 $W_3 = -p\Delta V$ ，其值等于曲线与横轴围成的面积，则气体状态变化的全过程中，气体对外做的功等于该图像围成的面积，选项 D 错误。

5. C 【解析】篮球上升时， $mg + f = ma_1$ ，篮球下降时， $mg - f = ma_2$ ，经计算可知，

$$a_1 > a_2, \text{ 由 } h = \frac{1}{2}at^2 \text{ 可知, 篮球上升的时间小于下降的时间, C 正确.}$$

6. D 【解析】由题意可知，A、C 的角速度大小相等，A 错误；杆在水平位置时，重力对 B 球做功的瞬时功率为零，杆在竖直位置时，B 球的重力方向和速度方向垂直，重力对 B 球做功的瞬时功率也为零，但在其他位置时，重力对 B 球做功的瞬时功率不为零，因此，重力对 B 球做功的瞬时功率先增大后减小，故 B 错误；设 B 球转动到最低位置时，速度为 v ，A、B 两球的线速度大小相等，同一时刻，A 球的速度大小是 C 球速度大小的两倍，对 A、B、C 三球和杆组成的系统，由机械能守恒定律得

$$mg \frac{\pi}{2}R = \frac{1}{2}2mv^2 + \frac{1}{2}m\left(\frac{v}{2}\right)^2, \text{ 解得 } v = \frac{2}{3}\sqrt{\pi gR}, \text{ 故 D 正确; B 球的重力势能减少量}$$

$$\text{为 } \Delta E_{p\text{减}} = 2mgR, \text{ 动能的增加量 } \Delta E_{k\text{增}} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{2}{9}\pi mgR, \text{ 由于 } \Delta E_{p\text{减}} > \Delta E_{k\text{增}}, \text{ B 球}$$

机械能减少，杆对 B 球做负功，故 C 错误。

7. B 【解析】O 到 A 的过程，根据动能定理 $mg \frac{l}{2} + W = \frac{9}{8}mgl - \frac{3}{8}mgl$ ，解得电场力做功 $W = \frac{1}{4}mgl$ ，A 错误；同理，O 到 C 的过程，根据动能定理 $mg \frac{3l}{2} + W' = \frac{9}{4}mgl - \frac{3}{8}mgl$ ，解得电场力做功 $W' = \frac{3}{8}mgl$ ，则由 O 运动到 B 的过程，解得电场力做功

$\frac{2}{3}W' = \frac{1}{4}mgl$ ，可知 A、B 为等势点，AB 为一条等势线，电场强度的方向垂直 AB，

O 到 A 的过程， $W = \frac{1}{4}mgl = qE \frac{\sqrt{3}}{2}l$ ，所以 $E = \frac{\sqrt{3}mg}{6q}$ ，CD 错误，B 选项正确。

8. AC 【解析】开关闭合后，电容器充电的过程中，灯泡 A 发光，开关闭合且电路稳定时，二极管是导通的，灯泡 A 被短路，电容器上极板带负电，下极板带正电，当开关断开，电容器放电，电流由下极板经电路流向上极板，因为电感线圈对电流的阻碍作用，会有电流通过 A 灯，A 灯会闪亮一下，然后逐渐熄灭，故 AC 正确，B 错误；电容器放电过程中，二极管是导通的，通过 L 中的电流发生变化，产生自感电动势，故 D 错误。

9. AC 【解析】太空电梯各点随地球一起做匀速圆周运动，电梯上各点均处于失重状态，故 A 正确；同步卫星的周期为 $T_a = T$ ，当两卫星 a、b 第一次相距最远时，满足

$\frac{2\pi t}{T_a} - \frac{2\pi t}{T_b} = \pi$ ，解得 $T_b = \frac{2Tt}{2t - T}$ ，故 B 错误；太空电梯相对地球静止，各点角速度相等，各点线速度 $v = \omega R'$ 与该点离地球球心距离成正比，C 正确，故 D 错误。

10. BD 【解析】因 $m = 2M$ ，可知木板最终停在墙壁边，两者的速度都为零，若第一次碰前木板与物块速度相等，设共速时，速度为 v_1 ，则 $mv_0 = (m + M)v_1$ ，得 $v_1 = 2\text{m/s}$ ，

木板变速运动过程中， $\mu mg = Ma$ ，木板的路程 $x_1 = \frac{v_1^2}{2a} = 0.5\text{m}$ ，因为 $x_1 = x_0$ ，故木板

碰墙前恰好与木块共速，A 选项错误；木板再次向左移动的最大距离 $x_2 = \frac{v_1^2}{2a} = 0.5\text{m}$ ，

B 选项正确；碰后木板与物块动量守恒，再一次速度相等时，有 $mv_1 - Mv_1 = (m + M)v_2$ ，

得 $v_2 = \frac{2}{3}\text{m/s}$ ，第二次碰后木板向左移动的最大距离 $x_3 = \frac{v_2^2}{2a} = \frac{1}{9} \times 0.5\text{m}$ ，再一次

速度相等时，有 $mv_2 - Mv_2 = (m + M)v_3$ ，第三次碰后木板向左移动的最大距离为

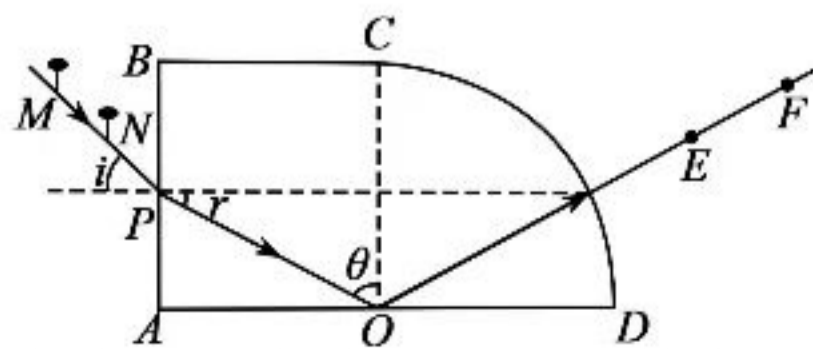
$x_4 = \frac{v_3^2}{2a} = (\frac{1}{9})^2 \times 0.5\text{m}$ ，以此类推木板的总路程为 $x_{\text{总}} = 0.5\text{m} + 2 \times 0.5\text{m} + 2 \times \frac{1}{9} \times$

$0.5\text{m} + 2 \times (\frac{1}{9})^2 \times 0.5\text{m} + \dots = \frac{13}{8}(\text{m})$ ，C 选项错误，D 选项正确。

11. (1) 见解析；(2) $\sqrt{2}$ ；(3) 能（每空 2 分）。

【解析】(1) 光路图如右图所示。

(2) 由图中几何关系可得

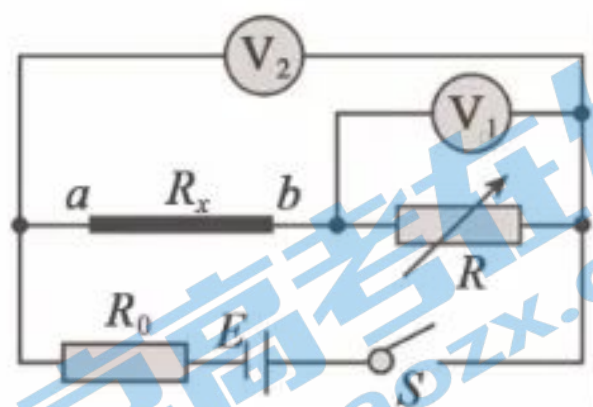


$$OP = \sqrt{PA^2 + OA^2} = 20\text{cm}, \text{ 则有 } \sin r = \frac{PA}{OP} = \frac{1}{2},$$

解得 $r = 30^\circ$, 根据折射定律可知, 玻璃砖的折射率为 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$.

(3) 由图可知, 光束在 O 点的入射角为 $\theta = 90^\circ - r = 60^\circ$, 设光束在 O 点发生全反射的临界角为 C , 则有 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, 可得 $C = 45^\circ < \theta = 60^\circ$, 光束在 O 点发生全反射.

12. (1) 见解析; (2) 1.000mm; (3) $(\frac{U_2}{U_1} - 1)R$; U_1 为电压表 V_1 的示数, U_2 为电压表 V_2 的示数, R 为电阻箱的读数; (5) 1.02×10^2 (每空 2 分).



【解析】(1) a R_x b ; (2) 螺旋测微器读数 1.000mm;

(3) 通过铜线的电流为 $I_x = I_R = \frac{U_1}{R}$, $R_x = \frac{U_2 - U_1}{I_x} = (\frac{U_2}{U_1} - 1)R$.

(5) 改变电阻箱的阻值 R , 记下多组 R 、 U_1 、 U_2 的示数, 每一组数据都满足上式, 整理可得 $\frac{U_2}{U_1} = R_x \frac{1}{R} + 1$, 易知 $\frac{U_2}{U_1} - \frac{1}{R}$ 图像的斜率为 R_x 的阻值,

$$R_x = k = \frac{7.5 - 1.00}{2.50} \Omega = 2.60 \Omega, \text{ 由电阻定律知, } R_x = \rho \frac{L}{S}, S = \pi (\frac{d}{2})^2,$$

$$\text{则 } L = \frac{R_x S}{\rho} = \frac{R_x \pi d^2}{4\rho} = 1.02 \times 10^2 \text{ m. 全科试题免费下载公众号《高中僧课堂》}$$

13. 3.6s; 5m/s.

【解析】 M 质点的振动方程为 $y = 10\sin(\omega t + \alpha)$ (2 分), 将点 $(0, 5)$ 和 $(3.3, 0)$ 代入解得 $y_M = 10\sin(\frac{5\pi}{9}t + \frac{\pi}{6})$ (cm) (1 分), 同理可得 N 质点的振动方程为

$$y_N = 10\sin(\frac{5\pi}{9}t - \frac{\pi}{6})$$
 (cm) (1 分), 因为简谐波沿水平向右传播, 则

$$d = (n + \frac{3}{2\pi})\lambda = (n + \frac{1}{6})\lambda, n = 0, 1, 2, 3, \dots (2 \text{ 分}), \text{ 当 } n = 0 \text{ 时, } \lambda = 18\text{m}, \text{ 波的}$$

$$\text{周期为 } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\frac{5}{9}\pi} \text{ s} = 3.6\text{s} (2 \text{ 分}), \text{ 波的速度为 } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{18}{3.6} \text{ m/s} = 5\text{m/s} (2 \text{ 分}).$$

14. (1) 30m/s; (2) 10m/s; (3) 257.5J.

【解析】(1) 由于 $T - (m + m_0)g = (m + m_0)a$ (2 分),

$$\text{根据上述有 } P = Tv_1 (2 \text{ 分}), \text{ 则有 } v_1 = \frac{P}{(m + m_0)(a + g)} = 30\text{m/s} (1 \text{ 分}).$$

(2) 水斗由静止下落的过程中, 水桶和卷筒组成的系统机械能守恒,

$$\text{则有 } m_0 g(H - d) = \frac{1}{2}(m_0 + M)v^2 (2 \text{ 分}), \text{ 解得 } v = \sqrt{\frac{2m_0 g(H - d)}{m_0 + M}} = 10\text{m/s} (1 \text{ 分}).$$

(3) 设水桶在水中受到的浮力为 $F_{\text{浮}}$ ，桶口运动到井口的过程中，由动能定理得

$$W - (m + m_0)gH + \frac{F_{\text{浮}}}{2}d = 0 \quad (2 \text{分}), \quad F_{\text{浮}} = mg \quad (1 \text{分}), \quad \text{解得}$$

$$W = (m + m_0)gH - \frac{mg}{2}d = 257.5 \text{J} \quad (2 \text{分}).$$

15. (1) $a = \frac{n^2 B^2 L^2 \sqrt{2gH}}{2Rm} - g$; (2) $q = \frac{nBLH}{2R}$, $Q = 2mgH$.

【解析】(1) 滑块刚接触地面时，轨道的速度 $v_0^2 = 2gH$ (2分)， $v_0 = \sqrt{2gH}$ (2分)，

ab 边产生电动势 $E = nBL \sqrt{2gH}$ (2分)， ab 边受到的安培力

$$F_{ab} = nBIL = nB \frac{E}{2R} L = \frac{n^2 B^2 L^2 \sqrt{2gH}}{2R} \quad (2 \text{分}), \quad \text{对轨道由牛顿第二定律}$$

$$F'_{ab} - mg = ma \quad (2 \text{分}), \quad \text{解得 } a = \frac{n^2 B^2 L^2 \sqrt{2gH}}{2Rm} - g \quad (1 \text{分}).$$

(2) 根据能量守恒可知，产热 $Q = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgH = 2mgH$ (2分)，通过截面电量

$$q = n \frac{\Delta\phi}{2R} = \frac{nBLH}{2R} \quad (2 \text{分}).$$