

2024 届高三 9 月“六校”(清中、河中、北中、惠中、阳中、茂中)

联合摸底考试 物理试题

北京高考在线
www.gkooz.com

考生注意：

1. 满分 100 分，考试时间 75 分钟。
2. 考生作答时，请将答案答在答题卡上。选择题每小题选出答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；非选择题请用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上各题的答题区域内作答，**超出答题区域书写的答案无效，在试题卷、草稿纸上作答无效。**
3. 本卷命题范围：高考范围。

一、单项选择题(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个选项符合题目要求。)

1. 核电池寿命长，经常应用在航天领域。某核电池其能量来自钚 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 发生的衰变，反应方程式为 $^{238}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{234}_{92}\text{U} + \text{X}$ 。下列说法正确的是

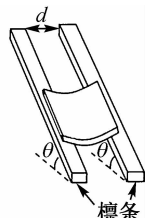
- A. 该衰变为 β 衰变
- B. X 中质子数为 2
- C. 环境温度升高可以加快钚核 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 的衰变
- D. 若一次衰变过程中的质量亏损为 Δm ，则该过程放出的核能为 $\Delta m^2 c$

2. 如图甲所示，用瓦片做屋顶是我国建筑的特色之一。铺设瓦片时，屋顶结构可简化为图乙所示，建筑工人将瓦片轻放在两根相互平行的檩条正中间，若瓦片能静止在檩条上。已知檩条与水平面夹角均为 θ ，瓦片质量为 m ，檩条间距离为 d ，重力加速度为 g ，下列说法正确的是

- A. 瓦片共受到 4 个力的作用
- B. 檩条对瓦片作用力方向垂直檩条向上
- C. 减小檩条的倾斜角度 θ 时，瓦片与檩条间的摩擦力变大
- D. 增大檩条间的距离 d 时，两根檩条对瓦片的弹力都增大



甲



乙

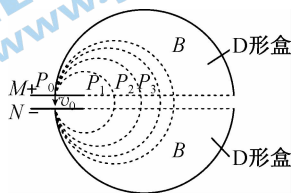
3. 挤气球是小朋友课间很受欢迎的一种游戏，如图所示的是某次两位小朋友在挤气球的图片，在挤气球过程中(未挤破)。假设球内气体的温度不变，可以看成理想气体，下列说法正确的是

- A. 气体对外界做功，气体内能减少
- B. 气体对外界不做功，气体内能不变
- C. 气体的压强不变，气体内能增大
- D. 气体的压强增大，气体内能不变



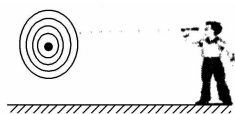
4. 美国物理学家劳伦斯发明了回旋加速器, 为人类在获得高能粒子方面前进了一大步. 如图所示为一种改进后的回旋加速器示意图, 其中盒缝间的加速电场场强大小恒定, 且被限制在 MN 板间, 带正电粒子从 P_0 处以速度 v_0 沿电场线方向射入加速电场, 经加速后进入 D 形盒中的匀强磁场做匀速圆周运动, 经多次回旋加速后从 D 形盒右侧离开. 下列说法错误的是

- A. 带电粒子每运动一周被加速一次
- B. 不作任何改变, 该回旋加速器可以加速其他比荷不同的带正电粒子
- C. 加速粒子的最大速度与 D 形盒的尺寸无关
- D. 仅增大加速电场的电压, 加速粒子的最大速度不变

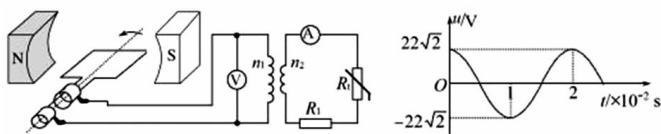


5. 人在距地面高 h 、离靶面距离 L 处, 将质量 m 的飞镖以速度 v_0 水平抛出, 落在靶心正下方, 如图所示. 只改变 h 、 L 、 m 、 v_0 四个量中的一个, 可使飞镖投中靶心的是

- A. 适当减小 v_0
- B. 适当减小 h
- C. 适当减小 m
- D. 适当减小 L



6. 如图甲, 矩形金属线框绕与磁感线垂直的转轴在匀强磁场中匀速转动, 产生的交变电流经理想变压器给负载供电, 原线圈两端的交变电压随时间变化的图像如图乙, 电压表和电流表均为理想电表, R_t 为阻值随温度升高而变小的热敏电阻, R_1 为定值电阻. 则

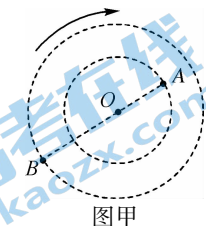


甲

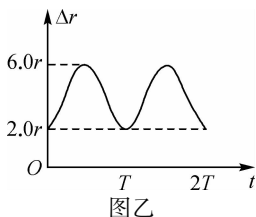
乙

- A. 金属线框的转速为 25 r/s
- B. $t=0.005$ s 时, 电压表读数为 0
- C. R_t 温度升高时, 电流表的示数变大
- D. R_t 温度升高时, 变压器的输入功率变小

7. A、B 两颗卫星在同一平面内沿同一方向绕地球做匀速圆周运动, 如图甲所示. 两卫星之间的距离 Δr 随时间周期性变化, 如图乙所示. 仅考虑地球对卫星的引力, 下列说法正确的是



图甲

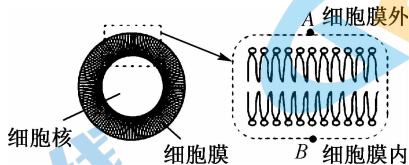


图乙

- A. A、B 的轨道半径之比为 1 : 3
- B. A、B 的线速度之比为 1 : 2
- C. A 的运动周期大于 B 的运动周期
- D. A、B 的向心速度之比为 4 : 1

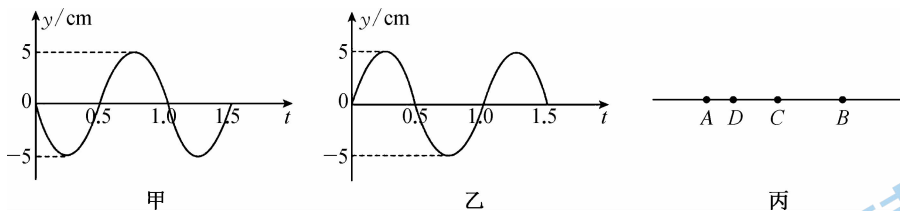
二、多项选择题(本题共 3 小题,每小题 6 分,共 18 分。在每小题给出的四个选项中有多项符合题目要求,全选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

8. 人体的细胞膜由磷脂双分子层组成,双分子层之间存在电压(医学上称为膜电位),使得只有带特定电荷的粒子才能通过细胞膜进入细胞内. 如图初速度为零的正一价钠离子仅在电场力的作用下,从细胞膜外 A 点运动到细胞膜内 B 点,则下列说法正确的是



- A. A 点电势高于 B 点电势
- B. 钠离子的电势能减小
- C. 若膜内的电场可看作匀强电场,钠离子的加速度变大
- D. 若膜电位上升但细胞膜厚度不变,钠离子进入细胞内的速度增大

9. 如图甲、乙分别为两列机械波 I、II 的振动图像, $t=0$ 时刻分别同时从图丙的 A、B 两点开始沿水平方向传播,并在 $t=2$ s 时恰好相遇,已知 A、B 相距 0.8 m,C 为 AB 中点,D 距 A 点 0.15 m,则下列说法正确的是



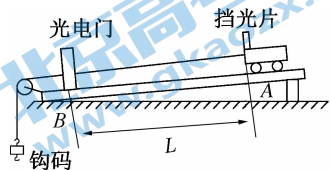
- A. 直线上 A、B 外侧均为振动减弱点
- B. 机械波 II 的波速为 2 m/s
- C. $t=4$ s 内直线上 C 点通过的路程为零
- D. 机械波 I 的波长为 0.2 m

10. 电动平衡车作为一种电力驱动运输载具,被广泛应用于娱乐、代步、安保巡逻等领域. 某人站在平衡车上以初速度 v_0 在水平地面上沿直线做加速运动,经历时间 t 达到最大速度 v_m ,此过程电动机的输出功率恒为额定功率 P . 已知人与车整体的质量为 m ,所受阻力的大小恒为 f . 则

- A. $v_m = \frac{P}{f}$
- B. 车速为 v_0 时的加速度大小为 $\frac{P}{mv_0}$
- C. 人与车在时间 t 内的位移大小等于 $\frac{1}{2} \left(v_0 + \frac{P}{f} \right) t$
- D. 在时间 t 内阻力做的功为 $\frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 - Pt$

三、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分。

11. (6 分)如图所示为“用 DIS 研究物体的加速度与质量关系”的实验装置. 在轨道左侧的 B 点固定光电门,垫高轨道右端,平衡摩擦力. 将连接小车的细线跨过滑轮系住钩码,测出小车静止在 A 点时挡光片的前端与光电门的距离 L ,挡光片的宽度为 $d(L \gg d)$,在 A 点由静止释放小车,由 DIS 测出挡光片通过光电门的时间 Δt .



(1)为了研究小车加速度与质量的关系,本实验采用了控制变量的方法,操作中应保持 _____ 不变;

(2)小车加速度的表达式为 $a = \underline{\hspace{2cm}}$;

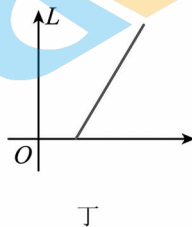
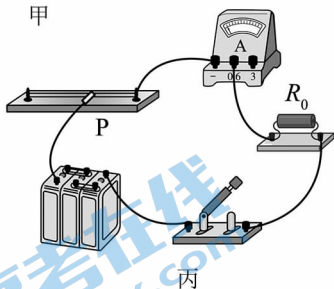
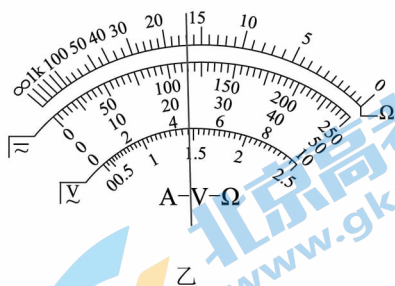
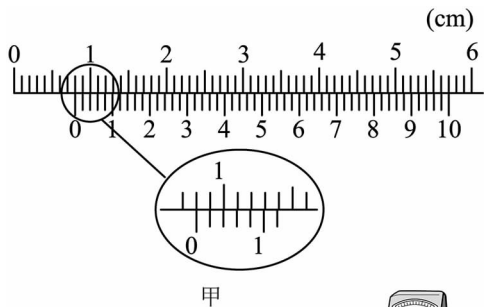
(3)在小车上加载配重片,改变小车总质量, _____ (填“需要”或“不需要”)重新平衡摩擦力,获取多组数据后,进一步探究加速度与质量关系.

12. (9 分)某同学想粗测一段金属丝的电阻率和一内阻为 r 的电源的电动势,实验步骤如下:

①用游标卡尺测量金属丝横截面的直径 d ,其示数如图甲所示.

②用多用电表欧姆挡“ $\times 1$ ”倍率对定值电阻 R_0 的阻值进行测量,正确调零后,指针偏转如图乙所示.

③用如图所示的电路来测量此段金属丝的电阻率, P 是鳄鱼夹,用来调节接入电路中的金属丝的长度 L . 闭合开关,从左向右逐渐改变鳄鱼夹的位置,刻录鳄鱼夹每一个位置对应的金属丝的接入电路的长度 L 以及对应的电流表 A 的示数 I 得到多组 I 和 L 的数据.



(1)图甲中游标卡尺的读数为 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ mm,图乙电表的读数为 $R_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω ;

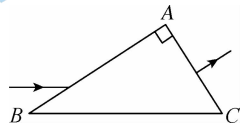
(2)以 L 为纵轴,以 _____ (填“ I ”或“ $\frac{1}{I}$ ”)为横轴,建立平面直角坐标系,根据实验数据在坐标系中描点连线,作出的图象为如图丁所示的倾斜直线;

(3)若图丁中倾斜直线斜率为 k 、截面距为 a ,则电源的电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}}$,金属丝的电阻率 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ (用题目中所给的物理量的符号表示).

13. (10分) 如图所示, 直角三角形 ABC 为一棱镜的横截面, $\angle A=90^\circ$, $\angle B=30^\circ$, $AC=1\text{ m}$. 一束光线平行于底边 BC 射到 AB 边上并进入棱镜, 然后垂直于 AC 边射出.

(1) 求棱镜的折射率;

(2) 若一细光线从距 B 点 $\frac{1}{3}AB$ 处平行于底边 BC 射到 AB 边上并进入棱镜, 求光在棱镜中传播的时间.

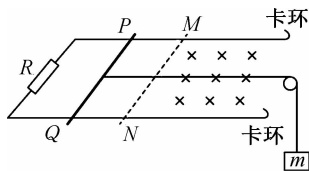


14. (13分) 如图所示, 光滑平行金属导轨固定在水平面上, 导轨间距 $L=0.5\text{ m}$, 左端连接 $R=0.3\ \Omega$ 的电阻, 右端连接一对金属卡环, 导轨间 MN 右侧(含 MN) 存在方向垂直导轨平面向下的匀强磁场, 磁感强度的 $B-t$ 图如图乙所示, 质量为 $m=1\text{ kg}$, 电阻 $r=0.2\ \Omega$ 的金属棒与质量也为 m 的物块通过光滑定滑轮由绳相连, 绳始终处于绷紧状态, PQ 、 MN 到右端卡环距离分别为 17.5 m 和 15 m , $t=0$ 时刻由 PQ 位置静止释放金属棒, 棒与导轨始终接触良好, 滑至导轨右端被卡环卡住不动, 金属导轨、卡环的电阻均不计, g 取 10 m/s^2 . 求:

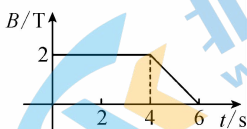
(1) 金属棒进入磁场时的速度;

(2) 金属棒进入磁场时通过导体棒的感应电流;

(3) 在 $0\sim 8\text{ s}$ 时间内电路中产生的焦耳热.



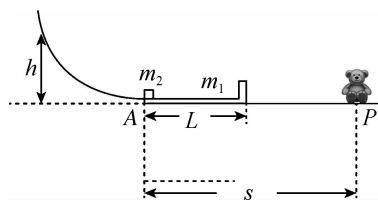
甲



乙

15. (16 分) 某物理兴趣小组设置了一个挑战游戏. 如图所示, 半径为 $R=2.0\text{ m}$ 光滑 $\frac{1}{4}$ 圆弧形轨道末端水平且与放置在水平平台上质量为 $m_1=0.2\text{ kg}$ 的“J”形薄滑板平滑相接, 滑板左端 A 处放置质量为 $m_2=0.3\text{ kg}$ 的滑块, 水平平台上的 P 处有一个站立的玩具小熊. 在某次挑战中, 挑战者将质量为 $m_0=0.3\text{ kg}$ 的小球从轨道上距平台高度 1.8 m 处静止释放, 与滑块发生正碰. 若滑板恰好不碰到玩具小熊则挑战成功. 已知 A、P 间距 $s=2.9\text{ m}$. 滑板长度 $L=1.1\text{ m}$, 滑板与平台间的动摩擦因数 $\mu_1=0.3$, 滑块与滑板间的动摩擦因数 $\mu_2=0.5$, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力. 小球、滑块和玩具小熊均视为质点, 题中涉及的碰撞均为弹性正碰, 重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$.

- (1) 求小球到达轨道最低点时对轨道的压力;
- (2) 求小球与滑块碰后瞬间的速度;
- (3) 试通过计算判定此次挑战是否成功.



参考答案、提示及评分细则

1. B 该衰变为 α 衰变, A 错误; X 为 ^4_2He , 质子数为 2, B 正确; 半衰期不受温度压强影响, C 错误. 若一次衰变过程中的质量亏损为 Δm , 则该过程放出的核能应为 Δmc^2 , D 错误.
2. D 瓦片受重力, 两侧的支持力和摩擦力, 共 5 个力, A 错误; 檩条对瓦片作用力应为支持力与摩擦力的合力, 方向竖直向上, B 错误; 摩擦力等于 $mg\sin\theta$, 减小檩条的倾斜角度 θ 时, 摩擦力减小, C 错误. 檩条对瓦片的两个弹力等大, 合力等于 $mg\cos\theta$, 当增大檩条间的距离 d 时, 两弹力夹角增大, 则两弹力增大, D 正确.
3. D 挤气球的过程, 气球的体积减小, 因此外界对气球做功, AB 错误; 该过程温度不变, 根据气态方程可知: $p_1V_1 = p_2V_2$, V 减小, p 增大, 一定量的理想气体内能只由温度决定, 温度不变, 内能不变, 外界对气体做的功等于气体放出的热量, 故 C 错误, D 正确.
4. C 带电粒子只有经过 MN 板间时被加速, 即带电粒子每运动一周被加速一次. 电场的方向不需改变, 只在 MN 间加速, 所以该回旋加速器可以加速其他比荷不同的带正电粒子, 故 AB 正确; 当粒子从 D 形盒中出来时, 速度最大, 根据 $r = \frac{mv}{qB}$ 得 $v_{\max} = \frac{qBr_0}{m}$, 知加速粒子的最大速度与 D 形盒半径 r_0 有关, 与板间电压无关. 可知增大板间电压, 粒子最终获得的最大速度不变, 故 C 错误, D 正确.
5. D 飞镖飞出后在水平方向做匀速直线运动, 竖直方向做匀加速直线运动; 开始时飞镖落于靶心下方, 说明在飞镖水平方向飞行 L 时, 下落高度较大, 而水平方向 $L = v_0t$, 竖直方向 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 联立可得 $h = \frac{1}{2}g\frac{L^2}{v_0^2}$, 为减小 h , 可以减小 L 或增大 v_0 , 也可以适当提高 h , 故 AB 不符合题意, D 符合题意; 平抛运动规律和物体的质量无关, 故 C 不符合题意.
6. C 由图可知, 交流电的周期为 0.02 s, 则转速为 $n = \frac{1}{T} = 50$ r/s, A 错误; 电压表测量的是有效值, 故示数不为零, B 错误; 温度升高, 热敏电阻阻值减小, 故副线圈回路中消耗的功率 $P = \frac{U^2}{R}$ 增大, 根据 $P = UI$ 可知 I 增大, 电流表的示数变大, C 正确; 输出功率决定输入功率, 故输入功率增大, D 错误.
7. D 由图知 $r_2 - r_1 = 2r$, $r_1 + r_2 = 6r$, 解得 $r_1 = 2r$, $r_2 = 4r$, 所以 A、B 的轨道半径之比为 1 : 2; 设地球质量为 M , 卫星质量为 m , 卫星的轨道半径和线速度分别为 r 、 v . 由 $\frac{GMm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$, 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, A、B 的线速度之比为 $\sqrt{2} : 1$, 故 AB 错误; 由 $\frac{r_1^3}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{T_2^2}$, $r_1 < r_2$ 可知 A 的轨道半径小于 B 的轨道半径, A 的运动周期小于 B 的运动周期, C 错误; 由 $a = \frac{GM}{r^2}$ 可得: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ 即 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{4}{1}$, D 正确.
8. ABD 初速度可视为零的正一价钠离子仅在电场力的作用下, 从图中的 A 点运动到 B 点, 则电场线由 A 到 B, 沿电场线方向电势逐渐降低, 所以 A 点电势大于 B 点电势, 故 A 正确; 钠离子运动过程中电场力做正功, 电势能减小, 故 B 正确; 膜内的电场可看作匀强电场, 故电场强度不变, 故电场力不变, 故加速度不变, 故 C 错误; 根据动能定理可知 $qU = \frac{1}{2}mv^2$, 则膜电位上升时, 钠离子进入细胞内的速度变大, 故 D 正确.
9. ACD 假设两列波传播速度为 v , 则 $2v \times 0.2 \text{ s} = x_{AB}$, 解得 $v = 0.2 \text{ m/s}$, B 错误; 由图甲乙可知两列波的周期均为 1 s, 所以两列波的波长为 $\lambda = vT = 0.2 \text{ m}$, 两列波在 A、B 外侧均相距 $\Delta x = 0.8 \text{ m} = 4\lambda$, 两列波的起振方向相反, 所以直线上 A、B 外侧均为振动减弱点. 故 AD 正确; 两列波传至 C 点所需要的时间为 $t = \frac{0.4 \text{ m}}{0.2 \text{ m/s}} = 2 \text{ s}$, 又因为 C 点与 A、B 两点的距离差相等, 为振动减弱点, 所以 $t = 4 \text{ s}$ 内直线上 C 点通过的路程为零, 故 C 正确.
10. AD 根据题意可知, 当牵引力等于阻力时, 平衡车的速度达到最大值, 由公式 $P = Fv$ 可得, 最大速度为 $v_m = \frac{P}{F} = \frac{P}{f}$, 故 A 正确; 车速为 v_0 时的牵引力为 $F = \frac{P}{v_0}$, 由牛顿第二定律可得 $\frac{P}{v_0} - f = ma$, 解得 $a = \frac{P}{mv_0} - \frac{f}{m}$, 故 B 错误; 在时间 t 内由动能定理: $Pt - fx = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 则 $x = \frac{Pt}{f} + \frac{mv_0^2}{2f} - \frac{mv_m^2}{2f}$, 故 C 错误; 平衡车从 v_0 到最大速度 v_m , 由动能定理得 $Pt + W = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$, 解得在时间 t 内阻力做的功为

$$W = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 - Pt, \text{故 D 正确.}$$

11. (1)钩码重力(2分) (2) $\frac{d^2}{2L(\Delta t)^2}$ (3分) (3)不需要(2分)

解析:(1)本实验采用了控制变量的方法,为了研究小车加速度与质量的关系,操作中应保持合力不变,即保持钩码重力不变;

(2)小车运动到 B 时的速度为 $v = \frac{d}{\Delta t}$,根据运动学公式 $v^2 - 0 = 2aL$,得 $a = \frac{d^2}{2L(\Delta t)^2}$;

(3)加配重片后,小车及配重片合外力仍为 0.

12. (1)8.00(2分) 17.0 或 17(1分) (2) $\frac{1}{I}$ (2分) (3) $\frac{k(R_0+r)}{a}$ (2分) $\frac{\pi d^2(R_0+r)}{4a}$ (2分)

解析:(1)由图甲可知,游标的最小分度为 0.02 mm,且游标第 0 个小格与主尺对齐,则游标卡尺的读数为 $d = 8 \text{ mm} + 0 \times 0.02 \text{ mm} = 8.00 \text{ mm}$;用多用电表欧姆挡“ $\times 1$ ”倍率,由图乙可知,电阻为 $R_0 = 17.0 \times 1 \Omega = 17.0 \Omega$;

(2)根据电阻定律可知,金属丝接入电路的电阻为 $R = \rho \frac{L}{\pi d^2} = \frac{4\rho L}{\pi d^2}$,由闭合回路欧姆定律有 $I = \frac{E}{R + R_0 + r}$,

整理可得 $L = \frac{\pi d^2 E}{4\rho} \cdot \frac{1}{I} - \frac{\pi d^2}{4\rho}(R_0 + r)$,可知, $L - \frac{1}{I}$ 的图像为直线,则以 $\frac{1}{I}$ 为横轴;

(3)由(2)分析,结合 $L - \frac{1}{I}$ 图像可得 $\frac{\pi d^2 E}{4\rho} = k$, $\frac{\pi d^2}{4\rho}(R_0 + r) = a$,解得 $E = \frac{k(R_0 + r)}{a}$, $\rho = \frac{\pi d^2(R_0 + r)}{4a}$

13. 解:(1)光路图及相关量如图所示,光束在 AB 边上折射,由折射定律得

$$\frac{\sin i}{\sin \alpha} = n \quad (1 \text{分})$$

由几何关系可知 $\alpha + \beta = 60^\circ$ (1分)

由几何关系和反射定律得 $\beta = \beta' = \angle B$ (1分)

联立以上各式,代入 $i = 60^\circ$ 得 $n = \sqrt{3}$ (1分)

(2)由 $n = \frac{c}{v}$ (1分)

解得 $v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{3}} \text{ m/s} = \sqrt{3} \times 10^8 \text{ m/s}$ (2分)

由几何关系可知,光在棱镜中的路程为 $l = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ m} + \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m} = \frac{5\sqrt{3}}{6} \text{ m}$ (1分)

故光在棱镜中传播的时间为 $t = \frac{l}{v} = \frac{\frac{5\sqrt{3}}{6}}{\sqrt{3} \times 10^8} \text{ s} \approx 8.3 \times 10^{-9} \text{ s}$ (2分)

14. 解:(1)设棒到达 MN 时的速度为 v ,物块下落的高度为 $h = x_{PQ} - x_{MN} = 2.5 \text{ m}$

这个过程中棒和物块组成的系统机械能守恒 $mgh = \frac{1}{2} \cdot 2mv^2$ (1分)

解得 $v = \sqrt{gh} = 5 \text{ m/s}$ (1分)

(2)设这个过程所用时间为 t_1 ,由运动学公式 $h = \frac{v}{2}t_1$,解得 $t_1 = 1 \text{ s}$ (1分)

由图乙可知此时磁感应强度 $B = 2 \text{ T}$

在 MN 位置进入磁场时感应电动势为 $E = BLv$ (1分)

回路中的电流 $I = \frac{E}{R+r}$ (1分)

解得 $I = 10 \text{ A}$ (1分)

(3)棒进入磁场时安培力 $F = BIL$

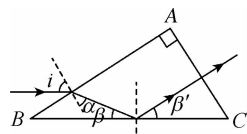
解得 $F = 10 \text{ N} = mg$

进入磁场时,棒受的安培力大小等于物块所受的重力,所以棒在磁场中做匀速直线运动,设在磁场中的运动时间为 t_2 ,由运动学公式 $x_{MN} = vt_2$,解得 $t_2 = 3 \text{ s}$ (1分)

$t_2 + t_1 = 4 \text{ s}$ (1分)

所以棒被卡住的同时磁感应强度 B 开始变化, $0 \sim 4 \text{ s}$ 电路中产生的焦耳热 $Q_1 = I^2(R+r)t_2 = 150 \text{ J}$ (1分)

$4 \sim 6 \text{ s}$,由法拉第电磁感应定律 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t}S = 7.5 \text{ V}$ (1分)



产生的热量 $Q_2 = \frac{E^2}{R+r} t_2 = 225 \text{ J}$ (1分)

6~8 s 没有感应电流产生,产生的热量 $Q_3 = 0 \text{ J}$ (1分)

所以 0~8 s 产生的焦耳热 $Q = Q_1 + Q_2 = 375 \text{ J}$ (1分)

15. 解:(1)根据题意可知,小球从静止释放到 A 点过程中,由动能定理有

$$m_0 gh = \frac{1}{2} m_0 v_0^2$$

解得 $v_0 = 6 \text{ m/s}$ (1分)

小球在 A 点,由牛顿第二定律有 $F_N - m_0 g = m_0 \frac{v_0^2}{R}$ (1分)

解得 $F_N = 8.4 \text{ N}$,由牛顿第三定律可得,小球到达轨道最低点时对轨道的压力大小为 8.4 N ,方向竖直向下 (1分)

(2)根据题意可知,小球与滑块碰撞过程中,系统动量守恒,能量守恒,则有 $m_0 v = m_0 v_1 + m_2 v_2$ (1分)

$$\frac{1}{2} m_0 v^2 = \frac{1}{2} m_0 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \text{ (1分)}$$

解得 $v_1 = 0, v_2 = 6 \text{ m/s}$ (1分)

(3)根据题意可知,滑块以速度 v_2 滑上滑板,滑板所受平台的最大静摩擦力为 $f_1 = \mu_1 (m_1 + m_2) g = 1.5 \text{ N}$

滑板受滑块的滑动摩擦力为 $f_2 = \mu_2 m_2 g = 1.5 \text{ N}$

可知,滑板保持静止不动滑块在滑板上向右匀减速,设滑块滑到滑板右侧时速度为 v_3 ,由动能定理有

$$-\mu_2 m_2 g L = \frac{1}{2} m_2 v_3^2 - \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \text{ (1分)}$$

解得 $v_3 = 5 \text{ m/s}$

滑块与滑板发生弹性碰撞,系统动量守恒和能量守恒,设碰后两者速度分别为 v_4, v_5 ,

则有 $m_2 v_3 = m_2 v_4 + m_1 v_5$ (1分)

$$\frac{1}{2} m_2 v_3^2 = \frac{1}{2} m_2 v_4^2 + \frac{1}{2} m_1 v_5^2 \text{ (1分)}$$

解得 $v_4 = 1 \text{ m/s}, v_5 = 6 \text{ m/s}$

此后,滑块与滑板分别向右做匀加速直线运动和匀减速直线运动,假设在 P 点前两者共速,速率为 v_6 ,对滑块和滑板,分别由动量定理有

$$\mu_2 m_2 g t = m_2 v_6 - m_2 v_4 \text{ (1分)}$$

$$-\mu_2 m_2 g t - \mu_1 (m_1 + m_2) g t = m_1 v_6 - m_1 v_5 \text{ (1分)}$$

解得 $v_6 = 2.25 \text{ m/s}, t = 0.25 \text{ s}$

此过程,滑板位移为 $x_1 = \frac{1}{2} (v_5 + v_6) t = \frac{33}{32} \text{ m} < s - L$ (1分)

滑块位移为 $x'_1 = \frac{1}{2} (v_4 + v_6) t = \frac{13}{32} \text{ m}$

滑块相对滑板向左的位移为 $\Delta x = x_1 - x'_1 = \frac{5}{8} \text{ m} < L$ (1分)

说明滑块未离开滑板,故假设成立,共速后,因 $\mu_2 > \mu_1$,两者相对静止做加速度大小为 $a = \mu_1 g = 3 \text{ m/s}^2$ 的匀减速直线运动直至停止,由公式 $v^2 - v_6^2 = 2ax$ (1分)

可得,两者的位移为 $x_2 = \frac{v_6^2}{2a} = \frac{27}{32} \text{ m}$ (1分)

则有 $x_1 + x_2 = 1.875 \text{ m} > s - L$ 滑块会碰到玩具小熊,故此次挑战不成功. (1分)