

巴中市普通高中 2023 级“零诊”考试

物理模拟试题

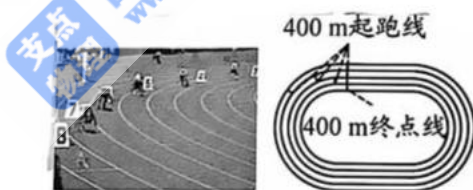
(考试时间:75 分钟 满分:100 分)

注意事项:

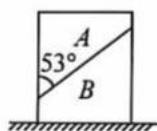
1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

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

1. 如图所示,奥运会 400 m 决赛中,起跑线错开排列,赛道排序从内往外依次为第 1 道、第 2 道……终点在第 1 跑道起跑线所在直线上。发令枪响后所有运动员同时起跑,并在各自的跑道上跑完 400 m。最后第 2 道的运动员获得第一名,第 3 道、第 7 道的运动员获得并列第二名。下列说法正确的是 ()

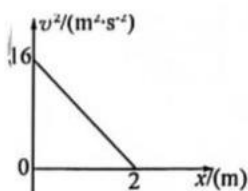


- A. 研究运动员的起跑姿势可以把运动员视为质点
 - B. 运动员通过的路程不相等
 - C. 第 3 道和第 7 道的运动员的平均速度相同
 - D. 第 1 道的运动员的平均速度最小
2. 如图所示,两直角梯形物块 A、B 叠放在一起静置于水平面上,A、B 的斜边与直角边的夹角均为 53° ,A、B 间的动摩擦因数 $\mu > 0.8$ 。现对 A 施加一个竖直向下的缓慢增大的力 F ,下列说法正确的是 ()

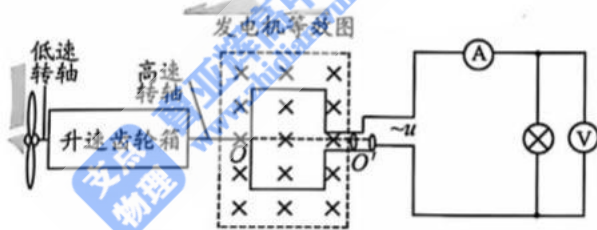


- A. F 增大到某个值时,A 即将相对 B 滑动

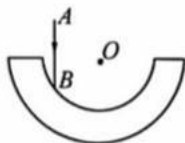
- B. A 对 B 的摩擦力可能沿 AB 接触面向上
 C. 无论 F 多大, A、B 始终静止不动
 D. 地面对 B 的摩擦力水平向左
3. 我国在太空开发领域走在了世界前列. 假设我国航天员乘坐宇宙飞船去探索未知星球, 航天员在星球表面竖直上抛一物体, 物体运动速度的平方随位移变化的 v^2-x 图像如图所示. 设地球质量为 M , 地球表面的重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$, 已知该星球的半径是地球半径的 2 倍, 则该星球的质量为 ()



- A. $1.6M$ B. $6.4M$ C. M D. $0.4M$
4. 位于四川凉山的德昌风电场是四川首座风力发电场, 也是中国首个山谷风力发电场. 某科研小组模拟的风力发电机发电简易模型如图所示, 风轮机叶片通过升速齿轮箱带动发电机线圈在磁感应强度大小 $B=0.2\text{ T}$ 的匀强磁场中绕垂直于磁场的转轴 OO' 匀速转动, 转速为 $\frac{10}{\pi}\text{ r/s}$, 其中矩形线圈匝数为 $N=100$ 匝, 面积为 0.2 m^2 , 线圈总电阻 $r=1\ \Omega$, 小灯泡电阻 $R=9\ \Omega$, 电流表、电压表均为理想表. 下列说法正确的是 ()

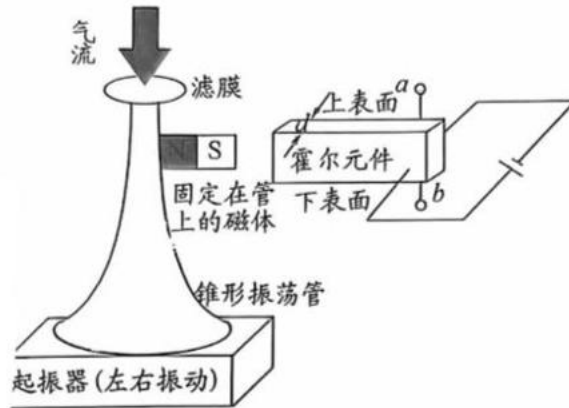


- A. 图示时刻通过线圈的磁通量变化率最大
 B. 线圈从图示位置转过 180° 的过程中, 线圈磁通量改变量为 0
 C. 图示时刻电压表的示数为 80 V
 D. 线圈从图示位置转过 60° 过程中, 通过电流表的电荷量为 0.2 C
5. 如图所示, 由透明介质构成的半球壳的内、外表面半径分别为 R 和 $\sqrt{2}R$, O 点为球心. 一束光线 AB 入射到半球壳内表面, 入射角为 60° , 已知透明介质的折射率 $n=\sqrt{3}$, 不考虑反射, 则光线从外表面射出介质时的折射角的正弦值为 ()

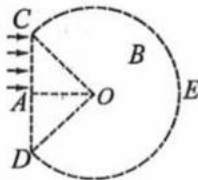


- A. $\frac{\sqrt{6}}{4}$ B. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ C. $\frac{\sqrt{6}}{3}$ D. $\frac{\sqrt{3}}{4}$

6. 如图为微量振荡天平测量大气颗粒物质量的原理简图. 气流穿过滤膜后, 颗粒物附着在滤膜上增加锥形振荡管的质量, 从而改变其固有频率. 起振器从低到高改变振动频率, 记录霍尔元件 a 、 b 端输出的电信号, 从而推测出滤膜上颗粒物质量. 某金属材料制成的霍尔元件宽度为 d , 下列说法正确的是 ()



- A. 若起振器振动频率改变, 锥形振荡管的振动频率不变
- B. 霍尔元件上表面的电势高于下表面的电势
- C. 锥形振荡管左右振动时, 霍尔元件的 a 、 b 端输出交流信号
- D. 霍尔元件的宽度 d 减小, 霍尔电压的最大值增大
7. 如图所示, C 、 D 、 E 为以 O 为圆心、半径为 R 的圆周上的三点, $\angle COD = \frac{\pi}{2}$, A 为 CD 的中点, 在 $OCEDO$ 内充满垂直于纸面向外的匀强磁场 (图中未画出, O 点处也有磁场), 磁感应强度大小为 B . 一群质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子以速率 $v_0 = \frac{qBR}{2m}$ 从 AC 部分垂直于 AC 射向磁场区域, 忽略粒子间的相互作用以及粒子的重力, 只考虑粒子在一次进出磁场中的运动. 下列说法正确的是 ()



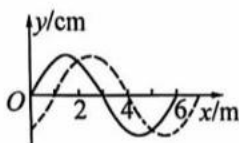
- A. 粒子在磁场中运动的轨道半径为 R
- B. 从 CO 射出磁场的粒子运动时间不同
- C. 粒子在磁场中运动的最长时间为 $\frac{3\pi m}{2qB}$
- D. 粒子可能从圆弧边界射出

二、多项选择题:本题共3个小题,每小题6分,共18分。每小题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. 2023年8月24日,日本向海洋排放福岛第一核电站的核污染水。核污染水中的 $^{210}_{84}\text{Po}$ 发生的核反应方程为 $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + X$,该核反应过程放出的能量为 Q ,已知Po的半衰期约为138天,光在真空中的传播速度为 c 。下列说法正确的是 ()

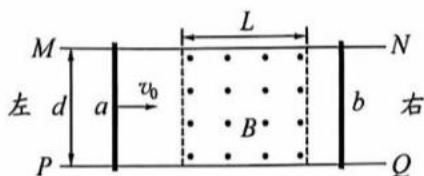
- A. 该核反应属于 α 衰变
- B. 该核反应过程中的质量亏损可以表示为 $m = Qc^2$
- C. n 克化合物 H_2Po 经过一个半衰期后元素Po还剩 $\frac{n}{2}$ 克
- D. 核反应中放出的 X 是原子核内的两个质子和两个中子组成的

9. 某介质中,一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波,在0时刻的波形如图中实线所示,1s时的波形如图中虚线所示。关于该列简谐横波,下列说法正确的是 ()



- A. 波速可能为5 m/s
- B. 介质中质点的振动周期可能为6 s
- C. 介质中质点的振动频率可能为 $\frac{5}{6}$ Hz
- D. 1.5 s时,平衡位置位于3 m处的质点可能到达波峰

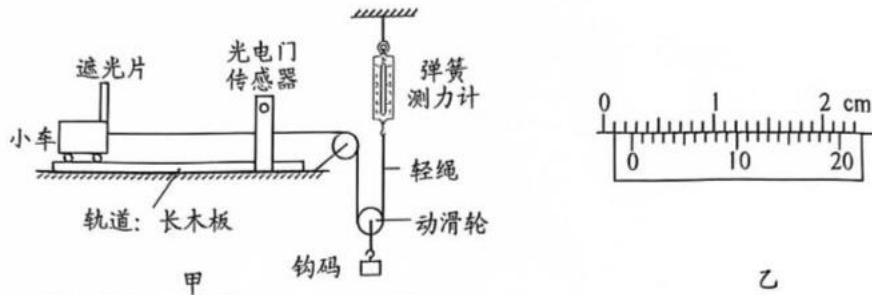
10. 如图,足够长的间距 $d = 0.5 \text{ m}$ 的平行光滑金属导轨 MN 、 PQ 固定在水平面内,导轨间存在一个宽度 $L = 1 \text{ m}$ 的匀强磁场区域,磁感应强度大小为 $B = 2 \text{ T}$,方向如图所示。一根质量 $m_a = 0.1 \text{ kg}$,阻值 $R_a = 2 \Omega$ 的金属棒 a 以 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 的初速度从左端开始沿导轨滑动,另一根阻值 $R_b = 3 \Omega$ 的金属棒 b 静止在导轨上,两金属棒始终与导轨垂直且接触良好。导轨电阻不计,则 ()



- A. 金属棒 a 刚进入磁场时,金属棒 a 两端的电压为4 V
- B. 金属棒 a 不能穿过磁场区域
- C. 金属棒 a 刚穿出磁场区域时的速度大小为8 m/s
- D. 金属棒 a 在磁场中运动的过程中,金属棒 b 上产生的焦耳热为1.08 J

三、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分.其中第 13~15 小题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤;有数值计算时,答案中必须明确写出数值和单位.

11. (6 分)某同学设计了如图甲所示的实验方案做“探究加速度与物体受力、物体质量的关系实验”.

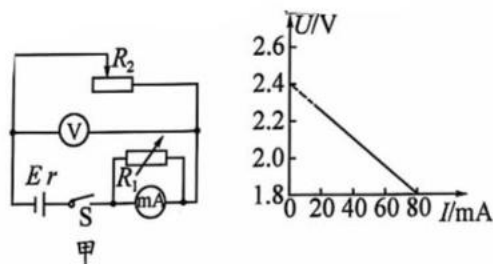


(1)用游标卡尺测出遮光条的宽度,如图所示.遮光条的宽度 $d =$ _____ mm;

(2)细绳一端与小车相连,另一端通过光滑的动滑轮与弹簧测力计相连,将小车从某一位置由静止释放,测出遮光片通过光电门的挡光时间 Δt ,小车静止时的位置到光电门的位移 s ,则小车的加速度 $a =$ _____ (用题上所给字母表示);

(3)若实验时遮光片通过光电门的挡光时间 $\Delta t = 1.3 \text{ ms}$,小车静止时的位置到光电门的位移 $s = 0.5 \text{ m}$,小车的质量 $M = 0.5 \text{ kg}$,弹簧测力计的示数 $F = 4.5 \text{ N}$,重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$,小车与长木板间的动摩擦因数 $\mu =$ _____.

12. (10 分)某同学从一个损坏的小台灯中拆出了一节锂电池,为了测量该锂电池的电动势,该同学设计了如图甲所示的电路,选用的器材如下:



- A. 毫安表 mA(量程为 100 mA,内阻为 4Ω)
- B. 电压表 V(量程为 3 V,内阻很大)
- C. 电阻箱 $R_1(0 \sim 99.9 \Omega)$
- D. 滑动变阻器 $R_2(0 \sim 50 \Omega)$
- E. 待测锂电池(电动势标称值为 3.0 V)
- F. 开关一个、导线若干

(1)由于毫安表 mA 的量程太小,因此实验前需要将其改装成量程为 0.6 A 的电流表,图甲中电阻箱 R_1 应调整为 _____ Ω .

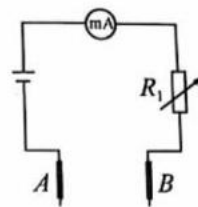
(2) 改变滑动变阻器滑片的位置, 记录两电表的示数, 电压表的示数为 U , 毫安表的示数为 I .

(3) 描点得到如图乙所示的 $U-I$ 图像, 通过分析可知电源的电动势

$E = \underline{\hspace{2cm}}$ V, 电源的内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω . (结果均保留一位小数)

(4) 用该锂电池、电阻箱 R_1 和量程为 100 mA、内阻为 10Ω 的毫安表改装成欧姆表, 如图丙所示, 表笔 A 是 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“红”或“黑”) 表笔, 电阻箱应调至

$\underline{\hspace{2cm}}$ Ω ; 正确使用该欧姆表测量某待测电阻 R_x , 毫安表指针指在 50 mA 处, 则被测电阻 R_x 阻值为 $\underline{\hspace{2cm}}$ Ω .

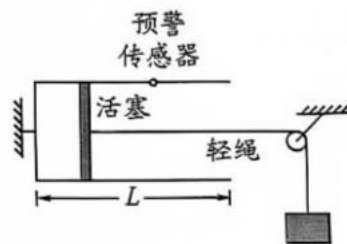


丙

13. (10 分) 如图所示为一超重报警装置示意图, 长度 $L = 0.8 \text{ m}$ 、横截面积 $S = 1 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 、导热性能良好的薄壁容器水平放置, 开口向右. 一厚度不计的轻质活塞将一定质量的理想气体封闭在容器内, 活塞通过水平轻绳跨过滑轮与重物相连. 不挂重物时封闭气体的长度为 $\frac{1}{4}L$, 挂上一质量为 $m = 50 \text{ kg}$ 的重物时活塞右移至预警传感器处, 此时系统刚好发出超重预警且活塞恰好平衡. 已知环境温度为 $T_0 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, 大气压强为 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 不计摩擦阻力. 求:

(1) 预警传感器离容器底部距离 d .

(2) 从刚好发出预警开始, 若环境温度从 $T_0 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ 缓慢降至 $T_1 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$, 该过程中气体内能减少了 $\Delta U = \frac{80}{3} \text{ J}$, 求气体向外界放出的热量 Q .

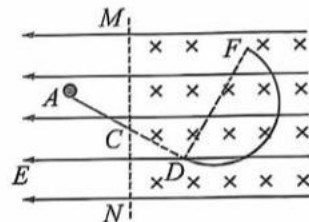


14. (12分) 如图所示, 与水平面成 37° 的倾斜轨道 AC , 其延长线在 D 点与光滑半圆轨道 DF 相切.

半圆轨道的半径 $R=1\text{ m}$, 全部轨道为绝缘材料制成且位于竖直面内. 整个空间存在水平向左的匀强电场, 电场强度 $E=3\text{ V/m}$, MN 的右侧存在垂直纸面向里的匀强磁场 (C 点处于 MN 边界上), 磁感应强度 $B=0.5\text{ T}$. 一质量为 0.2 kg 的带电小球沿轨道 AC 下滑至 C 点, 接着沿直线 CD 运动到 D 处进入半圆轨道, 且能沿半圆轨道通过 F 点, 不计空气阻力, $g=10\text{ m/s}^2$, $\cos 37^\circ=0.8$. 求:

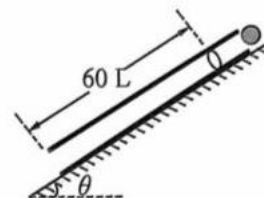
(1) 小球电性和电荷量 q ;

(2) 小球通过 F 点时对轨道的压力大小.



15. (16分) 如图所示, 在倾角 $\theta = 37^\circ$ 的斜面上固定一个长直圆管, 管内有一质量为 m 的薄圆盘静止在管内, 圆管的长度为 $60L$. 一直径略小于圆管内径的光滑小球以初速度 $v_0 = \frac{3}{10}\sqrt{gL}$ 进入圆管, 与圆盘发生碰撞, 小球的质量也为 m . 圆盘受到撞击后向下滑动, 下滑过程中受到圆管对它的滑动摩擦力大小等于圆盘重力的 0.6 倍, 圆盘始终垂直管壁. 小球与圆盘发生的碰撞为弹性碰撞且碰撞时间极短. 不计其他阻力, 重力加速度大小为 g , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$. 求:

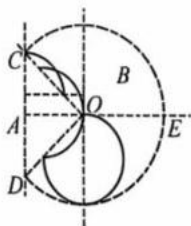
- (1) 第一次碰撞后瞬间, 小球和圆盘的速度大小;
- (2) 第二次碰撞前瞬间, 小球重力的功率;
- (3) 小球在管中运动的过程中, 小球与圆管碰撞的次数.



巴中市普通高中 2023 级“零诊”模拟考试

物理参考答案

1. D 【解析】研究运动员的起跑姿势不能把运动员视为质点, A 错误; 运动员通过的路程都是 100 m, B 错误; 平均速度 = 位移/时间, 第 3 道运动员的位移小于第 7 道运动员的位移, 时间相等, C 错误; 第 1 道的运动员位移是 0, 平均速度是 0, D 正确.
2. C 【解析】对 A 受力分析, 因 $\mu > 0.8$, $(F + mg)\sin 37^\circ < \mu(F + mg)\cos 37^\circ$, 故 A 相对 B 静止, A 错误; A 对 B 的摩擦力沿 AB 接触面向下, B 错误; A 对 B 的作用力竖直向下, 故 A、B 始终静止不动, C 正确; 对 A、B 整体受力分析, 得地面对 B 的摩擦力为 0, D 错误.
3. A 【解析】由竖直上抛公式 $v^2 = v_0^2 - 2ax$ 和图像知, 星球表面的重力加速度 $g_{星} = 4 \text{ m/s}^2$, 根据公式 $\frac{GMm}{R^2} = mg$ 可得 $M = \frac{gR^2}{G}$, 则 $\frac{M_{星}}{M} = \frac{g_{星}}{g} \left(\frac{R_{星}}{R}\right)^2 = \frac{4}{10} \times 2^2 = 1.6$, A 正确.
4. D 【解析】图示时刻通过线圈的磁通量变化率为 0, A 错误; 线圈从图示位置转过 180° 的过程中, 线圈磁通量改变量不为 0, B 错误; 电动势的最大值 $E_m = NBS\omega$ 且 $\omega = 2\pi n$, 得 $E_m = 80 \text{ V}$, 电压表的示数为路端电压的有效值, C 错误; 从图示位置开始, 线圈转过 60° 过程中, 磁通量的变化量 $\Delta\Phi = BS - BS\cos 60^\circ$ 根据法拉第电磁感应定律 $\bar{E} = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, 闭合电路欧姆定律 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r}$, 电流强度定义 $\bar{I} = \frac{q}{\Delta t}$, 联立解得 $q = 0.2 \text{ C}$, D 正确.
5. A 【解析】设光线 AB 在内表面的人射角为 i , 折射角为 r ; 在外表面的人射角为 α , 折射角为 β , 由 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ 得 $r = 30^\circ$, 由正弦定理 $\frac{R}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{2}R}{\sin(180^\circ - r)}$ 得 $\sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{4}$, 再由 $n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$ 得 $\sin \beta = \frac{\sqrt{6}}{4}$. 故选 A.
6. D 【解析】锥形振荡管的振动频率等于起振器振动频率, 所以起振器振动频率改变, 锥形振荡管的振动频率也改变, A 错误; 霍尔元件中的电子受向上的洛伦兹力, 上表面的电势低于下表面的电势, B 错误; 锥形振荡管左右振动时, 霍尔元件的 a、b 端输出的电流方向不会改变, 则会输出直流信号, C 错误; 设电源电动势为 E , 霍尔元件长度为 a , 高度为 h , 根据平衡条件 $qvB = q \frac{U_H}{h}$ 可得 $U_H = Bhv$, 其电阻 $R = \rho \frac{d}{ah}$, 电流微观表达式 $I = neahv$, 可得 $v = \frac{E}{\rho dne}$, 联立 $v = \frac{E}{\rho dne}$, $U_H = Bhv$ 可得 $U_H = Bhv = \frac{BEh}{\rho dne}$, 当 d 增大时, U_H 减小, D 正确.
7. C 【解析】由 $qv_0B = m \frac{v_0^2}{r}$ 可得 $r = \frac{R}{2}$, A 错误; 粒子在磁场中做圆周运动的周期为 T , 则有 $T = \frac{2\pi r}{v_0} = \frac{2\pi m}{qB}$, 由图可知, 部分粒子从 OC 边射入磁场, 又从 OC 边射出磁场, 由对称性可知, 粒子偏转的圆心角为 90° , 时间为 $t_1 = \frac{T}{4} = \frac{\pi m}{2qB}$, B 错误; 沿 AO 入射的粒子, 与磁场圆在最低点内切, 圆心角为 270° , 粒子在磁场中运动的最长时间为 $t_3 = \frac{3T}{4} = \frac{3\pi m}{2qB}$, C 正确; 从图中可知, 粒子不会从圆弧边界射出, D 错误.



8. AD 【解析】该核反应生成物 X 是 ${}^4_2\text{He}$, 故该反应属于 α 衰变, A 正确; 质量亏损为 $m = \frac{Q}{c^2}$, B 错误; n 克化合物 H_2Po 中元素 Po 的质量小于 n 克, 故经过一个半衰期后元素 Po 剩的质量小于 $\frac{n}{2}$ 克, C 错误; ${}^4_2\text{He}$ 是原子核内的两个质子和两个中子组成的, D 正确.

9. BD 【解析】从图中可知波在 $\Delta t = 1$ s 时间内传播的距离 $\Delta x = \left(n + \frac{1}{6}\right)\lambda$ ($n = 0, 1, 2, \dots$), 波速 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 得 $v = (6n + 1)$ m/s. 由 $v = \frac{\lambda}{T}$ 得 $T = \frac{6}{6n + 1}$ s, 由 $f = \frac{1}{T}$ 得 $f = \frac{6n + 1}{6}$, B 正确, A、C 错误. 由 $\Delta x' = v\Delta t'$ 得 $\Delta x' = (9n + 1.5)$ m, 当 $n = 0$ 时 $\Delta x' = 1.5$ m, 位于 1.5 m 的波峰传到 3 m 处, D 正确.

10. CD 【解析】金属棒 a 刚进入磁场时的感应电动势 $E = Bdv$, 感应电流 $I = \frac{E}{R_a + R_b}$, 金属棒 a 两端的电压 $U = IR_a$, $U = 6$ V. A 错误; 设金属棒 a 最终停在距磁场左边界 x 处, 由动量定理可得 $-BI\bar{d}\Delta t = 0 - m_a v_0$, 又根据闭合电路欧姆定律有 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R_a + R_b}$, 根据法拉第电磁感应定律可得 $\bar{E} = \frac{Bd\bar{x}}{\Delta t}$, 联立可解得 $x = 5$ m $> L$, 金属棒 a 能穿过磁场区域, B 错误; 由 $-BI\bar{d}\Delta t = mv - mv_0$, $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R_a + R_b}$, $\bar{E} = \frac{Bd\bar{x}}{\Delta t}$ 可得 $v = 8$ m/s, C 正确; 由能量转化与守恒可得回路中产生的总焦耳热 $Q = \frac{1}{2}m_a v_0^2 - \frac{1}{2}m_a v^2$, 金属棒 b 上产生的焦耳热 $Q_b = \frac{3}{5}Q = 1.08$ J, D 正确.

11. (1) 2.60 mm (2) $\frac{d^2}{2s(\Delta t)^2}$ (3) 0.5

【解析】(1) 遮光条的宽度为 $d = 2$ mm $+ 12 \times 0.05$ mm $= 2.6$ mm

(2) 小车通过光电门的速度 $v = \frac{d}{\Delta t}$, 再由运动学公式 $s = \frac{v^2}{2a}$, 得到 $a = \frac{d^2}{2s(\Delta t)^2}$.

(3) 由牛顿运动定律和小车得受力分析得 $F - \mu Mg = Ma$, 解得 $\mu = 0.5$.

12. (1) 0.8 (3) ~~2.4 V~~ 0.6 Ω (4) 红表笔 13.4 Ω 24 Ω

【解析】(1) 根据串并联特点有 $I_A = I_{mA} = \frac{I_{mA} r_{mA}}{R_1}$ 解得 $R_1 = 0.8$ Ω , 即图甲中电阻箱 R_1 应调整为 0.8 Ω .

(3) 毫安表 mA 与电阻箱 R_1 并联后的电阻为 $R_A = \frac{R_1 r_{mA}}{R_1 + r_{mA}} = \frac{0.8 \times 4}{0.8 + 4} = \frac{2}{3}$ Ω , 则根据闭合电路欧姆定律有 $E = U + 6I(R_A + r)$.

结合图像有 $E = 2.4$ V, $\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{2.4 - 1.8}{0.08} = 6(R_A + r)$, 可得 $r \approx 0.6$ Ω .

(4) 根据欧姆表中电流由红表笔流入, 黑表笔流出, 由图丙可知, 表笔 A 是红表笔.

欧姆调零时, 根据闭合回路欧姆定律有 $I_g = \frac{E}{R_A + R_1 + r}$, 解得 $R_1 = 13.4$ Ω .

由闭合回路欧姆定律有 $I = \frac{E}{R_{内} + R_x}$, 解得 $R_x = 24$ Ω .

13. (1) $d = 0.4$ m (2) $Q = \frac{100}{3}$ J

【解析】(1) 由题可知, 初始状态

$$p_1 = p_0$$

$$V_1 = \frac{1}{4}LS$$

系统刚好发出超重预警时, 设理想气体的压强为 p_2 , 有

$$p_2 S + mg = p_0 S, P_2 = P_0 - \frac{mg}{S}$$

对理想气体, 由玻意耳定律得

$$P_1 \cdot \frac{L}{4}S = P_2 \cdot dS$$

联立解得

$$d = 0.4 \text{ m}$$

(2) 由盖-吕萨克定律可得

$$\frac{V_2}{T_0} = \frac{V_3}{T_1}$$

$$\text{且 } T_0 = 273 + 27 = 300(\text{K}), T_1 = 273 + 17 = 290(\text{K}), V_2 = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{解得 } V_3 = \frac{58}{15} \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

此过程外界对气体做的功 $W = p_2 \Delta V = p_2 (V_2 - V_3)$

$$W = \frac{20}{3} \text{ J}$$

由热力学第一定律有

$$-\Delta U = -Q + W$$

解得

$$Q = \frac{100}{3} \text{ J}$$

14. (1) $q = 0.5 \text{ C}$ 带正电 (2) $F_N = \frac{50\sqrt{2}}{4} \text{ N}$

【解析】(1) 在 CD 段做直线运动, 分析可知, CD 段受力平衡, 故有

$$qE = mg \tan 37^\circ$$

解得 $q = 0.5 \text{ C}$, 带正电.

(2) 设小球在 CD 段运动的速度为 v_D , CD 段受力平衡, 有

$$qv_D B = \frac{mg}{\cos 37^\circ}$$

解得 $v_D = 10 \text{ m/s}$

小球从 D 运动到 F , 根据动能定理得到

$$-mg \cdot 2R \cos 37^\circ - qE \cdot 2R \sin 37^\circ = \frac{1}{2}mv_F^2 - \frac{1}{2}mv_D^2$$

解得 $v_F = 5\sqrt{2} \text{ m/s}$

小球通过 F 点时受到轨道的弹力为 F_N , 则

$$F_N + \frac{mg}{\cos 37^\circ} + qBv_F = m \frac{v_F^2}{R}$$

$$\text{解得 } F_N = \frac{30 - 5\sqrt{2}}{4} \text{ N}$$

由牛顿第三定律得小球对轨道的压力大小 $F'_N = \frac{30 - 5\sqrt{2}}{4} \text{ N}$.

$$15. (1) v_{A1} = v_{B1} = \frac{3}{10}\sqrt{gL} \quad (2) P = \frac{9}{25}mg\sqrt{gL} \quad (3) 19 \text{ 次}$$

【解析】(1) 设第一次碰撞后瞬间小球的速度为 v_{A1} , 圆盘的速度为 v_{B1} , 由系统动量守恒和总动能相等, 有

$$mv_0 = mv_{A1} + mv_{B1}$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_{A1}^2 + \frac{1}{2}mv_{B1}^2$$

$$\text{解得: } v_{A1} = 0 \quad v_{B1} = \frac{3}{10}\sqrt{gL}.$$

(2) 设从第一次碰撞到第二次碰撞的时间间隔为 t_1 , 小球的加速度为 a , 则

$$mgsin\theta = ma, \text{ 得到 } a = 0.6g$$

$$\frac{1}{2}at_1^2 = v_{B1}t_1$$

$$\text{解得: } t_1 = \sqrt{\frac{L}{g}}$$

第二次碰撞前瞬间, 小球的速度 $v'_{A1} = at_1 = 2v_0$

小球重力的瞬时功率 $P = mgv'_{A1} \sin\theta$

$$\text{得 } P = \frac{9}{25}mg\sqrt{gL}.$$

$$(3) \text{ 第一次碰撞到第二次碰撞之间, 圆盘的位移 } x_1 = v_{B1}t_1 = \frac{3}{10}L$$

设第二次碰后小球的速度为 v_{A2} , 圆盘的速度为 v_{B2} , 由速度交换有

$$v_{A2} = v_{B1} = v_0, v_{B2} = v'_{A1} = 2v_0$$

第二次碰撞到第三次碰撞之间, 圆盘的位移 $x_2 = v_{B2}t_1 = 2x_1$

第三次碰撞前小球的速度 $v'_{A2} = v_{A2} + at_1 = 3v_0$, 圆盘的速度 $v'_{B2} = 2v_0$

第三次碰撞后小球的速度 $v_{A3} = 2v_0$, 圆盘的速度 $v_{B3} = 3v_0$

第三次碰撞到第四次碰撞之间, 圆盘的位移 $x_3 = v_{B3}t_1 = 3x_1$

以此类推, 第 n 次碰撞到第 $n+1$ 次碰撞之间, 圆盘的位移 $x_n = v_{Bn}t_1 = nx_1$

$$n \text{ 次碰撞圆盘的总位移 } S = \frac{n(n+1)}{2}x_1 = \frac{n(n+1)}{2} \cdot \frac{3}{10}L = 60L$$

解得 $n \approx 19.5$

故一共碰撞 20 次.

