

命审单位:六安二中 命审人:张伟龙 孙宇 杨春芳

考生注意:

1. 本试卷满分 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。必须在题号所指示的答题区域作答,超出答题区域书写的答案无效,在试题卷、草稿纸上答题无效。

第 I 卷(选择题 共 48 分)

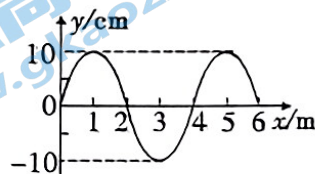
一、选择题:本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项符合题目要求。

1. 以下说法中正确的是

- A. 为纪念牛顿,人们把“力”定为基本物理量,其基本单位为“牛顿”
- B. 理想化模型是把实际问题理想化,忽略次要因素,突出主要因素,例如:点电荷、弹簧振子均是理想化模型
- C. 库仑提出了库仑定律,并最早通过实验测得元电荷的数值
- D. 楞次发现了电流的磁效应,拉开了研究电与磁相互关系的序幕

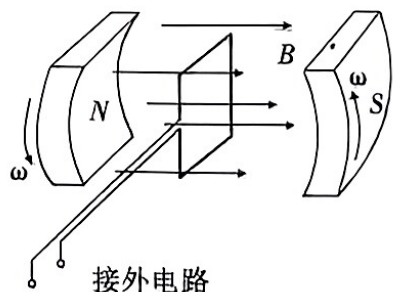
2. 一列简谐横波在 $t=0$ 时的波形图如图所示,介质中 $x=2\text{ m}$ 处的质点 p 沿 y 轴方向做简谐运动的表达式为 $y=10\sin(5\pi t)$ (y 的单位是 cm),则下列说法正确的是

- A. 这列波沿 x 轴负方向传播
- B. 该简谐波的周期为 2.5 s
- C. 这列波的波速为 10 m/s
- D. $t=0$ 时 $x=5\text{ m}$ 处的质点具有正向最大加速度



3. 贯彻新发展理念,我国风力发电发展迅猛,2020 年我国风力发电量高达 4000 亿千瓦时。某种风力发电机的原理如图所示,发电机的线圈固定,磁体在叶片驱动下绕线圈对称轴转动,已知磁体间的磁场为匀强磁场,磁感应强度的大小为 0.20 T ,线圈的匝数为 100,面积为 0.5 m^2 ,电阻为 $0.6\ \Omega$ 。若磁体转动的角速度为 90 rad/s ,线圈中的感应电流为 50 A ,则下列说法中正确的是

- A. 图示时刻通过线圈的磁通量为 10 Wb
- B. 线圈中的感应电动势的有效值为 900 V
- C. 交流电的频率为 $\frac{45}{\pi}\text{ Hz}$
- D. 线圈的输出功率为 1500 W

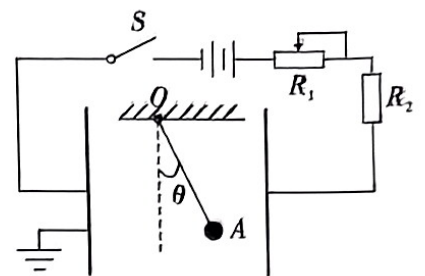


4. 2021年5月,“天问一号”探测器软着陆火星取得成功,迈出了我国星际探测征程的重要一步。火星和地球几乎在同一平面内沿同一方向绕太阳做圆周运动,火星的轨道半径大约是地球的1.5倍;火星的质量约为地球质量的 $\frac{1}{10}$,半径约为地球半径的 $\frac{1}{2}$,根据以上信息可以得出

- A. 火星与地球绕太阳运动的向心加速度之比为4:9
- B. 火星与地球绕太阳运动的线速度之比为 $\sqrt{6}:2$
- C. 当火星与地球相距最近时,两者的相对速度最大
- D. 同一物体在火星表面与在地球表面受到引力的比值为0.2

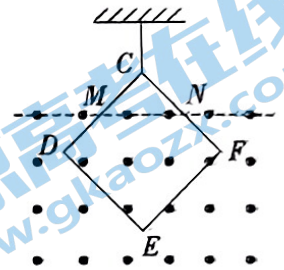
5. 在竖直放置的平行金属板间用长为1.4 m的轻质柔软绝缘的细线拴一质量为 1.0×10^{-2} kg,电荷量为 2.0×10^{-8} C的带电小球(可视为点电荷),细线的上端固定于O点,开关S闭合稳定时小球静止在板间的A点,细线与竖直方向成 $\theta = 37^\circ$,如图所示,A点距右极板的距离为0.15 m,且左极板接地,其中 $\sin 37^\circ = 0.6, g = 10 \text{ m/s}^2$,则

- A. 小球带正电荷
- B. 将图中滑动变阻器 R_1 的滑片向右移,细线与竖直方向的夹角将变小
- C. 将绝缘细线剪断,球将做曲线运动,经0.2 s打到右极板上
- D. S断开后,将右极板向左平移少许(仍在A点的右侧),A点电势不变



6. 如图所示,一不可伸长的细绳上端固定,下端系在边长为0.4 m的单匝正方形金属框CDEF的一个顶点C上,对角线DF水平,其中M、N分别是边CD、CF的中点,M、N连线下方有方向垂直于金属框所在平面的匀强磁场。已知金属框每边的电阻均为 0.035Ω ,在 $t=0$ 到 $t=3.0$ s时间内,磁感应强度大小随时间t的变化关系为 $B(t) = 0.3 - 0.1t$ (T),规定垂直于纸面向外方向为磁场正方向,则下列说法中正确的是

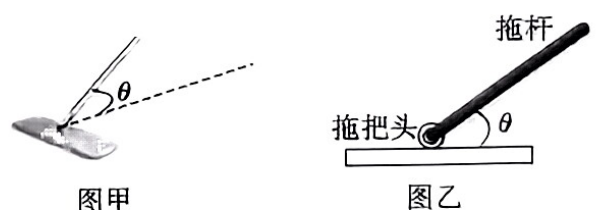
- A. 金属框中产生的感应电流的磁场方向垂直于纸面向里
- B. $t=2.0$ s时金属框中产生的感应电动势 $E = 1.6 \times 10^{-2}$ V
- C. $t=1.0$ s时金属框所受安培力大小为 $4\sqrt{2} \times 10^{-3}$ N
- D. 在 $t=0$ 到 $t=2.0$ s时间内金属框产生的焦耳热为 1.4×10^{-3} J



二、选择题:本题共4小题,每小题6分,共24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,有错选的得0分。

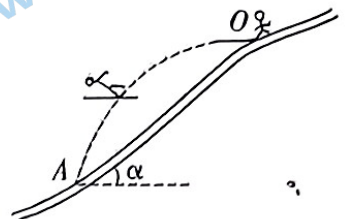
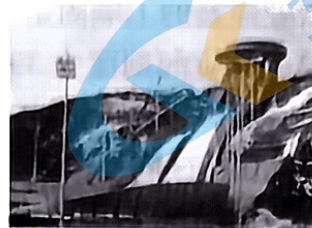
7. 如图甲和乙是暑假里小明同学某次在家里水平地面上拖地的实际图和简化图,拖把是由拖杆和拖把头构成的擦地工具,设拖把头的总质量为 m (包括拖布),拖杆质量可忽略,重力加速度大小为 g ,小明沿拖杆方向向下施加作用力 F 推拖把头,使拖把头在粗糙的地板上向前做匀速直线运动。若拖杆与水平方向的夹角为 θ ,拖把头与地板间的动摩擦因数保持不变,则下列说法正确的是

- A. 拖把头受地面的作用力竖直向上
- B. 拖把头受地面的摩擦力大小为 $F \cos \theta$
- C. 地面与拖把头间的动摩擦因数为 $\frac{F \cos \theta}{mg + F \sin \theta}$
- D. 若仅增大拖杆与水平方向的夹角为 θ ,欲使拖把头仍做匀速直线运动,则必须减小推力



8. 2022年北京冬奥会,跳台滑雪项目的比赛场地别具一格,形似“如意”,该场地被称为“雪如意”,如图甲所示,其赛道的简易图如图乙所示.赛道由曲轨道和倾斜轨道组成,一运动员穿专用滑雪板后总质量为60 kg,在滑雪道上获得一定速度后从跳台O处沿水平方向飞出,在空中飞行一段距离后在斜坡A处着陆,如图所示.假设运动员可视为质点,O、A间视为直道,现测得OA间的距离为40 m,斜坡与水平方向的夹角为 $\alpha=30^\circ$,不计空气阻力,取 $g=10\text{ m/s}^2$,则下列说法正确的是

- A. 运动员在空中运动的时间为2 s
 B. 运动员从O处飞出时的初速度大小为10 m/s
 C. 运动员落在A点时的动能为 $2.1 \times 10^3\text{ J}$
 D. 运动员在从O到A整个运动过程中,距倾



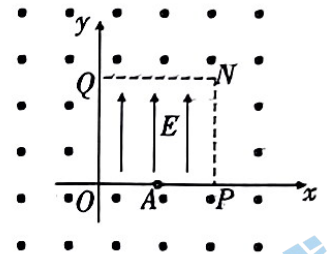
甲

乙

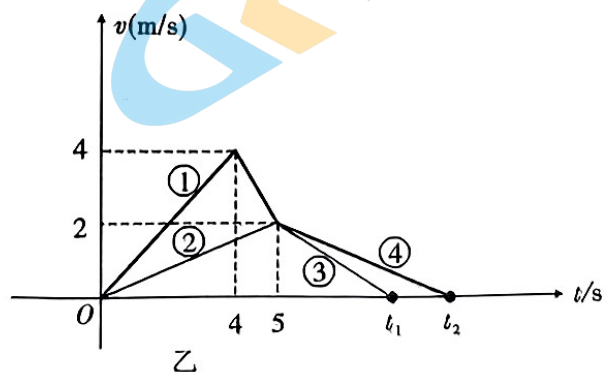
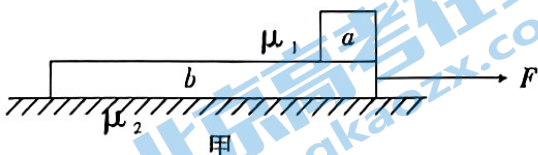
斜直轨道的最大距离为 $\frac{5\sqrt{3}}{2}\text{ m}$

9. 如图所示,在 $0 \leq x \leq 2d, 0 \leq y \leq 2d$ 的区域中,存在沿y轴正方向、场强大小为E的匀强电场,电场的周围分布着垂直纸面向外的恒定匀强磁场.一个质量为m,电量为q的带正电粒子从OP中点A无初速度进入电场(不计粒子重力),粒子从上边界垂直QN第一次离开电场后,垂直NP再次进入电场,则下列说法正确的是

- A. 粒子第一次离开电场的速度大小为 $\sqrt{\frac{2qEd}{m}}$
 B. 粒子在磁场中运动的半径为d
 C. 粒子第二次在电场中运动的位移大小为 $\sqrt{\frac{17}{2}}d$
 D. 磁场的磁感应强度B的大小为 $2\sqrt{\frac{mE}{qd}}$



10. 如图甲所示,粗糙的水平地面上静止一长木板b,其右端静止一小黑煤块a(可视为质点).现用一个水平向右的恒力F作用在长木板的右端,作用一段时间后撤去该力,整个过程煤块、长木板的速度图像如图乙所示,已知小黑煤块与长木板的质量相等,a、b之间的动摩擦因数为 μ_1 ,b与地面间的动摩擦因数为 μ_2 ,小黑煤块a始终没有从长木板b上滑下.重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$.则下列说法正确的是

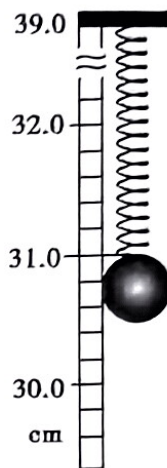


- A. 煤块a的图像是①和④线,长木板的图像是②和③线
 B. $\mu_1=0.04, \mu_2=0.08$
 C. $t_1=\frac{20}{3}\text{ s}$ 时长木板b停下
 D. 最终小煤块a在长木板b上留下的黑色痕迹长6 m

第 II 卷(非选择题 共 52 分)

三、实验题(本题共 2 小题,每空 2 分,共 16 分)

11. 某同学制作了一个“加速度测量仪”,用来测量竖直电梯上、下运行时的加速度,其构造如图所示,将一根轻弹簧的上端固定在竖直放置且带刻度的“U”形光滑小木板上端,已知弹簧上端点对应的刻度为 39.0 cm,当弹簧下端悬挂 1.0 N 重物并静止时,指针指向 31.0 cm 位置,当弹簧下端悬挂 1.2 N 重物并静止时,指针指向 30.0 cm 位置。实际测量时,该同学将此装置固定在运行的电梯内并在弹簧下端悬挂 1.0 N 重物,指针恰指在 31.8 cm 位置,弹簧始终在弹性限度内,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,则

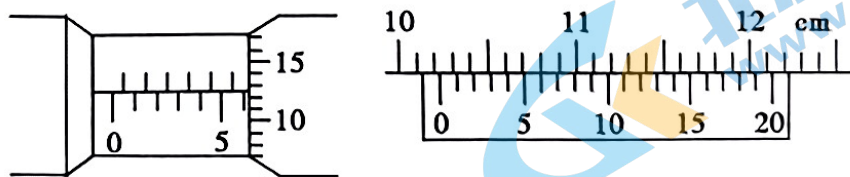


- (1) 该弹簧的劲度系数为 _____ N/m;
- (2) 该弹簧的原长为 _____ cm;
- (3) 实际测量时,竖直电梯运行的加速度大小为 _____ m/s^2 。

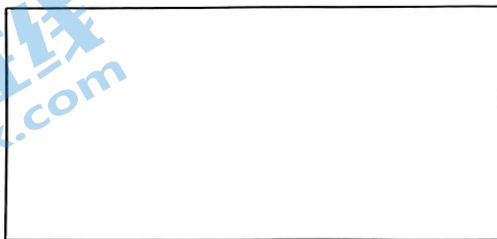
12. 某同学想设计一个测量某金属棒(阻值约为 100Ω)电阻率的实验方案,实验室提供的器材有:

- A. 电流表 A_1 内阻 $R_g = 100 \Omega$,量程为 30 mA
- B. 电流表 A_2 内阻约为 0.4Ω ,量程为 60 mA
- C. 电压表 V 内阻约为 3000Ω ,量程为 15 V
- E. 滑动变阻器 $R(0 \sim 5 \Omega, 2 \text{ A})$
- H. 直流电源(4.5 V, 0.05Ω)
- I. 一个开关和导线若干
- J. 螺旋测微器,游标卡尺

(1) 如图,用螺旋测微器测金属棒直径 d 为 _____ mm;用 20 分度游标卡尺测金属棒长度 l 为 _____ cm。



(2) 请根据题目提供的器材,为尽可能方便、精确测量金属棒的阻值 R_x ,设计出合理的实验电路图:



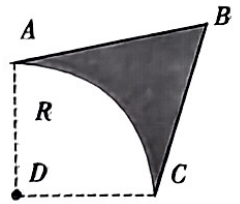
(3) 请根据你设计的正确电路图,求得金属棒电阻的表达式为 $R_x =$ _____。

(如若用到如下数据,请用所给符号表示:电流表 A_1 示数为 I_1 ,电流表 A_2 示数为 I_2 ,电压表示数为 U ,电流表 A_1 内阻为 R_g)

(4) 金属棒电阻率的表达式为 $\rho =$ _____。(用 d, l, R_x 表示)

四、计算题(本题共 3 小题,共 36 分,其中第 13 题 10 分,第 14 题 12 分,第 15 题 14 分,解答需要写出必要的过程,只给出结果的不得分)

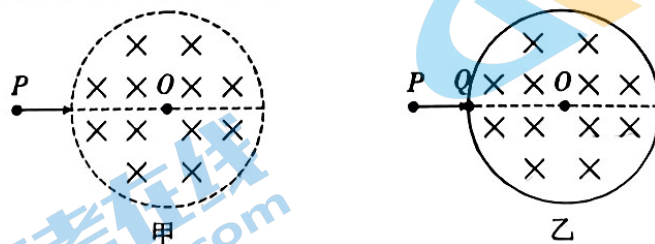
13. (10 分) 如图所示,图中阴影部分 ABC 为一折射率 $n=2$ 的透明材料做成的柱形光学元件的横截面, AC 为一半径为 R 的四分之一圆弧,在圆弧面圆心 D 处有一点光源, $\angle BAD = \angle BCD$, $\angle B = 60^\circ$ 。若只考虑首次从圆弧 AC 直接射向 AB 、 BC 的光线,从点光源射入圆弧 AC 的光中,有一部分不能从 AB 、 BC 面直接射出,求这部分光穿过圆弧 AC 的弧长。



14. (12 分) 如图甲所示为半径为 R 圆形区域的匀强磁场,磁感应强度为 B ,方向垂直纸面向里,从 P 点沿 PO (直径方向) 射入质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$),速度不同的同种带电粒子,不计粒子的重力。

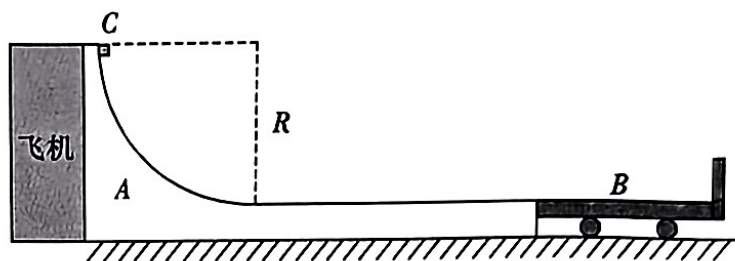
(1) 在图甲中,若粒子射入磁场时的速度大小为 v_1 ,离开磁场时速度方向偏转 90° ,若粒子射入时的速度大小为 v_2 ,离开磁场时速度方向偏转 120° ,求 $\frac{v_1}{v_2}$ 的值。

(2) 若沿图甲圆形磁场边界固定半径相同的光滑刚性绝缘圆筒,并沿 PO 线上圆筒 Q 处开一个小孔,如图乙所示。某一速度为 v_3 (未知) 的带电粒子从 P 点沿 PO 射入圆筒,然后与筒壁发生碰撞。假设粒子在每次碰撞前、后瞬间,速度沿圆上碰撞点的切线方向的分量大小不变,沿法线方向的分量大小不变、方向相反,电荷量不变。欲使粒子经历最少的碰撞而回到 P 点,求粒子在磁场中运动的时间。



15. (14分) 为了解决航空公司装卸货物时因抛掷造成物品损坏的问题,一位同学设计了一种缓冲转运装置A,如图所示,装置A由半径 $R=2.5\text{ m}$ 的 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧轨道和粗糙水平直轨道组成,水平直轨道与圆弧轨道的最低点相切。卸货时飞机不动,缓冲装置A紧靠飞机,转运车B紧靠A,A的水平部分与B上表面等高。包裹C从A的圆弧轨道最高点由静止滑下,经水平轨道滑上转运车B并最终停在转运车B上被运走,B的右端有一固定挡板。已知C与A、B水平面间的动摩擦因数均为 $\mu_1=0.2$,缓冲装置A与水平地面间的动摩擦因数 $\mu_2=0.1$,转运车B与地面间的摩擦可忽略。A、B的质量均为 $M=40\text{ kg}$,B水平部分的长度为 $L=4\text{ m}$ 。包裹C可视为质点且无其他包裹影响,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力。C与B的右挡板发生碰撞的时间极短,碰撞时间和损失的机械能都可忽略。

- (1) 若包裹C的质量 $m=50\text{ kg}$,求包裹C到达A的圆弧轨道最低点时,对轨道的压力大小;
- (2) 要求包裹C在缓冲装置A的水平部分运动时A不动,则包裹C的质量不得超过多少?
- (3) 若包裹C的质量 $m=10\text{ kg}$,为使该包裹能停在转运车B上,则A的水平部分的长度 L_A 应满足什么条件?



江淮十校 2024 届高三第一次联考

物理试题参考答案

一、选择题:本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。

题号	1	2	3	4	5	6
选项	B	C	C	A	D	C

1. B 【解析】力学的三个基本物理量是质量、长度、时间,它们的物理单位分别是 kg、m、s,故 A 错误;最早通过实验测得元电荷的数值的是密立根,故 C 错误;奥斯特发现了电流的磁效应,故 D 错误。

2. C 【解析】由质点 p 简谐运动的表达式 $y = 10\sin(5\pi t)$ 可知, $t = 0$ 时刻后极短时间内 p 的位移大于零,说明 $t = 0$ 时刻 p 质点向上运动,由“爬坡法”或“同侧法”等可知,波沿 x 轴正方向传播,故 A 错误;由表达式 $y = 10\sin(5\pi t)$ 可知 $T = 0.4$ s,故 B 错误;由表达式知 $T = 0.4$ s,由波形图知 $\lambda = 4$ m,则由波速公式 $v = \frac{\lambda}{T}$ 得 $v = 10$ m/s, C 项正确;由波形图可看出 $t = 0$ 时 $x = 5$ m 处的质点具有正向最大位移,因此具有负向最大加速度,故 D 错误。

3. C 【解析】图示为磁感应强度 B 垂直于 S 时刻,由公式 $\Phi = BS$ 得 $\Phi = 0.1$ Wb,故 A 错误;线圈产生正弦式交流的感应电动势最大值 $E_m = NBS\omega = 900$ V,有效值 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 450\sqrt{2}$ V,故 B 错误;由 $\omega = 2\pi f$ 得 $f = \frac{45}{\pi}$ Hz,故 C 正确;功率应代入有效值计算, $P_{\text{出}} = (E - Ir)I = (450\sqrt{2} - 50 \times 0.6) \times 50$ W ≈ 30315 W,故 D 错误。

4. A 【解析】行星 m 绕太阳 M 做轨道半径为 r 的匀速圆周运动时,由 $\frac{GMm}{r^2} = ma_n = m \frac{v^2}{r}$ 知,火星与地球绕太阳运动的向心加速度之比为 $\frac{1}{1.5^2} = \frac{4}{9}$,线速度之比为 $\sqrt{\frac{1}{1.5}} = \frac{\sqrt{6}}{3}$,故 A 正确, B 错误;当火星与地球相距最远时,两者沿各自轨道切线的速度方向相反,两者相对速度最大,故 C 错误;由 $F = \frac{GMm}{r^2}$ 知 $F \propto \frac{M}{r^2}$,同一物体在火星表面与在地球表面受到引力的比值为 $\frac{1}{\frac{10}{2^2}} = 0.4$,故 D 错误。

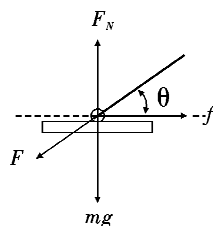
5. D 【解析】由电路图知电容器右极板带正电,则知小球 A 带负电,故 A 项错误;由于在恒定电路中电容器稳定时处于断路,故电阻 R_1 和 R_2 均无电流通过,故调节 R_1 对电路没有影响,电容器两板电势差一定,小球所受电场力一定,故偏角不变, B 选项错误;小球所受电场力和重力的合力沿着细线方向,将绝缘细线剪断,球将沿细线方向向右下方做直线运动,故 C 项错误;断开开关,电容器极板电荷量不变,由 $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{4\pi kQ}{\epsilon S}$ 知极板内电场强度不变,因左极板到 A 点间距不变,且左极板电势始终为零,则 A 点电势不变。

6. C 【解析】0~3.0 s内,由于B随时间减小,由楞次定律知回路感应电流的磁场方向垂直于纸面向外,故A项错误;0~3.0 s内回路感应电动势一定,其大小为 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S = 0.1 \times \left(0.4 \times 0.4 - \frac{1}{2} \times 0.2 \times 0.2\right) = 0.014 \text{ V}$,B项错误; $t = 1 \text{ s}$ 时 $B = 0.2 \text{ T}$,感应电流 $I = \frac{E}{R} = 0.1 \text{ A}$,安培力 $F = BIL_{MN} = 4\sqrt{2} \times 10^{-3} \text{ N}$,故C正确;0~2.0 s内金属框产生的焦耳热为 $Q = I^2 R t = 2.8 \times 10^{-3} \text{ J}$,故D项错误。

二、选择题:本题共4小题,每小题6分,共24分。

题号	7	8	9	10
选项	BC	AD	BD	BCD

7. BC 【解析】如图受力分析图知,拖把头受地面的支持力和摩擦力的合力并不竖直向上,故A错, $F \cos \theta = f$, $F_N = mg + F \sin \theta$, $f = \mu F_N$,综合解得 $\mu = \frac{F \cos \theta}{mg + F \sin \theta}$,

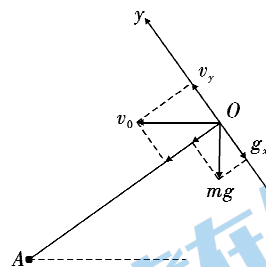


$F = \frac{\mu mg}{\cos \theta - \mu \sin \theta}$,可知B、C正确,D错误。

8. AD 【解析】由平抛知识易得落到A点时间为2 s,初速度为 $10\sqrt{3} \text{ m/s}$,故A正确,B错误。再由0到A用动能定理,则 $mgh = E_{KA} - \frac{1}{2}mv_0^2$,解得 $E_{KA} = 2.1 \times 10^4 \text{ J}$,所以C错。常规方

法是分解速度和加速度, $v_y = v_0 \sin \alpha$, $a_y = g \cos \alpha$, $h = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g \cos \alpha} = \frac{5\sqrt{3}}{2} \text{ m}$ 。

9. BD 【解析】第一次离开电场后速度为 v , $qE \cdot 2d = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = 2\sqrt{\frac{qEd}{m}}$,故A错误,由题意知,半径为 d ,B正确。由半径公式 $qvB = m \frac{v^2}{r}$ 得, $B = 2\sqrt{\frac{mE}{qd}}$,所以D正



确。第二次进入电场做类平抛运动,电场方向满足 $d = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2md}{qE}}$,水平方向满足 $x = vt = 2\sqrt{\frac{qEd}{m}} \cdot \sqrt{\frac{2md}{qE}} = 2\sqrt{2}d > 2d$,故粒子将从OQ边某点离开磁场,所以位移大小为 $\frac{\sqrt{17}}{2}d$,故C错误。

10. BCD 【解析】在b上施加拉力F后,由图像知a、b发生相对滑动,a的加速度小于b的加速度,可知①线表示b物运动图线,②线表示a物运动图线,且 $\mu_1 mg = ma_1 \Rightarrow \mu_1 = 0.04$, $\mu_1 mg + 2\mu_2 mg = ma_2 \Rightarrow \mu_2 = 0.08$,故A错误,B正确。共速后继续发生相对滑动,但a减速时加速度小于b的,所以④线表示a物运动图线,③线表示b物运动图线,减速时b的加速度满足: $2\mu_2 mg - \mu_1 mg = ma_3 \Rightarrow a_3 = 1.2 \text{ m/s}^2$,设b从共速到减速到0用时为 t ,a从共速到减速到0用时为 t' 。则

$$t = \frac{v}{a_3} = \frac{5}{3} \text{ s}, t' = 5 \text{ s}, \text{所以 } t_1 = \frac{20}{3} \text{ s}, t_2 = 10 \text{ s}, \text{故C正确。}$$

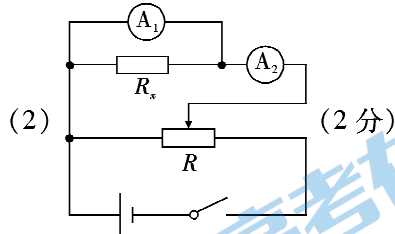
由图线围成的面积知,在0~5 s内相对位移大小 $x_1 = \frac{1}{2} \times 2.4 \times (4+1) \text{ m} = 6 \text{ m}$,从5 s到均静止,它们的相对位移大小为 $x_2 = \frac{1}{2} \times 2 \times \frac{10}{3} \text{ m} = \frac{10}{3} \text{ m}$,这部分重合了前面的痕迹,故黑色痕迹长为6 m,从而知D选项正确。

三、实验题(本题共 2 小题,每空 2 分,共 16 分)

11. 20 (2 分) 3.0 或 3 (2 分) 1.6 (2 分)

【解析】两次静止时,由胡克定律易得劲度系数和原长分别为 20 N/m 和 3.0 cm;实际测量时,由胡克定律可得弹簧弹力大小为 0.84 N,再由牛顿第二定律可知此时加速度大小为 1.6 m/s²。

12. (1) 6.125 (6.124 ~ 6.126) (2 分) 10.230 (2 分)



(3) $\frac{I_1 R_x}{I_2 - I_1}$ (2 分)

(4) $\frac{R_x \pi d^2}{4l}$ (2 分)

【解析】(1) 由螺旋测微器和游标卡尺读数规则易得;

(2) 由于滑动变阻器的最大阻值比待测电阻小的多,故采用分压式;由于电压表量程过大,且为使测量尽可能的精确,故采用 A₁ 充当电压表, A₂ 外接的连接方式;

(3) 由并联电路规律和欧姆定律可得;

(4) 由 $R_x = \rho \frac{l}{s}$ 和 $s = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$ 易得。

四、计算题(本题共 3 小题,共 36 分,其中第 13 题 10 分,第 14 题 12 分,第 15 题 14 分)

13. $\frac{1}{3}\pi R$

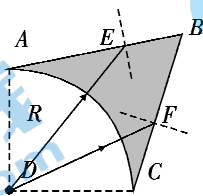
【解析】由全反射规律可知: $\sin c = \frac{1}{n} \Rightarrow c = 30^\circ$ 3 分

由几何关系可知: $\angle BAD = \angle BCD = 105^\circ$ 1 分

再由几何关系可知: $\angle ADE = \angle CDF = 15^\circ$ 2 分

所以: $\angle EDF = 60^\circ$ 2 分

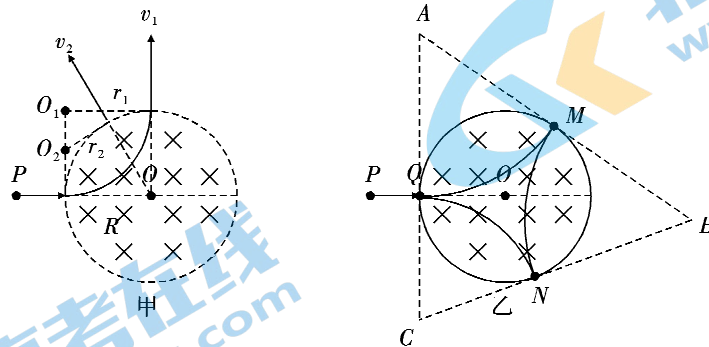
所以这部分光穿过圆弧 AC 的弧长为: $s = \frac{1}{6} \times 2\pi R = \frac{1}{3}\pi R$ 2 分



14. (1) $\sqrt{3}:1$ (2) $\frac{\pi m}{qB}$

【解析】(1) 由几何关系得,当速度大小为 v_1 时粒子做圆周运动的半径 $r_1 = R$,速度大小为 v_2 时粒子做圆周运动的半径为 $r_2 = \frac{\sqrt{3}}{3}R$,

由 $qvB = m \frac{v^2}{r}$ 得 $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3}:1$ 6 分



(2) 由题意知, 经历最少的碰撞而回到 P 点, 运动轨迹如图所示, 在磁场中运动的圆心角为 $\angle A + \angle B + \angle C = \pi$, 故运动的时间 $t = \frac{1}{2}T$, 又 $T = \frac{2\pi m}{qB}$, 所以 $t = \frac{\pi m}{qB}$ 6 分

15. (1) 1500 N (2) 40 kg (3) $2.5 \text{ m} \leq L_A \leq 12.5 \text{ m}$

【解析】(1) 由动能定理得: $mgR = \frac{1}{2}mv_1^2$ 1 分

在圆弧轨道最低点由牛顿第二定律得: $F_N - mg = m \frac{v_1^2}{R}$ 1 分

联立解得: $F_N = 1500 \text{ N}$

由牛顿第三定律知压力大小为: $F'_N = F_N = 1500 \text{ N}$ 1 分

(2) A 不动时需满足: $\mu_1 mg \leq \mu_2 (m + M)g$ 2 分

解得: $m \leq M = 40 \text{ kg}$

即包裹 C 的质量不能超过 40 kg。 1 分

(3) 由于包裹质量小于 40 kg, 装置 A 始终静止不动。

① 包裹 C 恰好滑上 B 车, 即 C 到达 B 的左端时速度刚好为零, 由动能定理可得:

$mgR - \mu_1 mgL_1 = 0$ 1 分

解得: $L_1 = 12.5 \text{ m}$ 1 分

② 包裹 C 滑上 B 车与挡板碰撞后返回 B 车最左端时二者恰好共速, 设 C 由释放至第一次到达 B 的左端速度为 v_0 。由动能定理可得:

$mgR - \mu_1 mgL_2 = \frac{1}{2}mv_0^2$ 1 分

C 与 B 车相互作用过程, 满足动量守恒有:

$mv_0 = (m + M)v$ 2 分

由功能关系可得:

$\mu_1 mg \cdot 2L = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m + M)v^2$ 1 分

联立解得: $L_2 = 2.5 \text{ m}$ 1 分

所以: $2.5 \text{ m} \leq L_A \leq 12.5 \text{ m}$ 1 分