

物 理

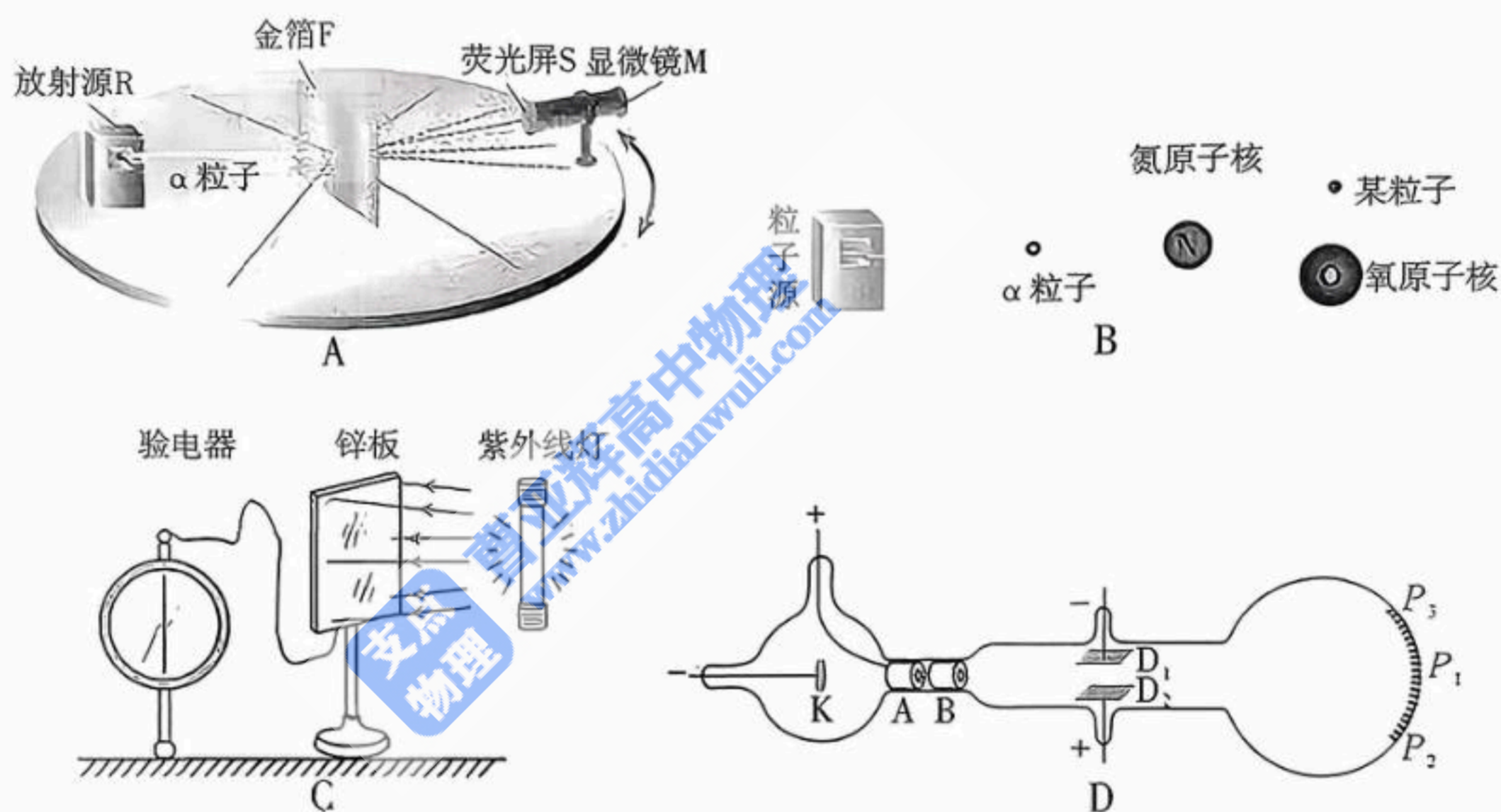
得分: _____

本试题卷分第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分,共 8 页。时
量 75 分钟,满分 100 分。

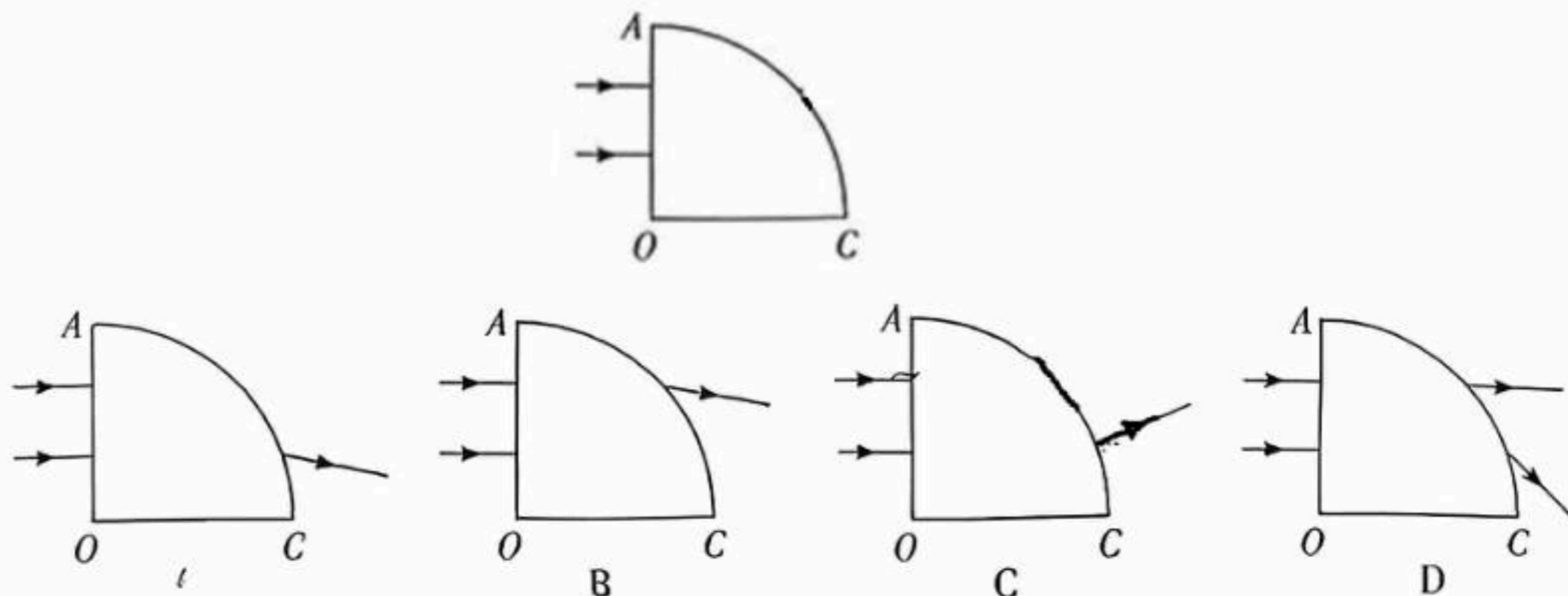
第 I 卷

一、单项选择题(本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。每小题给出的四个
选项中,只有一个选项是符合题目要求的)

1. 量子力学推动了原子分子物理学和光学的发展,下列图示实验中得出了
质子是原子核的组成部分的是

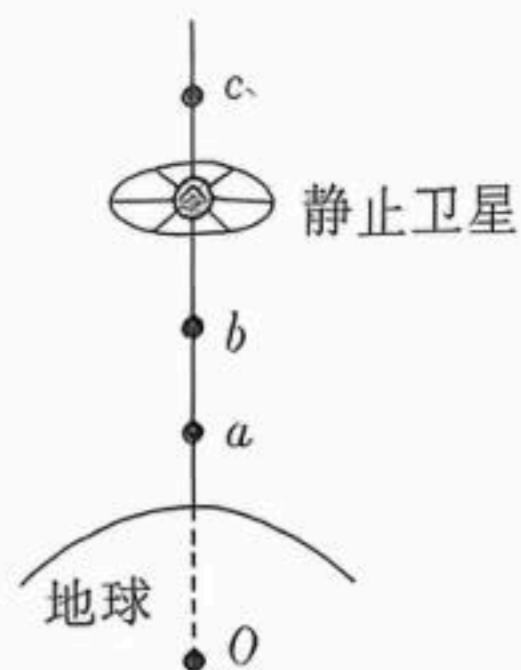


2. 如图,透明柱状均匀介质的横截面是以 O 为圆心的四分之一圆,其 OC
边涂有吸光材料,光射到 OC 边会被全部吸收。真空中有两束同种单色
光均垂直 AO 边射入该介质(介质内部的光路未画出)。下列从 AC 边
射出的光路图可能正确的是



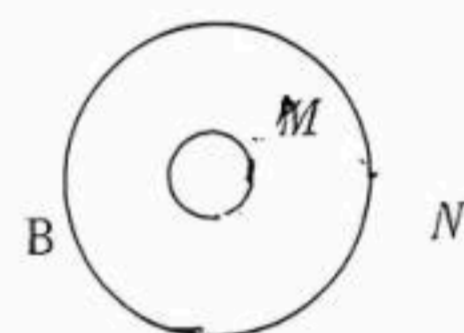
学 校 姓 名 班 级 密 封 线 内 不 要 答 题

3. 根据地球静止卫星, 科学家提出了“太空天梯”的设想。“太空天梯”的主体结构为一根巨大的硬质绝缘杆, 一端固定在地球赤道, 另一端穿过地球静止卫星, 且绝缘杆的延长线通过地心。若三个货物分别固定在“太空天梯”的 a 、 b 、 c 三个位置, 三个货物与静止卫星一起以地球自转角速度绕地球做匀速圆周运动, 以地心为参考系, 下列说法正确的是



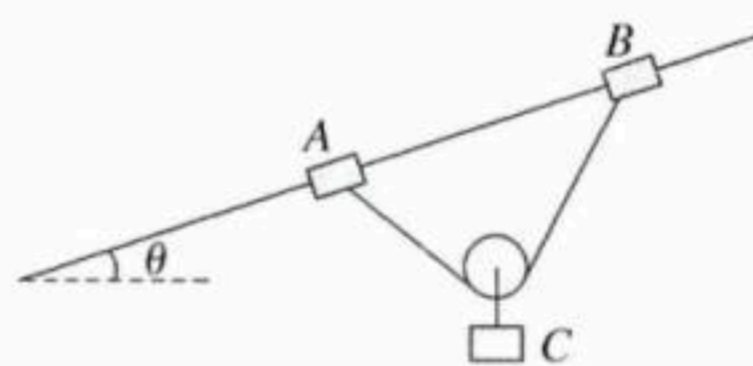
- A. 三个货物速度大小关系为 $v_a > v_b > v_c$
 B. 如果三个货物在 a 、 b 、 c 三个位置从杆上同时脱落, 三个货物都将做离心运动
 C. 杆对 b 处货物的作用力沿 Ob 方向向上, 杆对 c 处货物的作用力沿 cO 方向向下
 D. 若有一个轨道高度与 b 相同的人造卫星绕地球做匀速圆周运动, 则其环绕地球的角速度小于位于 b 处货物的角速度

4. 如图所示, 导体球 A 与导体球壳 B 同心, 原来都不带电, 也不接地, 设 M 、 N 两点的场强大小为 E_M 和 E_N , 下列说法中正确的是



- A. 若使 A 带电, 则 $E_M \neq 0, E_N = 0$
 B. 若使 B 带电, 则 $E_M \neq 0, E_N \neq 0$
 C. 若使 A 、 B 两球分别带上等量异种电荷, 则 $E_M \neq 0, E_N = 0$
 D. 若使 A 球带电, B 球接地, 则 $E_M = 0, E_N = 0$

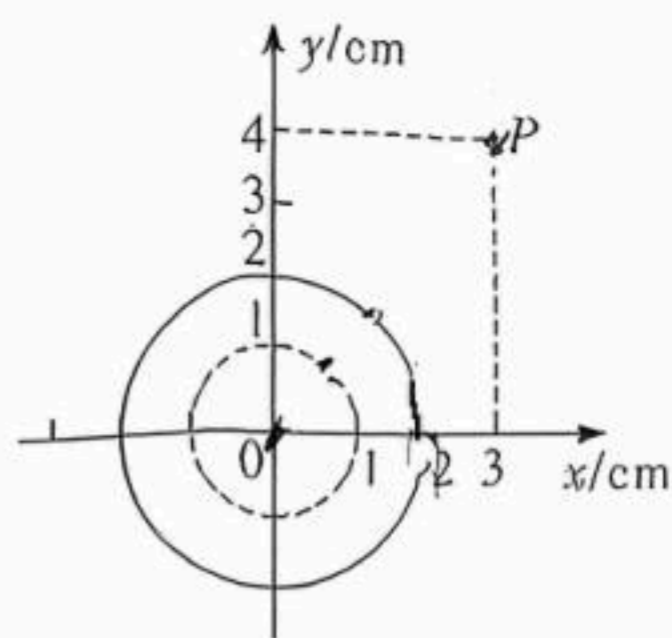
5. 质量分别为 m_A 、 m_B 的两个物块 A 、 B 穿在倾斜直杆上, 杆与水平面之间夹角 $\theta = 15^\circ$, 物块 A 与斜杆之间无摩擦, 物块 B 与斜杆之间的动摩擦因数为 μ (μ 未知)。 A 、 B 之



- 间用一根穿过轻质动滑轮的轻绳相连, 滑轮下方悬挂物块 C , 现用手按住物块 B 不动, 调节 A 的位置, A 、 C 静止时松开 B , B 也能静止, 如图所示, 此时 AC 之间的绳子与竖直方向的夹角刚好为 2θ 。已知重力加速度为 g , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 下列说法正确的是

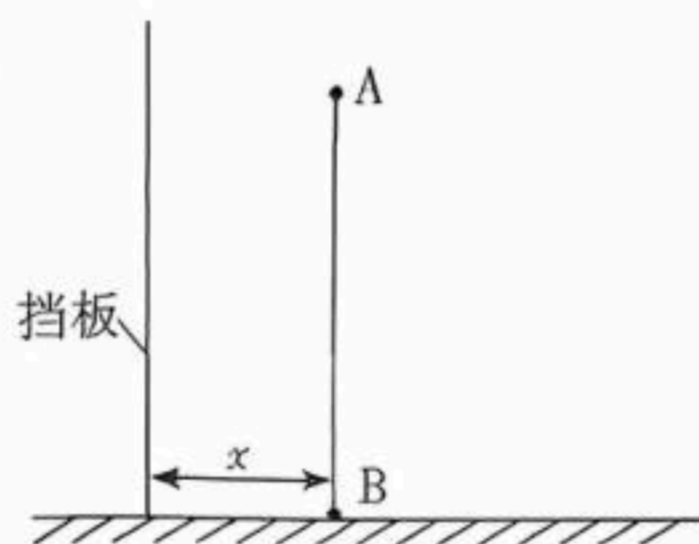
- A. 物块 C 的质量等于 $\frac{\sqrt{3}}{3}m_A$
 B. 物块 B 受到的摩擦力大小为 $[(\sqrt{3} + 1)m_A + m_B]g \cos 15^\circ$
 C. 用外力使 A 沿杆向上缓慢移动一小段距离, B 始终保持静止, 则轻绳中的拉力变大
 D. 用外力使 A 沿杆向上缓慢移动一小段距离, B 始终保持静止, 则 B 受到的摩擦力变小

6. 一波源处于 xOy 平面的原点 O 处, 并且垂直 xOy 平面向外和向内振动。在 $t=0$ 时, 波形如图所示, 只有一个实线圆和一个虚线圆, 分别代表波峰和波谷。在 $t=0.03$ s 时, 质点 P 第 1 次处在波峰位置, 以垂直 xOy 平面向外(即沿波峰方向)为正方向, 则



- A. $t=0$ 时, 波源已经振动了 0.03 s
 B. $t=0$ 时, 波传播到的最远点沿负方向振动
 C. $t=0.03$ s 时, 直线 $x=3$ cm 上共有 3 个点达到波峰
 D. $t=0.03$ s 时, 波传播到 x 正方向上最远点的坐标为 5 cm

7. 如图所示, 一轻杆的长度为 $L=3$ m, 两端连接两个均可视为质点的小球 A、B, 小球 A 的质量为 $m=5.9$ kg, 开始时杆竖直放置在光滑水平面上, B 左侧 $x=0.6$ m 处有一竖直固定挡板。某时刻装置受微小扰动, 轻杆向左侧倒下, A 球与挡板碰撞瞬间 B 球到挡板的水平距离为 0.9 m。现让轻杆竖直时受微小扰动后向右侧倒下, 两球始终在同一竖直面内, 不计空气阻力, 重力加速度为 $g=10$ m/s², 下列说法正确的是



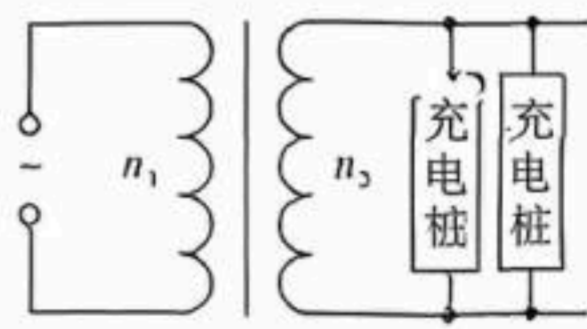
- A. 小球 B 的质量为 17.7 kg
 B. B 与挡板碰前瞬间的速度大小为 $\frac{8\sqrt{59}}{59}$ m/s
 C. B 与挡板碰前瞬间 A 球重力的功率为 $16\sqrt{59}$ W
 D. 从开始运动至 B 与挡板碰前瞬间 A 球机械能的减少量为 3.2 J

二、多项选择题(本题共 3 小题, 每小题 5 分, 共 15 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 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

8. 随着我国新能源汽车迅猛发展, 充电桩的需求快速增长。如图甲为常见的交流充电桩, 图乙为充电站内为充电桩供电



甲

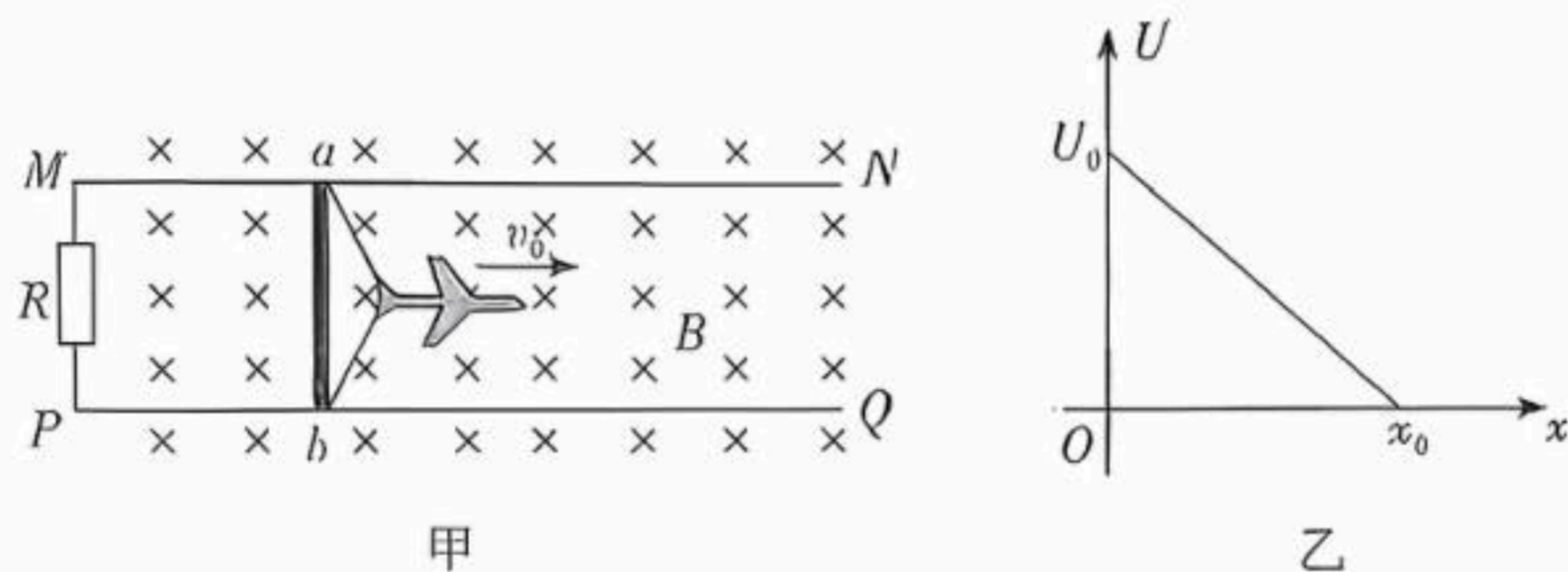


乙

的电路示意图, 理想变压器的原线圈电压为 22 kV, 最大输出功率为 42.24 kW, 单个充电桩的充电电压为 220 V、充电电流为 12 A。下列说法正确的是

- A. 该变压器原、副线圈的匝数比 $n_1 : n_2 = 100 : 1$
 B. 该变压器原、副线圈的匝数比 $n_1 : n_2 = 50 : 1$
 C. 该充电站能最大允许 16 个充电桩同时正常为新能源汽车充电
 D. 该充电站能最大允许 12 个充电桩同时正常为新能源汽车充电

- 9: 截至目前,我国航母福建舰已完成多次电磁阻拦系统的测试。电磁阻拦简图如图甲所示,飞机着舰时,关闭动力系统并通过绝缘阻拦索钩住固定平行导轨上的金属棒 ab ,飞机减速滑行 x_0 后停下。已知飞机拉动金属棒 ab 时的初速度为 v_0 ,除电磁阻力外,其他阻力不计,导轨间距为 L ,导轨电阻不计,导轨左端定值电阻和金属棒 ab 接入电路的电阻均为 R ,测得金属棒 ab 两端的电压 U 与金属棒 ab 运动位移 x 的关系如图乙所示,下列说法正确的是



- A. 匀强磁场的磁感应强度大小为 $\frac{U_0}{Lv_0}$
- B. 通过金属棒 ab 截面的总电量为 $\frac{U_0 x_0}{Rv_0}$
- C. 金属棒 ab 、阻拦索和飞机的总质量为 $\frac{2x_0 U_0^2}{Rv_0^3}$
- D. 定值电阻 R 中产生的焦耳热为 $\frac{x_0 U_0^2}{4Rv_0}$
10. 如图所示,轻质弹簧的上端固定在水平天花板上,下端悬挂一个质量为 m ,带电量为 $+q$ 的小物块,最初物块静止。某时刻在空间中平行于纸面向上的方向加一个匀强电场,场强大小满足关系 $Eq = 0.5mg$ (g 为重力加速度),加电场后物块开始运动。当物块的速度为零时,将匀强电场反向但大小保持不变;当物块的速度再次为零时,又将匀强电场反向但大小保持不变,如此反复,第五次改变电场强度后保持场强不变。最终物块在竖直方向上做机械振动。已知整个过程中弹簧始终在弹性限度内,弹簧的劲度系数为 k ,且弹性势能满足关系 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ (x 为弹簧的形变量),则
-
- A. 电场第一次改变方向时,弹簧处于原长状态
- B. 电场第二次改变方向时,弹簧伸长量为 $\frac{2mg}{k}$
- C. 最终物块做机械振动时,动能的最大值为 $\frac{25m^2 g^2}{2k}$
- D. 最终物块做机械振动的振幅为 $\frac{11mg}{2k}$

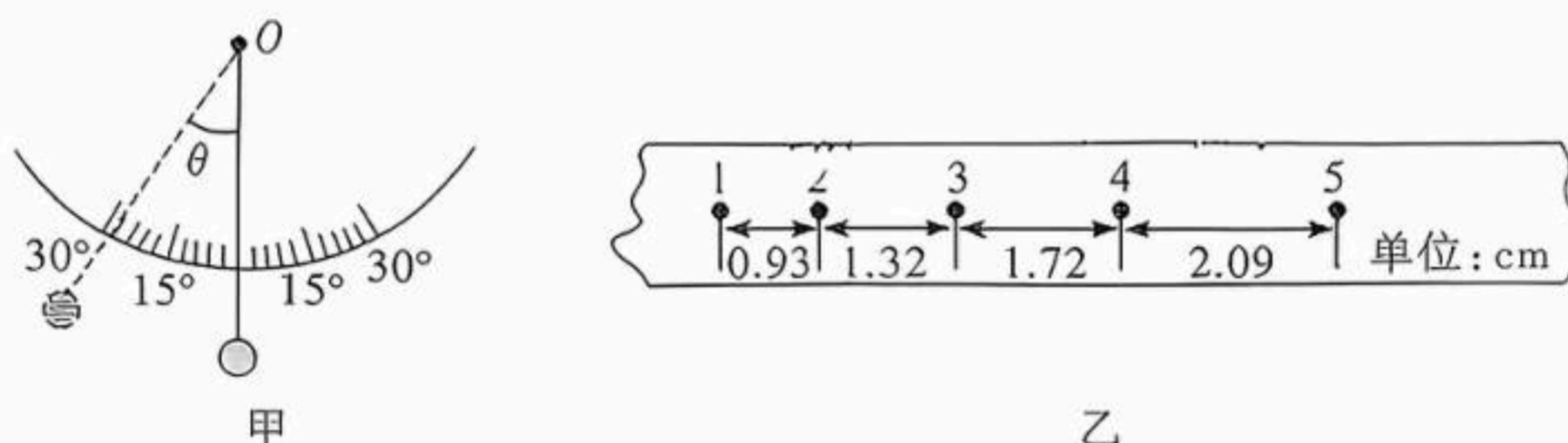
第 I 卷答题卡

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	得分
答案											

第 II 卷

三、实验题(第 11 题 6 分、第 12 题 10 分,共 16 分)

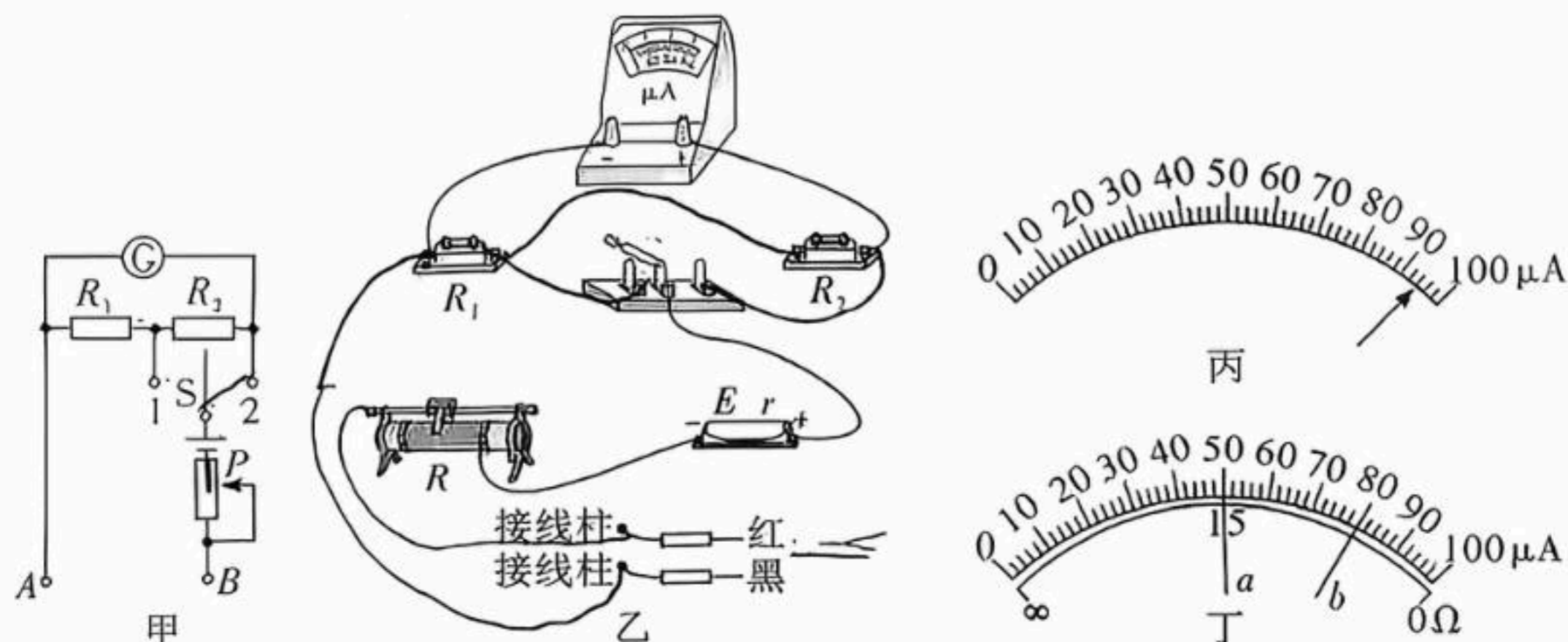
11. (6 分)某实验小组用轻杆、小球和硬纸板等制作一个简易加速度计,如图甲所示。在轻杆上端装上转轴,固定于竖直放置的标有角度的纸板上的 O 点,轻杆下端固定一小球,杆可在竖直纸面内自由转动。将此装置固定于运动小车上,可粗略测量小车的加速度。主要操作如下:



(1)若轻杆摆动稳定时与竖直方向的夹角为 θ ,重力加速度为 g ,则小车的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 θ, g 表示),该加速度测量仪的刻度 (填“均匀”或“不均匀”)。

(2)为了准确标出刻度,还需要测出当地重力加速度 g ,利用重锤连接纸带做自由落体运动,打点计时器在纸带上打出一系列点,选取一条较理想的纸带,纸带上计数点的间距如图乙所示,相邻两个计数点间的时间间隔为 0.02 s 。根据数据求出当地重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}\text{ m/s}^2$ (保留 3 位有效数字)。

12. (10 分)小付同学为了研究欧姆表的改装原理和练习使用欧姆表,设计了如下实验。利用一个满偏电流为 $100\ \mu\text{A}$ 的电流表改装成倍率可调为“ $\times 1$ ”或“ $\times 10$ ”的欧姆表,其电路原理图如图甲所示。

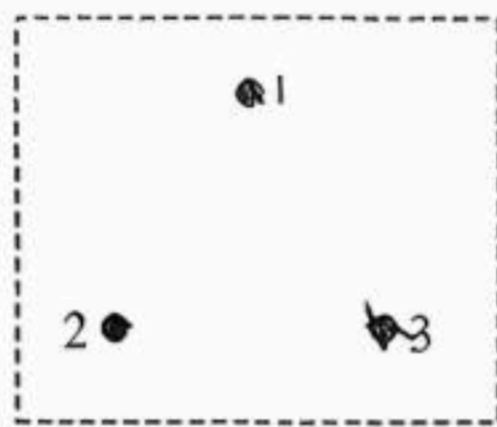


(1)请根据图甲中的电路原理图,在答题卡上的图乙中连接实物图,并正确连接红、黑表笔。使用时进行欧姆调零发现电流表指针指在如

图丙所示位置,此时应将滑动变阻器的滑片 P 向_____ (选填“上”或“下”)移动;

(2)将单刀双掷开关 S 与 2 接通,此时欧姆表的挡位为_____ (选填“ $\times 1$ ”或“ $\times 10$ ”)。先短接表笔,欧姆调零后,两表笔再与一电阻 R_0 连接,表针指向表盘中央图丁中的 a 位置处,然后用另一电阻 R_r 代替 R_0 ,结果发现表针指在 b 位置,则 $R_r =$ _____ Ω ; (保留 3 位有效数字)

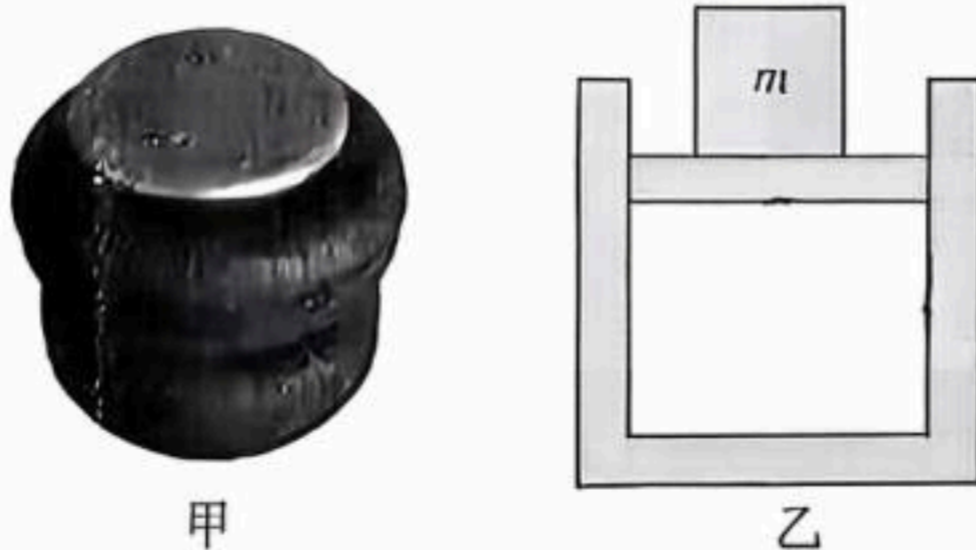
(3)该同学进一步探测黑箱问题。黑箱面板上有三个接线柱 1、2 和 3,黑箱内有一个由三个阻值相同的电阻构成的电路(已知每个电阻的阻值不等于 5Ω)。用欧姆表测得 1、2 之间的电阻为 5Ω ,2、3 之间的电阻为 10Ω ,1、3 之间的电阻为 15Ω ,在答题卡图戊所示虚线框中画出黑箱中的电阻可能的连接方式。



戊

四、解答题(本题共 3 小题,共 41 分)

13. (10 分)如图甲所示,空气弹簧是在密封的容器中充入压缩空气,利用气体的可压缩性实现其弹性作用的,广泛应用于商业汽车、巴士、高铁及建筑物基座等的减震装置,具有非线性、刚度随载荷而变、高频隔振和隔音性能好等优点。空气弹簧的基本结构和原理如图乙所示,在导热良好的汽缸和可自由滑动的活塞之间密封着一定质量的空气(可视为理想气体),假设活塞和重物的总质量为 $m = 89 \text{ kg}$,活塞的横截面积为 $S = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^2$,汽缸内空气柱的高度为 $h = 10 \text{ cm}$,外界温度保持不变,大气压强恒为 $p_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$,重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$,求:

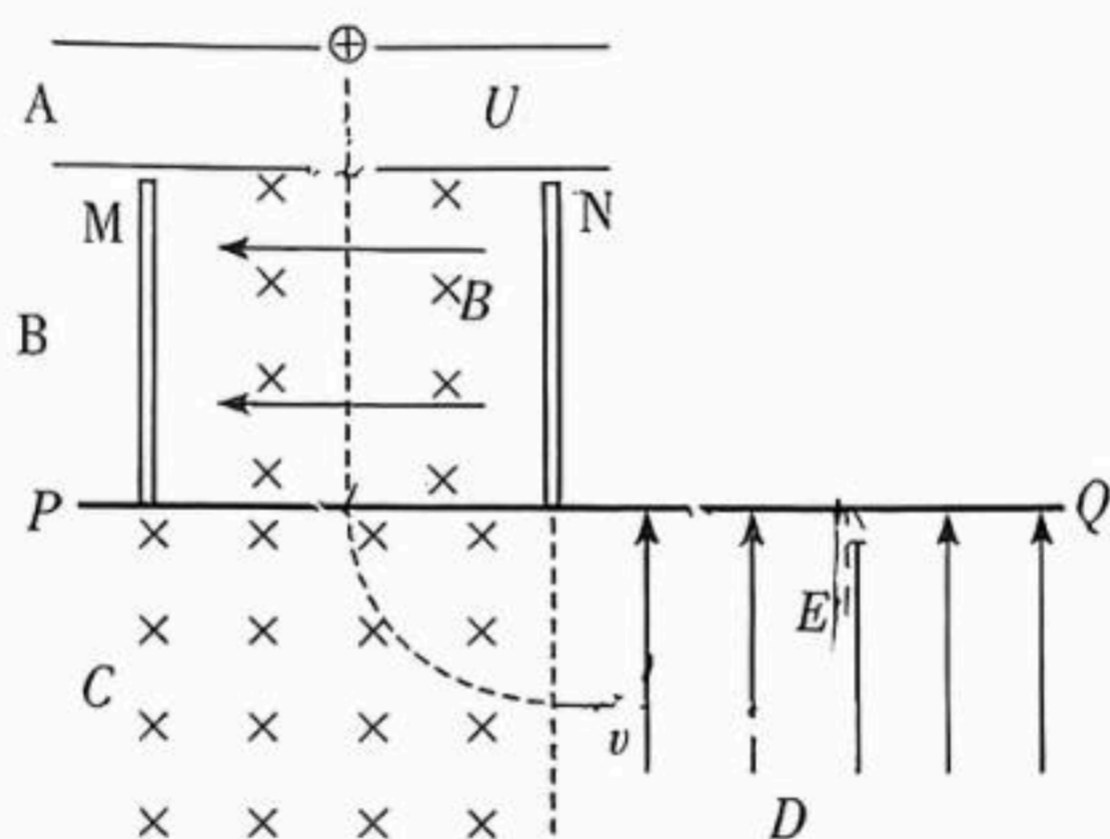


甲

乙

- (1)初始状态时,汽缸内部气体的压强 p_1 ;
- (2)若将活塞和重物的总质量增加 $\Delta m = 1 \text{ kg}$,则此状态下稳定后汽缸中空气柱的高度 h' 及此时空气弹簧的等效劲度系数 k 分别为多少?

14. (15分) 如图所示, A 为粒子加速器, 加速电压为 U_1 ; B 为速度选择器, M、N 两板间距离为 d , 之间有正交的电场与磁场, 磁感应强度为 B_1 ; C、D 为偏转分离区域, 两区域的分界面与 N 极板共面, C 区存有垂直纸面向里的匀强磁场、D 区存有竖直向上的匀强电场, 电场强度为 E , 水平放置一特殊材质的光滑绝缘弹性板, 该板与 M、N 极板的下边沿齐平。今有一初速度为零、质量为 m 、电荷量为 q 的正粒子, 经加速后, 该粒子恰能沿两极板的中轴线通过速度选择器, 粒子进入分离区 C 做匀速圆周运动, 并随后垂直于 C、D 分界面进入 D 区域, 粒子在 D 区间发生偏转, 并与 PQ 板发生弹性碰撞, 碰撞时间极短, 碰撞后水平速度不变, 竖直分速度反向。(不计粒子的重力、极板厚度以及场的边缘效应) 求:

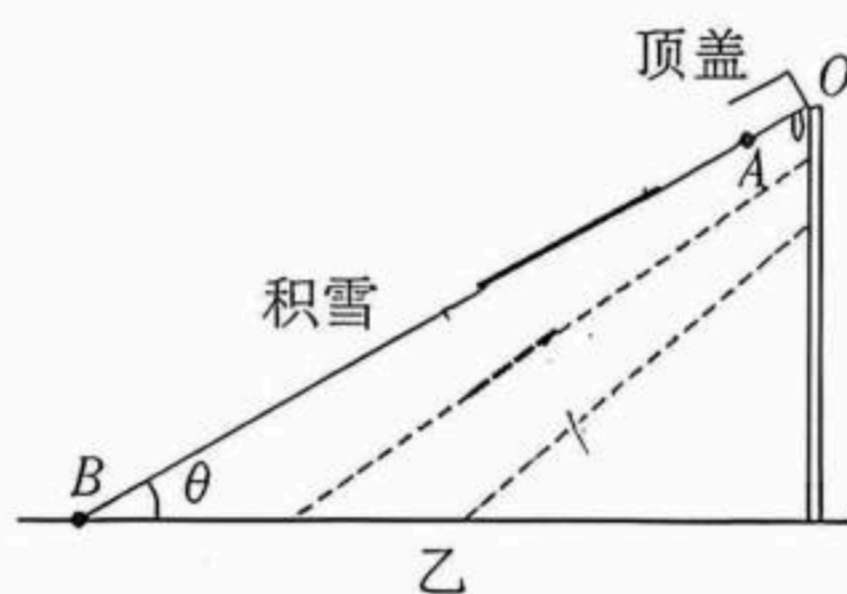


- (1) 粒子在速度选择器中运动的速度 v 和速度选择器两板间电压 U_2 ;
- (2) 分离 C 区中的磁感应强度大小 B_2 ;
- (3) 每次碰撞弹性板对带电粒子的冲量大小 I 和第 n 次碰撞处到 N 极板的距离 L 。

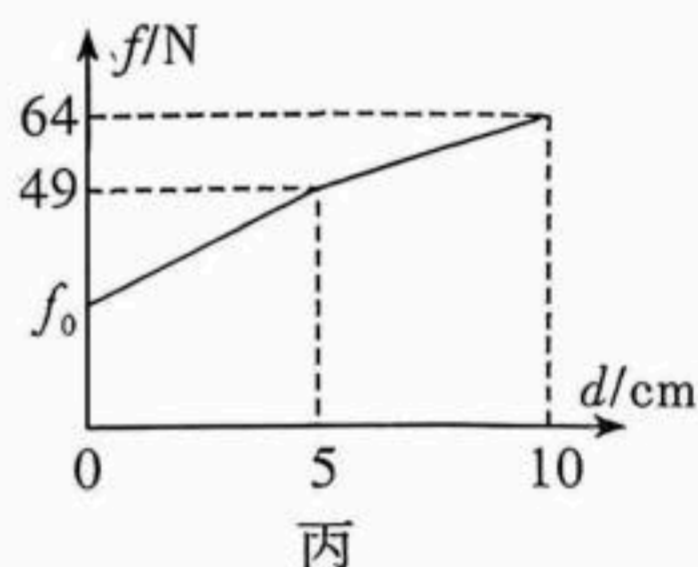
15. (16分)冬雪季节,大桥斜拉索杆表面的积雪结冰,有坠落伤人的风险,故在拉索杆顶端预安装了一批除雪环。如图甲,必要时释放除雪环,可以刮除沿途所有积雪和覆冰。图乙是大桥的部分结构示意图, OB 是一根拉索杆(相当于直滑道),其中 OA 段用于悬挂除雪环,装有顶盖,不会积雪。单个除雪环在拉索杆上受到的滑动摩擦力(定值)和冰雪对其阻力总和 f 随冰雪层厚度 d 的变化关系如图丙。当拉索杆无积雪时($d=0$),从 O 点释放一个除雪环,经 $t_0=8\sqrt{5}$ s 滑到 B 点,已知所有除雪环均可视为从 O 点释放,单个除雪环质量 $m=8$ kg, $OA=8$ m, $OB=320$ m,倾角 $\theta=30^\circ$,重力加速度 g 取 10 m/s²。



甲



乙



丙

- (1)求单个除雪环在拉索杆上受到的滑动摩擦力 f_0 的大小;
- (2)某次, AB 段覆有厚度均匀的冰雪层,释放一个除雪环后,停在了 C 点, $OC=24$ m,又释放第二个除雪环,下滑与第一个除雪环发生完全非弹性碰撞后,一起下滑。求此次冰雪层厚度及两环同时到达 B 点时的速度大小;
- (3)某雪天, AB 段冰雪层厚度 d 与时间 t 的关系为 $d=kt$ ($k=0.5$ cm/h),为了确保安全,在冰雪层厚度达到 10 cm 前,必须实施除雪。为有效除雪,且节省用环,请设计释环周期和每次释环的数量。

湖南师大附中 2026 届高三月考试卷(五)

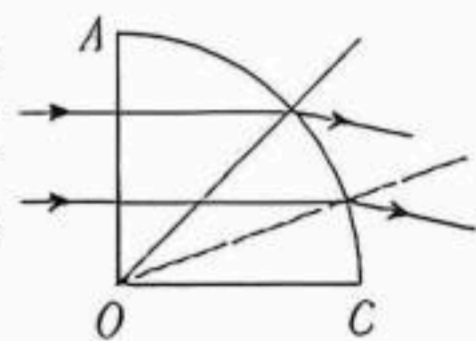
物理参考答案

一、单项选择题(本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。每小题给出的四个选项中,只有一个选项是符合题目要求的)

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	B	A	C	C	D	C	B

1. B **【解析】**该图为卢瑟福的 α 粒子散射实验,得出了原子核式结构模型的结论,故 A 错误;该图为卢瑟福用高速 α 粒子轰击氮原子核的过程示意图,证明了质子是原子核的组成部分,故 B 正确;该图为光电效应实验,爱因斯坦为解释实验现象提出了光子的概念,故 C 错误;该图为汤姆孙的气体放电管的示意图,汤姆孙通过该实验确定了阴极射线是带负电的粒子流,并求出了这种粒子的比荷,故 D 错误。故选 B。

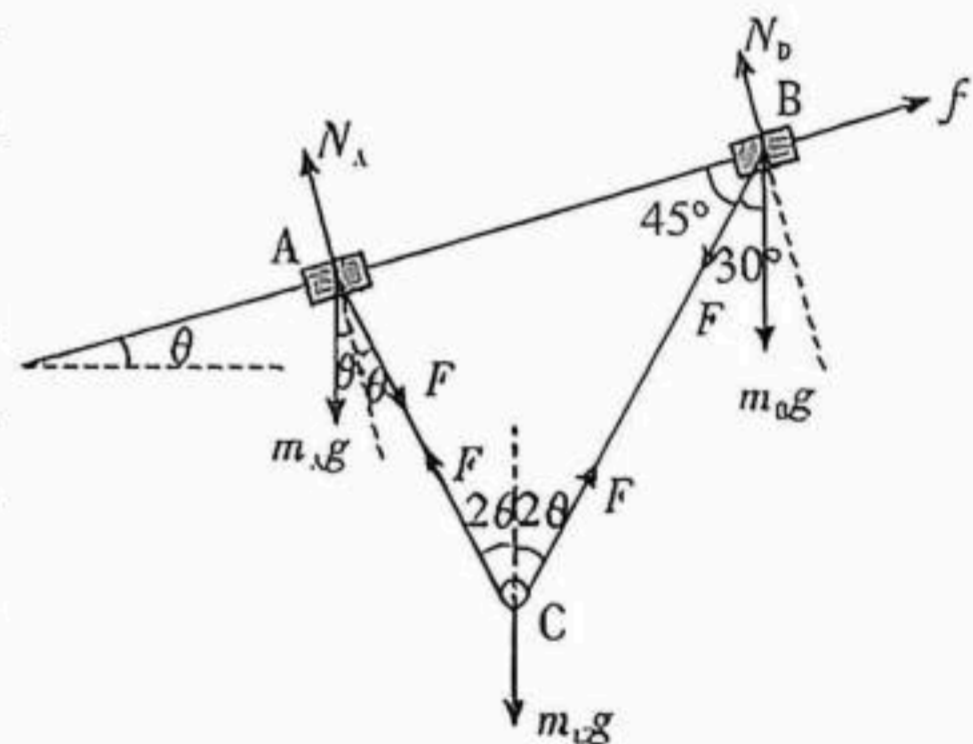
2. A **【解析】**若两束光线都能从 AC 面上射出,因上面的光线在 AC 面的入射角较大,则折射角也较大,则不可能是 CD 图;因上方的光线在 AC 面的入射角较大,则上方光线在 AC 面上可能发生全反射,而下方光线可能没有发生全反射,则此时光路为 A 图,不可能出现 B 图的光路。故选 A。



3. C **【解析】**根据 $v = \omega r$ 可得三个货物速度大小关系 $v_r > v_m > v_h > v_a$,故 A 错误;根据题意可知静止卫星所受的万有引力恰好提供静止卫星做圆周运动所需的向心力,即 $G \frac{Mm_0}{r_0^2} = m_0 \frac{v_0^2}{r_0}$,对于 a、b 货物,从杆上脱落后,万有引力大于所需的向心力,则做近心运动,对于货物 c,从杆上脱落后,万有引力小于所需的向心力,则做离心运动,故 B 错误;结合 B 选项分析可知杆对 b 处货物的作用力沿 Ob 方向向上,杆对 c 处货物的作用力沿 cO 方向向下,故 C 正确;根据 $G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$ 可得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$,可知轨道高度与 b 相同的人造卫星角速度大于静止卫星的角速度,则其环绕地球的角速度大于位于 b 处货物的角速度,故 D 错误。故选 C。

4. C **【解析】**如果 A 带电,则会感应 B 内部带异种电荷,外部电性与 A 相同,那么 $E_M \neq 0, E_N \neq 0$;故 A 错误;如果 B 带电,由于同种电荷的排斥,电荷只分布在外表面 $E_B = 0$,即 $E_M = 0, E_N \neq 0$,B 错误;如果 A、B 带等量异种电荷,A 与 B 的静电感应使 B 外表面恰好无电荷量,则 $E_M \neq 0, E_N = 0$,故 C 正确;如使 A 球带电,B 球接地,是接地屏蔽, $E_M \neq 0, E_N = 0$,D 错误。

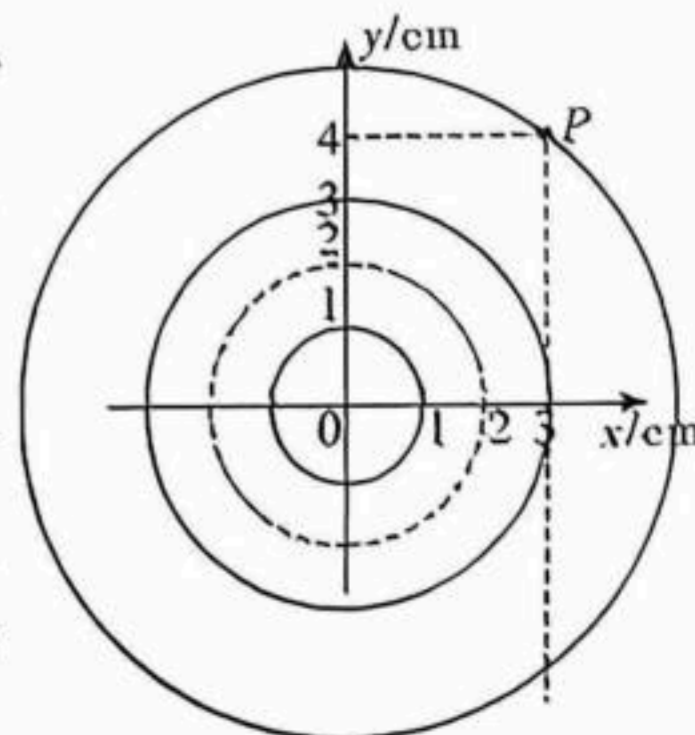
5. D **【解析】**对 A、B、滑轮受力分析如图,设绳子拉力为 F,对 A 沿斜面方向列平衡方程可得 $m_A g \sin \theta = F \sin \theta$,故 $m_A g = F$,对滑轮受力分析可得 $2F \cos 2\theta = m_C g$,解得 $m_C g = \sqrt{3} F$,故 $m_C = \sqrt{3} m_A$,A 错误;对于物块 B 有 $f = F \cos 45^\circ + m_B g \cos 75^\circ = m_A g \cos 45^\circ + m_B g \cos 75^\circ$,显然 $f \neq [(\sqrt{3} + 1)m_A + m_B] g \cos 15^\circ$,B 错误;用外力使 A 沿杆向上缓慢移动一小段距离,则 AC、BC 绳夹角变小,绳子中的拉力减小,BC 与斜面夹角增大,故 BC 沿斜面方向分力减小,B 受到的摩擦力减小,C 错误,D 正确。故选 D。



6. C **【解析】**依题意, $t = 0.03 \text{ s}$ 时,波峰传播的距离为 $\Delta x = \sqrt{0.04^2 + 0.03^2} \text{ m} - 0.02 \text{ m} = 0.03 \text{ m}$

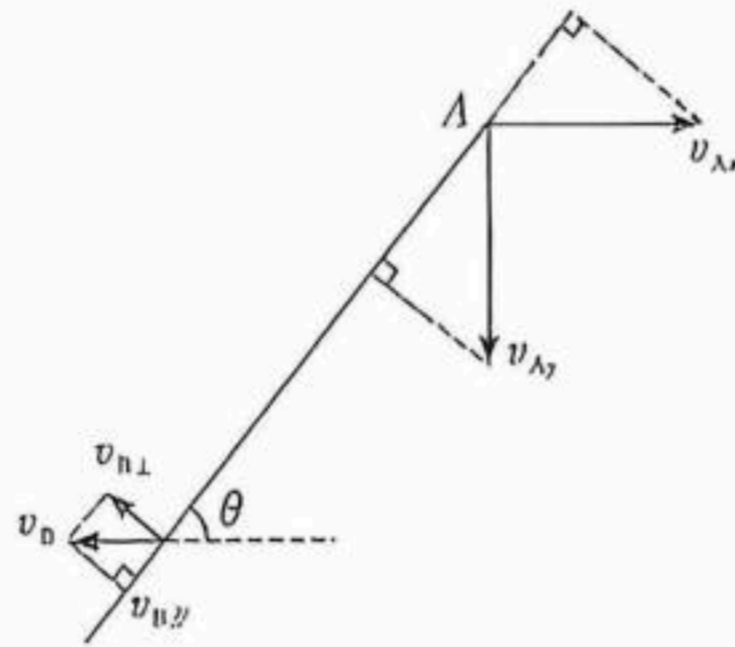
则波速为 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 1 \text{ m/s}$,根据 $\frac{\lambda}{2} = 0.02 \text{ m} - 0.01 \text{ m} = 0.01 \text{ m}$,又 $v = \frac{\lambda}{T}$,联立解得 $T = 0.02 \text{ s}$,由 $t = 0$ 时的波形图,可知该时刻波前恰好传播到 $\frac{5}{4} \lambda = 0.025 \text{ m}$,根据“上下坡”法可知该点沿正方向振动,则波源已经振动的时间为 $t = \frac{5}{4} \frac{\lambda}{v} = 0.025 \text{ s}$,故 AB 错误;

$t = 0.03 \text{ s}$ 时,最远的波峰形成圆的半径为 $OP = 5 \text{ cm}$,相邻波峰的距离为一个波长即 2 cm ,该时刻波形如图所示,由图可知,直线 $x = 3 \text{ cm}$ 上共有 3 个点达到波峰,故 C 正确;根据 B 选项分析,可知 $t = 0$ 时,波传播到的最远点坐标为 $x = \frac{5}{4} \lambda = 0.025 \text{ m}$,根



据 $\Delta x = v \cdot \Delta t = 0.03 \text{ m}$, 可知 $t = 0.03 \text{ s}$ 时, 波传播到 x 正方向上最远点的坐标为 $x + \Delta x = 0.055 \text{ m} = 5.5 \text{ cm}$, 故 D 错误。故选 C。

7. B 【解析】轻杆倒下的过程, 两球组成的系统水平方向动量守恒, 根据动量守恒有 $m \frac{x_A}{t} = m_B \frac{x_B}{t}$, 由题意可知 $x_A = 0.6 \text{ m}$, $x_B = 0.3 \text{ m}$, 联立解得 $m_B = 2m = 11.8 \text{ kg}$, 故 A 错误; 轻杆受微小扰动后向右侧倒下, B 与挡板碰撞前瞬间, B 向左的位移大小为 $x_{B0} = 0.6 \text{ m}$, 因为 $m \frac{x_{A1}}{t} = m_B \frac{x_{B1}}{t}$, 此时 A 向右运动的水平位移大小为 $x_{A1} = 1.2 \text{ m}$, 设此时轻杆与水平方向的夹角为 θ , 几何关系有 $\cos \theta = \frac{3}{5}$, B 与挡板碰撞前的过程, 系统机械能守恒, 有 $mgL(1 - \sin \theta) = \frac{1}{2} m(v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2) + \frac{1}{2} \times 2mv_B^2$, 两球沿杆方向的速度相等, 如图



有 $v_B \cos \theta = v_{Ax} \sin \theta - v_{Ay} \cos \theta$, 又系统水平方向动量守恒, 则有 $2mv_B = mv_{Ax}$, 联立解得 $v_B = \frac{8\sqrt{59}}{59} \text{ m/s}$, $v_{Ay} = \frac{18\sqrt{59}}{59} \text{ m/s}$, 故 B 正确; 根据以上分析, B 球与挡板碰撞前瞬间 A 重力的功率 $P = mgv_{Ay} = 18\sqrt{59} \text{ W}$, 故 C 错误; 运动过程中 A 球机械能的减少量等于 B 球机械能的增加量, 有 $\Delta E = \frac{1}{2} \times 2mv_B^2 = 6.4 \text{ J}$, 故 D 错误。故选 B。

二、多项选择题(本题共 3 小题, 每小题 5 分, 共 15 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 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

题号	8	9	10
答案	AC	BC	AD

8. AC 【解析】由变压器原、副线圈两端电压与线圈匝数的关系 $U_1 : U_2 = n_1 : n_2$, 可得 $n_1 : n_2 = 22000 : 220 = 100 : 1$, 故 A 正确, B 错误; 根据 $P_m = NU_2 I$, 解得 $N = 16$, 该充电站能最大允许 16 个充电桩同时正常为新能源汽车充电, 故 C 正确, D 错误。故选 AC。

9. BC 【解析】绝缘阻拦索钩住金属棒 ab 的一瞬间, 感应电动势 $E = BLv_0$, 则有 $U_0 = \frac{1}{2} E = \frac{1}{2} BLv_0$, 解得 $B = \frac{2U_0}{Lv_0}$, A 错误; 通过金属棒 ab 截面的总电量为 $q = \bar{I}t = \frac{BLx_0}{2R} = \frac{U_0 x_0}{Rv_0}$, B 正确; 在金属棒 ab 的速度变为 v 的过程中, 根据动量定理可得 $\frac{B^2 L^2 \bar{v} t}{2R} = m(v_0 - v)$, 即 $\frac{B^2 L^2 x}{2R} = m(v_0 - v)$, $U = \frac{1}{2} BLv$, 则有 $U = U_0 - \frac{B^3 L^3}{4mR} x$, 结合图像有 $\frac{B^3 L^3}{4mR} = \frac{U_0}{x_0}$, 解得 $m = \frac{2x_0 U_0^2}{Rv_0^3}$, C 正确; 根据能量守恒, 定值电阻 R 中产生的焦耳热 $Q = \frac{1}{4} mv_0^2 = \frac{x_0 U_0^2}{2Rv_0}$, D 错误。故选 BC。

10. AD 【解析】初始静止时弹簧伸长量 $x_0 = \frac{mg}{k}$, 加向上电场后物块向上运动到物块的速度为零时, 设此过程中物块上升 x_1 , 由动能定理有 $0.5mgx_1 - mgx_1 + 0.5k \left[\left(\frac{mg}{k} \right)^2 - \left(\frac{mg}{k} - x_1 \right)^2 \right] = 0$, 解得 $x_1 = \frac{mg}{k}$, 此时弹簧形变量为零, 弹簧处于原长状态。A 正确; 弹簧处于原长状态时电场第一次改变方向, 当物块的速度再次为零时, 设弹簧伸长量为 x_2 , 由动能定理有 $0.5mgx_2 + mgx_2 - 0.5kx_2^2 = 0$, 解得 $x_2 = \frac{3mg}{k}$, 电场第二次改变方向, 加向上电场后物块向上运动到物块的速度为零时, 设此过程中物块上升 x_3 , 由动能定理有 $0.5mgx_3 - mgx_3 + 0.5kx_3^2 - 0.5k(x_2 - x_3)^2 = 0$, 解得 $x_3 = \frac{5mg}{k}$, B 错误; 根据 A、B 项计算结果可知第一次加电场后, 物块做机械振动的振幅为 $A_0 = \frac{mg}{2k}$, 第一次改变电场方向后, 物块做机械振动的振幅为 $A_1 = \frac{3mg}{2k}$, 第二次改变电场方向后, 物块做机械振动的振幅为 $A_2 = \frac{5mg}{2k}$, 由此可

知每改变一次电场方向物块做机械振动的振幅增加 $\frac{mg}{k}$, 那么第五次改变电场强度后物块做机械振动的振幅为 $\frac{11mg}{2k}$, D 正确; 第五次改变电场强度后, 电场强度方向向下保持不变, 物块做机械振动时, 物块运动到平衡位置时动能最大, 物块在平衡位置时弹簧伸长量为 Δx , 由受力分析弹簧伸长量 $\Delta x = \frac{mg + 0.5mg}{k} = \frac{3mg}{2k}$, 物块从最低点运动到平衡位置过程中, 由动能定理得 $\frac{1}{2}k\left(\frac{11mg}{2k} + \frac{3mg}{2k}\right)^2 - \frac{1}{2}k\left(\frac{3mg}{2k}\right)^2 - mg \cdot \frac{11mg}{2k} - 0.5mg \cdot \frac{11mg}{2k} = E_{\max}$, 解得 $E_{\max} = \frac{121m^2g^2}{8k}$, C 错误。故选 AD。

三、实验题(第 11 题 6 分、第 12 题 10 分, 共 16 分)

11. (6 分, 每空 2 分)(1) $g \tan \theta$ 不均匀 (2) 9.75

【解析】(1) 若轻杆摆动稳定时与竖直方向的夹角为 θ , 以小球为对象, 小球受重力和轻杆的拉力, 根据牛顿第二定律, 可得 $mg \tan \theta = ma$, 可得 $a = g \tan \theta$, 则小车加速度为 $g \tan \theta$, 由此可知加速度不随角度均匀变化。

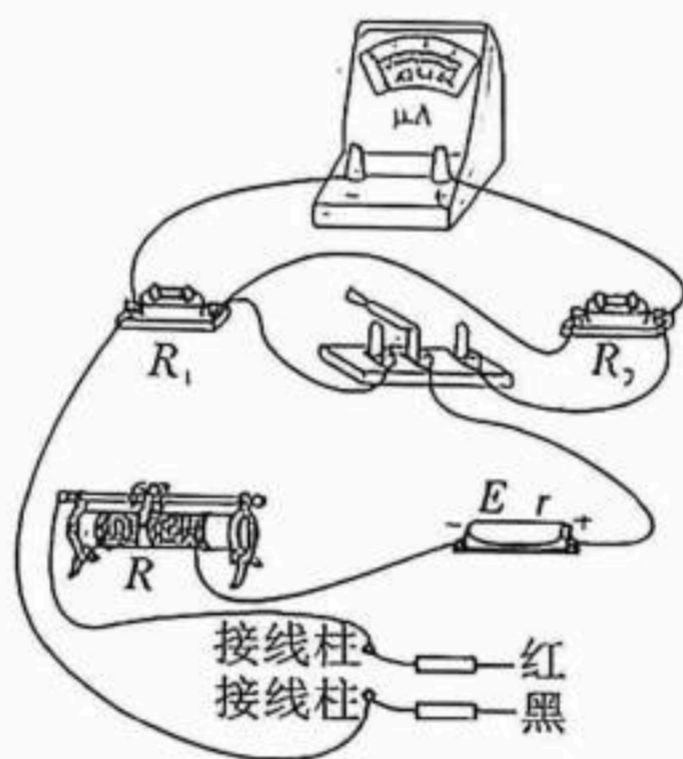
(2) 根据逐差法可得当地重力加速度为 $g = \frac{x_{23} - x_{12}}{4T^2}$, 代入数据解得 $g = \frac{(1.72 + 2.09 - 0.93 - 1.32) \times 10^{-2}}{4 \times 0.02^2} \text{ m/s}^2 = 9.75 \text{ m/s}^2$

12. (10 分, 每空 2 分)(1) 见解析图 上

(2) $\times 10$ 37.5

(3) 见解析图

【解析】(1) 由多用电表红黑表笔的特点, 红黑表笔的电流“红入黑出”, B 点接红表笔, A 点接黑表笔, 按照电路图连接实物图如下

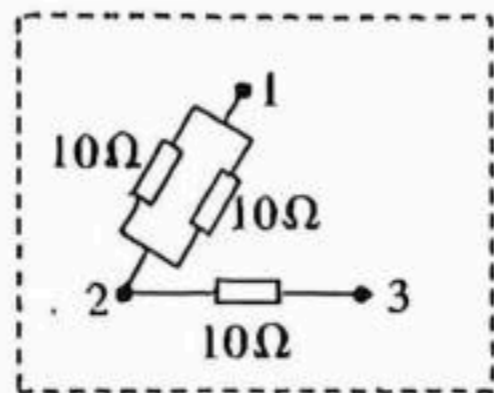


电表调零时, 红黑表笔短接, 电流表应达到最大值, 需要调节滑动变阻器滑片, 使电流表指针满偏, 当电流表电流增大时, 由欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 可得, 电流表两端电压 $U_x = I_x R_x$, I_x 增大, R_x 不变时, 电流表两端电压 U_x 增大。由并联电路特点知, R_1 、 R_2 两端的总电压也等于 U_x , 通过 R_1 、 R_2 的电流 $I_{12} = \frac{U_x}{R_1 + R_2}$, U_x 增大时, I_{12} 也增大, 电路中总电流 $I_s = I_{12} + I_y$, 电路总电流增大, 由闭合电路电压特点可得, 滑动变阻器和电源内阻的总电压 $U = E - U_x$, 滑动变阻器和电源内阻的总电压 U 减小, 又由欧姆定律可得滑动变阻器和电源内阻的总电阻 $R_p + r = \frac{U}{I_s}$, 由以上可知滑动变阻器和电源内阻的总电阻减小, 滑动变阻器电阻减小, 滑动变阻器滑片向上移动。

(2) 单刀双掷开关 S 与 2 接通, 可知电表满偏时, 干路电流小, 则该挡位欧姆表内阻大, 则为 $\times 10$ 挡位。

由欧姆表电路的特点及闭合电路的欧姆定律得, 当红黑表笔短接时 $E = I_{\max} R_{\text{内}}$, 当电流表处于 a、b 两位置时 $E = I_a (R_{\text{内}} + R_0)$, $E = I_b (R_{\text{内}} + R_1)$, 将 $I_{\max} = 100 \mu\text{A}$ 、 $I_a = 50.0 \mu\text{A}$ 、 $I_b = 80.0 \mu\text{A}$, 代入以上三式解得 $R_1 = \frac{1}{4} R_0$, 由欧姆表读数可知 $R_0 = 150 \Omega$, 所以 $R_1 = 37.5 \Omega$ 。

(3) 由题意可得 1、3 之间的电阻可为 1、2 和 2、3 之间电阻的串联值, 所以 1、2 之间接两个 10Ω 电阻并联, 2、3 之间接一个 10Ω 电阻。



四、解答题(本题共3个小题,共41分)

13. (10分)【解析】(1)对活塞和重物受力分析,由平衡条件可知 $p_0 S + mg = p_1 S$ (2分)

解得 $p_1 = 9.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2分)

(2)总质量增大后,对活塞和重物受力分析,由平衡条件可知 $p_0 S + (\Delta m + m)g = p_2 S$

解得 $p_2 = 1 \times 10^6 \text{ Pa}$ (2分)

根据玻意耳定律可得 $p_1 h S = p_2 h' S$

解得 $h' = 9.9 \text{ cm}$ (2分)

空气弹簧的等效劲度系数为 $k = \frac{\Delta mg}{h - h'} = 1 \times 10^4 \text{ N/m}$ (2分)

14. (15分)【解析】(1)粒子在 U_1 中被加速,由动能定理可得 $qU_1 = \frac{1}{2}mv^2$ (1分)

解得 $v = \sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$ (1分)

粒子在速度选择器中做匀速直线运动,根据平衡条件可得 $qvB_1 = q\frac{U_2}{d}$ (1分)

解得 $U_2 = B_1 d \sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$ (1分)

(2)由几何知识可知,粒子在 B_2 中的轨迹半径为 $R = \frac{d}{2}$

粒子在 B_2 中做匀速圆周运动,洛伦兹力提供向心力,可得 $qvB_2 = m\frac{v^2}{R}$ (2分)

解得 $B_2 = \frac{2}{d} \sqrt{\frac{2mU_1}{q}}$ (1分)

(3)设粒子第一次达到 PQ 上时的速度大小为 v' ,粒子在电场中运动过程中,根据动能定理可得

$qE \cdot \frac{d}{2} = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2$ (1分)

粒子第一次达到 PQ 上在沿电场线方向的速度大小为 $v_1 = \sqrt{v'^2 - v^2}$ (1分)

联立解得 $v_1 = \sqrt{\frac{qEd}{m}}$ (1分)

碰撞后水平速度不变,竖直分速度反向,取向下为正方向,根据动量定理可知,弹性板对带电粒子的冲量大小

$I = 2mv_1 = 2\sqrt{qmEd}$ (1分)

粒子第一次达到 PQ 上经过的时间为 $t_1 = \frac{v_1}{a}$ (1分)

其中 $a = \frac{qE}{m}$ (1分)

粒子第一次达到 PQ 上到 N 极板的距离 $L_1 = vt_1$

第一次以后,每次达到 PQ 上经过的时间为 $2t_1$,水平位移为 $2L_1$,所以第 n 次碰撞处到 N 极板的距离为

$L = (2n-1)L_1$ (1分)

代入数据解得 $L = (2n-1)\sqrt{\frac{2U_1 d}{E}}$ (1分)

15. (16分)【解析】(1)无积雪时, $d=0$,只有滑动摩擦力作为阻力,除雪环匀加速下滑,设加速度为 a_0 ,有

$\frac{1}{2}a_0 t_0^2 = |OB|$ (1分)

由牛顿第二定律,得 $mgsin\theta - f_0 = ma_0$ (1分)

解得 $f_0 = 24 \text{ N}$ (1分)

(2)第一个除雪环下滑过程中冰雪阻力为 $(f - f_0)$,由动能定理得

$(mgsin\theta - f_0) \cdot |OC| - (f - f_0) \cdot |AC| = 0$ (1分)

解得 $f = 48 \text{ N}$ (1分)

由图丙可知,冰雪层厚度 $d = \frac{48-24}{49-24} \times 5 \text{ cm} = 4.8 \text{ cm}$ (1分)

第二个环从 O 滑到 C 点的过程,由动能定理,得 $(mg\sin\theta - f_0) \cdot |OC| = \frac{1}{2}mv_0^2$ (1分)

两环碰撞过程动量守恒,有 $mv_0 = 2mv_1$ (1分)

碰后,两环一起下滑,由动能定理,得 $[2mg\sin\theta - 2f_0 - (f - f_0)] \cdot |CB| = \frac{1}{2} \cdot 2mv_2^2 - \frac{1}{2} \cdot 2mv_1^2$

解得 $v_2 = 8\sqrt{5} \text{ m/s}$ (1分)

(3)由图丙可知, $f - f_0 = 5d (0 \leq d < 5 \text{ cm})$, $f - f_0 = 3d + 10 (5 \text{ cm} \leq d < 10 \text{ cm})$ (f 的单位 N , d 的单位 cm) (1分)

由于环的碰撞中,存在机械能损失,会降低除雪效率,所以应避免环的碰撞,设由静止同时释放 n 个环,恰好到底端时速度为 0 ,由动能定理,得

$(nmg\sin\theta - nf_0) \cdot |OB| - (f - f_0) \cdot |AB| = 0$ (1分)

当 $n=1$ 时, $f - f_0 = \frac{640}{39} \text{ N} \approx 16.4 \text{ N}$, $d \approx 3.3 \text{ cm}$, $t = 6.6 \text{ h}$ (1分)

当 $n=2$ 时, $f - f_0 = \frac{1280}{39} \text{ N} \approx 32.8 \text{ N}$, $d \approx 7.6 \text{ cm}$, $t = 15.2 \text{ h}$ (1分)

当 $n=3$ 时, $f - f_0 = \frac{1920}{39} \text{ N} \approx 49.2 \text{ N}$, $d > 10 \text{ cm}$ (1分)

故取 $d=10 \text{ cm}$ 时,同时释放 3 个环, $t=20 \text{ h}$ (1分)

综上,当 $n=2$ 时, $\frac{t}{n}$ 最大,故应每隔 15.2 h 时,同时释放 2 个环。 (1分)