

湖南师大附中 2025 届模拟试卷(一)

物 理

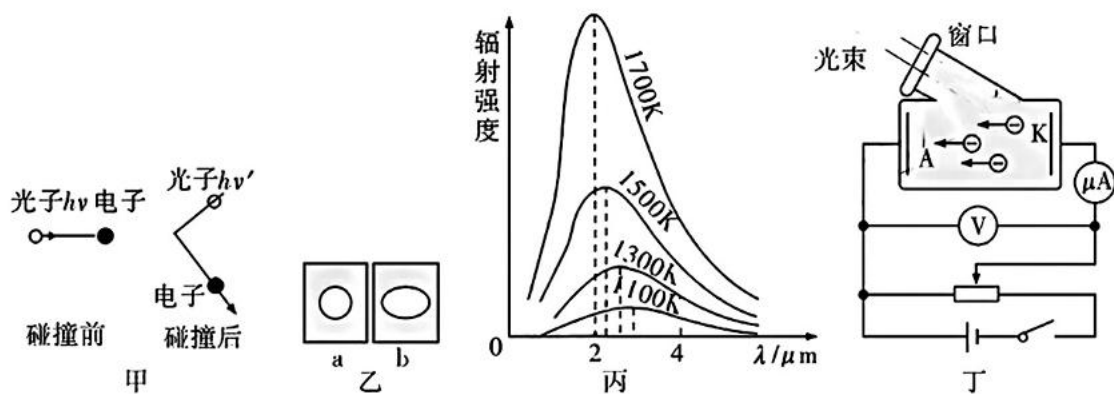
注意事项:

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,将本试题卷和答题卡一并交回。

第 I 卷

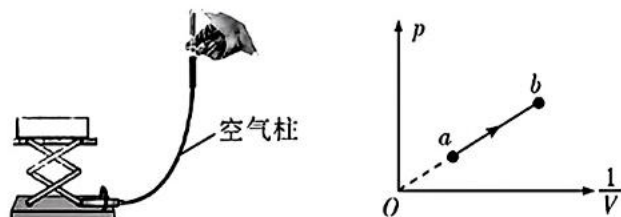
一、单项选择题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。每小题给出的四个选项中,只有一个选项是符合题目要求的)

1. 下列说法正确的是



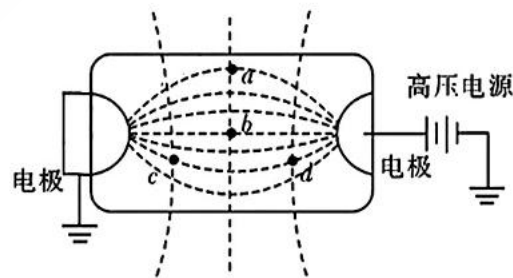
- A. 图甲为康普顿效应的示意图,入射光子与静止的电子发生碰撞,碰后散射光的波长变长
- B. 在两种固体薄片上涂上蜡,用烧热的针接触固体背面上一点,蜡熔化的范围如图乙所示,则 a 一定是非晶体, b 一定是晶体
- C. 图丙中随着温度的升高,黑体辐射强度的极大值向频率较低的方向移动
- D. 图丁光电效应实验中滑动变阻器的触头向右移动,电流表的示数一定增大

2. 某校物理学科后活动中,出现了不少新颖灵巧的作品。如图所示为高二某班同学制作的《液压工程类作业升降机模型》,通过针筒管活塞的伸缩推动针筒内的水,进而推动支撑架的展开与折叠,完成货物平台的升降。在某次实验中,针筒连接管的水中封闭了一段空气柱(空气可视为理想气体),该同学先缓慢推动注射器活塞将针筒内气体进行压缩,若压缩气体过程中针筒内气体温度不变,装置不漏气,则下列说法中正确的是

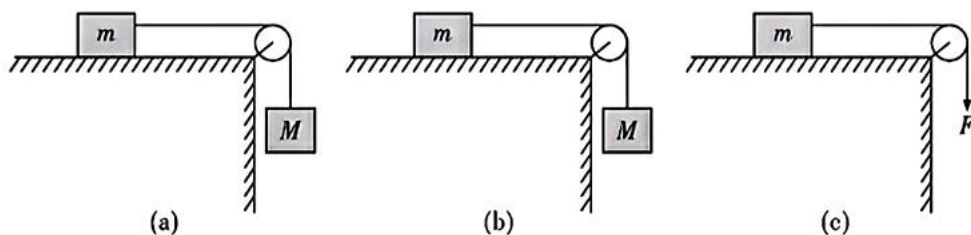


- A. 针筒内气体压强减小
 B. 针筒内气体吸热
 C. 单位时间、单位面积撞击针筒内壁的气体分子数减少
 D. 用国际单位制单位表示的状态参量在 $p-\frac{1}{V}$ 图中图线可能如图中 $a \rightarrow b$

3. 静电纺纱利用了高压静电场,使单纤维两端带上异种电荷,如图所示为高压静电场的分布图,下列说法正确的是

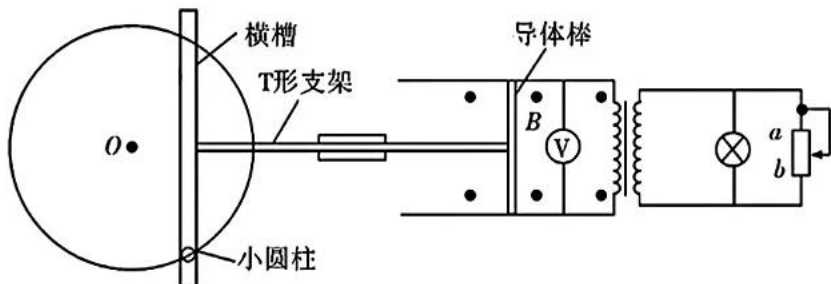


- A. 图中 b 、 d 两点的电场强度大小关系为 $E_b > E_d$
 B. 图中 a 、 c 两点电势关系为 $\varphi_a > \varphi_c$
 C. 电子在 a 、 d 两点的电势能关系为 $E_{pa} < E_{pd}$
 D. 将质子从 b 点移动到 c 点,电场力做负功
4. 如图所示三个装置,(a)中桌面光滑,(b)、(c)中桌面粗糙程度相同,(c)用大小为 $F=Mg$ (g 为重力加速度)的力替代重物 M 进行牵引,其余均相同。不计绳和滑轮质量及绳与滑轮摩擦,都由静止释放,在 m 移动相同距离的过程中,下列关于三个实验装置的分析中正确的是

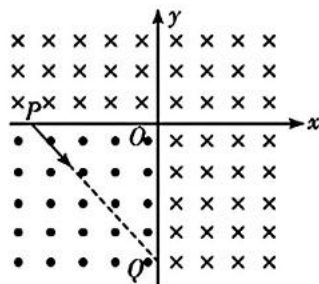


- A. 装置(b)中绳上的张力 T_b 等于装置(c)中绳上的张力 T_c
 B. 装置(a)中物块 m 的加速度为 $\frac{Mg}{m}$
 C. 装置(b)、(c)中物块 m 的动量增加量相同
 D. 装置(a)中 m 的动能增加量大于(b)中 m 的动能增加量

5. 如图所示为一简易手动发电式手电筒。装置左侧是一个绕轴心 O 匀速转动的水平圆盘。固定在圆盘边缘处的小圆柱随圆盘转动时,可在 T 形绝缘支架左侧横槽中往复运动,同时驱动导体棒在光滑的水平导轨上运动。导体棒运动的速度随时间变化的关系为 $v = \frac{\sqrt{2}}{2} \sin(\sqrt{2}t)$ m/s。导轨间距 $d = 1$ m,导轨间存在垂直导轨平面向上的匀强磁场,磁感应强度 $B = 2$ T。导轨右端为一理想变压器,额定电压为 2 V 的灯泡刚好正常发光。导体棒、导线及导轨电阻均不计,电压表为理想电表。下列说法正确的是



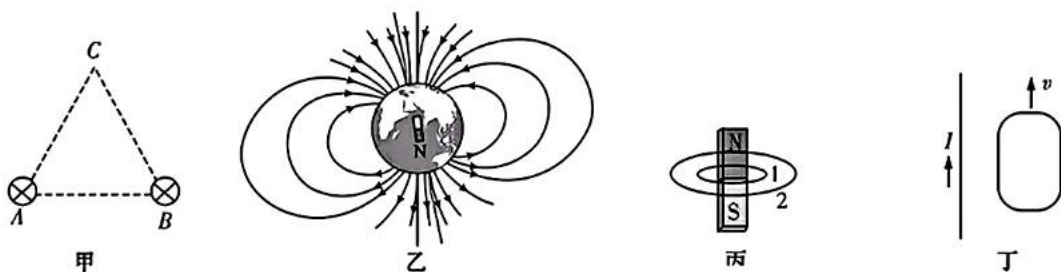
- A. 当 T 形支架运动到圆盘最左端时,电压表的示数为 0
 B. 理想变压器原副线圈的匝数比为 1 : 2
 C. 圆盘转动的角速度为 2 rad/s
 D. 当滑动变阻器滑片由 b 向 a 移动时,灯泡变暗
6. 如图所示,在 xOy 平面内存在着磁感应强度大小均为 B 的匀强磁场,第一、二、四象限内的磁场方向垂直纸面向里,第三象限内的磁场方向垂直纸面向外, $P(-\sqrt{2}L, 0)$, $Q(0, -\sqrt{2}L)$ 为坐标轴上的两点。现有一质量为 m 、电荷量为 e 的电子从 P 点沿 PQ 方向射出,不计电子的重力,则下列说法中正确的是



- A. 若电子从 P 点出发恰好第一次经原点 O 点,运动时间一定为 $\frac{\pi m}{2eB}$
 B. 若电子从 P 点出发恰好第一次经原点 O 点,运动路程可能为 πL
 C. 若电子从 P 点出发恰好第一次经原点 O 到达 Q 点,运动路程可能为 πL 或 $2\pi L$
 D. 若电子从 P 点出发经原点 O 到达 Q 点,运动时间可能为 $\frac{3\pi m}{eB}$

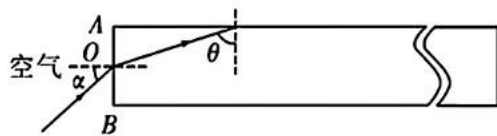
二、多项选择题(本题共 4 小题,每小题 5 分,共 20 分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求,全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

7. 下列说法正确的是



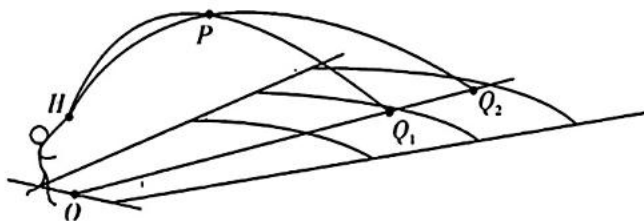
- A. 如图甲所示, ABC 构成等边三角形, 若两通电长直导线 A 、 B 在 C 处产生磁场的磁感应强度大小均为 B_0 , 则 C 处磁场的合磁感应强度大小是 $\sqrt{3}B_0$
- B. 图乙中地磁场的垂直于地面磁感应强度分量在南半球竖直向上, 北半球竖直向下
- C. 图丙中穿过两金属圆环的磁通量大小关系为 $\Phi_1 < \Phi_2$
- D. 图丁中与通电长直导线在同一平面内的金属线框沿平行于直导线方向运动, 线框中会产生感应电流

8. 为模拟光在光导纤维中的传播原理, 取一圆柱形长直玻璃丝进行实验。如图所示, 纸面内有一束激光由空气中以 $\alpha=45^\circ$ 的入射角射向玻璃丝的 AB 端面圆心 O , 恰好在玻璃丝的内侧面发生全反射, 此时内侧面入射角为 θ 。下列说法正确的是



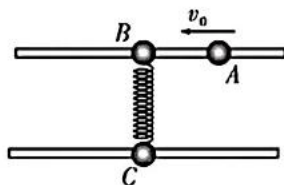
- A. $\sin \theta = \frac{\sqrt{6}}{4}$
- B. 玻璃丝只能传播该频率的光
- C. 激光由空气中进入玻璃丝后, 其波长变短
- D. 减小入射角 α , 激光在玻璃丝中仍能发生全反射

9. 如图, 某同学在水平地面上先后两次从 H 点抛出沙包, 分别落在正前方地面 Q_1 和 Q_2 处。沙包的两次运动轨迹处于同一竖直平面, 且交于 P 点, H 点正下方地面处设为 O 点。已知两次运动



轨迹的最高点离地高度均为 3.2 m , $OH = 1.4 \text{ m}$, $OQ_1 = 8.4 \text{ m}$, $OQ_2 = 9.8 \text{ m}$, 沙包质量为 0.2 kg , 忽略空气阻力, 重力加速度大小取 10 m/s^2 , 则沙包

- A. 第一次运动过程中上升与下降时间之比为 $\sqrt{7} : 4$
- B. 第一次经 P 点时的机械能比第二次的小 1.3 J
- C. 第一次和第二次落地前瞬间的动能之比为 $72 : 85$
- D. 第一次抛出时速度方向与落地前瞬间速度方向的夹角比第二次的大
10. 在相互平行且足够长的两根水平光滑的硬杆上, 穿着三个半径相同的刚性球 A 、 B 、 C , 如图所示。三球的质量分别为 $m_A = 1 \text{ kg}$ 、 $m_B = 2 \text{ kg}$ 、 $m_C = 6 \text{ kg}$, 初状态 B 、 C 球之间连着一根轻质弹簧并处于静止状态, B 、 C 连线与杆垂直并且弹簧刚好处于原长状态, A 球以 $v_0 = 18 \text{ m/s}$ 的速度向左运动, 与同一杆上的 B 球碰撞后粘在一起(作用时间极短), 则下列判断正确的是

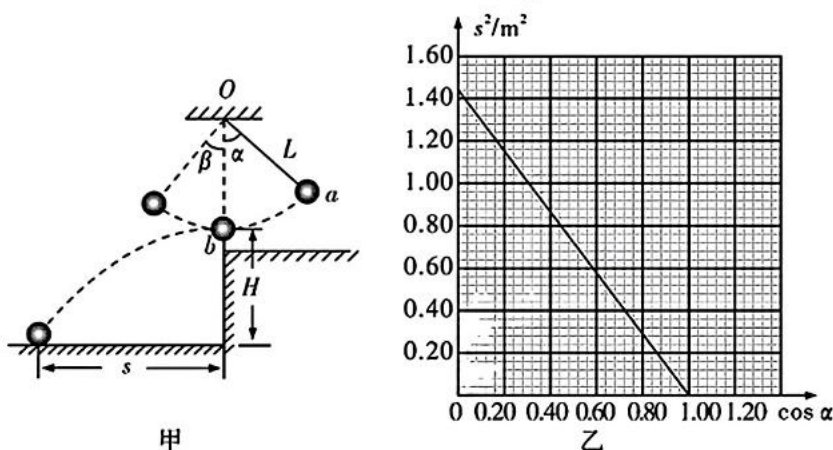


- A. A 球与 B 球碰撞中损耗的机械能为 108 J
- B. 在以后的运动过程中, 弹簧形变量最大时 C 球的速度最大
- C. 在以后的运动过程中, 弹簧的最大弹性势能为 36 J
- D. 在以后的运动过程中, B 球的最小速度为 2 m/s

第 II 卷

三、非选择题(本题共 5 个小题,共 56 分)

11. (6 分)利用图甲装置验证动量守恒定律,将钢球 a 用细线悬挂于 O 点,钢球 b 放在离地面高度为 $H=0.80\text{ m}$ 的支柱上, O 点到 a 球球心的距离为 $L=0.20\text{ m}$ 。将 a 球拉至悬线与竖直线夹角为 α ,由静止释放后摆到最低点时恰与 b 球正碰,碰撞后 a 球运动到竖直线夹角 β 处, b 球落到地面上,测出 b 球的水平位移 s ,当地重力加速度为 g 。

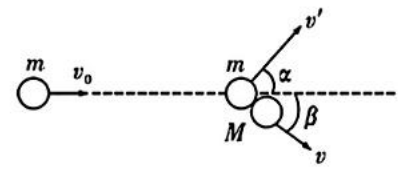


- (1)改变 α 角的大小,多次实验,发现钢球 a 、 b 碰撞过程不仅动量守恒,机械能也守恒,得到 $s^2 - \cos \alpha$ 的关系图线如图乙,则钢球 a 、 b 的质量之比 $\frac{m_a}{m_b} =$ _____。(保留 2 位有效数字)

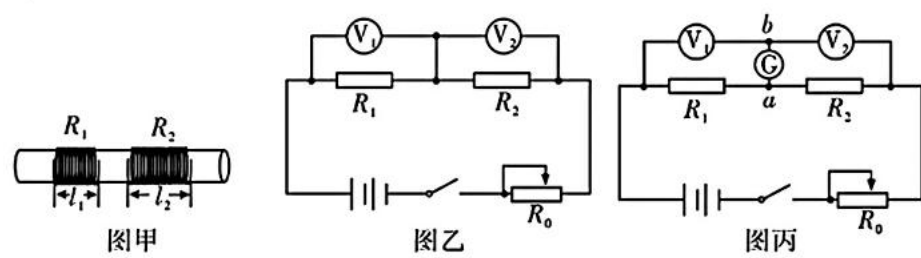
- (2)若在钢球 b 的被碰位置贴一小块棉布,依然将 a 球拉至悬线与竖直线夹角为 α 由静止释放,增大的物理量是_____。

- A. 碰后 b 球的水平位移 s
- B. 碰后 a 再次到达最高点的夹角 β
- C. 碰撞过程中系统的总动量
- D. 碰撞过程中系统动能的损失

- (3)某同学观察到,在台球桌面上,台球 m 以初速度 v_0 和静止的球 M 发生斜碰时,碰后两球的速度方向将不在同一直线上,如图乙所示。已知两球大小相同,质量相等,若两球碰撞过程无能量损失,碰后两球速度方向与初速度的夹角分别为 α 和 β ,则 α 和 β 满足的关系为_____。

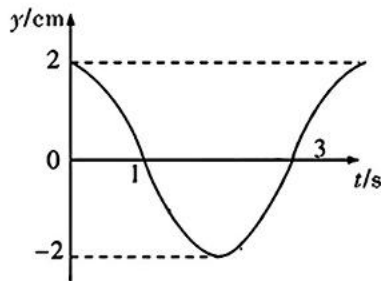


12. (8 分)为测定某种材料的电阻率,设计如下实验:图(乙)为测量原理电路图, R_1 、 R_2 是由长度相同、表面涂有绝缘膜(厚度不计)的电阻丝并排紧密绕制在同一根圆柱形绝缘陶瓷棒上的螺旋电阻(图甲), R_1 材料电阻率为 ρ , R_2 由待测材料制成, R_0 为滑动变阻器, V_1 、 V_2 为已知量程的电压表。请回答下列问题:



- (1)在闭合开关前,滑动变阻器滑片应滑到_____ (选填“左端”或“右端”)。
- (2)测得 R_1 的螺旋长度为 l_1 , R_2 的螺旋长度为 l_2 , 两电阻的匝数相同, 则制成电阻 R_1 与 R_2 的电阻丝的横截面积之比为_____。
- (3)某次测量中 V_1 、 V_2 表的示数分别为 U_1 、 U_2 , 则待测电阻丝的电阻率 $\rho' =$ _____ (用 U_1 、 U_2 、 l_1 、 l_2 、 ρ 表示)。
- (4)考虑 V_1 、 V_2 表的内阻对实验误差的影响, 在电路中加了一个灵敏电流计 G(图丙)来判断。闭合开关, 灵敏电流计中有从 a 向 b 的微小电流, 则(3)中测量结果相对于真实值 _____ (选填“偏大”“不变”或“偏小”)。

13. (10分)在平面直角坐标系中 x 轴上有一振源, 产生的简谐波沿 x 轴传播, A 、 B 是 x 轴上的两个质点, 从质点 A 第一次达到波峰开始计时, A 、 B 两质点的振动图像分别如图甲、乙所示, 已知 A 、 B 平衡位置间距离为 2 m , 且满足 B 点在 A 点的右侧, 已知 A 点的横坐标为 $x=1\text{ m}$, 该简谐波的波长 λ 大于 AB 间距, $t=0$ 时波源位于平衡位置, 波源起振方向竖直向上。

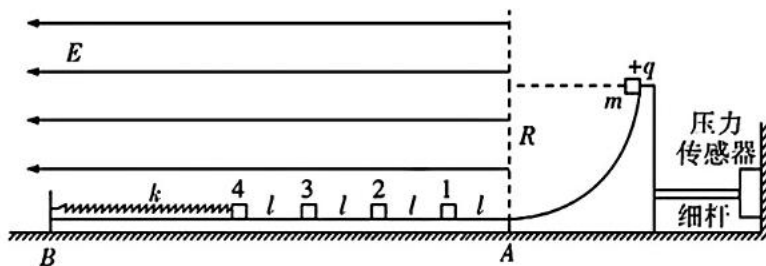


图甲

图乙

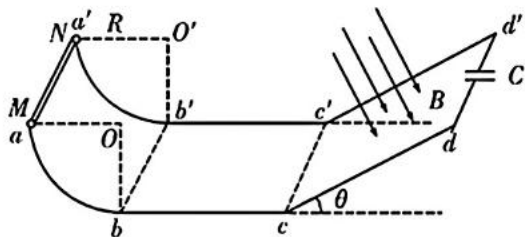
- (1)求该简谐波的波速;
- (2)若波源在原点, 求坐标轴上 $x>0$ 的各点的波动方程。(波动方程: 写出 x 轴上各质点偏离平衡位置的位移 y 与 x 、 t 的关系)

14. (16分)如图,固定在地面上的木板 AB 和半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆弧槽刚好接触,圆弧槽凹侧和底面光滑,各物块与木板上表面间动摩擦因数均为 μ 。圆弧槽右侧通过不计质量的细杆与一压力传感器相连。从 A 点向左,每隔 $l = \frac{4R}{15\mu}$ 放置一小物块,编号依次为 1、2、3、4,质量均为 m ,物块 4 与一劲度系数为 $k = \frac{15\mu^2 mg}{4R}$ 的弹簧(处于原长)相连,物块 4 左侧木板表面光滑,弹簧左端连在木板左端。圆弧槽左侧空间有方向向左的匀强电场。一质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的外表绝缘小物块从圆弧槽顶点处无初速度释放。已知当弹簧形变量为 x 时,弹性势能为 $\frac{1}{2}kx^2$,重力加速度为 g 。求:



- (1)带电小物块下滑过程压力传感器的最大示数 F_{\max} ;
- (2)若所有碰撞均为弹性碰撞,在 $\mu > \frac{qE}{mg}$ 的前提下,施加电场的强度 E 多大时才能使弹簧的最大压缩量也为 l ?
- (3)先将 1、2、3 号物块拿掉,若带电物块与 4 为完全非弹性碰撞,施加电场的强度 E 多大才能使弹簧的最大压缩量也为 l ?

15. (16分) 如图所示, 平行金属导轨 $abcd$ 与 $a'b'c'd'$, 两导轨间距 $L=2\text{ m}$, ab 与 $a'b'$ 段是竖直四分之一光滑圆弧, 半径 $R=20\text{ m}$, bc 与 $b'c'$ 是光滑水平直导轨, cd 与 $c'd'$ 是与水平成 $\theta=37^\circ$ 的足够长的粗糙直导轨, 有垂直斜面向下的匀强磁场(磁场只存在斜面轨道部分), 磁感应强度 $B=5\text{ T}$, 电容器的电容 $C=200\text{ }\mu\text{F}$, 将一质量 $m=20\text{ g}$ 的金属棒 MN 由圆弧最高点静止释放, 金属棒 MN 与 cd 、 $c'd'$ 的动摩擦因数 $\mu=0.25$, 重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$, cc' 处有一小段光滑圆弧(长度可忽略不计), 不计一切电阻, 已知 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 求:



- (1) 金属棒 MN 第一次经过 bb' 时的速度大小 v_1 ;
- (2) 金属棒 MN 在斜面 $cdc'd'$ 上滑的最大距离 d ;
- (3) 最终金属棒 MN 与斜面 $cdc'd'$ 摩擦生的热 Q 。

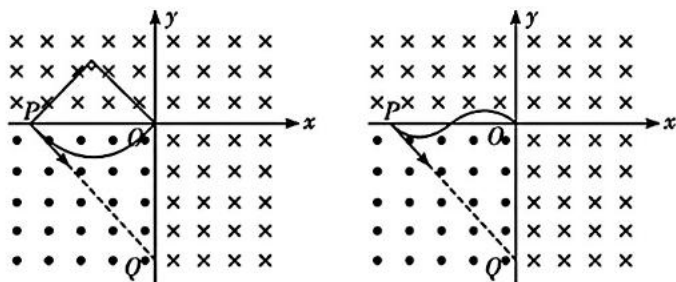
物理参考答案

一、单项选择题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 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)

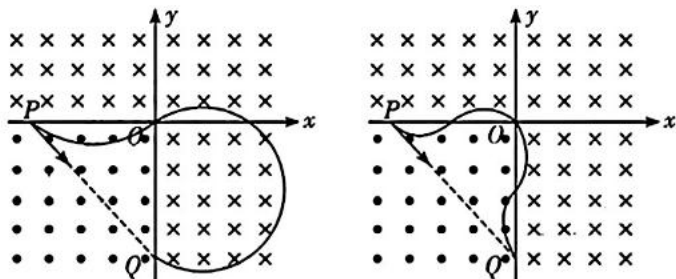
题号	1	2	3	4	5	6
答案	A	D	B	D	B	C

1. A **【解析】**图甲为康普顿效应的示意图,入射光子与静止的电子发生碰撞,碰后,入射光的动量减小,根据 $\lambda = \frac{h}{p}$ 。可知,碰后散射光的波长变长,故 A 正确;在两种固体薄片上涂上蜡,用烧热的针接触固体背面上一点,蜡熔化的范围如图乙所示,则 a 表现出各向同性,a 可能是多晶体,也可能是非晶体,b 表现出各向异性,b 一定是单晶体,故 B 错误;根据黑体辐射的规律,图丙中随着温度的升高,黑体辐射强度的极大值向频率较高的方向移动,故 C 错误;图丁中光电效应实验中电源所加电压为加速电压,逸出的光电子加速到达 A 极,当滑动变阻器的触头向右移动时,加速电压增大,若电流没有达到饱和电流,电流表的示数先增大,达到饱和电流后,电流表的示数不变,故 D 错误。故选 A。
2. D **【解析】**压缩气体过程中针筒内气体温度不变,空气柱体积变小,则压强变大,故 A 错误;压缩气体过程中针筒内气体温度不变,则气体内能不变,即有 $\Delta U = 0$ 。压缩过程中,气体体积变小,外界对气体做功,即有 $W > 0$,则根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 。可知 $Q < 0$,即针筒内气体放热,故 B 错误;由于压缩气体过程中针筒内气体温度不变,空气柱体积变小,压强变大,则单位时间、单位面积撞击针筒内壁的气体分子数增大,故 C 错误;由于压缩气体过程中针筒内气体温度不变,空气柱体积变小,压强变大。则根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ 。整理可得 $p = TC \cdot \frac{1}{V}$,可用国际单位制单位表示的状态参量在 $p - \frac{1}{V}$ 图中图线可能如图中 $a \rightarrow b$,故 D 正确。故选 D。
3. B **【解析】**根据电场线的疏密代表电场强度的大小,可知图中 b、d 两点的电场强度大小关系为 $E_b < E_d$,故 A 错误;由图可知,右边电极电势高于左边电极的电势,电场线从右边电极发出,终止于左边电极,根据沿着电场线方向电势降低,可知图中 a、c 两点电势关系为 $\varphi_a > \varphi_c$,故 B 正确;图中 a、d 两点电势关系为 $\varphi_a < \varphi_d$,根据 $E_p = q\varphi$,且电子带负电,可知电子在 a、d 两点的电势能关系为 $E_{pa} > E_{pd}$,故 C 错误;图中 b、c 两点电势关系为 $\varphi_b > \varphi_c$,且质子带正电,故将质子从 b 点移动到 c 点,其电势能减小,电场力做正功,故 D 错误。故选 B。
4. D **【解析】**装置(b)中对物块 m 根据牛顿第二定律 $T_b - f = ma_2$,对系统根据牛顿第二定律 $Mg - f = (M + m)a_2$ 。解得 $T_b = \frac{mMg - mf}{M + m} + f$ 。装置(c)中绳子张力为 $T = F = Mg$,所以,装置(b)中绳上的张力 T_b 不等于装置(c)中绳上的张力 T_c ,故 A 错误;装置(a)中对系统根据牛顿第二定律 $Mg = (M + m)a_1$ 。解得物块 m 的加速度为 $a_1 = \frac{Mg}{M + m}$,故 B 错误;装置(b)中物块 m 的加速度为 $a_2 = \frac{Mg - f}{M + m}$ 。装置(c)中对系统根据牛顿第二定律 $F - f = ma_3$ 。解得物块 m 的加速度为 $a_3 = \frac{F - f}{m} = \frac{Mg - f}{m}$ 。可知装置(c)中物块 m 的加速度较大,在 m 移动相同距离的过程中得到的速度较大,则装置(c)中 m 的动量增加量大于(b)中 m 的动量增加量,故 C 错误;由于装置(b)有摩擦力,可知装置(a)中物块 m 的合外力较大,根据 $F_{\text{合}} = ma$,可知装置(a)中物块的加速度较大,在 m 移动相同距离的过程中得到的速度较大,则装置(a)中 m 的动能增加量大于(b)中 m 的动能增加量,故 D 正确;故选 D。
5. B **【解析】**导体棒在磁场中运动时,产生电动势的峰值为 $E_m = Bdv_m = 2 \times 1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ V} = \sqrt{2} \text{ V}$ 。电动势的有效值为 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \text{ V} = 1 \text{ V}$ 。电压表的示数为电动势的有效值,其示数为 $U_1 = 1 \text{ V}$,A 错误;由题意可知,额定电压为 2 V 的灯泡刚好正常发光,可知变压器副线圈的输出电压为 $U_2 = 2 \text{ V}$,则理想变压器原、副线圈的匝数比为 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{2}$,B 正确;由导体棒运动的速度随时间变化的关系为 $v = \frac{\sqrt{2}}{2} \sin(\sqrt{2}t) \text{ m/s}$ 。可知,圆盘转动的角速度为 $\omega = \sqrt{2} \text{ rad/s}$,C 错误;当滑动变阻器滑片由 b 向 a 移动时,变阻器接入电路的电阻值增大,副线圈电路中的电流减小,由于变压器是理想变压器,可知副线圈输出电压不变,则灯泡的亮度不变,D 错误。故选 B。

6. C 【解析】电子从P点出发恰好第一次经原点O点,有两类情况,一类是第奇数次回到x轴经过原点O,另一类是第偶数次回到x轴经过原点O。其中第一次和第二次回到x轴的轨迹如图。 $t = \frac{T}{4} \times n (n=1, 2, 3, \dots)$, $T = \frac{2\pi m}{eB}$ 。解得 $t = \frac{\pi m}{2eB} (n=1, 2, 3, \dots)$ 。当 $n=1$ 时,运动时间为 $t = \frac{\pi m}{2eB}$ 。由轨迹图结合几何关系,轨迹圆的半径为 $r = \frac{\sqrt{2}L}{n} \times \sin 45^\circ = \frac{L}{n} (n=1, 2, 3, \dots)$ 。可得运动路程为 $s = \frac{1}{4} \times 2\pi r_n \times n = \frac{\pi L}{2}$,故 A 错误;B 错误;



同理,若电子从P点出发恰好第一次经原点O到达Q点,轨迹也为两类,如图。由轨迹图结合几何关系,可得运动时间为 $t = (\frac{T}{4} + \frac{3T}{4}) \times n = nT (n=1, 3, 5, \dots)$, $T = \frac{2\pi m}{eB}$ 。或 $t = \frac{T}{4} \times n \times 2 = \frac{nT}{2} (n=2, 4, 6, \dots)$, $T = \frac{2\pi m}{eB}$ 。解得 $t = \frac{2\pi m}{eB} (n=1, 3, 5, \dots)$, $t = \frac{\pi m}{eB} (n=2, 4, 6, \dots)$ 。若电子从P点出发恰好第一次经原点O到达Q点,运动路程为 $s = n \times 2\pi r (n=1, 3, 5, \dots)$, $s = \frac{n}{2} \times 2\pi r (n=2, 4, 6, \dots)$ 。解得 $s = 2\pi L (n=1, 3, 5, \dots)$, $s = \pi L (n=2, 4, 6, \dots)$,故 C 正确;D 错误。故选 C。



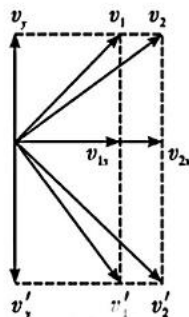
二、多项选择题(本题共4小题,每小题5分,共20分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求,全部选对的得5分,选对但不全的得3分,有选错的得0分)

题号	7	8	9	10
答案	AB	CD	BD	AC

7. AB 【解析】根据安培定则可知,A、B在C处产生磁场的磁感应强度方向之间的夹角为 60° ,根据矢量叠加可知,C处磁场的合磁感应强度大小 $B = 2B_0 \cos \frac{60^\circ}{2} = \sqrt{3}B_0$,故 A 正确;根据地磁场的分布规律可知,地磁场的垂直于地面磁感应强度分量在南半球竖直向上,北半球竖直向下,故 B 正确;图中条形磁体内部磁场方向向上,外部线圈所在位置磁场方向向下,通过线圈整体的磁场方向向上,可知,图丙中穿过两金属圆环的磁通量大小关系为 $\Phi_1 > \Phi_2$,故 C 错误;根据通电直导线磁场的分布特征可知,当金属线框沿平行于直导线方向运动时,穿过线框的磁通量没有发生变化,线框中没有产生感应电流,故 D 错误。故选 AB。

8. CD 【解析】根据折射定律有 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin(90^\circ - \theta)} = \frac{\sin \alpha}{\cos \theta}$, $n = \frac{1}{\sin \theta}$ 。解得 $\sin \theta = \frac{\sqrt{6}}{3}$,故 A 错误;玻璃丝可以传播不同频率的光,故 B 错误;激光由空气中进入玻璃丝后,传播速度变小,则波长变短,故 C 正确;减小入射角 α ,则折射角减小,光在玻璃丝的内侧面入射角增大,大于临界角,发生全反射,故 D 正确。故选 CD。

9. BD 【解析】沙包从抛出到最高点的运动可视为平抛运动的“逆运动”,则可得第一次抛出上升的高度为 $h_1 = 3.2 \text{ m} - 1.4 \text{ m} = 1.8 \text{ m}$ 。上升时间为 $t_{\uparrow 1} = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = 0.6 \text{ s}$ 。最高点距水平地面高为 $h_0 = 3.2 \text{ m}$,故下降的时间为 $t_{\downarrow 1} = \sqrt{\frac{2h_0}{g}} = 0.8 \text{ s}$,故一次抛出上升时间,下降时间比值为 3:4,故 A 错误;两条轨迹最高点等高、沙包抛出的位置相同,故可知两次从抛出到落地的时间相等为 $t = t_{\uparrow 1} + t_{\downarrow 1} = 1.4 \text{ s}$ 。故可得第一次,第二次抛出时水平方向的分速度分别为 $v_{x1} = \frac{OQ_1}{t} = 6 \text{ m/s}$, $v_{x2} = \frac{OQ_2}{t} = 7 \text{ m/s}$ 。由于两条轨迹最高点等高,故抛出时竖直方向的分速度也相等,为 $v_y = gt_{\uparrow 1} = 6 \text{ m/s}$ 。由于沙包在空中运动



过程中只受重力,机械能守恒,故第一次过P点比第二次机械能少 $\Delta E = \frac{1}{2}m(\sqrt{v_{x2}^2 + v_{y2}^2})^2 - \frac{1}{2}m(\sqrt{v_{x1}^2 + v_{y1}^2})^2 =$

1.3 J。从抛出到落地瞬间根据动能定理可得 $E_{k1} = E_{k01} + mgh_{OH} = \frac{1}{2}m(v_{x1}^2 + v_{y1}^2) + mgh_{OH} = 10 \text{ J}$, $E_{k2} = E_{k02} + mgh_{OH} =$

$\frac{1}{2}m(v_{x2}^2 + v_{y2}^2) + mgh_{OH} = 11.3 \text{ J}$, 则故落地瞬间,第一次,第二次动能之比为 100 : 113,故 B 正确,C 错误;根据前

面分析可知两次抛出时竖直方向的分速度相同,两次落地时物体在竖直方向的分速度也相同,由于第一次的水平分速度较小,物体在水平方向速度不变,故可知第一次抛出时速度与水平方向的夹角较大,第一次落地时速度与水平方向的夹角也较大,故可知第一次抛出时速度方向与落地瞬间速度方向夹角比第二次大,故 D 正确。故选 BD。

10. AC 【解析】A、B 碰撞的过程中,满足动量守恒 $m_A v_0 = (m_A + m_B) v_1$ 。解得 $v_1 = 6 \text{ m/s}$, A 球与 B 球碰撞中损耗的机械能 $\Delta E = \frac{1}{2}m_A v_0^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B) v_1^2 = 108 \text{ J}$, A 正确;弹簧再次恢复原长时 C 球速度最大, B 错误;在以后的运动过程中, AB 的组合体与 C 的速度相等时,弹性势能最大,根据动量守恒 $(m_A + m_B) v_1 = (m_A + m_B + m_C) v_2$ 。解得 $v_2 =$

2 m/s ,最大弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}(m_A + m_B) v_1^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B + m_C) v_2^2$,解得 $E_p = 36 \text{ J}$, C 正确;当弹簧再次恢复原长时,

根据动量守恒和能量守恒可知 $(m_A + m_B + m_C) v_2 = (m_A + m_B) v_3 + m_C v_4$, $\frac{1}{2}(m_A + m_B + m_C) v_2^2 + E_p =$

$\frac{1}{2}(m_A + m_B) v_3^2 + \frac{1}{2}m_C v_4^2$ 。解得 $v_3 = -2 \text{ m/s}$, $v_4 = 4 \text{ m/s}$ 。此时 B 反向速度最大,而 B 由于速度由正向到反向,因此最小速度为零, D 错误。故选 AC。

三、非选择题(本题共 5 个小题,共 56 分)

11. (6 分,每空 2 分)

(1)3.0 (2)BD (3) $\alpha + \beta = 90^\circ$

【解析】(1)选取向左为正方向,碰撞过程中动量守恒和机械能守恒,则有

$$m_a v_0 = m_a v_a + m_b v_b \quad ①$$

$$\frac{1}{2}m_a v_0^2 = \frac{1}{2}m_a v_a^2 + \frac{1}{2}m_b v_b^2$$

$$\text{联立解得 } v_b = \frac{2m_a}{m_a + m_b} \cdot v_0 \quad ②$$

$$\text{当 } \alpha = 90^\circ \text{ 时, } \cos \alpha = 0, \text{ 则 } v_b = \sqrt{2gL} = 2 \text{ m/s} \quad ③$$

$$\text{由乙图可知, } \cos \alpha = 0 \text{ 时有 } s^2 = 1.44 \text{ m}^2 \quad ④$$

$$b \text{ 做平抛运动,则 } v_b = s \sqrt{\frac{g}{2H}} \quad ⑤$$

$$\text{代入数据得 } v_b = 3 \text{ m/s} \quad ⑥$$

$$\text{将 } ③⑥ \text{ 代入 } ② \text{ 可得 } \frac{m_a}{m_b} = 3.0$$

(2)碰撞过程中,动量守恒,两球作用的时间变长, b 球获得的速度变小,则碰撞后 b 球水平位移减小, a 球碰后速度较之前变大,则碰后夹角 β 变大, A 错误, B 正确;若在钢球 b 的被碰位置贴一小块棉布,依然将 a 球拉至悬线与竖直线夹角为 α 由静止释放。碰撞过程中,动量守恒,碰撞过程中系统总动量不变, C 错误;贴一小块棉布后,碰撞过程中,动量守恒,碰撞过程中系统总动量不变,系统动能损失变大, D 正确。故选 BD。

(3)设两球的质量均为 m,在 v_0 方向与垂直 v_0 方向上由动量守恒定律可得

$$m v_0 = m v' \cos \alpha + m v \cos \beta, m v' \sin \alpha = m v \sin \beta$$

$$\text{又由能量守恒得 } \frac{1}{2}m v_0^2 = \frac{1}{2}m v'^2 + \frac{1}{2}m v^2$$

$$\text{结合以上三式可得 } \cos(\alpha + \beta) = 0$$

$$\text{即 } \alpha + \beta = 90^\circ$$

12. (8 分,每空 2 分)(1)左端 (2) $l_1^2 : l_2^2$ (3) $\frac{U_2 l_2^2 \rho}{U_1 l_1^2}$ (4)偏小

【解析】(1)在闭合开关前,应将滑动变阻器全部接入电路,保证电路接通时电路电流最小,电路安全,故滑到左端。

(2)根据题意可得 $l_1 = ND_1$, $l_2 = ND_2$,而 S 与直径的平方成正比,故横截面积之比为 $l_1^2 : l_2^2$ 。

(3)根据欧姆定律 $R = \frac{U}{I}$ 可知, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{U_1}{U_2}$,根据电阻定律 $R = \rho \frac{L}{S}$ 联立可得待测材料电阻率为 $\rho' = \frac{U_2 \cdot l_2^2 \rho}{U_1 \cdot l_1^2}$

(4)由 a 向 b 的微小电流可得 $\frac{R_1}{R_2} < \frac{U_1}{U_2}$ 由此可知,测量结果相对于真实值偏小。

13. (10分)【解析】(1)由振动图像可知,该简谐波的周期为 $T=4\text{ s}$;由于A、B两质点间的距离小于波长。

①当波源在A的左侧时, $t=0$ 时刻A、B间的波动图像如图1所示。

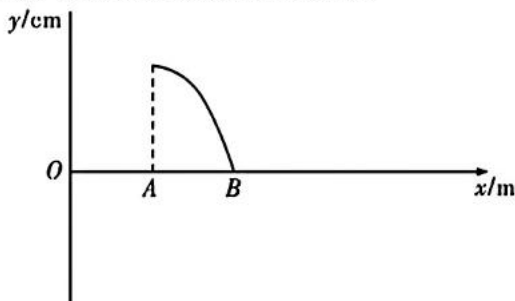


图1

由此可知 $\Delta x_{AB} = \frac{1}{4}\lambda_1 = 2\text{ m}$,求得 $\lambda_1 = 8\text{ m}$,即波速为 $v_1 = \frac{\lambda_1}{T} = 2\text{ m/s}$ (3分)

②当波源在B的右侧时, $t=0$ 时刻A、B间的波动图像如图2所示

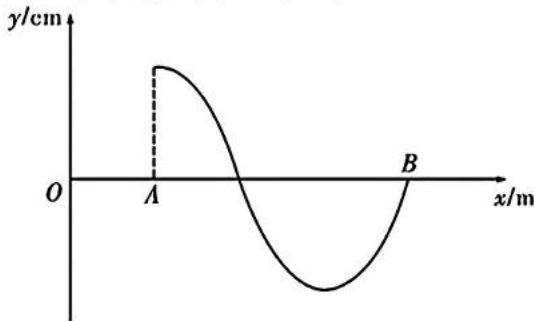


图2

由此可知 $\Delta x_{AB} = \frac{3}{4}\lambda_2 = 2\text{ m}$,求得 $\lambda_2 = \frac{8}{3}\text{ m}$,即波速为 $v_2 = \frac{\lambda_2}{T} = \frac{2}{3}\text{ m/s}$ (2分)

③当波源在A、B之间时, $t=0$ 时刻A、B间的波动图像如图3所示

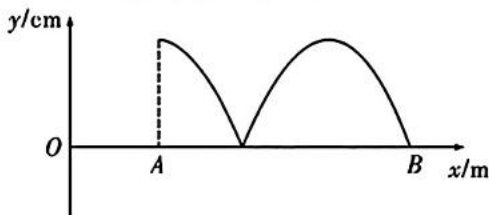


图3

由此可知 $\Delta x_{AB} = \frac{3}{4}\lambda_3 = 2\text{ m}$,求得 $\lambda_3 = \frac{8}{3}\text{ m}$.即波速为 $v_3 = \frac{\lambda_3}{T} = \frac{2}{3}\text{ m/s}$ (2分)

(2)当波源在原点时,已知A点振动方程 $y_A = A\cos\frac{2\pi}{T}t = 2\cos\frac{\pi}{2}t(\text{cm})$,坐标轴上 $x>0$ 的各点的波动方程为

$$y = A\cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x-x_0}{v}\right) = 2\cos\frac{\pi}{2}\left(t - \frac{x-1}{2}\right)(\text{cm}) \dots\dots\dots (3\text{分})$$

14. (16分)【解析】(1)设滑块与圆心连线从开始运动 θ 时,速度为 v ,则:

$$mgR\sin\theta - \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{①} \dots\dots\dots (1\text{分})$$

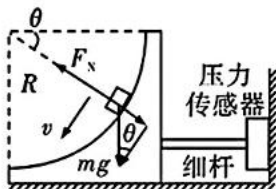
对滑块受力分析,设受到支持力为 F_N ,则

$$F_N - mg\sin\theta = m\frac{v^2}{R} \quad \text{②} \dots\dots\dots (1\text{分})$$

由牛顿第三定律圆弧槽受到压力大小为 F_N ,对圆弧槽受力分析,设压力传感器读数为 F ,则

$$F = F_N\cos\theta \quad \text{③} \dots\dots\dots (1\text{分})$$

由①②③得: $F = 3mg\sin\theta\cos\theta = \frac{3}{2}mg\sin 2\theta$



当 $\theta = \frac{\pi}{4}$ 时 F 取最大值: $F_{\max} = \frac{3}{2}mg$ (1分)

(2) 设带电滑块从 A 端滑上木板时速度为 v_0 , 则

$$mgR = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \text{④} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

设带电滑块与 1 号物块碰撞前速度为 v_1 , 有:

$$-(\mu mg - qE)l = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \text{⑤} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

由于 $\mu > \frac{qE}{mg}$ 则 $qE < \mu mg$, 各物块质量相等, 发生弹性碰撞后带电滑块便静止在 1 号物块处, 1 号滑块将与 2 号滑块碰撞, 3 号滑块将与 3 号滑块碰撞, 3 号滑块将与 4 号滑块碰撞。4 号滑块被碰后速度设为 v_4 , 则:

$$-\mu mg \cdot 3l = \frac{1}{2}mv_4^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad \text{⑥} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

要使弹簧的最大压缩量也为 l , 则

$$\frac{1}{2}mv_4^2 = \frac{1}{2}kl^2 \quad \text{⑦} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

由④⑤⑥⑦得:

$$E = \frac{mg(4\mu - \frac{R}{l}) + \frac{1}{2}kl}{q}$$

代入 $l = \frac{4R}{15\mu}$ 和 $k = \frac{15\mu^2 mg}{4R}$

解得: $E = \frac{3\mu mg}{4q} \dots\dots\dots (1 \text{分})$

(3) 设带电物块与 4 号物块碰前速度为 v_{40} , 碰后速度大小为 v_4' , 则:

$$(qE - \mu mg) \times 4l = \frac{1}{2}mv_{40}^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \text{⑧} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

$$mv_{40} = 2mv_4' \quad \text{⑨} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

各小物块经一系列完全非弹性碰撞后从 4 号球所在位置向左做简谐运动。平衡位置弹簧压缩量设为 x_0 , 则

$$qE = kx_0 \quad \text{⑩} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

要使弹簧的最大压缩量也为 l , 则简谐运动的振幅为:

$$A = l - x_0 \quad \text{⑪} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

物块 4 被撞后整体速度为 v_4' , 由弹簧振子机械能守恒:

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}kx_0^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_4'^2 \quad \text{⑫} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

由⑧~⑫代入④解得:

$$\frac{1}{2k}(kl - qE)^2 = \frac{(qE)^2}{2k} + (qE - \mu mg) \times 2l + \frac{1}{2}mgR \text{ 由于 } kl = \mu mg, \text{ 化简上式可得:}$$

$$E = \frac{5\mu mg}{24q} \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

15. (16 分)【解析】(1) 根据机械能守恒定律得: $mgR = \frac{1}{2}mv_1^2$, 得 $v_1 = 20 \text{ m/s} \dots\dots\dots (2 \text{分})$

(2) 金属棒 MN 进入 $cdc'd'$ 时,
$$\begin{cases} mv_2 - mv_1 = -BLq \\ q = CU \\ U = BLv_2 \end{cases} \text{ 得 } v_2 = \frac{mv_1}{m + B^2L^2C} = 10 \text{ m/s} \dots\dots\dots (4 \text{分})$$

金属棒 MN 沿斜面上滑时,
$$\begin{cases} mgsin\theta + \mu mgcos\theta - BIL = ma_1 \\ I = \frac{C\Delta U}{\Delta t} = \frac{CBL\Delta v}{\Delta t} = CBLa_1 \end{cases} \text{ 得 } a_1 = 4 \text{ m/s}^2 \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

金属棒 MN 在斜面 $cd'c'd'$ 上滑的最大距离 $d = \frac{v_2^2}{2a_1} = 12.5 \text{ m} \dots\dots\dots (2 \text{分})$

(3) 金属棒 MN 沿斜面下滑时,
$$\begin{cases} mgsin\theta - \mu mgcos\theta - BIL = ma_2 \\ I = \frac{C\Delta U}{\Delta t} = \frac{CBL\Delta v}{\Delta t} = CBLa_2 \end{cases} \text{ 得 } a_2 = 2 \text{ m/s}^2 \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

金属棒 MN 沿斜面下滑至斜面底端时的速度 $v_3 = \sqrt{2a_2d} = 5\sqrt{2} \text{ m/s} \dots\dots\dots (1 \text{分})$

$Q_1 = \mu mgcos\theta \times 2d = 1 \text{ J}$

同理可得 $Q_2 = \frac{1}{8}Q_1, Q_{n+1} = \frac{1}{8}Q_n \dots\dots\dots (2 \text{分})$

故 $Q = \frac{Q_1}{1 - \frac{1}{8}} = \frac{8}{7} \text{ J} \approx 1.14 \text{ J} \dots\dots\dots (1 \text{分})$