

## 高三年级物理学科 试题

### 考生须知：

1. 本卷共 8 页满分 100 分，考试时间 90 分钟。
2. 答题前，在答题卷指定区域填写班级、姓名、考场号、座位号及准考证号并填涂相应数字。
3. 所有答案必须写在答题纸上，写在试卷上无效。
4. 考试结束后，只需上交答题纸。

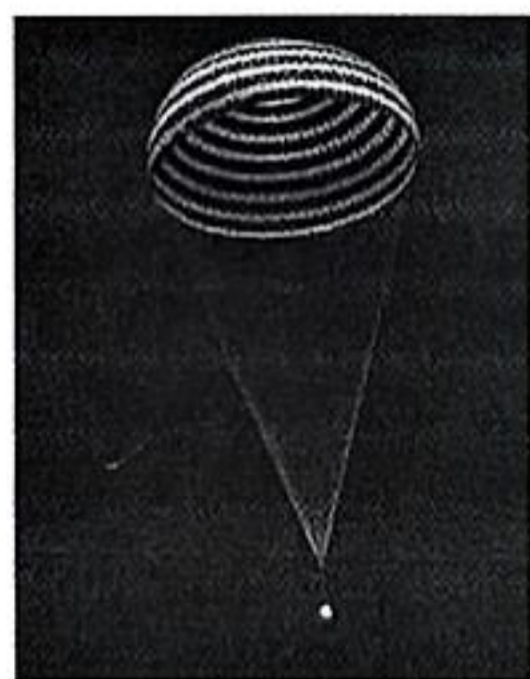
### 选择题部分

一、选择题I（本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，不选、多选、错选均不得分）

1. 高斯（G）常用作磁感应强度单位， $1\text{G} = 10^{-4}\text{T}$ ，用国际单位制描述正确的是（ ）  
 A.  $\text{kg}/(\text{C}\cdot\text{s}^2)$     B.  $\text{kg}/(\text{A}\cdot\text{s}^2)$     C.  $\text{kg}/(\text{A}\cdot\text{s}^3)$     D.  $\text{kg}^2/(\text{A}\cdot\text{s}^2)$

2. 2025 年 4 月 30 日，神舟十九号返回舱在东风着陆场稳稳落地，蔡旭哲、宋令东、王浩泽三名航天员平安归来。直播画面中，1200 平方米的主降落伞如一朵巨型红白花朵在空中绽放，与着陆时底部反推发动机点火扬起的烟尘共同构成震撼场景。下列说法正确的是（ ）

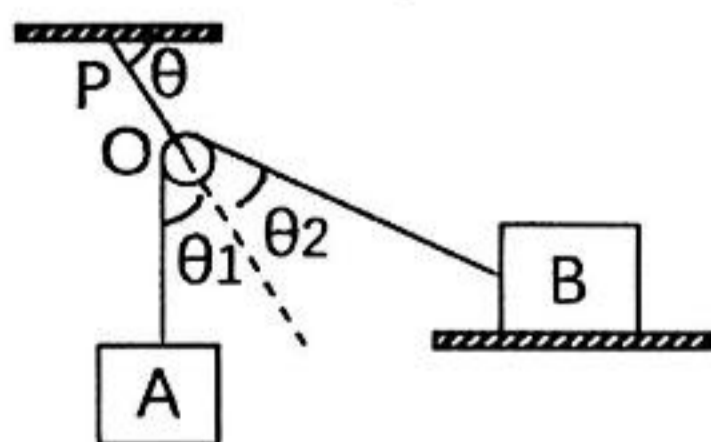
- A. 以蔡旭哲、宋令东、王浩泽为参考系，神舟十九号返回舱是静止的
- B. 研究神舟十九号返回舱在空中运动轨迹时，不可以把它看成质点
- C. 伞绳给伞的拉力大于伞给伞绳的拉力
- D. 烟尘在空中处于平衡状态



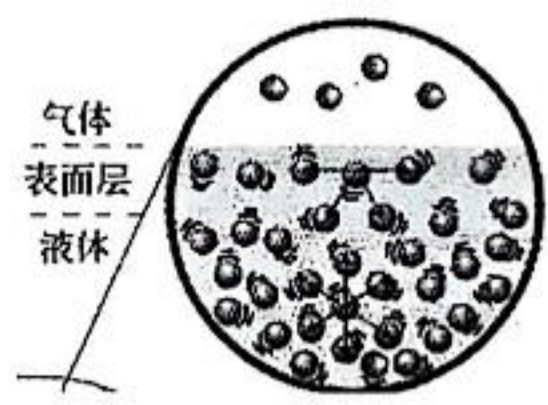
3. 如图所示，物块 A 与 B 用跨过滑轮的轻绳相连，稳定后，轻绳 OP 与水平方向夹角为  $\theta = \frac{\pi}{3}$ ，

OA 和 OB 与 OP 的延长线的夹角分别为  $\theta_1$  和  $\theta_2$ 。已知  $G_B = 100\text{N}$ ，地面对物块 B 的弹力为  $N_B = 80\text{N}$ ，不计滑轮的重力及轻绳和滑轮之间的摩擦，下列说法正确的是（ ）

- A.  $\theta_1 < \theta_2$
- B. 物体 A 的重力 40N
- C. OP 绳子的拉力  $20\sqrt{3}\text{N}$
- D. 地面对物体 B 的摩擦力为 20 N



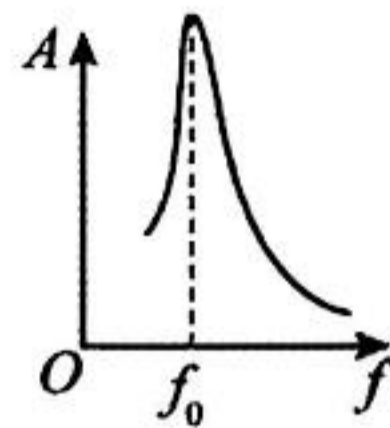
4. 关于以下四幅图中所涉及物理知识的论述中, 正确的是 ( )



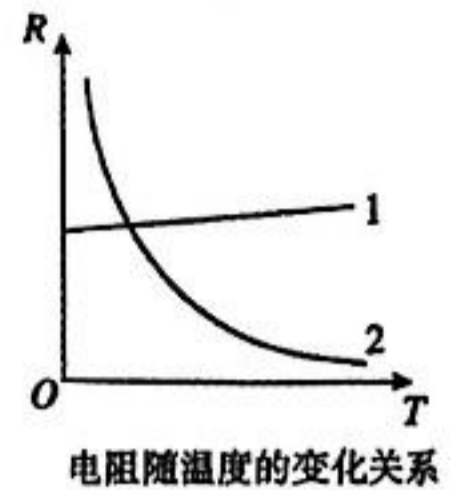
甲



乙



丙

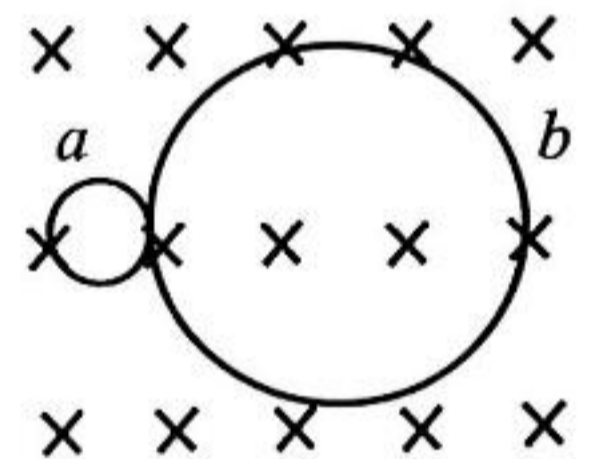


丁

- A. 甲图中, 在表面层, 分子间的作用力表现为斥力
- B. 乙图中, 当感应圈两个金属球间有火花跳过时, 导线环两个小球间也跳过了火花, 这时导线环接收到了电磁波
- C. 丙图中, 由图可知当驱动力的频率  $f$  跟固有频率  $f_0$  相差越大, 振幅越大
- D. 丁图中, 1 是热敏电阻, 2 是金属热电阻

5. 一个处于匀强磁场中的静止放射性原子核, 由于发生了衰变而生成  $a, b$  两粒子, 在磁场中形成如图所示的两个圆形径迹, 两圆半径之比为 1:45, 下列判断正确的是 ( )

- A. 该原子核发生了  $\beta$  衰变
- B.  $a$  粒子做顺时针运动
- C. 原来静止的核, 其原子序数为 92
- D. 两粒子的运动周期相等



6. 已知物体从地球上的逃逸速度 (第二宇宙速度)  $v_2 = \sqrt{\frac{2GM_E}{R_E}}$ , 其中  $G, M_E, R_E$  分别是引力常量、地球质量和半径, 在目前天文观测范围内宇宙物质的平均密度为  $10^{-27} \text{kg/m}^3$ , 如果我们认为宇宙是一个均匀大球体, 其密度使得它的逃逸速度大于光在真空中的速度, 因此任何物体都不能脱离宇宙。已知光速  $C = 2.9979 \times 10^8 \text{m/s}$ , 引力常量  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$ , 则宇宙的半径的数量级为 ( )

- A.  $10^{24} \text{m}$
- B.  $10^{26} \text{m}$
- C.  $10^{28} \text{m}$
- D.  $10^{30} \text{m}$

7. 1905 年, 爱因斯坦把普朗克的量子化概念进一步推广, 成功地解释了光电效应现象, 提出了光子说。在给出与光电效应有关的四个图像中, 下列说法正确的是 ( )

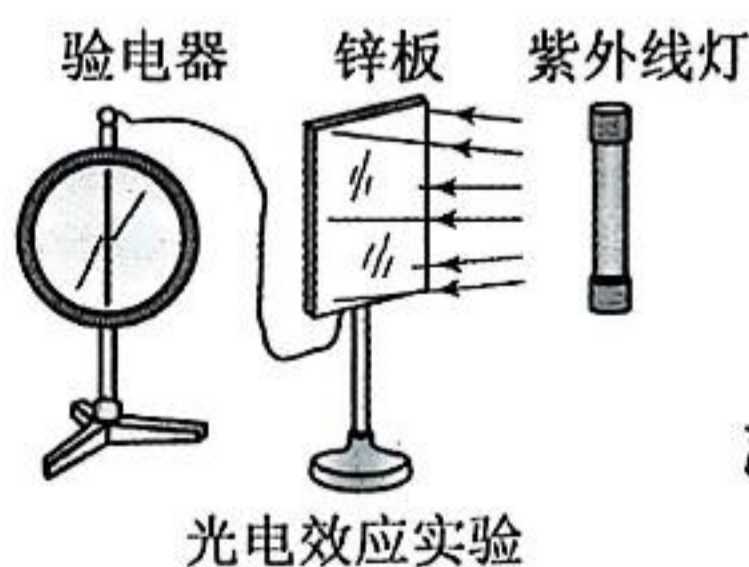


图1

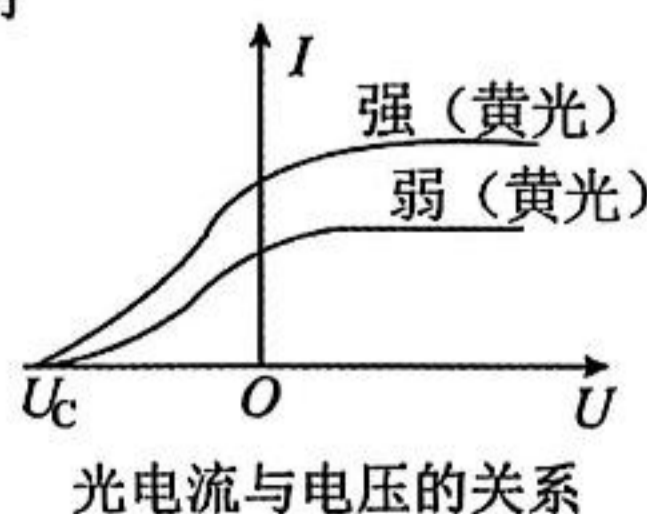


图2

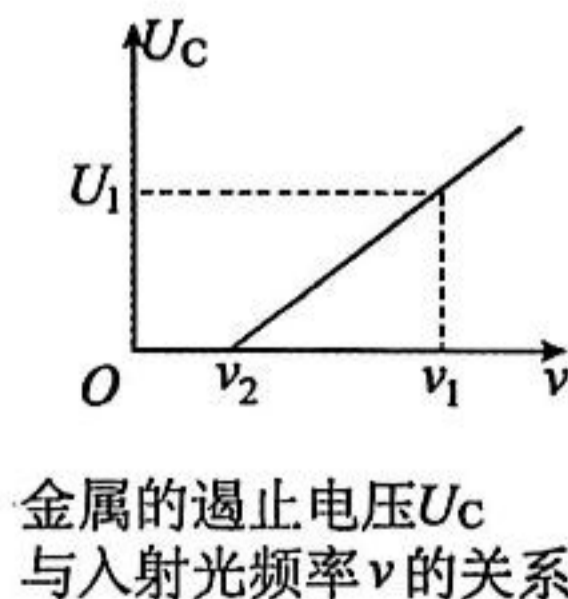


图3

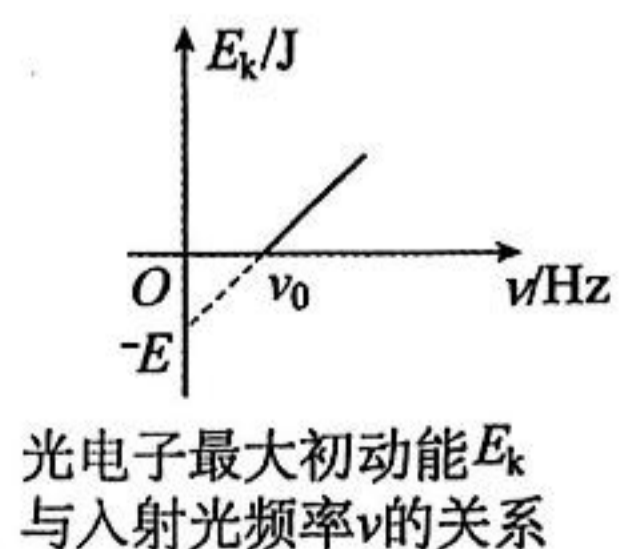


图4

- A. 图 1 中, 如果先让锌板带负电, 再用紫外线灯照射锌板, 则验电器的张角一直变大  
 B. 根据图 2 可知, 黄光越强, 光电流越大, 说明光子的能量与光强有关  
 C. 图 3, 若电子的电荷量用  $e$  表示,  $\nu_1$ 、 $U_1$ 、普朗克常量  $h$  已知, 则该金属的截止频率为  

$$\nu_1 - \frac{eU_1}{h}$$
  
 D. 图 4 中, 光电子初动能  $E_k$  随入射光频率  $\nu$  的增大而增大

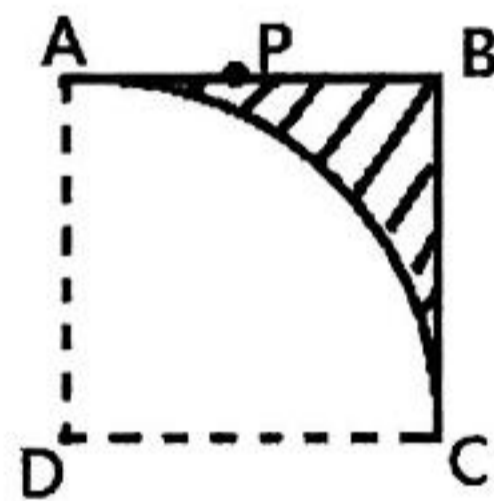
8. 如图所示, 光滑水平面上静止一质量为  $M=80\text{kg}$  的平板小车, 现有一质量为  $m=40\text{kg}$  的小孩站立于小车后端。小孩以对地  $v_0=2\text{m/s}$  的速度向后跳离小车, 对这一过程, 下列说法正确的是 ( )

- A. 小车对小孩的作用力的冲量大小为  $80\text{N}\cdot\text{s}$   
 B. 小车对小孩做的功为  $80\text{J}$   
 C. 小孩做的功可能为  $130\text{J}$   
 D. 小孩做的功可能为  $100\text{J}$



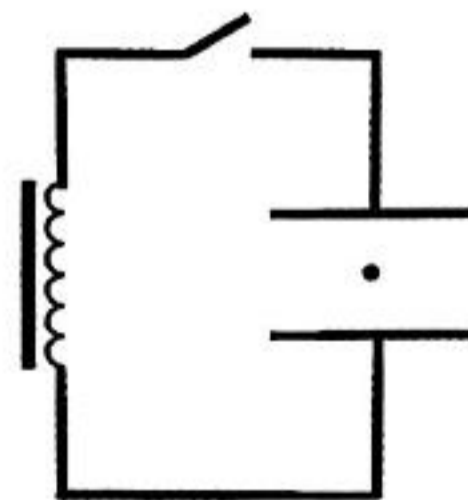
9. 如图所示, 图中阴影部分 ABC 为一透明材料做成的柱形光学元件的横截面, 该种材料折射率  $n=2$ 。AC 为一半径为  $R$  的  $1/4$  圆弧, D 为圆弧的圆心, ABCD 构成正方形, 在 D 处有一激光。激光在平面 ABCD 内以角速度  $\omega$  匀速转动, P 为激光在 AB、BC 两边上的亮斑, 已知光在真空中的传播速度为  $c$ 。若只考虑首次从圆弧 AC 直接射向 AB、BC 的光线。当激光从沿 DA 方向顺时针转到 DC 方向的过程中, 下列说法正确的是 ( )

- A. AB 边上有激光射出的长度占 AB 边的  $\frac{1}{2}$   
 B. 激光在平面 ABCD 内传播的最长时间为  $\frac{(1+2\sqrt{2})R}{c}$   
 C. P 点运动到 AB 边中点时速度大小为  $\frac{5R\omega}{4}$   
 D. P 点在 BC 边上做匀变速运动



10. 如图所示为 LC 电路中, 电容  $C$  为  $0.4\mu\text{F}$ , 电感  $L$  为  $1\text{mH}$ , 已充电的平行板电容器两极板水平放置。开关  $S$  断开时, 极板间有一带电灰尘恰好静止。不考虑磁场能的损失, 不计空气阻力,  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。从开关  $S$  闭合开始计时, 有关灰尘在电容器内的运动情况。下列说法正确的是 ( )

- A. 灰尘作简谐振动  
 B. 灰尘加速度最大时, 电容器刚好放电完毕  
 C. 线圈中磁场能的变化周期为  $4\pi \times 10^{-5}\text{s}$   
 D. 灰尘最大加速度大小为  $20\text{m/s}^2$



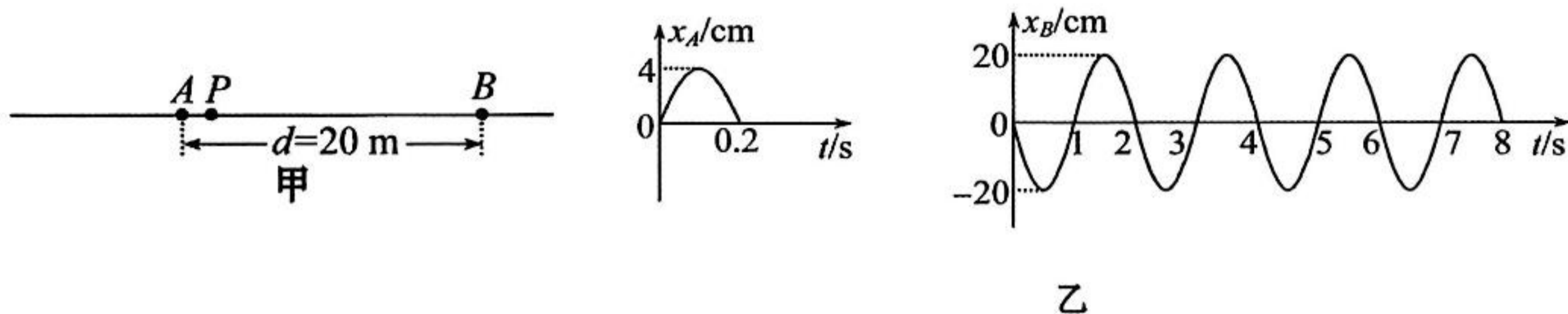
二、选择题 II (本题共 3 小题, 每小题 4 分, 共 12 分。每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分)

11. 下列说法正确的是 ( )

- A. 由爱因斯坦的质能方程  $E = mc^2$  可知质量和能量可以相互转化

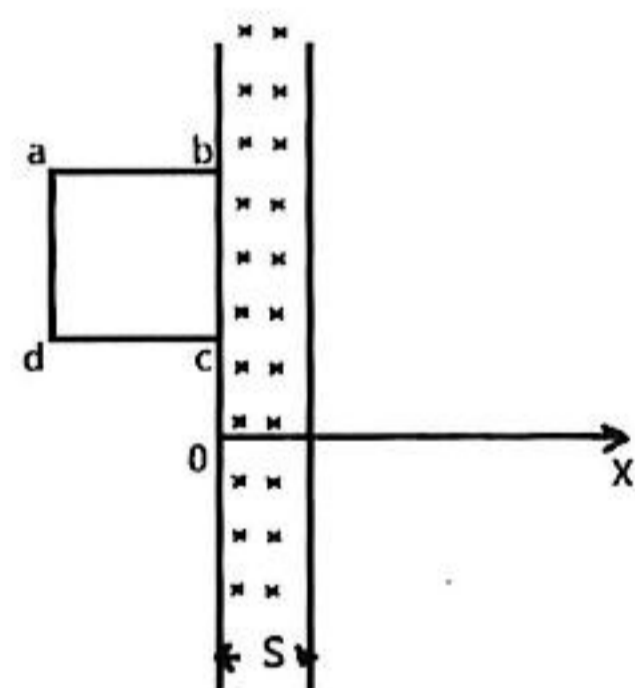
- B. 热机可以从单一热库吸收热量，使之完全变成功
- C. 如果一种元素具有放射性，它的放射性强度与温度有关，温度越高，放射性越强
- D. 比结合能越大表示原子核中的核子结合得越牢固

12. 如图甲所示，在某介质中 A、B 两波源相距  $d=20\text{ m}$ ， $t=0$  时刻两者同时开始上下振动，波源 A 只振动了半个周期，波源 B 连续振动，两波源所形成的波的传播速度都为  $v=1.0\text{ m/s}$ ，开始阶段两波源的振动图象如图乙所示。则下列说法正确的是 ( )



- A. 距 A 点 1 m 处的 P 质点，在  $0\sim 20\text{ s}$  内所经过的路程为 48cm
- B. A 发出的波刚好完全传过 B 点时，A 在向上振动
- C. 传播过程中，10.8s 时第一次出现离平衡位置的位移为 24cm 的点
- D. 在  $0\sim 18\text{ s}$  内从 A 点发出的半个波前进过程中遇到 7 个波峰

13. 如图所示，在光滑水平面上，有边长  $l=0.8\text{ m}$  的正方形导线框 abcd，其质量  $m=0.1\text{ kg}$ ，电阻为  $R$ ，自感系数为  $L$ 。该导线框的 bc 边在  $t=0$  时刻从  $x=0$  处以速度  $v_0=4\text{ m/s}$  进入磁感应强度为  $B=0.5\text{ T}$  的有界匀强磁场区域，磁场区域宽度为  $S=0.2\text{ m}$ ，磁场方向与导线框垂直（竖直向下），忽略空气阻力，在导线框的运动过程中，下列说法正确的是 ( )



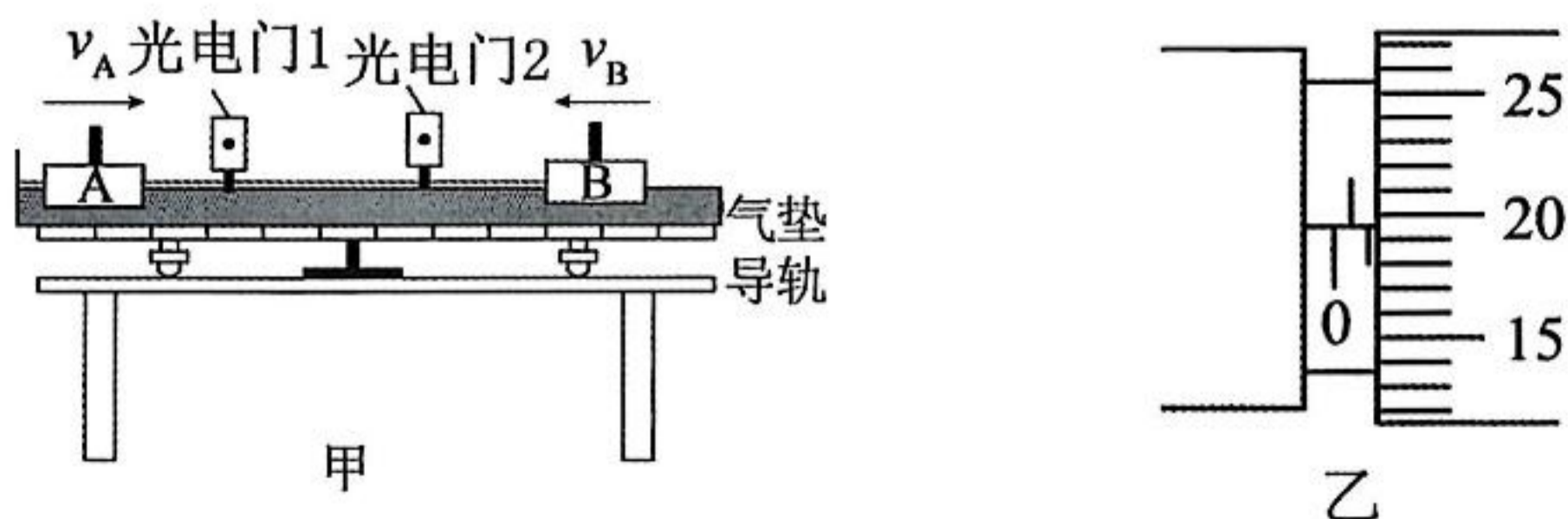
- A. 若  $R=0.16\Omega$ ， $L=0$ ，导线框中的感应电流方向先顺时针后逆时针
- B. 若  $R=0.16\Omega$ ， $L=0$ ，导线框中产生的焦耳热为 0.8J
- C. 若  $R=0$ ， $L=10^{-3}\text{ V}\cdot\text{S}/\text{A}$ ，导线框在磁场中运动的时间为  $\frac{\pi}{20}\text{ s}$
- D. 若  $R=0$ ， $L=10^{-3}\text{ V}\cdot\text{S}/\text{A}$ ，导线框在磁场中走过的路程为 0.2m

### 非选择题部分

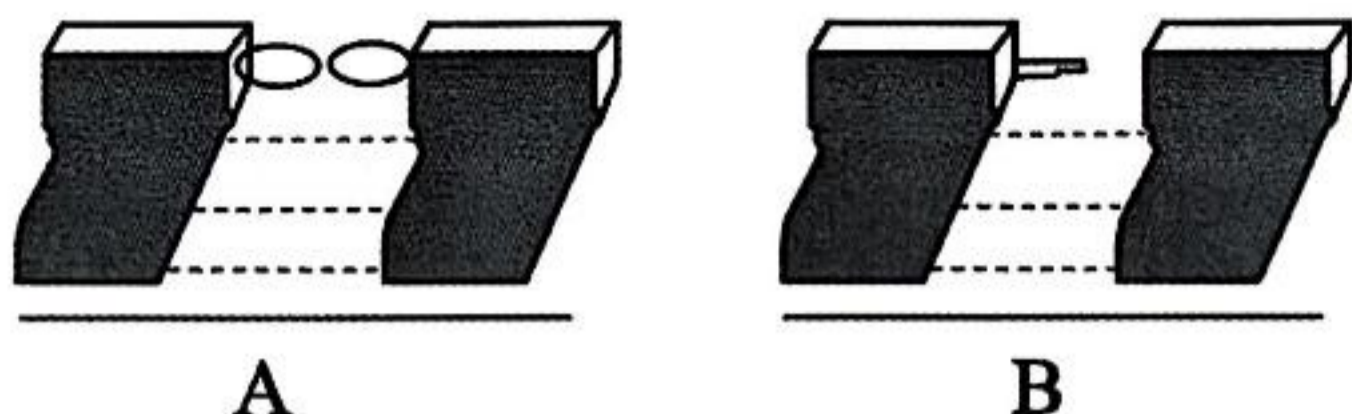
#### 三、非选择题（本题共 5 小题，共 58 分）

##### 14. 实验题（I、II、III 题共 14 分）

14-I（6 分）(1) 两组同学利用不同的实验器材进行碰撞的实验研究。第一组同学利用气垫导轨进行“探究碰撞中的不变量”这一实验。



- (1) 用螺旋测微器测得遮光片的宽度如图乙所示，读数为         ▲         mm；  
 (2) 若要求碰撞动能损失最小则应选下图中的         ▲         (填“A”或“B”) (A 图两滑块分别装有弹性圈，B 图两滑块分别装有撞针和橡皮泥)；



第二组同学采用下图所示装置进行“验证动量守恒定律”实验

先让  $a$  球从斜槽轨道上某固定点由静止开始滚下，在水平地面上的记录纸上留下压痕，重复 10 次；再把同样大小的  $b$  球放在斜槽轨道末端水平段的最右端附近静止，让  $a$  球仍从原固定点由静止开始滚下，和  $b$  球相碰后两球分别落在记录纸的不同位置处，重复 10 次。多次实验完成后，应该用一个尽量小的圆把多次落点圈在其中，其圆心为落点的平均位置。图中  $A$ 、 $B$ 、 $C$  是各自 10 次落点的平均位置。

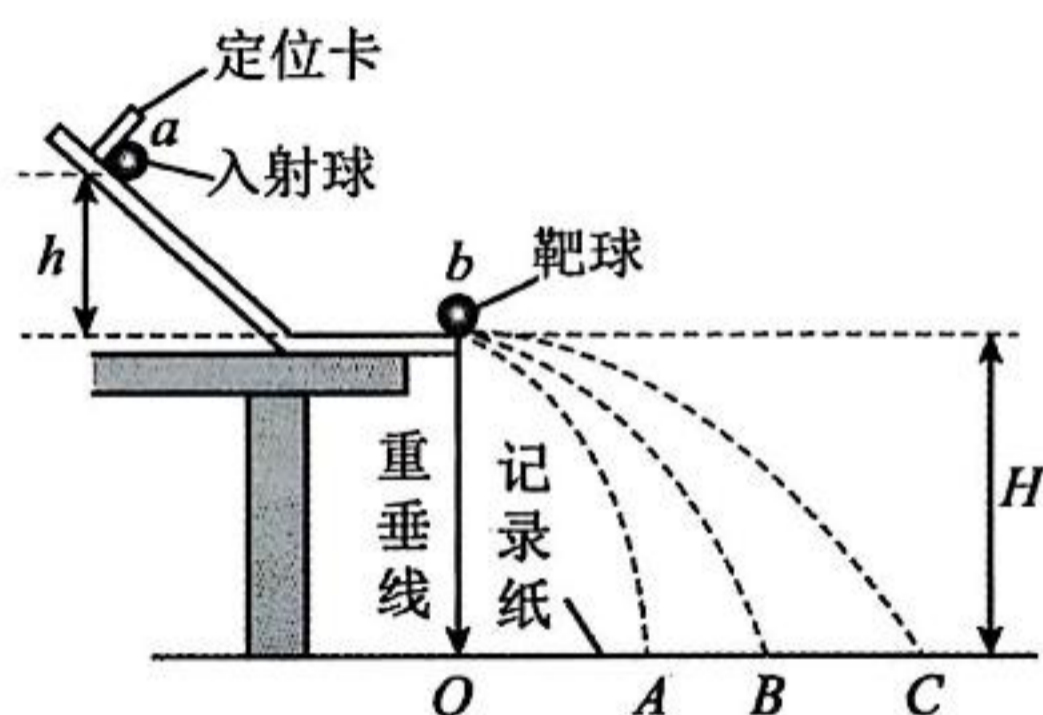
- (3) 下列说法中符合本实验要求的是         ▲         (多选)。

- A. 两球相碰时，两球心必须在同一水平面上
- B. 需要使用的测量仪器有秒表和刻度尺
- C. 安装轨道时，轨道末端必须水平
- D. 在同一组实验的不同碰撞中，每次入射球必须从同一高度由静止释放

- (4) 用最小圆的圆心定位小球落点，其目的是减小         ▲        。  
 (填“偶然误差”或“系统误差”)。

- (5) 测出小球抛出点在桌面上的投影点  $O$  到点  $A$ 、 $B$ 、 $C$  的距离，分别记为  $OA$ 、 $OB$ 、 $OC$ ，若两球发生弹性碰撞，则  $OA$ 、 $OB$ 、 $OC$  之间一定满足关系式         ▲        。

- A.  $OB=OC-OA$
- B.  $2OB=OC+OA$
- C.  $OB=OC-2OA$



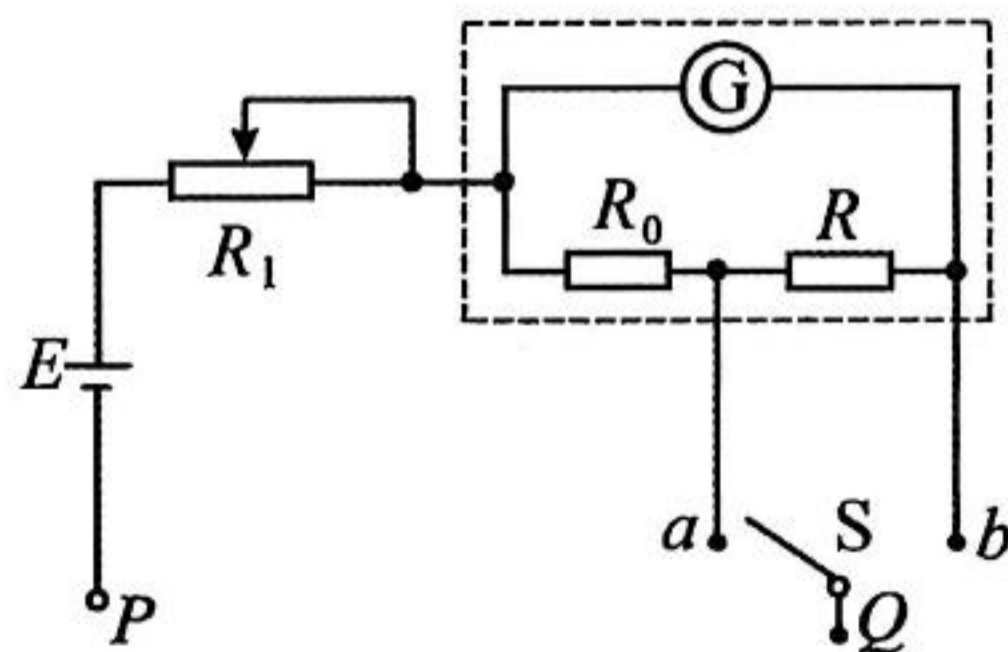
14-II (6 分) 某实验小组同学利用以下器材改装成多用电表，图示是该多用电表的部分改装电路，通过调节开关  $S$  所接位置，可使欧姆表具有“ $\times 1$ ”和“ $\times 10$ ”两种倍率，实验器材如下：

- A. 一节干电池 (电动势  $E=1.54V$  内阻不变)；
- B. 灵敏电流表  $G$  (满偏电流  $I_g=2mA$ ，内阻  $R_g=100\Omega$ )；
- C. 定值电阻  $R_0=25\Omega$ ；
- D. 滑动变阻器  $R_1$ ；
- E. 电阻箱  $R$  (最大阻值为  $999.9\Omega$ )；
- F. 单刀双掷开关一个，红、黑表笔各一支，导线若干。

- (1) 该多用电表， $P$  插孔对应的是         ▲         (填“+”或“-”)。

- (2) 当开关  $S$  掷向         ▲         (填“ $a$ ”或“ $b$ ”) 时，欧姆表的倍率是“ $\times 10$ ”。

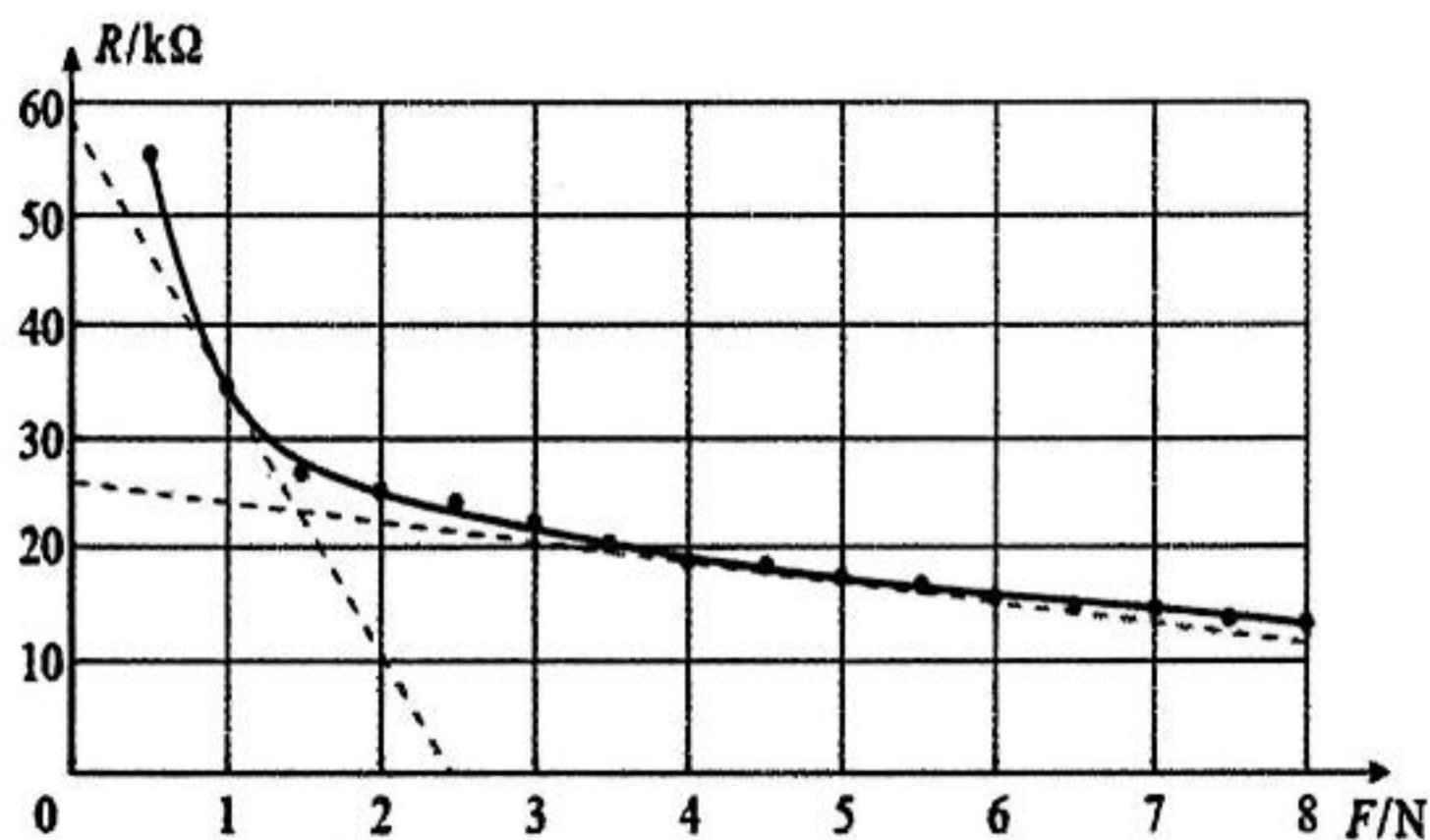
- (3) 要使欧姆表具有“ $\times 1$ ”和“ $\times 10$ ”两种倍率，电阻箱  $R$  的阻值应为         ▲          $\Omega$ ，灵敏电流表  $G$  刻度盘正中央对应的刻度为         ▲        。



14-III. (2 分) 半导体薄膜压力传感器是一种常见的电学器件，它的工作原理是当半导体材料沿某一方向受到外力作用时，其电阻率发生变化，从而电阻发生变化。

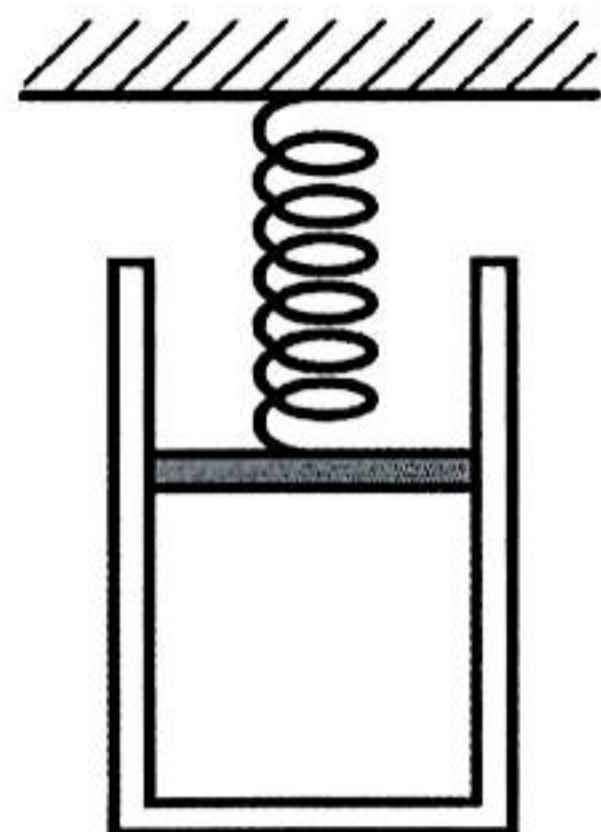
某研究小组测得半导体薄膜压力传感器的电阻  $R$  随压力  $F$  变化的图线，如图 1 所示，从中可获取的信息有     ▲    。（多选）

- A. 压力为 2N 时传感器的电阻约为  $25\text{k}\Omega$
- B. 传感器的电阻随压力的增大而均匀减小
- C. 压力为 1N 时曲线的斜率约为  $35\text{k}\Omega/\text{N}$
- D. 传感器在 1N 附近的灵敏度高于 5N 附近



14-III题图 1

15. (8分) 如图所示，劲度系数  $k_f=100\text{N/m}$  的轻弹簧，上端固定于天花板，下端固定于活塞。绝热汽缸内封有一定质量的理想气体，绝热汽缸内有控温装置（图中未画出）。平衡时，活塞与汽缸底部的距离  $d=30.0\text{cm}$ ，已知汽缸的质量  $m=10\text{kg}$ ，汽缸内部横截面的面积  $S=100\text{cm}^2$ ，大气压强为  $P_0=1.0\times 10^5\text{Pa}$ ，初始时气体的温度为  $T_1=300\text{K}$ ，取重力加速度大小  $g=10\text{m/s}^2$ 。活塞厚度不计、可无摩擦地滑动、始终不脱离汽缸且不漏气。汽缸侧壁始终在竖直方向上，不计控温装置的体积，弹簧处于弹性限度内且始终在竖直方向上。



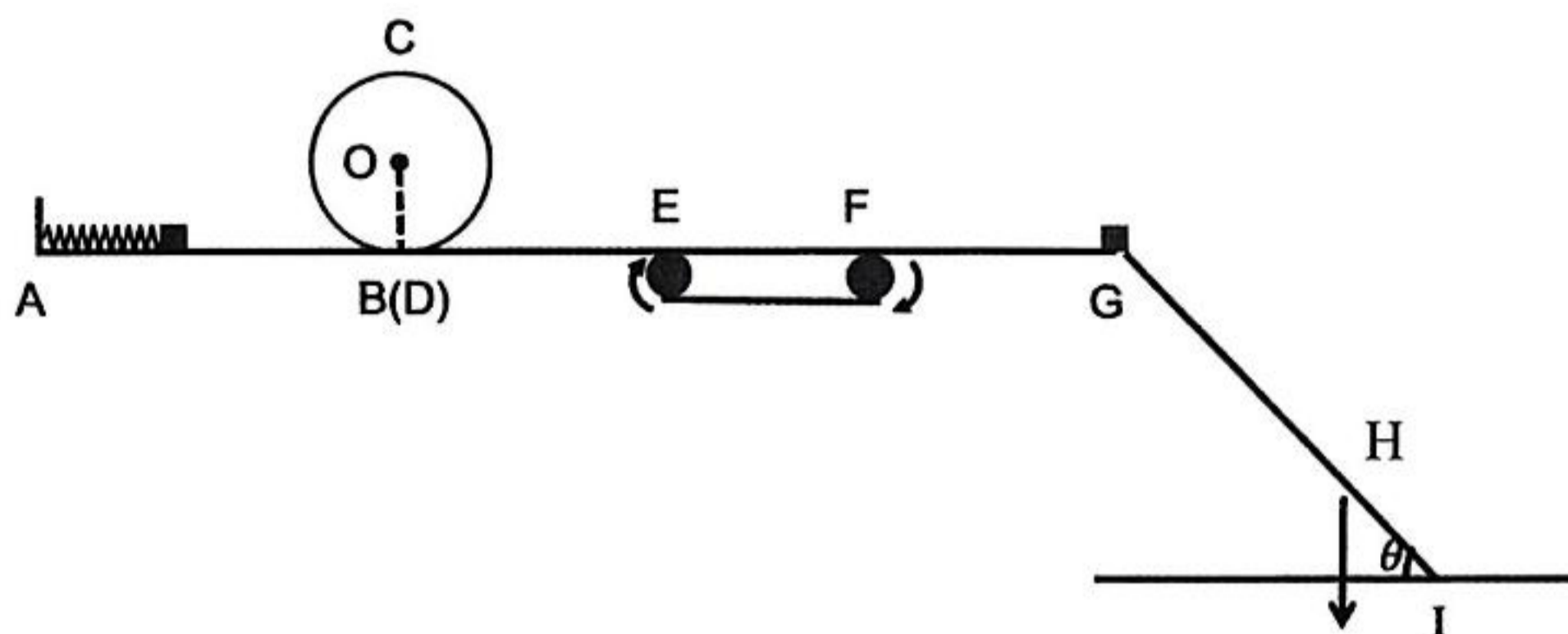
(1) 启动控温装置的加热功能，将气体的温度缓慢加热到  $T_2=350\text{K}$ ，则气体内能将     （填“增加”、“减少”、“不变”）；汽缸内部单位时间单位面积上撞击的分子个数     （填“增加”、“减少”、“不变”）。

(2) 若该汽缸内有  $0.1\text{mol}$  的气体，已知  $1\text{mol}$  该气体的内能  $U=k_2T$ ，其中常量  $k_2=25\text{J/K}$ 。启动控温装置的加热功能，将气体的温度加热到  $T_2=350\text{K}$ ，该过程中气体吸收的热量。

(3) 若启动控温装置的控温功能，保持气体温度为  $T_1=300\text{K}$  不变。在汽缸底部施加一个竖直向下的拉力  $F=360\text{N}$ 。求再次平衡时汽缸底部与活塞间距  $x$ 。

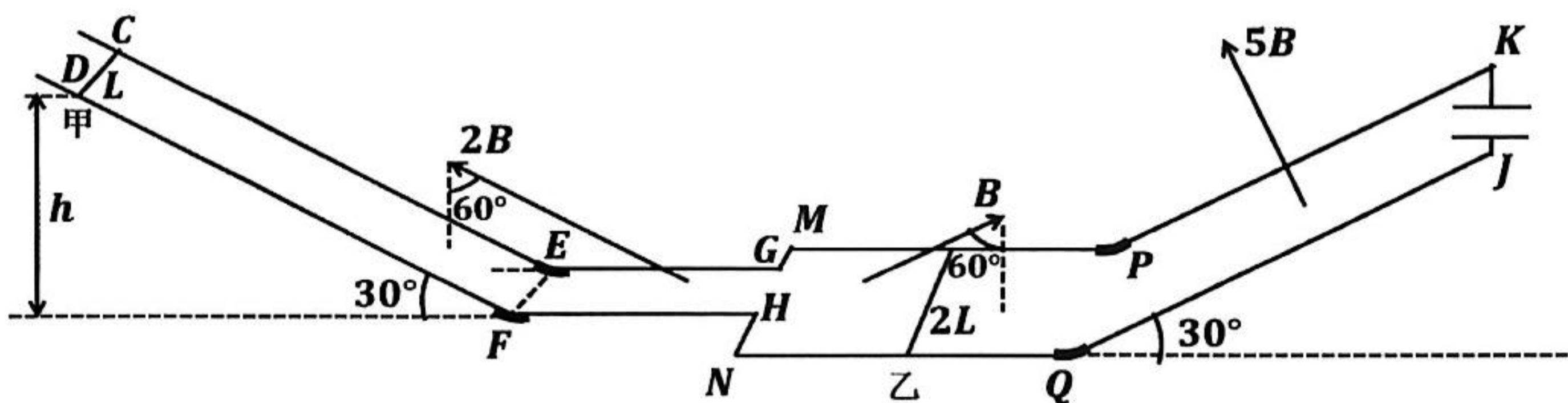
16. (11分) 如图所示，某装置由水平直轨道  $AE$ 、半径为  $R_1$  的螺旋圆形轨道  $BCD$ 、长  $L_1$  的水平传送带、长  $L_2$  的水平直轨道  $FG$ ，两个圆形轨道与水平轨道分别相切与  $B(D)$ ， $GI$  为与水平面角度为  $\theta$ ，且足够长的斜面。轨道  $A$  处的水平弹射器能使质量为  $m_1$  的小滑块获得  $8\text{J}$  的初动能。 $G$  点上静止放置质量为  $m_2$  的小滑块，两滑块若碰撞则粘在一起，且不计碰撞所需时间。已知  $R_1=0.2\text{m}$ ， $L_1=1\text{m}$ ， $L_2=1\text{m}$ ， $m_1=1\text{kg}$ ， $m_2=9\text{kg}$ ， $\theta=45^\circ$ ，滑块与传送带和  $FG$  段之间的动摩擦因数  $\mu=0.45$ ， $g=10\text{m/s}^2$ ，其余各段轨道均光滑且各处平滑连接，传送带以恒定速度顺时针转动。求：

- (1) 滑块通过圆形轨道最高点  $C$  时滑块所受弹力的大小；
- (2) 若要使两滑块碰撞损失的动能最大，传送带速度  $v$  的最小值；
- (3) 若两小球碰撞后沿水平方向飞出后立即受到某一方向的恒力作用，落到斜面上的  $H$  点，此时速度方向竖直向下且大小为从  $G$  点水平飞出时速度的  $\sqrt{3}$  倍，求恒力的最小值；
- (4) 在满足 (3) 的前提下，两小球的结合体在飞行过程中的最小速度与传送带速度  $v$  的关系。



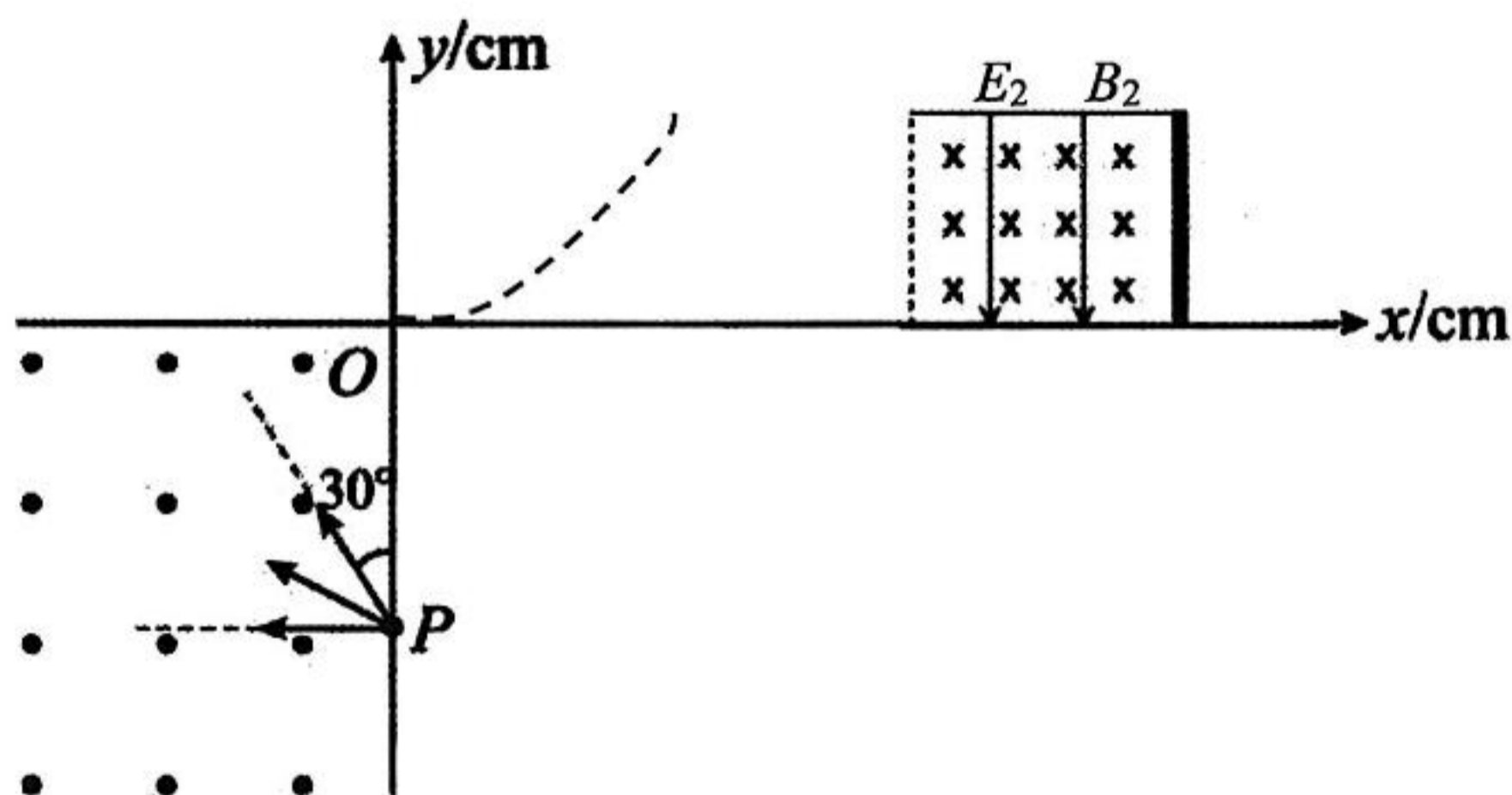
17. (12分) 如图所示，平行光滑的金属导轨由水平和左右两倾斜导轨组成，水平导轨与两侧倾斜导轨均有光滑绝缘圆弧轨道（长度可忽略）平滑相连。两侧倾斜导轨与水平面夹角均为  $30^\circ$ 。左侧倾斜导轨由间距  $L$  的导轨  $CE$ 、 $DF$  构成，水平部分由两段足够长但不等宽的平行金属导轨连接构成，其中  $EG$ 、 $FH$  段间距为  $L$ ，有与竖直方向成  $60^\circ$  斜向左上方的磁感应强度大小为  $2B$  的匀强磁场。 $MP$ 、 $NQ$  段间距为  $2L$ ，有与竖直方向成  $60^\circ$  斜向右上方的磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场。右侧足够长的倾斜导轨  $PK$ 、 $QJ$  间距为  $2L$ ，上端连接电容为  $C$  的电容器，有垂直右侧倾斜导轨平面向上的磁感应强度大小为  $5B$  的匀强磁场。导体棒甲的质量为  $0.5m$ 、电阻为  $R$ ，乙的质量为  $m$ 、电阻不计，导体棒乙静止于  $MP$ 、 $NQ$  段。现使导体棒甲自斜面导轨上距水平导轨  $h$  高度处静止释放，两金属棒在运动过程中始终垂直导轨，且与导轨保持良好接触。若稳定时导体棒甲未进入  $MP$ 、 $NQ$  段，导轨电阻和空气阻力均忽略不计。已知  $B = 0.2\text{T}$ ， $m = 0.4\text{kg}$ ， $h = 0.45\text{m}$ ， $L = 0.2\text{m}$ ， $R = 0.3\Omega$ ， $C = \frac{5}{12}\text{F}$ ， $g = 10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 甲棒刚进入磁场时，乙棒的加速度；
- (2) 从甲棒进入磁场到两棒达到稳定的过程，通过乙棒的电量；
- (3) 从甲棒进入磁场到两棒达到稳定的过程，回路产生的焦耳热；
- (4) 稳定后，乙棒进入右侧倾斜轨道，随即撤去甲棒，求乙棒上滑的最大距离。



18. (13分) 某创新小组设计了一个粒子探测器。如图所示, 在  $xOy$  平面内第一象限的虚线与  $y$  轴所围区域内有一个场强大小为  $E_1 = \frac{3mv_0^2}{2qL}$ 、方向平行于  $y$  轴的匀强电场; 第三象限内存在垂直  $xOy$  平面向外, 磁感应强度大小为  $B_1 = \frac{6mv_0}{qd}$  的匀强磁场; 在电场边界右侧放置长为  $\frac{7\pi L}{6} + \frac{\sqrt{3}L}{2}$ 、高为  $3L$  的容器 (左侧为网状不影响粒子进入, 右侧为收集板), 容器内分布着正交电磁场, 其中匀强磁场方向垂直  $xOy$  平面向里, 磁感应强度大小为  $B_2 = \frac{2mv_0}{qL}$ , 匀强电场方向竖直向下, 场强大小为  $E_2 = \frac{2mv_0^2}{qL}$ 。点  $P(0, -d)$  ( $d > 0$ ) 处有一粒子源, 某一瞬间向第三象限与  $y$  轴正方向成  $\theta$  角 ( $30^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ ), 在该角度范围内发射了  $N$  个电荷量为  $q$ 、质量为  $m$  的带正电粒子。所有粒子的速度方向均在  $xOy$  平面内, 且粒子数随角度均匀分布; 所有射出的粒子均能通过坐标原点  $O$ , 粒子经电场再进入容器, 若碰到右侧收集板即被吸收, 不计粒子间的相互作用及粒子的重力。求:

- (1) 粒子由  $P$  点射出时水平分速度  $v_x$  的大小;
- (2) 要使所有粒子经过匀强电场后均能沿  $x$  轴正方向运动, 试判断电场方向并写出此虚线的方程;
- (3) 在满足 (2) 的条件下, 能进入容器的粒子占总粒子数的百分比;
- (4) 在满足 (2) 的条件下, 右侧收集板因吸收粒子而在水平方向上受到的平均作用力。



一、选择题 I (本题共 10 小题, 每小题 3 分, 共 30 分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的, 不选、多选、错选均不得分)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	A	B	B	C	B	C	D	C	D

二、选择题 II (本题共 3 小题, 每小题 4 分, 共 12 分。每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分)

题号	11	12	13
答案	BD	AC	BD

三、非选择题 (本题共 5 小题, 共 58 分)

14. 实验题 (I、II、III 题共 14 分)

14-I (1) (1 分) 1.195~1.197 (2) (1 分) A (3) (2 分) ACD

(4) (1 分) 偶然误差 (5) (1 分) A

14-II (1) (1 分) + (2) (1 分) b (3) (2 分) 225.0 (2 分) 55

14-III. (2 分) AD

15. (1) 因为温度上升, 所以气体内能增加; -----1 分

因为压强不变, 当温度升高时气体的体积变大, 且由于单个分子的平均撞击力变大, 所以单位时间单位面积上分子的撞击个数变少。-----1 分

(2) 加热过程气体的压强不变  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$  即  $\frac{dS}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

代入数得:  $V_2 = 3.5 \times 10^{-3} m^3$  -----1 分

压强  $P_1 = P_0 - \frac{mg}{S} = 1.0 \times 10^5 Pa - \frac{10 \times 10 N}{100 \times 10^{-4} m^2} = 0.9 \times 10^5 Pa$

$W = -P_1 \Delta V = -P_1 (V_2 - V_1) = -45 J$  -----1 分

气体内能增加量为  $\Delta U = nk_1 \Delta T = 0.1 \times 25 \times 50 J = 125 J$  -----1 分

根据  $\Delta U = Q + W$ , 得  $Q = 170 J$  -----1 分

(3) 施加拉力后压强变为  $P_3 = P_0 - \frac{mg+F}{S} = 0.54 \times 10^5 Pa$

温度不变  $P_1 V_1 = P_3 V_3$ , 代入数据得  $V_3 = 5 \times 10^{-3} m^3$  -----1 分

气缸底部与活塞的距离  $x = \frac{V_3}{S} = 50 cm$  -----1 分

16. (1) A 到 C 由动能定理:  $-m_1 g \cdot 2R_1 = \frac{1}{2} m_1 v_c^2 - E_{k0}$  -----1 分

C 点:  $m_1 g + F_N = m_1 \frac{v_c^2}{R_1}$  -----1 分

解得:  $F_N = 30 N$  -----1 分

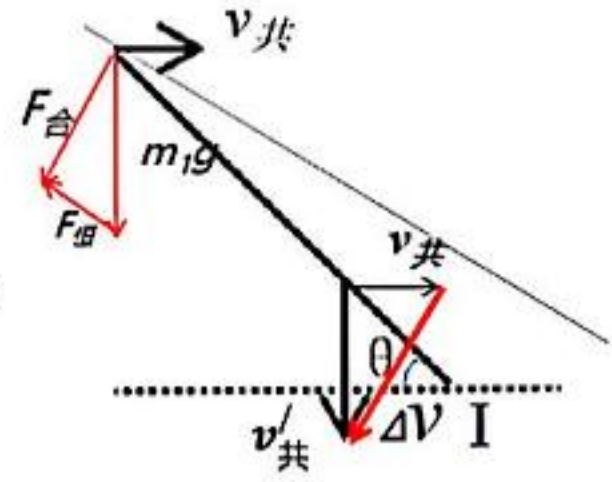
(2) 质量为  $m_1$  的滑块在传送带全程加速, 两物块碰撞过程中动能损失最大。-----1 分

$\mu m_1 g L_1 = \frac{1}{2} m_1 v^2 - E_{k0}$

解得  $v = 5 m/s$  -----1 分

(3) 如图所示,  $\Delta v$  方向为物体所受合力方向,

由作图可知, 最小风力为  $\frac{1}{2}(m_1 + m_2)g$  -----2分  
 可知两物体从 G 点飞出后其最小速度为  $v_{\min} = v_{\text{共}} \cos 30^\circ$



I 当传送带的速度  $v \geq 5\text{m/s}$  时, 质量为  $m_1$  的滑块从 F 到 G 过程,

由动能定理:  $-\mu m_1 g L_2 = \frac{1}{2} m_1 v_G^2 - \frac{1}{2} m_1 v_F^2$

两滑块碰撞由动量守恒得:  $m_1 v_G = (m_1 + m_2) v_{\text{共}}$  -----1分

解得  $v_{\text{共}} = 0.4\text{m/s}$  微信公众号“做事方法很重要”, 免费分享各科优质资料

所以有

$$v_{\min} = v_{\text{共}} \cos 30^\circ = 0.2\sqrt{3}\text{m/s} \quad \text{-----1分}$$

II 出 F 后恰好运动到 G 点,  $v_F^2 = 2\mu g L_2$ , 解得此时  $v_F = 3\text{m/s}$

当传送带的速度为  $3\text{m/s} < v < 5\text{m/s}$ ,  $v'_{\text{共}} = 0.1\sqrt{v^2 - 2\mu g L_2}$  -----1分

故  $v_{\min} = 0.05\sqrt{3(v^2 - 2\mu g L_2)}$  -----1分

综上所述: 当  $v \geq 5\text{m/s}$  时,  $v_{\min} = 0.2\sqrt{3}\text{m/s}$

当  $3\text{m/s} < v < 5\text{m/s}$  时,  $v_{\min} = 0.05\sqrt{3(v^2 - 2\mu g L_2)} = 0.05\sqrt{3(v^2 - 9)}$

17. (1) 甲棒刚进入磁场时, 根据机械能守恒有  $0.5mgh = \frac{1}{2} \times 0.5m \times v_0^2$  -----1分

解得  $v_0 = 3\text{m/s}$

甲棒感应电动势  $E = 2B \cos 60^\circ L v_0$  -----1分

电流  $I = \frac{E}{R}$  微信公众号“做事方法很重要”, 免费分享各科优质资料

对乙棒有  $2LB \cos 60^\circ I = ma$

解得  $a = 0.04\text{m/s}^2$  -----1分

(2) 当甲进入磁场, 甲、乙所受安培力相等, 有  $2B \cos 60^\circ I L = 2LB \cos 60^\circ I$

甲、乙系统动量守恒, 最终共速, -----1分

则  $0.5m v_0 = 1.5m v_1$  -----1分

解得共速时  $v_1 = 1\text{m/s}$

对乙根据动量定理有  $\sum 2LB \cos 60^\circ I \Delta t = m v_1$  -----1分

又  $q = \sum I \Delta t$

解得  $q = 10\text{C}$  -----1分

(3) 由能量守恒得  $\frac{m v_0^2}{4} - \frac{3m v_1^2}{4} = Q_{\text{总}}$  解得  $Q_{\text{总}} = 0.6\text{J}$  -----1分

(4) 乙棒沿右侧倾斜导轨做匀减速直线运动。

$$m g \sin 30^\circ + 5B \cdot i \cdot 2L = ma \quad \text{-----1分}$$

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{C \cdot \Delta U}{\Delta t} = \frac{C \cdot 5B \cdot 2L \cdot \Delta v}{\Delta t} \quad \text{-----1分}$$

由以上式解得  $a = 6\text{m/s}^2$  -----1分

乙棒上滑的最大距离为  $x$ ,  $v_1^2 = 2ax$ , 解得  $x = \frac{1}{12}\text{m}$ 。 -----1分

18. (1) 设从 P 点射出的一粒子, 其速度大小为  $v$ , 方向与 y 轴正方向成  $\theta$  角。

$$d = 2r \sin \theta = \frac{2m v_x}{q B_1} \quad \text{-----1分} \quad \text{微信公众号“做事方法很重要”, 免费分享各科优质资料}$$

可得  $v_x = 3v_0$ , 即从 P 点射出的粒子其平行于 x 轴的分速度大小是  $3v_0$ 。 -----1分

(2) 电场方向沿  $y$  轴负方向。-----1分

粒子到达  $O$  点后分布在与  $x$  轴正方向成  $60^\circ$  的范围内。

电场区域的边界为从  $O$  点进入电场的粒子经电场偏转后速度平行于  $x$  轴正方向时的

出点的集合。令出点的坐标为  $(x, y)$ ，有  $x = v_x t$   $y = \frac{1}{2} \frac{qE_1}{m} t^2$  -----1分

消去  $t$  得  $y = \frac{1}{12L} x^2$  -----1分 微信公众号“做事方法很重要”，免费分享各科优质资料

(3) 若粒子恰能水平进入探测器，即竖直减速为零位移等于探测器高度

$$y = \frac{v_y^2}{2a} = 3L \quad \text{-----1分}$$

其中  $a = \frac{qE_1}{m}$ ，解得  $v_y = 3v_0$  -----1分

即当粒子发射方向与  $y$  轴正方向成  $45^\circ$  至  $90^\circ$  角的范围内能进入探

测器 所占比例为  $\eta = \frac{45^\circ}{60^\circ} = 75\%$  -----1分

(4) 粒子以大小为  $3v_0$  的水平速度进入电磁场，为抵消粒子所受的电场力，需给粒子一个水平向右的速度  $v_0$ ，粒子在探测器中的运动可以看成匀速直线运动和圆周运动的合运动

其圆周半径  $R = \frac{2mv_0}{qB_2} = L$ ，即离  $x$  轴高  $L$  的粒子恰能与上边界相切

根据  $y = \frac{v_y^2}{2a} = L$  解得  $v_y = \sqrt{3}v_0$ ，即粒子发射方向与  $y$  轴正方向成  $60^\circ$  至  $90^\circ$  角的范围内能达到右边收集板 微信公众号“做事方法很重要”，免费分享各科优质资料

收集粒子数  $n = \frac{1}{2}N$  -----1分

作用时间  $\Delta t = \frac{T_1}{2} - \frac{T_1}{3} = \frac{T_1}{6} = \frac{\pi d}{18v_0}$  -----1分

根据探测器水平长度，假设粒子以  $v_0$  匀速向右，则

$$t_0 = \frac{x}{v_0} = \frac{7\pi L}{6v_0} + \frac{\sqrt{3}L}{2v_0} \quad \text{-----1分}$$

其中圆周周期  $T_2 = \frac{2\pi m}{qB_2} = \frac{\pi L}{v_0}$

根据  $T_2 < t_0 < \frac{3}{2}T_2$ ，可知  $x = v_0 t + L \sin\theta$ ，如图所示

解得  $t = \frac{7}{6}T_2$   $\theta = 60^\circ$  -----1分

则撞击瞬间粒子水平速度为  $2v_0 \cos 60^\circ + v_0 = 2v_0$

由动量定理  $-F \cdot \Delta t = -nm(2v_0)$  解得  $F = \frac{18Nmv_0^2}{\pi d}$  -----1分

