

# 2015 年全国统一高考物理试卷（新课标 I）

参考答案与试题解析

一、选择题（本题共 8 小题，每小题 6 分，在每小题给出的四个选项中，第 1-5 题只有一项符合题目要求。第 6-8 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）

- 1.（6 分）两相邻匀强磁场区域的磁感应强度大小不同、方向平行。一速度方向与磁感应强度方向垂直的带电粒子（不计重力），从较强磁场区域进入到较弱磁场区域后粒子的（ ）
- A. 轨道半径增大，角速度增大      B. 轨道半径增大，角速度减小  
C. 轨道半径减小，速度增大      D. 轨道半径减小，速度不变

【考点】C1：带电粒子在匀强磁场中的运动。

【专题】34：比较思想；43：推理法；536：带电粒子在磁场中的运动专题。

【分析】通过洛伦兹力提供向心力得知轨道半径的公式，结合该公式即可得知进入到较弱磁场区域后时，半径的变化情况；再利用线速度与角速度半径之间的关系式，即可得知进入弱磁场区域后角速度的变化情况。

【解答】解：带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动，

根据洛伦兹力提供向心力： $qvB=m\frac{v^2}{R}$

可得： $R=\frac{mv}{qB}$

从较强磁场区域进入到较弱磁场区域后， $B$  减小，所以  $R$  增大。

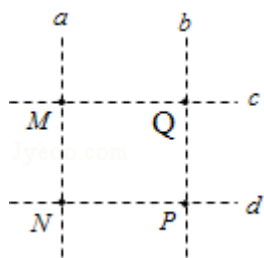
线速度、角速度的关系为： $v=\omega R$

因为洛伦兹力不做功，故线速度  $v$  的大小不变，半径  $R$  增大，所以角速度减小，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

【点评】本题考查带电粒子在磁场中的运动，解答该题要明确洛伦兹力始终不做功，洛伦兹力只是改变带电粒子的运动方向。还要熟练的掌握半径公式  $R=\frac{mv}{qB}$  和周期公式  $T=\frac{2\pi m}{qB}$  的运用。

2. (6分) 如图, 直线  $a$ 、 $b$  和  $c$ 、 $d$  是处于匀强电场中的两组平行线,  $M$ 、 $N$ 、 $P$ 、 $Q$  是它们的交点, 四点处的电势分别为  $\phi_M$ ,  $\phi_N$ ,  $\phi_P$ ,  $\phi_Q$ , 一电子由  $M$  点分别到  $N$  点和  $P$  点的过程中, 电场力所做的负功相等, 则 ( )



- A. 直线  $a$  位于某一等势面内,  $\phi_M > \phi_Q$   
 B. 直线  $c$  位于某一等势面内,  $\phi_M > \phi_N$   
 C. 若电子由  $M$  点运动到  $Q$  点, 电场力做正功  
 D. 若电子由  $P$  点运动到  $Q$  点, 电场力做负功

**【考点】** AC: 电势; AG: 电势差和电场强度的关系.

**【专题】** 532: 电场力与电势的性质专题.

**【分析】** 电子由  $M$  点分别到  $N$  点和  $P$  点的过程中, 电场力所做的负功相等, 说明电势能增加相等, 据此分析电势高低.

**【解答】** 解: AB、据题, 电子由  $M$  点分别到  $N$  点和  $P$  点的过程中, 电场力做负功相等, 则电势能增加相等, 电势降低, 则  $N$ 、 $P$  两点的电势相等,  $d$  位于同一等势面内, 根据匀强电场等势面分布情况知, 直线  $a$  不是同一等势面, 直线  $c$  位于某一等势面内, 且  $\phi_M > \phi_N$ . 故 A 错误, B 正确.

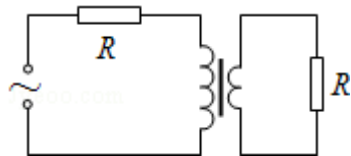
C、由上分析知, 直线  $c$  位于某一等势面内,  $M$ 、 $Q$  的电势相等, 若电子由  $M$  点运动到  $Q$  点电场力不做功, 故 C 错误.

D、电子由  $P$  点运动到  $Q$  点与电子由  $P$  点运动到  $M$  点电场力做功相等, 所以电场力做正功, 故 D 错误.

故选: B.

**【点评】** 解决本题的关键要抓住电场力做功与电势能变化的关系, 知道负电荷在电势高处电势能小.

3. (6分) 一理想变压器的原、副线圈的匝数比为 3:1, 在原、副线圈的回路中分别接有阻值相同的电阻, 原线圈一侧接在电压为 220V 的正弦交流电源上, 如图所示, 设副线圈回路中电阻两端的电压为  $U$ , 原、副线圈回路中电阻消耗的功率的比值为  $k$ , 则 ( )



- A.  $U=66V, k=\frac{1}{9}$     B.  $U=22V, k=\frac{1}{9}$     C.  $U=66V, k=\frac{1}{3}$     D.  $U=22V, k=\frac{1}{3}$

【考点】E8: 变压器的构造和原理.

【专题】53A: 交流电专题.

【分析】首先计算出通过副线圈的电流, 由变比关系可知原线圈的电流, 继而可表示出与原线圈串联的电阻的分压, 结合题意即可在原线圈上列出电压的等式, 可求出副线圈上的电压。利用焦耳定律可表示出两个电阻的功率, 继而可解的比值  $k$ 。

【解答】解: 由题意知: 副线圈的电流为:  $I_2 = \frac{U}{R}$

则原线圈的电流为:  $I_1 = \frac{1}{3} I_2 = \frac{U}{3R}$

与原线圈串联的电阻的电压为:  $U_R = I_1 R = \frac{U}{3}$

由变压器的变比可知, 原线圈的电压为  $3U$ , 所以有:  $\frac{U}{3} + 3U = 220V$

解得:  $U=66V$

原线圈回路中的电阻的功率为:  $P_1 = I_1^2 R = \frac{U^2}{9R}$

副线圈回路中的电阻的功率为:  $P_2 = \frac{U^2}{R}$

所以  $k = \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{9}$

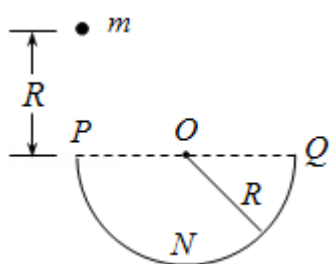
选项 A 正确, BCD 错误

故选: A。

【点评】该题的突破口是表示出原线圈中的电流和原线圈回路中的电阻的分压,

找出原线圈的电压和原线圈回路中的电阻的分压的数值关系。该题类似于远距离输电的情况。

4. (6分) 如图, 一半径为  $R$ , 粗糙程度处处相同的半圆形轨道竖直固定放置, 直径  $POQ$  水平, 一质量为  $m$  的质点自  $P$  点上方高度  $R$  处由静止开始下落, 恰好从  $P$  点进入轨道, 质点滑到轨道最低点  $N$  时, 对轨道的压力为  $4mg$ ,  $g$  为重力加速度的大小, 用  $W$  表示质点从  $P$  点运动到  $N$  点的过程中克服摩擦力所做的功, 则 ( )



- A.  $W = \frac{1}{2}mgR$ , 质点恰好可以到达  $Q$  点  
 B.  $W > \frac{1}{2}mgR$ , 质点不能到达  $Q$  点  
 C.  $W = \frac{1}{2}mgR$ , 质点到达  $Q$  点后, 继续上升一段距离  
 D.  $W < \frac{1}{2}mgR$ , 质点到达  $Q$  点后, 继续上升一段距离

【考点】65: 动能定理.

【专题】52D: 动能定理的应用专题.

【分析】对  $N$  点运用牛顿第二定律, 结合压力的大小求出  $N$  点的速度大小, 对开始下落到  $N$  点的过程运用动能定理求出克服摩擦力做功的大小。抓住  $NQ$  段克服摩擦力做功小于在  $PN$  段克服摩擦力做功, 根据动能定理分析  $Q$  点的速度大小, 从而判断能否到达  $Q$  点。

【解答】解: 在  $N$  点, 根据牛顿第二定律有:  $N - mg = m \frac{v_N^2}{R}$ , 解得  $v_N = \sqrt{3gR}$ ,

对质点从下落到  $N$  点的过程运用动能定理得,  $mg \cdot 2R - W = \frac{1}{2}mv_N^2 - 0$ ,

解得  $W = \frac{1}{2}mgR$ 。

由于 PN 段速度大于 NQ 段速度，所以 NQ 段的支持力小于 PN 段的支持力，则在 NQ 段克服摩擦力做功小于在 PN 段克服摩擦力做功，

对 NQ 段运用动能定理得， $-mgR - W' = \frac{1}{2}mv_Q^2 - \frac{1}{2}mv_N^2$ ，

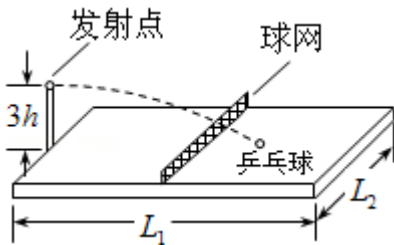
因为  $W' < \frac{1}{2}mgR$ ，可知  $v_Q > 0$ ，所以质点到达 Q 点后，继续上升一段距离。故 C

正确，A、B、D 错误。

故选：C。

**【点评】**本题考查了动能定理和牛顿第二定律的综合运用，知道在最低点，靠重力和支持力的合力提供向心力，通过牛顿第二定律求出 N 点的速度是关键。注意在 NQ 段克服摩擦力做功小于在 PN 段克服摩擦力做功。

5. (6 分) 一帶有乒乓球发射机的乒乓球台如图所示，水平台面的长和宽分别为  $L_1$  和  $L_2$ ，中间球网高度为  $h$ ，发射机安装于台面左侧边缘的中点，能以不同速率向右侧不同方向水平发射乒乓球，发射点距台面高度为  $3h$ ，不计空气的作用，重力加速度大小为  $g$ ，若乒乓球的发射率  $v$  在某范围内，通过选择合适的方向，就能使乒乓球落到球网右侧台面上，到  $v$  的最大取值范围是 ( )



- A.  $\frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{6h}} < v < L_1\sqrt{\frac{g}{6h}}$
- B.  $\frac{L_1}{4}\sqrt{\frac{g}{h}} < v < \sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{6h}}$
- C.  $\frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{6h}} < v < \frac{1}{2}\sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{6h}}$
- D.  $\frac{L_1}{4}\sqrt{\frac{g}{h}} < v < \frac{1}{2}\sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{6h}}$

**【考点】**43：平抛运动。

【专题】518：平抛运动专题.

【分析】球要落在网右侧台面上，临界情况是与球网恰好不相撞，还有与球台边缘相碰，根据高度求出平抛运动的时间，根据几何关系求出最小的水平位移和最大的水平位移，从而得出最小速度和最大速度.

【解答】解：若球与网恰好不相碰，根据  $3h - h = \frac{1}{2}gt_1^2$  得，  $t_1 = \sqrt{\frac{4h}{g}}$ ,

水平位移的最小值  $x_{\min} = \frac{L_1}{2}$ ，则最小速度  $v_1 = \frac{L_1}{t_1} = \frac{L_1}{4} \sqrt{\frac{g}{h}}$ 。

若球与球台边缘相碰，根据  $3h = \frac{1}{2}gt_2^2$  得，  $t_2 = \sqrt{\frac{6h}{g}}$ ,

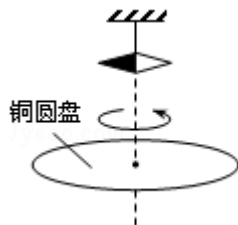
水平位移的最大值为  $x_{\max} = \sqrt{L_1^2 + \frac{L_2^2}{4}}$ ,

则最大速度  $v_2 = \frac{\sqrt{L_1^2 + \frac{L_2^2}{4}}}{t_2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{6h}}$ ，故 D 正确，A、B、C 错误。

故选：D。

【点评】解决本题的关键知道平抛运动在水平方向和竖直方向上的运动规律，抓住临界情况，结合运动学公式灵活求解，难度中等。

6. (6分) 1824年，法国科学家阿拉果完成了著名的“圆盘实验”。实验中将一铜圆盘水平放置，在其中心正上方用柔软细线悬挂一枚可以自由旋转的磁针，如图所示。实验中发现，当圆盘在磁针的磁场中绕过圆盘中心的竖直轴旋转时，磁针也随着一起转动起来，但略有滞后。下列说法正确的是 ( )



- A. 圆盘上产生了感应电动势
- B. 圆盘内的涡电流产生的磁场导致磁针转动
- C. 在圆盘转动的过程中，磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量发生了变化

D. 圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成电流，此电流产生的磁场导致磁针转动

【考点】DG: \* 涡流现象及其应用.

【专题】53C: 电磁感应与电路结合.

【分析】通过题意明确涡流的产生，再根据磁极和电流间的相互作用分析磁铁的运动。

【解答】解：A、圆盘在转动中由于半径方向的金属条切割磁感线，从而在圆心和边缘之间产生了感应电动势；故 A 正确；

B、圆盘在径向的金属条切割磁感线过程中，内部距离圆心远近不同的点电势不等，从而形成涡流，涡流产生的磁场又导致磁针转动，故 B 正确；

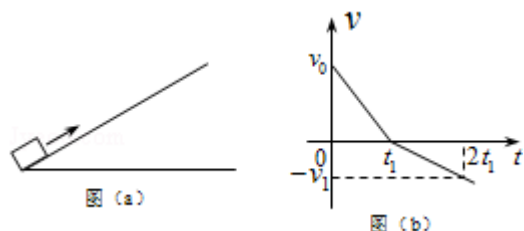
C、由于圆盘面积不变，距离磁铁的距离不变，故整个圆盘中的磁通量没有变化；故 C 错误；

D、电流形成是自由电子定向移动。圆盘本身没有多余的电荷，圆盘转动不会产生电流；故 D 错误；

故选：AB。

【点评】本题要注意明确电流的形成不是因为自由电子运动，而是由于圆盘切割磁感线产生了电动势，从而产生了涡流。

7. (6分) 如图 (a)，一物块在  $t=0$  时刻滑上一固定斜面，其运动的  $v-t$  图线如图 (b) 所示，若重力加速度及图中的  $v_0$ ， $v_1$ ， $t_1$  均为已知量，则可求出 ( )



- A. 斜面的倾角
- B. 物块的质量
- C. 物块与斜面间的动摩擦因数
- D. 物块沿斜面向上滑行的最大高度

**【考点】** 11: 匀变速直线运动的图像; 37: 牛顿第二定律.

**【专题】** 522: 牛顿运动定律综合专题.

**【分析】** 由图 b 可求得物体运动过程及加速度, 再对物体受力分析, 由牛顿第二定律可明确各物理量是否能够求出.

**【解答】** 解: 由图 b 可知, 物体先向上减速到达最高时再向下加速; 图象与时间轴围成的面积为物体经过的位移, 故可出物体在斜面上的位移;

图象的斜率表示加速度, 上升过程及下降过程加速度均可求, 上升过程有:

$mgsin\theta + \mu mgcos\theta = ma_1$ ; 下降过程有:  $mgsin\theta - \mu mgcos\theta = ma_2$ ; 两式联立可求得斜面倾角及动摩擦因数;

但由于  $m$  均消去, 故无法求得质量; 因已知上升位移及夹角, 则可求得上升的最大高度;

故选: ACD.

**【点评】** 本题考查牛顿第二定律及图象的应用, 要注意图象中的斜率表示加速度, 面积表示位移; 同时注意正确的受力分析, 根据牛顿第二定律明确力和运动的关系.

8. (6分) 我国发射的“嫦娥三号”登月探测器靠近月球后, 先在月球表面附近的近似轨道上绕月运行, 然后经过一系列过程, 在离月面 4m 高处做一次悬停 (可认为是相对于月球静止), 最后关闭发动机, 探测器自由下落, 已知探测器的质量约为  $1.3 \times 10^3 \text{kg}$ , 地球质量约为月球的 81 倍, 地球半径约为月球的 3.7 倍, 地球表面的重力加速度大小约为  $9.8 \text{m/s}^2$ , 则此探测器 ( )
- A. 在着陆前的瞬间, 速度大小约为  $8.9 \text{m/s}$
  - B. 悬停时受到的反冲击作用力约为  $2 \times 10^3 \text{N}$
  - C. 从离开近月圆轨道到着陆这段时间内, 机械能守恒
  - D. 在近月圆轨道上运行的线速度小于人造卫星在近地圆轨道上运行的线速度

**【考点】** 4F: 万有引力定律及其应用; 4H: 人造卫星; 6C: 机械能守恒定律.

**【专题】** 528: 万有引力定律的应用专题.

**【分析】**根据万有引力提供向心力得月球表面重力加速度，根据运动学公式得出着陆前的瞬间速度；

根据二力平衡得出悬停时受到的反冲击作用力大小；

根据  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$  判断线速度关系。

**【解答】**解：A、根据万有引力等于重力  $\frac{GMm}{R^2} = mg$ ,

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

地球质量约为月球的 81 倍，地球半径约为月球的 3.7 倍，地球表面的重力加速度大小约为  $9.8\text{m/s}^2$ ,

所以月球表面的重力加速度大小约为  $g' = 1.66\text{m/s}^2$ ,

根据运动学公式得在着陆前的瞬间，速度大小约  $v = \sqrt{2g'h} = 3.6\text{m/s}$ ，故 A 错误；

B、登月探测器悬停时，二力平衡，

$F = mg' = 1.3 \times 10^3 \times 1.66 \approx 2 \times 10^3\text{N}$ ，故 B 正确；

C、从离开近月圆轨道到着陆这段时间，由于受到了反冲作用力，且反冲作用力对探测器做负功，探测器机械能减小，选项 C 错误

D、根据  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，地球质量约为月球的 81 倍，地球半径约为月球的 3.7 倍，

所以在近月圆轨道上运行的线速度小于人造卫星在近地圆轨道上运行的线速度，故 D 正确；

故选：BD。

**【点评】**解答本题要知道除重力以外的力对物体做功等于物体机械能的变化量，月球重力加速度约为地球重力加速度的  $\frac{1}{6}$ ，关于万有引力的应用中，常用公式是在地球表面重力等于万有引力，卫星绕地球做圆周运动万有引力提供圆周运动向心力。

**二、非选择题：包括必考题和选考题两部分，第 9-12 题为必考题，每个考生都必须作答，第 13 题-18 题为选考题，考生根据要求作答（一）必考题**

9.（6 分）某物理小组的同学设计了一个粗测玩具小车通过凹形桥最低点时的速度的实验，所用器材有：玩具小车，压力式托盘秤，凹形桥模拟器（圆弧部分的半径为  $R = 0.20\text{m}$ ）

完成下列填空：

(1) 将凹形桥模拟器静置于托盘秤上，如图 (a) 所示，托盘秤的示数为 1.00kg

(2) 将玩具小车静置于凹形桥模拟器最低点时，托盘秤的示数如图 (b) 所示，该示数为 1.40 kg.

(3) 将小车从凹形桥模拟器某一位置释放，小车经过最低点后滑向另一侧，此过程中托盘秤的最大示数为  $m$ ，

多次从同一位置释放小车，记录各次的  $m$  值如表所示：

序号	1	2	3	4	5
$m$ (kg)	1.80	1.75	1.85	1.75	1.90

(4) 根据以上数据，可求出小车经过凹形桥最低点时对桥的压力为 7.9 N，小车通过最低点时的速度大小为 1.4 m/s (重力加速度大小取  $9.8\text{m/s}^2$ ，计算结果保留 2 位有效数字)



图 (a)

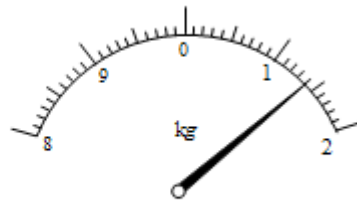


图 (b)

**【考点】** 4A：向心力.

**【专题】** 519：匀速圆周运动专题.

**【分析】** (2) 根据量程为 10kg，最小分度为 0.1kg，注意估读到最小分度的下一位；

(4) 根据表格知最低点小车和凹形桥模拟器对秤的最大压力平均值为  $mg$ ，根据

$$F_m = m_{\text{桥}}g + F_N, \text{ 知小车经过凹形桥最低点时对桥的压力 } F_N, \text{ 根据 } F_N = m_0g + m_0\frac{v^2}{R}, \text{ 求解速度.}$$

**【解答】** 解：(2) 根据量程为 10kg，最小分度为 0.1kg，注意估读到最小分度的下一位，为 1.40kg；

(4) 根据表格知最低点小车和凹形桥模拟器对秤的最大压力平均值为：

$$F_m = \frac{1.8 + 1.75 + 1.85 + 1.75 + 1.90}{5} \times 9.8 \text{ N} = m_{\text{桥}} g + F_N$$

解得：  $F_N = 7.9 \text{ N}$

根据牛顿运动定律知：  $F_N - m_0 g = m_0 \frac{v^2}{R}$ ,

代入数据解得：  $v = 1.4 \text{ m/s}$

故答案为： (2) 1.40, (4) 7.9, 1.4.

**【点评】**此题考查读数和圆周运动的知识，注意估读，在力的问题注意分析受力和力的作用效果。

10. (9分) 图(a)为某同学改装和校准毫安表的电路图，其中虚线框内是毫安表的改装电路。

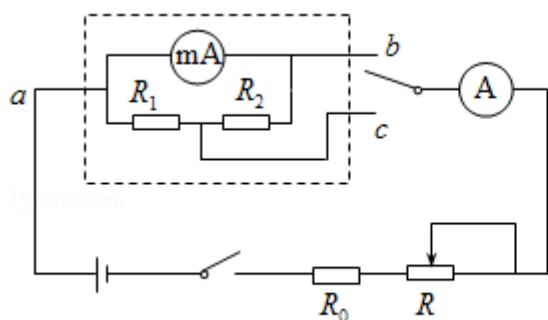


图 (a)

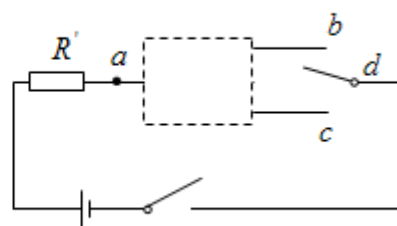


图 (b)

(1) 已知毫安表表头的内阻为  $100 \Omega$ ，满偏电流为  $1 \text{ mA}$ ；  $R_1$  和  $R_2$  为阻值固定的电阻。若使用  $a$  和  $b$  两个接线柱，电表量程为  $3 \text{ mA}$ ；若使用  $a$  和  $c$  两个接线柱，电表量程为  $10 \text{ mA}$ 。由题给条件和数据，可以求出  $R_1 = \underline{15} \Omega$ ，  $R_2 = \underline{35} \Omega$ 。

(2) 现用一量程为  $3 \text{ mA}$ 、内阻为  $150 \Omega$  的标准电流表  $A$  对改装电表的  $3 \text{ mA}$  档进行校准，校准时需选取的刻度为  $0.5$ 、 $1.0$ 、 $1.5$ 、 $2.0$ 、 $2.5$ 、 $3.0 \text{ mA}$ 。电池的电动势为  $1.5 \text{ V}$ ，内阻忽略不计；定值电阻  $R_0$  有两种规格，阻值分别为  $300 \Omega$  和  $1000 \Omega$ ；滑动变阻器  $R$  有两种规格，最大阻值分别为  $750 \Omega$  和  $3000 \Omega$ 。则  $R_0$  应选用阻值为  $\underline{300} \Omega$  的电阻，  $R$  应选用最大阻值为  $\underline{3000} \Omega$  的滑动变阻器。

(3) 若电阻  $R_1$  和  $R_2$  中有一个因损坏而阻值变为无穷大，利用图 (b) 的电路可以判断出损坏的电阻。图 (b) 中的  $R'$  为保护电阻，虚线框内未画出的电路即为图 (a) 虚线框的电路。则图中的  $d$  点应和接线柱  $\underline{c}$  (填“ $b$ ”或“ $c$ ”) 相连。判断依据是 闭合开关时，若电表指针偏转，则损坏的电阻是  $R_1$ ，若电表指

针不动，则损坏的电阻是  $R_2$ 。

**【考点】** NA: 把电流表改装成电压表.

**【专题】** 13: 实验题.

**【分析】** (1) 根据串并联电路特点与欧姆定律可以求出电阻阻值。

(2) 应用串联电路特点与欧姆定律求出定值电阻与滑动变阻器的阻值，然后作出选择。

(3) 有电流流过电表时电表指针发生偏转，没有电流流过电表时电表指针不偏转，根据电路图分析答题。

**【解答】** 解：(1) 使用 a、b 接线柱时， $I_{ab}=I_g+\frac{I_g r_g}{R_1+R_2}=0.001+\frac{0.001 \times 100}{R_1+R_2}=0.003$ ,

使用 a、c 接线柱时， $I_{ac}=I_g+\frac{I_g (r_g+R_2)}{R_1}=0.001+\frac{0.001 \times (100+R_2)}{R_1}=0.010$ ,

解得： $R_1=15\Omega$ ， $R_2=35\Omega$ ；

(2) 改装后电流表内阻： $r=\frac{r_g (R_1+R_2)}{r_g+R_1+R_2}=\frac{100 \times (15+35)}{100+15+35} \approx 33\Omega$ ,

$R_0$  作为保护电阻，电流最大时，电路总电阻约为： $R=r+R_A+R_0=\frac{E}{I}=\frac{1.5}{0.003}=500\Omega$ ,

$R_0=R-r-R_A=500-33-150=317\Omega$ ，则应  $R_0$  选  $300\Omega$ ；

电路电流最小时： $R_{滑}=\frac{E}{I_{最小}}-R=\frac{1.5}{0.0005}-500=2500\Omega > 750\Omega$ ，则滑动变阻器应选择  $3000\Omega$  的。

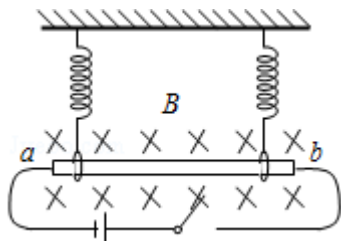
(3) 由图示电路图可知，图中的 d 点与接线柱 c 相连时，闭合开关时，若电表指针偏转，则损坏的电阻是  $R_1$ ，若电表指针不动，则损坏的电阻是  $R_2$ ；

故答案为：(1) 15；35；(2) 300；3000；(3) c；闭合开关时，若电表指针偏转，则损坏的电阻是  $R_1$ ，若电表指针不动，则损坏的电阻是  $R_2$ 。

**【点评】** 本题考查了求电阻阻值、实验器材的选择、电路故障分析，知道电流表的改装原理、分析清楚电路结构、应用串并联电路特点与欧姆定律即可正确解题。

11. (12 分) 如图，一长为  $10\text{cm}$  的金属棒 ab 用两个完全相同的弹簧水平地悬挂

在匀强磁场中，磁场的磁感应强度大小为  $0.1\text{T}$ ，方向垂直于纸面向里，弹簧上端固定，下端与金属棒绝缘，金属棒通过开关与一电动势为  $12\text{V}$  的电池相连，电路总电阻为  $2\Omega$ ，已知开关断开时两弹簧的伸长量均为  $0.5\text{cm}$ ，闭合开关，系统重新平衡后，两弹簧的伸长量与开关断开时相比均改变了  $0.3\text{cm}$ ，重力加速度大小取  $10\text{m/s}^2$ ，判断开关闭合后金属棒所受安培力的方向，并求出金属棒的质量。



**【考点】** CC: 安培力.

**【分析】** 在闭合前，导体棒处于平衡状态，在闭合后，根据闭合电路的欧姆定律求的电流，根据  $F=BIL$  求的安培力，由共点力平衡求的质量

**【解答】** 解：闭合开关后，电流由  $b$  指向  $a$ ，受到的安培力向下

断开时： $2k\Delta l_1=mg$

开关闭合后  $2k(\Delta l_1+\Delta l_2)=mg+F$

受到的安培力为： $F=BIL$

回路中电流为  $I=\frac{E}{R}$

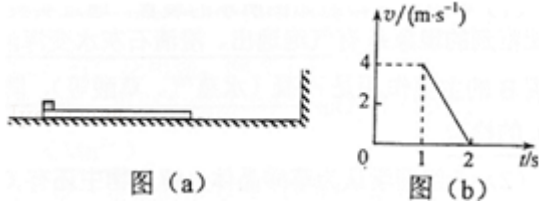
联立解得  $m=0.01\text{kg}$

答：金属棒的质量为  $0.01\text{kg}$

**【点评】** 本题主要考查了共点力平衡，抓住通电前后的共点力平衡即可；

12. (20 分) 一长木板置于粗糙水平地面上，木板左端放置一小物块；在木板右方有一墙壁，木板右端与墙壁的距离为  $4.5\text{m}$ ，如图 (a) 所示。  $t=0$  时刻开始，小物块与木板一起以共同速度向右运动，直至  $t=1\text{s}$  时木板与墙壁碰撞 (碰撞时间极短)。碰撞前后木板速度大小不变，方向相反；运动过程中小物块始终未离开木板。已知碰撞后  $1\text{s}$  时间内小物块的  $v-t$  图线如图 (b) 所示。木板的质量是小物块质量的  $15$  倍，重力加速度大小  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。求

- (1) 木板与地面间的动摩擦因数  $\mu_1$  及小物块与木板间的动摩擦因数  $\mu_2$ ;
- (2) 木板的最小长度;
- (3) 木板右端离墙壁的最终距离。



**【考点】** 37: 牛顿第二定律; 65: 动能定理.

**【专题】** 11: 计算题; 22: 学科综合题; 32: 定量思想; 43: 推理法; 52D: 动能定理的应用专题.

**【分析】** (1) 对碰前过程由牛顿第二定律时进行分析, 结合运动学公式可求得  $\mu_1$ ; 再对碰后过程分析同理可求得  $\mu_2$ 。

(2) 分别对木板和物块进行分析, 由牛顿第二定律求解加速度, 由运动学公式求解位移, 则可求得相对位移, 即可求得木板的长度;

(3) 对木板和物块达相同静止后的过程进行分析, 由牛顿第二定律及运动学公式联立可求得位移; 则可求得木板最终的距离。

**【解答】** 解: (1) 规定向右为正方向。木板与墙壁相碰前, 小物块和木板一起向右做匀变速运动, 设加速度为  $a_1$ , 小物块和木板的质量分别为  $m$  和  $M$ 。由牛顿第二定律有:  $-\mu_1(m+M)g = (m+M)a_1 \dots \text{①}$

由图可知, 木板与墙壁碰前瞬间速度  $v_1=4\text{m/s}$ , 由运动学公式得:

$$v_1 = v_0 + at_1 \dots \text{②}$$

$$s_0 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \dots \text{③}$$

式中,  $t_1=1\text{s}$ ,  $s_0=4.5\text{m}$  是木板碰前的位移,  $v_0$  是小木块和木板开始运动时的速度。

联立①②③式和题给条件得:  $\mu_1=0.1 \dots \text{④}$

在木板与墙壁碰撞后, 木板以  $-v_1$  的初速度向左做匀变速运动, 小物块以  $v_1$  的初速度向右做匀变速运动。设小物块的加速度为  $a_2$ , 由牛顿第二定律有:

$$-\mu_2 mg = ma_2 \dots \text{⑤}$$

由图可得:  $a_2 = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \dots \text{⑥}$

式中， $t_2=2s$ ， $v_2=0$ ，联立⑤⑥式和题给条件得： $\mu_2=0.4...$ ⑦

(2) 设碰撞后木板的加速度为  $a_3$ ，经过时间  $\Delta t$ ，木板和小物块刚好具有共同速度  $v_3$ 。由牛顿第二定律及运动学公式得： $\mu_2 mg + \mu_1 (M+m) g = Ma_3...$ ⑧

$$v_3 = -v_1 + a_3 \Delta t... \text{⑨}$$

$$v_3 = v_1 + a_2 \Delta t... \text{⑩}$$

碰撞后至木板和小物块刚好达到共同速度的过程中，木板运动的位移为：

$$s_1 = \frac{-v_1 + v_3}{2} \Delta t... \text{ (11)}$$

小物块运动的位移为： $s_2 = \frac{v_1 + v_3}{2} \Delta t... \text{ (12)}$

小物块相对木板的位移为： $\Delta s = s_2 + s_1... \text{ (13)}$

联立⑥⑧⑨⑩ (11) (12) (13) 式，并代入数值得： $\Delta s = 6.0m$

因为运动过程中小物块没有脱离木板，所以木板的最小长度应为  $6.0m$ 。(14)

(3) 在小物块和木板具有共同速度后，两者向左做匀变速运动直至停止，设加速度为  $a_4$ ，此过程中小物块和木板运动的位移  $s_3$ 。由牛顿第二定律及运动学公式得： $\mu_1 (m+M) g = (m+M) a_4... \text{ (15)}$

$$0 - v_3^2 = 2 a_4 s_3... \text{ (16)}$$

碰后木板运动的位移为： $s = s_1 + s_3... \text{ (17)}$

联立⑥⑧⑨⑩ (11) (15) (16) (17) 式，并代入数值得： $s = -6.5m... \text{ (18)}$

木板右端离墙壁的最终距离为  $6.5m$ 。

答：

(1) 木板与地面间的动摩擦因数  $\mu_1$  及小物块与木板间的动摩擦因数  $\mu_2$  分别为  $0.1$  和  $0.4$ 。

(2) 木板的最小长度是  $6.0m$ ；

(3) 木板右端离墙壁的最终距离是  $6.5m$ 。

**【点评】** 本题考查牛顿第二定律及运动学公式的应用，涉及两个物体多个过程，题目中问题较多，但只要认真分析，一步步进行解析，是完全可以求解。

三、选考题：从下面的 3 道物理题中，任选一题作答。如果多做，则按第一题计分，物理-选修 3-3

13. (5分) 下列说法正确的是 ( )

- A. 将一块晶体敲碎后, 得到的小颗粒是非晶体
- B. 固体可以分为晶体和非晶体两类, 有些晶体在不同方向上有不同的光学性质
- C. 由同种元素构成的固体, 可能会由于原子的排列方式不同而成为不同的晶体
- D. 在合适的条件下, 某些晶体可以转变为非晶体, 某些非晶体也可以转变为晶体
- E. 在熔化过程中, 晶体要吸收热量, 但温度保持不变, 内能也保持不变

**【考点】** 8A: 物体的内能; 92: \* 晶体和非晶体.

**【分析】** 该题通过晶体和非晶体的特性进行判断. 晶体是具有一定的规则外形, 各项异性, 具有固定的熔点; 非晶体没有固定的熔点, 没有规则的几何外形, 表现各项同性, 由此可判断各选项的正误.

**【解答】** 解: A、将一块晶体敲碎后, 得到的小颗粒还是晶体, 选项 A 错误.

B、固体可以分为晶体和非晶体两类, 有些晶体在不同方向上各向异性, 具有不同的光学性质, 选项 B 正确.

C、由同种元素构成的固体, 可能会由于原子的排列方式不同而成为不同的晶体, 例如石墨和金刚石. 选项 C 正确.

D、在合适的条件下, 某些晶体可以转变为非晶体, 某些非晶体也可以转变为晶体, 例如天然石英是晶体, 熔融过的石英却是非晶体. 把晶体硫加热熔化 (温度超过  $300^{\circ}\text{C}$ ) 再倒进冷水中, 会变成柔软的非晶硫, 再过一段时间又会转化为晶体硫. 所以选项 D 正确.

E、在熔化过程中, 晶体要吸收热量, 虽然温度保持不变, 但是内能要增加. 选项 E 错误

故选: BCD.

**【点评】** 解答该题要熟练的掌握晶体和非晶体的特性, 对于晶体有以下特点:

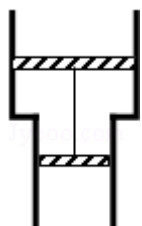
- 1、晶体有整齐规则的几何外形;
- 2、晶体有固定的熔点, 在熔化过程中, 温度始终保持不变;

3、晶体有各向异性的特点。

非晶体是指组成物质的分子（或原子、离子）不呈空间有规则周期性排列的固体。它没有一定规则的外形，如玻璃、松香、石蜡等。它的物理性质在各个方向上是相同的，叫“各项同性”。它没有固定的熔点。

14.（10分）如图，一固定的竖直汽缸由一大一小两个同轴圆筒组成，两圆筒中各有一个活塞，已知大活塞的质量为  $m_1=2.50\text{kg}$ ，横截面积为  $s_1=80.0\text{cm}^2$ ，小活塞的质量为  $m_2=1.50\text{kg}$ ，横截面积为  $s_2=40.0\text{cm}^2$ ，两活塞用刚性轻杆连接，间距保持为  $l=40.0\text{cm}$ ，汽缸外大气的压强为  $p=1.00\times 10^5\text{Pa}$ ，温度为  $T=303\text{K}$ ，初始时大活塞与大圆筒底部相距  $\frac{1}{2}l$ ，两活塞间封闭气体的温度为  $T_1=495\text{K}$ ，现汽缸内气体温度缓慢下降，活塞缓慢下移，忽略两活塞与汽缸壁之间的摩擦，重力加速度大小  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ，求：

- （1）在大活塞与大圆筒底部接触前的瞬间，缸内封闭气体的温度
- （2）缸内封闭的气体与缸外大气达到热平衡时，缸内封闭气体的压强。



**【考点】** 99：理想气体的状态方程；9E：气体的等容变化和等压变化；9K：封闭气体压强。

**【专题】** 54B：理想气体状态方程专题。

**【分析】**（1）气体发生等压变化，根据题意求出气体的状态参量，应用盖吕萨克定律考虑求出气体的温度。

（2）启用它发生等容变化，应用查理定律可以求出气体的压强。

**【解答】**解：（1）大活塞与大圆筒底部接触前气体发生等压变化，

$$\text{气体的状态参量：} V_1 = \left( l - \frac{1}{2}l \right) s_2 + \frac{1}{2}l s_1 = \left( 40 - \frac{40}{2} \right) \times 40 + \frac{40}{2} \times 80 = 2400\text{cm}^3,$$

$$T_1 = 495\text{K}, V_2 = s_2 l = 40 \times 40 = 1600\text{cm}^3,$$

由盖吕萨克定律得： $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ ，即： $\frac{2400}{495} = \frac{1600}{T_2}$ ，解得： $T_2 = 330\text{K}$ ；

(2) 大活塞与大圆筒底部接触后到气缸内气体与气缸外气体温度相等过程中气体发生等容变化，

大活塞刚刚与大圆筒底部接触时，由平衡条件得： $pS_1 + p_2S_2 + (m_1 + m_2)g = p_2S_1 + pS_2$ ，

代入数据解得： $p_2 = 1.1 \times 10^5 \text{Pa}$ ，

$T_2 = 330\text{K}$ ， $T_3 = T = 303\text{K}$ ，

由查理定律得： $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3}$ ，

即： $\frac{1.1 \times 10^5}{330} = \frac{p_3}{303}$ ，

解得： $p_3 = 1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ ；

答：(1) 在大活塞与大圆筒底部接触前的瞬间，缸内封闭气体的温度为  $330\text{K}$ ；

(2) 缸内封闭的气体与缸外大气达到热平衡时，缸内封闭气体的压强为  $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 。

**【点评】**本题考查了求气体的温度与压强，分析清楚气体状态变化过程、应用盖吕萨克定律与查理定律即可正确解题。

### 物理-选修 3-4

15. 在双缝干涉实验中，分别用红色和绿色的激光照射用同一双缝，在双缝后的屏幕上，红光的干涉条纹间距  $\Delta x_1$  与绿光的干涉条纹间距  $\Delta x_2$  相比， $\Delta x_1$  >  $\Delta x_2$  (填“>”“=”或“<”)，若实验中红光的波长为  $630\text{nm}$ ，双缝与屏幕的距离为  $1.00\text{m}$ ，测得第 1 条到第 6 条亮条纹中心间的距离为  $10.5\text{mm}$ ，则双缝之间的距离为 0.3  $\text{mm}$ 。

**【考点】** HC：双缝干涉的条纹间距与波长的关系。

**【专题】** 54G：光的干涉专题。

**【分析】**首先判断红光和绿光的波长关系，结合公式  $\Delta x = \frac{1}{d} \lambda$  即可得知红光的干涉条纹间距  $\Delta x_1$  与绿光的干涉条纹间距  $\Delta x_2$  之间的关系，对题干中的数据先

进行单位换算，利用公式 $\Delta x = \frac{1}{d} \lambda$ 即可计算出双缝间的距离。

**【解答】**解：红光的波长大于绿光的波长，由公式 $\Delta x = \frac{1}{d} \lambda$ ，可知红光的干涉条

纹间距 $\Delta x_1$ 与绿光的干涉条纹间距 $\Delta x_2$ 相比， $\Delta x_1 > \Delta x_2$ ，

$$\lambda = 630\text{nm} = 6.3 \times 10^{-7}\text{m}, \quad x = 10.5\text{mm} = 1.05 \times 10^{-2}\text{m}$$

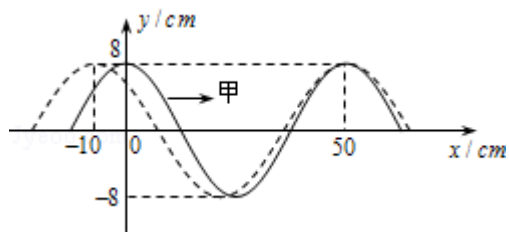
$$\text{由公式 } \Delta x = \frac{1}{d} \lambda \text{ 得: } d = \frac{1}{\Delta x} \lambda = \frac{1.00}{1.05 \times 10^{-2}} \times 6.30 \times 10^{-7} = 3 \times 10^{-4}\text{m} = 0.3\text{mm}$$

故答案为：>，0.3

**【点评】**对于该题，要熟练的掌握七种颜色的光之间的频率关系和波长的关系，了解公式 $\Delta x = \frac{1}{d} \lambda$ 个物理量的含义，会应用该公式进行相关的计算和定性的分析，解答问题时，要注意单位的换算。

16. 甲、乙两列简谐横波在同一介质中分别沿 x 轴正向和负向传播，波速均为  $v = 25\text{cm/s}$ ，两列波在  $t = 0$  时的波形曲线如图所示，求：

- (1)  $t = 0$  时，介质中偏离平衡位置位移为  $16\text{cm}$  的所有质点的 x 坐标；
- (2) 从  $t = 0$  开始，介质中最早出现偏离平衡位置位移为  $-16\text{cm}$  的质点的时间。



**【考点】** F4：横波的图象； F5：波长、频率和波速的关系。

**【专题】** 11：计算题； 22：学科综合题； 32：定量思想； 45：归纳法； 51D：振动图像与波动图像专题。

**【分析】** (1) 由图先读出两列波的波长和振幅，通过数学关系得知两波长的最小公倍数，对波峰相遇时的点的坐标进行分别列式，即可求出介质中偏离平衡位置位移为  $16\text{cm}$  的所有质点的 x 坐标。

(2) 先通过图表示出  $t = 0$  时，两波波谷间的 x 坐标之差的表达式，从而可计算出相向传播的波谷间的最小距离，也就可以计算出从  $t = 0$  开始，介质中最早

出现偏离平衡位置位移为 - 16cm 的质点的时间了.

**【解答】**解：(1)  $t=0$  时，在  $x=50\text{cm}$  处两列波的波峰相遇，该处质点偏离平衡位置的位移为 16cm，两列波的波峰相遇处的质点偏离平衡位置的位移均为 16cm

从图线可以看出，甲、乙两列波的波长分别为：

$$\lambda_1=50\text{cm}, \lambda_2=60\text{cm} \dots \textcircled{1}$$

甲、乙两列波的波峰的  $x$  坐标分别为：

$$x_1=50+k_1\lambda_1 \quad k_1=0, \pm 1, \pm 2, \dots \dots \textcircled{2}$$

$$x_2=50+k_2\lambda_2 \quad k_2=0, \pm 1, \pm 2, \dots \dots \textcircled{3}$$

①②③式得，介质中偏离平衡位置位移为 16cm 的所有质点的  $x$  坐标为：

$$x=(50+300n) \text{ cm} \quad n=0, \pm 1, \pm 2, \dots \textcircled{4}$$

(2) 只有两列波的波谷相遇处的质点的位移为 - 16cm.  $t=0$  时，两波波谷间的  $x$  坐标之差为：

$$\Delta x'=[50+(2m_2+1)\frac{\lambda_2}{2}]-[50+(2m_1+1)\frac{\lambda_1}{2}] \dots \textcircled{5}$$

式中.  $m_1$  和  $m_2$  均为整数，将①式代入⑤式得：

$$\Delta x'=10(6m_2-5m_1)+5$$

由于  $m_1$  和  $m_2$  均为整数，相向传播的波谷间的距离最小为：

$$\Delta x'_0=5\text{cm}$$

从  $t=0$  开始，介质中最早出现偏离平衡位置位移为 - 16cm 的质点的时间为：

$$t=\frac{\Delta x'_0}{2v}$$

代入数值得：  $t=0.1\text{s}$

答：(1)  $t=0$  时，介质中偏离平衡位置位移为 16cm 的所有质点的  $x$  坐标为

$$(50+300n) \text{ cm} \quad n=0, \pm 1, \pm 2,$$

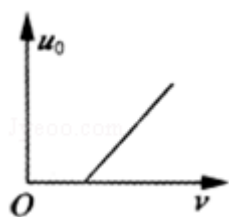
(2) 从  $t=0$  开始，介质中最早出现偏离平衡位置位移为 - 16cm 的质点的时间为 0.1s.

**【点评】**该题是一道难度较大的试题，解答过程中要注意数学知识在物理学中的

应用，尤其是对于通式的表述。同时要求学生要有较强的计算能力，计算过程中要细心。

### 物理-选修 3-5

17. 在某次光电效应实验中，得到的遏制电压  $u_0$  与入射光的频率  $\nu$  的关系如图所示，若该直线的斜率为  $k$ 、横截距为  $b$ ，电子电荷量的绝对值为  $e$ ，则普朗克常量可表示为  $ek$ ，所用材料的逸出功可表示为  $keb$ 。



**【考点】** IC: 光电效应。

**【分析】** 由爱因斯坦光电效应方程  $E_k = h\nu - W$  去分析图象中所包含的对解题有用的物理信息，图象与纵轴和横轴交点分别表示普朗克常量和金属的极限频率。

**【解答】** 解：根据爱因斯坦光电效应方程  $E_k = h\nu - W$ ，任何一种金属的逸出功  $W$  一定，说明  $E_k$  随频率  $f$  的变化而变化，且是线性关系（与  $y = ax + b$  类似），直线的斜率等于普朗克恒量，由于： $E_k = eU_c$  所以： $eU_c = h\nu - W$ ，

由图可得  $U_c = k\nu - b$

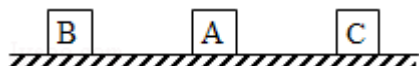
整理得： $h = ek$ ；

$E_k = h\nu - W$ ， $E_k = 0$  时有  $h\nu_0 - W = 0$ ，所以逸出功  $W = keb$ ；

故答案为： $ek$ ， $keb$ 。

**【点评】** 本题考查了爱因斯坦光电效应方程  $E_k = h\nu - W$ ，注意将有关的物理知识和数学的图线联系起来，培养用数学知识解决物理物体。

18. 如图，在足够长的光滑水平面上，物体 A、B、C 位于同一直线上，A 点位于 B、C 之间，A 的质量为  $m$ ，B、C 的质量都为  $M$ ，三者均处于静止状态，现使 A 以某一速度向右运动，求  $m$  和  $M$  之间应满足什么条件，才能使 A 只与 B、C 各发生一次碰撞。设物体间的碰撞都是弹性的。



**【考点】**53: 动量守恒定律.

**【专题】**52F: 动量定理应用专题.

**【分析】**该题中 A 与 C 的碰撞过程以及 A 与 B 的碰撞的过程都是弹性碰撞, 将动量守恒定律与机械能守恒定律相结合即可正确解答.

**【解答】**解: A 向右运动与 C 发生碰撞的过程中系统的动量守恒、机械能守恒, 选取向右为正方向, 设开始时 A 的速度为  $v_0$ , 第一次与 C 碰撞后 C 的速度为  $v_{C1}$ , A 的速度为  $v_{A1}$ . 由动量守恒定律、机械能守恒定律得:

$$mv_0 = mv_{A1} + Mv_{C1} \quad ①$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_{A1}^2 + \frac{1}{2}Mv_{C1}^2 \quad ②$$

$$\text{联立①②得: } v_{A1} = \frac{m-M}{m+M}v_0 \quad ③$$

$$v_{C1} = \frac{2m}{m+M}v_0 \quad ④$$

可知, 只有  $m < M$  时, A 才能被反向弹回, 才可能与 B 发生碰撞.

A 与 B 碰撞后 B 的速度为  $v_{B1}$ , A 的速度为  $v_{A2}$ . 由动量守恒定律、机械能守恒定律, 同理可得:

$$v_{A2} = \frac{m-M}{m+M}v_{A1} = \left(\frac{m-M}{m+M}\right)^2 v_0 \quad ⑤$$

根据题意要求 A 只与 B、C 各发生一次碰撞, 应有:  $v_{A2} \leq v_{C1}$  ⑥

联立④⑤⑥得:  $m^2 + 4mM - M^2 \geq 0$

解得:  $m \geq (\sqrt{5}-2)M$ , (另一解:  $m \leq -(\sqrt{5}+2)M$  舍去) 所以  $m$  与  $M$  之间的关系应满足:

$$M > m \geq (\sqrt{5}-2)M$$

答:  $m$  和  $M$  之间应满足  $M > m \geq (\sqrt{5}-2)M$ , 才能使 A 只与 B、C 各发生一次碰撞.

**【点评】**本题考查了水平方向的动量守恒定律问题, 分析清楚物体运动过程、应用动量守恒定律、能量守恒定律即可正确解题.