

绝密★启用前

## 湖南师大附中 2023 届高三月考试卷(七)

## 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)

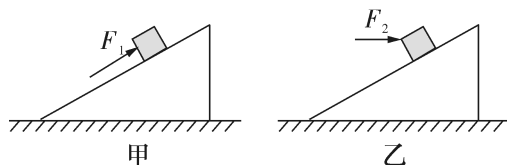
1. 下列叙述中符合物理学史的有

- A. 汤姆孙通过研究阴极射线实验,发现了电子和质子的存在
- B. 普朗克为了解释黑体辐射现象,第一次提出了能量量子化理论
- C. 法拉第发现了电磁感应现象,并得出了法拉第电磁感应定律
- D. 玻尔提出的原子模型,彻底否定了卢瑟福的原子核式结构学说

2.  $a$ 、 $b$  两车在平直公路上行驶, $a$  车以  $2v_0$  的初速度做匀减速运动, $b$  车做初速度为零的匀加速运动。在  $t=0$  时,两车间距为  $s_0$ ,且  $a$  车在  $b$  车后方。在  $t=t_1$  时两车速度相同,均为  $v_0$ ,且在  $0\sim t_1$  时间内, $a$  车的位移大小为  $s$ 。下列说法正确的是

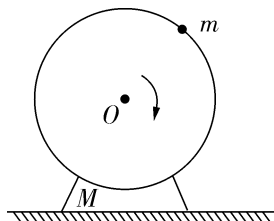
- A.  $0\sim t_1$  时间内  $a$ 、 $b$  两车相向而行
- B.  $0\sim t_1$  时间内  $a$  车平均速度大小是  $b$  车平均速度大小的 2 倍
- C. 若  $a$ 、 $b$  在  $t_1$  时刻相遇,则  $s_0 = \frac{2}{3}s$
- D. 若  $a$ 、 $b$  在  $\frac{t_1}{2}$  时刻相遇,则下次相遇时刻为  $2t_1$

3. 如图,斜面体放置在水平地面上,粗糙的小物块放在斜面上。甲图中给小物块施加一个沿斜面向上的力  $F_1$ ,使它沿斜面向上做匀速运动;乙图中给小物块施加一水平向右的力  $F_2$ ,小物块静止在斜面上。甲、乙图中斜面体始终保持静止。则下列判断正确的是



- A.  $F_1$  增大,斜面对小物块的摩擦力一定增大  
 B.  $F_1$  增大,地面对斜面体的摩擦力不变  
 C.  $F_2$  增大,斜面对物块的摩擦力一定增大  
 D.  $F_2$  增大,物块最终一定能沿斜面向上滑动

4. 如图所示,某电动工具置于水平地面上。该电动工具底座质量为  $M$ ,半径为  $R$  的转动圆盘质量可不计,在圆盘边缘固定有质量为  $m$  的物块(可视为质点),重力加速度为  $g$ 。要使该电动工具底座不离开地面(不考虑底座翻转的情况),允许圆盘转动的最大转速为

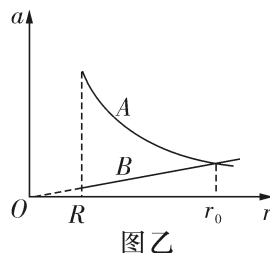


- A.  $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{Mg}{mR}}$       B.  $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{mg}{MR}}$       C.  $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{(M+m)g}{mR}}$       D.  $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{(M-m)g}{mR}}$

5. 建造一条能通向太空的电梯(如图甲所示),是人们长期的梦想。材料的力学强度是材料众多性能中被人类极为看重的一种性能,目前已发现的高强度材料碳纳米管的抗拉强度是钢的 100 倍,密度是其  $\frac{1}{6}$ ,这使得人们有望在赤道上建造垂直于水平面的



图甲



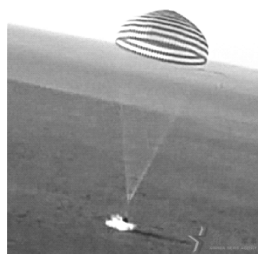
图乙

“太空电梯”。图乙中  $r$  为航天员到地心的距离,  $R$  为地球半径,  $a-r$  图像中的图线 A 表示地球引力对航天员产生的加速度大小与  $r$  的关系,图线 B 表示航天员由于地球自转而产生的向心加速度大小与  $r$  的关系,地面附近重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ,地球自转角速度  $\omega = 7.3 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$ ,地球半径  $R = 6.4 \times 10^3 \text{ km}$ 。关于相对地面静止在不同高度的航天员,下列说法正确的是

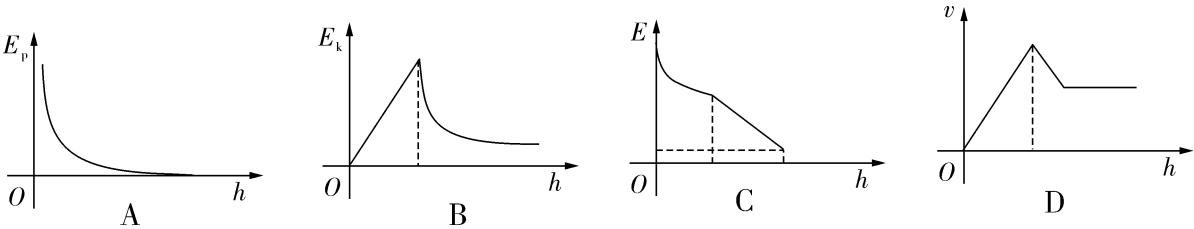
- A. 随着  $r$  增大,航天员受到电梯舱的弹力减小  
 B. 航天员在  $r=R$  处的线速度等于第一宇宙速度  
 C. 图中  $r_0$  为地球同步卫星的轨道半径

D. 电梯舱停在距地面高度为  $6.6R$  的站点时,舱内质量  $60 \text{ kg}$  的航天员对水平地板的压力为零

6. 2021 年 9 月 17 日 13 点 34 分,载着航天员聂海胜、刘伯明、汤洪波的神舟十二号载人飞船返回舱在中国东风着陆场平稳着陆,标志着神舟十二号载人飞行任务取得圆满成功!飞船距离地面约  $10 \text{ km}$  时,返回舱上的引导伞、减速伞和面积达  $1200 \text{ m}^2$  的主伞相继打开,返回舱的速度降到  $8 \text{ m/s}$  左右,此阶段可认为返回舱所受阻力与速度平方成正比而做减速运动,至

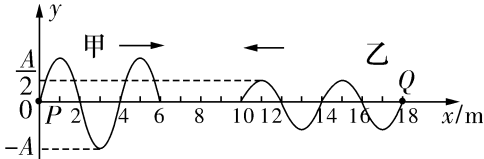


8 m/s时返回舱已匀速;距离地面 5.5 km 左右时,返回舱抛掉质量较大的防热大底,此后阶段可认为阻力不变;距离地面 1 米左右时,返回舱反推发动机开机,速度降到 3 m/s 左右,发动机工作过程中忽略返回舱质量的变化。如果用  $h$  表示返回舱下落的高度, $t$  表示下落的时间, $E_p$  表示返回舱的重力势能(以地面为零势能面,重力加速度认为不变), $E_k$  表示人的动能, $E$  表示人的机械能, $v$  表示人下落的速度,在上述距地面 10 km 开始至落地前 1 m 的整个过程中,则下列图像可能符合事实的是



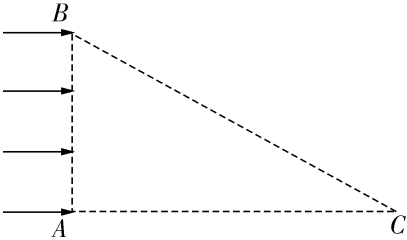
**二、多项选择题**(本题共 5 小题,每小题 5 分,共 25 分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求,全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

7. 位于  $x=0$  m、 $x=18$  m 的波源  $P$ 、 $Q$  在同一介质中分别产生两列横波甲、乙,传播方向相反,某时刻两列波的波形图如图所示,此时  $x=1$  m 处的质点振动了 5 s 时间。以下说法正确的是



- A. 甲波的波速为 0.8 m/s
- B. 两列波叠加后不会产生干涉现象
- C.  $x=8$  m 处的质点起始振动方向沿  $y$  轴正方向
- D. 波源  $P$  比波源  $Q$  迟振动了 2 s

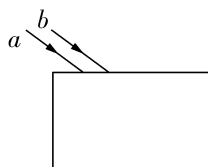
8. 如图所示,在直角三角形  $ABC$  内存在垂直于纸面向外的匀强磁场(图中未画出), $AB$  边长度为  $d$ ;  $\angle C=\frac{\pi}{6}$ ,现垂直于  $AB$  边射入一群质量均为  $m$ ,电荷量均为  $q$ ,速度相同的带正电粒子(不计重力及相互间作用力),已知垂直于  $AC$  边射出的粒子在磁场中



运动的时间为  $t_0$ ,在磁场中运动时间最长的粒子经历的时间为  $\frac{5}{3}t_0$ ,下列判断正确的是

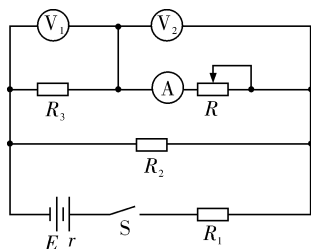
- A. 粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期为  $4t_0$
- B. 该匀强磁场的磁感应强度大小为  $\frac{\pi m}{2qt_0}$
- C. 粒子在磁场中运动的轨道半径为  $\frac{2\sqrt{3}}{7}d$
- D. 粒子进入磁场时的速度大小为  $\frac{2\sqrt{3}\pi d}{7t_0}$

9. 如图所示,两细束平行的单色光  $a$ 、 $b$  射向同一块玻璃砖的上表面,然后从玻璃砖的下表面射出。已知玻璃对单色光  $a$  的折射率较小,且光由玻璃到空气发生全反射的临界角均小于  $45^\circ$ ,那么下列说法中正确的是



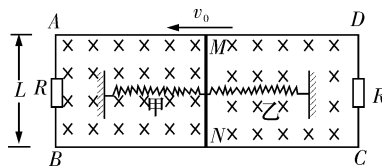
- A. 进入玻璃砖后两束光仍然是平行的  
 B. 从玻璃砖下表面射出后,两束光仍然平行  
 C. 单色光  $a$  通过玻璃的速度大于单色光  $b$  通过玻璃的速度  
 D. 从玻璃砖下表面射出后,两束光之间的距离一定和射入前相同

10. 如图所示,  $R_1$ 、 $R_2$  和  $R_3$  都是阻值为  $R_0$  的定值电阻,  $R$  是滑动变阻器,电源内阻为  $r$ ,  $V_1$ 、 $V_2$  和  $A$  都是理想电压表和电流表,闭合开关  $S$ ,当滑动变阻器的滑片由图示位置向左缓慢滑动时,  $\Delta U_1$ 、 $\Delta U_2$  分别表示电压表  $V_1$ 、 $V_2$  示数的变化量,  $\Delta I$  表示电流表  $A$  的示数变化量,则下列说法中正确的是



- A.  $V_1$  表示数减小  
 B.  $V_2$  表示数减小  
 C.  $\left| \frac{\Delta U_2}{\Delta I} \right| = \frac{R_0(3R_0+2r)}{r+2R_0}$   
 D. 电压表  $V_1$  示数的变化量  $\Delta U_1$  的绝对值小于电压表  $V_2$  示数的变化量  $\Delta U_2$  的绝对值

11. 如图所示,  $ABCD$  为固定的水平光滑矩形金属导轨,  $AB$  间距离为  $L$ , 左右两端均接有阻值为  $R$  的电阻, 处在方向竖直向下、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场中, 质量为  $m$ 、长为  $L$  的导体棒  $MN$



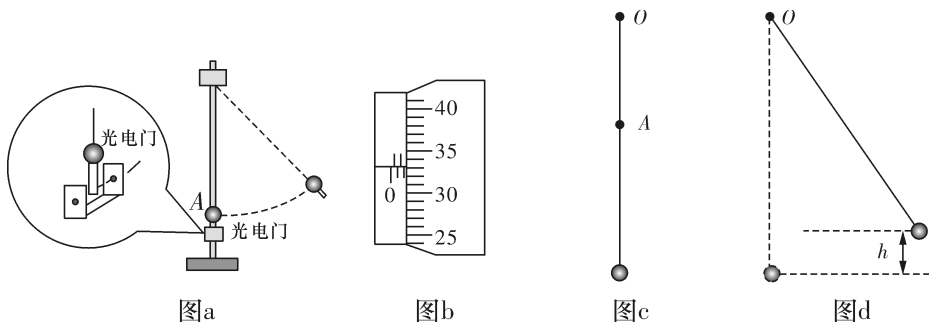
放在导轨上,甲、乙两根相同的轻质弹簧一端与  $MN$  棒中点连接,另一端均被固定,  $MN$  棒始终与导轨垂直并保持良好接触,导轨与  $MN$  棒的电阻均忽略不计。初始时刻,两弹簧恰好处处于自然长度,  $MN$  棒具有水平向左的初速度  $v_0$ , 经过一段时间,  $MN$  棒第一次运动至最右端,在这一过程中  $AB$  间电阻  $R$  上产生的焦耳热为  $Q$ , 则

- A. 初始时刻棒受到安培力大小为  $\frac{2B^2L^2v_0}{R}$   
 B. 从初始时刻至棒第一次到达最左端的过程中, 整个回路产生焦耳热大于  $\frac{2Q}{3}$   
 C. 当棒再次回到初始位置时,  $AB$  间电阻  $R$  的功率为  $\frac{B^2L^2(v_0^2 - \frac{8Q}{3m})}{R}$   
 D. 当棒第一次到达最右端时, 甲弹簧具有的弹性势能为  $\frac{1}{2}mv_0^2 - 2Q$

## 第 II 卷

### 三、实验题(12 题 7 分,13 题 8 分)

12. (7 分)某同学用图 a 所示装置测定重力加速度,并验证机械能守恒定律。小球上安装有挡光部件,光电门安装在小球平衡位置正下方。



- (1)用螺旋测微器测量挡光部件的挡光宽度  $d$ ,其读数如图 b,则  $d = \underline{\hspace{2cm}}$  mm;
- (2)让单摆做简谐运动并开启传感器的计数模式,当光电门第一次被遮挡时计数器计数为 1 并同时开始计时,以后光电门被遮挡一次计数增加 1。若计数器计数为  $N$  时,单摆运动时间为  $t$ ,则该单摆的周期  $T = \underline{\hspace{2cm}}$ ;
- (3)摆线长度大约 80 cm,该同学只有一把量程为 30 cm 的刻度尺,于是他在细线上标记一点 A,使得悬点 O 到 A 点间的细线长度为 30 cm,如图 c。保持 A 点以下的细线长度不变,通过改变 OA 间细线长度  $l$  以改变摆长,并测出单摆做简谐运动对应的周期  $T$ 。测量多组数据后绘制  $T^2 - l$  图像,求得图像斜率为  $k_1$ ,可得当地重力加速度  $g = \underline{\hspace{2cm}}$ ;
- (4)该同学用此装置继续实验,验证机械能守恒定律。如图 d,将小球拉到一定位置由静止释放,释放位置距最低点高度为  $h$ ,开启传感器计时模式,测得小球摆下后第一次挡光时间为  $\Delta t$ ,改变不同高度  $h$  并测量不同挡光时间  $\Delta t$ ,测量多组数据后绘制  $(\Delta t)^2 - \frac{1}{h}$  图像,发现图像是过原点的直线并求得图像斜率  $k_2$ ,比较  $k_2$  的值与  $\underline{\hspace{2cm}}$  (写出含有  $d$ 、 $k_1$  的表达式),若二者在误差范围内相等,则验证机械能是守恒的。

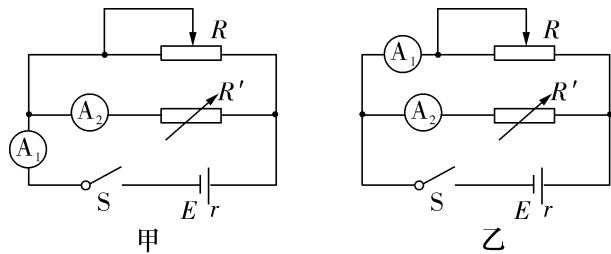
13. (8 分)某实验小组要测量一节干电池的电动势  $E$  和内阻  $r$ 。实验室仅能提供如下器材:

- A. 待测干电池
- B. 电流表  $A_1$ : 量程  $0 \sim 0.6$  A, 内阻  $r_1$  约为  $0.5 \Omega$
- C. 电流表  $A_2$ : 量程  $0 \sim 300 \mu\text{A}$ , 内阻  $r_2$  为  $1\,000 \Omega$
- D. 滑动变阻器  $R$ : 阻值范围  $0 \sim 20 \Omega$ , 额定电流 2 A

E. 电阻箱 $R'$ :阻值范围  $0\sim 9\,999.9\,\Omega$ ,额定电流  $1\,\text{A}$

F. 开关 S、导线若干

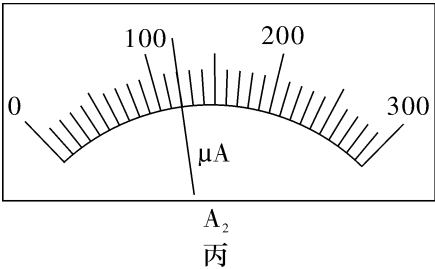
(1)小组根据给定的器材设计了两种测量电路图,其中较为合理的电路图为\_\_\_\_\_ (选填“甲”或“乙”);



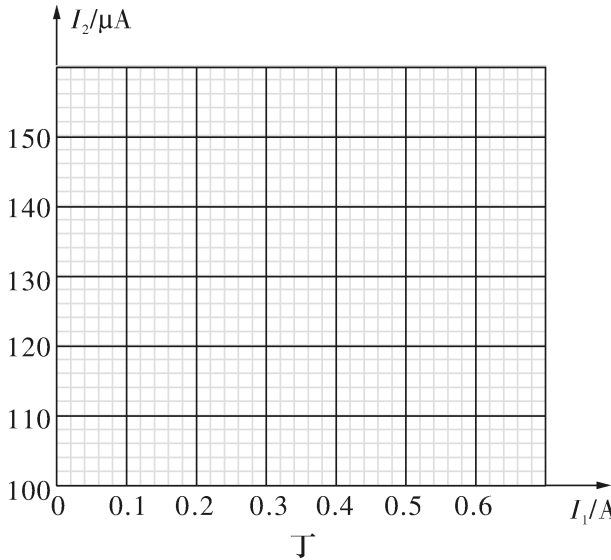
(2)将电流表  $A_2$  和电阻箱 $R'$  串联,改装成一个量程为  $3.0\,\text{V}$  的电压表,电阻箱 $R'$  的阻值应调到\_\_\_\_\_  $\Omega$ ;

(3)下表是小组在实验中记录的多组数据,其中第三组的  $I_2$  没有记录,该数据如图丙  $A_2$  表盘示数所示,请读出  $I_2$  并记录在下表空格处;

| 测量次数                       | 1    | 2    | 3     | 4    | 5    | 6    |
|----------------------------|------|------|-------|------|------|------|
| $A_1$ 示数 $I_1/\text{A}$    | 0.12 | 0.20 | 0.36  | 0.38 | 0.50 | 0.57 |
| $A_2$ 示数 $I_2/\mu\text{A}$ | 137  | 132  | _____ | 114  | 110  | 105  |



(4)请根据该实验小组记录的数据,在图丁的直角坐标系上画出  $I_2-I_1$  图像;依据画出的图像可以得到电池的电动势  $E=$ \_\_\_\_\_  $\text{V}$ ,内电阻  $r=$ \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。(结果均保留两位小数)



四、解答题(14 题 10 分,15 题 12 分,16 题 14 分)

14. (10 分)某型号氧气瓶的容积  $V=0.10\text{ m}^3$ , 温度  $t_1=27\text{ }^\circ\text{C}$  时, 瓶中氧气的压强为  $p_1=10p_0$  ( $p_0$  为 1 个大气压)。已知热力学温度  $T$  与摄氏温度  $t$  的关系为  $T=t+273\text{ K}$ 。假设瓶中的气体可视为理想气体。

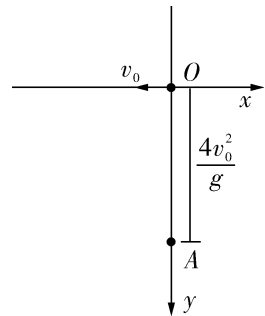
(1) 若将氧气瓶内气体的温度降至  $t_2=-33\text{ }^\circ\text{C}$ , 求此时氧气瓶内气体的压强  $p_2$ 。

(2) 若保持氧气瓶内氧气的温度  $t_1=27\text{ }^\circ\text{C}$  不变。

① 已知瓶中原有氧气的质量为  $M$ , 现将该氧气瓶与一个体积未知且真空的储气瓶用细管相连, 稳定后, 氧气瓶内压强  $p_3=2p_0$ , 求此时氧气瓶内剩下的氧气质量  $m$ ;

② 当该氧气瓶中的压强降低到 2 个大气压时, 需要给其重新充气。现将该氧气瓶供某实验室使用, 若每天消耗 1 个大气压的氧气  $\Delta V=0.20\text{ m}^3$ , 求该氧气瓶重新充气前可供该实验室使用多少天。

15. (12 分) 如图所示, 竖直平面(即纸面)内存在范围足够大的匀强电场, 其大小和方向未知。一质量为  $m$ 、带电量为  $+q$  ( $q>0$ ) 的小球从  $O$  点以初速度  $v_0$  水平向左抛出, 小球运动到抛出点正下方  $A$  点时的速度大小为  $\sqrt{13}v_0$ , 已知  $OA$  两点间距离为  $\frac{4v_0^2}{g}$ , 重力加速度为  $g$ , 不计空气阻力, 在小球从  $O$  点运动到  $A$  点的过程中, 求:



- (1) 电场力对小球做的功;
- (2) 电场强度  $E$  的大小和方向;
- (3) 小球的最小速度大小。

16. (14 分) 如图所示, 质量为  $M=2\text{ kg}$  的物块  $A$  (可看作质点), 开始放在长木板  $B$  的最左端,  $B$  的质量为  $m=1\text{ kg}$ , 长木板  $B$  可在水平面上无摩擦滑动。两端各有一固定竖直挡板  $M$ 、 $N$ , 现  $A$ 、 $B$  以相同速度  $v_0=6\text{ m/s}$  向左运动并与挡板  $M$  发生碰撞。  $B$  与  $M$  碰后速度立即变为 0, 但不与  $M$  粘结,  $A$  与  $M$  碰后没有机械能损失, 碰后接着返回向  $N$  板运动, 且在与  $N$  板碰撞之前,  $A$ 、 $B$  能达到共同速度。在长木板  $B$  即将与挡板  $N$  碰前, 立即将  $A$  锁定于长木板  $B$  上, 使长木板  $B$  与挡板  $N$  碰后,  $A$ 、 $B$  一并原速反向。  $B$  与挡板  $N$  碰后, 立即解除对  $A$  的锁定 (锁定和解除锁定过程均无机械能损失)。以后  $A$ 、 $B$  若与  $M$ 、 $N$  挡板碰撞, 过程同前。  $A$ 、 $B$  之间动摩擦因数  $\mu=0.1$ ,  $g=10\text{ m/s}^2$ 。求:



- (1) 在与  $N$  板发生第一次碰撞之前  $A$  相对于  $B$  向右滑行距离  $\Delta s_1$ ;
- (2) 通过计算, 判断  $A$  与挡板  $M$  能否发生第二次碰撞;
- (3)  $A$ 、 $B$  系统在整个运动过程中由于摩擦产生的热量。



# 湖南师大附中 2023 届高三三月考试卷（七）

## 物理

1.

【答案】B

【详解】A. 汤姆孙通过研究阴极射线实验，发现了电子，卢瑟福用 $\alpha$ 粒子轰击氮核发现质子，选项 A 错误；

B. 普朗克为了解释黑体辐射现象，第一次提出了能量量子化理论，选项 B 正确；

C. 法拉第发现了电磁感应现象，纽曼和韦伯总结出电磁感应定律为纪念法拉第而叫法拉第电磁感应定律，故 C 错误；

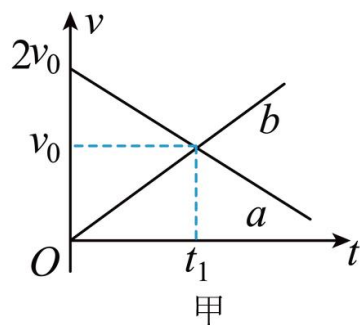
D. 玻尔在卢瑟福的原子核式结构学说的基础上，引入了量子理论，提出的原子模型，并没有完全否定卢瑟福的原子核式结构学说，故 D 错误。

故选 B。

2.

【答案】C

【详解】A. 由题意作出  $a$ 、 $b$  两车的  $v$ - $t$  图像如图甲所示



由图甲可知  $0 \sim t_1$  时间内两车速度沿同一方向，故两车同向行驶，A 错误；

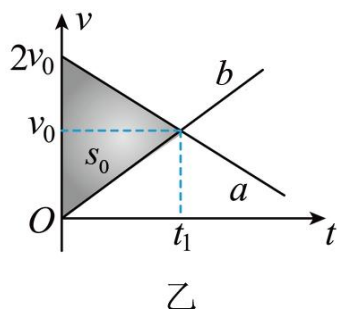
B.  $0 \sim t_1$  时间内  $a$ 、 $b$  两车平均速度大小分别是

$$\bar{v}_a = \frac{2v_0 + v_0}{2} = \frac{3}{2}v_0$$

$$\bar{v}_b = \frac{v_0}{2}$$

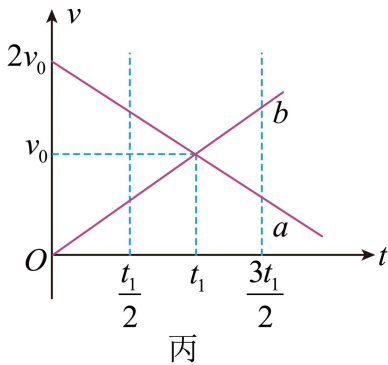
可知  $0 \sim t_1$  时间内  $a$  车平均速度大小是  $b$  车平均速度大小的 3 倍，选项 B 错误；

C. 若  $a$ 、 $b$  在  $t_1$  时刻相遇，说明  $0 \sim t_1$  时间内  $a$  与  $b$  的位移差刚好是  $s_0$ ， $v$ - $t$  图像与坐标轴所围面积表示对应过程的位移，如乙图所示



则图乙中阴影部分面积表示两车位移之差  $s_0$ ，因为  $a$  车的位移为  $s$ ，则由几何关系可知  $s_0 = \frac{2}{3}s$ ，选项 C 正确；

D. 如图丙所示



若  $a$ 、 $b$  在  $\frac{t_1}{2}$  时刻相遇，则从  $\frac{t_1}{2}$  时刻开始到两车再次相遇的过程中，两车具有相同的位移的时刻，结合图丙和对称性分析可知，下次相遇的时刻为  $\frac{3t_1}{2}$ ，选项 D 错误。

故选 C。

### 3. 【答案】B

【详解】A. 小物块受  $F_1$ 、重力、斜面对小物块的支持力和摩擦力，则有

$$N_1 = G \cos \theta$$

$$f = \mu N_1 = \mu G \cos \theta$$

$F_1$  增大，斜面给物块的弹力摩擦力不变，故 A 错误；

B. 由相互作用的关系可知， $F_1$  增大时，物块给斜面的弹力摩擦力不变，所以斜面的受力情况不变，则地面给斜面体的弹力与摩擦力不变，故 B 正确；

C. 物块静止在斜面上，且斜面体始终保持静止，则小物块受  $F_2$ 、重力、斜面对小物块的支持力，由平衡关系可知斜面对小物块的摩擦力大小为

$$f' = |G \sin \theta - F_2 \cos \theta|$$

如果

$$G \sin \theta > F_2 \cos \theta$$

$F_2$  增大，斜面给物块的摩擦力减小，如果

$$G \sin \theta < F_2 \cos \theta$$

$F_2$  增大，斜面给物块的摩擦力增大，故 C 错误；

D. 如果物块沿斜面向上匀速滑动, 则有

$$N_2 = G \cos \theta + F_2 \sin \theta$$

$$F_2 \cos \theta - G \sin \theta = \mu N_2$$

可得

$$F_2 \cos \theta - G \sin \theta = \mu(G \cos \theta + F_2 \sin \theta)$$

$F_2$  非常大时, 可忽略重力, 则可得

$$\mu = \frac{1}{\tan \theta}$$

则当

$$\mu \geq \frac{1}{\tan \theta}$$

无论  $F_2$  多大, 物块相对斜面都是静止的, 所以  $F_2$  一直增大时, 物块不一定能沿斜面向上滑动, 故 D 错误。

故选 B。

4. 【答案】C

【详解】当物块转动到最高点, 物块对圆盘拉力的大小刚好等于电动工具底座的重力时, 底座刚要离开地面, 此时圆盘的转速即为题求最大转速, 则有

$$T = Mg$$

对物块有

$$mg + T = mR\omega^2$$

解得

$$\omega = \sqrt{\frac{(M+m)g}{mR}}$$

则转速为

$$n = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{(M+m)g}{mR}}$$

故选 C。

## 5. 【答案】C

【详解】B. 电梯舱内的航天员与地球一起同轴转动，当  $r = R$  时电梯中的航天员受到万有引力和电梯的弹力

$$\frac{GMm}{R^2} - F_N = \frac{mv^2}{R}$$

第一宇宙速度为只有万有引力提供向心力时，即上式中  $F_N = 0$  时匀速圆周运动的线速度，因此航天员在  $r = R$  处的线速度小于第一宇宙速度，故 B 错误；

CD. 由公式

$$\frac{GMm}{r^2} - F_N = m\omega^2 r$$

可知，随着  $r$  增大，航天员受到电梯舱的弹力减小，当

$$\frac{GMm}{r^2} = m\omega^2 r$$

时， $r = r_0$ ， $r_0$  为同步卫星的轨道半径，此时电梯舱对航天员的弹力为零，此时只由万有引力提供向心力，带入题目中所给数据可得

$$r \approx 6.6R$$

即电梯舱对航天员的弹力为零时，电梯舱停在距地面高度为  $5.6R$  的站点；故 C 正确，D 错误；

A. 当  $r > r_0$  时，随着  $r$  继续增大，需求的向心力更大，有

$$\frac{GMm}{r^2} + F_N = m\omega^2 r$$

知  $F_N$  反向增大；所以随着  $r$  从小于  $r_0$  到大于  $r_0$  逐渐增大的过程中，航天员受到电梯舱的弹力先减小为零后反向增大，故 A 错误。

故选 C。

## 6 【答案】C

【解析】

【详解】A. 根据题意，由公式  $E_p = mgh$  可得，下落过程中，返回舱的重力势能为

$$E_p = mg(h_0 - h) = mgh_0 - mgh$$

可知， $E_p - h$  为一次函数，则图像为倾斜直线，故 A 错误；

BD. 根据题意可知，人随返回舱一起，开始做加速度减小的减速运动，直到阻力等于重力，开始匀速，抛掉质量较大的防热大底之后，阻力不变，重力减小，开始做匀减速运动，故 BD 错误；

C. 根据题意可知，阻力先减小后不变，由功能关系可知， $E - h$  图像的斜率表示阻力，则斜率先减小后不变，故 C 正确。

故选 C。

7. 【答案】CD

【详解】A. 由图可知甲波的波长

$$\lambda_{\text{甲}} = 4\text{m}$$

已知  $x=1\text{m}$  处的质点振动了  $5\text{s}$  时间, 则

$$1\frac{1}{4}T_{\text{甲}} = 5\text{s}$$

解得周期

$$T_{\text{甲}} = 4\text{s}$$

根据波长、周期和波速的关系可知

$$v_{\text{甲}} = \frac{\lambda_{\text{甲}}}{T_{\text{甲}}} = 1\text{m/s}$$

选项 A 错误;

B. 由图知乙波的波长

$$\lambda_{\text{乙}} = 4\text{m}$$

介质决定波速, 两列波的波速相等, 则乙波的周期

$$T_{\text{乙}} = \frac{\lambda_{\text{乙}}}{v_{\text{甲}}} = 4\text{s}$$

所以两波周期相同, 频率相同, 叠加后能发生干涉现象, 选项 B 错误;

C. 两列波的波速相等, 则两波同时到达  $x=8\text{m}$  处, 且两波的起振方向均沿  $y$  轴正方向, 故该处质点的起振方向沿  $y$  轴正方向, 选项 C 正确;

D. 由图可知甲波传播了  $6\text{m}$ , 乙波传播了  $8\text{m}$ , 则甲波少传播了  $2\text{m}$ , 迟传播了

$$\frac{1}{2}T = 2\text{s}$$

故波源  $P$  比波源  $Q$  迟振动了  $2\text{s}$ , 选项 D 正确。

故选 CD。

8. 【答案】ABC

【详解】A. 垂直于  $AC$  边射出，可知速度偏转角为  $\frac{\pi}{2}$ ，则对应的圆心角也等于  $\frac{\pi}{2}$ ，依题意有

$$t_0 : T = \frac{\pi}{2} : (2\pi)$$

解得

$$T = 4t_0$$

故 A 正确；

B. 根据带电粒子在匀强磁场中的周期公式有

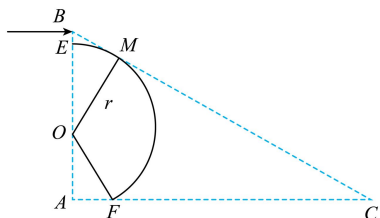
$$T = 4t_0 = \frac{2\pi m}{qB}$$

可得

$$B = \frac{\pi m}{2qt_0}$$

故 B 正确；

C. 在磁场中运动时间最长的粒子经历的时间为  $\frac{5}{3}t_0$ ，依题意其运动轨迹如图所示



因磁场中运动的时间为  $\frac{5}{3}t_0$  时，对应的圆心角为  $\frac{5\pi}{6}$ ，即

$$\angle EOF = \frac{5\pi}{6}$$

根据几何关系有

$$r \cos \angle FOA + \frac{r}{\cos \angle BOM} = d$$

即

$$\frac{\sqrt{3}}{2}r + \frac{2}{\sqrt{3}}r = d$$

解得

$$r = \frac{2\sqrt{3}}{7}d$$

故选 C；

D. 根据带电粒子在匀强磁场中圆周运动的轨道半径公式，依题意有

$$r = \frac{2\sqrt{3}}{7}d = \frac{mv}{qB}$$

解得

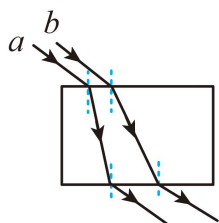
$$v = \frac{2\sqrt{3}dqB}{7m} = \frac{\sqrt{3}\pi d}{7t_0}$$

故 D 错误。

故选 ABC。

9. 【答案】BC

【详解】A. 两束光的光路图如图所示



由于两种光的折射率不同，根据折射定律

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

可知，两束光进入玻璃后的折射角不同，两束光不平行，故 A 错误；

B. 下表面出射角等于上表面的入射角，即两束光下表面的出射角相等，故从玻璃砖下表面射出后，两束光仍然平行，故 B 正确；

C.  $a$  的折射率小于  $b$  的折射率，由

$$v = \frac{c}{n}$$

可知， $a$  光在玻璃中的速度大于  $b$  光在玻璃中的速度，故 C 正确；

D. 折射率不同则水平方向侧移的距离不同，故从玻璃砖下表面射出后，两束光之间的距离一定和射入前不同，故 D 错误。

故选 BC。

## 10. 【答案】BCD

【详解】AB.  $R$  的滑片向左缓慢滑动时,  $R$  的阻值减小, 利用闭合电路欧姆定律结论“并同串反”知:  $V_1$  表示数增大,  $V_2$  表示数减少, 故 A 错误, B 正确;

D.  $R$  减小, 回路总阻值减小, 总电流增大,  $r$  和  $R$  分压变大,  $V_1 + V_2$  减小, 可知  $\Delta U_1$  的绝对值小于  $\Delta U_2$  的绝对值, 故 D 正确;

C. 设流经  $R_1$  的电流为  $I_1$ , 流经  $R_2$  的电流为  $I_2$ , 流经  $R$  的电流为  $I$ , 则

$$I = I_1 - I_2$$

$$U_2 = I_2 R_2 - I R_3$$

由闭合电路欧姆定律有

$$E = I_1(r + R_1) + I_2 R_2$$

联立解得

$$U_2 = \frac{ER_0}{r + 2R_0} - \frac{R_0(3R_0 + 2r)}{r + 2R_0} \cdot I$$

可得

$$\left| \frac{\Delta U_2}{\Delta I} \right| = \frac{R_0(3R_0 + 2r)}{r + 2R_0}$$

故 C 正确。

故选 BCD。

## 11. 【答案】AB

【详解】A: 初始时刻棒的速度为  $v_0$ , 导体棒切割磁感线产生的感应电动势  $E = BLv_0$ , 导体棒中电流

$$I = \frac{BLv_0}{R_{\text{并}}} = \frac{BLv_0}{R/2} = \frac{2BLv_0}{R}, \text{ 导体棒所受安培力 } F = BIL = \frac{2B^2 L^2 v_0}{R}. \text{ 故 A 项正确.}$$

B: MN 棒第一次运动至最右端, 在这一过程中 AB 间电阻  $R$  上产生的焦耳热为  $Q$ , 回路中产生的总焦耳热为  $2Q$ . 将此过程分为三个部分: 1、棒从开始位置第一次到达最左端, 2、棒从最左端再次回到初始位置,



3、棒从再次回到初始位置到最右端：由于安培力始终对 MN 做负功，棒第一次到达最左端过程中，棒平均速度最大，平均安培力最大，位移也最大，棒克服安培力做功最大，棒第一次到达最左端过程中，整个回路产生焦耳热大于  $\frac{2}{3}Q$ 。故 B 项正确。

C：据 B 项分析可知，棒从再次回到初始位置到最右端过程中，整个回路产生焦耳热小于  $\frac{2}{3}Q$ ，则棒从初始位置到再次回到初始位置过程中整个回路产生焦耳热大于  $(2 - \frac{2}{3})Q = \frac{4}{3}Q$ 。设棒再次回到初始位置速度为  $v$ ，

应用功能关系得： $\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2 > \frac{4}{3}Q$ ，解得： $v < \sqrt{v_0^2 - \frac{8Q}{3m}}$ 。当棒再次回到初始位置时，导体棒切割

磁感线产生的感应电动势  $E_2 = BLv$ ，AB 间电阻 R 的功率  $P = \frac{E_2^2}{R}$ ，解得： $P < \frac{B^2 L^2 (v_0^2 - \frac{8Q}{3m})}{R}$ 。故 C 项

错误。

D：由能量守恒定律知，当棒第一次到达最右端时，棒的机械能全部转化为整个回路中的焦耳热和甲乙弹簧的弹性势能，又甲乙两弹簧的弹性势能相等，所以甲具有的弹性势能为  $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}mv_0^2 - 2Q) = \frac{1}{4}mv_0^2 - Q$ 。故 D 项错误。

12.

【答案】 ①. 2.331##2.332 ②.  $\frac{2t}{N-1}$  ③.  $\frac{4\pi^2}{k_1}$  ④.  $\frac{d^2 k_1}{8\pi^2}$

【详解】(1) [1]由图 b 可知

$$d = 2\text{mm} + 33.1 \times 0.01\text{mm} = 2.331\text{mm}$$

(2) [2]由题意可知

$$t = (N-1)\frac{T}{2}$$

解得

$$T = \frac{2t}{N-1}$$

(3) [3]设 A 点以下的细线长度为  $l_0$ ，根据单摆周期公式得

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l+l_0}{g}}$$

化简得

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g}l + \frac{4\pi^2}{g}l_0$$

$T^2-l$  图像的斜率为  $k_1$ ，则

$$k_1 = \frac{4\pi^2}{g}$$

解得

$$g=\frac{4\pi^2}{k_1}$$

(4) [4]小球在最低点的速度为

$$v=\frac{d}{\Delta t}$$

由机械能守恒定律得

$$mgh=\frac{1}{2}mv^2$$

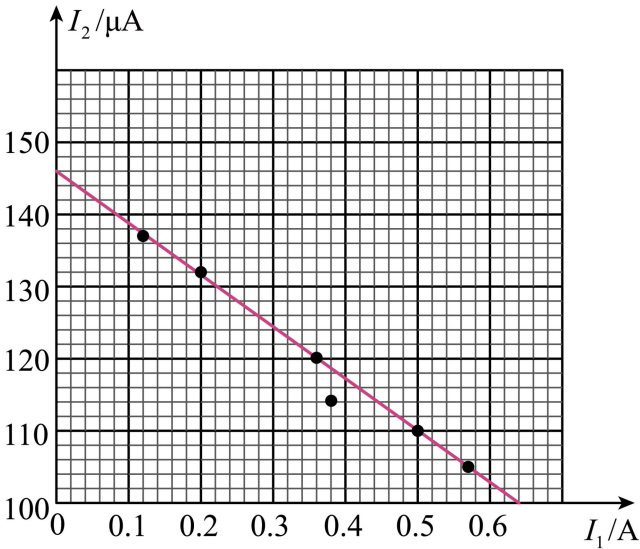
联立  $g=\frac{4\pi^2}{k_1}$ ，解得

$$\Delta t^2=\frac{d^2k_1}{8\pi^2}g\frac{1}{h}$$

则比较  $k_2$  的值与  $\frac{d^2k_1}{8\pi^2}$ ，若二者在误差范围内相等，则验证机械能是守恒的。

13.

【答案】 ①. 乙 ②. 9000 ③. 120 ④.



⑤. 1.45##1.46##1.47##1.48##1.49##1.50 ⑥. 0.72##0.73##0.74##0.75##0.76

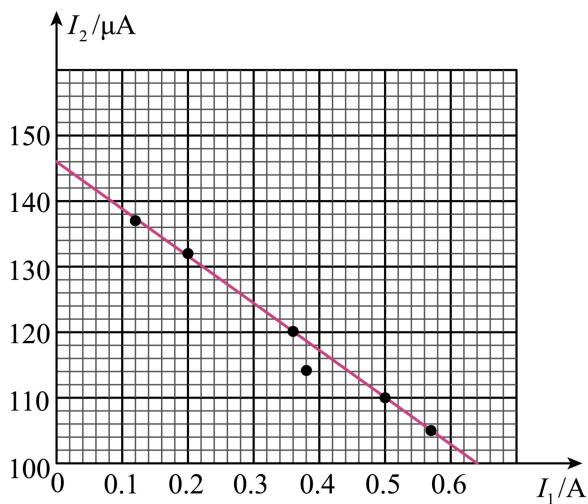
【详解】(1) [1]考虑到电流表  $A_1$  的内阻对电源内阻的测量影响，则应采用图乙电路测量合理；

(2) [2]将电流表  $A_2$  和电阻箱  $R'$  串联，改装成一个量程为  $3.0\text{V}$  的电压表，电阻箱  $R'$  的阻值应调到

$$R'=\frac{U}{I_g}-r_2=\frac{3}{300\times 10^{-6}}-1000=9000\Omega$$

(3) [3]由图可知，微安表读数为  $120\mu\text{A}$ ；

(4) [4]画出  $I_2-I_1$  图象如图



[5][6]由电压表改装可知，微安表  $A_2$  的  $300\mu\text{A}$  刻度对应电压  $3\text{V}$ ，则由图可知，纵轴截距为  $1.46\text{V}$ ，即电动势

$$E=1.46\text{V}$$

内阻

$$r = \frac{1.46 - 1.00}{0.62} \Omega = 0.74\Omega$$

14. 【答案】(1)  $8p_0$ ；(2) ①  $m = \frac{1}{5}M$ ；② 4 天

【详解】(1) 由题意可知： $T_1 = 300\text{K}$ ， $T_2 = 240\text{K}$ 。根据查理定律有

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

解得

$$p_2 = \frac{T_2}{T_1} p_1 = 8p_0$$

(2) ① 设未知容器、细管与氧气瓶的总容积为  $V_3$ ，根据玻意耳定律

$$p_1 V = p_3 V_3$$

解得

$$V_3 = \frac{p_1}{p_3} V = 5V$$

所以

$$m = \frac{V}{V_3} M = \frac{1}{5} M$$

② 重新充气前用去的氧气在 2 个大气压  $p_3$  下的体积为

$$V' = V_3 - V = 4V$$

设用去的氧气在  $p_0$  (1 个大气压) 压强下的体积为  $V_0$ ，则有

$$p_3 \cdot 4V = p_0 V_0$$

式中  $p_3 = 2p_0$  所以

$$V_0 = \frac{p_3}{p_0} \cdot 4V = 8V$$

则氧气可用的天数为

$$N = \frac{V_0}{\Delta V} = 4$$

15. 【答案】(1)  $2mv_0^2$ ; (2)  $E = \frac{mg}{q}$ , 方向为与  $OA$  成  $60^\circ$  角斜向下; (3)  $\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$

【详解】(1) 小球由  $O$  运动到  $A$  过程, 由动能定理有

$$mg \cdot OA + W = \frac{1}{2}m(\sqrt{13}v_0)^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

代入数据得电场力对小球做功为

$$W = 2mv_0^2$$

(2) 设电场力方向与  $OA$  的夹角为  $\theta$ , 则小球由  $O$  运动到  $A$  过程, 电场力做功

$$W = qE \cdot OA \cdot \cos \theta$$

可得

$$2qE \cos \theta = mg$$

小球在水平方向做匀变速直线运动, 加速度大小为

$$a_x = \frac{qE \sin \theta}{m}$$

在竖直方向做匀加速直线运动, 加速度大小为

$$a_y = \frac{mg + qE \cos \theta}{m}$$

则

$$0 = v_0 t_{OA} - \frac{1}{2}a_x t_{OA}^2, \quad OA = \frac{1}{2}a_y t_{OA}^2$$

联立得

$$a_x = \frac{\sqrt{3}}{2}g, \quad a_y = \frac{3}{2}g$$

电场强度大小为

$$E = \frac{mg}{q}$$

且

$$\theta = 60^\circ$$

即电场强度的方向为与  $OA$  成  $60^\circ$  角斜向下。

(3) 经过时间  $t$ , 小球的速度大小为

$$v = \sqrt{(v_0 - a_x t)^2 + (a_y t)^2}$$

整理可得

$$v = \sqrt{3\left(gt - \frac{\sqrt{3}}{6}v_0\right)^2 + \frac{3}{4}v_0^2}$$

可见当  $gt = \frac{\sqrt{3}}{6}v_0$ , 即  $t = \frac{\sqrt{3}v_0}{6g}$  时, 小球的速度最小, 为

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{3}{4}v_0^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0$$

16. 【答案】(1) 6m; (2) 见解析; (3) 27J

【详解】(1) 第一次碰撞后 A 以  $v_1 = v_0 = 6\text{m/s}$  速度向右运动, B 的初速度为 0, 与 N 板碰前达共同速度  $v'_1$ , 则

$$Mv_1 = (M + m)v'_1$$

解得

$$v'_1 = 4\text{m/s}$$

$$\Delta E_{k1} = \frac{1}{2}Mv_1^2 - \frac{1}{2}(M + m)v'^2_1 = 12\text{J}$$

系统克服阻力做功损失动能

$$\mu Mg \cdot \Delta s_1 = \Delta E_{k1}$$

解得

$$\Delta s_1 = 6\text{m}$$

(2) 因与 N 板的碰撞没有能量损失, A、B 与 N 板碰后返回向左运动, 此时 A 的动能为

$$E'_{kA1} = \frac{1}{2}Mv'^2_1 = 16\text{J} > \Delta E_{k1}$$

所以能发生第二次碰撞, 且有

$$\frac{1}{2}Mv_2^2 = E'_{kA1} - \Delta E_{k1}$$

解得第二次碰前速度为

$$v_2 = 2\text{m/s}$$

(3) 设第  $i$  次与挡板  $M$  碰后 A 的速度为  $v_i$ ，动能为  $E_{kAi}$ ，达到共同速度后 A 的速度为  $v'_1$ ，动能为  $E'_{kAi}$ ，

B 的动能为  $E'_{kBi}$ ，同理可求得

$$v'_1 = \frac{2}{3}v_i$$

$$E'_{kAi} = \frac{4}{9}E_{kAi}$$

$$E'_{kBi} = \frac{1}{2}E'_{kAi} = \frac{2}{9}E_{kAi}$$

单程克服阻力做功

$$W_{fi} = E_{kAi} - E'_{kAi} - E'_{kBi} = \frac{1}{3}E_{kAi} < E_{kAi}$$

因此每次 A 都可以返回到  $M$  板、最终停在  $M$  板前，在每完成一个碰撞周期中损失的总能量均能满足

$$\Delta E_{ki} = 2W_{fi} + E'_{kBi} = \frac{2}{3}E_{kAi} + \frac{2}{9}E_{kAi} = \frac{8}{9}E_{kAi}$$

从第一次碰撞以后由于克服摩擦力做功而损失能量所占的比例为

$$\frac{W_f}{\Delta E} = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{8}{9}} = \frac{3}{4}$$

所以

$$W_f = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2}Mv_1^2 = 27\text{J}$$

所以 A、B 系统在整个运动过程中由于摩擦产生的热量为

$$Q = W_f = 27\text{J}$$