

# 2025 年重庆市普通高中学业水平选择性考试

## 高三第三次联合诊断检测 物理

物理测试卷共 4 页，满分 100 分，考试时间 75 分钟。

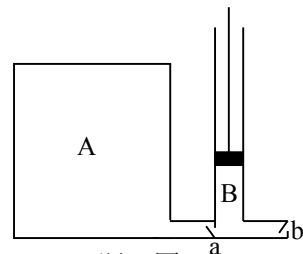
### 一、选择题：共 10 题，共 43 分。

(一) 单项选择题：共 7 题，每题 4 分，共 28 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 科学家发现在月球上含有丰富的  ${}^3_2\text{He}$  (氦 3)，它是一种高效、清洁、安全的核聚变燃料，其参与的一种核聚变反应的方程式为  ${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow 2{}^1_1\text{H} + \text{X}$ 。则下列关于该反应的说法，正确的是
- A. 该反应没有质量亏损  
B. X 为  $\alpha$  粒子  
C. X 比  $\beta$  射线的穿透能力强  
D. X 的结合能小于  ${}^3_2\text{He}$

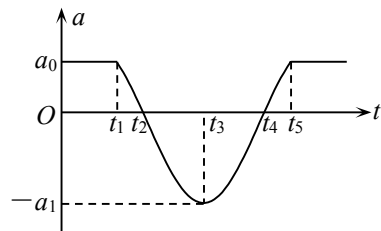
2. 中国高铁交通运行举世瞩目。设定某高铁运行时所受阻力大小  $f$  与车速  $v$  之间的关系为  $f = kv^2$  ( $k$  为定值)，在甲、乙两段水平轨道上匀速直线行驶的速度大小分别为 300 km/h、200 km/h。则该高铁在甲、乙两段水平轨道上匀速直线行驶时，其发动机的输出功率的比值为
- A.  $\frac{3}{2}$   
B.  $\frac{9}{4}$   
C.  $\frac{27}{8}$   
D.  $\frac{81}{16}$

3. 某同学设计了如题 3 图所示装置：A 为容积为  $V$  的导热气缸，通过阀门和细管（容积不计）与最大容积为  $0.2V$  的导热气缸 B 相连。B 内有一厚度不计、可上下运动的活塞，上提活塞时阀门 a 关闭、阀门 b 打开，下压活塞时阀门 b 关闭、阀门 a 打开。外界大气压始终为  $p_0$ ，A 中空气的初始压强也为  $p_0$ ，活塞每次上、下运动均到达 B 的最高、最低处，整个过程中环境温度保持不变，空气可视为理想气体。活塞从最低处开始先缓慢上提、再缓慢下压计为 1 次，则 5 次后 A 中的气体压强为



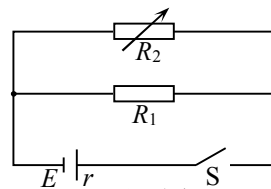
题 3 图

- A.  $1.2p_0$   
B.  $1.4p_0$   
C.  $2p_0$   
D.  $2.5p_0$
4. 某同学把手机固定在身上蹦极，蹦极开始的瞬间打开手机中的加速度传感器。运动过程中，加速度传感器记录了该同学的加速度  $a$  随时间  $t$  变化的部分关系图像如题 4 图所示。忽略空气阻力，则该同学处在最低点的时刻是



题 4 图

5. 如题 5 图所示电路中，直流电源电动势为  $E$ 、内阻  $r=R$ ，定值电阻  $R_1=R$ ，可变电阻  $R_2$  的阻值范围为  $0 \sim 2R$ 。闭合开关 S，改变可变电阻  $R_2$  接入电路的阻值，则  $R_2$  的最大电功率为
- A.  $\frac{E^2}{R}$   
B.  $\frac{E^2}{4R}$   
C.  $\frac{E^2}{6R}$   
D.  $\frac{E^2}{8R}$



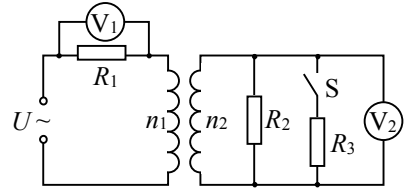
题 5 图

6. 卫星甲是定点于地球赤道平面的地球同步卫星，卫星乙是地球极地卫星，甲、乙均绕地球做匀速圆周运动。已知乙的轨道半径为  $r$ ，甲的轨道半径为  $4r$ 。某时刻甲位于乙的正上方，则到下一次甲位于乙的正上方所经过的最短时间为

- A. 24 h                      B. 12 h                      C. 6 h                      D. 3 h

7. 如题 7 图所示，某理想变压器的原副线圈分别接有三个阻值相同的定值电阻  $R_1$ 、 $R_2$  和  $R_3$ 。正弦交流电源的输出电压有效值恒为  $U$ ，当开关 S 闭合时，两理想交流电压表的读数均为  $U_0$ 。则下列说法正确的是

- A.  $U=2U_0$   
 B. 原副线圈匝数之比  $n_1:n_2=1:2$   
 C. 若断开开关 S，则  $R_1$ 、 $R_2$  消耗的电功率之比为 4:1  
 D. 若断开开关 S，则流过  $R_1$ 、 $R_2$  的电流之比为 1:2

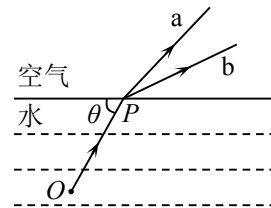


题 7 图

(二) 多项选择题：共 3 题，每题 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. 如题 8 图所示，一条含有两种单色光的细光束从水中  $O$  点射出，在水与空气的分界面上  $P$  点出射，分成 a、b 两束单色光。已知  $OP$  与水面的夹角为  $\theta$ ，则下列说法正确的是

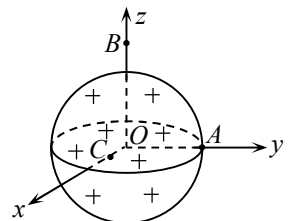
- A. 从  $O$  点到  $P$  点，a 光经过的时间比 b 光经过的时间长  
 B. 从  $O$  点到  $P$  点，a 光经过的时间比 b 光经过的时间短  
 C. 逐渐增大  $OP$  与水面的夹角  $\theta$ ，水面上 b 光最先消失  
 D. 逐渐减小  $OP$  与水面的夹角  $\theta$ ，水面上 b 光最先消失



题 8 图

9. 题 9 图是一半径为  $R$  的带正电的空心金属球壳，正电荷均匀分布在球壳上，球壳厚度不计。以球心为原点建立  $O-xyz$  空间直角坐标系， $A$ 、 $B$ 、 $C$  三点的坐标分别为  $(0, R, 0)$ 、 $(0, 0, 1.5R)$ 、 $(0.5R, 0, 0)$ 。已知均匀带电的球壳在球壳内部产生的电场强度处处为零，在球壳外部产生的电场与一个位于其球心的电荷量相同的点电荷产生的电场相同。下列说法正确的是

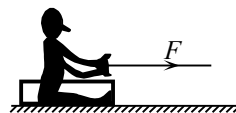
- A.  $A$  点的电势大于  $B$  点的电势  
 B.  $A$  点的电势等于  $C$  点的电势  
 C. 电子在  $O$  点的电势能比在其他点的电势能都低  
 D.  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三点的场强大小关系为  $E_A=E_C>E_B$



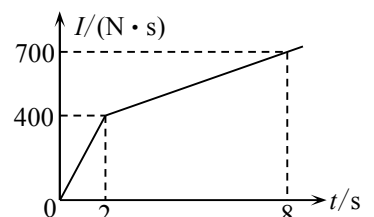
题 9 图

10. 如题 10 图 1 所示，足够长的水平地面上，一同学坐在木箱中，受到水平向右的拉力  $F$  作用从静止开始运动，拉力  $F$  的冲量  $I$  随时间  $t$  变化的关系如题 10 图 2 所示。整个过程中，该同学和木箱始终保持相对静止。已知该同学和木箱的总质量为  $50 \text{ kg}$ ，木箱与水平地面间的动摩擦因数  $\mu=0.2$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ，不计空气阻力，则

- A.  $t=2 \text{ s}$  时刻，该同学的速度大小为  $8 \text{ m/s}$   
 B.  $0\sim 2 \text{ s}$  内，该同学的位移大小为  $4 \text{ m}$   
 C.  $t=8 \text{ s}$  时刻，该同学还在继续向右运动



题 10 图 1



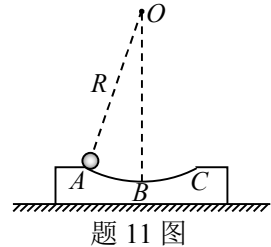
题 10 图 2

- D.  $0\sim 8 \text{ s}$  内，木箱克服地面摩擦力做功为  $1200 \text{ J}$

二、非选择题：共 5 题，共 57 分。

11. (6 分)

某学习小组利用如题 11 图所示装置，测量当地重力加速度大小。一半径为  $R$  的光滑圆弧槽固定在水平桌面上， $O$  点为其圆心，圆弧两 endpoint  $A$ 、 $C$  的连线水平， $B$  点为圆弧最低点，且  $\angle AOB < 5^\circ$ 。将一直径为  $d$  的光滑小球从  $A$  点无初速度释放，小球随后的运动可等效为单摆摆球的运动。

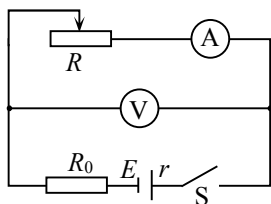


- (1) 该等效单摆的摆长  $L =$  \_\_\_\_\_ (用  $R$ 、 $d$  表示)。
- (2) 从  $B$  点开始用秒表计时并计数为“0”，到小球第“ $N$ ”次经过  $B$  点的总时间为  $t$ 。则该等效单摆的周期  $T =$  \_\_\_\_\_ (用  $N$ 、 $t$  表示)。
- (3) 根据以上实验数据，计算得出当地重力加速度大小  $g =$  \_\_\_\_\_ (用  $R$ 、 $d$ 、 $N$ 、 $t$  表示)。

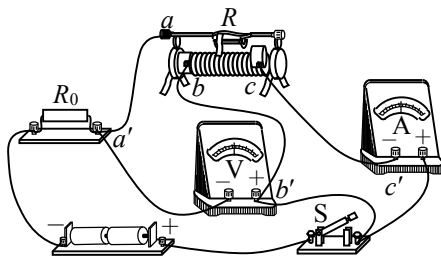
12. (10 分)

某同学用题 12 图 1 所示电路，测量一组干电池的电动势和内阻。已知该干电池组的电动势约为  $3\text{ V}$ ，内阻约为  $1\ \Omega$ 。为了使移动滑动变阻器的滑片时电压表的读数变化更加明显，在电路中串联了一个定值电阻  $R_0$ 。除待测电源外，可供选择的实验器材如下：

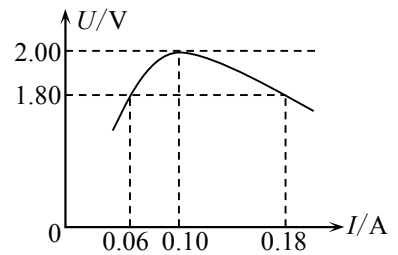
- (a) 电流表 (量程  $0\sim 0.6\text{ A}$ ，内阻忽略不计)；
- (b) 电压表 (量程  $0\sim 3\text{ V}$ ，内阻很大)；
- (c) 定值电阻 (阻值  $4\ \Omega$ ，额定功率  $5\text{ W}$ )；
- (d) 定值电阻 (阻值  $20\ \Omega$ ，额定功率  $5\text{ W}$ )；
- (e) 滑动变阻器 (阻值范围  $0\sim 40\ \Omega$ ，额定电流  $2\text{ A}$ )；
- (f) 滑动变阻器 (阻值范围  $0\sim 1000\ \Omega$ ，额定电流  $1\text{ A}$ )；
- (g) 开关  $S$  及导线若干。



题 12 图 1



题 12 图 2



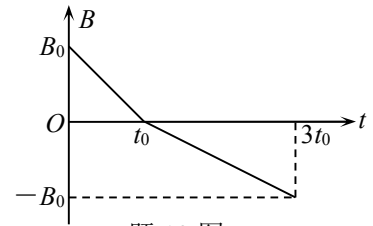
题 12 图 3

请回答下列问题：

- (1) 为使实验安全、操作方便并减小误差，定值电阻  $R_0$  应选择 \_\_\_\_\_，滑动变阻器  $R$  应选择 \_\_\_\_\_ (选填相应器材前的编号)。
- (2) 题 12 图 2 是该同学实际连接的实物图。移动滑动变阻器  $R$  的滑片位置，测得多组电压表读数  $U$  和对应的电流表读数  $I$ ，作出  $U-I$  图像如题 12 图 3 所示。通过对实物图的排查，发现  $U-I$  图像不是线性关系的原因是多连接了一根导线，则题 12 图 2 中多连接的导线是 \_\_\_\_\_ (选填“ $aa'$ ”、“ $bb'$ ”或“ $cc'$ ”)。通过分析发现，利用所测得的  $U-I$  图像也可以达到实验目的，则由题 12 图 3 可得，该干电池组的电动势  $E =$  \_\_\_\_\_  $\text{V}$ ，内阻  $r =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。(结果均保留两位小数)

13. (10分)

一粗细均匀、总电阻为  $R$ 、边长为  $L$  的正方形单匝闭合金属线圈，静置于与线圈平面垂直的匀强磁场中，该磁场的磁感应强度  $B$  随时间  $t$  变化的关系如题 13 图所示，其中  $B_0$ 、 $t_0$  为已知量。整个过程中，线圈无形变。求在  $0 \sim 3t_0$  时间段内：



题 13 图

- (1) 该线圈中产生的电热  $Q$ ;
- (2) 通过该线圈截面的电量  $q$ 。

14. (13分)

某固定装置如题 14 图所示： $AB$  段是半径  $R=0.2\text{ m}$  的  $1/4$  光滑圆弧， $BC$  段为粗糙水平面并在  $B$  点与圆弧平滑连接。一质量  $m=0.2\text{ kg}$  的 1 号物块锁定在水平固定的弹簧枪内（不计物块与枪间的摩擦），物块尺寸略小于枪的内径。另一质量  $M=1\text{ kg}$  的 2 号物块静止于  $B$  点，两物块形状尺寸完全相同。现解除锁定，1 号物块从  $C$  点被水平弹出后，在  $B$  点与 2 号物块发生弹性碰撞，碰撞时间不计。2 号物块第一次被碰后恰好能滑到圆弧顶端  $A$  点，两物块均可视为质点且与  $BC$  段间的动摩擦因数均为  $\mu=0.2$ ，重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ，弹簧始终在弹性限度内，不计空气阻力。求：

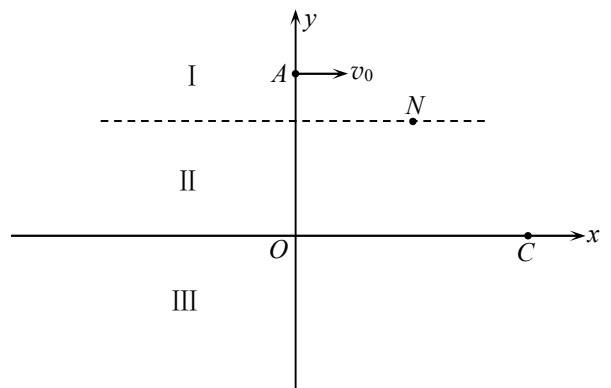


题 14 图

- (1) 两物块在  $B$  点发生第一次碰撞后瞬时，1 号物块的速度；
- (2) 若两物块恰好不能发生第二次碰撞，求 1 号物块被锁定时弹簧枪的弹性势能。

15. (18分)

如题 15 图所示，平面直角坐标系  $xOy$  中，I 区域 ( $y>3h$ ) 内充满沿  $-y$  方向的匀强电场，II 区域 ( $0<y<3h$ ) 内充满垂直  $xOy$  平面向外的匀强磁场，III 区域 ( $y<0$ ) 内充满垂直  $xOy$  平面的匀强磁场，所有电磁场均未在图中画出。一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电粒子，从  $A$  点  $(0, 4h)$  沿  $+x$  方向以大小为  $v_0$  的速度射出，恰好经过 II 区域上边界的  $N$  点  $(\frac{8}{3}h, 3h)$  进入 II 区域，之后又经过  $x$  轴上  $C$  点  $(\frac{15\sqrt{3}-10}{3}h, 0)$  进入 III 区域。已知  $\sin 37^\circ=0.6$ ，不计粒子重力，忽略边界效应。



题 15 图

- (1) 求 I 区域中匀强电场的场强大小  $E$ ;
- (2) 求 II 区域中匀强磁场的磁感应强度大小  $B$ ;
- (3) 若该粒子能再次回到  $N$  点，求它相邻两次经过  $N$  点的时间间隔。

# 2025 年重庆市普通高中学业水平选择性考试

## 高三第三次联合诊断检测 物理参考答案

1~7 BCCBDAD

8 BD

9 AB

10 BD

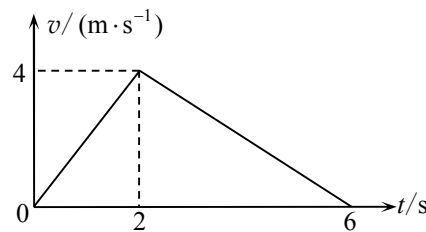
解析:

1. B. 核聚变反应会释放能量, 有质量亏损, 选项 A 错误; 由质量数和电荷数守恒可知, X 为  ${}^4_2\text{He}$ , 即  $\alpha$  粒子, 选项 B 正确;  $\alpha$  粒子的穿透能力比  $\beta$  射线的穿透能力弱, 选项 C 错误;  ${}^4_2\text{He}$  可以看作是  ${}^3_2\text{He}$  再结合一个中子形成的, 故其结合能大于  ${}^3_2\text{He}$ , 选项 D 错误; 故选 B。
2. C. 该高铁水平匀速直线行驶, 其发动机的输出功率  $P = Fv = fv = kv^3$ , 因此在甲、乙两段水平轨道上匀速直线行驶时, 发动机的输出功率之比  $\frac{P_{\text{甲}}}{P_{\text{乙}}} = \frac{v_{\text{甲}}^3}{v_{\text{乙}}^3} = \frac{27}{8}$ , 选项 C 正确; 故选 C。
3. C. 5 次过程均为充气过程, 由  $p_0V + p_0 \cdot 5 \cdot 0.2V = pV$  可得, 5 次后 A 中的气体压强  $p = 2p_0$ , 选项 C 正确; 故选 C。
4. B. 由  $a-t$  图像可知,  $0 \sim t_2$  内, 该同学向下加速运动, 速度逐渐增大;  $t_2$  时刻, 速度达到最大值;  $t_2 \sim t_3$  内, 继续向下运动, 速度逐渐减小;  $t_3$  时刻, 速度减为零;  $t_3 \sim t_4$  内, 反向加速, 向上运动。因此,  $t_3$  时刻该同学处于最低点, 选项 B 正确, 故选 B。
5. D.  $R_1$  和电源并联后可视为一个“等效电源”, 新电源的电动势  $E' = \frac{E}{2}$ 、内阻  $r' = \frac{Rr}{R+r} = \frac{R}{2}$ , 此时  $R_2$  的电功率就是新电源的输出功率, 当外电阻等于电源内阻时电源的输出功率最大, 可知当  $R_2 = r' = \frac{R}{2}$  时  $R_2$  的电功率最大, 其最大功率  $P_{\text{max}} = \left(\frac{E}{2R}\right)^2 \cdot \frac{R}{2} = \frac{E^2}{8R}$ , 选项 D 正确; 故选 D。
6. A. 由开普勒第三定律可知, 甲、乙绕地运行的周期之比  $\frac{T_{\text{甲}}}{T_{\text{乙}}} = \sqrt{\left(\frac{R_{\text{甲}}}{R_{\text{乙}}}\right)^3} = 8$ , 甲为地球同步卫星, 故  $T_{\text{甲}} = 24\text{h}$ ,  $T_{\text{乙}} = 3\text{h}$ , 由于甲、乙的运行轨道相互垂直, 易知: 经过 12h, 当甲第一次运动到原来位置的对面时, 乙恰好回到原来的位置, 此时甲不在乙的正上方, 不符合题意; 经过 24h, 当甲第一次回到原来的位置时, 乙正好也回到原来的位置, 此时甲正好位于乙正上方, 符合题意; 可知选项 A 正确, 故选 A。
7. D. 设  $R_1 = R_2 = R_3 = R$ , 开关 S 闭合时, 通过原线圈的电流  $I_1 = \frac{U_0}{R}$ , 通过副线圈的电流  $I_2 = \frac{2U_0}{R}$ , 可知原副线圈匝数之比  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1} = 2$ , 选项 B 错误; 原线圈两端电压  $U_1 = \frac{n_1}{n_2}U_0 = 2U_0$ , 因此交流电源的输出电压有效值  $U = U_0 + U_1 = 3U_0$ , 选项 A 错误; 断开开关 S 后, 流过  $R_1$ 、 $R_2$  的电流之比  $\frac{I'_1}{I'_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{2}$ , 选项 D 正确,  $R_1$ 、 $R_2$  消耗的电功率之比  $\frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1'^2 R}{I_2'^2 R} = \frac{1}{4}$ , 选项 C 错误; 故选 D。

8. BD。a、b 两光在水中的入射角相同，但 a 光在空气中的折射角较小，由折射定律易知，水对 a 光的折射率较小，又由  $v = \frac{c}{n}$  知，a 光在水中传播的速度较大，因此 a 光从 O 点运动到 P 点经过的时间较短，选项 B 正确，选项 A 错误； $\theta$  是入射角的余角，逐渐增大  $\theta$  时，水面上 a、b 两光都不会消失，逐渐减小  $\theta$  时，水面上 b 光会最先消失，选项 D 正确，选项 C 错误；故选 BD。

9. AB。球壳带正电，由分析知，A 点的电势大于 B 点的电势，选项 A 正确；球壳内部产生的电场强度处处为零，整个球是一个等势体，A 点的电势等于 C 点的电势，选项 B 正确，选项 C 错误；由  $E = k \frac{Q}{R^2}$  可知，A、B、C 三点的场强大小关系为  $E_A > E_B > E_C$ ，选项 D 错误；故选 AB。

10. BD。由  $I-t$  图像和牛顿第二定律易得， $0 \sim 2s$  内，拉力  $F_1 = \frac{400}{2} N = 200 N$ ，该同学和木箱一起向右做匀加速直线运动，加速度  $a_1 = \frac{F_1 - \mu mg}{m} = 2 m/s^2$ ， $t = 2s$  时刻，速度  $v_1 = a_1 t = 4 m/s$ ，选项 A 错误； $0 \sim 2s$  内，该同学的位移  $x_1 = \frac{v_1}{2} t = 4 m$ ，选项 B 正确； $2s$  后，拉力  $F_2 = \frac{700 - 400}{8 - 2} N = 50 N$ ，该同学和木箱一起向右做匀减速直线运动，加速度  $a_2 = \frac{F_2 - \mu mg}{m} = -1 m/s^2$ ，经过  $\Delta t = \frac{v_1}{-a_2} = 4s$  停止运动 ( $v-t$  图像如答图 1)，故  $t = 8s$  时刻该同学静止不动，选项 C 错误； $0 \sim 8s$  内，木箱的位移  $x_2 = \frac{v_1}{2} (t + \Delta t) = 12 m$ ，木箱克服地面摩擦力做功  $W = \mu mg x_2 = 1200 J$ ，选项 D 正确；故选 BD。



答图 1

11. (6 分)

(1)  $R - \frac{d}{2}$  (2 分)

(2)  $\frac{2t}{N}$  (2 分)

(3)  $\frac{\pi^2 N^2 (R - \frac{d}{2})}{t^2}$  (2 分)

解析：

(1) 由题易知，摆长  $L = R - \frac{d}{2}$ 。

(2) 由  $N \cdot \frac{T}{2} = t$  可得，周期  $T = \frac{2t}{N}$ 。

(3) 由单摆周期公式  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  可得，当地重力加速度  $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$ ，代入  $L$ 、 $T$ ，解得  $g = \frac{\pi^2 N^2 (R - \frac{d}{2})}{t^2}$ 。

12. (10 分)

(1) c (2 分)                      e (2 分)

(2)  $bb'$  (2 分)                      3.00 (2 分)                      1.00 (2 分)

解析:

(1) 实验过程中, 为了保证实验安全、方便操作并减小误差, 电流表的示数应超过  $1/3$  量程但不超过量程, 因

此  $\frac{3V}{0.6A} \leq R_{\text{外}} + r \leq \frac{3V}{0.2A}$ , 可得  $5\Omega \leq R_{\text{外}} + r \leq 15\Omega$ , 因此定值电阻  $R_0$  应选 c, 滑动变阻器  $R$  应选 e。

(2) 由电路图和实物图对比可知, 多连接的导线是  $bb'$ 。实物图对应的电路图如答图 2 所示, 结合  $U-I$  图像可知,

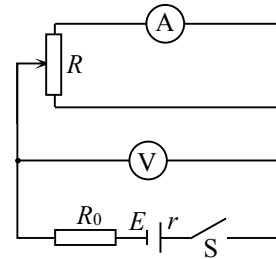
当电压表示数最大为  $U_m = 2.00V$  时, 滑动变阻器的滑片位于中间位置,

此时干路电流最小为  $I_1 = 2 \times 0.10A = 0.20A$ , 由闭合电路欧姆定律可得

$E - I_1(R_0 + r) = U_m$ , 即  $E - 0.20 \times (4 + r) = 2.00$ ; 当电压表示数

数  $U = 1.80V$  时, 干路电流  $I_2 = (0.06 + 0.18)A = 0.24A$ , 同理可得:

$E - 0.24 \times (4 + r) = 1.80$ , 联立解得:  $r = 1.00\Omega$ ,  $E = 3.00V$ 。



答图 2

13. (10 分)

解: (1) 由法拉第电磁感应定律  $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  可知:

$0 \sim t_0$  时间段内, 该线圈中产生的感应电动势:  $E_1 = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = \frac{B_0 L^2}{t_0}$  (2 分)

$t_0 \sim 3t_0$  时间段内, 该线圈中产生的感应电动势:  $E_2 = \frac{B_0 L^2}{2t_0}$  (2 分)

因此,  $0 \sim 3t_0$  时间段内, 该线圈中产生的电热:  $Q = \frac{E_1^2}{R} t_0 + \frac{E_2^2}{R} \cdot 2t_0 = \frac{3B_0^2 L^4}{2Rt_0}$  (2 分)

(2)  $0 \sim 3t_0$  时间段内, 通过该线圈的电量:  $q = \frac{E_1}{R} t_0 + \frac{E_2}{R} \cdot 2t_0$  (2 分)

联立解得:  $q = \frac{2B_0 L^2}{R}$  (2 分)

14. (13 分)

解: (1) 设两物块第一次碰撞前瞬时, 1 号物块的速度为  $v_0$ , 碰撞后瞬时, 1、2 号物块的速度分别为  $v_1$ 、 $v_2$

碰撞后, 对 2 号物块有:  $MgR = \frac{1}{2} Mv_2^2$  (1 分), 解得:  $v_2 = 2m/s$  (1 分)

以水平向左为正方向, 碰撞过程中, 由动量守恒和能量守恒可得:

$mv_0 = mv_1 + Mv_2$  (1 分),  $\frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{1}{2} mv_1^2 + \frac{1}{2} Mv_2^2$  (1 分)

联立解得:  $v_0 = 6m/s$ , 方向水平向左;  $v_1 = -4m/s$  (1 分), 方向水平向右 (1 分)

(2) 由于两物块恰好不发生第二次碰撞, 可知两物块最后都停止在同一位置。设  $BC$  段长度为  $L$ , 从第一次

碰撞后到最终静止, 1 号物块在  $BC$  段上运动的路程为  $x_1$ , 2 号物块在  $BC$  段上运动的路程为  $x_2$

对 1 号物块有:  $\mu mgx_1 = \frac{1}{2} mv_1^2$  (1 分); 对 2 号物块有:  $\mu Mgx_2 = \frac{1}{2} Mv_2^2$  (1 分)

又  $x_1 + x_2 = 2L$  (1 分), 联立解得:  $L = 2.5m$  (1 分)

第一次碰撞前，1号物块从C点运动到B点过程中，有： $E_p = \mu mgL + \frac{1}{2}mv_0^2$ （1分）

解得，1号物块锁定时弹簧枪的弹性势能  $E_p = 4.6\text{J}$ （2分）

15.（18分）

解：（1）该粒子从A点到N点做类平抛运动，设运动时间为  $t$

平行  $x$  轴方向，有： $\frac{8}{3}h = v_0 t$ （1分）；平行  $y$  轴方向，有： $h = \frac{1}{2} \cdot \frac{qE}{m} t^2$ （1分）

联立解得： $E = \frac{9mv_0^2}{32qh}$ （2分）

（2）设该粒子从N点进入II区域时的速度大小为  $v$ ，速度方向与  $x$  轴正方向的夹角为  $\theta$

从A点到N点过程中，由动能定理有： $qEh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，解得： $v = \frac{5}{4}v_0$ （1分）

因此： $\cos\theta = \frac{v_0}{v} = 0.8$ ，可得： $\theta = 37^\circ$ （1分）

该粒子在II区域中运动的轨迹如答图3所示，设该粒子在II区域中做匀速圆周运动的半径为  $R$ ，从C点进入III区域时的速度方向与  $x$  轴正方向的夹角为  $\alpha$

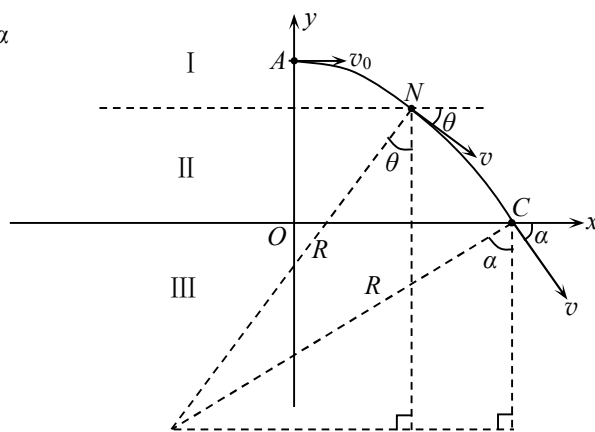
由分析和几何关系可得：

$$R \sin \alpha - R \sin \theta = \frac{15\sqrt{3}-10}{3}h - \frac{8}{3}h \quad (1分)$$

$$R \cos \theta - R \cos \alpha = 3h \quad (1分)$$

联立解得： $\alpha = 60^\circ$ ， $R = 10h$ （1分）

又由  $qBv = m \frac{v^2}{R}$ ，联立解得： $B = \frac{mv_0}{8qh}$ （1分）



答图3

（3）如答图4所示，由分析可知，该粒子的运动轨迹可能为图中轨迹a、b两种情况

①对轨迹a：

设该粒子在III区域中做匀速圆周运动的半径为  $R_1$ ，

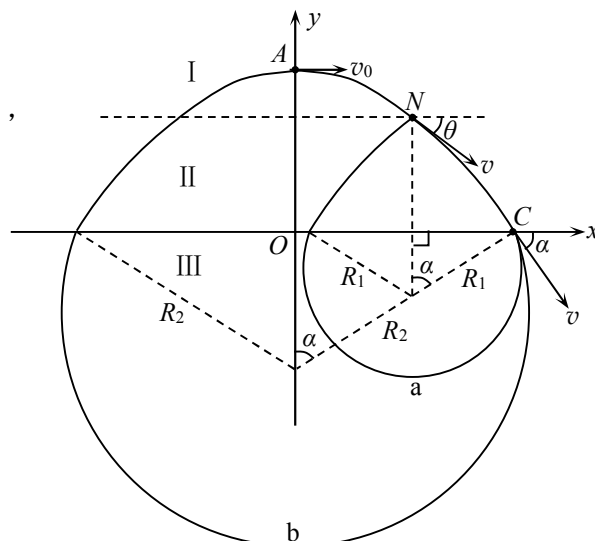
对应的III区域中磁感应强度大小为  $B_1$ ，

由分析和几何关系可得：

$$R_1 \sin \alpha = \frac{15\sqrt{3}-10}{3}h - \frac{8}{3}h,$$

解得： $R_1 = 2(5-2\sqrt{3})h$ （1分）

又  $qB_1v = m \frac{v^2}{R_1}$ （1分）



答图4

因此，该粒子相邻两次经过  $N$  点的时间间隔：

$$\Delta t_1 = 2 \cdot \frac{60^\circ - 37^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{qB} + \frac{360^\circ - 120^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{qB_1} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得：} \Delta t_1 = \frac{92\pi h}{45v_0} + \frac{32(5-2\sqrt{3})\pi h}{15v_0} = \frac{(572-192\sqrt{3})\pi h}{45v_0} \quad (1 \text{ 分})$$

②对轨迹  $b$ ：

设该粒子在 III 区域中做匀速圆周运动的半径为  $R_2$ ，对应的 III 区域中磁感应强度大小为  $B_2$ ，

$$\text{由分析和几何关系可得：} R_2 \sin \alpha = \frac{15\sqrt{3}-10}{3}h, \text{ 解得：} R_2 = \frac{10(9-2\sqrt{3})}{9}h \quad (1 \text{ 分})$$

又  $qB_2v = m \frac{v^2}{R_2}$  (1 分)，因此该粒子相邻两次经过  $N$  点的时间间隔：

$$\Delta t_2 = 2 \cdot \frac{60^\circ - 37^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{qB} + \frac{360^\circ - 120^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{qB_2} + 2 \times \frac{8h}{3v_0} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得：} \Delta t_2 = \frac{92\pi h}{45v_0} + \frac{32(9-2\sqrt{3})\pi h}{27v_0} + \frac{16h}{3v_0} = \frac{(1716-320\sqrt{3})\pi h}{135v_0} + \frac{16h}{3v_0} \quad (1 \text{ 分})$$