

## 2018年湖南省郴州市高考一模试卷物理

### 一、选择题（共12小题，每小题3分，共36分）

1.（3分）以下表述正确的是（ ）

- A. 奥斯特首先发现了电磁感应定律，开辟了能源利用的新时代
- B. 牛顿利用扭秤实验，首先测出引力常量，为人类实现飞天梦想奠定了基础
- C. 安培首先提出了“场”的概念，使人们认识了物质存在的另一种形式
- D. 伽利略利用实验和推理相结合的方法，得出了力不是维持物体运动的原因

解析：A、法拉第首先发现了电磁感应定律，开辟了能源利用的新时代。故A错误。

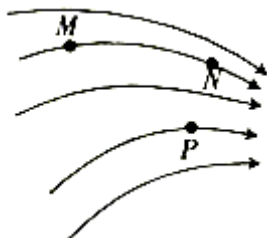
B、卡文迪许利用扭秤实验，首先测出引力常量，为人类实现飞天梦想奠定了基础。故B错误。

C、法拉第首先提出了“场”的概念，使人们认识了物质存在的另一种形式。故C错误。

D、伽利略利用实验和推理相结合的方法，得出了力不是维持物体运动的原因。故D正确。

答案：D

2.（3分）某区域的电场线分布情况如图所示，M、N、P是电场中的三个点，下列说法正确的是（ ）



- A. M点和N点的电场强度的方向相同
- B. 同一电荷在N点受到的电场力大于其在M点所受的电场力
- C. 正电荷在M点的电势能小于其在N点的电势能
- D. 负电荷由M点移动到P点，静电力做正功

解析：A、根据电场强度的方向沿着电场线的切线方向，则知M点和N点的电场强度的方向不同，故A错误。

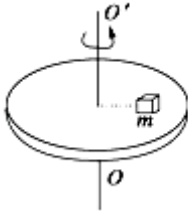
B、电场线的疏密反电场强度的相对大小，电场线越密场强越大，N处电场线比M处密，则N处场强大，由 $F=qE$ ，知同一电荷在N点受到的电场力大于其在M点所受的电场力，故B正确。

C、正电荷从M移动到N点时电场力做正功，电势能会减小，所以正电荷在M点的电势能大于其在N点的电势能，故C错误。

D、负电荷所受的电场力方向与电场强度相反，则负电荷由M点移动到P点，静电力负功，故D错误。

答案：B

3.（3分）如图所示，质量为 $m$ 的物块与转台之间的最大静摩擦力为物块重力的 $k$ 倍，物块与转轴 $OO'$ 相距 $R$ ，物块随转台由静止开始转动，当转速缓慢增加到一定值时，物块即将在转台上滑动，在物块由静止到相对滑动前瞬间的过程中，转台的摩擦力对物块做的功为（ ）



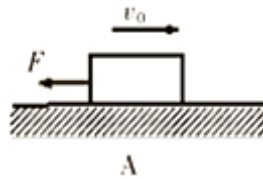
- A. 0
- B.  $2\pi kmgR$
- C.  $2kmgR$
- D.  $0.5kmgR$

解析：根据牛顿第二定律得： $kmg = m \frac{v^2}{R}$ ，

根据动能定理得： $W = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} kmgR$ 。

答案：D

4. (3分) 如图所示，一物块以初速度  $v_0$  从图中所示位置 A 开始沿粗糙水平面向右运动，同时物块受到一水平向左的恒力  $F$  作用，在运动过程总物块受到的滑动摩擦力大小等于  $0.6F$ ，且最大静摩擦力等于滑动摩擦力，则物体从 A 点向右运动到最大位移处所用的时间与从右侧最大位移处在回到 A 点所用时间之比为( )



- A. 1: 4
- B. 1: 3
- C. 1: 2
- D. 2: 3

解析：物体从 A 点向右运动的过程，由牛顿第二定律得  $F + 0.6F = ma_1$ 。

物体从右侧最大位移处向左运动的过程，由牛顿第二定律得  $F - 0.6F = ma_2$ 。

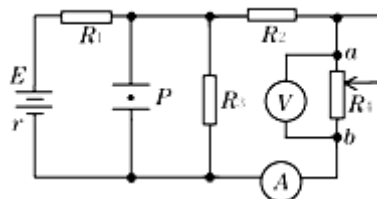
则得  $a_1 : a_2 = 4 : 1$

物体向右的运动逆过程是初速度为零的匀加速运动，由  $x = \frac{1}{2} a t^2$ ， $x$  相等，得  $t_1 : t_2 = \sqrt{a_2} :$

$\sqrt{a_1} = 1 : 2$ 。

答案：C

5. (3分) 如图所示，平行金属板中带电质点 P 原处于静止状态，不考虑电流表和电压表对电路的影响， $R_1$  的阻值和电内阻  $r$  相等。当滑动变阻器  $R_4$  的滑片向 b 端移动时，( )



- A. 电压表读数增大
- B. 电流表读数减小
- C. 电的输出功率逐渐增大

D. 质点 P 将向上运动

解析：当滑动变阻器  $R_4$  的滑片向 b 端移动时，其接入电路的电阻减小，外电路总电阻减小，根据闭合电路欧姆定律分析得知干路电流  $I$  增大。电容器板间电压等于  $R_3$  的电压。 $R_4$  减小，AB 间并联部分的总电阻减小，则  $R_3$  的电压减小， $R_3$  上消耗的功率逐渐减小，电容器板间场强减小，质点 P 所受的电场力减小，所以质点 P 将向下运动。

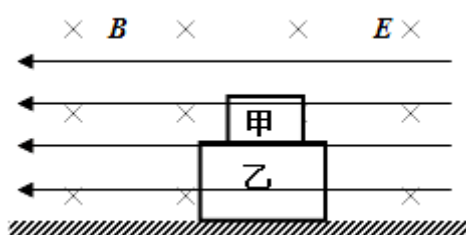
流过电流表的电流  $I_A = I - I_3$ ， $I$  增大， $I_3$  减小，则  $I_A$  增大，所以电流表读数增大。

$R_4$  的电压  $U_4 = U_3 - U_2$ ， $U_3$  减小， $U_2$  增大，则  $U_4$  减小，所以电压表读数减小。

由于  $R_1$  的阻值和电源内阻  $r$  相等，则外电路总电阻大于电源的内阻  $r$ ，当外电阻减小时，电源的输出功率逐渐增大。故 ABD 错误，C 正确。

答案：C

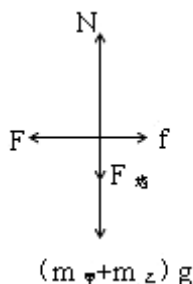
6. (3分) 如图所示，甲是不带电的绝缘物块，乙是带正电，甲乙叠放在一起，置于粗糙的绝缘水平地板上，地板上方空间有垂直纸面向里的匀强磁场，现加一水平向左的匀强电场，发现甲、乙无相对滑动一起向左加速运动。在加速运动阶段( )



- A. 甲、乙两物块间的摩擦力不变的
- B. 甲、乙两物块可能做加速度减小的加速运动
- C. 乙物块与地面之间的摩擦力不断减小
- D. 甲、乙两物体可能做匀加速直线运动

解析：A、由于  $f$  增大， $F$  一定，根据牛顿第二定律得，加速度  $a$  减小，对甲研究得到，乙对甲的摩擦力  $f_{甲} = m_{甲} a$ ，则得到  $f_{甲}$  减小，甲、乙两物块间的静摩擦力不断减小。故 A 错误。

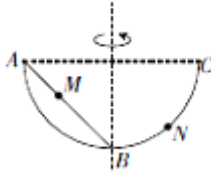
C、以甲乙整体为研究对象，分析受力如图，则有  $N = F_{洛} + (m_{甲} + m_{乙}) g$ ，当甲乙一起加速运动时，洛伦兹力  $F_{洛}$  增大， $N$  增大，则地面对乙的滑动摩擦力  $f$  增大，故 C 错误。



B、D、甲乙整体受到的摩擦力逐渐增加，故做加速度不断减小的加速运动，最后是一起匀速运动；故 B 正确，D 错误。

答案：B

7. (3分) 如图所示，ABC 为竖直平面内的金属半圆环，AC 连线水平，AB 为固定在 A、B 两点间的直的金属棒，在直棒上和圆环的 BC 部分分别套着两个相同的小环 M、N，现让半圆环绕对称轴以角速度  $\omega$  做匀速转动，半圆环的半径为  $R$ ，小环的质量均为  $m$ ，棒和半圆环均光滑，已知重力加速度为  $g$ ，小环可视为质点，则 M、N 两环做圆周运动的线速度之比为( )



A.  $\frac{g}{\sqrt{R^2\omega^4 - g^2}}$

B.  $\frac{\sqrt{g^2 - R^2\omega^4}}{g}$

C.  $\frac{g}{\sqrt{g^2 - R^2\omega^4}}$

D.  $\frac{\sqrt{R^2\omega^4 - g^2}}{g}$

解析：M点的小球受到重力和杆的支持力，在水平面内做匀速圆周运动，合力的方向沿水平方向，所以： $F_n = mg \tan 45^\circ = m\omega \cdot v_M$

所以： $v_M = \frac{g}{\omega} \dots ①$

同理，N点的小球受到重力和杆的支持力，在水平面内做匀速圆周运动，合力的方向沿水平方向，设ON与竖直方向之间的夹角为 $\theta$ ， $F_n' = mg \tan \theta = m\omega v_N$

所以： $v_N = \frac{g \tan \theta}{\omega} \dots ②$

又： $F_n' = m\omega^2 r \dots ③$

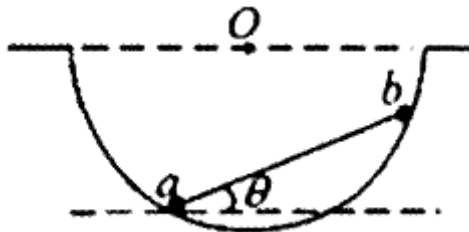
$r = R \sin \theta \dots ④$

联立②③④得： $v_N = \frac{1}{\omega} \cdot \sqrt{R^2\omega^4 - g^2} \dots ⑤$

所以： $\frac{v_M}{v_N} = \frac{g}{\sqrt{R^2\omega^4 - g^2}}$ 。

答案：A

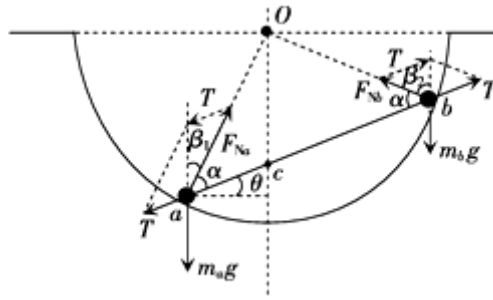
8. (3分) 两个可视为质点的小球a和b，用质量可忽略的刚性细杆相连，放置在一个光滑的半球面内，如图所示。已知小球a和b的质量之比为 $\sqrt{3}$ ，细杆长度是球面半径的 $\sqrt{2}$ 倍。两球处于平衡状态时，细杆与水平面的夹角 $\theta$ 是( )



- A.  $45^\circ$
- B.  $30^\circ$
- C.  $22.5^\circ$
- D.  $15^\circ$

解析：因杆可以绕任一点转动，故若杆对a、b的作用力不沿杆，则杆不可能处于平衡状态，故杆对ab球的弹力一定沿杆，且对两球的作用力大小一定相等。

设细杆对两球的弹力大小为  $T$ ，小球  $a$ 、 $b$  的受力情况如图所示其中球面对两球的弹力方向指向圆心，即有：



$$\cos\alpha = \frac{\sqrt{\frac{2}{2}}R}{R} = \sqrt{\frac{2}{2}}$$

解得： $\alpha = 45^\circ$

故  $F_{Na}$  的方向为向上偏右，即  $\beta_1 = 90^\circ - 45^\circ - \theta = 45^\circ - \theta$

$F_{Nb}$  的方向为向上偏左，即  $\beta_2 = 90^\circ - (45^\circ - \theta) = 45^\circ + \theta$

两球都受到重力、细杆的弹力和球面的弹力的作用，过  $O$  作竖直线交  $ab$  于  $c$  点，设球面的半径为  $R$ ，则  $oac$  与左侧力三角形相似； $obc$  与右侧力三角形相似；则由几何关系可得：

$$\frac{m_a g}{OC} = \frac{F_{Na}}{R} = \frac{T}{ac}$$

$$\frac{m_b g}{OC} = \frac{F_{Nb}}{R} = \frac{T}{bc}$$

解得： $F_{Na} = \sqrt{3} F_{Nb}$

取  $a$ 、 $b$  及细杆组成的整体为研究对象，由平衡条件得：

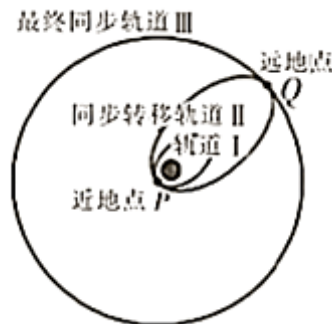
$$F_{Na} \cdot \sin \beta_1 = F_{Nb} \cdot \sin \beta_2$$

$$\text{即 } \sqrt{3} F_{Nb} \cdot \sin (45^\circ - \theta) = F_{Nb} \cdot \sin (45^\circ + \theta)$$

解得： $\theta = 15^\circ$ 。

答案：D

9. (3分)2017年6月19日，我国在西昌卫星发射中心发射“中星9A”广播电视直播卫星，按预定计划，“中星9A”应该首先被送入近地点约为200公里，远地点约为3.6万公里的转移轨道II（椭圆），然后通过远地点变轨，最终进入地球同步轨道III（圆形）。但是由于火箭故障，卫星实际入轨后初始轨道I远地点只有1.6万公里。科技人员没有放弃，通过精心操作，利用卫星自带燃料在近地点点火，尽量抬高远地点的高度，经过10次轨道调整，终于在7月5日成功于预定轨道，下列说法正确的是（ ）



- A. 卫星从轨道 I 的 P 点进入轨道 II 后机械能增加
- B. 卫星在轨道 III 经过 Q 点时和轨道 II 经过 Q 点时的速度相同
- C. “中星 9A” 发射失利原因可能是发射速度没有达到 7.9 km/s

D. 卫星在轨道 II 由 P 点向 Q 点运动时处于失重状态

解析：A、卫星从轨道 I 变轨到轨道 II 轨道半径变大，要做离心运动，卫星应从轨道 I 的 P 点加速后才能做离心运动从而进入轨道 II 后，卫星加速过程机械能增加，卫星从轨道 I 的 P 点进入轨道 II 后机械能增加，故 A 正确；

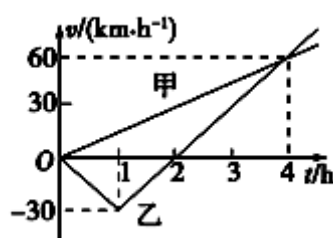
B、卫星由 II 的 Q 点加速后才能进入 III，由此可知，卫星在轨道 III 经过 Q 点时的速度大于在轨道 II 经过 Q 点时的速度，故 B 错误；

C、卫星的最小发射速度为 7.9km/s，卫星已经发射，失利原因不可能是发射速度没有达到 7.9km/s，故 C 错误；

D、卫星在轨道 II 由 P 点向 Q 点运动时只受到万有引力的作用，相对于地面向上做减速运动，所以是处于失重状态，故 D 正确。

答案：AD

10. (3 分)  $t=0$  时，甲乙两汽车从相距 70km 的两地开始相向行驶，它们的  $v-t$  图象如图所示。忽略汽车掉头所需时间。下列对汽车运动状况的描述正确的是( )



A. 在第 1 小时末，乙车改变运动方向

B. 在第 2 小时末，甲乙两车相距 10km

C. 在前 4 小时内，乙车运动加速度的大小总比甲车的大

D. 在第 4 小时末，甲乙两车相遇

解析：A、在第 1 小时末，乙车的速度仍然为负值，说明运动方向并未改变。故 A 错误。

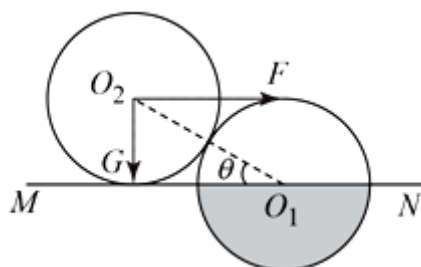
B、在第 2 小时末，甲的位移大小  $x_{甲} = \frac{1}{2} \times 30 \times 2\text{km} = 30\text{km}$ ，乙的位移大小  $x_{乙} = \frac{1}{2} \times 30 \times 2\text{km} = 30\text{km}$ ，此时两车相距  $\Delta x = 70 - 30 - 30 = 10$  (km)。故 B 正确。

C、在前 4 小时内，乙图线的斜率绝对值始终大于甲图线的斜率绝对值，则乙车的加速度大小总比甲车大。故 C 正确。

D、在第 4 小时末，甲车的位移  $x_{甲} = \frac{1}{2} \times 60 \times 4\text{km} = 120\text{km}$ ，乙车的位移  $x_{乙} = -\frac{1}{2} \times 30 \times 2\text{km} + \frac{1}{2} \times 60 \times 2\text{km} = 30\text{km}$ ，因  $x_{甲} > x_{乙} + 70\text{km}$ ，可知甲乙两车未相遇。故 D 错误。

答案：BC

11. (3 分) 如图所示，形状和质量完全相同的两个圆柱体 a、b 靠在一起，表面光滑，重力为 G，其中 b 的下半部刚好固定在水平面 MN 的下方，上边露出另一半，a 静止在平面上。现过 a 的轴心施加一水平作用力 F，可缓慢的将 a 拉离平面一直滑到 b 的顶端，对该过程分析，则应有( )



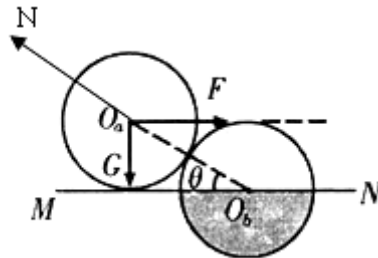
A. a、b 的压力开始最大为 2G，而后逐渐减小到 G

B. 开始时拉力  $F$  最大为  $\sqrt{3}G$ ，以后逐渐减小为 0

C. 拉力  $F$  先增大后减小，最大值是  $G$

D. a、b 间的压力由 0 逐渐增大，最大为  $G$

解析：对于 a 球：a 球受到重力  $G$ 、拉力  $F$  和 b 球的支持力  $N$ ，由平衡条件得：



$$F = N \cos \theta,$$

$$N \sin \theta = G$$

则得：  $F = G \cot \theta$ ，  $N = \frac{G}{\sin \theta}$ ，

根据数学知识可知， $\theta$  从  $30^\circ$  增大到  $90^\circ$ ， $F$  和  $N$  均逐渐减小；

当  $\theta = 30^\circ$ ， $F$  有最大值，为  $\sqrt{3}G$ ， $N$  有最大值，为  $2G$ ；

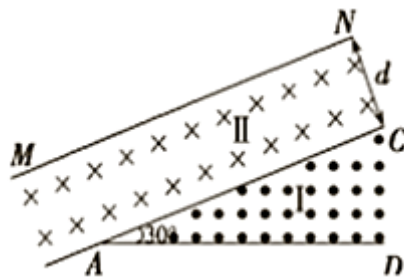
当  $\theta = 90^\circ$ ， $F$  有最小值，为  $G$ ， $N$  有最小值，为 0；

故 AB 正确，CD 错误。

答案：AB。

12. (3 分) 如图所示，在 I、II 两个区域内存在磁感应强度大小均为  $B$  的匀强磁场，磁场方向分别垂直于纸面向外和向里，AD、AC 边界的夹角  $\angle DAC = 30^\circ$ ，边界 AC 与边界 MN 平行，II 区域宽度为  $d$ ，长度无限大。质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  的粒子可在边界 AD 上的不同点射入。

入射速度垂直于 AD 且垂直于磁场，若入射速度大小为  $\frac{qBd}{m}$ ，不计粒子重力，I 区磁场右边界距 A 点无限远，则 ( )



A. 粒子距 A 点  $0.5d$  处射入，不会进入 II 区

B. 粒子距 A 点  $1.5d$  处射入，在磁场区域内运动的时间为  $\frac{\pi m}{qB}$

C. 粒子在磁场区域内运动的最短时间为  $\frac{\pi m}{3qB}$

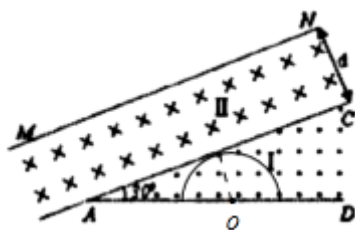
D. 从 MN 边界出射粒子的区域长为  $(\sqrt{3} + 1)d$

解析：A、粒子做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，根据牛顿第二定律，有：

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

其中：  $v = \frac{qBd}{m}$

解得：  $r=d$ ，  
画出恰好不进入 II 区的临界轨迹， 如图所示：



结合几何关系， 有：

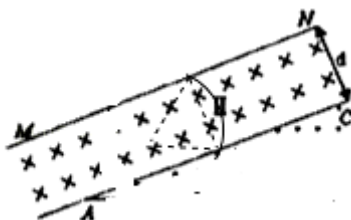
$$AO = \frac{r}{\sin 30^\circ} = 2r = 2d$$

故从距 A 点  $0.5d$  处射入， 会进入 II 区， 故 A 错误；

B、 粒子距 A 点  $1.5d$  处射入， 在 I 区内运动的轨迹为半个圆周， 故时间为：

$$t = \frac{T}{2} = \frac{\pi m}{2qB}$$

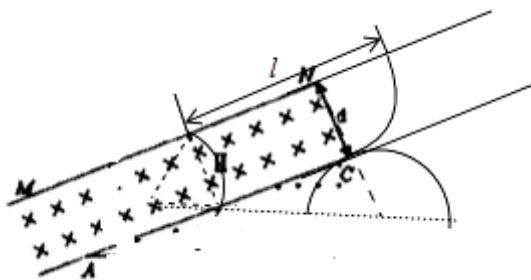
C、 从 A 点进入的粒子在磁场中运动的轨迹最短（弦长也最短）， 时间最短， 轨迹如图所示：



轨迹对应的圆心角为  $60^\circ$ ， 故时间为：

$$t = \frac{T}{6} = \frac{\pi m}{3qB}$$

D、 临界轨迹如图，



根据几何关系得， 从 MN 边界出射粒子的区域长为  $l = \frac{r}{\tan 30^\circ} + r = \sqrt{3}r + r = (\sqrt{3} + 1)d$ ， 故

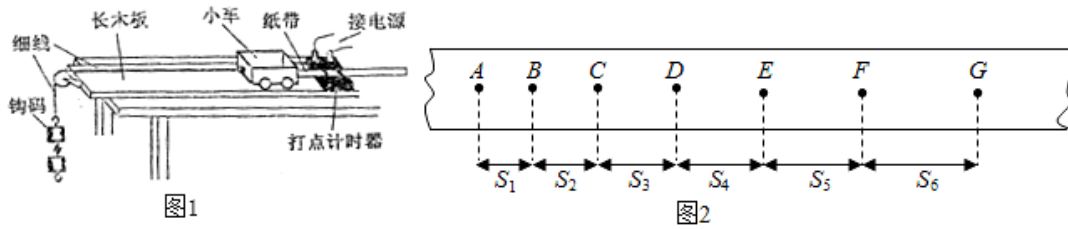
D 正确。

答案： BCD

## 二、 实验题（共 2 小题， 共 40 分）

13. （15 分） 某同学利用图 1 示装置研究小车的匀变速直线运动。





(1) 实验中必要的措施是\_\_\_\_\_。

- A. 细线必须与长木板平行
- B. 先接通电源再释放小车
- C. 小车的质量远大于钩码的质量
- D. 平衡小车与长木板间的摩擦力

解析：A、为了让小车做匀加速直线运动，应使小车受力恒定，故应将细线与木板保持水平；同时为了打点稳定，应先开电源再放纸带；故 AB 正确；

C、本实验中只是研究匀变速直线运动，故不需要让小车的质量远大于钩码的质量；只要能 让小车做匀加速运动即可；故 C 错误；

D、由 C 的分析可知，只要摩擦力恒定即可，不需要平衡摩擦力；故 D 错误。

答案：AB

(2) 他实验时将打点机器接到频率为 50Hz 的交流电源上，得到一条纸带，打出的部分计数点 如图 2 所示(每相邻两个计数点间还有 4 个点，图中未画出)。s<sub>1</sub>=3.59cm, s<sub>2</sub>=4.41cm, s<sub>3</sub>=5.19cm, s<sub>4</sub>=5.97cm, s<sub>5</sub>=6.78cm, s<sub>6</sub>=7.64cm。则小车的加速度 a=\_\_\_\_\_m/s<sup>2</sup> (要求充分利用测量的 数据)，打点计时器在打 B 点时小车的速度 v<sub>B</sub>=\_\_\_\_\_m/s。(结果均保留两位有效数字)

解析：每两个计数点间有四个点没有画出，故两计数点间的时间间隔为 T=5×0.02=0.1s；

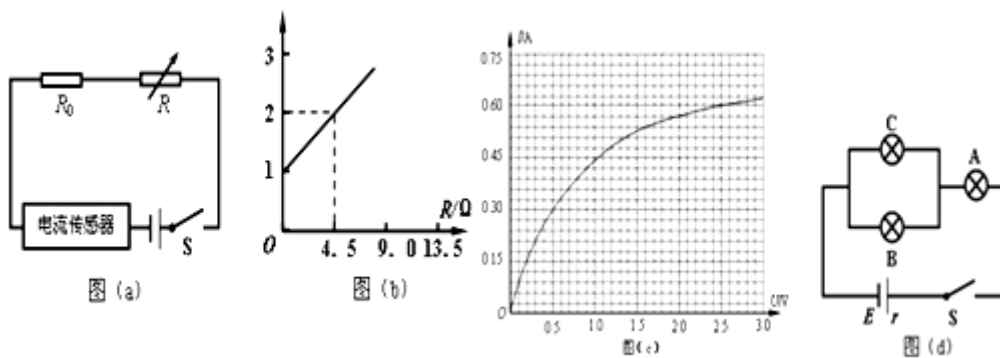
根据逐差法可知，物体的加速度  $a = \frac{(s_4 + s_5 + s_6) - (s_1 + s_2 + s_3)}{9T^2} =$

$$\frac{(5.97 + 6.78 + 7.64) - (3.59 + 4.41 + 5.19)}{9 \times 0.01} \times 10^{-2} = 0.80 \text{m/s}^2;$$

B 点的速度等于 AC 段的平均速度，则有： $v = \frac{s_1 + s_2}{2T} = \frac{0.0359 + 0.0441}{0.1 \times 2} = 0.40 \text{m/s}.$

答案：0.80；0.40。

14. (25 分) 回答下列问题：



(1) 用 DIS 测电源电动势和内电阻电路如图 (a) 所示，R<sub>0</sub> 为定值电阻。调节电阻箱 R，记录 电阻箱的阻值 R 和相应的电流值 I，通过变换坐标，经计算机拟合得到如图 (b) 所示图线， 则该图线选取了\_\_\_\_\_为纵坐标，由图线可得该电源电动势为\_\_\_\_\_V。

解析：由闭合电路欧姆定律可知： $I = \frac{E}{R + R_0 + r}$ ；要形成与电阻成一次函数关系，则纵坐标只能取  $\frac{1}{I}$ ；

则有： $\frac{1}{I} = \frac{R}{E} + \frac{R_0 + r}{E}$ ；

则图象的斜率为： $k = \frac{1}{E} = \frac{1}{4.5}$ ；

则有： $E = 4.5V$ ；

$\frac{R_0 + r}{E} = 1$ ，

则有： $R_0 + r = 4.5$ 。

答案： $\frac{1}{I}$ ，4.5。

(2) 现有三个标有“2.5V, 0.6A”相同规格的小灯泡，其 I - U 特性曲线如图(a)所示，将它们与图(a)中电源按图(d)所示电路相连，A灯恰好正常发光，则电源内阻  $r = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ ，图(a)中定值电阻  $R_0 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

解析：A灯正常发光的电流为： $I = 0.6A$ ；

则BC两灯的电流为0.3A，由图象可知，BC两灯的电压为0.5V；

路端电压为： $U = 2.5V + 0.5V = 3V$ ；

则内压为： $U_{内} = 4.5 - 3 = 1.5V$ ；

则内阻为： $r = \frac{1.5}{0.6} = 2.5\Omega$ ；

则定值电阻为： $R_0 = 4.5 - 2.5 = 2\Omega$ 。

答案：2.5；2。

(3) 若将图(a)中定值电阻  $R_0$  换成图(d)中小灯泡A，调节电阻箱R的阻值，使电阻箱R消耗的电功率是小灯泡A的两倍，则此时电阻箱阻值应调到  $\underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

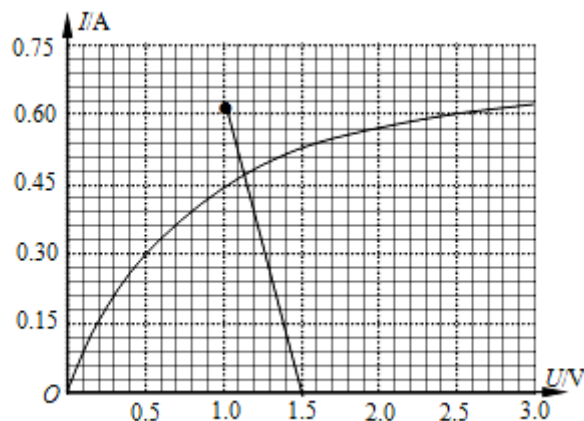
解析：灯泡与滑动变阻器串联，故灯泡与电阻中流过的电流相等，而滑动变阻器阻值约为灯泡电阻的两倍；则滑动变阻器两端的电压为灯泡两端电压的两倍，

设灯泡两端电压为U，则滑动变阻器两端电压为2U，则由闭合电路欧姆定律可知：

$3U + 2.5I = 4.5$

变形得  $I = 1.8 - 1.2U$ ；在上图中作出对应的 I - U 图象，则与原图象的交点为符合条件点；

由图可知， $I = 0.48A$ ， $U = 1.15V$ ；



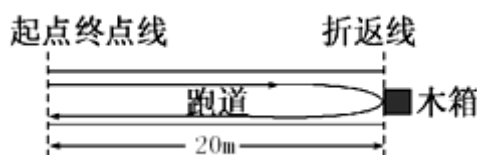
图(c)

则滑动变阻器阻值为： $R = \frac{2U}{I} = \frac{2 \times 1.15}{0.48} = 4.80\Omega$ （4.6 - 4.9 均可）；

答案：4.80。

### 三、计算题（共 3 小题，共 45 分）

15.（15 分）“折返跑”是耐力跑的替代项目。这个项目既能发展学生的速度和灵敏素质，又能提高变换方向的能力，是一项很有价值的锻炼项目。在某次“20 米折返跑”测试中，受试者在平直跑道上听到“跑”的口令后，在起点终点线前全力跑向正前方 20 米处的折返线，测试员同时开始计时。受试者到达折返线时，用手触摸折返线处的物体（如木箱），再转身跑向起点终点线，当胸部到达起点终点线的垂直面时，测试员停表，所计时间即为“折返跑”的成绩，如图所示。设受试者起跑的加速度为  $4.0\text{m/s}^2$ ，运动过程中的最大速度为  $6.4\text{m/s}$ ，到达折返线处时需减速到零，加速度的大小为  $8.0\text{m/s}^2$ ，返回时达到最大速度后不需减速，保持最大速度冲线。受试者在加速和减速阶段的运动均可视为匀变速直线运动。求该受试者“折返跑”的成绩为多少秒？



解析：对受试者，由起点终点线向折返线运动的过程中；

加速阶段：

$$t_1 = \frac{v_m}{a_1} = \frac{6.4}{4} = 1.6\text{s} \cdots \textcircled{1}$$

$$x_1 = \frac{1}{2} v_m t_1 = \frac{1}{2} \times 6.4 \times 1.6 = 5.12\text{m} \cdots \textcircled{2}$$

减速阶段：

$$t_3 = \frac{v_m}{a_2} = \frac{6.4}{8} = 0.8\text{s} \cdots \textcircled{3}$$

$$x_3 = \frac{1}{2} v_m t_3 = \frac{1}{2} \times 6.4 \times 0.8 = 2.56\text{m} \cdots \textcircled{4}$$

匀速阶段：

$$t_2 = \frac{1 - (x_1 + x_3)}{v_m} = \frac{20 - (5.12 + 2.56)}{6.4} = 1.925\text{s} \cdots \textcircled{5}$$

由折返线向起点终点线运动的过程中

加速阶段：

$$t_4 = t_1 = 1.6\text{s}, \cdots \textcircled{6}$$

$$x_4 = x_1 = 5.12\text{m} \cdots \textcircled{7}$$

匀速阶段：

$$t_5 = \frac{1 - x_4}{v_m} = 2.325\text{s} \cdots \textcircled{8}$$

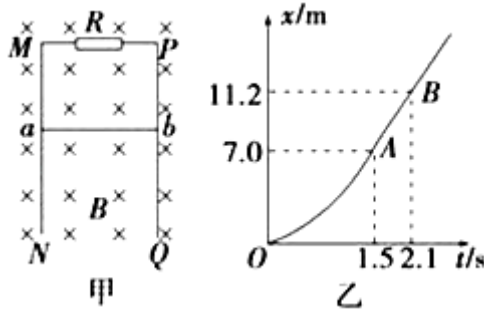
受试者“折返跑”的成绩为：

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 8.25\text{s}.$$

答案：该受试者“折返跑”的成绩为 8.25s。

16.（15 分）如图甲所示，足够长的光滑平行金属导轨 MN，PQ 竖直放置，其宽度  $L=1\text{m}$ ，一匀强磁场垂直穿过导轨平面，导轨的上端 M 与 P 之间连接阻值为  $R=0.40\Omega$  的电阻，质量为  $m=0.01\text{kg}$ 、电阻为  $r=0.30\Omega$  的金属棒 ab 紧贴在导轨上。现使金属棒 ab 由静止开始下滑，

下滑过程中 ab 始终保持水平，且与导轨接触良好，其下滑距离  $x$  与时间  $t$  的关系如图乙所示，图象中的 OA 段为曲线，AB 段为直线，导轨电阻不计， $g=10\text{m/s}^2$ （忽略 ab 棒运动过程中对原磁场的影响），求：



(1) 判断金属棒两端 a、b 的电势高低；

解析：由右手定则可知，ab 中的感应电流由 a 流向 b，ab 相当于电源，则 b 点电势高，a 点电势低。

答案：金属棒 a 端电势低，b 端电势高。

(2) 磁感应强度 B 的大小；

解析：由  $x-t$  图象求得  $t=1.5\text{s}$  时金属棒的速度为： $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{11.2 - 7}{2.1 - 1.5} = 7\text{m/s}$ ，

金属棒匀速运动时所受的安培力大小为： $F=BIL$ ，而  $I = \frac{E}{R+r}$ ， $E=BLv$

得到： $F = \frac{B^2 L^2 v}{R+r}$ ，

根据平衡条件得： $F=mg$

则有： $mg = \frac{B^2 L^2 v}{R+r}$ ，

代入数据解得： $B=0.1\text{T}$ 。

答案：磁感应强度是  $0.1\text{T}$ 。

(3) 在金属棒 ab 从开始运动的  $1.5\text{s}$  内，电阻 R 上产生的热量。

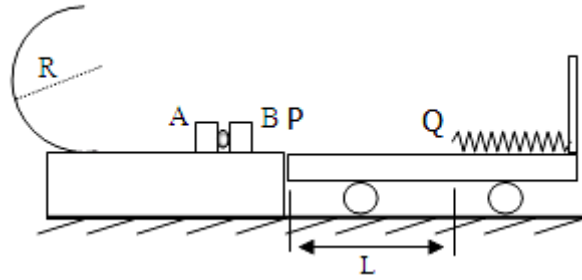
解析：金属棒 ab 在开始运动的  $1.5\text{s}$  内，金属棒的重力势能减小转化为金属棒的动能和电路的内能。

设电路中产生的总焦耳热为 Q，根据能量守恒定律得：

$mgx = \frac{1}{2}mv^2 + Q$ ，代入数据解得  $Q=0.455\text{J}$ ， $Q_R = \frac{R}{R+r}Q = 0.26\text{J}$ 。

答案：金属棒 ab 在开始运动的  $1.5\text{s}$  内，电阻 R 上产生的热量为  $0.26\text{J}$ 。

17. (15 分) 如图所示，固定的光滑平台上固定有光滑的半圆轨道，轨道半径  $R=0.6\text{m}$ 。平台上静止着两个滑块 A、B， $m_A=0.1\text{kg}$ ， $m_B=0.2\text{kg}$ ，两滑块间夹有少量炸药，平台右侧有一带挡板的小车，静止在光滑的水平地面上。小车质量为  $M=0.3\text{kg}$ ，车面与平台的台面等高，小车的上表面的右侧固定一根轻弹簧，弹簧的自由端在 Q 点，小车的上表面左端点 P 与 Q 点之间是粗糙的，滑块 B 与 PQ 之间表面的动摩擦因数为  $\mu=0.2$ ，Q 点右侧表面是光滑的。点燃炸药后，A、B 分离瞬间 A 滑块获得向左的速度  $v_A=6\text{m/s}$ ，而滑块 B 则冲向小车。两滑块都可以看作质点，炸药的质量忽略不计，爆炸的时间极短，爆炸后两个物块的速度方向在同一水平直线上，且  $g=10\text{m/s}^2$ 。求：



(1) 滑块 A 在半圆轨道最高点对轨道的压力;

解析: A 从轨道最低点到轨道最高点, 由机械能守恒定律得:

$$\frac{1}{2} m_A u_A^2 - \frac{1}{2} m_A u^2 = m_A g \times 2R$$

A 在最高点时, 由牛顿第二定律得:

$$m_A g + F_N = m_A \frac{V^2}{R}$$

滑块在半圆轨道最高点受到的压力为:  $F_N = 1\text{N}$

由牛顿第三定律得: 滑块在半圆轨道最高点对轨道的压力大小为 1N, 方向竖直向上。

答案: 滑块在半圆轨道最高点对轨道的压力大小为 1N, 方向竖直向上。

(2) 若  $L = 0.8\text{m}$ , 滑块 B 滑上小车后的运动过程中弹簧的最大弹性势能;

解析: 爆炸过程, 取向左为正方向, 由动量守恒定律得:

$$m_A v_A - m_B v_B = 0$$

解得:  $v_B = 3\text{m/s}$ ;

滑块 B 冲上小车后将弹簧压缩到最短时, 弹簧具有最大弹性势能, 取向右为正方向, 由动量守恒定律得:

$$m_B v_B = (m_B + M) v_{\text{共}}$$

由能量守恒定律得:

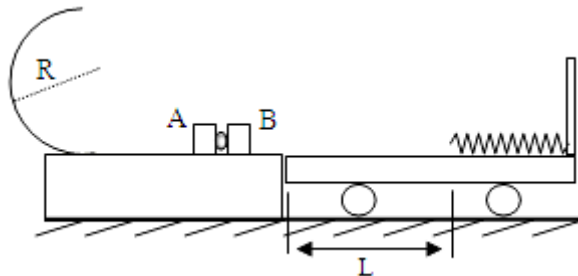
$$E_p = \frac{1}{2} m_B v_B^2 - \frac{1}{2} (m_B + M) v_{\text{共}}^2 - \mu m_B g L$$

解得:  $E_p = 0.22\text{J}$ 。

答案: 滑块 B 滑上小车后的运动过程中弹簧的最大弹性势能为 0.22J。

(3) 要使滑块 B 既能挤压弹簧, 又最终没有滑离小车, 则小车上 PQ 之间的距离 L 应在什么范围内?

解析: 滑块最终没有离开小车, 滑块和小车具有共同的末速度, 设为  $u$ , 滑块与小车组成的系统动量守恒, 有  $m_B v_B = (M + m_B) u$



若小车 PQ 之间的距离 L 足够大, 则滑块还没与弹簧接触就已经与小车相对静止, 设滑块恰好滑到 Q 点, 由能量守恒定律得

$$\mu m_B g L_1 = \frac{1}{2} m_B u_B^2 - \frac{1}{2} (m_B + M) u^2$$

联立解得  $L_1=1.35 \text{ m}$

若小车 PQ 之间的距离  $L$  不是很大，则滑块必然挤压弹簧，由于 Q 点右侧是光滑的，滑块必然被弹回到 PQ 之间，设滑块恰好回到小车的左端 P 点处，由能量守恒定律得

$$2\mu m_B g L_2 = \frac{1}{2} m_B u_B^2 - \frac{1}{2} (m_B + M) u^2$$

联立式解得  $L_2=0.675 \text{ m}$ 。

综上所述，要使滑块既能挤压弹簧，又最终没有离开小车，PQ 之间的距离  $L$  应满足的范围是  $0.675 \text{ m} < L < 1.35 \text{ m}$ 。

答案：PQ 之间的距离  $L$  应满足的范围是  $0.675 \text{ m} < L < 1.35 \text{ m}$ 。