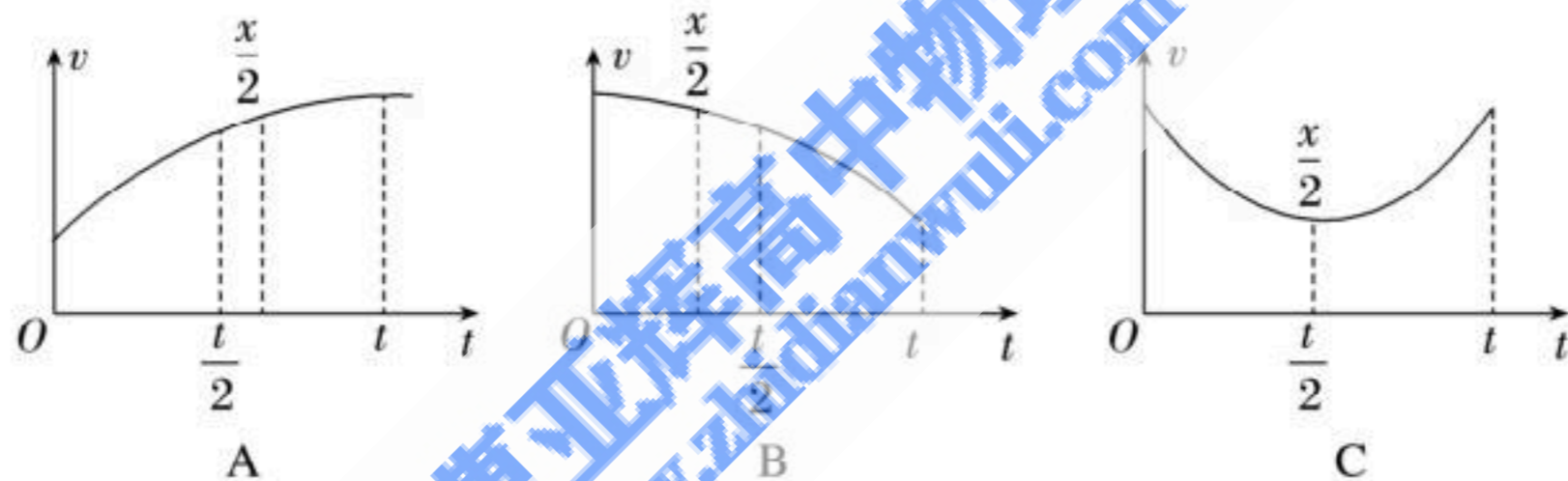


## 参考答案、解析及评分细则

1. C 充入气体后,激光的频率不变,波长  $\lambda$  变小,根据干涉条纹间距公式  $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$  可知条纹间距减小, $O'$  点到狭缝  $S_1$ 、 $S_2$  的光程差不变,故  $O'$  点仍为亮条纹,C 正确.
2. C 当  $v_0$  较小时,急救包未碰岩壁就落地,此时下落高度一定,根据  $h = \frac{1}{2}gt^2$  知其下落时间一定,图线为水平直线;当  $v_0$  较大时,急救包在落地前先碰到岩壁,此时水平位移等于抛出点与岩壁距离  $x$  保持不变,根据  $x = v_0 t$  知, $v_0$  与  $t$  成反比,为双曲线的一支,C 正确,ABD 错误.
3. A 由图知该波波长  $\lambda = 4 \text{ m}$ ,由  $v = \frac{\lambda}{T}$  解得该波的周期  $T = \frac{\lambda}{v} = 0.2 \text{ s}$ ,图示时刻再经  $\Delta t = 0.1 \text{ s} = \frac{T}{2}$ ,质点  $P$  到达关于平衡位置对称的位置,沿  $y$  轴负方向运动,正好振动 2 个周期,A 正确.
4. C 作出汽车的  $v-t$  图像如图,若汽车做加速度减小的加速直线运动,则中间时刻瞬时速度小于中间位置的瞬时速度,如图 A 所示, A 错误;若汽车做加速度增大的减速直线运动,则中间时刻瞬时速度小于中间位置瞬时速度,如图 B 所示, B 错误;汽车先做加速度减小的减速运动后做加速度增大的加速运动,中间时刻瞬时速度可能等于中间位置瞬时速度,如图 C 所示, C 正确;由匀变速直线运动的推论可知,小米 SU7 做匀变速直线运动时,其中间时刻的速度小于中间位置的速度, D 错误.



5. C A. 根据题意可知,斜面  $B$  对物块  $A$  的支持力对物块  $A$  做功,则物块  $A$  的机械能不守恒, A 错误; B. 根据题意可知,初始时刻系统竖直方向动量为零,运动过程中,物块  $A$  有竖直方向的分速度,则竖直方向上系统的动量不守恒,故  $A$  与  $B$  组成的系统动量不守恒,故 B 错误; CD. 由题意可知,系统在水平方向上动量守恒,设物块  $A$  的水平位移为  $x_1$ ,斜面  $B$  的水平位移为  $x_2$ ,由动量守恒定律有  $mx_1 = 3mx_2$ ,又有  $x_1 + x_2 = 3L - L$ ,解得  $x_1 = 1.5L$ ,  $x_2 = 0.5L$ ,由于物块  $A$  的竖直位移不可求,则物块  $A$  的位移大小不可求,斜面  $B$  的竖直位移为零,则斜面  $B$  的位移大小为  $0.5L$ ,故 D 错误, C 正确.

6. A 副线圈的总电阻为  $\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_0 + R_{ap}} + \frac{1}{R_0 + R_{pb}}$ ,解得  $R_2 = \frac{(R_0 + R_{ap}) \cdot (R_0 + R_{pb})}{(R_0 + R_{ap}) + (R_0 + R_{pb})} = \frac{(R_0 + R_{ap}) \cdot (R_0 + R_{pb})}{2R_0 + R}$ .

则滑动变阻器  $R$  的滑片从  $a$  端滑到  $b$  端过程中,副线圈的总电阻先增大后减小,根据等效电阻关系有  $R_{\text{等}} =$

$$\frac{U_1}{I_1} = \frac{\frac{n_1}{n_2} U_2}{\frac{n_2}{n_1} I_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \frac{U_2}{I_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_2, \text{ 则等效电阻先增大后减小,由欧姆定律有 } I_1 = \frac{U}{R_0 + R_{\text{等}}}, I_2 = \frac{n_1}{n_2} I_1, I_1 \text{ 先减}$$

小后增大,  $I_2$  先减小后增大,则  $L_1$  先变暗后变亮,根据  $U_1 = U - I_1 R_0$ ,  $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1$ ,由于  $I_1$  先减小后增大,则副

线圈的电压  $U_2$  先增大后减小,通过  $L_2$  的电流为  $I_{L_2} = \frac{U_2}{R_0 + R_{pb}}$ . 则滑动变阻器  $R$  的滑片从  $a$  端滑到  $b$  端过程

中,  $R_{pb}$  逐渐减小,副线圈的电压  $U_2$  增大过程中  $I_{L_2}$  增大,在副线圈的电压  $U_2$  减小过程中,通过  $R_0$  的电流为

$$I_{R_0} = \frac{U_2}{R_0 + R_{ap}}, R_{ap} \text{ 逐渐增大,则 } I_{R_0} \text{ 越来越小,则 } I_{L_2} \uparrow = I_2 \uparrow - I_{R_0} \downarrow, \text{ 则 } L_1 \text{ 先变暗后变亮, } L_2 \text{ 一直变亮.}$$

7. B 卫星绕地球运动,故其发射速度大于第一宇宙速度小于第二宇宙速度,A 错误.椭圆轨道的半长轴为  $a = \frac{2R+2R+4R}{2} = 4R$ ,由开普勒第三定律有  $\frac{a^3}{T^2} = \frac{R^3}{T_1^2}$ ,解得近地卫星的周期为  $T_1 = \sqrt{\frac{R^3}{a^3}} T = \frac{1}{8} T$ ,由万有引力提供向心力得  $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$ ,解得地球的质量  $M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT_1^2} = \frac{256\pi^2 R^3}{GT^2}$ ,故地球的平均密度为  $\rho = \frac{M}{V} = \frac{192\pi}{GT^2}$ ,B 正确.由开普勒第二定律可知  $v_P \times 3R = v_Q \times 5R$ ,解得  $\frac{v_P}{v_Q} = \frac{5}{3}$ ,C 错误.在近地点和远地点由万有引力提供向心力,则有  $\frac{GMm}{r^2} = ma$ ,解得  $a = \frac{GM}{r^2}$ ,即  $\frac{a_P}{a_Q} = \frac{25}{9}$ ,D 错误.

8. D 导线框转动过程中  $abOO'$  回路和  $OO'cd$  回路中产生交变电流,交变电流的变化周期均为  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ,由楞次定律可知任意时刻流过定值电阻的电流方向相同,AB 错误. $ab$  边和  $cd$  边切割磁感线产生的感应电动势相等, $E_1 = E_2 = BL \times \frac{\omega L}{2} = \frac{BL^2 \omega}{2}$ ,定值电阻的发热功率  $P = \frac{(E_1 + E_2)^2}{R} = \frac{B^2 L^4 \omega^2}{R}$ ,C 错误.由  $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ,  $I = \frac{E}{R+r}$ ,  $q = It$ ,解得  $q = n \frac{\Delta \Phi}{R+r}$ ,则导线框由图示位置转过  $180^\circ$  过程中,流过定值电阻的电荷量  $q = q_2 + q_1 = \frac{2 \times BL \times \frac{L}{2}}{R} + \frac{2 \times BL \times \frac{L}{2}}{R} = \frac{2BL^2}{R}$ ,D 正确.

9. BC 忽略一切摩擦,物块、弹簧和金属环组成的系统机械能守恒,则物块和弹簧组成的系统机械能最小时,金属环的速度最大,此时金属环的加速度为零,合外力为零,经分析可知轻杆对金属环的作用力为零,即水平横杆对单个金属环的支持力  $F_N = Mg = 30 \text{ N}$ ,A 错误,B 正确;物块和两个金属环组成的系统动能最大时,此时二者加速度为零,合外力为零,由 AB 选项分析知此时轻杆恰好不产生作用力,对物块有  $mg = kx$ ,解得  $x = \frac{mg}{k} = 0.2 \text{ m}$ ,C 正确,D 错误.

10. AD 将小球受到的力沿斜面和垂直于斜面方向分解,根据牛顿第二定律,垂直斜面方向其加速度  $a_1 = \frac{mg \cos 37^\circ + Eq \sin 37^\circ}{m} = g$ ,垂直斜面向下,沿斜面方向的加速度  $a_2 = \frac{mg \sin 37^\circ - Eq \cos 37^\circ}{m} = \frac{1}{3} g$ ,沿斜面向下,则小球离斜面的最大距离  $h_{\max} = \frac{(v_0 \sin 37^\circ)^2}{2a_1} = \frac{9v_0^2}{50g}$ ,A 正确.小球运动的时间  $t = 2 \times \frac{v_0 \sin 37^\circ}{a_1} = \frac{6v_0}{5g}$ ,小球抛出点与落点间的距离  $L = v_0 \cos 37^\circ \times t - \frac{1}{2} a_2 t^2 = \frac{18v_0^2}{25g}$ ,B 错误.小球落到斜面上,垂直于斜面方向的分速度  $v_1 = v_0 \sin 37^\circ$ ,沿斜面方向的分速度  $v_2 = v_0 \cos 37^\circ - a_2 t = \frac{2}{5} v_0$ ,解得  $v = \frac{\sqrt{13}}{5} v_0$ ,C 错误.小球运动过程中电场力做功  $W = qEL \cos 37^\circ = \frac{24}{125} m v_0^2$ ,小球机械能增加  $\frac{24}{125} m v_0^2$ ,D 正确.

11. (1)用圆规画圆,尽可能用最小的圆把各个落点圈住,这个圆的圆心位置代表平均落点(2分)

(2)  $m_1 OP = m_1 OM + m_2 ON$  (2分)

(3)  $m_1 \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha_2}{\sin \alpha_2}} = m_1 \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha_1}{\sin \alpha_1}} + m_2 \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha_3}{\sin \alpha_3}}$  (2分)

解析:(2)碰撞前、后小球均做平抛运动,由  $h = \frac{1}{2} g t^2$  可知,小球的运动时间相同,所以水平位移与平抛初速度成正比,所以若  $m_1 OP = m_1 OM + m_2 ON$ ,即可验证碰撞前后动量守恒.

(3)设圆弧半径为  $L$ ,由几何关系可得  $x' = R \cos \alpha$ ,  $h' = R \sin \alpha$ ,由平抛运动的规律得  $x' = v'_0 t'$ ,  $h' = \frac{1}{2} g t'^2$ ,联立可得  $v'_0 = \cos \alpha \sqrt{\frac{gR}{2 \sin \alpha}}$ .则做平抛运动的水平速度分别为  $v'_1 = \cos \alpha_1 \sqrt{\frac{gR}{2 \sin \alpha_1}}$ ,  $v'_2 = \cos \alpha_2 \sqrt{\frac{gR}{2 \sin \alpha_2}}$ ,

$$v'_3 = \cos \alpha_3 \sqrt{\frac{gR}{2\sin \alpha_3}}. \text{ 代入动量守恒的表达式 } m_1 v'_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_3, \text{ 化简可得 } m_1 \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha_2}{\sin \alpha_2}} = m_1 \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha_1}{\sin \alpha_1}} + m_2 \sqrt{\frac{\cos^2 \alpha_3}{\sin \alpha_3}}.$$

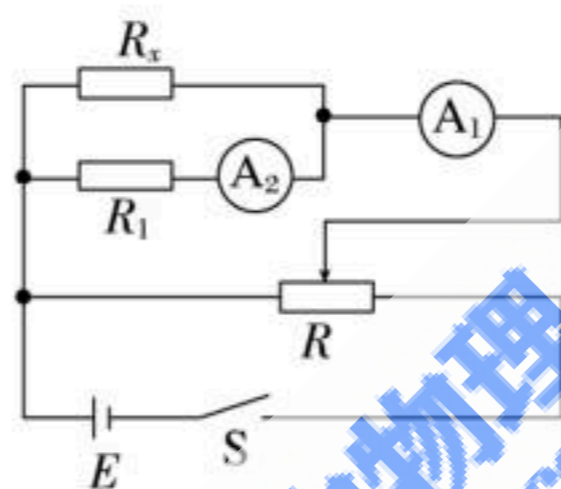
12. (1) ①  $\times 10$  (1分) 需要 (1分) ② 160 (1分)

(2) ①  $R_1$  (1分) 见解析 (2分) ②  $\frac{I_2(R_1+r_2)}{I_1-I_2}$  (2分) ③ 等于 (1分)

解析: (1) ① 指针偏转角度过大, 表明通过表头的电流过大, 待测电阻的阻值较小, 为了减小读数误差, 使指针指在中央刻线附近, 应选择小倍率, 即应该换用  $\times 10$  倍率; 欧姆表更换倍率后, 需要重新进行欧姆调零.

② 更换合适的  $\times 10$  倍率, 根据欧姆表的读数规律, 该读数为  $16.0 \times 10 \Omega = 160 \Omega$ .

(2) ① 要求测量多组数据, 滑动变阻器应选择分压式接法, 电源电动势为 3 V, 电压表的量程过大, 则应使用电流表  $A_2$  和电阻串联改装电压表, 电压表量程为  $U_g = I_g(r+R)$ , 当选择定值电阻为  $R_1 = 900 \Omega$  时, 量程为 3 V, 故定值电阻选择  $R_1$ , 实验电路图如图所示. ② 由欧姆定律可知  $R_x(I_1 - I_2) = I_2(r_2 + R_1)$ , 解得  $R_x = \frac{I_2(r_2 + R_1)}{I_1 - I_2}$ . ③ 由(2)可知, 测量过程没有系统误差, 则从系统误差的角度分析,  $R_x$  的测量值等于真实值.



13. 解: (1) 设每个齿轮的质量为  $m$ , 所受的摩擦力大小为  $f$ , 选左侧第 3 个齿轮到第  $n$  个齿轮为整体作为研究对象进行受力分析, 根据牛顿第二定律有  $F - (n-2)f = (n-2)ma$  (1分)

同理, 以右侧第 4 个齿轮到右侧第 1 个齿轮为整体, 根据牛顿第二定律有  $\frac{F}{4} - 4f = 4ma$  (1分)

联立解得  $n = 18$  (1分)

(2) 设水平外力大小为  $F'$ , 对 18 个齿轮整体, 根据牛顿第二定律有  $F' - 18f = 18ma$  (1分)

联立解得  $F' = \frac{9F}{8}$  (1分)

(3) 设  $t$  s 末左侧第 8 个齿轮对左侧第 9 个齿轮的作用力大小为  $F''$ , 齿轮组的位移和速度分别为  $x, v$

以左侧第 9 个齿轮到第 18 个齿轮整体为研究对象, 根据牛顿第二定律有  $F'' - 10f = 10ma$  (1分)

瞬时功率  $P = F''v$  (1分)

根据位移公式可得  $s = \frac{v}{2}t$  (1分)

联立解得  $s = \frac{4Pt}{5F}$  (1分)

14. 解: (1) 对物块根据牛顿第二定律得  $\mu mg = ma$  (1分)

解得  $a = 2 \text{ m/s}^2$  (1分)

假设物块一直匀加速至传送带右端, 根据运动规律  $v^2 = 2aL$  (1分)

解得  $v = \sqrt{10} \text{ m/s} > 3 \text{ m/s}$

所以物块在传送带上先加速后匀速, 故物块以  $v_0 = 3 \text{ m/s}$  离开传送带, 速度方向向右 (1分)

(2) 物块运动到  $P$  点, 由动能定理得  $\frac{1}{2}mv_P^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -\mu mgs - mgR(1 - \cos \theta)$  (2分)

由牛顿第二定律得  $F_N - mg \cos \theta = m \frac{v_P^2}{R}$  (1分)

联立解得  $F_N = \frac{32}{15} N$

由牛顿第三定律可知物块对轨道的压力大小为  $F_N' = \frac{32}{15} N$ , 方向斜向右下方与竖直方向成  $37^\circ$  角 (1分)

(3) 设物块在水平轨道粗糙段的总路程为  $s_0$ , 根据动能定理则有  $-\mu m g s_0 = 0 - \frac{1}{2} m v_0^2$  (1分)

解得  $s_0 = 2.25 \text{ m} = 7s + 0.15 \text{ m}$  (1分)

故物块此后又滑上传送带 3 次, 最后停在水平轨道中点处, 根据动能定理及运动学公式有

$$-\mu m g \cdot 2s = \frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_0^2, x_1 = \frac{v_1^2}{2\mu g} \quad (1 \text{分})$$

$$-\mu m g \cdot 2s = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2, x_2 = \frac{v_2^2}{2\mu g} \quad (1 \text{分})$$

$$-\mu m g \cdot 2s = \frac{1}{2} m v_3^2 - \frac{1}{2} m v_2^2, x_3 = \frac{v_3^2}{2\mu g} \quad (1 \text{分})$$

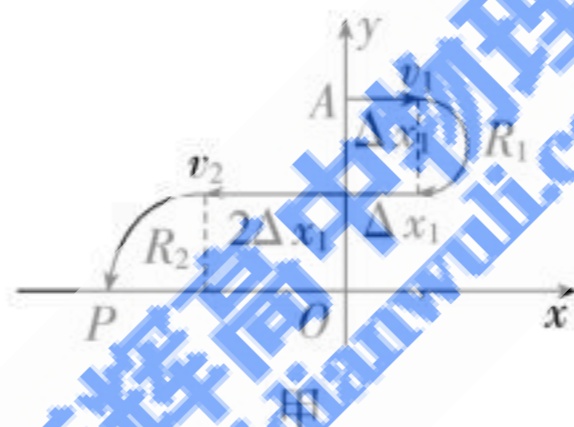
则物块在传送带上通过的总路程为  $x = L + 2(x_1 + x_2 + x_3) = 8.8 \text{ m}$  (2分)

15. 解: (1) 粒子第一次在电场中有:  $qE_0 = ma, v_1 = at_0, t_0 = \frac{\pi m}{qB_0}$  (2分)

粒子第一次进入磁场中有:  $qv_1 B_0 = \frac{mv_1^2}{R_1}$  (1分)

联立解得:  $R_1 = \frac{\pi m E_0}{qB_0^2}$  (1分)

(2) 由题意可知粒子经 2 次加速和偏转后打在  $x$  轴负半轴上到  $O$  点的距离最小, 如图所示 (1分)



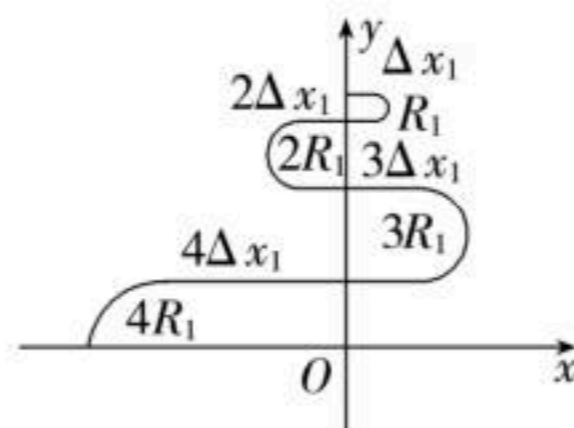
第一次加速的位移为:  $\Delta x_1 = \frac{at_0^2}{2} = \frac{\pi^2 m E_0}{2qB_0^2}$  (1分)

第二次加速的位移为:  $\Delta x_2 = v_1 t_0 + \frac{1}{2} at_0^2 = 3\Delta x_1$  (2分)

第二次进入磁场有  $v_2 = 2at_0 = 2v_1, R_2 = 2R_1$  (2分)

由几何关系得  $\Delta x = \Delta x_2 - \Delta x_1 + R_2 = \frac{\pi m E_0}{qB_0^2} (\pi + 2)$  (3分)

(3) 分析带电粒子的运动轨迹, 如下图



乙

由几何关系得起点  $A$  与坐标原点间的距离  $d = n^2 R_1 = \frac{n^2 \pi m E_0}{qB_0^2} (n = 1, 2, 3, \dots)$ . (3分)

(4) 粒子经过  $n$  次加速和偏转后打在  $x$  轴上的位置与  $O$  的距离满足

$$x = n(\Delta x_1 + R_1) = \frac{n\pi m E_0}{2qB_0^2} (\pi + 2) (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (3 \text{分})$$