

## 参考答案

1. D 氢原子跃迁时, 吸收或向外辐射的能量等于两能级的能量差, 因此基态的氢原子吸收 12.75eV 能量的光子后跃迁到  $n=4$  能级, 不可能使氢原子发生电离, 选项 A 错误; 氢原子由  $n=4$  能级向低能级跃迁时, 向外辐射的光子种数为  $C_4^2=6$ , 选项 B 错误; 由能级差可知能量最小的光频率最小, 是由  $n=4$  能级跃迁到  $n=3$  能级产生的, 选项 C 错误;  $n=4$  向  $n=3$  能级跃迁向外辐射的光子能量最小, 光子的频率最小, 光的波长最长, 波动性比较显著, 选项 D 正确。

2. B  $t=0$  时刻电容器的下极板带正电, 此时刻将开关 S 扳到 b,  $0 \sim \frac{T}{4}$  的时间内电容器放电, 回路中的电流顺时针, 流过灵敏电流计的电流向右, 指针向右偏转,  $\frac{T}{4}$  时电容器所带的电荷量为零, 回路中的电流最大, 线圈产生的磁场能最大, 电场能为零;  $\frac{T}{4} \sim \frac{T}{2}$  的时间内电容器正在充电, 回路中的电流顺时针, 流过灵敏电流计的电流向右, 指针向右偏转,  $\frac{T}{2}$  时电容器所带的电荷量最多, 回路中的电流为零, 线圈产生的磁场能为零, 电场能最大。由题意

该 LC 振荡电路的周期为  $T=2\pi\sqrt{LC}$ ,  $\frac{\pi\sqrt{LC}}{4}$  为  $\frac{T}{8}$  时刻, 此时电容器正在放电, 选项 A 错误;  $\frac{3\pi\sqrt{LC}}{4}$  为  $\frac{3T}{8}$  时

刻, 此时电流表的指针向右偏转, 选项 B 正确;  $\frac{\pi\sqrt{LC}}{2}$  为  $\frac{T}{4}$  时刻, 此时线圈产生的磁场能最大, 选项 C 错误;  $\pi\sqrt{LC}$

为  $\frac{T}{2}$  时刻, 此时电容器所带的电荷量最多, 选项 D 错误。

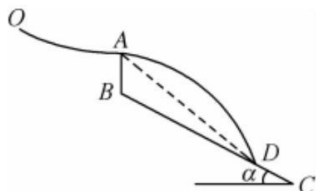
3. A 小朋友沿轨道向下做匀加速直线运动, 则由公式  $L=\frac{1}{2}at^2$  得  $a=\frac{2L}{t^2}$ , 代入数据解得  $a=2\text{m/s}^2$ , 由牛顿第二定律得  $mg\sin 37^\circ - \mu mg\cos 37^\circ = ma$ , 代入数据解得  $\mu=0.5$ , 选项 A 正确; 小朋友沿坡道下滑的过程中, 加速度有竖直向下的分量, 则小朋友处于失重状态, 选项 B 错误; 由公式  $v=at$  可知小朋友运动到坡底的速度大小为  $v=40\text{m/s}$ , 选项 C 错误; 进入水平缓冲区后, 由牛顿第二定律得  $\mu mg=ma'$ , 解得  $a'=5\text{m/s}^2$ , 则  $x=\frac{v^2}{2a'}=160\text{m}$ , 选项 D 错误。

4. D 由两波源的振动方程可知, 两波源的周期均为  $T=\frac{2\pi}{5\pi}\text{s}=0.4\text{s}$ , 显然两波源为相干波源, 又两列波的波长为  $\lambda=vT=2\text{m}$ 。又由振动方程可知, 两波源的振动步调完全相反, 则取半圆上一点, 到两个波源的距离分别为  $x_1$  和  $x_2$ , 则当满足  $|x_1-x_2|=(2n+1)\frac{\lambda}{2}$  ( $n=0,1,2,3,\dots$ ), 则该点是振动加强的点, 由以上分析可知  $4\lambda=2R$ , 又因为三角形的两边之差小于第三边, 故  $|x_1-x_2|<2R$ , 则  $n=0$  时, 有  $x_1-x_2=\frac{R}{4}$  或  $x_2-x_1=\frac{R}{4}$ ;  $n=1$  时, 有  $x_1-x_2=\frac{3R}{4}$  或  $x_2-x_1=\frac{3R}{4}$ ;  $n=2$  时, 有  $x_1-x_2=\frac{5R}{4}$  或  $x_2-x_1=\frac{5R}{4}$ ;  $n=3$  时, 有  $x_1-x_2=\frac{7R}{4}$  或  $x_2-x_1=\frac{7R}{4}$ , 即该圆周的上半圆部分存在 8 个振动加强点且振幅为 4cm, 选项 D 正确。

5. D 由于水平面光滑, 则两物体组成的系统动量守恒, 又只有弹簧的弹力做功, 则系统的机械能守恒, 设分离时物体 A、B 的速度大小分别为  $v_1$ 、 $v_2$ , 则有  $0=3mv_1-mv_2$ ,  $E_p=\frac{1}{2}\times 3mv_1^2+\frac{1}{2}mv_2^2$ , 解得  $v_1=\sqrt{\frac{E_p}{6m}}$ 、 $v_2=\sqrt{\frac{3E_p}{2m}}$ ,



选项 A 正确；由于竖直方向小朋友做自由落体运动，则下落任意相同的高度，所用的时间越来越少，由  $\Delta p = mgt$  可知小朋友下落相同的高度，小朋友动量的变化量逐渐减小，选项 B 错误；由平抛运动的推论：速度与水平夹角的正切值为位移与水平夹角正切值的两倍，连接  $AD$  两点，如图所示，假设  $AD$  与水平方向的夹角为  $\theta$ ，所以小朋友落在  $D$  点时速度与水平方向夹角的正切值等于  $2 \tan \theta > 2 \tan \alpha$ ，选项 C 错误；若从  $O$  点下方静止下滑，则小朋友离开  $A$  点时的速度减小，小朋友的落地点一定在  $D$  点的上侧，落地点与  $A$  点的连线与水平方向的夹角增大，即位移的夹角增大，所以小朋友落在  $BC$  段时速度与水平方向的夹角也增大，选项 D 正确。



10. CD 根据题意作出光路图如图所示，由于透明介质的折射率为  $n = \sqrt{3}$ ，由折射定律  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \theta}$  得光束在介质中

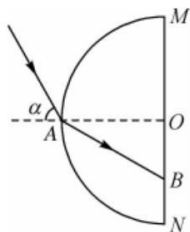
的折射角为  $\theta = 30^\circ$ ，光束射到  $MN$  上的点  $B$  到  $O$  点的距离为  $x_{OB} = r \tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{3} r$ ，选项 A 错误；光束射到  $MN$

边时的入射角为  $\theta = 30^\circ$ ，光束在棱镜中的临界角为  $C$ ，则  $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3} > \sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ ，所以光束射到  $MN$  时不会发生全反射，选项 B 错误；由几何关系可知，光束从  $A$  点射入到第一次射出棱镜，在棱镜中传播的距离为

$x_{AB} = 2x_{OB} = \frac{2\sqrt{3}}{3} r$ ，又光在该棱镜中的传播速度为  $v = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{3}}$ ，则光束从  $A$  到第一射出棱镜的时间为

$t = \frac{x_{AB}}{v} = \frac{2r}{c}$ ，选项 C 正确；设频率更大的光束的折射率为  $n'$ ，光束在介质中的折射角为  $\beta$ ，则由  $n' = \frac{\sin 60^\circ}{\sin \beta}$ ，

光束在棱镜中传播的距离为  $x' = \frac{r}{\cos \beta}$ ，光束在棱镜中的传播速度为  $v' = \frac{c}{n'}$ ，则光束从射入到第一次射出棱镜的时间为  $t' = \frac{x'}{v'}$ ，联立各式解得  $t' = \frac{\sqrt{3}r}{c \sin 2\beta}$ ，光的频率增大，光在棱镜中的折射角减小，即  $\beta < 30^\circ$ ，则光束从射入到第一次射出棱镜的时间变长，选项 D 正确。

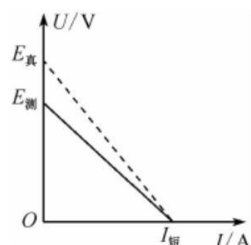


11. (1) 2.0 (1分) 2.0 (2分) (2) 小于 (1分) 小于 (2分)

解析：(1) 由闭合电路欧姆定律  $E = U + Ir$  得  $U = -Ir + E$ ，则  $U - I$  图像中，纵截距表示电路中电流为零时的路端电压，即为电源电动势，则电源的电动势为  $E = 2.0V$ ；图线的斜率的绝对值为该电源的内阻，即为

$$r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| = \left| \frac{2.0 - 0.8}{0 - 0.6} \right| \Omega = 2.0 \Omega。$$

(2) 由电路图可知，电压表测路端电压，但由于电压表的分流作用，使电流表的测量值小于真实值；实验误差是由于电压表的分流造成的，当外电路短路时，电压表不分流，故短路电流相同，而测量的电流值要小于真实值，故作出测量值和真实值的图像如图所示，由图可知，电动势测量值小于真实值，电源内阻测量值小于真实值。



12. (1) AC (2分) (2) 55.50 (55.48-55.53 均可, 1分) (3)  $0 = m_1 x_1 - m_2 x_2$  (1分)

(4) BE (2分)  $\frac{g}{4h} (m_1 x_1^2 + m_2 x_2^2)$  (2分)

解析: (1) 假设小球甲、乙离开气垫导轨的速度大小分别为  $v_1$ 、 $v_2$ ，该速度即为弹簧与小球分离瞬间的速度，则由动量守恒定律得  $0 = m_1 v_1 - m_2 v_2$ ，小球离开桌面后做平抛运动，则竖直方向上有  $h = \frac{1}{2} g t^2$ ，水平方向上有  $x = v_0 t$ ，

整理得  $v_0 = x \sqrt{\frac{g}{2h}}$ ，所以  $v_1 = x_1 \sqrt{\frac{g}{2h}}$ 、 $v_2 = x_2 \sqrt{\frac{g}{2h}}$ ，代入整理得  $0 = m_1 x_1 - m_2 x_2$ ，由此可知需要测量的物理量

有小球甲、乙的质量  $m_1$ 、 $m_2$  以及小球甲、乙的落地点到气垫导轨左、右边缘的水平距离  $x_1$ 、 $x_2$ ，选项 A、C 正确。

(2) 确定落点平均位置的方法：用尽可能小的圆把所有的小球落点圈在里面，圆心就是小球落点的平均位置，则小球乙的落地点为 55.50cm。

(3) 由 (1) 问可知，若动量守恒，则需验证的关系式为  $0 = m_1 x_1 - m_2 x_2$ 。

(4) 弹簧弹开两小球的过程，系统的机械能守恒，则轻弹簧压缩时储存的弹性势能为  $E_p = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$ ，将

$v_1 = x_1 \sqrt{\frac{g}{2h}}$ 、 $v_2 = x_2 \sqrt{\frac{g}{2h}}$  代入得  $E_p = \frac{g}{4h} (m_1 x_1^2 + m_2 x_2^2)$ ，因此除了第 (1) 问中测量的量外，还需要测量  $g$ 、 $h$ ，

选项 B、E 正确。

13. 解：设开始时气体的压强为  $p_1$ ，根据活塞受力平衡有  $p_0 S = mg + p_1 S$  (1分)

解得  $p_1 = \frac{3p_0}{4}$  (1分)

随着温度的降低，气体的压强减小，小物体对地面的压力减小，当小物体对地面的压力减小为 0 时，设气体的压强为  $p_2$ ，此时气体的温度为  $T_2$ 。

根据活塞和小物体整体受力平衡有  $p_0 S = 2mg + p_2 S$  (1分)

此过程中气体做等容变化，根据查理定律有  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$  (1分)

解得  $p_2 = \frac{p_0}{2}$ ,  $T_2 = \frac{2}{3}T_0$  (1分)

之后气体的温度再降低，活塞向上缓慢移动气体做等压变化。

初态:  $T_2 = \frac{2}{3}T_0$ ,  $V_2 = \frac{LS}{2}$  (1分)

末态:  $T_3 = T_0 - \frac{2}{3}T_0 = \frac{1}{3}T_0$ ,  $V_3 = xS$  (1分)

根据盖—吕萨克定律有  $\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_2}{T_2}$  (1分)

解得  $x = \frac{L}{4}$  (1分)

故稳定后气体的压强为  $\frac{P_0}{2}$ ，活塞到缸底的距离为  $\frac{L}{4}$  (1分)

14. 解: (1) 导体棒 2 离开水平导轨后做平抛运动，设导体棒 2 离开水平导轨时导体棒 1、2 的速度大小分别为  $v_1$ 、 $v_2$ ，导体棒 2 平抛的时间为  $t$ ，则

竖直方向上有  $h = \frac{1}{2}gt^2$  (1分)

水平方向有  $x = v_2t$

解得  $v_2 = 4\text{m/s}$  (1分)

由动量守恒定律可得  $mv_0 = mv_1 + mv_2$  (1分)

代入数据解得  $v_1 = 6\text{m/s}$

设此时回路感应电动势为  $E$ 、感应电流为  $I$ 、安培力为  $F$ ，则有

$E = BL(v_1 - v_2)$  (1分)

$I = \frac{E}{2r}$ ,  $F = BIL$  (1分)

由牛顿第二定律有  $F = ma$  (1分)

联立各式解得  $a = 4\text{m/s}^2$  (1分)

(2) 由 (1) 可知导体棒 2 进入倾斜轨道瞬间

竖直分速度为  $v_y = gt = 3\text{m/s}$ ，合速度大小为  $v = \sqrt{v_2^2 + v_y^2} = 5\text{m/s}$  (1分)

斜面倾角  $\alpha$  的正切值为  $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_2} = \frac{3}{4}$  (1分)

易知，导体棒 2 开始沿导轨向下运动，重力沿导轨向下的分力大小等于导体棒与导轨间的滑动摩擦力大小，则导体棒的合力为安培力。

对导体棒 2 在倾斜导轨上运动时, 由动量定理得  $-B\bar{I}L \cdot \Delta t = -mv$  (1 分)

其中  $q = \bar{I} \cdot \Delta t$

由法拉第电磁感应定律得  $\bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BLs}{\Delta t}$  (1 分)

又  $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r}$

联立各式解得  $s = \frac{mv(R+r)}{B^2L^2} = 2.5\text{m}$  (1 分)

15. 解: (1) 粒子在 II 中做类平抛运动, 水平方向上

有  $\sqrt{3}d = v_0t$  (1 分)

竖直方向上有  $\frac{3}{2}d = \frac{1}{2}at^2$  (1 分)

由牛顿第二定律得  $qE = ma$  (1 分)

又  $\frac{q}{m} = k$

解得  $E = \frac{v_0^2}{kd}$  (1 分)

粒子由 A 到 C 的过程, 由动能定理得  $qEx = \frac{1}{2}mv_0^2$  (1 分)

解得  $x = \frac{d}{2}$  (1 分)

(2) 粒子由 C 到 D 的时间为  $t = \frac{\sqrt{3}d}{v_0}$  (1 分)

粒子在 D 点的竖直速度为  $v_y = at$  (1 分)

解得  $v_y = \sqrt{3}v_0$  (1 分)

粒子在 D 点的速度大小为  $v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = 2v_0$  (1 分)

方向与水平方向成  $60^\circ$  角, 斜向右下, 如图甲所示 (1 分)

粒子在 III 中做匀速圆周运动, 洛伦兹力提供向心力, 则由  $qvB_1 = \frac{mv^2}{R_1}$  (1 分)

解得  $R_1 = 2d$  (1 分)

(3) 若粒子在 III 中经 1 次偏转垂直竖直虚线经过 F 点时, 则  $OF = R_1 + \sqrt{R_1^2 - OD^2} = 3d$

粒子经过 F 点后进入 IV 区, 粒子在 IV 中运动时, 由  $qvB_2 = \frac{mv^2}{R_2}$  (2 分)

解得  $R_2 = d$  (1分)

若粒子在IV中再经一次偏转垂直直虚线经过  $F$  点时, 即经过 2 次磁偏转到  $F$  点时, 则  $OF = 3d - 2R_2 = d$

若粒子经过 3 次磁偏转到  $F$  点时, 则  $OF = d + 2R_1 = 5d$

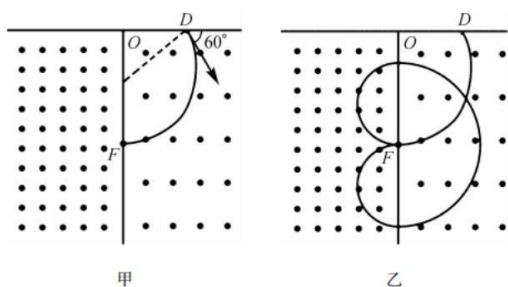
若粒子经过 4 次磁偏转到  $F$  点时, 则  $OF = 5d - 2R_2 = 3d$

若粒子经过 5 次磁偏转到  $F$  点时, 则  $OF = 3d + 2R_1 = 7d$

若粒子经过 6 次磁偏转到  $F$  点时, 则  $OF = 7d - 2R_2 = 5d$

… (如图乙所示)

由以上分析可知  $OF = (n+2)d (n=1,3,5\cdots)$  或  $OF = (n-1)d (n=2,4,6\cdots)$  (2分)



## 关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址：www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。

