

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 $v_1 = \sqrt{\frac{E_p}{6m}}$ 、 $v_2 = \sqrt{\frac{3E_p}{2m}}$ ，

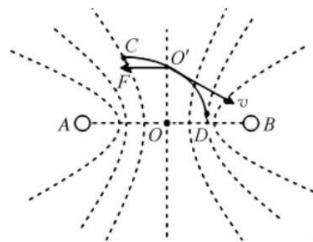
选项 A、B 错误；分离时，物体 A、B 的动能分别为 $E_{kA} = \frac{1}{2} \times 3mv_1^2 = \frac{E_p}{4}$ 、 $E_{kB} = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{3E_p}{4}$ ，则轻弹簧对两

物体做功之比为 1:3，选项 C 错误；由于分离瞬间，两物体的动量大小相等，所以轻弹簧对两物体的冲量大小相等，方向相反，选项 D 正确。

6. A 由题意可知，电动机的输出功率为 $P_{出} = 80\%P_{额} = 1.6W$ ，则电动机的内耗功率为 $P_r = P_{额} - P_{出} = 0.4W$ ，又由 $P_r = I_r^2 r$ ，解得 $I_r = 2A$ ，又 $P_{额} = U_2 I_r$ ，解得 $U_2 = 1V$ ，所以灯泡两端的电压也为 1V，灯泡正常发光，则灯泡的额定电压为 1V，选项 A 正确；由前面分析可知副线圈的输出电压为 1V，又由图乙可知变压器原线圈两端的电压为 $U_1 = 22V$ ，则由变压器的工作原理 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{22}{1}$ ，选项 B 错误；灯泡正常发光时，流过灯泡的电流为 $I = \frac{U}{R} = \frac{1}{0.5} A = 2A$ ，则流过副线圈的电流为 $I_2 = I + I_r = 4A$ ，由公式 $\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_2}{n_1}$ 解得原线圈的电流为 $I_1 = \frac{2}{11} A$ ，

选项 C 错误；由图乙可知该交流电的周期为 $T = 0.02s$ ，一个周期内电流改变方向两次，由于变压器不改变交流电的周期，则流过灯泡的电流的变化周期也为 0.02s，则 1s 内流过灯泡的电流改变方向 100 次，选项 D 错误。

7. B 由等量异种电荷的分布特点可知，等量异种电荷的等势线分布，如图所示，试探电荷的轨迹与竖直的等势线相交于 O' 点，试探电荷在 O' 点的速度以及电场力的方向如图所示，又试探电荷所受的电场力与电场方向相反，因此 A 位置固定的是正电荷，选项 A 错误；等势线的疏密反应电场强度的大小，由于 D 点的等势线比 C 点的等势线密，则 D 点的电场强度大，试探电荷在 D 点所受的电场力大，选项 B 正确；由于 A 位置固定的电荷带正电，电场方向大致向右，负的试探电荷在低电势点电势能大，则试探电荷在 D 点的电势能大，带负电的试探电荷由 C 到 D 的过程中电场力做负功，动能减小，电势能增加，选项 C、D 错误。



8. BD “威海壹号”在轨运行时环绕地球做匀速圆周运动，其发射速度大于 $7.9km/s$ 而小于 $11.2km/s$ ，选项 A 错误；卫星在轨道 1、轨道 2 上过 A 点时，万有引力提供向心力，则由 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$ 得 $a = G \frac{M}{r^2}$ ，因此“威海壹号”在轨道 1 过 A 点的加速度等于在轨道 2 上过 A 点的加速度，选项 C 错误；假设 A 点、 B 点到地心的距离分别为 r_1 、 r_2 ，

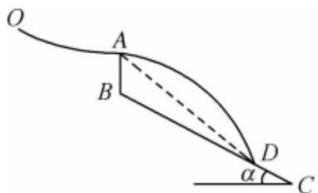
“威海壹号”在轨道 1 上做匀速圆周运动，过 A 点时，有 $G \frac{Mm}{r_1^2} = m \frac{v_{A1}^2}{r_1}$ ，解得 $v_{A1} = \sqrt{G \frac{M}{r_1}}$ ，“威海壹号”在轨

道 2 上由 A 到 B 做离心运动，则有 $G \frac{Mm}{r_1^2} < m \frac{v_{A2}^2}{r_1}$ ，解得 $v_{A2} > \sqrt{G \frac{M}{r_1}}$ ，则 $v_{A2} > v_{A1}$ ，“威海壹号”由轨道 1 进入

轨道 2，应在 A 点加速，由反冲原理可知，点火后其喷气方向与“威海壹号”的运动方向相反，选项 B 正确；由开普勒第二定律可知，卫星在椭圆轨道上运行时，近地点的速度大于远地点的速度，选项 D 正确。

9. AD 小朋友由 A 到 D 的过程做平抛运动，由动量定理可知 $\Delta p = mgt$ ，相同时间内，小朋友动量的变化量相等，

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 θ ，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

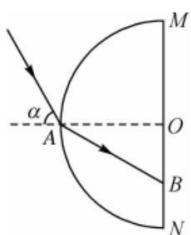
$x_{AB} = 2x_{OB} = \frac{2\sqrt{3}}{3}r$ ，又光在该棱镜中的传播速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{3}}$ ，则光束从 A 到第一次射出棱镜的时间为

$t = \frac{x_{AB}}{v} = \frac{2r}{c/\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}r}{c}$ ，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 β ，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 $t' = \frac{x'}{v'} = \frac{\sqrt{3}r}{c \sin 2\beta}$ ，联立各式解得 $t' = \frac{\sqrt{3}r}{c \sin 2\beta} < t$ ，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。

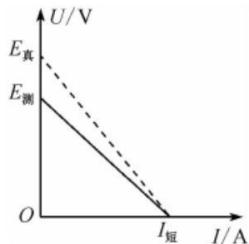


11. (1) 2.0 (1 分) 2.0 (2 分) (2) 小于 (1 分) 小于 (2 分)

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) $0 = m_1x_1 - m_2x_2$ (1 分)

$$(4) BE (2 分) \quad \frac{g}{4h} (m_1x_1^2 + m_2x_2^2) (2 分)$$

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 $0 = m_1v_1 - m_2v_2$, 小球离开桌面后做平抛运动, 则竖直方向上有 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 水平方向上有 $x = v_0t$,

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 $0 = m_1x_1 - m_2x_2$, 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 $0 = m_1x_1 - m_2x_2$ 。

(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 $E_p = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$, 将

$v_1 = x_1\sqrt{\frac{g}{2h}}$ 、 $v_2 = x_2\sqrt{\frac{g}{2h}}$ 代入得 $E_p = \frac{g}{4h} (m_1x_1^2 + m_2x_2^2)$, 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 $p_0S = mg + p_1S$ (1 分)

$$\text{解得 } p_1 = \frac{3p_0}{4} \quad (1 \text{ 分})$$

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 $p_0S = 2mg + p_2S$ (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)

$$\text{解得 } P_2 = \frac{P_0}{2}, T_2 = \frac{2}{3}T_0 \text{ (1分)}$$

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。

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

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

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

$$\text{解得 } x = \frac{L}{4} \text{ (1分)}$$

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

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

$$\text{竖直方向上有 } h = \frac{1}{2}gt^2 \text{ (1分)}$$

$$\text{水平方向有 } x = v_2 t$$

$$\text{解得 } v_2 = 4\text{m/s} \text{ (1分)}$$

$$\text{由动量守恒定律可得 } mv_0 = mv_1 + mv_2 \text{ (1分)}$$

$$\text{代入数据解得 } v_1 = 6\text{m/s}$$

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

$$E = BL(v_1 - v_2) \text{ (1分)}$$

$$I = \frac{E}{2r}, F = BIL \text{ (1分)}$$

由牛顿第二定律有 $F = ma$ (1分)

$$\text{联立各式解得 } a = 4\text{m/s}^2 \text{ (1分)}$$

(2) 由(1)可知导体棒2进入倾斜轨道瞬间

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

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

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)

$$\text{又 } \bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r}$$

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

15. 解：(1) 粒子在 II 中做类平抛运动，水平方向上

$$\text{有 } \sqrt{3}d = v_0 t \quad (1 \text{ 分})$$

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

由牛顿第二定律得 $qE = ma$ (1 分)

$$\text{又 } \frac{q}{m} = k$$

$$\text{解得 } E = \frac{v_0^2}{kd} \quad (1 \text{ 分})$$

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

$$\text{解得 } x = \frac{d}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

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

粒子在 D 点的竖直速度为 $v_y = at$ (1 分)

$$\text{解得 } v_y = \sqrt{3}v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

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

方向与水平方向成 60° 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)

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

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竖直虚线经过 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 $OF = d + 2R_1 = 5d$

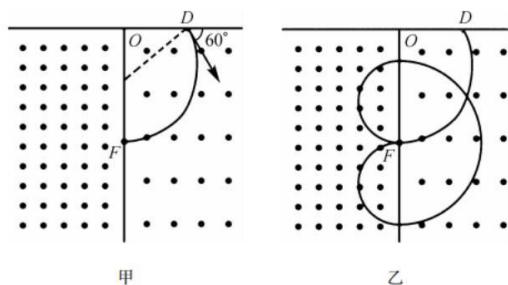
若粒子经过 4 次磁偏转到 F 点时, 则 $OF = 5d - 2R_2 = 3d$

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 $OF = (n+2)d (n=1,3,5\dots)$ 或 $OF = (n-1)d (n=2,4,6\dots)$ (2 分)



甲

乙

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**。



微信搜一搜

自主选拔在线

