

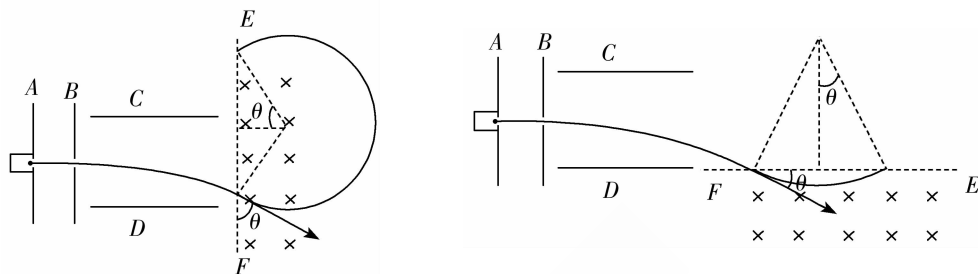
## 物理参考答案与解析

1. B 【解析】用动能为 11 eV 的电子碰撞处于基态的氢原子,可使其跃迁到  $n=2$  能级;用动能为 11 eV 的光子照射处于基态的氢原子,由于不等于两能级能量之差,不能使其发生跃迁,故 A 错误。氢原子从  $n=3$  能级跃迁到  $n=2$  能级时,辐射出的光子能量最小,为 1.89 eV,为可见光,不可能辐射出红外线,故 B 正确。大量处于  $n=4$  能级的氢原子向低能级跃迁时,最多可辐射出 6 种不同频率的光子,故 C 错误。氢原子的电子由外层轨道跃迁到内层轨道时,要以光子的形式释放能量,氢原子的能量减小,电势能减小,电子的动能增大,故 D 错误。
2. D 【解析】篮球 A 在竖直方向做竖直上抛运动,在水平方向做匀速直线运动,篮球 B 在竖直方向做自由落体运动,在水平方向做匀速直线运动。根据竖直方向分运动可知,相遇前篮球 A 运动时间更长,甲比乙先抛出篮球,再根据水平方向分运动可知,篮球 A 的水平速度比篮球 B 小,故 A、B 错误。根据竖直方向分运动可知篮球 A 先落地,再根据水平方向分运动可知,篮球 A 碰撞后到落地水平位移更小,两球落地点时,篮球 A 的水平位移更远,故 C 错误,D 正确。
3. B 【解析】线框 ABCD 输出电压的有效值为  $\frac{NBS\omega}{2}$ ,故 A 错误。整个电路的等效电阻为  $R_1 + \frac{n_1^2}{n_2^2}R_2$ ,将  $R_2$  滑片向上滑动,总电阻增大,电流  $I_1$ 、 $I_2$  减小,电压  $U_1$ 、 $U_2$  增大,故 B 正确。令  $R' = (\frac{n_1}{n_2})^2 R_2$ ,则  $R_1$  上消耗的功率为  $P = (\frac{E}{R+R'})^2 R$ 。若将  $R_1$  阻值变为原来的两倍,则  $R_1$  上消耗的功率为  $P' = (\frac{E}{2R+R'})^2 2R$ 。则  $\frac{P'}{P} = 2(\frac{R+R'}{2R+R'})^2$ ,可知  $R_1$  上消耗的功率大于原来的  $\frac{1}{2}$ ,故 C、D 错误。
4. B 【解析】探测器在地球上的发射速度介于第二、三宇宙速度之间,故 A 错误。探测器从 A 点到 B 点速度减小,从地球轨道到地火转移轨道要加速,从地火转移轨道到火星轨道要加速,地球公转速度大于火星公转速度,则  $v_1 > v_3 > v_4 > v_2$ ,故 B 正确。根据万有引力提供向心力可得  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ ,可得地球与火星的公转周期之比  $\frac{T_3}{T_4} = \frac{v_4^3}{v_3^3}$ 。再结合圆周追及相遇公式  $\frac{2\pi}{T_3}t - \frac{2\pi}{T_4}t = 2\pi$ ,且  $T_3$  为一年,可得地球与火星每隔  $t = \frac{v_3^3}{v_3^3 - v_4^3}$  年相距最近,故 C、D 错误。
5. C 【解析】假设小球带正电,小球受到的重力和电场力方向均竖直向下,沿杆的分力斜向右下,滑动摩擦力也沿杆向下,洛伦兹力与弹力垂直于杆,故小球受到的合力沿杆向下,不可能做匀速直线运动。因此,只有当小球受到的电场力方向竖直向上且大于重力时,小球才能沿杆向上做匀速直线运动,故 A、B 错误。小球受到的洛伦兹力方向垂直于杆向下,受到的弹力方向可能垂直于杆向上,也可能垂直于杆向下,因此使小球沿杆向上做匀速直线运动的速度有两个值,故 C 正确。将  $v_0$  的方向改为沿杆向下,小球受到的合力沿杆向上,不可能沿杆向下做匀速直线运动,故 D 错误。
6. C 【解析】 $S_1$  比  $S_2$  先起振且起振方向相同,均为向下,故 A 错误。 $t=5.5$  s 时,P 点处于  $y$  轴正半轴,速度向上,加速度向下,Q 点处于  $y$  轴负半轴,速度向上,加速度向上,P、Q 两点的速度方向相同,故 B 错误。 $0 \sim 8$  s 内, $x=-1$  m 处的质点没有运动, $8$  s  $\sim 12$  s 质点运动了一个周期且振幅为 4 cm,路程为 16 cm, $12$  s  $\sim 16$  s 质点运动了一个周期,路程为  $4 \times 8 = 32$  cm, $16$  cm +  $32$  cm =  $48$  cm,故 C 正确。由于两波源振动步调相反,到两波源距离差为半波长的奇数倍时的质点为振动加强点,因此有  $\pm 1$  m、 $\pm 3$  m、 $\pm 5$  m、 $\pm 7$  m、 $\pm 9$  m、 $\pm 11$  m 共 12 个振动加强点,故 D 错误。

7. A 【解析】由图甲可知,折射率大的光  $a$  在内,折射率小的光  $b$  在外,因此虹是红光在外紫光在内。由图乙可知,折射率大的光  $c$  在外,折射率小的光  $d$  在内,因此霓是紫光在外红光在内,故 A 正确,B、C 错误。根据反射定律和折射定律,图丙中的入射光与出射光相比,偏过的角度为  $234.4^\circ$ ,故 D 错误。

8. AC 【解析】A、B 两物块分离时加速度相等,分离时对 B 物块分析,根据牛顿运动定律: $m_2 g \sin \theta + \mu_2 m_2 g \cos \theta = m_2 a_2$ ,得到: $a_2 = g \sin \theta + \mu_2 g \cos \theta$ 。若分离时弹簧处在原长,则 A 物块的加速度为: $a_1 = g \sin \theta + \mu_1 g \cos \theta$ ,加速度与质量无关,若  $\mu_1 = \mu_2$ ,则弹簧原长时两物块加速度相等,故 A 正确、B 错误。若  $\mu_1 > \mu_2$ ,则 A 物块需要弹簧向上的弹力才能保证加速度相等,弹簧处于压缩状态,故 C 正确。若  $\mu_1 < \mu_2$ ,则 A 物块需要弹簧向下的弹力才能保证加速度相等,弹簧处于伸长状态,故 D 错误。

9. AD 【解析】图甲中粒子的运动轨迹如左图所示,入射点和出射点的距离为: $d = 2 \frac{mv}{qB} \sin \theta = \frac{2mv_x}{qB}$ , $qU_1 = \frac{1}{2}mv_x^2$ ,可知入射点和出射点的距离与  $U_1$  有关,增大  $U_1$ ,距离增大,选项 A 正确、B 错误。



图乙中粒子的运动轨迹如右图所示,入射点和出射点的距离为: $d = 2 \frac{mv_y}{qB} \sin \theta = \frac{2mU_2}{qB} \times \frac{l}{v_x}$ ,增大  $U_1$ , $v_x$  增大, $v_y$  减小,入射点和出射点的距离减小,故 C 错误。增大  $U_2$ , $v_y$  增大,入射点和出射点的距离增大,故 D 正确。

10. BCD 【解析】如图所示,电场力大小为  $qE = \frac{4mg}{3}$ ,重力和电场力的合力为

$$F = \sqrt{(mg)^2 + (qE)^2} = \frac{5mg}{3}, \text{与水平方向的的夹角为:} \sin \theta = \frac{3}{5}, \text{即 } \theta = 37^\circ.$$

若小球能够做完整的圆周运动,重力场和电场的复合场的最高点为 B 点,

$$\text{若刚好做圆周运动,在 B 点,} F = \frac{mv_B^2}{l},$$

从最低点到 B 点,根据动能定理:

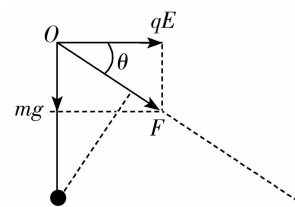
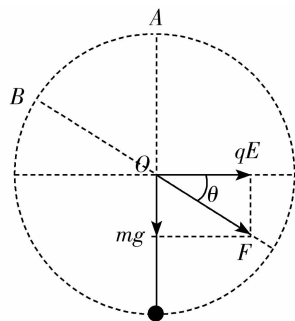
$$-mgl(1 + \sin 37^\circ) - qEl \cos 37^\circ = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_0^2, \text{解得:} v_0 = \sqrt{7gl}, \text{选项 A 错误、B 正确。}$$

改变初速度的大小和方向,小球刚好做匀速圆周运动,则小球以复合场

力的方向为轴做匀速圆周运动,速度方向与纸面垂直,轨道半径为:

$$r = l \cos 37^\circ = 0.8l, \text{做匀速圆周运动的速度为:} F \tan 53^\circ = \frac{mv^2}{r},$$

$$\text{解得:} v = \frac{4}{3}\sqrt{gl}, \text{选项 C、D 正确。}$$



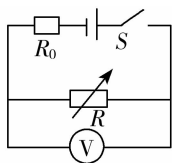
11. (1) CD (3 分) (2) 均匀 (3 分)

【解析】(1) 设加速时细绳与竖直方向夹角为  $\theta$ ,则加速度的表达式为: $a = g \tan \theta$ , $\tan \theta = \frac{O'C}{OO'}$ ,选项 CD 正确。

(2) 由(1)中可知,加速度正比于  $O'C$ ,因此 AB 上对应加速度的标度均匀。

12. (1) 如图所示(2分) (2)  $\frac{U_1 U_2 (R_1 - R_2)}{U_2 R_1 - U_1 R_2}$  (3分)  $\frac{(U_1 - U_2) R_1 R_2}{U_2 R_1 - U_1 R_2} - R_0$  (3分) (3) 乙(2分)

【解析】(1) 如图所示:



- (2) 当电阻箱电阻为  $R_1$ , 电压为  $U_1$  时, 方程式为:  $E = \frac{U_1}{R_1} (R_1 + R_0 + r)$ , 当电阻箱电阻为  $R_2$ , 电压为  $U_2$  时, 方程式为:  $E = \frac{U_2}{R_2} (R_2 + R_0 + r)$ , 解得:  $E = \frac{U_1 U_2 (R_1 - R_2)}{U_2 R_1 - U_1 R_2}$ ,  $r = \frac{(U_1 - U_2) R_1 R_2}{U_2 R_1 - U_1 R_2} - R_0$ 。
- (3) 本实验中, 电阻  $R_0$  看做内阻的一部分, 电压表测量的为路端电压, 电压表与电阻箱的比值为通过电阻箱的电流, 不是干路电流, 缺少电压表的电流。因此误差原因与图中乙相同。

13. 【答案】  $\frac{\rho g l_1}{[p_0 - \rho g (l_2 + h)] (l_1 - l_2)} - 1$

解: 容器内气体的压强为  $p_1 = p_0 - \rho g (l_2 + h)$  (2分)

初始的容器的体积为  $V_0 = l_1 S$

若空气从压强  $p_0$  变为  $p_1$ , 则空气的总体积为  $V_1$ , 根据理想气体状态方程得

$$p_0 V_0 = p_1 V_1 \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得: } V_1 = \frac{p_0 l_1 S}{p_0 - \rho g (l_2 + h)} \quad (2 \text{分})$$

则容器中排出气体质量与剩余气体的质量之比为:  $\frac{m_2}{m_1} = \frac{V_1 - (l_1 - l_2) S}{(l_1 - l_2) S} = \frac{\rho g l_1}{[p_0 - \rho g (l_2 + h)] (l_1 - l_2)} - 1$  (2分)

14. 【答案】(1)  $\frac{mv_0 R}{B^2 d^2}$  (2)  $\frac{3m^2 g v_0 R}{5B^2 d^2} - \frac{1}{2} m v_0^2$

解: (1) 金属框重力沿斜面向下的分力为:  $mg \sin 37^\circ = 0.6mg$  (1分)

金属框所受的滑动摩擦力为:  $\mu mg \cos 37^\circ = 0.6mg$  (1分)

即金属框的重力沿斜面向下的分力和滑动摩擦力大小相等, 则金属框受到安培力的作用减速到零。

根据动量定理:  $-\sum B I d \Delta t = 0 - m v_0$  (2分)

$$\text{其中 } \sum I \Delta t = \frac{B d x}{R} \quad (2 \text{分})$$

代入解得金属框减速到零的位移为:  $x = \frac{m v_0 R}{B^2 d^2}$  (2分)

(2) 摩擦生热为  $Q_1 = \mu mg \cos 37^\circ x = \frac{3m^2 g v_0 R}{5B^2 d^2}$  (2分)

产生的焦耳热等于金属框的初动能, 即:  $Q_2 = \frac{1}{2} m v_0^2$  (2分)

15. 【答案】(1)  $v_1 = 1 \text{ m/s}$   $v_2 = 3 \text{ m/s}$  (2)  $(3n - 2) \text{ m/s}$  (3)  $(3n^2 - 3n + 1) \text{ m}$

解: (1) 木板的加速度为:  $F - \mu(m + M)g = Ma$  (1分)

解得:  $a = 2 \text{ m/s}^2$

根据运动学公式:  $l = \frac{1}{2} a t^2$  (1分)

解得:  $t = 1 \text{ s}$

木板的速度为:  $v = at = 2 \text{ m/s}$  (1 分)

第一次碰撞过程中动量守恒, 动能不损失, 则:

$$Mv = Mv_1 + mv_2 \text{ (1 分)}$$

$$\frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}Mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \text{ (1 分)}$$

解得:  $v_1 = 1 \text{ m/s}, v_2 = 3 \text{ m/s}$  (1 分)

(2) 第一次碰后, 物块做匀速运动, 木板做加速运动, 设经时间  $t_1$  物块和弹性板第二次碰撞

$$v_1 t_1 + \frac{1}{2}at_1^2 = v_2 t_1 \text{ (1 分)}$$

解得:  $t_1 = 2 \text{ s}$

木板的速度  $v_3 = v_1 + at_1 = 5 \text{ m/s}$  (1 分)

物块的速度为  $v_4 = 3 \text{ m/s}$  (1 分)

第二次碰撞过程中动量守恒, 动能不损失, 则:

$$Mv_3 + mv_4 = Mv'_3 + mv'_4 \text{ (1 分)}$$

$$\frac{1}{2}Mv_3^2 + \frac{1}{2}mv_4^2 = \frac{1}{2}Mv'^2_3 + \frac{1}{2}mv'^2_4 \text{ (1 分)}$$

解得:  $v'_3 = 4 \text{ m/s}, v'_4 = 6 \text{ m/s}$

第二次碰后, 物块做匀速运动, 木板做加速运动, 设经时间  $t_2$  物块和弹性板再次相遇

$$v'_3 t_2 + \frac{1}{2}at_2^2 = v'_4 t_2 \text{ (1 分)}$$

解得:  $t_2 = 2 \text{ s}$

木板的速度  $v_5 = v'_3 + at_2 = 8 \text{ m/s}$  (1 分)

物块的速度为  $v_6 = 6 \text{ m/s}$  (1 分)

第三次碰撞过程中动量守恒, 动能不损失, 则:

$$Mv_5 + mv_6 = Mv'_5 + mv'_6 \text{ (1 分)}$$

$$\frac{1}{2}Mv_5^2 + \frac{1}{2}mv_6^2 = \frac{1}{2}Mv'^2_5 + \frac{1}{2}mv'^2_6 \text{ (1 分)}$$

解得:  $v'_5 = 7 \text{ m/s}, v'_6 = 9 \text{ m/s}$

则第  $n$  次碰后木板的速度为:  $v' = (3n - 2) \text{ m/s}$  (1 分)

(3) 木板在第一次碰前的位移为  $l = 1 \text{ m}$  (1 分)

之后两次相邻碰撞的时间间隔都为  $\Delta t = 2 \text{ s}$ , 木板在两次相邻碰撞之间的位移与物块的位移相同, 则从开始运动到第  $n$  次碰撞木板的总位移为:

$$s = 1 \text{ m} + [3 + 6 + 9 + \cdots + 3(n - 1)] \Delta t \text{ (1 分)}$$

其中  $n = 2, 3, 4, \dots$

$$\text{解得 } s = (3n^2 - 3n + 1) \text{ m} \text{ (1 分)}$$