

物理答案

1. 【答案】D 【详解】当“轿厢”向上做匀减速直线运动时，“轿厢”加速度向下，处于失重状态，钢丝绳拉力小于“轿厢”重力。此时，“对重”向下做匀减速运动，加速度向上，处于超重状态，故 ABC 错误，D 正确。

2. 【答案】C 【详解】根据题意可知，题图甲，乙中，导线在磁场中的有效长度均为 $L/2$ ，所以题图乙中弯折导线受到的安培力大小也为 F 。

3. 【答案】B 【详解】根据题意可知，两球碰撞时间极短，且不计一切摩擦，则碰撞过程中，两球组成系统的动量守恒，A. 图中表示小球 2 碰撞后与小球 1 初速度方向相反，不符合实际，故 A 错误；B. 图中表示两球碰撞后共速，可能实现，故 B 正确；CD. 图中表示两球碰撞后，两球组成系统的动量增加，不符合动量守恒定律，故 CD 错误。

4. 【答案】B 【详解】设第一次斜抛小球在空中运动的时间为 t ，小球在空中运动的逆运动是平抛运动，第二次平抛小球运动的时间为 t' ，则 $v_0 \cos \theta \cdot t = v_0 \cdot t'$ ，由于 $AB = 2AC$ ，所以有

$$\frac{1}{2}gt^2 = 2 \cdot \frac{1}{2}gt'^2, \text{ 联立两式解得 } \theta = 45^\circ$$

5. 【答案】A 【详解】BD. 根据题意可知，粒子经过 P 、 Q 两点时的速度大小相等，则 P 、 Q 两点在同一等势面上，与点电荷距离相等，结合牛顿第二定律可知，粒子在 P 、 Q 两点的加速度大小相等，方向不同，故 BD 错误；AC. 由图可知，带正电的粒子 q 从 M 点出发抵达 P 点做曲线运动，所受电场力方向指向轨迹内侧，则粒子从 $M \rightarrow Q$ 做直线运动，所受电场力方向由 $Q \rightarrow M$ ，粒子沿轨迹 2 运动时，电场力做负功，电势能一定增加，结合公式 $E_p = \varphi q$ 可知， M 点电势比 Q 点电势低，故 A 正确，C 错误。

6. 【答案】C 【详解】第一宇宙速度为 $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ，由题目所提供的信息可知，任何天体均存在其所对应的逃逸速度 $v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ ，太阳的半径为 R ，太阳的逃逸速度为 $\frac{c}{500} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ ，假定

太阳能够收缩成半径为 r 的黑洞，且认为质量不变 $v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}} > c$ ，解得 $\frac{R}{r} > 2.5 \times 10^5$ 。

7. 【答案】D 【详解】A. 由题图可知，汽车在 $0 \sim t_1$ 过程是恒加速度启动且此时是处于下坡路，其在 t_1 时刻达到最大功率，此后一直保持不变，汽车在 $t_2 \sim t_3$ 时处于匀速运动，其受力情况如图所示。

汽车受到的牵引力为 $F_{\text{牵}} = F_f - mg \sin \theta$

$$F_{\text{牵}} = F_f - mg \sin \theta$$

则汽车的最大功率为 $P_{\text{max}} = (F_f - mg \sin \theta) v_2$ ，故 A 错误；

B. 由于物体的 $v-t$ 图像表示物体的加速度，所以在 $0 \sim t_1$ 时

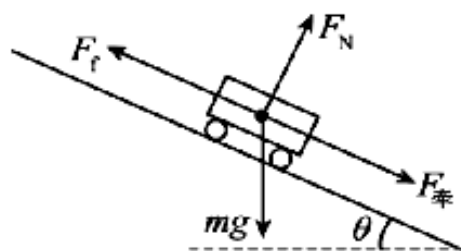
$$\text{ 间内汽车的加速度为 } a_1 = \frac{v_1 - 0}{t_1 - 0} = \frac{v_1}{t_1}$$

结合之前汽车的受力分析，对汽车有 $F_{\text{牵}1} + mg \sin \theta - F_f = ma_1$

解得 $F_{\text{牵}1} = m \frac{v_1}{t_1} + F_f - mg \sin \theta$ ，故 B 错误；

C. 由题图可知， t_3 时刻汽车的速度减小，而由题意可知，汽车受到的阻力没有变，所以此时汽车的牵引力小于阻力，即汽车由下坡路进入了水平路段，故 C 错误；

D. 汽车在 $t_3 \sim t_4$ 时间内，根据动能定理可得 $P_{\text{max}}(t_4 - t_3) - F_f x = \frac{1}{2}mv_3^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$



结合上述结论 $P_{\max} = (F_f - mg \sin \theta) v_2$

可解得 $x = \frac{2(F_f - mg \sin \theta) v_2 (t_4 - t_3) + m(v_2^2 - v_3^2)}{2F_f}$ ，故 D 正确。

8. 【答案】BD 【详解】A. 根据题意，由图可知，水波的波长为 $\lambda = 2a$ ，则水波通过尺寸为 $2.5a$ 的障碍物不能发生明显衍射，故 A 错误；B. 根据题意，由图可知，C 点距离振源的距离为 $x_C = 3\lambda = 6a$ ，A 点距离振源的距离为 $x_A = 1.5\lambda = 3a$ ，则到达第一个波峰的时刻，C 比 A 滞后 $t = \frac{x_C - x_A}{v} = \frac{3a}{v}$ ，故 B 正确；C. 质点不能随波逐流，则质点 B、C 之间的距离为 $10a$ 。保持不

变，故 C 错误；D. 根据题意可知，质点振动的振幅为 H ，圆频率为 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi v}{\lambda} = \frac{\pi v}{a}$ ，质点从负最大位移处开始振动，则 A 点的振动方程是 $y = H \sin\left(\frac{\pi v}{a}t + \frac{3\pi}{2}\right)$ ，故 D 正确。

9. 【答案】AD 【详解】A. 当托盘中没有放物体时，两电路图滑动变阻器接入电路的电阻均为 0，则电压表示数均为 0，故 A 错误；B. 经过 R_0 的电流增大，说明 R 接入电路阻值变小，盘中物体质量减小，故 B 错误；C. 当电压表示数为 2V 时，题图甲电路的电流为

$I_1 = \frac{E - U_1}{R_0 + r} = \frac{3 - 2}{0.4 + 0.1} \text{A} = 2 \text{A}$ ，则变阻器接入电路的电阻为 $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{2}{2} \Omega = 1 \Omega$ ，弹簧长度变化量

$x_1 = \frac{R_1}{R} L = 1 \text{cm}$ ，托盘中放上的物体质量为 $m_1 = \frac{kx_1}{g} = \frac{200 \times 0.01}{10} \text{kg} = 0.2 \text{kg}$ ，故 C 错误；D. 题

图乙中，设托盘上放上质量为 m_2 的物体时，弹簧的压缩量为 x_2 ，由平衡条件可得 $m_2 g = kx_2$ ，

解得 $x_2 = \frac{m_2 g}{k}$ ，由闭合电路欧姆定律可知 $I_2 = \frac{E - U_2}{R_0 + r}$ ，则 $R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_2 (R_0 + r)}{E - U_2} = \frac{x_2}{L} R$ ，联立

解得 $m_2 = \frac{kLU_2(R_0 + r)}{gR(E - U_2)}$ ，将 $U_2 = 2.4 \text{V}$ 代入得 $m_2 = 0.4 \text{kg}$ ，故 D 正确。

10. 【答案】CD 【详解】A. 导轨做初速为零的匀加速运动， t 时刻的速度 $v = at$ ，回路中感应电动势： $E = BLv = BLat$ ，可知回路中的电动势一直增大，选项 A 错误；B. 导轨运动以后，由 $v = at$ ，

$x = \frac{1}{2} at^2$ ， $R_x = R_0 \cdot 2x$ ， $I = \frac{E}{R_x + 3LR_0}$ ， $F_{\text{安}} = BIL$ ，得 $F_{\text{安}} = \frac{B^2 L^2 at}{(3L + at^2) R_0}$ ，导轨受外力 F ，安培力

$F_{\text{安}}$ 和滑动摩擦力 f 。其中有 $f = \mu F_N = \mu (mg + F_{\text{安}})$ ，对导轨，由牛顿第二定律得 $F - F_{\text{安}} - f = Ma$

联立得 $F = \mu mg + Ma + (\mu + 1) \frac{B^2 L^2 at}{(3L + at^2) R_0} = \mu mg + Ma + (\mu + 1) \frac{B^2 L^2 a}{(\frac{3L}{t} + at) R_0}$

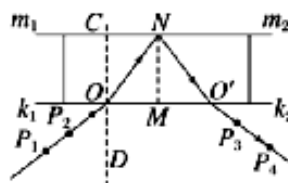
分析可知，当 $\frac{3L}{t} = at$ 即 $t = \sqrt{\frac{3L}{a}}$ 力 F 最大，则有 $F_{\max} = Ma + \mu mg + (\mu + 1) \frac{B^2 L^2 a}{2R_0 \sqrt{3La}}$

选项 B 错误；C. 克服安培力做功等于产生的焦耳热，可知若 t_0 时间内导轨产生的焦耳热为 Q ，则该时间内导轨克服安培力做功为 Q ，选项 C 正确；D. 又导轨克服摩擦力做功为

$W = \mu (mg + \bar{F}_{\text{安}}) x$ ，而 $Q = \bar{F}_{\text{安}} x$ ， $x = \frac{1}{2} at_0^2$ ，则有 $W = \frac{1}{2} \mu mg at_0^2 + \mu Q$ ，选项 D 正确。

11. 【答案】(1) $k_1 k_2$ (2) C (3) A

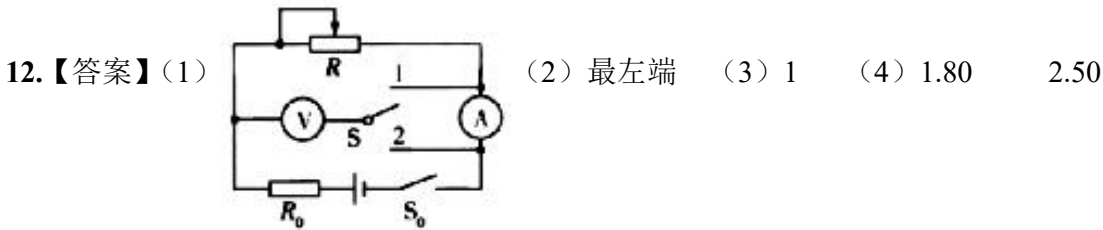
【解析】(1) 确定第三枚大头针 P_3 位置的作图方法：由于 $m_1 m_2$ 表面镀银，只能反射，所以光路为：入射光线、经过 $k_1 k_2$ 的折射光线、经过 $m_1 m_2$



的反射光线、再次经过 k_1k_2 的折射后的出射光线，作出此光路图如图所示，即可标出 P_3 的位置，则准备插第三枚大头针时，应在 k_1k_2 侧观察；

(2) 插第三枚大头针时，这枚大头针应同时挡住 P_1 和 P_2 的像，故选 C。

(3) 根据折射定律可得 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{AO_1}{OB_2} = \frac{AO_1}{OB_2} = \frac{AO_1}{OB_2} = \frac{AO_1}{OB_2}$ ，故选 A。



【解析】(1) 根据题图甲所示的电路，补全实验电路图如答图所示。

(2) 为了保护电路，开关闭合时，应使电路中的电流最小，则滑动变阻器接入电路的阻值应最大，结合题图甲可知开关闭合前滑动变阻器的滑片应滑到最左端位置。

(3) 当单刀双掷开关 S 接 1 时，电流表内接（相对于电源），由闭合电路欧姆定律可知 $U = E - I(r + r_A + R_0)$ ，当单刀双掷开关 S 接 2 时，电流表外接（相对于电源），由闭合电路欧

姆定律有 $E = U + (I + \frac{U}{R_V})(r + R_0)$ ，变形可得 $U = -\frac{(r + R_0)R_V}{r + R_0 + R_V}I + \frac{R_V}{r + R_0 + R_V}E$ ，则开关 S

接 1 时对应的 $U - I$ 图线的纵截距大于开关 S 接 2 时的，又题图丙中图线 I 的纵截距大于图线 II 的纵截距，可知图线 I 是开关 S 与 1 接通时对应的图线。

(4) (5) 结合 (4) 问分析由数形结合法可得，图线 I 的纵截距 $b_1 = 1.80 \text{ V} = E$ ，图线 I 的斜率的

绝对值 $|k_1| = \left| \frac{1.80 - 0}{0 - 0.36} \right| \Omega = 5 \Omega = r + r_A + R_0$ ，图线 II 的纵截距 $b_2 = 1.70 \text{ V} = \frac{R_V}{r + R_0 + R_V}E$ ，

图线 II 的斜率的绝对值 $|k_2| = \left| \frac{1.70 - 0}{0 - 0.40} \right| \Omega = \frac{(r + R_0)R_V}{r + R_0 + R_V}$ ，联立解得 $r = 2.50 \Omega$ 、 $r_A = 0.50 \Omega$ 、

$R_V = 76.50 \Omega$ 。

13. 【解析】(1) (6 分) 设激光射入该液体的入射角为 θ ，折射角为 α ，将 θ 、 α 标在光路图中，如图所示。

由几何关系可知 $\theta = 45^\circ$ (1 分)

$L_{MN} = \sqrt{10.00^2 + 5.00^2} \text{ cm} = 5\sqrt{5} \text{ cm}$ (1 分)

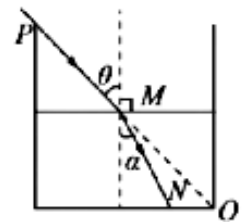
$\sin \alpha = \frac{5.00 \text{ cm}}{L_{MN}}$ (1 分)

又 $n = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha}$ (2 分) 解得 $n = 1.58$ (1 分)

(2) (4 分) 容器中注满该液体后，设激光射入该液体后的折射角仍为 α ，设光斑到 O 点的距离为 d ，

由几何关系 $\tan \alpha = \frac{L-d}{L}$ (2 分)

由 (1) 问 $\tan \alpha = \frac{1}{2}$ (1 分) 解得 $d = 10.00 \text{ cm}$ (1 分)



14. 【解析】(1) (6 分) 设第一辆车碰前瞬间的速度为 v_1 ，与第二辆车碰后的共同速度为 v_2 。

由动量守恒定律有 $mv_1 = 2mv_2$ (1 分)

由动能定理有 $-2kmg \cdot 12 = 0 - 12(2m)v_2^2$ (2 分)

则碰撞中系统损失的机械能 $\Delta E = 12mv_1^2 - 12(2m)v_2^2$ (2 分)，解得 $\Delta E = mkg l$ (1 分)

(2) (4 分) 设第一辆车推出时的速度为 v_0

由动能定理有 $-kmg l = 12mv_1^2 - 12mv_0^2$ (2 分)

冲量 $I = mv_0$ (1分), 解得 $I = m6gkl$ (1分)

15. 【解析】(1) (4分) 根据乙图, 图中图线所围成面积代表电势差, 则 $U_{OP} = \frac{E_0 R}{2}$ (1分)

由动能定理可得 $qU_{OP} = \frac{1}{2}mv^2$ (2分), 解得 $v = \sqrt{\frac{E_0 R q}{m}}$ (1分)

(2) (8分) 设带电粒子在磁场中运动的轨道半径为 r , 根据题意作轨迹图, 由向心力公式得 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, $r = \frac{mv}{qB} = \sqrt{3}R$ (2分)

设 $\angle O_1OP = \theta$, 由几何关系可知 $\tan \theta = \frac{r}{R}$, 解得 $\theta = \frac{\pi}{3}$ (1分)

所以 $\angle MOP = \frac{2\pi}{3}$ (1分)

粒子在磁场中运动过程所转过的角度为 $\theta_0 = 3 \times [2\pi - (\pi - \frac{2\pi}{3})] = 5\pi$ (1分)

粒子在磁场中运动总时间 $t_0 = \frac{\theta_0}{2\pi} T$ (1分)

粒子在磁场中运动周期为 $T = \frac{2\pi r}{v}$ (1分), 解得 $t_0 = 5\pi \sqrt{\frac{3mR}{qE_0}}$ (1分)

(3) (6分) 如图, 设改变释放位置后, 粒子在磁场中第一次从 S 点回到电场区域, 令 $\angle SOP = \theta'$, 粒子在磁场中运动的圆弧所对圆心角为 α , 根据题意可知:

$n\theta' = N \times 2\pi$, $\alpha = 2\pi - (\pi - \theta')$ (1分)

粒子在磁场中运动总时间为 $3t_0$, 所以 $n\alpha = 3\theta_0$, 解得 $n+2N=15$ (1分)

其中 n 和 N 均为正整数;

由题意可知 $\theta' < \frac{2\pi}{3}$, 则 $n\theta' = N \times 2\pi < n \frac{2\pi}{3}$, 解得 $n > 3N$ (1分)

联立 $n+2N=15$ 与 $n > 3N$, 解得 $N < 3$

①当 $N=1$, $n=13$ 时, 由几何关系可得 $\theta_1 = \frac{2\pi}{13}$, 则 $\tan \frac{\theta_1}{2} = \frac{r_1}{R}$

由洛伦兹力提供向心力公式得 $qv_1B = m \frac{v_1^2}{r_1}$

由动能定理可得 $\frac{1}{2} \frac{E_0 q}{R} x_1^2 = \frac{1}{2} m v_1^2$ (1分), 解得 $x_1 = \frac{\sqrt{3}}{3} R \tan \frac{\pi}{13}$ (1分)

②当 $N=2$, $n=11$ 时, 由几何关系可得 $\theta_2 = \frac{4\pi}{11}$, 同理解得 $x_2 = \frac{\sqrt{3}}{3} R \tan \frac{2\pi}{11}$ (1分)

