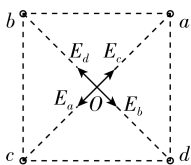


1. C 【命题点】原子结构和波粒二象性

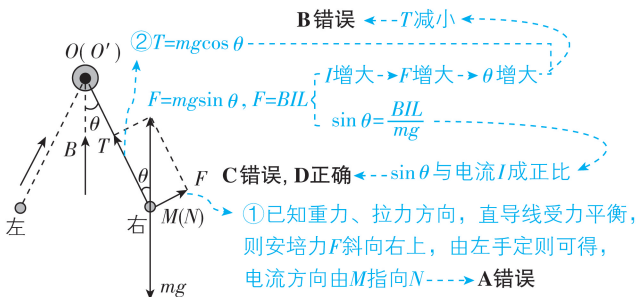
选项	分析	正误
A	玻尔的量子化模型解释了原子光谱的分立特征	×
B	玻尔的原子理论只能很好地解释氢原子光谱规律,并不能完全揭示微观粒子运动的规律	×
C	光电效应现象无法用经典的电磁理论解释,爱因斯坦的光子说能够完美地解释这一现象,揭示了光的粒子性	√
D	衍射现象揭示了电子(实物粒子)的波动性	×

2. A 【命题点】电场强度、电势的叠加

【解析】从右侧观察,作出带电绝缘棒在 O 点处产生的电场强度方向如图所示,因为绝缘棒完全相同,所以四根绝缘棒在 O 点产生的电场强度大小相等,设每根绝缘棒在 O 点处产生的电势为 φ ($\varphi > 0$),开始时, O 点处电场强度为零,电势 $\varphi_0 = 4\varphi$,移去 a 处的绝缘棒后, b 、 c 、 d 三处的绝缘棒在 O 点处产生的合电场强度与 a 处的绝缘棒在 O 点处产生的电场强度大小相等、方向相反,即电场强度方向垂直指向 a , O 处的电势为 $\varphi'_0 = 3\varphi$,电势减小, **A** 正确。



3. D 【命题点】安培力



4. B 【命题点】粒子的碰撞

【解析】中子和氢核的质量相等,设为 m ,中子和氢核发生弹性正碰,动量和机械能均守恒,质量相等速度交换,则碰后中子的速度 $v_{\text{中子}} = 0$,氢核速度 $v_1 = v_0$,则氢核动量为 $p_{\text{氢}} = mv_0$,动能 $E_{\text{氢}} = \frac{1}{2}mv_0^2$;中子与氮核相碰,中子质量小于氮核质量,中子被弹回,由动量守恒有 $mv_0 = -mv + p_{\text{氮}}$,所以 $p_{\text{氮}} > mv_0$, **A** 错误;中子与氮核相碰,中子和氮核组成的系统机械能守恒,总动能为 $\frac{1}{2}mv_0^2$,碰撞后中子反弹仍有动能,则 $E_{\text{氮}} < \frac{1}{2}mv_0^2$, **B** 正确;因为氮核动能小于氢核,且质量大于氢核,所以氮核的速度小于氢核速度,即 $v_1 = v_0 > v_2$, **C**、**D** 错误。

名师延展 在光滑水平面上,质量为 m_1 的小球 1 以速度 v_1 与质量为 m_2 的静止的小球 2 发生碰撞,



根据动量守恒定律有 $m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$,

根据机械能守恒定律有 $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 v'^2_2$,

联立解得 $v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$, $v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$ 。

(1) 若 $m_1 = m_2$, 可知 $v'_1 = 0$, $v'_2 = v_1$, 即碰后两小球交换速度。

(2) 若 $m_1 > m_2$, 可知 $v'_1 > 0$, $v'_2 > 0$, 两小球运动方向与小球 1 初始速度方向一致; 若 $m_1 \gg m_2$, 则 $v'_1 = v_1$, $v'_2 = 2v_1$, 小球 1 速度不变, 小球 2 获得的速度是小球 1 的速度的两倍。

(3) 若 $m_1 < m_2$, 可知 $v'_1 < 0$, 即碰后小球 1 被弹回; 若 $m_1 \ll m_2$, 则 $v'_1 = -v_1$, $v'_2 = 0$, 小球 1 原速率弹回, 小球 2 速度不变。

5. A 【命题点】受力分析

【解析】根据题意可知, 飘带上任一点受到的重力与风力的合力方向都相同, 故飘带近似为一条倾斜直线, 故选 A。

6. B 【命题点】理想变压器和电路的动态分析

【解析】由题意可知, 初始时原、副线圈的匝数比为 2:1, 则副线圈的电流为 $2I$, 根据欧姆定律可得副线圈的电压有效值为 $U_2 = 2IR_1$, 则变压器原线圈的电压有效值为 $U_1 = 2U_2 = 4IR_1$, 设输入交流电的电压有效值为 U_0 , 则 $U_0 = 4IR_1 + IR_2$, 可得 $I =$

$\frac{U_0}{4R_1 + R_2}$, 保持 P_1 位置不变, P_2 向左缓慢滑动的过程中, R_2 不

断减小, I 不断变大, 根据 $U_1 = 4IR_1$, 可知变压器原线圈的电压有效值变大, 输入电压有效值不变, 则 R_2 两端的电压不断变小, 则电压表示数 U 变小, 原线圈的电压和电流都变大, 则功率变大, 根据原、副线圈的功率相等, 可知 R_1 消耗的功率增大, B 正确, A 错误; 设原、副线圈的匝数比为 $n:1$, 同理可

得 $U'_1 = n^2 IR_1$, 则 $U_0 = n^2 IR_1 + IR_2$, 整理可得 $I = \frac{U_0}{n^2 R_1 + R_2}$, 保持

P_2 位置不变, P_1 向下缓慢滑动的过程中, n 不断变大, 则 I 变小, 对 R_2 由欧姆定律可知 $U = IR_2$, 可知 U 不断变小, 根据原、

副线圈的功率相等可知 R_1 消耗的功率 $P_0 = IU'_1 = \frac{U_0}{n^2 R_1 + R_2} \cdot$

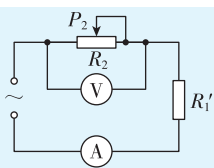
$\left(U_0 - \frac{U_0 R_2}{n^2 R_1 + R_2} \right)$, 整理可得 $P_0 = \frac{U_0^2}{n^2 R_1 + \frac{R_2^2}{n^2 R_1} + 2R_2}$, 可知 $n = 3$

时, R_1 消耗的功率有最大值, 可知 R_1 消耗的功率先增大后减小, C、D 错误。

一题多解 用等效电路的方法, 如

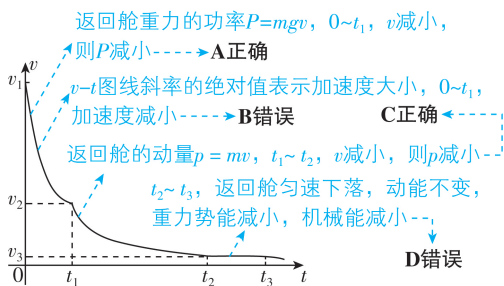
图所示, 等效电阻 $R'_1 = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 R_1$, 则

P_1 向下滑动的过程中, R'_1 增大, 则外



电路总电阻增大, I 减小, U 减小, C 错误; 将滑动变阻器当作电源内阻, 当外电阻等于内阻时, 等效电阻消耗功率最大, 此时原、副线圈匝数比为 3:1, 因变压器不消耗电能, 故等效电阻消耗的电功率就是 R_1 消耗的电功率, 故消耗功率先增后减, 匝数比为 3:1 时最大, D 错误。

7. AC 【命题点】运动图像、机械能

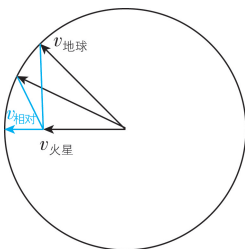


8. CD 【命题点】万有引力与航天

【解析】由 $\frac{r_{\text{火}}^3}{r_{\text{地}}^3} = \frac{T_{\text{火}}^2}{T_{\text{地}}^2}$ 得, $\frac{T_{\text{火}}}{T_{\text{地}}} = \sqrt{\frac{r_{\text{火}}^3}{r_{\text{地}}^3}} =$

$$\sqrt{\frac{27}{8}}, \text{A 错误};$$

由万有引力充当向心力有 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$, 解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$,



地球轨道半径小于火星, 故在冲日处地球速度大于火星速度, 火星相对地球向后运动, 地球上观测者观测到火星由东向西运动, 为逆行, **B 错误, C 正确**; 火星相对地球的速度大小为两者速度之差, 如图所示, 在冲日处地球的线速度和火星的线速度方向相同, 相对速度最小, **D 正确**。

9. BC 【命题点】力的合成与分解

【解析】飞行器以 10 m/s 的速率匀速下落时, 有 $100k(\text{N}) = Mg$, 飞行器以 5 m/s 的速率匀速向上运动时, 有 $F_{\text{m}} = 25k(\text{N}) + Mg$, 解得 $F_{\text{m}} = 1.25Mg$, $k = \frac{Mg}{100}$, **A 错误**; 当飞行器以

$v_1 = 5 \text{ m/s}$ 的速率匀速水平飞行时, 发动机推力的大小为 $F = \sqrt{(Mg)^2 + (kv_1^2)^2} = \frac{\sqrt{17}}{4}Mg$, **B 正确**; 当发动机以最大推力推

动飞行器匀速水平飞行时, 有 $F_{\text{m}} = \sqrt{(Mg)^2 + (kv^2)^2}$, 解得 $v = 5\sqrt{3} \text{ m/s}$, **C 正确**; 当飞行器以 $v' = 5 \text{ m/s}$ 的速率向上减速飞行时, 满足 $F_{\text{m}} + Mg + kv'^2 = Ma$, 此时加速度最大, 解得最大加速度为 $a = 2.5g$, **D 错误**。

10. BD 【命题点】电磁感应与平抛运动的综合

【解析】导体棒 a 在导轨上向右运动, 根据右手定则可知, 产生的感应电流向里, 流过导体棒 b 的电流向里, 由左手定则可知, 导体棒 b 受到向左的安培力, 则导体棒 b 有向左运动的趋势, **C 错误**; 导体棒 b 与电阻 R 并联, 由闭合电路欧姆定律得, 通过导体棒 a 的电流 $I = \frac{BLv}{R + \frac{R}{2}}$, 当导体棒 a 运动到

导轨最右端时, 导体棒 b 刚要滑动, 此时有 $B \cdot \frac{I}{2} \cdot L = \mu mg$, 联立解得导体棒 a 运动到导轨最右端时的速度为 $v = 3 \text{ m/s}$, 导体棒 a 做平抛运动时, 有 $x = vt$, $h = \frac{1}{2}gt^2$, 联立解得导体棒 a 离开导轨至落地过程中水平位移为 $x = 1.2 \text{ m}$, **A**

错误;导体棒 a 离开导轨至落地前做平抛运动,水平速度切割磁感线,则产生的感应电动势不变,**B 正确**;导体棒 a 在导轨上运动的过程中,通过干路的电荷量为 $q = \bar{I} \Delta t = \frac{BL \Delta x}{R + \frac{1}{2}R} =$

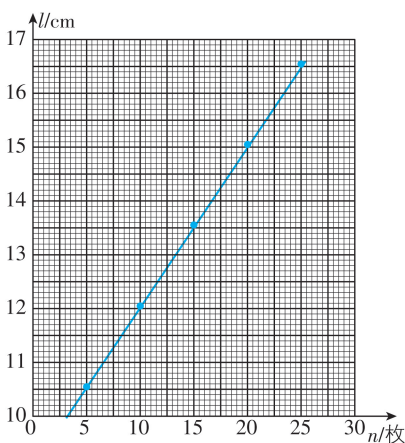
$$\frac{0.1 \times 1 \times 1.74}{0.15} \text{ C} = 1.16 \text{ C}, \text{导体棒 } b \text{ 与电阻 } R \text{ 并联,则通过电阻}$$

R 的电荷量为 $q_R = \frac{q}{2} = 0.58 \text{ C}$,**D 正确**。

11. (3) 见解析(2分) (4) 15.35(2分) (5) 127(2分)

【命题点】测量玩具质量的实验

【解析】(3) 根据表中数据描点连接,如图所示。



(4) 刻度尺的分度值为 1 mm , 则橡皮筋的长度 $l' = 15.35 \text{ cm}$ 。

(5) 橡皮筋的弹力与其长度关系为 $F = k(l - l_0)$, 图像的斜率大小等于橡皮筋的劲度系数大小, 有 $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} =$

$$\frac{(25-5) \times 6.05 \times 10^{-3} \times 9.8}{16.56 - 10.51} \text{ N/cm} = 0.196 \text{ N/cm}, \text{ 将 } k =$$

0.196 N/cm 、 $n=25$ 和 $l=16.56 \text{ cm}$ 代入 $F=k(l-l_0)$ 可得橡皮筋的原长 $l_0 = 9.00 \text{ cm}$, 挂上冰墩墩时 $l' = 15.35 \text{ cm}$, 由 $mg = k(l' - l_0)$, 解得 $m = 127 \text{ g}$ 。

12. (1) 大于(2分) (2) $\times 10$ (2分) (3) 向上(2分)

(4) 400(3分)

【命题点】用欧姆表测量电阻阻值实验

【解析】(1) 将 R_0 、 R_s 和电流计内阻 R_G 看作一个整体, 分别与 R_n 和 R_m 串联, 电源电动势不变, $I = \frac{E}{R_{\text{总}}}$, 由于 $R_n > R_m$, 所以 $I_m > I_n$ 。

(2) 将单刀双掷开关 S 与 n 接通, 电路的总电阻较大, 中值电阻较大, 能接入待测电阻的阻值较大, 此时欧姆表的挡位为“ $\times 10$ ”挡位。

(3) 从“ $\times 1$ ”挡位换成“ $\times 10$ ”挡位, 即开关 S 从 m 拨向 n , 电路电阻增大, 干路电流减小, ①②短接时, 为了使电流表满偏, 则需要增大通过电流计 G 所在支路的电流, 所以需要将 R_0 的滑片向上调节。

(4) 设欧姆调零后欧姆表的内阻为 $R_{\Omega} = \frac{E}{I_{\text{max}}}$, I_{max} 为电流表

满偏时电路的总电流。当指针偏转到满偏刻度的 $\frac{2}{3}$ 时,有

$$\frac{2}{3}I_{\max} = \frac{E}{R_{\Omega} + R_1}, \text{当指针偏转到满偏刻度的}\frac{1}{3}\text{时,有}\frac{1}{3}I_{\max} = \frac{E}{R_{\Omega} + R_x}, \text{解得 } R_x = 400 \Omega.$$

13. (1) $\frac{(R_1 + R_2)mgd}{R_2q}$ (2) $\frac{mv}{2qd}$ (3) $\frac{mg}{2q}$

【命题点】带电小球在电磁场中的运动

【解析】(1) 小球在两极板间做匀速圆周运动, 则小球受到的电场力与重力大小相等, 即 $q \frac{U}{d} = mg$ (2分)

解得 $U = \frac{mgd}{q}$ (1分)

电容器两端电压与 R_2 两端电压相等, 则有

$$U = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E_0$$
 (2分)

联立解得 $E_0 = \frac{(R_1 + R_2)mgd}{R_2q}$ (1分)

(2) 设小球在磁场中做圆周运动的半径为 R , 小球在两极板间运动的轨迹如图甲所示,

由几何关系得 $R^2 = (R - d)^2 + (\sqrt{3}d)^2$

(1分)

解得 $R = 2d$,

由牛顿第二定律得 $qvB = m \frac{v^2}{R}$ (2分)

解得 $B = \frac{mv}{qR} = \frac{mv}{2qd}$ (1分)

(3) 当小球所受电场力垂直于小球速度方向时, 电场强度最小, 此时电场力方向如图乙所示, 则有

$$qE' = mg \sin 30^\circ$$
 (2分)

解得 $E' = \frac{mg}{2q}$ (1分)

14. (1) $\sqrt{\frac{(1+\lambda)h}{(1-\lambda)H}}$ (2) $\frac{2(1-\lambda)mg(H-h)}{h-h_0}$ (3) 见解析

【命题点】动能定理

【解析】(1) 篮球下落过程中, 根据动能定理有 $(1-\lambda)mgH =$

$$\frac{1}{2}mv_1^2$$
 (1分)

解得 $v_1 = \sqrt{2(1-\lambda)gH}$,

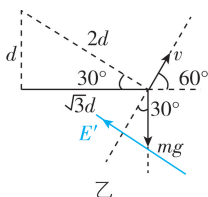
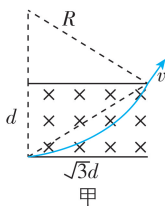
篮球弹起过程中, 根据动能定理有 $-(1+\lambda)mgh = 0 - \frac{1}{2}mv_2^2$

(1分)

解得 $v_2 = \sqrt{2(1+\lambda)gh}$,

所以碰后速率与碰前速率之比 $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{(1+\lambda)h}{(1-\lambda)H}}$ (1分)

(2) $F-y$ 图像中图线与坐标轴围成的面积表示力 F 做的功, 在篮球从力 F 作用开始到落到地面时, 由动能定理有



$$\frac{1}{2}F_0(h-h_0)+mgh-\lambda mgh=\frac{1}{2}mv_1'^2 \quad (1 \text{ 分})$$

设篮球与地面碰撞后速率为 v_2' , 则有 $\frac{v_2'}{v_1'} = \sqrt{\frac{(1+\lambda)h}{(1-\lambda)H}}$,

篮球弹起后运动到 h 高度过程中, 由动能定理有

$$-(1+\lambda)mgh=0-\frac{1}{2}mv_2'^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } F_0 = \frac{2(1-\lambda)mg(H-h)}{h-h_0} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(3) \text{ 运动员拍击一次篮球后瞬间其动能为 } E_{k0} = \frac{I^2}{2m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{下落至地面时动能 } E_{k1} = E_{k0} + (1-\lambda)mgh \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{设第一次拍击后篮球反弹高度为 } h_1, \text{ 与地面碰撞后动能 } E'_{k1} = (1+\lambda)mgh_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由与地面碰撞前后速率关系有 } E'_{k1} = \mu E_{k1} \left[\text{其中 } \mu = \frac{(1+\lambda)h}{(1-\lambda)H} \right], \text{ 解得 } h_1 = \frac{\mu E_{k0}}{(1+\lambda)mg} + \frac{\mu(1-\lambda)h}{1+\lambda} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{第二次拍击后篮球反弹高度为 } h_2, E_{k2} = E_{k0} + mgh_1(1-\lambda), E'_{k2} = \mu E_{k2} = (1+\lambda)mgh_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } h_2 = \frac{\mu E_{k0}}{(1+\lambda)mg} + \frac{\mu(1-\lambda)h_1}{1+\lambda} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{同理, 第 } N \text{ 次拍击后篮球反弹高度 } h_N = \frac{\mu E_{k0}}{(1+\lambda)mg} + \frac{\mu(1-\lambda)}{1+\lambda} h_{N-1} = \frac{I^2}{2m^2g} \cdot \frac{h}{(1-\lambda)H} + \frac{h}{H} h_{N-1} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{令 } p = \frac{I^2 h}{2m^2 g (1-\lambda) H}, q = \frac{h}{H}, \text{ 则有 } h_N = p + q h_{N-1} = p + q(p + q h_{N-2}) = p + qp + q^2(p + q h_{N-3}) = \cdots = p + qp + q^2 p + \cdots + q^{N-1} p + q^N h = \frac{p(1-q^N)}{1-q} + q^N h, \text{ 由题意可知 } h_N = H, \text{ 解得}$$

$$I = m \sqrt{\frac{2g(H^{N+1} - h^{N+1})(1-\lambda)(H-h)}{(H^N - h^N)h}} \quad (2 \text{ 分})$$

15. (1) ABE 【命题点】分子热运动和热力学第二定律

【解析】由题意可知分子热运动速率较大的气体分子将聚集到环形管边缘部位, 从 B 端流出, 分子热运动速率较小的气体分子将聚集到环形管中心部位, 中心部位气流与分离挡板碰撞后反向, 从 A 端流出, 根据温度是分子平均动能的标志可知, B 端为热端, A 端为冷端, A 端流出的气体分子热运动平均速率一定小于 B 端流出的, **A、B 正确**; 由上述分析知从 A 端流出的气体分子平均动能小于从 B 端流出的, 内能还与分子数有关, 则不能得出 A 端流出的气体内能一定大于 B 端流出的气体内能的结论, **C 错误**; 该装置不违背热力学第二定律, **D 错误, E 正确**。

$$(2) \text{ (i) } 1.00 \times 10^5 \text{ Pa} \quad \text{(ii) } 1 \text{ N}$$

【命题点】玻意耳定律

$$\text{【解析】(i) 当活塞处于 } A \text{ 位置时, 对活塞和金属丝整体受力分析, 有 } p_1 S + (m_1 + m_2)g = p_0 S \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } p_1 = 1.00 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (1 \text{ 分})$$

(ii) 当活塞处于 B 位置时, 设汽缸中的气体压强为 p_2 ,

由玻意耳定律有 $p_1 V_0 = p_2 (V_0 + Sh)$ (2分)

对活塞和金属丝整体受力分析有

$$p_2 S + (m_1 + m_2)g + F = p_0 S \quad (2分)$$

解得 $F = 1 \text{ N}$ (1分)

16. (1) ABD 【命题点】机械振动和机械波

【解析】由题图(b)可知, x 从 0.05 m 到 0.15 m 的过程中, 木棒受到的回复力先减小到零后反向增大, 故木棒在竖直方向的速度先增大到最大后逐渐减小, 再根据速度的合成可知, 合速度也是先增大到最大, 再逐渐减小, 故木棒的动能先增大后减小, **A 正确**; x 从 0.21 m 到 0.25 m 的过程中, 木棒受到的浮力较小且逐渐变大, 则受到的回复力竖直向下, 加速度方向竖直向下, 大小逐渐变小, **B 正确**; $x = 0.35 \text{ m}$ 和 $x = 0.45 \text{ m}$ 时, 木棒所受浮力相等, 则木棒所受回复力相等, 木棒在竖直方向的速度大小相等, 方向相反, 与水平方向速度合成后, 木棒在两个位置的速度大小相等, 方向既不相同也不相反, **C 错误**; 木棒受到的最大浮力和最小浮力的差值为 $F_1 - F_2$, 等于两倍振幅长度的木棒部分受到的浮力大小, 即 $F_1 - F_2 = \rho S g \cdot 2A$, 解得 $A = \frac{F_1 - F_2}{2\rho S g}$, **D 正确**; 木棒的运动是质点的运动, 而不是机械振动的传播, **E 错误**。

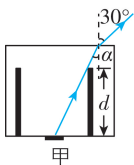
$$(2) (i) \frac{2}{5} \sqrt{15} \text{ mm} \quad (ii) \frac{10\sqrt{3}-12}{15} \text{ mm}$$

【命题点】光的折射与全反射

【解析】(i) 若可视角度为 60° , 则光线射入空气的折射角为 30° , 作出光路图如图甲所示,

$$\text{由折射定律可知 } \frac{\sin 30^\circ}{\sin \alpha} = 2 \quad (2分)$$

$$\text{解得 } \sin \alpha = \frac{1}{4},$$



$$\text{由几何关系可知 } \tan \alpha = \frac{L}{d} \quad (1分)$$

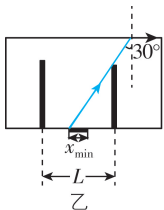
$$\text{解得 } d = \frac{2}{5} \sqrt{15} \text{ mm} \quad (1分)$$

(ii) 由题意可知, 可视角度刚好为 180° 时, 意味着光线到达界面时恰好发生全反射,

$$\text{根据全反射规律有 } \sin C = \frac{1}{n} \quad (2分)$$

$$\text{解得 } C = 30^\circ,$$

则像素单元左边的点射出的光线经过右边屏障顶端时, 像素单元的宽度 x 最小, 设为 x_{\min} , 此时光线与屏障的夹角为 30° , 如图乙所示,



$$\text{则有 } \frac{\frac{L}{2} + \frac{x_{\min}}{2}}{d} = \tan 30^\circ \quad (1分)$$

$$\text{解得 } x_{\min} = \frac{10\sqrt{3}-12}{15} \text{ mm} \quad (1分)$$