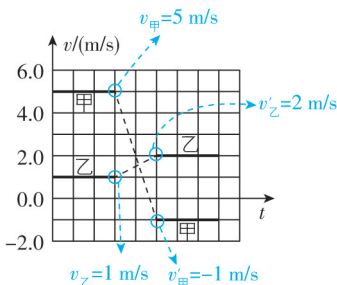


14. B 【命题点】楞次定律的应用以及右手螺旋定则

【解析】开关 S 由断开状态拨至 M 端或 N 端,线圈中的电流会突然增大,穿过右边圆环的磁通量会突然增大,根据楞次定律可知,圆环会向右运动来阻碍磁通量的增大, B 正确。

15. A 【命题点】动量守恒定律和能量守恒定律



由于不受外力作用,甲、乙碰撞过程动量守恒,则有 $m_{\text{甲}}v_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}v_{\text{乙}} = m_{\text{甲}}v'_{\text{甲}} + m_{\text{乙}}v'_{\text{乙}}$, 解得 $m_{\text{乙}} = 6 \text{ kg}$, 所以碰撞过程两物块损失的机械能为 $\Delta E = \frac{1}{2}m_{\text{甲}}v_{\text{甲}}^2 + \frac{1}{2}m_{\text{乙}}v_{\text{乙}}^2 - \frac{1}{2}m_{\text{甲}}v_{\text{甲}}'^2 - \frac{1}{2}m_{\text{乙}}v_{\text{乙}}'^2 = 3 \text{ J}$, A 正确。

易错警示 不注意速度的正、负,盲目代入数值,可解得 $m_{\text{乙}} = 4 \text{ kg}$,从而解得碰撞过程两物块损失的机械能为 6 J,错选 D。要注意动量是矢量,所以在应用动量定理和动量守恒定律时,一定要注意研究对象的速度与受力方向,即先设定正方向,明确每个速度的正负,如本题中碰撞后甲的速度为负,在计算时要带上负号。

16. D 【命题点】万有引力定律及其应用

【解析】在地球表面,质量为 m 的物体所受重力满足 $mg = \frac{GMm}{R^2}$, 可得地球表面的重力加速度满足 $g = \frac{GM}{R^2}$, 同理可知,

月球表面的重力加速度 $g_{\text{月}} = \frac{GM_{\text{月}}}{R_{\text{月}}^2}$, 则 $\frac{g_{\text{月}}}{g} = \frac{\frac{GM_{\text{月}}}{R_{\text{月}}^2}}{\frac{GM}{R^2}}$, 根据题意

可知,地球半径 R 是月球半径的 P 倍,地球质量是月球质量的 Q 倍,解得 $g_{\text{月}} = \frac{P^2}{Q}g$, “嫦娥四号”绕月球做匀速圆周运动,

万有引力提供向心力,设“嫦娥四号”的质量为 m_0 , 则有 $\frac{GM_{\text{月}}m_0}{(KR_{\text{月}})^2} = \frac{m_0v^2}{KR_{\text{月}}}$, 可得“嫦娥四号”绕月球做圆周运动的速率

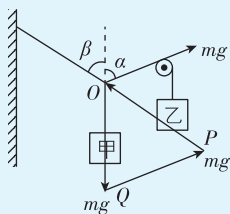
$$v = \sqrt{\frac{GM_{\text{月}}}{KR_{\text{月}}}} = \sqrt{\frac{gRP}{KQ}}, \text{ D 正确。}$$

易错警示 此类题的易错点在于物理量的对应。月球表面的重力加速度 $g_{\text{月}} = \frac{GM_{\text{月}}}{R_{\text{月}}^2}$, 对应的是月球的质量与月球的半径,而“嫦娥四号”绕月球做圆周运动的速率 $v = \sqrt{\frac{GM_{\text{月}}}{r}}$ 对应的是“嫦娥四号”到月心的距离以及月球的质量。

17. B 【命题点】共点力的平衡问题

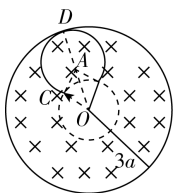
【解析】设甲、乙两物体的质量均为 m , O 点与墙连接的绳上的拉力为 T , 则 O 点与甲、乙相连的绳上的拉力均为 mg , 以 O 点为研究对象, 在水平方向有 $mg\sin\alpha - T\sin\beta = 0$, 在竖直方向有 $mg\cos\alpha + T\cos\beta = mg$, 联立可得 $\sin(\beta + \alpha) = \sin\beta$, 则 $\beta = \frac{180^\circ - \alpha}{2} = 55^\circ$, **B 正确**。

【一题多解】以 O 点为研究对象, 由于物体处于平衡状态, 作出受力的矢量三角形, 如图所示, 可得 $\angle QOP = \angle OPQ = \beta$, $\angle OQP = \alpha$, 所以 $\beta = \frac{180^\circ - \alpha}{2} = 55^\circ$ 。



18. C 【命题点】电子在有界磁场中的运动

【解析】设电子在磁场中做匀速圆周运动的半径为 r , 根据洛伦兹力提供向心力有 $Bev = \frac{mv^2}{r}$, 可得 $r = \frac{mv}{Be}$, 要求磁场的磁感应强度最小, 即圆周运动的半径最大, 如图所示, 圆周运动的半径最大时, 轨迹圆与外圆相切, 根据两圆内切可知, 边界圆圆心 O 、轨迹圆圆心 A 与切点 D 在一条直线上, 根据几何关系可得 $(3a - r)^2 = r^2 + a^2$, 解得 $r = \frac{4}{3}a$, 则磁感应强度的最小值 $B_{\min} = \frac{3mv}{4ae}$, **C 正确**。



19. AC 【命题点】人工放射性元素的产生、衰变反应

两个反应方程为 ${}_2^4\text{He} + {}_{13}^{27}\text{Al} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{X} + {}_0^1\text{n}$; ${}_{15}^{30}\text{X} \rightarrow {}_{14}^{30}\text{Y} + {}_1^0\text{e}$ 。

选项	分析	正误
A	X 的质量数等于 Y 的质量数, 均为 30	✓
B	X 的电荷数 15 比 Y 的电荷数 14 多 1	×
C	X 的电荷数 15 比 ${}_{13}^{27}\text{Al}$ 的电荷数 13 多 2	✓
D	X 的质量数 30 比 ${}_{13}^{27}\text{Al}$ 的质量数 27 多 3	×

20. AD 【命题点】原线圈含负载的理想变压器问题

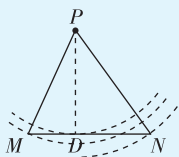
【解析】由题图(b)可知, 交流电的周期为 0.02 s , 所以所用交流电的频率为 50 Hz , **A 正确**; 由题图(b)可知 R_2 中的电流的有效值 $I_2 = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = 1\text{ A}$, 所以 R_2 两端的电压 $U_2 = I_2 R_2 = 10\text{ V}$, 根据理想变压器电压与匝数的关系可知, 原线圈两端的电压 $U_1 = \frac{n_1}{n_2} U_2 = 100\text{ V}$, 根据串联分压可知, R_1 两端的电压 $U' = U - U_1 = 120\text{ V}$, 即电压表的示数为 120 V , **B 错误**; 根据欧姆定律可得, R_3 中的电流 $I_3 = \frac{U_2}{R_3} = 0.5\text{ A}$, 即电流表的示数为 0.5 A , **C 错误**; 变压器传输的电功率 $P = U_2(I_2 + I_3) = 10 \times (1 + 0.5)\text{ W} = 15.0\text{ W}$, **D 正确**。

方法拓展 对于原线圈含负载的理想变压器问题,电阻与原线圈串联的情况,流过原线圈的电流与流过电阻的电流相同,所以要找原、副线圈的电流关系;电阻与原线圈并联的情况,直接用输入电压计算即可。

21. BC 【命题点】点电荷周围电场的性质、电场力和电势能的分析

【解析】根据几何关系可知,沿 MN 边从 M 点到 N 点,线段上的点到 P 点的距离先减小后增大,且 $PM < PN$ 。根据 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 可知,沿 MN 边,从 M 点到 N 点,电场强度的大小先增大后减小, **A 错误**;根据越靠近正电荷电势越高可知,沿 MN 边,从 M 点到 N 点,电势先增大后减小,且有 $\varphi_M > \varphi_N$, **B 正确**;根据正电荷在电势高的位置电势能大可知,正电荷在 M 点的电势能比其在 N 点的电势能大,将正电荷从电势高处移动到电势低处,电场力做正功, **C 正确, D 错误**。

一题多解 以 P 点为圆心作同心圆,由于 P 点处电荷的电荷量 $q > 0$,所以圆的半径越小,电势越高,则 $\varphi_D > \varphi_M > \varphi_N$,对于正电荷,有 $E_{pD} > E_{pM} > E_{pN}$,在点电荷形成的电场中,越靠近场源电荷,电场强度的大小越大,则 $E_D > E_M > E_N$,故 **B、C 正确, A、D 错误**。



知识拓展 在点电荷形成的电场中,距离点电荷为 r 处某点的电场强度的大小 $E = \frac{kq}{r^2}$,以无穷远处为电势零点,则该点的电势大小 $\varphi = \frac{kq}{r}$,可得 $E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta r}$ (可用导数观点理解),即在 $\varphi-x$ 图像中图线的斜率大小表示电场强度大小。

22. 0.36(2分) 1.80(2分) B、P 之间的距离(2分)

【命题点】验证动能定理实验的数据处理

【解析】根据匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于这段时间内的平均速度可得,打出 B 点时小车的速度大小 $v_B = \frac{\Delta x}{2T} = \frac{4.00-2.56}{2 \times 0.02} \times 10^{-2} \text{ m/s} = \mathbf{0.36 \text{ m/s}}$;同理可得,打出 P 点时小车的速度大小 $v_P = \frac{\Delta x'}{2T} = \frac{57.86-50.66}{2 \times 0.02} \times 10^{-2} \text{ m/s} = \mathbf{1.80 \text{ m/s}}$;要验证动能定理,设小车的质量为 M ,钩码的质量为 m ,则小车从 B 点到 P 点动能的变化量 $\Delta E_k = \frac{1}{2}Mv_P^2 - \frac{1}{2}Mv_B^2$,钩码的质量远小于小车的质量时,钩码的重力近似等于小车所受的合外力,故合外力做功 $W_{\text{合}} = mgh_{BP}$,所以需要测量 **B、P 之间的距离**。

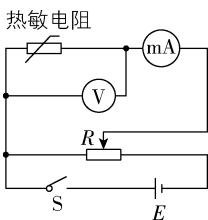
知识拓展 纸带是力学实验中涉及数据处理问题时常用的器材,涉及求解的物理量:一是打某点时的速度,用中间时刻的速度代替瞬时速度,二是求加速度,用逐差法进行求解。

23. (1) 见解析图(2分) (2) 1.8(2分) (3) 25.5(2分)

(4) R_1 (1分) 1.2(2分)

【命题点】热敏电阻特性曲线的描绘、电路的设计以及数据的处理

【解析】(1) 由于采用伏安法测热敏电阻的阻值,且滑动变阻器的总阻值比热敏电阻的阻值小得多,同时需要较大的测量范围,故滑动变阻器采用分压式接法,由于电压表可视为理想电表,即其分流效果为零,但电流表的分压效果不为零,故电流表采用外接法,电路图如图所示。



(2) 根据欧姆定律可得,此时热敏电阻的阻值为 $R = \frac{U}{I} =$

$$\frac{5.5}{3.0 \times 10^{-3}} \Omega \approx 1.8 \text{ k}\Omega.$$

(3) 根据题图(a)可知,当热敏电阻的阻值为 $2.2 \text{ k}\Omega$ 时,室温为 25.5°C 。

(4) 当环境温度升高时,热敏电阻的阻值减小,电路中总电阻减小,根据闭合电路欧姆定律可知,总电流增大,定值电阻两端的电压增大,热敏电阻两端的电压减小,根据题意可知, R_1 为热敏电阻;根据题图(a)可知,环境温度为 50°C 时,热敏电阻的阻值为 $0.8 \text{ k}\Omega$,热敏电阻两端的电压为 4 V ,

根据串联电路中电流相等可得 $I = \frac{4 \text{ V}}{R_1} = \frac{6 \text{ V}}{R_2}$,解得 $R_2 = 1.2 \text{ k}\Omega$ 。

▶ **关键点拨** 能否根据题图(a)分析热敏电阻的阻值变化趋势是解答本题的关键。

24. 见解析

【命题点】电磁感应定律与力学问题的综合

【解析】当导体棒与金属框接触的两点间棒的长度为 l 时,由法拉第电磁感应定律知,导体棒上感应电动势的大小为

$$E = Blv \quad ① \quad (2 \text{ 分})$$

由欧姆定律,流过导体棒的感应电流为

$$I = \frac{E}{R} \quad ② \quad (2 \text{ 分})$$

式中, R 为这一段导体棒的电阻。按题意有

$$R = rl \quad ③ \quad (2 \text{ 分})$$

此时导体棒所受安培力大小为

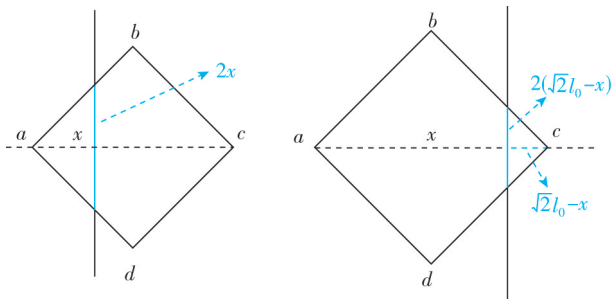
$$f = BIl \quad ④ \quad (2 \text{ 分})$$

由题设和几何关系有

$$l = \begin{cases} 2x, & 0 \leq x \leq \frac{\sqrt{2}}{2} l_0 \\ 2(\sqrt{2} l_0 - x), & \frac{\sqrt{2}}{2} l_0 < x \leq \sqrt{2} l_0 \end{cases} \quad ⑤ \quad (2 \text{ 分})$$

联立①②③④⑤式得

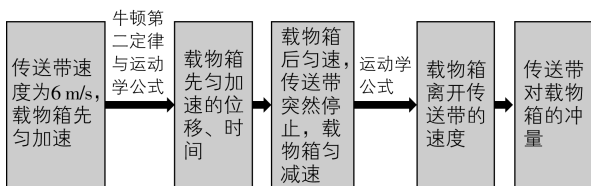
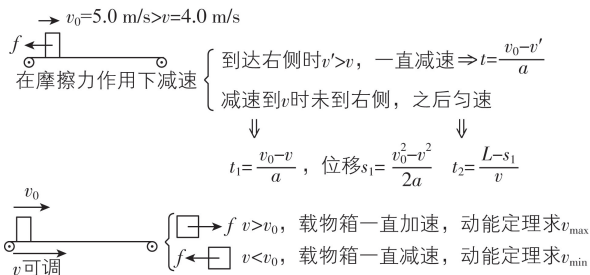
$$f = \begin{cases} \frac{2B^2 v}{r} x, & 0 \leq x \leq \frac{\sqrt{2}}{2} l_0 \\ \frac{2B^2 v}{r} (\sqrt{2} l_0 - x), & \frac{\sqrt{2}}{2} l_0 < x \leq \sqrt{2} l_0 \end{cases} \quad (2 \text{ 分}) \quad ⑥$$



25. (1) 2.75 s (2) $4\sqrt{3}$ m/s $\sqrt{2}$ m/s (3) 0

【命题点】力学和运动学规律的综合应用

【思路点拨】



【解析】(1) 传送带的速度为 $v = 4.0$ m/s 时, 载物箱在传送带上先做匀减速运动, 设其加速度大小为 a , 由牛顿第二定律有

$$\mu mg = ma \quad (1 \text{ 分}) \quad ①$$

设载物箱滑上传送带后匀减速运动的距离为 s_1 , 由运动学公式有

$$v^2 - v_0^2 = -2as_1 \quad (1 \text{ 分}) \quad ②$$

联立①②式, 代入题给数据得

$$s_1 = 4.5 \text{ m} \quad (1 \text{ 分}) \quad ③$$

因此, 载物箱在到达右侧平台前, 速度先减小至 v , 然后开始做匀速运动。设载物箱从滑上传送带到离开传送带所用的时间为 t_1 , 做匀减速运动所用的时间为 t'_1 , 由运动学公式有

$$v = v_0 - at'_1 \quad (1 \text{ 分}) \quad ④$$

$$t_1 = t'_1 + \frac{L - s_1}{v} \quad (1 \text{ 分}) \quad ⑤$$

联立①③④⑤式并代入题给数据得

$$t_1 = 2.75 \text{ s} \quad (1 \text{ 分}) \quad ⑥$$

(2) 当载物箱滑上传送带后一直做匀减速运动时, 到达右侧平台时的速度最小, 设为 v_1 ; 当载物箱滑上传送带后一直做匀加速运动时, 到达右侧平台时的速度最大, 设为 v_2 。由动能定理有

$$-\mu mgL = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (7)$$

$$\mu mgL = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (8)$$

由⑦⑧式并代入题给条件得

$$v_1 = \sqrt{2} \text{ m/s}, v_2 = 4\sqrt{3} \text{ m/s} \quad (9)$$

(3) 传送带的速度为 $v = 6.0 \text{ m/s}$ 时, 由于 $v_0 < v < v_2$, 载物箱先做匀加速运动, 加速度大小仍为 a 。设载物箱做匀加速运动通过的距离为 s_2 , 所用时间为 t_2 , 由运动学公式有

$$v = v_0 + at_2 \quad (10)$$

$$v^2 - v_0^2 = 2as_2 \quad (11)$$

联立⑩⑪式并代入题给数据得

$$t_2 = 1.0 \text{ s} \quad (12)$$

$$s_2 = 5.5 \text{ m} \quad (13)$$

因此载物箱加速运动 1.0 s 、向右运动 5.5 m 时, 达到与传送带相同的速度。此后载物箱与传送带共同匀速运动 $(\Delta t - t_2)$ 的时间后, 传送带突然停止。设载物箱匀速运动通过的距离为 s_3 , 有

$$s_3 = (\Delta t - t_2)v \quad (14)$$

由⑩⑪⑬⑭式可知, $\frac{1}{2}mv^2 > \mu mg(L - s_2 - s_3)$, 即载物箱运动到右侧平台时速度大于零, 设为 v_3 。由运动学公式有

$$v_3^2 - v^2 = -2a(L - s_2 - s_3) \quad (15)$$

设载物箱通过传送带的过程中, 传送带对它的冲量为 I , 由动量定理有

$$I = m(v_3 - v_0) \quad (16)$$

联立⑩⑪⑬⑭⑮⑯式并代入题给数据得

$$I = 0 \quad (17)$$

33. (1) BCD 【命题点】气体实验定律和热力学第一定律

【解析】由于汽缸是导热的, 所以理想气体做等温变化, 无论理想气体的体积、压强如何变化, 气体是否对外界做功或外界是否对气体做功, 其内能均保持不变, **A 错误**; 根据玻意耳定律可知, 活塞下降过程中气体的体积减小, 气体的压强增大, 外界对气体做功, 即 $W > 0$, 又 $\Delta U = 0$, 根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$, 可知气体放出热量, **B、C、D 正确, E 错误**。

知识拓展 气体对外界做功或外界对气体做功一定是气体体积发生变化, 只有压强变化、气体体积不变时做功为零, 可结合 $W = p\Delta V = p \cdot S \cdot \Delta h = F\Delta h$ 来理解。

(2)(i) 12.9 cm (ii) 363 K

【命题点】气体实验定律在液柱模型中的应用

【思路点拨】注入水银的过程是等温过程,左侧气体的压强及体积均发生变化;气体缓慢加热过程是等压膨胀过程,根据盖-吕萨克定律求解。

【解析】(i) 设密封气体初始体积为 V_1 , 压强为 p_1 , 左、右管的横截面积均为 S , 密封气体先经等温压缩过程体积变为 V_2 , 压强变为 p_2 。由玻意耳定律有

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (1 \text{ 分})$$

设注入水银后水银柱高度为 h , 水银的密度为 ρ , 按题设条件有

$$p_1 = p_0 + \rho g h_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$p_2 = p_0 + \rho g h \quad (1 \text{ 分})$$

$$V_1 = (2H - l - h_0)S, V_2 = HS \quad (1 \text{ 分})$$

联立①②③④式并代入题给数据得

$$h = 12.9 \text{ cm} \quad (1 \text{ 分})$$

(ii) 密封气体再经等压膨胀过程体积变为 V_3 , 温度变为 T_2 , 由盖-吕萨克定律有

$$\frac{V_2}{T_1} = \frac{V_3}{T_2} \quad (2 \text{ 分})$$

按题设条件有

$$V_3 = (2H - h)S \quad (1 \text{ 分})$$

联立④⑤⑥⑦式并代入题给数据得

$$T_2 = 363 \text{ K} \quad (1 \text{ 分})$$

方法拓展 对于气体实验定律的应用, 关键是找到气体初末状态中的 p 、 V 、 T 三个物理量, 无论是汽缸模型中外力的变化还是液柱模型中液柱高度的变化, 影响的都是气体压强的大小, 难点在于研究对象的选择, 哪部分发生变化就选择哪部分为研究对象, 两部分都发生变化的时候考虑整体法进行研究。

34. (1) 0.4 (2 分) 10 (2 分) 负方向 (1 分)

【命题点】波的传播问题

【解析】根据题图可知波长 $\lambda = 4 \text{ m}$, 根据平衡位置在 $x = 6 \text{ m}$ 处的质点在 0 到 0.1 s 时间内运动方向不变可知, 此过程该质点从最大位移处第一次运动到平衡位置, 且继续向下运动, 由同侧法可知该波的传播方向沿 x 轴负方向, 运动时间为 $\frac{1}{4}T =$

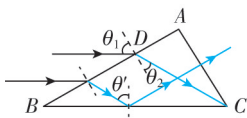
0.1 s, 可得周期 $T = 0.4 \text{ s}$, 所以波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = 10 \text{ m/s}$ 。

易错警示 本题的易错点在于不清楚平衡位置在 $x = 6 \text{ m}$ 处的质点在 0~0.1 s 时间内运动方向不变所表示的物理意义, 需要清楚质点在最大位移处, 其速度为零, 下一时刻的运动方向一定指向平衡位置。

(2)2 【命题点】光的折射和全反射

【思路点拨】求从 AC 边和 BC 边上有光射出的区域,首先找到 AB 边上光线经折射到 C 点的临界点;从这个临界点下方任选一条光线作光路图,确定光线从哪条边射出,可能射出的区域有多长;再从这个临界点上方任选一条光线作光路图,确定光线从哪条边射出,可能射出的区域有多长;最后求长度的比值。

【解析】如图(a)所示,设从 D 点入射的光线经折射后恰好射向 C 点,光在 AB 边上的入射角为 θ_1 ,折射角为 θ_2 ,由折射定律有



图(a)

$$\sin \theta_1 = n \sin \theta_2 \quad (1)$$

设从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上的入射角为 θ' ,由几何关系

$$\theta' = 30^\circ + \theta_2 \quad (2)$$

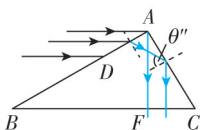
由①②式并代入题给数据得

$$\theta_2 = 30^\circ \quad (3)$$

$$n \sin \theta' > 1 \quad (4)$$

所以,从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上发生全反射,反射光线垂直射到 AC 边, AC 边上全部有光射出 (1分)

设从 AD 范围入射的光折射后在 AC 边上的入射角为 θ'' ,如图(b)所示。



图(b)

$$\text{由几何关系 } \theta'' = 90^\circ - \theta_2 \quad (5)$$

由③⑤式和已知条件可知

$$n \sin \theta'' > 1 \quad (6)$$

即从 AD 范围入射的光折射后在 AC 边上发生全反射,反射光线垂直射到 BC 边上。设 BC 边上有光线射出的部分为 CF ,由几何关系得

$$CF = AC \cdot \sin 30^\circ \quad (7)$$

AC 边与 BC 边有光出射区域的长度的比值为

$$\frac{AC}{CF} = 2 \quad (8)$$

易错警示 本题的易错点在于不清楚本题的切入点是找到 C 点(光线从不同边射出的临界点),作光路图的时候一定要规范作图,尤其是边角关系要熟知,清楚光是发生了全反射还是折射。