

1. 【解释】半衰期不随外界温度、压强的变化而变化，由原子核自身决定，A 错误；由衰变方程 ${}_{83}^{214}\text{Bi} \rightarrow {}_{82}^{210}\text{Pb} + {}_2^4\text{He} + {}_{-1}^0\text{e}$ 可知，④过程除了发生了 α 衰变，还发生了 β 衰变，B 错误；衰变时满足质量数和电荷数守恒，设共发生了 n 次 α 衰变，则 $222 - 210 = 4n$ ，解得 $n=3$ ，所以 β 衰变的次数为 $x=82 - (86 - 3 \times 2) = 2$ 。C 正确；每经过 3.8 天，将有半数的氡 (${}_{86}^{222}\text{Rn}$) 衰变为 ${}_{84}^{218}\text{Po}$ ，衰变为 ${}_{82}^{210}\text{Pb}$ 的更少，D 错误。
2. D 【解析】该试探电荷做曲线运动，受到的电场力方向指向轨迹弯曲的内侧，B 错误，试探电荷的电性不确定，所以电场强度的方向也无法确定。A 错误，该试探电荷从 P 点运动到 M 点，电场力做正功，所以动能增大，电势能减小，即 $E_{KP} < E_{KM}$ 。D 正确；由于电场强度方向无法确定，所以电势高低也无法判断，C 错误。
3. D 【解析】由题意可知，电压最大值为 $200\sqrt{2}$ V，由 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 可知，磁通量的最大变化率为 $\frac{200\sqrt{2}}{1000} \text{ Wb/s} = 0.2\sqrt{2} \text{ Wb/s}$ ，A 错误；根据表达式可知 $\omega = 120\pi$ ，所以频率为 $\frac{120\pi}{2\pi} \text{ Hz} = 60 \text{ Hz}$ ，B 错误，根据电压与匝数成正比得 $U_2 = \frac{200}{1000} \times 200 \text{ V} = 40 \text{ V}$ ，所以 $I = \frac{40}{100} \text{ A} = 0.4 \text{ A}$ ，C 错误； $p_2 = U_2 I_2 = 40 \times 0.4 \text{ W} = 16 \text{ W}$ ，变压器的输入功率 $P_1 = P_2 = 16 \text{ W}$ ，D 正确。
4. D 【解析】设火星表面的重力加速度为 g ，着陆器加速下降过程由牛顿第二定律有 $mg - F = ma$ ，解得 $g = \frac{F + ma}{m}$ ，对火星表面的物体有 $G \cdot \frac{Mm}{R^2} = mg$ ，解得火星的质量 $M = \frac{(F + ma)R^2}{Gm}$ ，A、B 错误；火箭反推力对着陆器所做的功为 $W = -Fh$ 。C 错误；着陆器落在火星表面的过程，以向上为正方向，由动量定理得 $(\bar{F} - mg)t = 0 - (-mv)$
- 又 $v^2 = 2ah$ ，解得 $\bar{F} = \frac{mv}{t} + mg = F + ma + \frac{m\sqrt{2ah}}{t}$ D 正确。
5. C 【解析】由题图可知，碰撞后总动量为正，根据动量守恒定律可知，碰撞前的总动量也为正，故碰撞前滑块 I 的动量较大，A 错误；根据动量守恒定律有 $5m_1 - 3m_2 = 2(m_1 + m_2)$ ，解得 $m_1 : m_2 = 5 : 3$ ，B 错误，C 正确；碰撞过程中滑块 I 受到的冲量与滑块 II 受到的冲量大小相等，方向相反，D 错误。
6. D 【解析】同向电流相互吸引，异向电流相互排斥，所以直导线 2、4 相互吸引，直导线 1、2 相互排斥，A 错误；直导线 1、4 在 O 点产生的磁场如图所示。其中 $B_1 = B_4 = \frac{kI_0}{\sqrt{2}L}$

所以直导线 1、4 在 O 点的合磁场的方向沿 x 轴正方向，大小为 $B = \sqrt{2} \frac{kI_0}{\sqrt{2}L}$ ，B、C 错

误，同理可得直导线 2、4 在直导线 1 处产生的合磁感应强度大小为 $B_2 = \sqrt{2} \frac{kI_0}{2L} = \frac{kI_0}{\sqrt{2}L}$

直导线 3 在直导线 1 处产生的磁感应强度大小为 $B_3 = \frac{kI_0}{2\sqrt{2}L} = \frac{1}{2}B_2$ ，所以直导线 2、4 对

直导线 1 的合作力是直导线 3 对直导线 1 的作用力大小的 2 倍，D 正确。



7. C 【解析】设弹簧的原长为 l_0 ，由题意可知小球在 P 点时弹簧的压缩量等于小球在 Q 点

时弹簧的伸长量，设形变量为 x ，根据几何关系可得 $x + l_0 - (l_0 - x) = d \tan \alpha$ ，解得

$x = \frac{2}{3}d$ ，开始时轻绳刚好伸直，拉力为零，则 $kx = mg$ ，解得 $k = \frac{3mg}{2d}$ A 错误；物体

乙释放瞬间，设轻绳中拉力大小为 F_T ，对甲、乙分别由牛顿第二定律有 $F_T \sin \alpha = ma_{甲}$

$4mg - F_T = 4ma_{乙}$ 根据运动的合成与分解可得 $a_{甲} \cdot \sin \alpha = a_{乙}$ ，联立解得

$a_{乙} = \frac{64}{89}g$ ，B 错误；根据运动的合成与分解可得 $v_{甲} \cdot \sin \alpha = v_{乙}$ 小球甲到达 Q 点时 $a=0$ ，

所以物体乙的速度为零。对小球甲从 P 到 Q 的过程，小球甲、物体乙和弹簧组成的系统机械能守恒，且易知弹簧在初、末状态的弹性势能相等，则

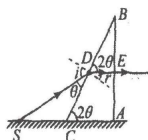
$4mg \left(\frac{d}{\cos \alpha} - d \right) - mgd \tan \alpha = \frac{1}{2}mv_{甲}^2$ ，解得 $v_{甲} = \sqrt{\frac{8}{3}gd}$ ，C 正确；弹簧对小球甲和

物体乙组成的系统先做正功、后做负功，所以小球甲和物体乙的机械能之和先增大后减小，D 错误。

8. AC 【解析】由题意画出光路图如图所示，E 是光在 AB 边的出射点，设光在棱镜中的传播速度为 v ，入射角为 i ，折射角为 r ，光与 BC 边的夹角为 θ 。则有 $DE = \frac{1}{2}d$ ， $vt = \frac{1}{2}d$

$n = \frac{c}{v}$ ，解得 $n = \sqrt{3}$ ，A 正确，B 错误；光射到 BC 边，由几何关系和折射定律有 $i = \frac{\pi}{2} - \theta$

$r = \frac{\pi}{2} - 2\theta$ ， $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ，联立解得 $\theta = 30^\circ$ ，C 正确，故 D 错误。



9. AC【解析】小球从B点到C点做平抛运动，飞行过程中恰好与半圆弧相切于C点，由几何关系知小球在C点的速度与水平方向的夹角为 37° ，设位移与水平方向的夹角为 θ ，则有 $\tan\theta = \frac{\tan 37^\circ}{2}$ ，因为 $\tan\theta = \frac{y}{x} = \frac{y}{R \cos 53^\circ}$ ， $R=0.75m$ ，解得 $y = \frac{9}{20}m$ ，根据 $y = \frac{1}{2}gt^2$ ，解得 $t = 0.3s$ ，水平位移 $x = 1.6R = v_0t$ ，解得 $v_0 = 4m/s$ ，A、C正确，B、D错误。

10. AD【解析】在线框进入磁场的过程中，通过线框的磁通量增加，根据楞次定律可知电流沿逆时针方向，A正确，B错误； $t = \frac{T}{2}$ 时刻，线框进入磁场中的部分切割磁感线的有效长度为边长的一半，即 $L = \frac{\sqrt{3}}{3}a$ ，线框的速度 $v = \frac{a}{T}$ ，则此时的动生电动势

$$E_1 = BLv = k \frac{T}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} a \cdot \frac{a}{T} = \frac{\sqrt{3}ka^2}{6}, t = \frac{T}{2} \text{ 时刻，线框在磁场中的面积 } S = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2, \text{ 则}$$

$$E_1 = BLv = k \frac{T}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} a \cdot \frac{a}{T} = \frac{\sqrt{3}ka^2}{6}, t = \frac{T}{2} \text{ 时刻，线框在磁场中的面积 } S = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2, \text{ 则}$$

$$\text{此时的感生电动势 } E_2 = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S = \frac{\sqrt{3}}{4} ka^2, \text{ 此时回路中总电动势}$$

$$E = E_1 + E_2 = \frac{5\sqrt{3}ka^2}{12}, \text{ 则此时电流大小 } I = \frac{E}{R} = \frac{5\sqrt{3}ka^2}{12R}, \text{ C 错误, D 正确}$$

二、非选择题

11. (1)AB(2分)

(2)2.76 (2.75 或 2.77 均可, 1分)

(3) $\mu(m+m_0)g$ (1分) 0.4(2分)

【解析】(1)实验前，应先对弹簧测力计调零，否则读数不准确，A正确；应保持与木块相连的细线水平，否则木块与木板之间的正压力不等于木块和砝码的总重力。B正确；实验时，拉动木板，和木块有相对运动即可，这样细线的拉力大小等于摩擦力的大小，拉木板的速度对实验无影响，C、D错误。

(2)在弹簧测力计上，1N之间有10个小格，一个小格代表0.1N，即弹簧测力计的分度值为0.1N。此时的示数为2.76N，木块受到的滑动摩擦力为2.76N。

(3)由 $F_1 = \mu F_N = \mu(m+m_0)g$ 可知，图像的斜率为 μg ，由题图丙可得

$$k = \frac{2.6 - 2.0}{0.17 - 0.02} \cdot N/kg = 4N/kg, \text{ 所以 } \mu = 0.4$$

12. (1)0.397 (0.396 或 0.398 均可, 1分)

(2)乙 (1分)

(3)见解析图甲 (1分)

(4)见解析图乙 (1分) 4.5(4.3~4.7 均可, 1分)

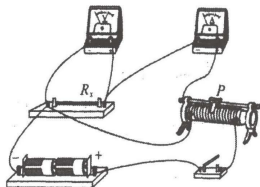
(5)C (1分)

(6)CD(2分)

【解析】(1)由题图甲知螺旋测微器读数为 $39.7 \times 0.01 \text{ mm} = 0.397 \text{ mm}$ ，所以直径 $d = 0.397 \text{ mm}$ ；

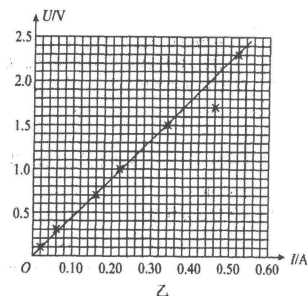
(2)由题图表中实验数据可知，最小电压与电流很小，由此可知，滑动变阻器应用分压式接法，因此实验采用的是图乙所示电路。

(3)实物图连接注意电流表外滑，滑动变阻器采用分压式接法，如图甲所示。



甲

(4)将各数据点连线时注意让线经过尽量多的点，有些点不在直线上，要让直线两侧点的个数基本相等，离直线较远的点直接舍去，如图乙所示，计算直线的斜率即为电阻 R_x 。故 $R_x = \frac{\Delta U}{\Delta I} = 4.5 \Omega$



乙

(5)根据 $R_x = \rho \frac{L}{S}$ 得 $\rho = \frac{\pi R_x d^2}{4L} \approx 1.0 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ C 正确。

(6)用螺旋测微器测量金属丝直径时，由于读数引起的误差属于偶然误差，A 错误；由电流表和电压表内阻引起的误差属于系统误差，B 错误；伏安法测电阻时，电流表和电压表的内阻引起的误差是系统误差，若将电流表和电压表的内阻计算在内，可以消除由测量仪表（电流表、电压表）引起的系统误差，C 正确；用 $U-I$ 图像处理数据求金属丝电阻，可以将错误的的数据或误差较大的数据（如图中第 6 个点）去掉，不在直线上的点均匀分布在直线的两侧，这样可以减小偶然误差，D 正确。

13. (1) $\frac{44}{3} \text{ cm}$

(2) 15 cm

【解析】(1)设重物质量为 m_0 时，活塞 a 恰与卡扣接触。对下部气体，初状态压强为 p_0 ，体积为 $l_a S$ ，末状态压强为 $p_0 + \frac{m_0 g}{S}$ ，体积为 $l_0 S$ ，由玻意耳定律有

$$p_0 l_a S = (p_0 + \frac{m_0 g}{S}) l_0 S \quad (1 \text{ 分}) \quad \text{解得 } m_0 = 2.5 \text{ kg} \quad (1 \text{ 分})$$

由于 $m > m_0$ ，则活塞 a 到达卡扣处且与卡扣有作用力，对上部气体，初状态压强为 P_0 ，

体积为 $(l_b - l_a)S$, 稳定后末状态压强为 $P_0 + \frac{mg}{S}$, 体积为 $(l_b' - l_0)S$, 由玻意耳定律有

$$p_0(l_b - l_a)S = (p_0 + \frac{mg}{S})(l_b' - l_0)S \quad (1 \text{分}) \quad \text{解得 } l_b' = \frac{44}{3} \text{cm} \quad (1 \text{分})$$

(2) 设温度升高到 T_m 时, 活塞 a 与卡扣接触但无作用力。对下部气体, 初状态压强为 P_0 ,

体积为 $l_a S$, 温度为 $T_1 = t_1 + 273K$, 末状态压强为 $P_0 + \frac{mg}{S}$, 体积为 $l_0 S$, 温度为

$$T_m = t_m + 273K, \text{ 由理想气体状态方程有 } \frac{P_0 l_a S}{T_1} = \frac{(P_0 + \frac{mg}{S}) l_0 S}{T_m} \quad (2 \text{分})$$

解得 $T_m = 360K$, 则 $t_m = (T_m - 273)^\circ C = 87^\circ C$ (1分)

由于 $t_2 < t_m$, 所以环境温度为 t_2 时, 活塞 a 未离开卡扣, 对上部气体, 初状态压强为温

度为 P_0 , 体积为 $(l_b - l_a)S$, 温度为 $T_1 = t_1 + 273K$

末状态压强为 $P_0 + \frac{mg}{S}$, 体积为 $(l_b'' - l_0)S$, 温度为 $T_2 = t_2 + 273K$

$$\text{由理想气体状态方程有 } \frac{p_0(l_b - l_a)S}{T_1} = \frac{(p_0 + \frac{mg}{S})(l_b'' - l_0)S}{T_2} \quad (2 \text{分})$$

解得 $l_b'' = 15 \text{cm}$ (1分)

14. (1) $3.8mgR$

$$(2) \frac{38}{23}m \leq M < \frac{38}{15}m$$

$$(3) \frac{19}{16}m$$

【解析】(1) 若滑块 P 刚好能沿圆弧轨道运动到圆弧轨道的最高点, 有

$$mg = m \frac{v_D^2}{R} \quad (1 \text{分})$$

滑块 P 由静止运动到圆弧轨道最高点过程, 由能量守恒定律可得

$$E_P = \mu mg \cos 37^\circ \times \frac{3}{2}R + mg(\frac{3}{2}R \sin 37^\circ + R + R \cos 37^\circ) + \frac{1}{2}mv_D^2 \quad (2 \text{分})$$

解得 $E_P = 3.8mgR$ (1分)

(2) 为使 P 能滑上圆弧轨道, 则它到达 B 点时的速度应大于零, 由能量守恒定律可得

$$E_P > \mu Mg \cos 37^\circ \times \frac{3}{2}R + Mg \times \frac{3}{2}R \sin 37^\circ \quad (1 \text{分})$$

解得 $M < \frac{38}{15}m$

要使滑块 P 仍能沿圆弧轨道滑下, 则 P 在圆弧轨道上升的高度不能超过与圆心等高处,

由能量守恒定律可得 $E_p \leq \mu Mg \cos 37^\circ \times \frac{3}{2}R + Mg(\frac{3}{2}R \sin 37^\circ + R \cos 37^\circ)$ (1分)

解得 $M \geq \frac{38}{23}m$, 综上所述, M 的取值范围为 $\frac{38}{23}m \leq M < \frac{38}{15}m$ (2分)

(3)依题意可知, 滑块恰好脱离圆弧轨道时, 应在 OC 水平线的上方与 OC 的夹角为 37°

处, 此位置轨道对滑块的弹力刚好为零, 则 $M'g \sin 37^\circ = M' \frac{v^2}{R}$ (1分)

解得 $v = \sqrt{\frac{3}{5}gR}$, 由能量守恒定律可得

$E_p = \mu M'g \cos 37^\circ \times \frac{3}{2}R + M'g(\frac{3}{2}R \sin 37^\circ + R \cos 37^\circ + R \sin 37^\circ) + \frac{1}{2}M'v^2$ (2分)

解得 $M' = \frac{19}{16}m$ (1分)

15. (1) $(-\frac{v_0^2}{2g}, \frac{v_0^2}{4g}, 0)$

(2) $\frac{\pi v_0}{2g}$

(3) $x = \frac{\sqrt{2}(n-1)v_0^2}{g}$ ($n=1,2,3,\dots$)

【解析】(1)液滴一开始做平抛运动, 由于经过 O 点时速度方向与 x 轴正方向的夹角为

45° , 则 $v_x = v_y = v_0 \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}v_0$ (1分)

根据平抛运动规律得 $(\frac{\sqrt{2}}{2}v_0)^2 = 2gy_1$ (1分) $\frac{\sqrt{2}}{2}v_0 = gt_1$ (1分)

$x_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}v_0 t_1$ (1分) 联立解得 $x_1 = \frac{v_0^2}{2g}$, $y = \frac{v_0^2}{4g}$ (1分)

所以 P 点的坐标为 $(-\frac{v_0^2}{2g}, \frac{v_0^2}{4g}, 0)$ (1分)

(2)由洛伦兹力提供向心力得 $qv_0 B_1 = m \frac{v_0^2}{R_1}$ (1分) 又 $B_1 = \frac{mg}{qv_0}$ (1分)

解得 $R_1 = \frac{v_0^2}{g}$, 由 $T_1 = \frac{2\pi m}{qB_1}$ (1分) 解得 $T_1 = \frac{2\pi v_0}{g} = 2t_0$

假设磁场不变，分析得液滴从第一次经过 x 轴到第二次经过 x 轴时，对应的圆心角为

$$90^\circ. \text{ 则 } t_1 = \frac{T_1}{4} = \frac{\pi v_0}{2g} < t_0 = \frac{\pi v_0}{g} \quad (1 \text{ 分})$$

假设成立，所以液滴从第一次经过 x 轴到第二次经过 x 轴的时间 $t_1 = \frac{\pi v_0}{2g}$ (1分)

$$(3) \text{ 由 } t_1 = \frac{T_1}{4} = \frac{\pi v_0}{2g} = \frac{t_0}{2} \quad (2 \text{ 分})$$

可知在 $0 \sim t_0$ 时间内，液滴刚好转过 180° 。之后磁场强弱和方向都变了，则偏转方向变

了。由洛伦兹力提供向心力得 $qv_0 B_2 = m \frac{v_0^2}{R_2}$ 。

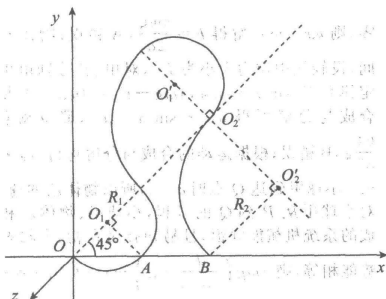
$$\text{联立 } B_2 = \frac{mg}{2qv_0}, \text{ 解得 } R_2 = \frac{2v_0^2}{g} = 2R_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由 } T_2 = \frac{2\pi m}{qB_2}, \text{ 解得 } T_2 = \frac{4\pi v_0}{g} = 4t_0 \quad (1 \text{ 分})$$

在 $t_0 \sim 2t_0$ 时间内，液滴转过 90°

同理得，液滴在 $2t_0 \sim 3t_0$ 时间内与 $0 \sim t_0$ 时间内的运动轨迹大小一样，只是偏转方向不一样， $3t_0 \sim 4t_0$ 时间内与 $t_0 \sim 2t_0$ 时间内的运动轨迹大小一样，只是偏转方向不一样

综上所述，得到液滴一个周期的轨迹图如图所示



由几何关系得 $OA = AB = \sqrt{2}R_1$ (1分)

则液滴第 n 次经过 x 轴时的 x 坐标为

$$x_n = (n-1)\sqrt{2} \cdot R = \frac{\sqrt{2}(n-1)v_0^2}{g} \quad (n=1,2,3,\dots) \quad (2 \text{ 分})$$

* (1) 12 m (2) 10 m (3) 28 m

【解析】(1)由题意知，小滑块 a 从斜面 AB 上的 P 点滑到 B 点的过程，由动能定理有

$$mgh - \mu_1 mg \cos \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2} mv_1^2$$

a 、 b 碰撞过程，由动量守恒定律有 $mv_1 = 2mv_1'$

由能量守恒定律有 $E_p = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_1^2$

联立解得 $v_1 = 12 \text{ m/s}$ $h = 12 \text{ m}$

(2)由题意知，两滑块被弹簧弹开的过程，由动量守恒定律和能量守恒定律有

$$mv_1 = mv_1' + mv_2, \quad \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

联立解得 $v_2 = 12 \text{ m/s}$

在小滑块 b 滑到最高点的过程中，根据动能定理有

$$-mgs_1 \sin \theta - \mu_2 mg \cos \theta \cdot s_1 = 0 - \frac{1}{2}mv_2^2$$

解得 $s_1 = 10 \text{ m}$

(3)根据题意，设小滑块 b 第一次回到斜面 CD 底端时的速度大小为 v_3 ，有

$$-2\mu_2 mg \cos \theta \cdot s_1 = \frac{1}{2}mv_3^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\text{整理后有 } \frac{1}{2}mv_3^2 = mgs_1 \sin \theta - \mu_2 mgs_1 \cos \theta$$

b 与 a 碰后再次交换速度，此时 b 的速度为零， a 的速度大小为 v_4 ，则在 a 沿斜面 AB 上升至速度 AB 上升至速度减为零的过程中有

$$-\mu_4 mg \cos \theta \cdot s_2 - mgs_2 \sin \theta = 0 - \frac{1}{2}mv_4^2$$

由于两滑块碰撞时交换速度，故 v_4 与 v_3 大小相等，

$$\text{解得 } s_2 = \frac{\sin \theta - \mu_2 \cos \theta}{\sin \theta + \mu_4 \cos \theta} s_1$$

$$\text{滑块 } a \text{ 返回底端的过程中，有 } -\mu_4 mg \cos \theta \cdot s_2 + mgs_2 \sin \theta = \frac{1}{2}mv_5^2$$

在水平面上 a 与 b 碰撞后再次交换速度，则 b 的速度大小 $v_6 = v_5$

B 沿斜面 CD 上滑至减速到 0 的过程，

$$\text{有 } -mgs_3 \sin \theta - \mu_2 mg \cos \theta \cdot s_3 = 0 - \frac{1}{2}mv_6^2$$

$$\text{可得 } s_2 = \frac{\sin \theta + \mu_2 \cos \theta}{\sin \theta - \mu_4 \cos \theta} s_3$$

$$\text{整理得 } \frac{s_3}{s_1} = \frac{(\sin \theta - \mu_2 \cos \theta)(\sin \theta - \mu_4 \cos \theta)}{(\sin \theta + \mu_4 \cos \theta)(\sin \theta + \mu_2 \cos \theta)} = \frac{2}{7}$$

即小滑块 b 每次上滑到速度为 0 时的位移呈等比关系，其中公比 $q = \frac{s_3}{s_1} = \frac{2}{7}$

同时由于在同一斜面上，上滑与下滑的路程相等，由数学知识有 $s_b = \frac{2s_1}{1-q} = 28\text{m}$

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）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