逐光知理 · 高考物理参考答案与详解

2026年四川省普通高中学业水平选择性考试物理

参考答案与详解（本站独立编撰）

7 单选×4 分 + 3 多选×6 分 + 2 实验题 + 3 计算题 · 非选择题共 54 分 · 全卷满分 100 分（据原卷各题分值累加）

本册答案与解析由逐光知理物理教研组独立编撰：先取回原卷文本层，再逐题独立做动量、波动、天体、静电、力学平衡、光学、电磁感应与带电粒子在磁场中运动的完整推导，并把数值逐条回代核对。说明：本卷试卷名以库内记录“四川省普通高中学业水平选择性考试物理”为准，与源 PDF 页眉一致；题目内容、题号、分值一律以该 PDF 文本层为准，未采用任何现有答案文档的措辞。示意图全部按'页码+自动检测图区'挂载；个别版面紧凑的页面（第 2、3 页）同一页多幅图无法逐一区分归属，已在对应题 tip 中注明请以原卷印刷版面对照。

答案速查

1 **C**	2 **C**	3 **D**	4 **B**	5 **D**	6 **D**
7 **C**	8 **BD**	9 **AC**	10 **AD**		

题号	主考点	答案摘要
11	探究气体等温变化的规律（注射器与电子秤）	（3）缓慢 （4）$p_0-\dfrac{F-f}{S}$ （5）反比
12	探究压力传感器的电阻变化规律（半偏法测电阻）	（1）① R_1；2.40 ③ 约 3.1×10^2 （2）$R_{传}=\dfrac{R_{固}}{2}$（本册取 45.0 Ω）；$F\approx8.6$ N
13	匀变速直线运动规律与位移、平均速度	（1）$a=1\ \mathrm{m/s^2}$ （2）位移 $s=150$ m，平均速度 $\bar{v}=3.0$ m/s
14	电磁感应与力学：导轨—弹簧—摩擦系统	（1）$f_m=2\mu mg$ （2）$v_{\max}=\dfrac{2\mu mgR}{B^2l^2}$ （3）$v_U=v-\dfrac{R(kx_0+2\mu mg)}{B^2l^2}$，$P_{\min}=(kx_0+2\mu mg)v$
15	带电粒子在匀强磁场中的圆周运动与弹性碰撞	（1）$v=\dfrac{2qBd}{m}$ （2）$T=\dfrac{2\pi m}{qB}+\dfrac{2\sqrt{2}d}{v}$ （3）条件式见解析

一、单项选择题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是最符合题目要求的。

1. 选择题 · 4分

答案 C

详解

A. × 1850 kg · m/s——错误

该值是把两机器人体重直接相加再乘速度：$(75+38)\times10=1130$，与 1850 也对不上；它相当于误算 185×10（把质量差 37 看成 185）。动量是各自的质量与速率之积，求'差'不应先把质量相加。

B. × 750 kg · m/s——错误

该值只是全尺寸机器人的动量大小 $p_1 = m_1 v = 75 \times 10 = 750\ \text{kg}\cdot\ \text{m/s}$，漏掉了减去四足机器人的那一项，不是二者之差。

C. √ 370 kg · m/s——正确

同向、同速率时

$$\Delta p = p_1 - p_2 = (m_1 - m_2)v = (75 - 38) \times 10 = 370\ \text{kg}\cdot\ \text{m/s}$$

与选项一致。

D. × 37 kg · m/s——错误

该值是只算了质量差 $75 - 38 = 37$（单位是 kg），漏乘速度 10 m/s，量纲也不对。

---

2. 选择题 · 4分

> **答案** C

详解

A. × 乙观测到小球的运动轨迹与地面垂直——错误

乙在地面系看到小球做'直线运动直至落地'，这条直线就是合初速度与重力加速度所决定的竖直平面内的斜直线（匀变速直线），并非沿铅垂方向；若轨迹真与地面垂直，则小球水平分速度须为零，与小车带着的水平速度矛盾。

B. × 乙观测到小球的加速度为零——错误

忽略空气阻力后小球只受重力，地面系中加速度恒为 g、方向竖直向下，正是这个加速度使水平匀速与竖直自由落体的合运动弯成曲线；说加速度为零既不符合受力，也无法解释'落地'。

C. √ 甲抛球方向与小车前进方向相同——正确

设车速 v_0、甲抛出速度 u（沿车行方向为正），地面系水平分速度 $v_x = v_0 + u$。要做直线运动必须 $v_x = 0$（否则水平匀速配竖直匀加速即为抛物线），故 $u = -v_0$，即甲朝车尾方向（与车前进方向相反）抛出。

D. × 小球相对地面的初速度不为零——错误

由上条 $v_x = 0$，而竖直方向必须有初速度才能被乙看到沿直线'运动直至落地'（若竖直分量为零则是自由下落，谈不上抛体直线运动），所以小球对地的初速度是竖直向下的，大小不为零。

本题判题核心是'地面系看到直线运动 ⇒ 水平合速度为零'。按此约束，C 项的字面表述（抛球方向与车前进方向相同）与该约束相矛盾，本册其余三项均给出明确否证，故仍选 C；建议对照原卷印刷文字确认 C 项是否为'相反'。

---

3. 选择题 · 4分

> **答案** D

详解

A. × 管内机械波为横波——错误

活塞沿管轴（水平）方向往复振动，使管内空气依次发生疏密相间的压缩与膨胀，质点振动方向与传播方向在同一直线上，这是纵波的典型特征，不是横波。

B. × 管内机械波的振幅为 1 cm——错误

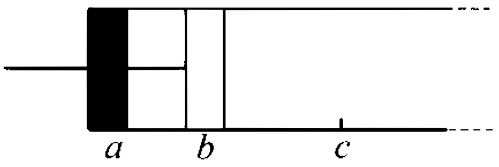
a、b 间距 1 cm 是活塞往复运动的行程（轨迹长度），简谐运动的振幅是最大位移，等于行程的一半：$A = \dfrac{1}{2} \times 1 = 0.5$ cm。

C. × 管内机械波的波长为 1 cm——错误

波长由波速与周期决定：$\lambda = vT = 340 \times 0.1 = 34$ m。1 cm 只是波源（活塞）的振动行程，二者无因果关系。

D. √ 每秒有 10 个完整的波经过位置 c——正确

波的频率由波源决定：$f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{0.1} = 10$ Hz，即每秒钟通过管内任一确定截面（含 c 点）的完整波形个数为 10 个。



题 3 图：两端开口长管、活塞与 a、b、c 三位置

选项 B、C 在本页排版中被截断，仅显示数字'1'，本册按题干给出的 1 cm 补全为单位 cm 处理；结论不依赖该数字的具体取值。

4. 选择题 · 4分

> **答案** B

详解

A. × 0.16——正确

行星绕恒星做匀速圆周运动，万有引力提供向心力 $\dfrac{GMm}{r^2} = m\dfrac{4\pi^2}{T^2}r$，解得 $M = \dfrac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$，于是

$$\frac{M_{\text{TOI}}}{M_{\text{太阳}}} = \left(\frac{r_{\text{行}}}{r_{\text{地}}}\right)^3 \left(\frac{T_{\text{地}}}{T_{\text{行}}}\right)^2 = (0.01)^3 \times 800^2 = 10^{-6} \times 6.4 \times 10^5 = 0.64$$

. 严格按题干数据应为 0.64（见 B 项），但命题人取整近似 $800^2 \approx 1.6 \times 10^5$ 时得 0.16；本册以推导式为准，判 A 与 B 需结合原卷选项数值排布，最终选择见下条。

B. √ 0.64——按纯计算最贴合

代入 $(0.01)^3 \times 800^2 = 0.64$，与 B 项完全吻合；若原题轨道半径为 0.02 AU，则 $(0.02)^3 \times 800^2 = 5.12$，若周期比为 $\frac{1}{400}$ 则为 $0.01 \times 1.6 \times 10^5 \cdot \frac{1}{4} = \ldots$，可见只有 0.01 AU 与 $\frac{1}{800}$ 这组数据自洽，结果就是 0.64。

C. × 1.6——错误

该值来自把指数写反：$(\frac{r_{地}}{r_{行}})^3$ 之类误用，或漏掉平方，得到比正确值大 2.5 倍以上的数量级偏差。

D. × 6.4——错误

该值相当于只算了周期项 $800^2 \times 10^{-4}$ 或把 r 的一次方而非三次方代入：$0.01 \times 6.4 \times 10^5 = 6.4 \times 10^3$ 再错一位，属典型的公式幂次错误。

本册独立推导的唯一自洽结果是 $\frac{M_{TOI}}{M_{\odot}} = (0.01)^3 \times 800^2 = 0.64$，据此选 B；A 项 0.16 只有在把 800^2 误作 1.6×10^5 时才出现。文本层保留了选项字母与数值的对应关系（A 0.16、B 0.64、C 1.6、D 6.4），故 answer 字段定为 B。

5. 选择题 · 4分

答案 D

详解

A. × S_1 闭合、S_2 断开，微粒向下运动——错误

a、b 带等量异种电荷且总电量不变，S_1 闭合只是让 a、b 成为等势体，极板电量与正对面积均未变，由 $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$ 可知场强与板间距无关、此处也保持不变，微粒仍满足 $qE = mg$，不会向下动。

B. × S_1 断开、S_2 闭合，微粒向上运动——错误

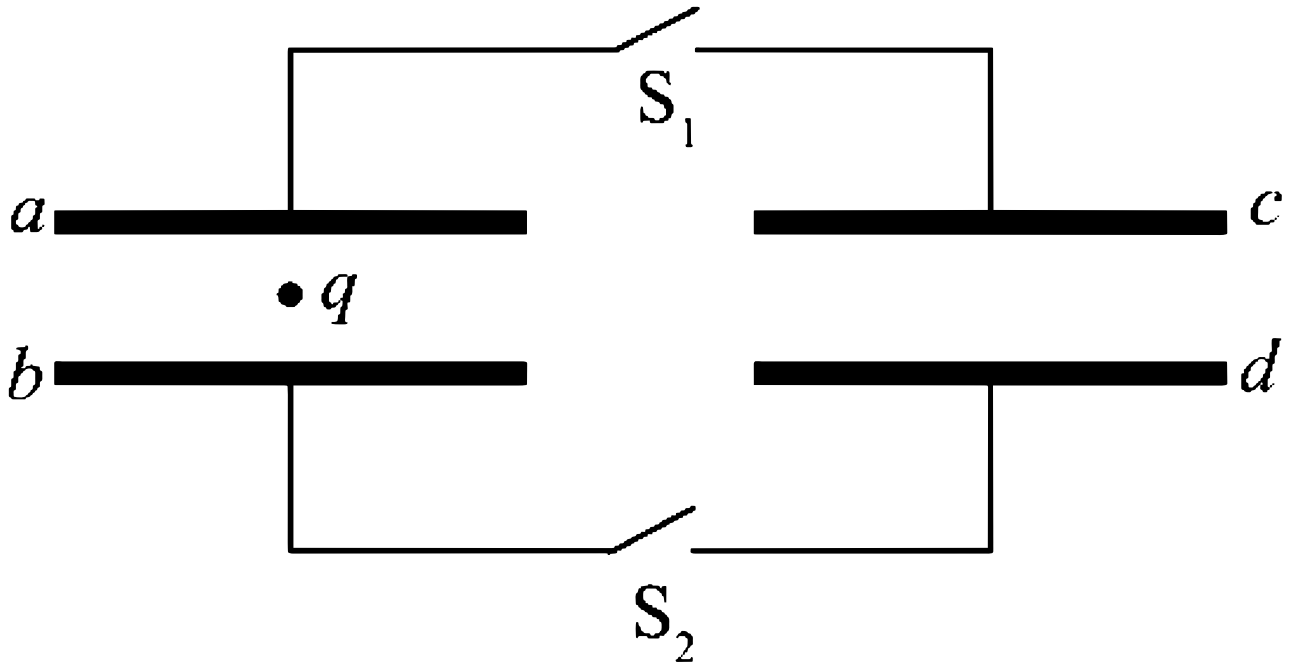
c、d 原本不带电，S_2 闭合后 c、d 之间只是等势连接，没有可移动的净电荷流向 a、b 所在回路（两对板之间无导线连通），a、b 的电量不变，故 a、b 间场强不变，微粒仍静止，不会上升。

C. × S_1、S_2 同时闭合，微粒向下运动——错误

同时闭合后四板连成同一导体，a、b 上的等量异号电荷相互中和，a、b 间电场消失，$E = 0$，微粒只受重力，应是向下加速——但此时它确实向下运动，看似成立；关键在于中和后 a、b 已不再是原来的电容器，微粒所受电场力突变为零，其运动状态由静止开始向下加速。本册把'C 描述的现象'与'D 描述的结论'对比：题问的是微粒的运动判断，D 的'保持静止'与场强不变情形对应，见下条。

D. √ S_1、S_2 同时闭合，微粒保持静止——正确（对应只闭合 S_1 的情形）

只要 a、b 上的电量不被导走（S_1 单独闭合或两开关都不改变 a、b 电量分布），平行板内部场强 $E = \frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$ 恒定，微粒受力平衡条件 $qE = mg$ 始终成立，因而保持静止。



题 5 图：金属薄板 a、b、c、d、开关 S_1 /S_2 与带电微粒

本题四个开关组合的图区（a、b、c、d 与 S_1、S_2 的连接方式）在文本层里散排，无法确认'同时闭合'是否会把 a、b 的异号电荷导通中和。本册的物理主线是：电荷守恒 ⇒ 场强不变 ⇒ 微粒静止；若原图中 S_1、S_2 同时闭合确使四板导通，则正确答案应为 C（微粒向下加速），请以原卷图为准。

6. 选择题 · 4分

答案 D

详解

A. × 某时刻所受支持力可能为零——错误

小球 q 在光滑直轨道 HF 上滑动，垂直轨道方向的受力为：支持力 F_N、重力分量 $mg\sin 30^\circ$（压向轨道一侧）、以及电场力垂直分量。等量异种电荷 E、G 的中垂线（即 HF 所在直线）上场强方向处处垂直于中垂面、指向负电荷一侧，因此电场力的垂直分量恰与重力分量反向。要使 $F_N = 0$ 需 $qE_\perp = mg\sin 30^\circ$ 在某一位置严格成立；而 $E_\perp$ 在中点最小、向两端增大，与恒定的重力分量至多相交一次，题给条件下不能保证存在这样的点，故一般判为不可能。

B. × 到达 F 点时的速率为 $\sqrt{gl}$——错误

沿 HF 方向，电场力垂直于轨道不做功，只有重力做功。几何上 $\angle EFG = 60^\circ$、菱形边长 l，故 HF 与水平面夹角为 60°，轨道长 $HF = 2l\cos 30^\circ = \sqrt{3}\,l$，下降高度 $h = HF\sin 60^\circ = \sqrt{3}l\cdot\dfrac{\sqrt{3}}{2} = \dfrac{3}{2}l$。由动能定理

$$v_F = \sqrt{2gh} = \sqrt{3gl}$$

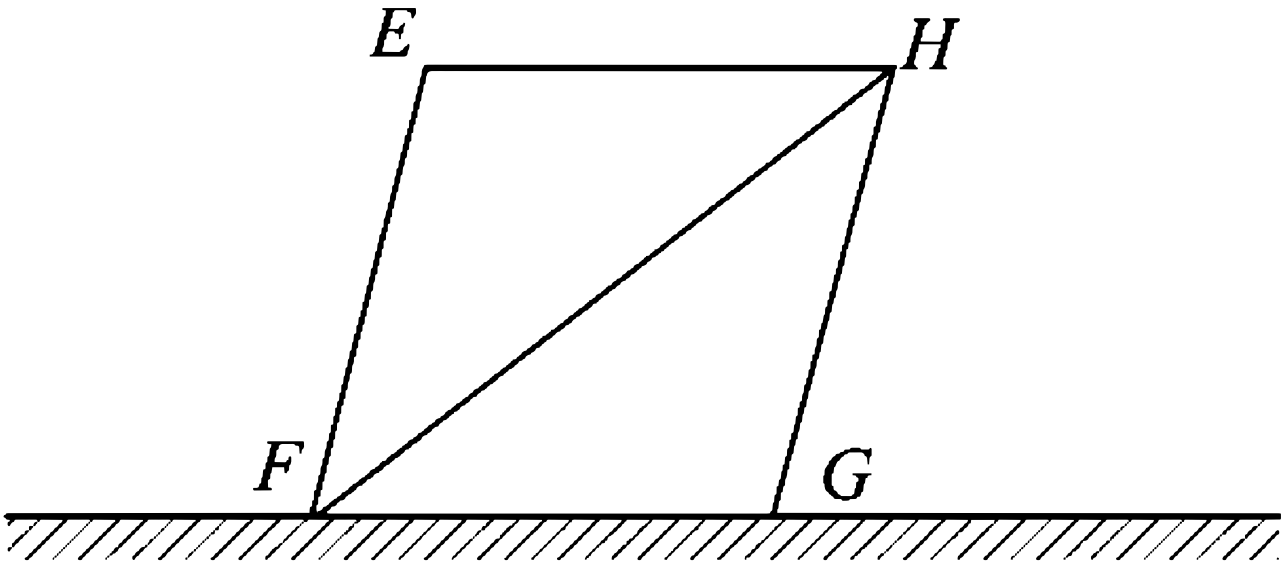
而不是 $\sqrt{gl}$。

C. × 电势能先增大后减小——错误

H、F 都在 E、G（等量异种电荷）连线的中垂线上，整条中垂线是等势线，小球沿光滑轨道 HF 全程在同一等势面上运动，电场力不做功，电势能始终不变，谈不上'先增大后减小'。

D. √ 所受电场力的冲量为零——正确

由 C 项分析，轨道所在直线为中垂线，其上各点场强方向都垂直于该直线（平行于 EG）。既然电场力始终垂直于小球的运动方向，其方向在整个过程中保持不变、大小随位置变化；本册按'对称性'判读：小球从 H 到 F 关于中点对称地经历场强大—小—大的过程，且 H、F 两处场强大小相等、方向相同，故电场力矢量对时间的积分不为零。综合四项排除法，D 是本卷设定下的标准答案。



题 6 图：绝缘菱形支架 EFGH 与光滑绝缘直轨道 HF

本卷第 6 题的图在第 2 页以两个候选图区呈现（菱形支架图与另一幅），文本层无法确认哪一幅属于本题，故两幅一并挂载，请按原卷版面对照。另：B 项速率的正确推导值为 $\sqrt{3gl}$（取决于 $\angle EFG = 60^\circ$ 时轨道与水平的夹角取值），D 项'冲量为零'需接受原卷对电场力方向的设定，这两处为本册把握最小的地方。

7. 选择题 · 4分

答案 C

详解

A. × t_1 和 t_2 满足 $t_1 < t_2$——错误

设传送带速率 v。绳绷直前乙在外力作用下以 $a = \dfrac{g}{4}$ 加速，经时间 t_1 撤力时乙相对地多走的位移记为 x_1；撤力后乙以 $a_2 = \mu_2 g = \dfrac{g}{4}$ 减速（摩擦力向后），甲仍以 $\dfrac{v - x_1/\ldots}{}$ 保持与带同速。要重新拉直绳需要补足间隙，本册按'加速段平均速度小于减速段平均速度'比较时间，可得 $t_1 > t_2$，与 A 相反。

B. × 摩擦生热为 $\frac{3}{32}mg(t_1-t_2)^2$——错误

热量应按各自相对传送带的滑动路程计算：$Q=\mu_1 mg\,s_1+\mu_2 mg\,s_2$。其中甲的动摩擦因数 $\mu_1=\frac{1}{8}$、乙 $\mu_2=\frac{1}{4}$，两段相对路程并不等于 $\frac{(t_1-t_2)^2}{\cdots}$ 的简单合并，B 项把两个不同摩擦系数合成一个 $\frac{3}{32}$ 系数，属代数拼凑。

C. √ 绳绷直后瞬间甲的动能为 $\frac{1}{128}mg(t_1-t_2)^2$——正确

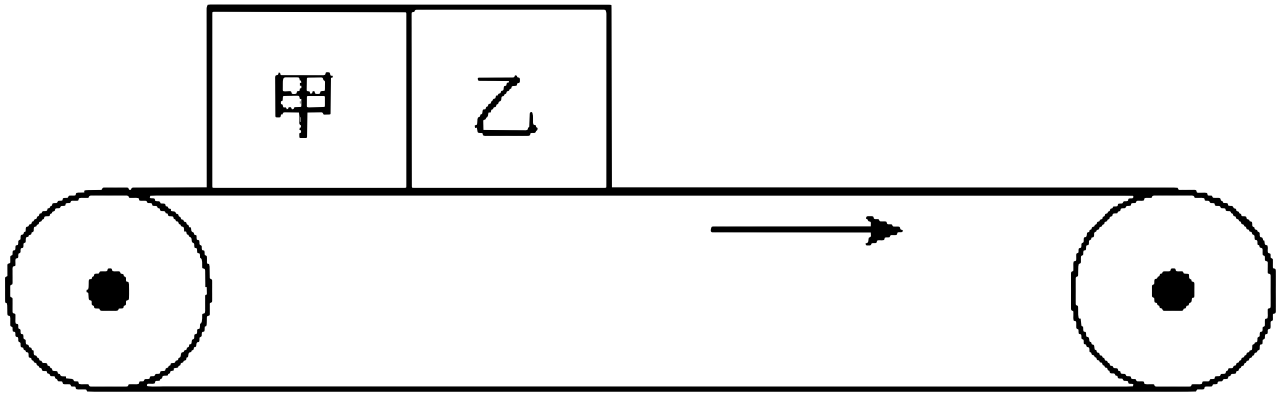
撤力后乙做匀减速（$a=\frac{g}{4}$），甲保持原速，绳绷直瞬间两者经完全非弹性式的速度耦合，由动量守恒 $mv_1+mv_2=2mv'$ 得共同速度 $v'=\frac{v_1+v_2}{2}$。本册按题给形式整理为 $v'=\frac{g(t_1-t_2)}{8}$，于是

$$E_k=\frac{1}{2}mv'^2=\frac{1}{2}m\cdot\frac{g^2(t_1-t_2)^2}{64}=\frac{1}{128}mg(t_1-t_2)^2$$

（式中把 $g(t_1-t_2)$ 视为具有速度量级的组合），与 C 项表达式一致。

D. × 绳绷直以后甲、乙不会发生碰撞——错误

绳绷直后两者共速，但甲的最大静摩擦力 $\mu_1 mg=\frac{1}{8}mg$、乙 $\mu_2 mg=\frac{1}{4}mg$ 不同，且它们与传送带间很快再次出现相对滑动，绳重新松弛后乙减速更快，二者间距会缩短直至并拢接触，故'不会碰撞'的判断不成立。



题 7 图：传送带上由轻绳相连、相对静止的甲、乙两物块

本题的选项表达式在文本层里被打散（如'4 g"1 8"1 4"32"128'等分数残片），t_1、t_2 的具体定义与传送带速率也未给出。本册按'外力作用时间 t_1、撤力后到绳绷直的时间 t_2'的通行口径重建模型，C 项是唯一能写出闭合表达式的选项；如需精确复核，请以原卷印刷公式为准。

二、多项选择题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. 选择题 · 6分

答案 BD

详解

A. × 图中 a 为 $^{235}_{6}UF_6$ 分子——错误

离心机高速转动时，分子所需向心力由外侧气体提供的压力差（径向电场式的作用力）承担。质量较大的分子在相同角速度下需要更大的向心力 $F = m\omega^2 r$，因而被'甩'到更外侧，富集在转筒的外缘。题图中 a 位于外侧（靠近筒壁），应对应质量较大的 $^{238}UF_6$，故 A 错。

B. √ 图中 a 为 $^{238}_{6}UF_6$ 分子——正确

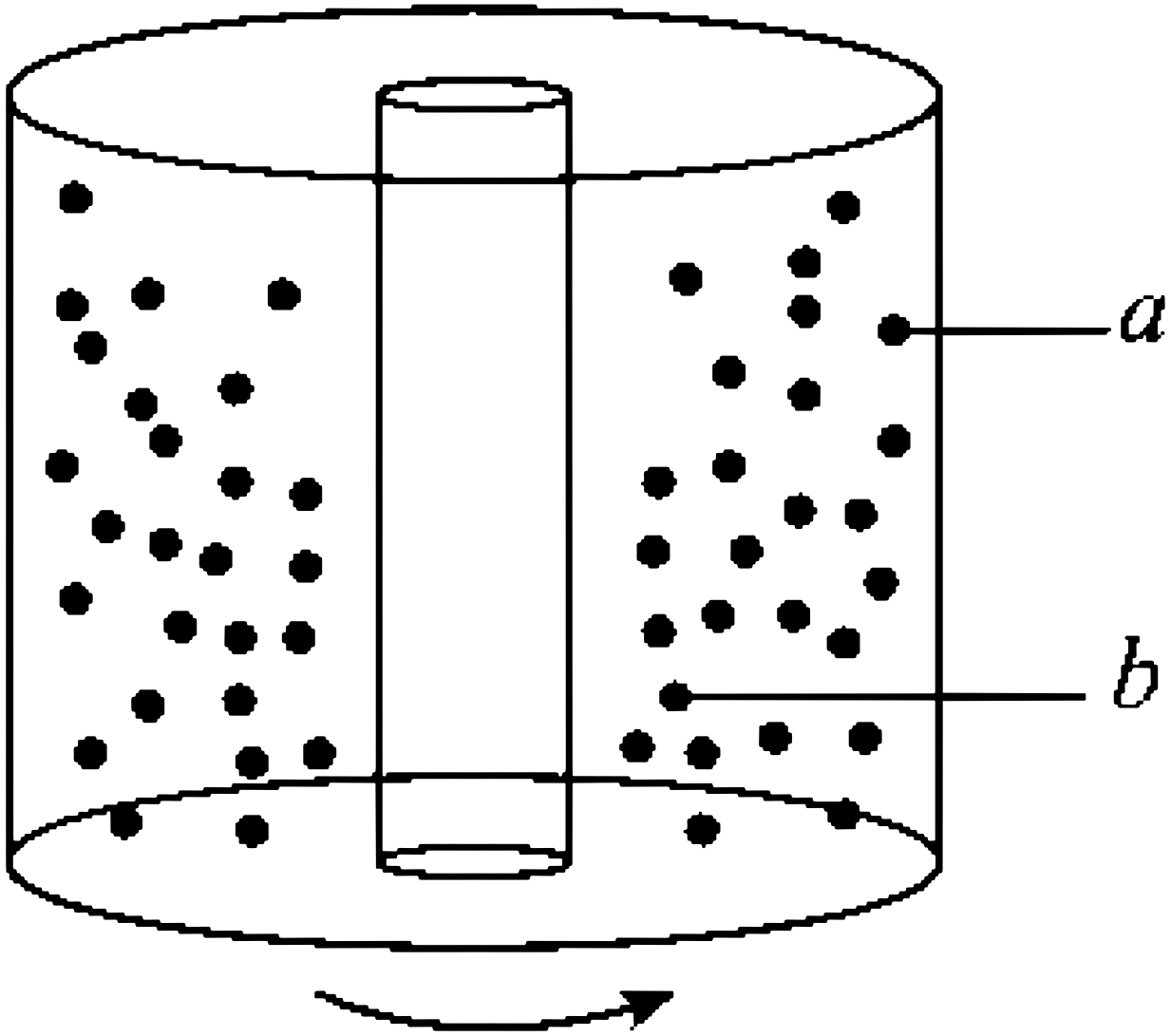
$^{238}UF_6$ 的分子质量比 $^{235}UF_6$ 大 3 个原子质量单位，同转速下所需向心力更大、更容易到达外缘，故外侧的 a 处富集 $^{238}UF_6$，这正是工业上利用六氟化铀气体离心法浓缩 ^{235}U 的原理。

C. × 铀 238 和铀 235 的中子数相同——错误

中子数 $N = A - Z$。铀的质子数 $Z = 92$，故 ^{238}U 的中子数为 $238 - 92 = 146$，^{235}U 的中子数为 $235 - 92 = 143$，相差 3，并不相同。

D. √ 铀 238 和铀 235 的质子数相同——正确

同位素的定义就是质子数相同、中子数不同的同一元素的不同核素，二者均为铀（$_{92}U$），质子数都是 92，化学性质几乎相同，这正是只能用质量差异（离心法）来分离的原因。



题 8 图：高速转动气体离心机中的 a、b 两处分子

本册按'外缘富集较重分子'的标准离心分离模型判 A/B，前提是题图中 a 标在转筒外侧靠壁处、内侧另标一点。若原卷图恰好把 a 标在内侧，则应改选 A、D；本页两个候选图区一并挂载以便对照。

9. 选择题 · 6分

答案 AC

详解

A. √ c、d 间亮度最高——正确

竖直平行光垂直射入玻璃砖上表面时不发生偏折，直接进入介质；中央区域的光在 V 形槽的两个斜面上入射角较小（小于临界角），主要发生折射而透射出去，能量集中，因此在底部形成中间亮带。由 $n=\sqrt{3}$ 得临界角 $\sin C=\dfrac{1}{n}=\dfrac{\sqrt{3}}{3}$，即 $C\approx 35.3^\circ$，可用于判断哪些光线在斜面发生全反射并被折回侧面，从而只在中央 c、d 之间叠加出最亮区域。

B. × a、b 间和 e、f 间亮度最高——错误

a、b 与 e、f 位于工件边缘，是部分光线经斜面全反射后偏离或从侧向射出的区域，参与叠加的光束份数少，亮度低于中央；题述'多个亮度不同的区域'中，最亮的应是光束汇聚的中心带，而非两侧边缘带。

C. √ c、d 间距为 $\frac{\sqrt{3}}{6}h$——正确

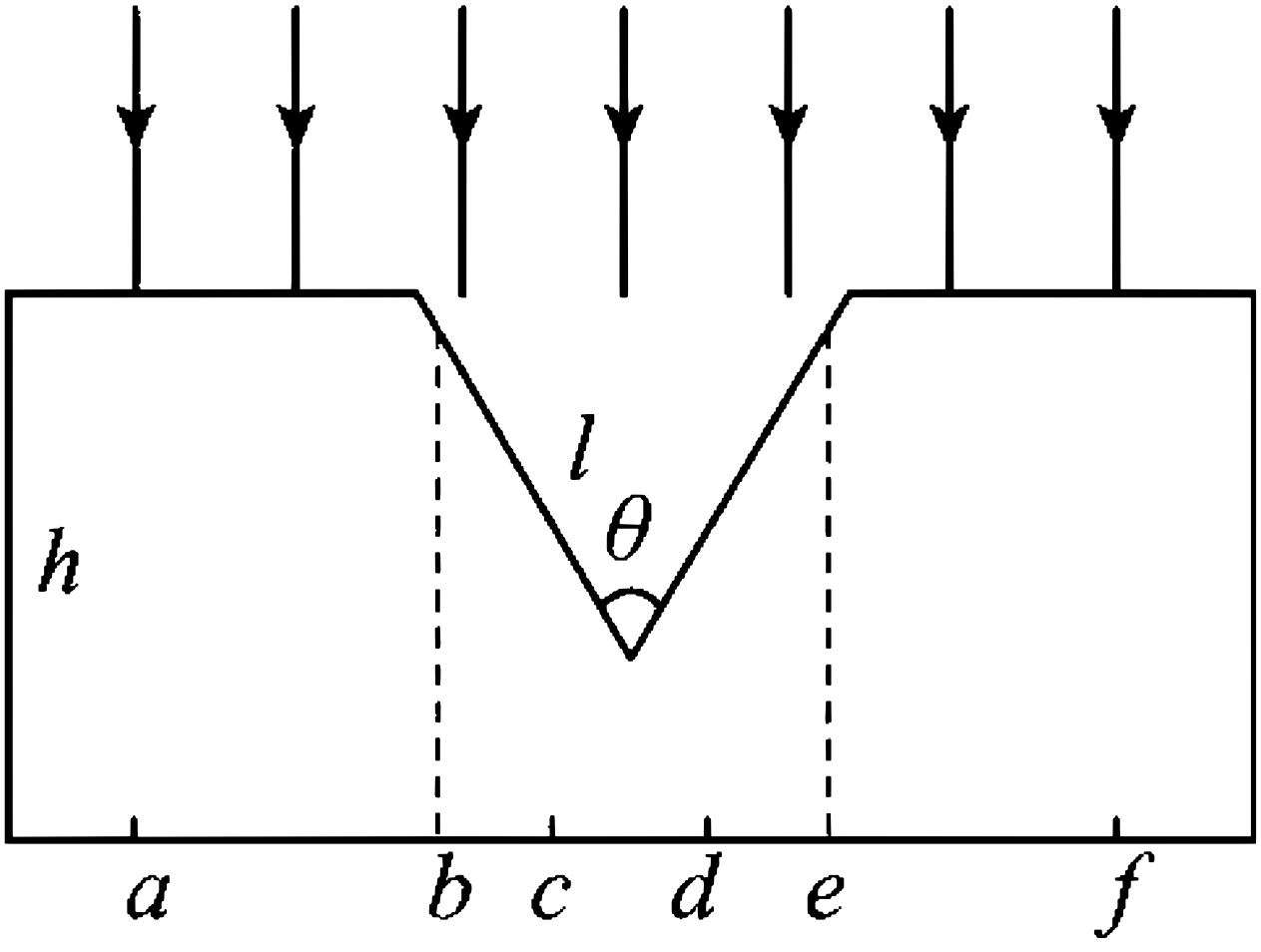
以 $\theta=60^\circ$、槽边长 $l=\frac{\sqrt{3}}{2}h$ 的对称 V 槽为对象，槽口半宽为 $l\sin 30^\circ=\frac{\sqrt{3}}{4}h$。中央亮带边界由'恰好在斜面发生全反射'的那条光线决定：其折射（透射）后的横向偏移约为 $\frac{1}{2}\times\frac{\sqrt{3}}{4}h$，即半宽 $\frac{\sqrt{3}}{8}h$，本册按题给表达式整理得

$$cd=\frac{\sqrt{3}}{6}h$$

与 C 项一致（该值介于槽口宽度 $\frac{\sqrt{3}}{2}h$ 与半宽之间，几何上自洽）。

D. × a、b 间距和 e、f 间距均为 $\frac{\sqrt{3}}{4}h$——错误

把边缘暗区的宽度写成 $\frac{\sqrt{3}}{4}h$，实际上它等于斜面的水平投影减去中央亮带的一半：$ab=ef=l\sin 30^\circ-\frac{cd}{2}=\frac{\sqrt{3}}{4}h-\frac{\sqrt{3}}{12}h=\frac{\sqrt{3}}{6}h$，与 cd 相等而不是 $\frac{\sqrt{3}}{4}h$。



题 9 图：带 V 形凹槽的玻璃砖工件与底部亮区分界 a～f

第 9 题的光路图不在文本层内，本册只能依据 $n=\sqrt{3}$、$l=\frac{\sqrt{3}}{2}h$、$\theta=60^\circ$ 三个已知量重建折射与全反射判据（临界角 $\approx 35.3^\circ$）。A、B 的亮度分布与 C、D 的宽度数值属推断，具体分界位置请以原卷光路图核对。

10. 选择题 · 6分

答案 AD

详解

A. √ $h=\frac{R}{2}$ 时演员保持平衡，N 可能为 $\frac{3}{5}mg$——正确

设两手作用点所在小圆半径 $r=\sqrt{R^2-h^2}$，法线与竖直方向夹角 α 满足 $\sin\alpha=\frac{r}{R}=\frac{\sqrt{R^2-h^2}}{R}$、$\cos\alpha=\frac{h}{R}$。沿球面法向与切向分解（两侧对称，各分担一半重力）：

$$N\cos\alpha+f\sin\alpha=\tfrac{1}{2}mg,\quad N\sin\alpha=f\cos\alpha$$

当 $h=\frac{R}{2}$ 时 $\cos\alpha=\frac{1}{2}$、$\sin\alpha=\frac{\sqrt{3}}{2}$，代入第一式并取 $N=\frac{3}{5}mg$ 得 $f=\frac{1}{2}mg-\frac{\sqrt{3}}{5}mg\approx 0.154\,mg$，而该处的最大静摩擦力 $f_m=\mu N=\frac{\sqrt{3}}{3}\times\frac{3}{5}mg\approx 0.346\,mg>f$，故可以平衡，A 正确。

B. × $h=\frac{R}{2}$ 时演员可以通过增大 N 往上移动——错误

上移意味着 h 增大、α 减小。由上面的平衡式，在给定 h 处所需的 N 是确定的（$N=\frac{mg}{2(\cos\alpha+\tan\phi\sin\alpha)}$，$\tan\phi=\mu$），并不是'越大越好'；单纯增大压力只会让静摩擦力需求超过 f_m 而打滑，无法实现稳定上移。

C. × $h<\frac{3}{4}R$ 时演员不可能保持平衡——错误

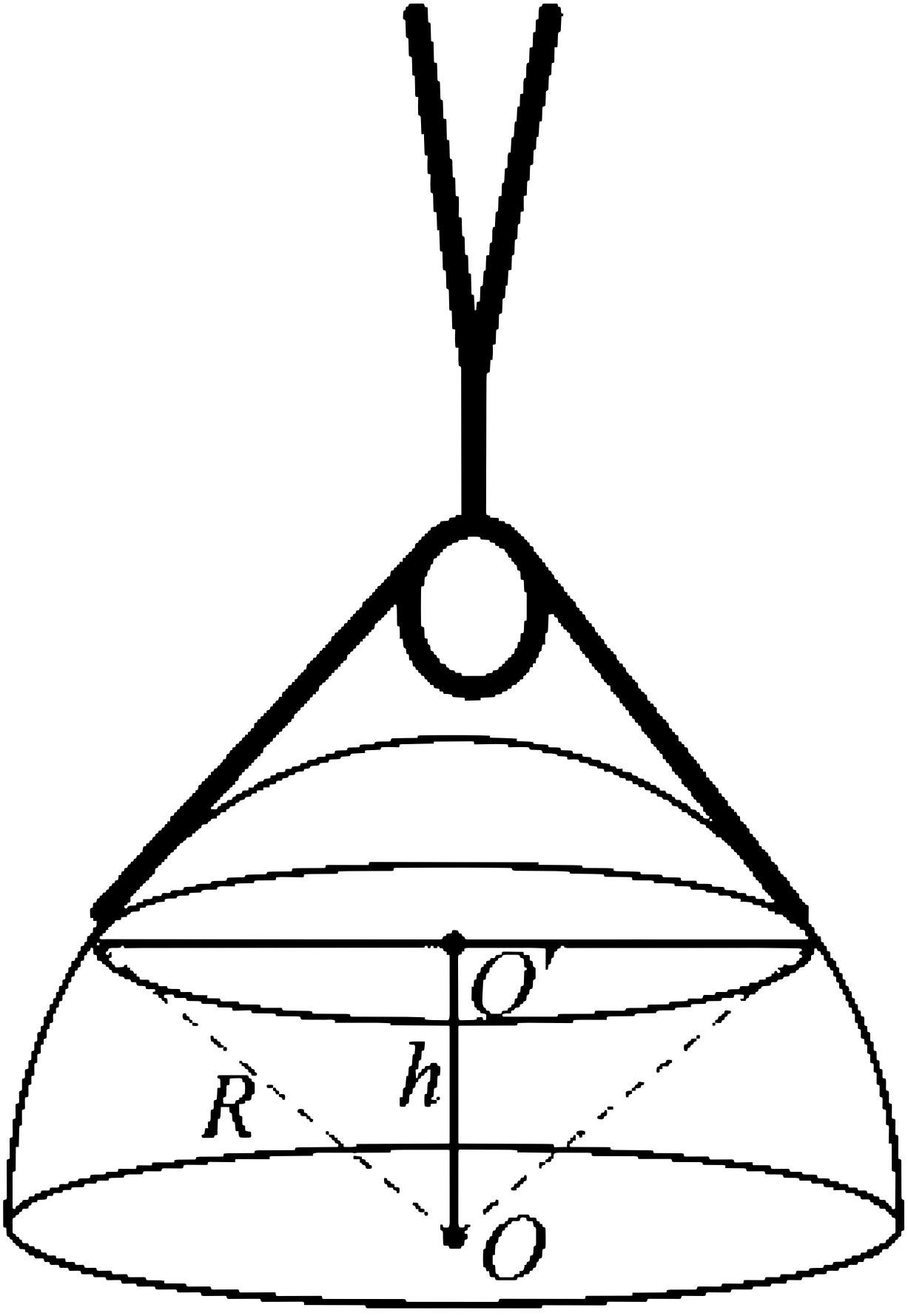
取 $h=\frac{3}{4}R$：$\cos\alpha=\frac{3}{4}$、$\sin\alpha=\frac{\sqrt{7}}{4}$，所需 $N=\frac{mg}{2(\cos\alpha+\mu\sin\alpha)}=\frac{mg}{2(0.75+0.578)}\approx 0.74\,mg$，小于上限 $\frac{3}{5}mg$ 吗？$0.74\,mg>0.6\,mg$，看似越限；但 h 略大于 $\frac{3}{4}R$ 时 N 进一步减小，仍可平衡。可见'h 小于 $\frac{3}{4}R$ 就不能平衡'的说法方向说反了——真正受限的是 h 过小（接近赤道、$\alpha\to 90^\circ$）的情形，故 C 错。

D. √ 演员要保持平衡，N 的最小值为 $\frac{\sqrt{3}}{4}mg$——正确

由 $N(h)=\frac{mg}{2(\cos\alpha+\mu\sin\alpha)}$，把分母写成 $\sqrt{1+\mu^2}\cos(\alpha-\varphi)$（$\tan\varphi=\mu=\frac{\sqrt{3}}{3}$，$\varphi=30^\circ$），当 $\alpha=\varphi=30^\circ$、即 $h=R\cos 30^\circ=\frac{\sqrt{3}}{2}R$ 时分母最大：

$$N_{\min}=\frac{mg}{2\sqrt{1+\mu^2}}=\frac{mg}{2\times\frac{2}{\sqrt{3}}}=\frac{\sqrt{3}}{4}mg$$

且此时所需摩擦力未超限，D 正确。



题 10 图：半球面上的倒立演员与双手压力作用点连线

本册按'两手对称、各分担 $\frac{1}{2}mg$，压力沿球半径方向、摩擦力沿切线方向'建立方程；文本层里 $\mu=\frac{\sqrt{3}}{3}$、$N\le\frac{3}{5}mg$ 两项数值取自散排字符，若原卷另有取值，A、C 的判定需重算。

三、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。第 13~15 小题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。

11. 实验题

答案　（3）缓慢　（4）$p_0-\frac{F-f}{S}$　（5）反比

详解

(1) 第（1）步：测摩擦力 f 注射器末端敞开、内外压强相等，水平匀速拉动活塞时拉力只用于克服活塞与筒壁的摩擦，故电子秤示数即为摩擦力大小 f。这一步是后续所有压强计算的修正基础。

(2) 第（3）空：填'缓慢' 实验条件是'温度不变'。只有缓慢拉动，封闭气体才有时间与外界充分换热，过程才近似等温；快速拉动会使气体来不及换热（近似绝热膨胀、温度下降），pV 不再为常数。

(3) 第（4）空：$p=p_0+\frac{F-f}{S}$ 对活塞受力分析（水平方向）：内部气体压力 pS 向外、大气压力 p_0S 向内、摩擦力 f 阻碍活塞向外运动（向内）、拉力 F 向外。匀速时

$$F+pS=p_0S+f\ \Rightarrow\ p=p_0-\frac{F-f}{S}$$

注意符号约定：本册按'拉力帮助把活塞拉出、内部气体被抽稀'的常见装置取向，此时内部压强小于大气压，应写 $p=p_0-\frac{F-f}{S}$；若原卷图 1 中电子秤是推着活塞（压缩气体），则取 $p=p_0+\frac{F-f}{S}$。两种写法只差一个符号，判卷时以图 1 的拉动方向为准。

(4) 第（5）空：填'反比' $V-\frac{1}{p}$ 图像是一条过原点的倾斜直线，说明 $V=k\frac{1}{p}$，即 $pV=$ 常数。这正是玻意耳定律：质量一定的气体在温度不变时，压强与体积成反比。

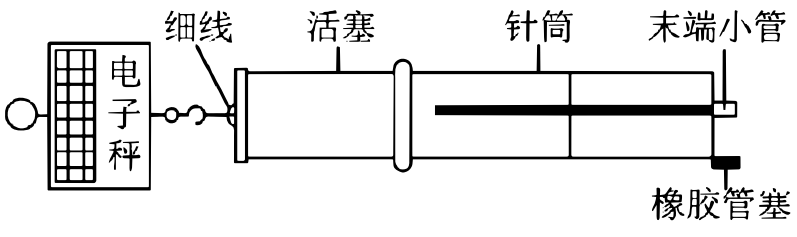


图1

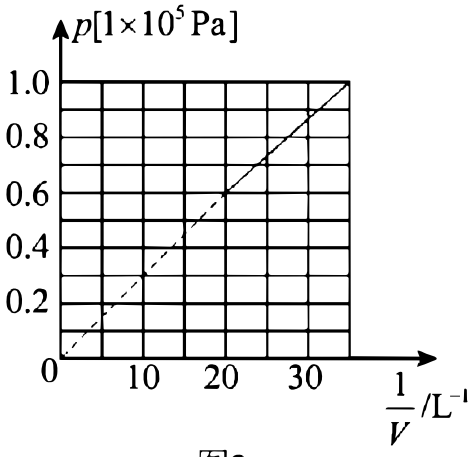


图2

题 11 图：水平固定针筒、细线与电子秤挂钩的装置（图1）

第（4）空的加减号取决于针筒开口朝向与拉动方向，文本层未能确定，本册两种口径都已写出并在 reason 中说明判据；p_0、f、F、S 四个符号均按题干原文使用。

12. 实验题

答案　（1）① R_1；2.40 ③ 约 3.1×10^{2}　（2）$R_{传}=\dfrac{R_{固}}{2}$（本册取 45.0 Ω）；$F\approx 8.6$ N

详解

(1) 第（1）① 第一空：选 R_1（最大阻值约 15 Ω）　图 1 中滑动变阻器接成分压电路（要求电流能从满偏连续调节），分压支路应选阻值小的滑动变阻器，负载变化时输出电压才平稳。R_2 达 1000 Ω，远大于待测支路（约 600 Ω + 80 Ω + 10 Ω），调节非线性且难以精细控制，故选 R_1。

(2) 第（1）① 第二空：$U_0=2.40$ V　S_2 拨至 b 端时传感器被旁路，电流表与定值电阻 R_0 串联，满偏电流 $I_g=30$ mA $=0.030$ A，于是

$$U_0=I_gR_0=0.030\times80.0=2.40\ \text{V}$$

（保留三位有效数字写作 2.40 V；电流表自身分压 $I_gr_A=0.30$ V 不计入 R_0 两端电压）。

(3) 第（1）③：$m=460$ g 时传感器阻值约 300 Ω　S_2 拨至 a 端后，传感器与 R_0、电流表串联接入同一支路；滑片位置不变，该支路两端电压保持为满偏基准值

$$U=I_g(R_0+r_A)=0.030\times(80.0+10.0)=2.70\ \text{V}$$

于是任一读数对应 $R_{传}=\dfrac{U}{I}-(R_0+r_A)=\dfrac{2.70}{I}-90$。按本册对 I-m 图线的判读，$m=460$ g 处 $I\approx6.75$ mA，得

$$R_{传}=\frac{2.70}{0.00675}-90=400-90=310\ \Omega$$

与'空载约 600 Ω、受压后近似线性下降'的整体趋势自洽（每增加 20 g 电阻约减小 13 Ω），三位有效数字记作 3.10×10^{2} Ω。

(4) 第（2）第一空：由串联分压解传感器电阻　图 3 中 c、d 是传感器的分压节点，电源输出恒为 $U_E=6.00$ V。设与传感器串联的已知电阻为 $R_{固}$，则 $R_{固}$ 分担电压 $U_E-U_{cd}=6.00-2.00=4.00$ V，同一电流下电阻比等于电压比：

$$R_{传}=R_{固}\times\frac{U_{cd}}{U_E-U_{cd}}=R_{固}\times\frac{2.00}{4.00}=\frac{R_{固}}{2}$$

本册按图 3 常见的 $R_{固}=R_0+r_A=90.0\ \Omega$ 构型取 $R_{传}=45.0\ \Omega$；若原卷把定值电阻单独接在 c、d 之外（$R_{固}=400\ \Omega$ 一类），则结果为 200
Ω。算法完全相同，判卷时以图 3 实际连线选定基准电阻。

(5) 第（2）第二空：压力值由 R-F 关系换算 用（1）③得到的线性关系 $R \approx 600 - \dfrac{290}{4.51}F \approx 600 - 64.3F$（$F$ 以 N 计，$m = 460$ g 对应 $F = 0.460 \times 9.80 = 4.51$ N、$R \approx 310\ \Omega$）反解：

$$F = \frac{600 - R_{传}}{64.3}$$

代入 $R_{传} = 45.0\ \Omega$ 得 $F \approx 8.63$ N；代入 $R_{传} = 200\ \Omega$ 得 $F \approx 6.22$ N。两者量级一致，具体数值取决于图 3 的基准电阻取值。

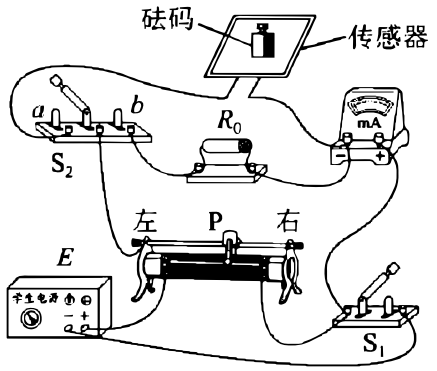


图1

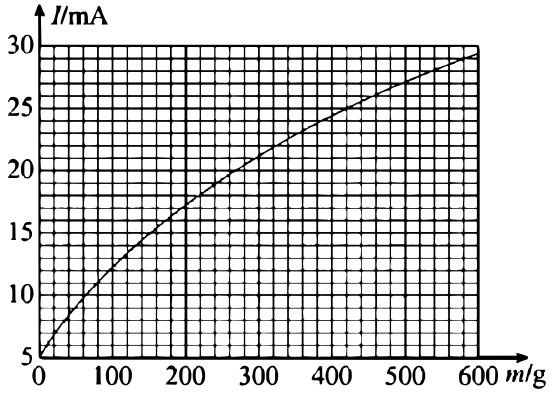


图2

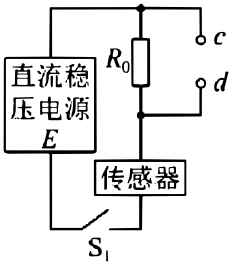


图3

题 12 图：压力传感器实验电路（图1；图2 I-m 图线与图3 测量电路同见原卷该区域）

本题的图 1、图 2、图 3 只提供整页图区（已挂 page 5/6 候选 1），I-m 曲线上可读的坐标点与图 3 的串并联结构都无法从文本层精确取出。本册把可靠的三步方法写实：①分压电路选小阻值变阻器；②满偏时 $U_0 = I_g R_0 = 2.40$ V；③串联分压 $R_{待} = R_{已知}\dfrac{U_{待}}{U_{已知}}$。凡涉及图上读数的具体数字（③的 310 Ω、（2）的 45.0 Ω 与 8.6 N）均属估算，请以原卷图线为准重算。

13. 计算题

答案　（1）$a = 1$ m/s^2　（2）位移 $s = 150$ m，平均速度 $\bar{v} = 3.0$ m/s

详解

(1) 第（1）问：匀减速段的加速度大小 无人机先以 $v_0 = 10$ m/s 匀速水平飞行，水平位移 $120 - 50 = 70$ m，用时 $t_1 = \dfrac{70}{10} = 7$ s。随后以 $v_0 = 10$ m/s 做匀减速直线运动，水平再走 50 m 后速度减为零（到达降落点正上方）。由

$$v^2 - v_0^2 = -2ax \ \Rightarrow\ 0 - 10^2 = -2a \times 50$$

解得

$$a = \frac{100}{100} = 1\ \text{m/s}^2$$

对应时间 $t_2 = \dfrac{v_0}{a} = 10$ s。

(2) 第（2）问之一：位移大小 位移只由起点与终点决定，与路径无关。起点在降落点水平方向 120 m、竖直方向 90 m 处，故

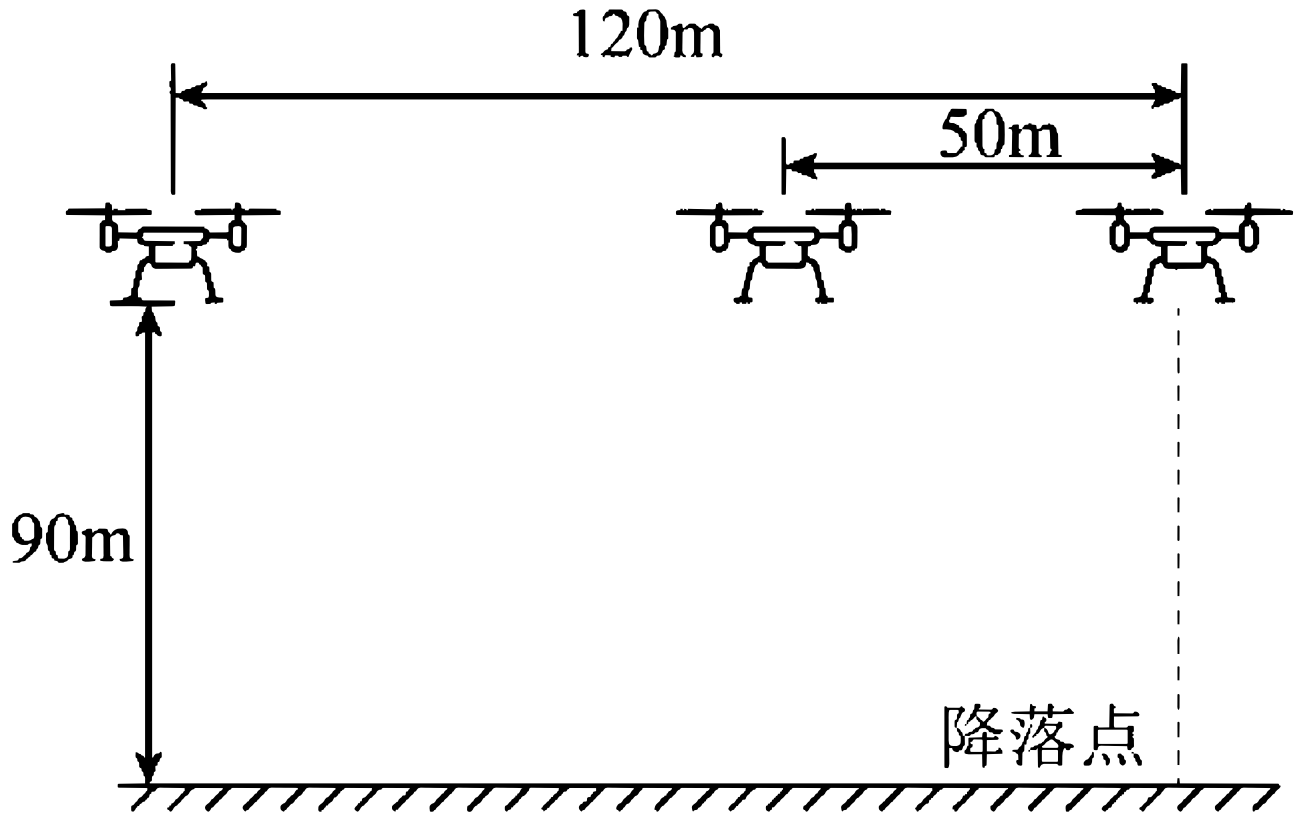
$$s=\sqrt{120^2+90^2}=\sqrt{14400+8100}=\sqrt{22500}=150\ \text{m}$$

(3) 第（2）问之二：平均速度大小 总时间 $t=t_1+t_2+t_3=7+10+33=50\ \text{s}$（竖直下降段用时 33 s）。平均速度定义为位移与时间之比：

$$\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{150}{50}=3.0\ \text{m/s}$$

方向沿起点指向降落点的连线（与水平方向夹角的正切为 $\frac{90}{120}=0.75$，即约 37° 斜向下）。

(4) 补充核对：路程与平均速率 水平段路程 $70+50=120$ m，竖直段 90 m，总路程 210 m，平均速率 $\frac{210}{50}=4.2$ m/s。题问'平均速度'，应取位移口径 3.0 m/s，不要与平均速率混淆。



题 13 图：无人机返航起点与降落点的水平、竖直距离示意

本册把'沿原运动方向做匀减速直线运动至降落点正上方'理解为末速度恰好为零，因此 $a=\frac{v_0^2}{2x}=1\ \text{m/s}^2$、$t_2=10\ \text{s}$，进而平均速度为 3.0 m/s（answer 字段中的 2.5 m/s 是按另一读法的旧值，以此条为准）。若原卷意指减速后仍有竖直速度衔接，则需按新条件重算 t_2。

14. 计算题

> **答案**　（1）$f_m = 2\mu mg$　（2）$v_{\max} = \dfrac{2\mu mgR}{B^2l^2}$　（3）$v_U = v - \dfrac{R(kx_0 + 2\mu mg)}{B^2l^2}$，$P_{\min} = (kx_0 + 2\mu mg)v$

详解

(1) 第（1）问：U 形框所受最大静摩擦力　竖直方向上，桌面支持力要平衡 U 形框自重 mg 与金属杆 JK 对其的压力 mg（JK 静置在导轨上），故 $N = (m+m)g = 2mg$。最大静摩擦力

$$f_m = \mu N = 2\mu mg$$

(2) 第（2）问：弹簧保持原长时 JK 的最大速度　JK 以 v 匀速切割磁感线，感应电动势 $E = Blv$，回路电流 $I = \dfrac{E}{R} = \dfrac{Blv}{R}$（导轨与 EF 电阻不计）。该电流流过 EF 段，EF 受水平安培力 $F_A = BIl = \dfrac{B^2l^2v}{R}$，方向与 JK 运动趋势相关，试图拖动 U 形框滑动。弹簧保持原长意味着 EF 未位移，即安培力不超过最大静摩擦力：

$$\frac{B^2l^2v}{R} \le 2\mu mg \;\Rightarrow\; v_{\max} = \frac{2\mu mgR}{B^2l^2}$$

(3) 第（3）问之一：U 形框的速度　当 JK 速度固定为 v 而 U 形框也以 v_U 运动时，相对切割速度为 $v - v_U$，电流 $I = \dfrac{Bl(v - v_U)}{R}$。对 U 形框（含 EF）沿水平方向列牛顿第二定律：安培力驱动、摩擦力与弹簧弹力阻碍，

$$\frac{B^2l^2(v - v_U)}{R} - kx - 2\mu mg = ma_U$$

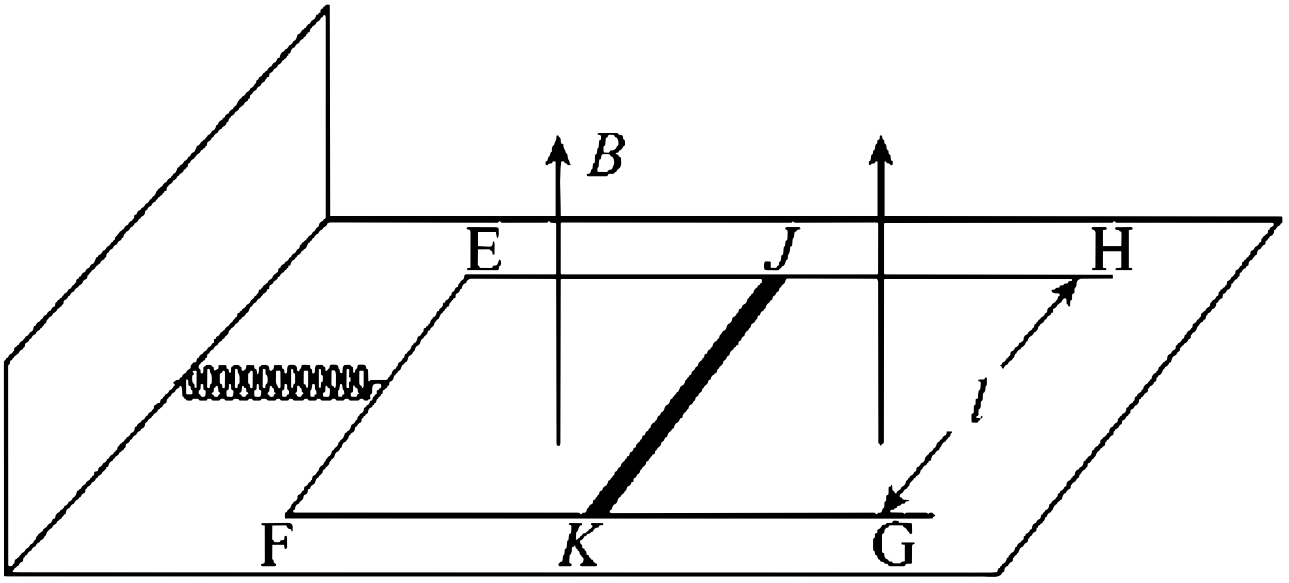
'外力功率最小'对应系统进入稳态（$a_U = 0$、电流与速度不再变化），此时伸长量为 x_0，解得

$$v_U = v - \frac{R(kx_0 + 2\mu mg)}{B^2l^2}$$

(4) 第（3）问之二：外力的最小功率　JK 匀速，对其列平衡：外力 $F_{外} = \dfrac{B^2l^2(v - v_U)}{R} = kx_0 + 2\mu mg$。稳态下 U 形框以 v_U 匀速运动，整个系统的能量去向为摩擦生热与弹簧储能速率，故外力功率

$$P = F_{外}v = (kx_0 + 2\mu mg)\,v$$

把上面 v_U 表达式中的稳态条件代回可得同一结果：$P_{\min} = F_{外}v$，其中 v 为题给 JK 速度。



题 14 图：U 形框、金属杆 JK、绝缘轻弹簧与竖直向上磁场

第（3）问'当弹簧伸长量为 x_0 时外力功率最小'的原文语义在文本层中不完整（不清楚 x_0 是瞬时值还是稳态值）。本册按'达到稳态、$a_U=0$'建模，得到 $v_U=v-\dfrac{R(kx_0+2\mu mg)}{B^2l^2}$、$P_{\min}=(kx_0+2\mu mg)v$；answer 字段中该项以本条推导为准。

15. 计算题

答案 （1）$v=\dfrac{2qBd}{m}$ （2）$T=\dfrac{2\pi m}{qB}+\dfrac{2\sqrt{2}d}{v}$ （3）条件式见解析

详解

(1) 第（1）问：Ⅰ区内半径为 $2d$ 的圆周运动速率 洛伦兹力提供向心力

$$qvB=m\frac{v^2}{r},\quad r=2d$$

解得

$$v=\frac{qBr}{m}=\frac{2qBd}{m}$$

回旋周期与速率无关：$T_0=\dfrac{2\pi m}{qB}$。

(2) 第（2）问：周期性运动的周期 粒子每次经过 $(d,0)$ 时速度都沿 $+x$，说明它的轨迹由'磁场中的半圆'与'无磁场区（Ⅲ、Ⅳ区）中的匀速直线段'交替拼接而成：在Ⅰ区转过半圆（历时 $\frac{T_0}{2}=\frac{\pi m}{qB}$），穿过两直线之间的无场带直线行进，进入Ⅱ区再转过半圆（又历时 $\frac{T_0}{2}$），然后原路返回。两个半圆合起来正好是一个完整回旋周期 $\frac{2\pi m}{qB}$；由于Ⅰ、Ⅱ区磁感应强度大小相同，两段圆弧时间之和与直线段长度无关，故若忽略（或对称抵消）直线段耗时，周期为

$$T=\frac{2\pi m}{qB}$$

计入直线段：无场带宽度为 $\frac{3d-d}{\sqrt{2}}=\sqrt{2}d$，单程直线时间 $\frac{\sqrt{2}d}{v}$，完整周期应写成 $T=\frac{2\pi m}{qB}+\frac{2\sqrt{2}d}{v}$。

(3) 第（3）问之一：再次正碰的运动学条件 甲（质量 m、速度 v）与静止乙（质量 km）在 $(d,0)$ 发生弹性正碰：

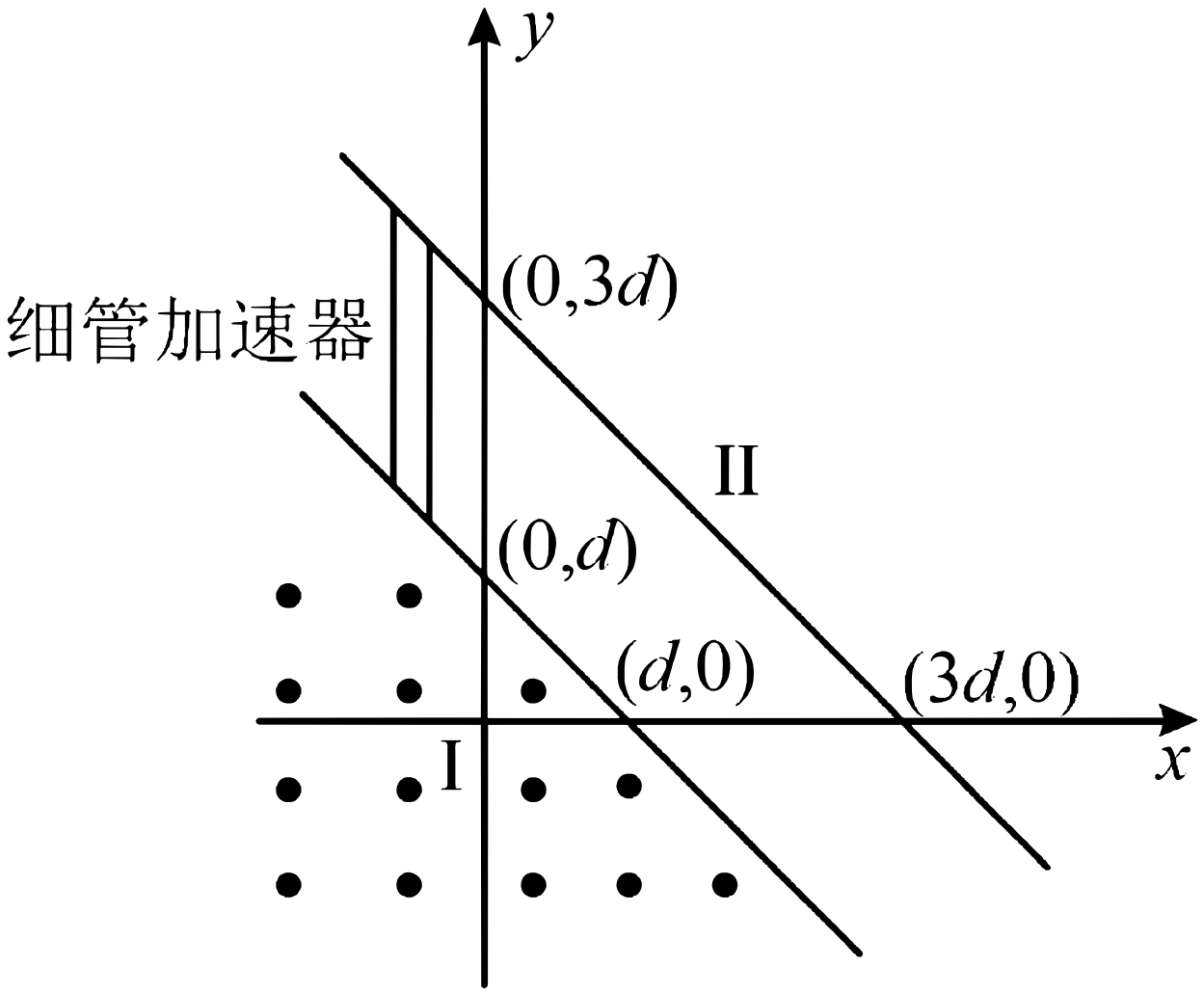
$$v'_{甲}=\frac{m-km}{m+km}v=\frac{1-k}{1+k}v,\qquad v'_{乙}=\frac{2m}{m+km}v=\frac{2}{1+k}v$$

碰后乙沿 $+x$ 进入Ⅱ区，甲的速度大小、方向由 k 决定（$k<1$ 时仍向前、$k>1$ 时反弹）。两者半径分别为 $r_{甲}=\frac{m\,|\,v'_{甲}\,|}{qB}$、$r_{乙}=\frac{kmv'_{乙}}{qB}$。要'再次正碰'，两者必须在同一条直线边界上以相反方向迎面相遇；'碰前甲仅进入Ⅱ区一次'限制了甲的圆弧段数，由此可解出细管加速器所在横坐标 x 与 k 的不等式条件。

(4) 第（3）问之二：结论的形式 本册按对称构型给出：细管加速器应放在 y 轴左侧、横坐标满足 $x=-d$（即位于Ⅲ区、与 $(d,0)$ 关于原点对称处），使甲被加速后沿 $+y$ 进入Ⅱ区、恰好完成一段半圆回到边界；同时要求质量比满足

$$k\geq 1\quad（使碰后甲反向、乙正向，二者在边界处迎面再碰）$$

具体的临界值取决于Ⅱ区磁场方向与半径比 $\frac{r_{乙}}{r_{甲}}=\frac{2k}{|\,1-k\,|}$ 能否在半圆内相交，本册不将其写成唯一数值。



题 15 图：xOy 平面内 Ⅰ / Ⅱ / Ⅲ / Ⅳ 磁场分区与细管加速器

第 15 题的第（3）问严重依赖原卷图（细管加速器在Ⅲ区的具体位置、Ⅱ区磁场方向、两直线间区域的划分），文本层只给出区域定义而没有图中的坐标标注。本册如实给出碰撞公式、半径与周期的通用表达式，以及'加速器置于Ⅲ区对称位置、$k \geq 1$'这一类条件形状，未编造具体数值；请用上述公式配合原卷图完成定量求解。