2025 届高三年级 4 月份模拟考

物理参考答案及解析

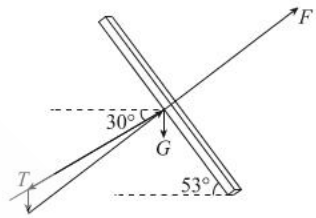
一、单项选择题

1. A 【解析】处于 $n=3$ 能级的氢原子发生电离所需要的光子能量只需大于 1.51 eV 即可，因为紫外线的光子能量一定大于 3.11 eV，故 A 项正确；原子核受激发向低能级跃迁时辐射出 γ 射线，故 B 项错误；氢原子从 $n=3$ 能级向 $n=2$ 能级跃迁时会辐射出 1.89 eV 的光子，其能量大于红外光子的能量，故 C 项错误；氢原子从 $n=4$ 能级向低能级跃迁时最多可辐射出 6 种不同频率的光，光子能量分别为 12.75 eV、12.09 eV、10.2 eV、2.55 eV、1.89 eV、0.66 eV，这其中属于可见光范围的只有由 $n=3$ 能级向 $n=2$ 能级跃迁辐射出的光子能量为 1.89 eV 的光和由 $n=4$ 能级向 $n=2$ 能级跃迁辐射出的光子能量 2.55 eV 的光，因为只有一个氢原子，所以无法同时发生，故 D 项错误。

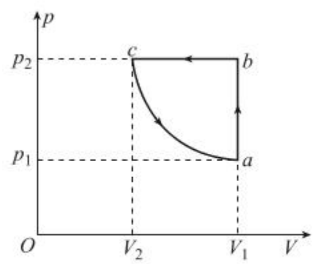
2. B 【解析】因为物块恰好静止在斜面上，所以 $mg\sin\theta=\mu mg\cos\theta$，解得 $\mu=\tan\theta$，故 A 项错误；设物块到达 B 点时的速度为 v，拉力作用在物块上时加速度大小为 a_1，撤去拉力后加速度大小为 a_2，则有 $v=a_1t$，$v-\frac{v}{3}=2a_2t$，解得 $a_1=3a_2$，根据受力分析得 $F-mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma_1$，$mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta=ma_2$，解得 $F=8mg\sin\theta$，故 B 项正确；A、B 两点间的距离 $x_{AB}=\frac{vt}{2}$，B、C 两点间的距离 $x_{BC}=\frac{(v+\frac{v}{3})2t}{2}=\frac{4vt}{3}$，所以 $x_{AB}=\frac{3}{8}x_{BC}$，故 C 项错误；设物块从 B 点到停下的时间为 t'，$v=a_2t'$，解得 $t'=3t$，则物块从 A 点开始运动到最终停下所需要的时间为 $t_{总}=4t$，故 D 项错误。

3. B 【解析】卫星绕星球做匀速圆周运动，有 $G\frac{Mm}{(2R)^2}=m\frac{v^2}{2R}$，对星球表面质量为 m_0 的物体有 $G\frac{Mm_0}{R^2}=m_0g$，联立解得 $g=\frac{2v^2}{R}$，B 项正确。

4. D 【解析】Δt 时间内撞击风筝的空气质量为 $m=\rho Sv\Delta t\sin 53°=\frac{4}{5}\rho Sv\Delta t$，根据动量定理可得 $F\Delta t=mv\sin 53°$，解得 $F=\frac{16\rho Sv^2}{25}$，故 A、B 项错误；风筝表面受力分析如图所示，根据正弦定理得 $\frac{F}{\sin 120°}=\frac{T}{\sin 53°}$，可得 $T=\frac{8\sqrt{3}}{15}F=\frac{128\sqrt{3}\rho Sv^2}{375}$，故 C 项错误，D 项正确。

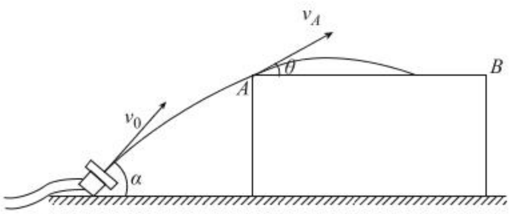


5. C 【解析】$b\to c$ 过程中，气体的压强不变，体积减小，则温度降低，气体分子平均动能减小，则单位时间内撞击单位面积器壁的分子数增多，A 项错误；$c\to a$ 过程，图线斜率一定，气体的温度不变，B 项错误；画出 $p-V$ 图像，$a\to b\to c$ 过程中，外界对气体做功 $W=p_2(V_1-V_2)$，a、c 状态温度相同，$\Delta U=0$，根据热力学第一定律 $\Delta U=W+Q$，可知 $Q=-W=-p_2(V_1-V_2)$，C 项正确；$a\to b\to c\to a$ 过程中，外界对气体做功，对应图像中围成面积，$\Delta U=0$，则气体放出热量，D 项错误。



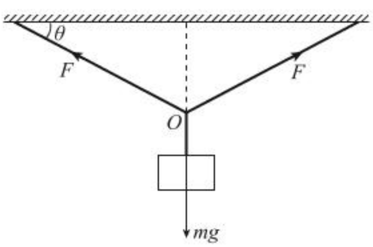
6. C 【解析】由水枪喷出的质量为 Δm 的水，从喷出至落到 AB 边的过程，由动能定理可得 $-\Delta mgh=\frac{1}{2}\Delta mv_1^2-\frac{1}{2}\Delta mv_0^2$，解得 $v_1=\frac{\sqrt{2}}{2}v_0$，水击中平台的速度大小相同，A 项错误；$\alpha$ 角越大，水抛物线轨迹最高点越高，在空中的运动时间越长，B 项错误；水在 AB

边上的落点距 A 点最远时，轨迹如图所示，研究水从 A 点落到平台上，设时间为 t，水平方向有 $v_A\cos\theta\cdot t=x$，竖直方向有 $v_A\sin\theta=g\cdot\frac{t}{2}$，$v_A=v_1=\frac{\sqrt{2}}{2}v_0$，解得 $x=\frac{2v_A^2\sin\theta\cos\theta}{g}=\frac{v_A^2\sin 2\theta}{g}$，当 $\theta=45°$ 时，有 $x_{\max}=\frac{v_A^2}{g}=\frac{v_0^2}{2g}$，C 项正确；当 $\theta=45°$ 时，水在 AB 边上的落点距 A 点最远，此时 $\alpha>45°$，D 项错误。



7. D 【解析】$0\sim t_0$ 时间内，牵引力做的功 $W=F\cdot\frac{1}{2}at^2$，所以 $\frac{W}{t}=F\cdot\frac{1}{2}at$，故 $P=\frac{1}{2}Fat_0$，t_0 时刻，汽车牵引力的功率 $P_{额}=F\cdot at_0=2P$，故 A 项错误；$\frac{t_0}{2}\sim t_0$ 时间内，牵引力做的功 $W'=Pt_0-\frac{1}{2}P\frac{t_0}{2}=\frac{3}{4}Pt_0$，故 $\bar{P}=\frac{W'}{\frac{t_0}{2}}=\frac{3}{2}P$，故 B 项错误；$0\sim t_0$ 时间内，由图像可得 $k=\frac{P}{t_0}=\frac{1}{2}Fa$，$a=\frac{2P}{Ft_0}$，由牛顿第二定律可得 $F-f=ma$，解得 $f=F-\frac{2mP}{Ft_0}$，故 C 项错误；汽车匀速行驶时，$F_{牵}=f$，所以 $P_{额}=f\cdot v_m$，所以 $v_m=\frac{2P}{f}=\frac{2PFt_0}{F^2t_0-2mP}$，D 项正确。

8. B 【解析】因为重物系在弹性绳中点，则半根绳的劲度系数变为 $2k$，如图所示，设弹性绳与水平方向的夹角为 θ，则左侧半根弹性绳伸长量为 $\Delta L=\frac{L}{2\cos\theta}-\frac{L}{2}$，此时弹性绳上的弹力为 $F=2k\Delta L$，由受力分析得 $F\sin\theta=\frac{1}{2}mg$，解得 $\theta=37°$，$\Delta L=0.125\ \text{m}$，则整根弹性绳伸长量为 $0.25\ \text{m}$，故 B 项正确。



二、多项选择题

9. BCD 【解析】带电粒子在 M 点保持静止，说明 M 点合电场强度为零，负点电荷与圆环在 M 点产生的电场强度大小相等、方向相反，所以圆环带负电，故 A 项错误；设圆环所带电荷量大小为 Q_1，将圆环无限细分为 n 段，每一小段都可以看做一个点电荷 $q=\frac{Q_1}{n}$，则圆环在 M 点产生的电场强度大小 $E_1=\frac{nkq}{(\frac{L}{2})^2+L^2}\times\frac{L}{\sqrt{(\frac{L}{2})^2+L^2}}$，负点电荷在 M 点产生的电场强度大小 $E_2=\frac{kQ}{L^2}$，由 $E_1=E_2$ 可得 $Q_1=\frac{5\sqrt{5}Q}{8}$，故 B 项正确；移走负点电荷，圆环在 MO 间电场方向沿 x 轴正方向，在 O 点右侧电场方向沿 x 轴负方向，O 点的电场强度为零。带电粒子从 M 点向 x 轴正方向运动，粒子带正电，在 MO 间电场力做正功，到 O 点右侧电场力做负功，在 O 点粒子的动能最大，故 C 项正确；在 x 轴负半轴，从 O 点开始圆环产生的电场强度先增大后减小，根据数学知识可知，电场强度最大值在距离 O 点 $\frac{\sqrt{2}}{4}L$ 处，所以从 M 点向 x 轴负方向运动，粒子的加速度将一直减小，故 D 项正确。

10. AC 【解析】设 a、b 端输入电压为 U_0，原、副线圈两端电压分别为 U_1、U_2，匝数分别为 n_1、n_2，电流分别为 I_1、I_2，滑片 T 不动，滑片 P 上移，$\frac{n_1}{n_2}$ 不变，负载电阻变大，则原线圈中的电流 I_1 变小，定值电阻 R_1 分压减小，原线圈两端电压 U_1 增大，由 $U_2=\frac{n_2}{n_1}U_1$ 可得 U_2 增大，故 A 项正确；由 $U_0=U_1+I_1R_1$，$U_2=\frac{n_2}{n_1}U_1$ 可得 $U_2=\frac{n_2}{n_1}U_0-\frac{n_2}{n_1}I_1R_1$，所以 $\frac{\Delta U}{\Delta I}=\frac{n_2}{n_1}R_1$ 不变，故 C 项正确；滑片 P 不动，滑片 T 上移，则 n_2 增大。将变压器包括负载电阻等效为一个电阻，等效电阻 $R_{等效}=(\frac{n_1}{n_2})^2(R_2+R_3)$，$n_2$ 增大，等效电阻减小，总电阻减小，电流表的示数增大，故 B 项错误；因 R_1 与 $R_{等效}$ 大小关系未知，所以等效电阻减小，变压器的输出功率变化情况不确定，故 D 项错误。

11. CD 【解析】对活塞 b 受力分析，沿斜面方向有 p_BS

$=p_0S+mg\sin\theta$，可得 $p_B=p_0+\frac{mg\sin\theta}{S}=1.5\times10^5$ Pa，A项错误；在活塞 b 碰到气缸卡口之前，将活塞 a、b 与之间弹簧、气体 B 看作整体，对整体受力分析，沿斜面方向有 $p_AS=p_0S+2mg\sin\theta$，可得 $p_A=p_0+\frac{2mg\sin\theta}{S}=2\times10^5$ Pa，缓慢加热气体，气体 A 做等压变化，体积变大，温度升高，气体 B 的压强不变，体积不变，温度不变，B项错误；在活塞 b 碰到气缸顶端后，继续加热，弹簧被压缩，气体 B 发生等温变化，设初状态气体 B 的体积为 V_0，当弹簧压缩 0.1 m 时，气体 B 的体积变为原来的 $\frac{3}{4}$，对气体 B 有 $p_BV_0=p_B'\cdot\frac{3}{4}V_0$，解得 $p_B'=2\times10^5$ Pa，C项正确；弹簧的弹力 $F=kx=2$ N，此时气体 A 的压强 $p_A'=p_B'+\frac{mg\sin\theta}{S}+\frac{F}{S}=2.6\times10^5$ Pa，对气体 A 有 $\frac{p_AV_0}{T}=\frac{p_A'(2V_0+\frac{V_0}{4})}{T'}$，解得 $T'=585$ K，D项正确。

12. BD 【解析】设回路中电流为 I，导体棒 ab、cd 的加速度大小分别为 a_1、a_2，由牛顿第二定律可得 $2mg\sin\theta-2BIL\cos\theta=2ma_1$，$mg\sin\theta-BIL\cos\theta=ma_2$，可知，任意时刻 $a_1=a_2$，则任意时刻两导体棒速度大小都相等。两导体棒释放位置距水平面高度相同，所以当导体棒 cd 到达右侧倾斜导轨底端时，导体棒 ab 也恰好到达左侧倾斜导轨底端，速度大小也是 v，故A项错误；导体棒 ab 进入水平导轨时，两导体棒产生的总电动势 $E=2BLv$，回路中电流大小为 $I=\frac{E}{3R}=\frac{2BLv}{3R}$，故B项正确；两导体棒在水平导轨上运动过程中，所受合外力为零，二者速度相同时，相距最近。由动量守恒定律得 $2mv-mv=3mv_{共}$，解得 $v_{共}=\frac{1}{3}v$，故C项错误；两导体棒在倾斜导轨运动过程中，通过导体棒 ab 的电荷量 $q_1=\frac{\Delta\Phi}{3R}=\frac{2B\cos\theta\times L\times\frac{h}{\sin\theta}+B\cos\theta\times L\times\frac{h}{\sin\theta}}{3R}$，解得 $q_1=\frac{\sqrt{3}BLh}{R}$，两导体棒在水平导轨运动到共速过程，对导体棒 ab，由动量定理得 $-BL\sum i\Delta t=2mv_{共}-2mv$，$q_2=\sum i\Delta t$，解得 $q_2=\frac{4mv}{3BL}$，则上述过程中，通过导体棒 ab 的电荷量 $q=q_1+q_2=\frac{\sqrt{3}BLh}{R}+\frac{4mv}{3BL}$，故D项正确。

三、非选择题

13. (1)AD(2分)

(2)10.30(1分)　632(1分)

(3)C(2分)

【解析】(1)条纹比较模糊可能是单双缝不平行导致的，毛玻璃屏是用来承接干涉条纹的，故A项正确，B项错误；减小单双缝间距并不能改变条纹间距，C项错误；光源各部分的相位差是不稳定的，不能形成干涉条纹，单缝的作用就是选定光源中的相位差恒定的部分，从而形成干涉条纹，D项正确。

(2)由图乙可得 $x_1=10\text{ mm}+15\times0.02\text{ mm}=10.30$ mm，条纹间距 $\Delta x=\frac{x_5-x_1}{4}=\frac{L}{d}\lambda$，故 $\lambda=632$ nm。

(3)透明薄片相当于增大光程，光程差为0的点将向下移动，故中央亮纹向 P 点下侧移动，C项正确。

14. (1)①C(1分)

②40 μA(1分)

(2)$\frac{5c}{b-a}$(2分)　$\frac{ac}{b-a}$(2分)

(3)<(2分)

【解析】(1)①电阻箱 R_1 要能控制电路总电流几乎保持不变，应选择接入阻值远大于电流表内阻的电阻箱，故选C。

②当通过电阻箱 R_2 的电流是电流表示数的4倍时，说明量程扩大了5倍，则电流表的示数 $I=\frac{1}{5}\times200\ \mu\text{A}=40\ \mu\text{A}$。

(2)根据闭合电路欧姆定律可得 $E=5I(R_1+r)$，整理可得 $R_1=\frac{E}{5}\times\frac{1}{I}-r$，结合图线可得 $\frac{E}{5}=\frac{c}{b-a}$，解得 $E=\frac{5c}{b-a}$，将 $E=\frac{5c}{b-a}$ 代入 $c=\frac{E}{5}b-r$，解得 $r=\frac{ac}{b-a}$。

(3)在扩大电流表量程过程中，当保持电阻箱 R_1 阻

值不变,闭合开关 S_2,电阻箱 R_2 接入电路后,电路总电阻会变小,总电流会变大,所以扩大的量程倍数大于5。在进行橙汁电池电动势计算时存在系统误差,电动势的实际值 $E_{真}>\dfrac{5c}{b-a}$。

15.【解析】(1)由图乙可知质点的振动方程为

$y=-0.2\sin 2\pi t(\mathrm{cm})$　　(1分)

由 $y_Q=0.1$ cm 得 $t=\dfrac{11}{12}$ s,所以 $x_Q=\dfrac{11}{12}\lambda=\dfrac{11}{3}$ m　　(1分)

又波速 $v=\dfrac{\lambda}{T}=4$ m/s　　(1分)

故质点 Q 第一次到达波峰的时间

$t'=\dfrac{x_Q-x_P}{v}=\dfrac{1}{6}$ s　　(1分)

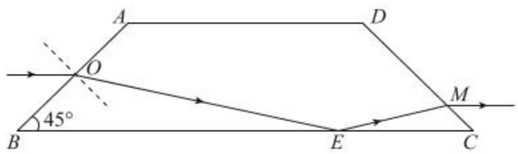
(2)质点在平衡位置附近平均速度较大,故由振动方程 $y=-0.2\sin 2\pi t(\mathrm{cm})$ 可知

从平衡位置经 $\dfrac{1}{8}T$ 质点走过的路程为

$s=0.2\sin\dfrac{\pi}{4}$ cm $=0.1\sqrt{2}$ cm　　(2分)

所以质点 P 振动过程中,任意0.25 s内所走过的最大路程为 $s_{\max}=2s=0.2\sqrt{2}$ cm　　(2分)

16.【解析】(1)光路图如图所示　　(3分)



(2)根据几何关系可知 $\triangle BOE\backsim\triangle CME$,则 $\dfrac{BO}{BE}=\dfrac{CM}{CE}$　　(1分)

$BE+EC=2\sqrt{2}L$　　(1分)

解得 $BE=\dfrac{8\sqrt{2}L}{5}$,$EC=\dfrac{2\sqrt{2}L}{5}$

在 ΔBOE 中,$\cos\angle B=\dfrac{BO^2+BE^2-OE^2}{2BO\cdot BE}$,可得 $OE=2L$　　(1分)

$\dfrac{BE}{\sin(90^\circ+\beta)}=\dfrac{OE}{\sin 45^\circ}$,解得 $\cos\beta=\dfrac{4}{5}$　　(1分)

由折射定律可得 $n_2=\dfrac{\sin 45^\circ}{\sin\beta}=\dfrac{5\sqrt{2}}{6}$　　(1分)

17.【解析】(1)物块 A 能在竖直面内做圆周运动,轨迹半径为 $20d$,设物块 A 的初速度为 v_0,质量为 m,第一圈到达最高点时最小速度为 v_1,在最高点时,由重力提供向心力得

$mg=m\dfrac{v_1^2}{20d}$　　(1分)

物块 A 从最低点到最高点,由动能定理得

$-mg\cdot 40d=\dfrac{1}{2}mv_1^2-\dfrac{1}{2}mv_0^2$　　(1分)

解得 $v_0=10\sqrt{gd}$　　(1分)

(2)物块 A 获得(1)问中的最小速度后,将做圆周运动,分析可知,物块 A 在同一个圆周运动中,绳子所受拉力最大值出现在最低点且以 P 为圆心,假设物块 A 在 n 圈后的最低点绳子的拉力达到最大值 $33mg$,此时速度为 v_2,分析可知此时物块 A 做圆周运动的半径为

$L=(20-2n)d$

由牛顿第二定律得

$33mg-mg=m\dfrac{v_2^2}{L}$　　(1分)

由动能定理得

$-mg\cdot 2nd=\dfrac{1}{2}mv_2^2-\dfrac{1}{2}mv_0^2$　　(1分)

解得 $n=9$,$v_2=8\sqrt{gd}$

因此,绳子恰好在物块 A 运动9圈时的最低点断掉,之后物块 A 沿切线进入圆弧轨道,设到达 M 点时速度为 v_3,由平抛运动的末速度分解得

$v_3=\dfrac{v_2}{\cos 37^\circ}=10\sqrt{gd}$　　(1分)

由动能定理得

$mgR(1-\cos 37^\circ)=\dfrac{1}{2}mv_1^2-\dfrac{1}{2}mv_3^2$　　(1分)

解得 $R=50d$　　(1分)

(3)当物块 A 滑上木板 B 后,对物块 A 和木板 B 组成的系统分析,物块 A 做匀减速运动,木板 B 做匀加速运动,设他们的加速度大小分别为 a_1 和 a_2,则

$\mu mg=ma_1$

$\mu mg=3ma_2$　　(1分)

设木板第一次到达挡板时速度为 v,有

$v^2=2a_2\cdot 2d$

可得 $v=\dfrac{\sqrt{30gd}}{5}$　　(1分)

此时物块 A 的速度为 v_5，因为物块 A 的加速度是木板 B 的 3 倍，则

$v_5=v_4-3v$

可得 $v_5=\dfrac{7\sqrt{30gd}}{5}$　　(1 分)

此时，物块 A 的速度依然大于木板 B，又因为木板 B 与挡板 C 发生弹性碰撞，则木板 B 与挡板撞击后原速率返回，速度减为 0 时，物块 A 的速度设为 v_6，则

$v_6=v_5-3v=\dfrac{4\sqrt{30gd}}{5}$

当木板 B 再一次加速到挡板时，速度依然为 v，此时物块 A 的速度减为 v_7

$v_7=v_6-3v=\dfrac{\sqrt{30gd}}{5}=v$

此时，物块 A 和木板 B 共速，木板 B 将继续与挡板相撞后原速率返回，并最终以共同速度 v_8 向左运动，物块 A 将不会从木板 B 上掉落，由动量守恒定律得

$3mv-mv=(m+3m)v_8$　　(1 分)

解得 $v_8=\dfrac{\sqrt{30gd}}{10}$

此过程中，物块 A 始终相对于木板 B 向右运动，若想物块 A 不从木板 B 上掉落，木板 B 的最小长度为物块 A 相对于木板 B 运动的总路程大小 x，由能量守恒定律得

$\mu mgx=\dfrac{1}{2}mv_4^2-\dfrac{1}{2}(m+3m)v_8^2$　　(1 分)

解得 $x=66d$　　(1 分)

18.**【解析】**(1)设粒子前半个周期沿 y 轴方向的加速度大小为 a_1，后半个周期沿 y 轴方向的加速度大小为 a_2

前半个周期粒子在 y 轴方向的位移为

$\Delta y=\dfrac{1}{2}a_1(\dfrac{T}{2})^2$①

由题意，后半个周期粒子在 y 轴方向位移为

$-\Delta y=a_1\dfrac{T}{2}\cdot\dfrac{T}{2}-\dfrac{1}{2}a_2(\dfrac{T}{2})^2$②　　(1 分)

由①②得 $\dfrac{a_1}{a_2}=\dfrac{1}{3}$③　　(1 分)

又带电粒子在匀强电场中的加速度 $a=\dfrac{qE}{m}$，所以 $\dfrac{E_1}{E_2}=\dfrac{1}{3}$　　(1 分)

(2)(ⅰ)$\dfrac{T}{2}$末粒子速度与 x 轴正方向的夹角正切值为 $\dfrac{1}{2}$，则 $v_y=\dfrac{1}{2}v_0$

$\dfrac{T}{2}$末，$v_y=a_1\dfrac{T}{2}$④　　(1 分)

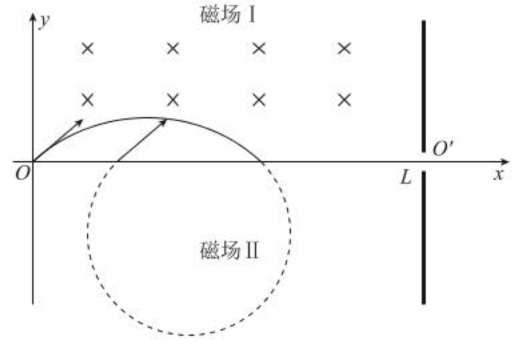
经过一个周期从坐标原点 O 进入磁场区域

$v_y'=a_1\dfrac{T}{2}-a_2\dfrac{T}{2}$⑤　　(1 分)

由③④⑤得粒子在原点 O 时沿 y 轴正方向的分速度 $v_y'=v_0$　　(1 分)

所以粒子在原点 O 进入磁场时速度大小为 $\sqrt{2}v_0$，方向与 y 轴正方向成 45°角

粒子在磁场中运动轨迹如图所示



由粒子第一次在两个磁场中运动的时间相等，有

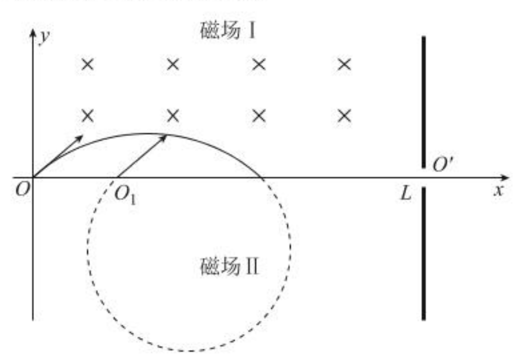
$\dfrac{1}{4}T_1=\dfrac{3}{4}T_2$⑥　　(1 分)

粒子在磁场中做匀速圆周运动，有 $qvB=m\dfrac{v^2}{R}$

周期 $T=\dfrac{2\pi R}{v}=\dfrac{2\pi m}{qB}$⑦

由⑥⑦可得 $k=\dfrac{B_2}{B_1}=3$　　(1 分)

(ⅱ)当 k 值为 2 时，$R_1=2R_2$，$T_1=2T_2$，粒子在一个周期内运动轨迹如图所示



由题意可知$|OO_1|=\sqrt{2}(R_1-R_2)$⑧　（1分）

带电粒子在磁场Ⅰ中做匀速圆周运动，半径为

$R_1=\dfrac{\sqrt{2}mv_0}{qB_0}$⑨　（1分）

设完整周期次数为N，由恰好从O'点飞离挡板有

$N|OO_1|+\sqrt{2}R_1=L$⑩　（1分）

由⑧⑨⑩得$N=\dfrac{qB_0L}{mv_0}-2$　（1分）

带电粒子在Ⅰ、Ⅱ磁场中运动的总时间

$t_{总}=N(\dfrac{1}{4}T_1+\dfrac{3}{4}T_2)+\dfrac{1}{4}T_1$

代入已知数据得$t_{总}=\dfrac{\pi(5qB_0L-8mv_0)}{4qB_0v_0}$　（1分）

(3)带电粒子在薄板右侧区域的运动是沿x轴正方向的匀速直线运动和垂直xOy面的匀速圆周运动的合成　（1分）

要满足最终从x轴上某点离开该磁场，则圆周必为整数个周期　（1分）

由$R'=\dfrac{mv_0}{qB_0}$，$T=\dfrac{2\pi m}{qB_0}$

该磁场区域的圆柱体的最小体积

$V_{\min}=\pi(2R')^2\cdot v_0T=\dfrac{8\pi^2m^3v_0^3}{q^3B_0^3}$　（1分）