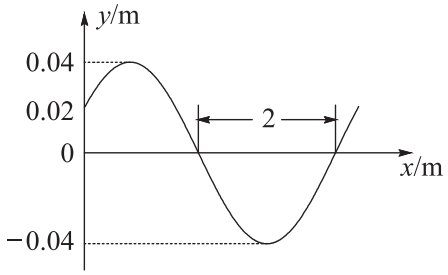
2010 年全国理综 II

1. 原子核 ${}_Z^A\mathrm{X}$ 与氘核 ${}_1^2\mathrm{H}$ 反应生成一个 α 粒子和一个质子。由此可知 (D)

A. $A=2$，$Z=1$　　B. $A=2$，$Z=2$　　C. $A=3$，$Z=3$　　D. $A=3$，$Z=2$

> 核反应方程为 ${}_Z^A\mathrm{X}+{}_1^2\mathrm{H}\longrightarrow{}_2^4\mathrm{He}+{}_1^1\mathrm{H}$，应用质量数与电荷数的守恒 $A+2=4+1$，$Z+1=2+1$，解得 $A=3$，$Z=2$，选项 D 正确。

2. 一简谐横波以 $4\,\mathrm{m/s}$ 的波速沿 x 轴正方向传播。已知 $t=0$ 时的波形如图所示，则 (AB)



A. 波的周期为 $1\,\mathrm{s}$

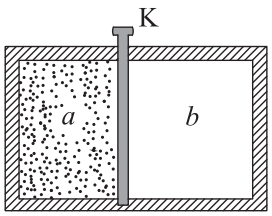
B. $x=0$ 处的质点在 $t=0$ 时向 y 轴负向运动

C. $x=0$ 处的质点在 $t=\frac{1}{4}\,\mathrm{s}$ 时速度为 0

D. $x=0$ 处的质点在 $t=\frac{1}{4}\,\mathrm{s}$ 时速度值最大

> 由图可得半波长为 $2\,\mathrm{m}$，波长为 $4\,\mathrm{m}$。周期 $T=\frac{\lambda}{v}=\frac{4}{4}\,\mathrm{s}=1\,\mathrm{s}$，选项 A 正确。波沿 x 轴正方向传播，则 $x=0$ 的质点在沿 y 轴的负方向运动，选项 B 正确。$x=0$ 的质点位移为振幅的一半，要运动到平衡位置的时间是 $\frac{1}{3}\times\frac{T}{4}=\frac{1}{12}\,\mathrm{s}$，则 $t=\frac{1}{4}\,\mathrm{s}$ 时，$x=0$ 的质点不在平衡位置也不在最大位移处，故 CD 错误。

3. 如图，一绝热容器被隔板 K 隔开 a、b 两部分。已知 a 内有一定量的稀薄气体，b 内为真空，抽开隔板 K 后，a 内气体进入 b，最终达到平衡状态。在此过程中 (BD)



A. 气体对外界做功，内能减少　　B. 气体不做功，内能不变

C. 气体压强变小，温度降低　　D. 气体压强变小，温度不变

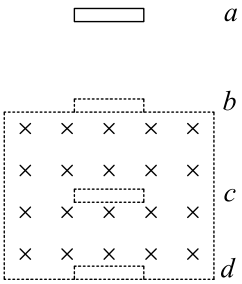
绝热容器内的稀薄气体与外界没有热交换，$Q=0$。稀薄气体向真空中扩散没有做功，$W=0$。根据热力学第一定律稀薄气体的内能不变，则温度不变。稀薄气体扩散体积增大，压强必减小。选项 BD 正确。

4. 在雷雨云下沿竖直方向的电场强度为 $10^4\,\mathrm{V/m}$。已知一半径为 1 mm 的雨滴在此电场中不会下落，取重力加速度大小为 $10\,\mathrm{m/s^2}$，水的密度为 $10^3\,\mathrm{kg/m^3}$。这雨滴携带的电荷量的最小值约为 (B)

A. $2\times10^{-9}\,\mathrm{C}$　　B. $4\times10^{-9}\,\mathrm{C}$　　C. $6\times10^{-9}\,\mathrm{C}$　　D. $8\times10^{-9}\,\mathrm{C}$

带电雨滴在电场力和重力作用下保持静止，则 $mg=qE$，得：$q=\frac{mg}{E}=\frac{\rho Vg}{E}=\frac{\rho\times\frac{4}{3}\pi r^3 g}{E}=4\times10^{-9}\,\mathrm{C}$，选项 B 正确。

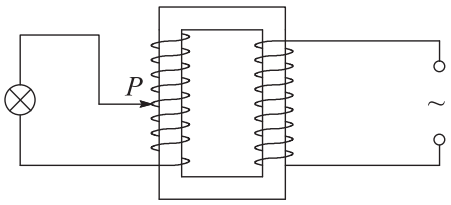
5. 如图，空间某区域中有一匀强磁场，磁感应强度方向水平，且垂直于纸面向里，磁场上边界 b 和下边界 d 水平。在竖直面内有一矩形金属线圈，线圈上下边的距离很短，下边水平。线圈从水平面 a 开始下落。已知磁场上下边界之间的距离大于水平面 a、b 之间的距离。若线圈下边刚通过水平面 b、c（位于磁场中）和 d 时，线圈所受到的磁场力的大小分别为 F_b、F_c 和 F_d，则 (D)

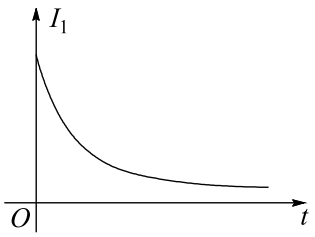


A. $F_d>F_c>F_b$　　B. $F_c<F_d<F_b$　　C. $F_c>F_b>F_d$　　D. $F_c<F_b<F_d$

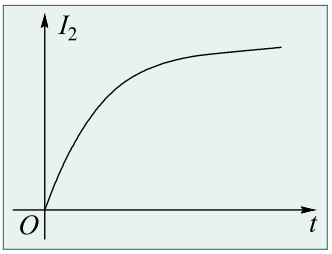
线圈从 a 运动到 b 做自由落体运动，在 b 点开始进入磁场受到安培力作用 F_b，由于线圈上下边的距离很短，进入磁场的过程时间很短，进入磁场后，由于磁通量不变，无感应电流产生，不受安培力作用，在 c 处 $F_c=0$，但线圈在磁场中受重力作用，做加速运动，出磁场的过程在 d 处受到的安培力比 b 处必然大。故选项 D 正确。

6. 图中为一理想变压器，其原线圈与一电压有效值不变的交流电源相连：P 为滑动头。现令 P 从均匀密绕的副线圈最底端开始，沿副线圈匀速上滑，直至白炽灯 L 两端的电压等于其额定电压为止。用 I_1 表示流过原线圈的电流，I_2 表示流过灯泡的电流，U_2 表示灯泡两端的电压，N_2 表示灯泡消耗的电功率（这里的电流、电压均指有效值：电功率指平均值）。下列 4 个图中，能够正确反映相应物理量的变化趋势的是 (BC)

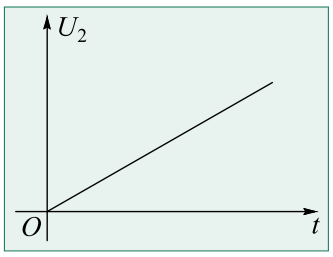




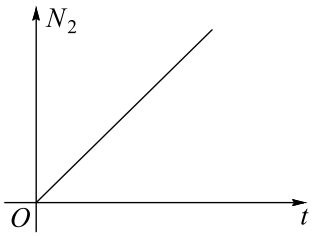
A.



B.



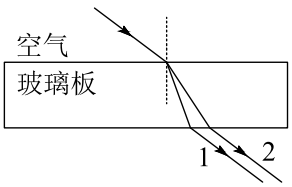
C.



D.

> 均匀密绕的副线圈最底端开始，沿副线圈匀速上滑，说明副线圈的匝数在均匀增大。根据理想变压器原理 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ 得 $U_2=\frac{n_2}{n_1}U_1=\frac{U_1}{n_1}kt$ 均匀增大（k 为单位时间内增加的匝数），选项 C 正确。灯泡两端电压由零开始增大时，灯泡的电阻也增大，所描绘的伏安特性曲线应该为 B，选项 B 正确、A 错误。灯泡的功率先增大的快（电阻小）后增大的慢（电阻大），选项 D 错误。

7. 频率不同的两束单色光 1 和 2 以相同的入射角从同一点射入一厚玻璃板后，其光路如右图所示，下列说法正确的是（AD）



A. 单色光 1 的波长小于单色光 2 的波长

B. 在玻璃中单色光 1 的传播速度大于单色光 2 的传播速度

C. 单色光 1 通过玻璃板所需的时间小于单色光 2 通过玻璃板所需的时间

D. 单色光 1 从玻璃到空气的全反射临界角小于单色光 2 从玻璃到空气的全反射临界角

> 由题图可知，1 的光线折射率大，频率大，波长小。在介质中传播速度小，因而产生全反射的临界角小。选项 AD 正确，B 错。由 $n=\frac{\sin i}{\sin\gamma}$，在玻璃中传播的距离 $l=\frac{d}{\cos\gamma}$，

传播的速度 $v=\frac{c}{n}$，所以光在玻璃中传播的时间 $t=\frac{l}{v}=\frac{d\sin i}{c\sin\gamma\cos\gamma}=\frac{2d\sin i}{c\sin 2\gamma}$，1 光线的折射角小，所经历的时间应该长，选项 C 错误。

8. 已知地球同步卫星离地面的高度约为地球半径的 6 倍。若某行星的平均密度为地球平均密度的一半，它的同步卫星距其表面的高度是其半径的 2.5 倍，则该行星的自转周期约为 (B)

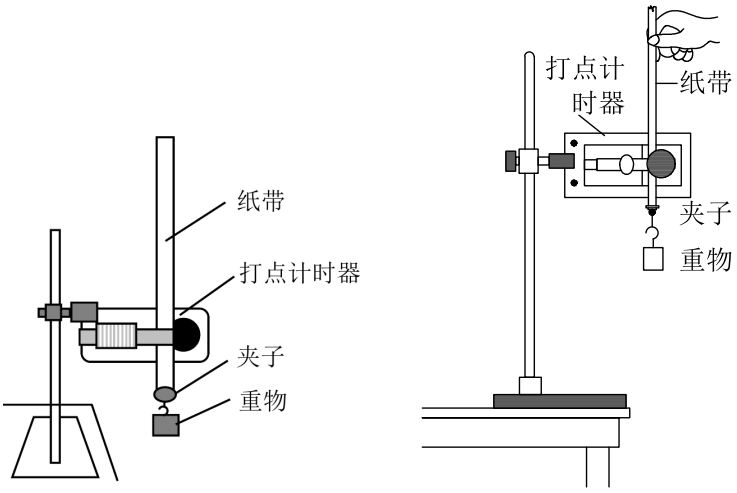
A. 6 小时　　B. 12 小时　　C. 24 小时　　D. 36 小时

地球的同步卫星的周期为 $T_1=24$ 小时，轨道半径为 $r_1=7R_1$，密度 ρ_1。某行星的同步卫星周期为 T_2，轨道半径为 $r_2=3.5R_2$，密度 ρ_2。根据牛顿第二定律和万有引力定律分别有

$\frac{Gm_1\times\rho_1\times\frac{4}{3}\pi R_1^3}{r_1^2}=m_1\left(\frac{2\pi}{T_1}\right)^2 r_1$，$\frac{Gm_2\times\rho_2\times\frac{4}{3}\pi R_2^3}{r_2^2}=m_2\left(\frac{2\pi}{T_2}\right)^2 r_2$

两式化简得 $T_2=T_1/2=12$ 小时，选项 B 正确。

9. 利用图中所示的装置可以研究自由落体运动。实验中需要调整好仪器，接通打点计时器的电源，松开纸带，使重物下落。打点计时器会在纸带上打出一系列的小点。



(1) 为了测试重物下落的加速度，还需要的实验器材有 C。（填入正确选项前的字母）

（A）天平　　（B）秒表　　（C）米尺

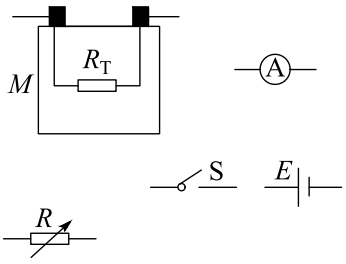
(2) 若实验中所得到的重物下落的加速度值小于当地的重物加速度值，而实验操作与数据处理均无错误，写出一个你认为可能引起此错误差的原因：打点计时器与纸带间的摩擦。

(1) C　(2) 打点计时器与纸带间的摩擦

（1）时间由打点计时器确定，用米尺测定位移。答案 C。

（2）打点计时器与纸带间的摩擦。

10. 如图，一热敏电阻 R_T 放在控温容器 M 内：A 为毫安表，量程 6 mA，内阻为数十欧姆；E 为直流电源，电动势约为 3 V，内阻很小；R 为电阻箱，最大阻值为 999.9 Ω；S 为开关。已知 R_T 在 95 °C 时阻值为 150 Ω，在 20 °C 时的阻值约为 550 Ω。现要求在降温过程中测量在 95 °C ～ 20 °C 之间的多个温度下 R_T 的阻值。



(1) 在图中画出连线，完成实验原理电路图。

(2) 完成下列实验步骤中的填空：

① 依照实验原理电路图连线

② 调节控温容器 M 内的温度，使得 R_T 温度为 95 °C

③ 将电阻箱调到适当的初值，以保证仪器安全

④ 闭合开关。调节电阻箱，记录电流表的示数 I_0，并记录电阻箱的读数 R_0。

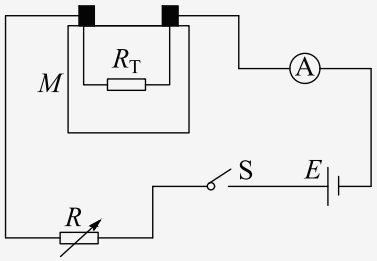
⑤ 将 R_T 的温度降为 T_1（20 °C $< T_1 <$ 95 °C）；调节电阻箱，使得电流表的读数仍为 I_0，记录电阻箱的读数为 R_1。

⑥ 温度为 T_1 时热敏电阻的电阻值 $R_{T_1} = R_0 - R_1 + 150\,\Omega$。

⑦ 逐步降低 T_1 的数值，直至 20 °C 为止；在每一温度下重复步骤⑤⑥。

(1) 电路图如图所示。 (2) ④电阻箱的读数 R_0；⑤仍为 I_0，电阻箱的读数为 R_1；⑥ $R_0 - R_1 + 150\,\Omega$。

（1）由于本实验只有一只可以测量和观察的直流电流表，所以应该用“替代法”，考虑到用电流表观察而保证电路中电阻不变，因此将热敏电阻、电阻箱和电流表串联形成测量电路。而且热敏电阻 R_T 阻值在 95 °C 和 20 °C 是已知的，所以热敏电阻的初始温度为 95 °C，则电流表示数不变时，电阻箱和热敏电阻的阻值应保持 150 Ω 和电阻箱的初值之和不变。如果热敏电阻的初始温度为 20 °C，则电流表示数不变时，电阻箱和热敏电阻的阻值应保持 550 Ω 和电阻箱的初值之和不变。则可以测量任意温度下的电阻。电路图如图所示。



（2）①依照实验原理电路图连线

②调节控温容器 M 内的温度，使得 R_T 温度为 95 °C

③将电阻箱调到适当的初值，以保证仪器安全

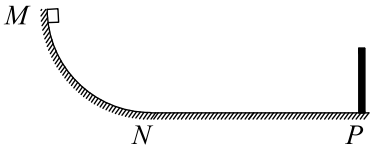
④闭合开关。调节电阻箱，记录电流表的示数 I_0，并记录电阻箱的读数 R_0。

⑤将 R_T 的温度降为 T_1（20 °C $< T_1 <$ 95 °C）；调节电阻箱，使得电流表的读数仍为 I_0，记录电阻箱的读数为 R_1。

⑥温度为 T_1 时热敏电阻的电阻值 $R_T = R_0 - R_1 + 150\,\Omega$。

⑦逐步降低 T_1 的数值，直至 20 °C 为止；在每一温度下重复步骤⑤⑥即可。

11. 如图，MNP 为竖直面内一固定轨道，其圆弧段 MN 与水平段 NP 相切于 N、P 端固定一竖直挡板。M 相对于 N 的高度为 h，NP 长度为 s。一木块自 M 端从静止开始沿轨道下滑，与挡板发生一次完全弹性碰撞后停止在水平轨道上某处。若在 MN 段的摩擦可忽略不计，物块与 NP 段轨道间的滑动摩擦因数为 μ，求物块停止的地方与 N 点距离的可能值。



$2s - \frac{h}{\mu}$ 或 $\frac{h}{\mu} - 2s$

根据功能原理，在物块从开始下滑到停止在水平轨道上的过程中，物块的重力势能的减少 ΔE_p 与物块克服摩擦力所做功的数值相等。

$\Delta E_p = W$ ①

设物块的质量为 m，在水平轨道上滑行的总路程为 s'，则

$\Delta E_p = mgh$ ②

$W = \mu mgs'$ ③

联立①②③化简得

$s' = \frac{h}{\mu}$ ④

第一种可能是：物块与弹性挡板碰撞后，在 N 前停止，则物块停止的位置距 N 的距离为

$d = 2s - s' = 2s - \frac{h}{\mu}$ ⑤

第二种可能是：物块与弹性挡板碰撞后，可再一次滑上光滑圆弧轨道，滑下后在水平轨道上停止，则物块停止的位置距 N 的距离为

$d = s' - 2s = \frac{h}{\mu} - 2s$ ⑥

所以物块停止的位置距 N 的距离可能为 $2s - \frac{h}{\mu}$ 或 $\frac{h}{\mu} - 2s$。

12. 小球 A 和 B 的质量分别为 m_A 和 m_B 且 $m_A > m_B$，在某高度处将 A 和 B 先后从静止释放。小球 A 与水平地面碰撞后向上弹回，在释放处的下方与释放处距离为 H 的地方恰好与正在下落的小球 B 发生正碰，设所有碰撞都是弹性的，碰撞时间极短。求小球 A、B 碰撞后 B 上升的最大高度。

$\left(\frac{3m_A - m_B}{m_A + m_B}\right)^2 H$

根据题意，由运动学规律可知，小球 A 与 B 碰撞前的速度大小相等，设均为 v_0，由机械能守恒有

$m_A g H = \frac{1}{2} m_A v_0^2$ ①

设小球 A 与 B 碰撞后的速度分别为 v_1 和 v_2，以竖直向上方向为正，由动量守恒有

$m_A v_0 + m_B(-v_0) = m_A v_1 + m_B v_2$ ②

由于两球碰撞过程中能量守恒，故

$\frac{1}{2} m_A v_0^2 + \frac{1}{2} m_B v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_1^2 + \frac{1}{2} m_B v_2^2$ ③

联立②③式得

$v_2 = \frac{3m_A - m_B}{m_A + m_B} v_0$ ④

设小球 B 能上升的最大高度为 h，由运动学公式有

$h = \frac{v_2^2}{2g}$ ⑤

由①④⑤式得

$h = \left(\frac{3m_A - m_B}{m_A + m_B}\right)^2 H$ ⑥

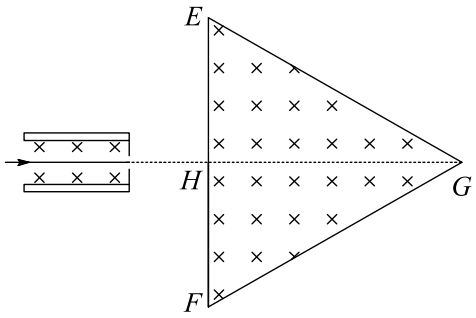
13. 图中左边有一对平行金属板，两板相距为 d，电压为 U；两板之间有匀强磁场，磁感应强度大小为 B_0，方向平行于板面并垂直于纸面朝里。图中右边有一边长为 a 的正三角

形区域 EFG（EF 边与金属板垂直），在此区域内及其边界上也有匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面朝里。假设一系列电荷量为 q 的正离子沿平行于金属板面，垂直于磁场的方向射入金属板之间，沿同一方向射出金属板之间的区域，并经 EF 边中点 H 射入磁场区域。不计重力。

(1) 已知这些离子中的离子甲到达磁场边界 EG 后，从边界 EF 穿出磁场，求离子甲的质量。

(2) 已知这些离子中的离子乙从 EG 边上的 I 点（图中未画出）穿出磁场，且 GI 长为 $\frac{3}{4}a$，求离子乙的质量。

(3) 若这些离子中的最轻离子的质量等于离子甲质量的一半，而离子乙的质量是最大的，问磁场边界上什么区域内可能有离子到达。



(1) $m=\frac{qaBB_0d}{U}\left(\sqrt{3}-\frac{3}{2}\right)$ (2) $m'=\frac{qaBB_0d}{4U}$ (3) EF 边上从 O 到 I'，EG 边上从 K 到 I

（1）由题意知，所有离子在平行金属板之间做匀速直线运动，它所受到的向上的磁场力和向下的电场力平衡，有

$qvB_0=qE_0$ ①

式中 v 是离子运动的速度，E_0 是平行金属板之间的匀强电场的强度，有

$E_0=\frac{U}{d}$ ②

由①②式得

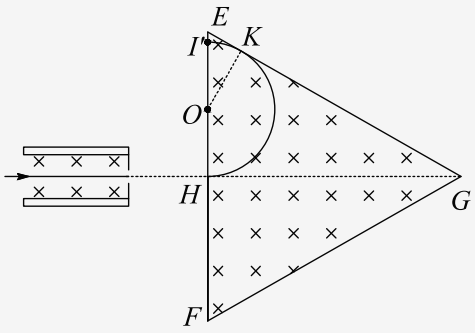
$v=\frac{U}{B_0d}$ ③

在正三角形磁场区域，离子甲做匀速圆周运动。设离子甲质量为 m，由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有

$qvB=m\frac{v^2}{r}$ ④

式中，r 是离子甲做圆周运动的半径。离子甲在磁场中的运动轨迹为半圆，圆心为 O：这半圆刚好与 EG 边相切于 K，与 EF 边交于 I' 点。在 $\triangle EOK$ 中，OK 垂直于 EG。由几何关系得

$\frac{1}{2}a-r=\frac{2}{\sqrt{3}}r$ ⑤



由⑤式得

$r=\left(\sqrt{3}-\frac{3}{2}\right)a$ ⑥

联立③④⑥式得，离子甲的质量为

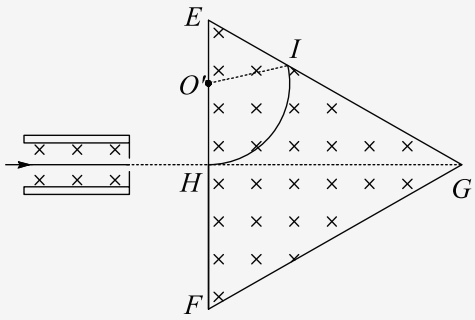
$m=\frac{qaBB_0d}{U}\left(\sqrt{3}-\frac{3}{2}\right)$ ⑦

（2）同理，有洛伦兹力公式和牛顿第二定律有

$qvB=m'\frac{v^2}{r'}$ ⑧

式中，m' 和 r' 分别为离子乙的质量和做圆周运动的轨道半径。离子乙运动的圆周的圆心 O' 必在 E、H 两点之间，又几何关系有

$r'^2=\left(a-\frac{3}{4}a\right)^2+\left(\frac{a}{2}-r'\right)^2-2\left(a-\frac{3}{4}a\right)\left(\frac{a}{2}-r'\right)\cos 60°$ ⑨



由⑨式得

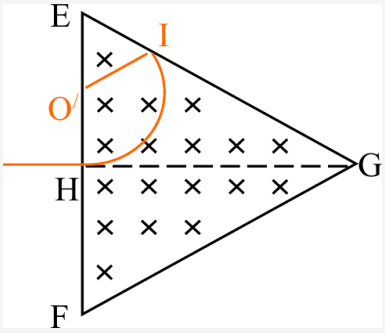
$r'=\frac{1}{4}a$ ⑩

联立③⑧⑩式得，离子乙的质量为

$m'=\frac{qaBB_0d}{4U}$ (11)

（3）对于最轻的离子，其质量为 $m/2$，由④式知，它在磁场中做半径为 $r/2$ 的匀速圆周运动。因而与 EH 的交点为 O，有

$OH=\left(\sqrt{3}-\frac{3}{2}\right)a$ (12)



当这些离子中的离子质量逐渐增大到 m 时，离子到达磁场边界上的点的位置从 O 点沿 HE 边变到 I' 点；当离子质量继续增大时，离子到达磁场边界上的点的位置从 K 点沿 EG 边趋向于 I 点。K 点到 G 点的距离为

$KG = \frac{\sqrt{3}}{2}a$ (13)

所以，磁场边界上可能有离子到达的区域是：EF 边上从 O 到 I'，EG 边上从 K 到 I。