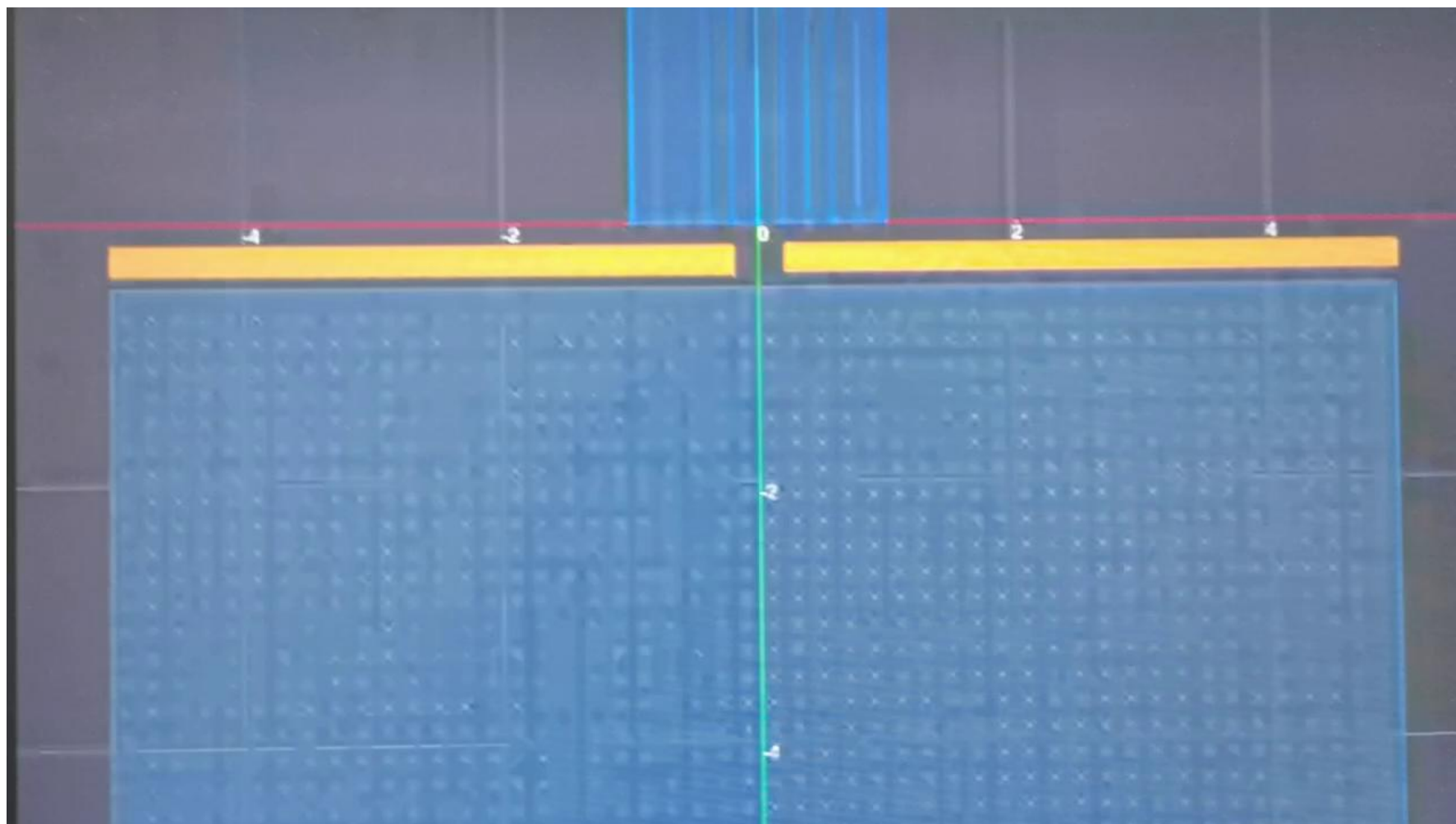


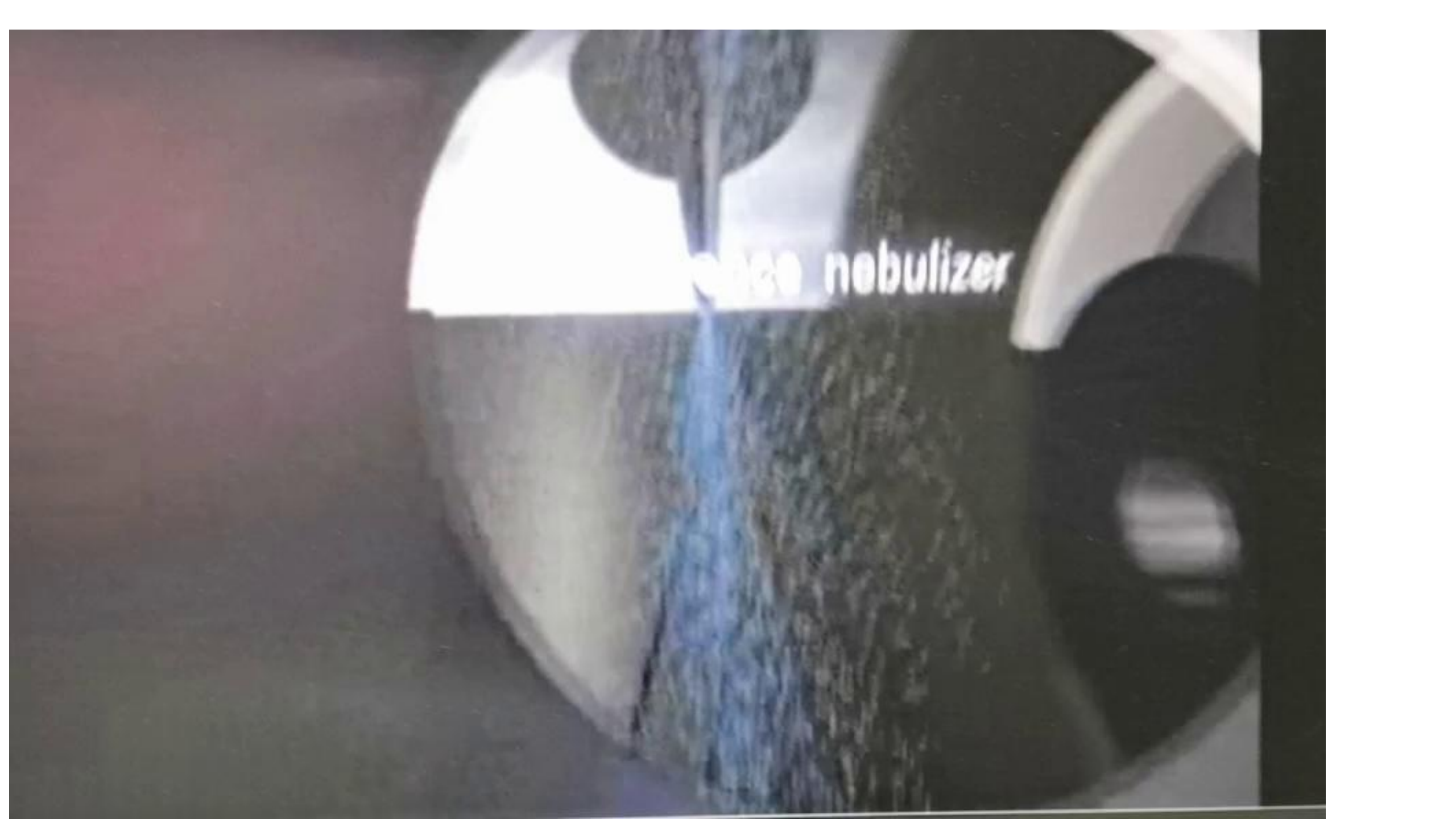
$$R = \sqrt{\frac{2M\Delta V}{qB^2}} = \sqrt{\frac{(\gamma+1)M\Delta V}{qB^2}}$$

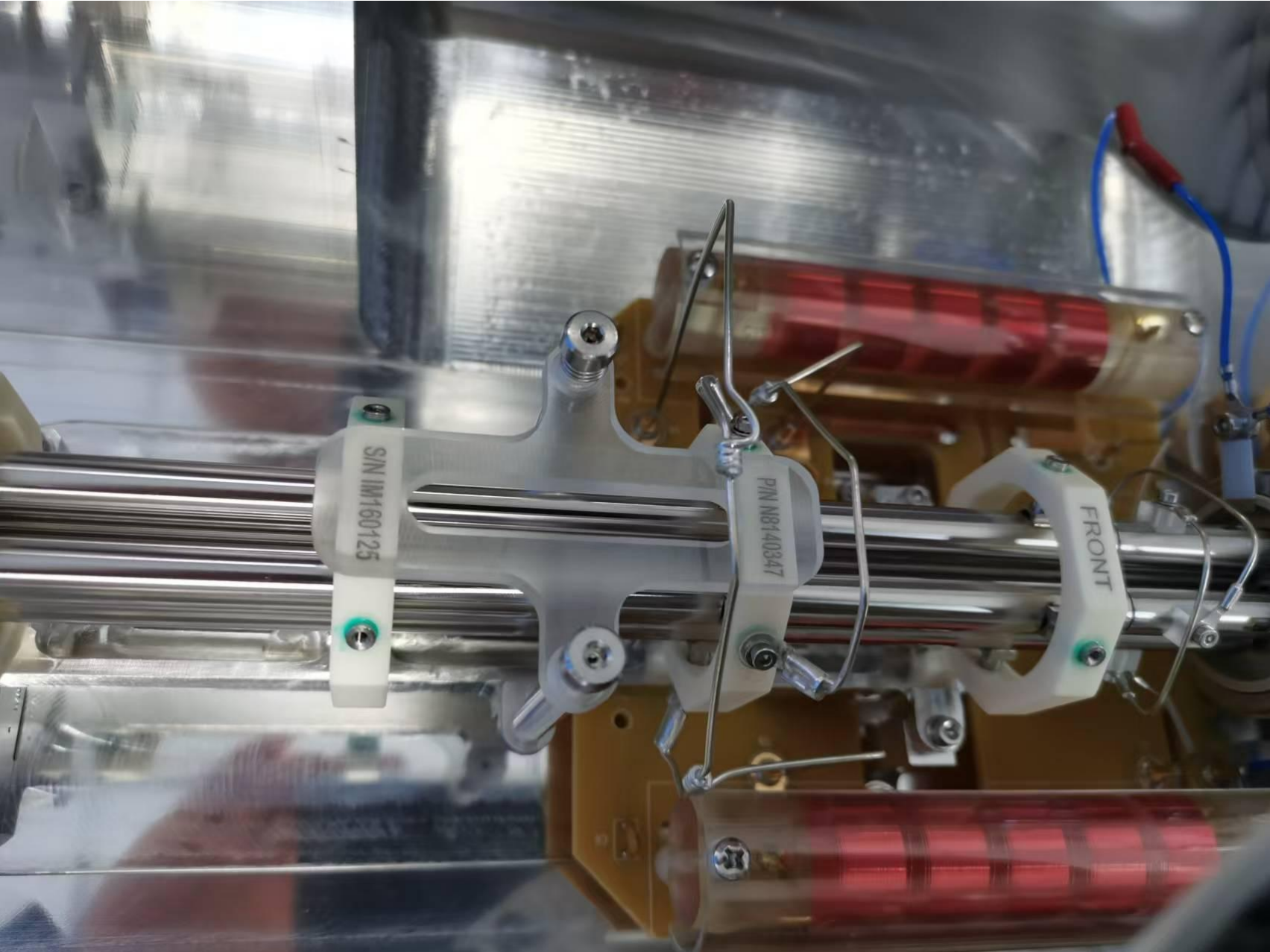
质子和中子的质量(M) $1.7 \times 10^{-27} \text{Kg}$ 质子和电子的电荷 (q) 1.6×10^{-19} 库伦

质谱的基本原理

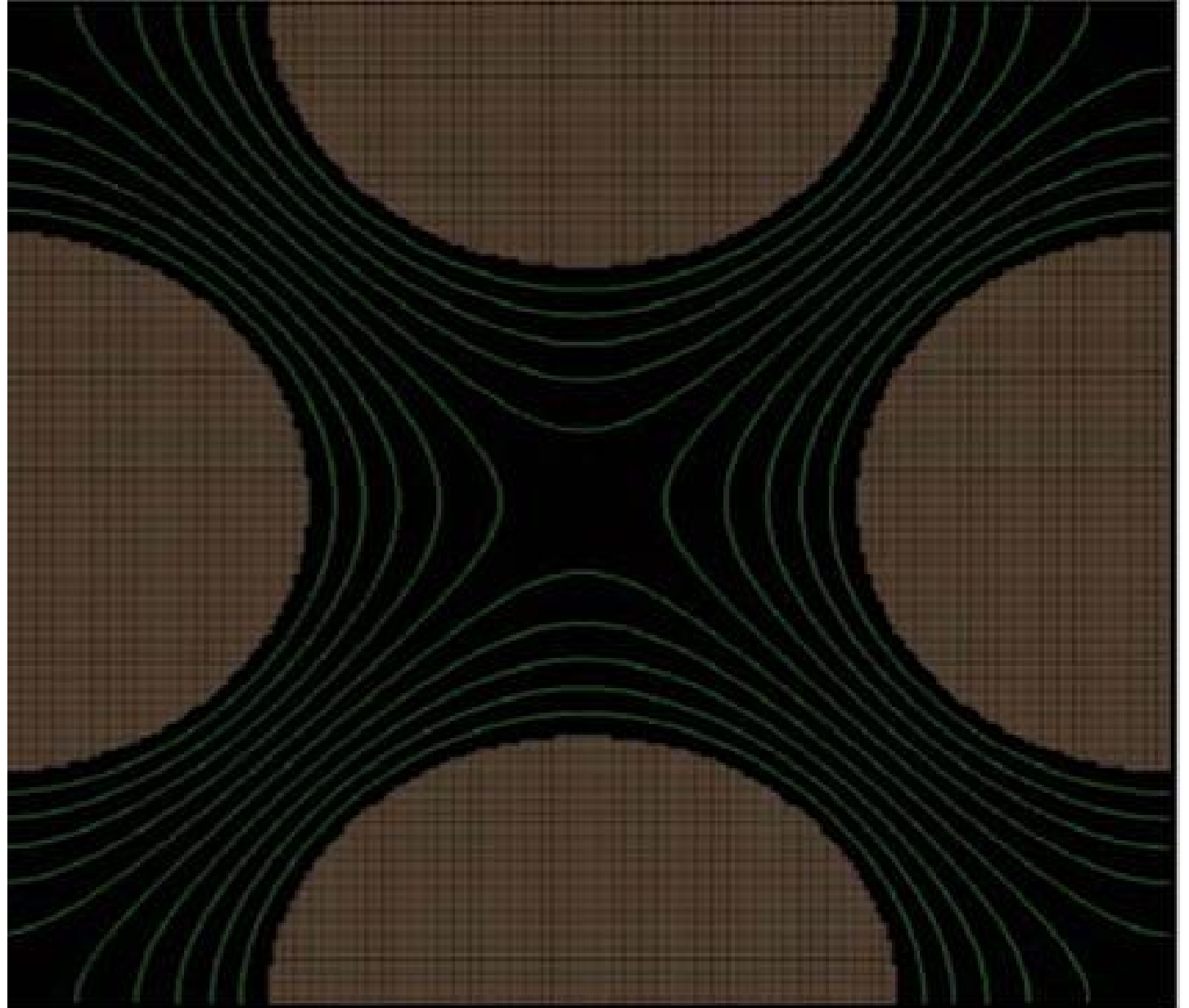


case nebulizer





四级杆电场分布图



一.质谱的发展历程

狄拉克发现磁场中的运动正电荷的轨迹，并获1932年诺贝尔物理学奖



云室显示的粒子轨迹

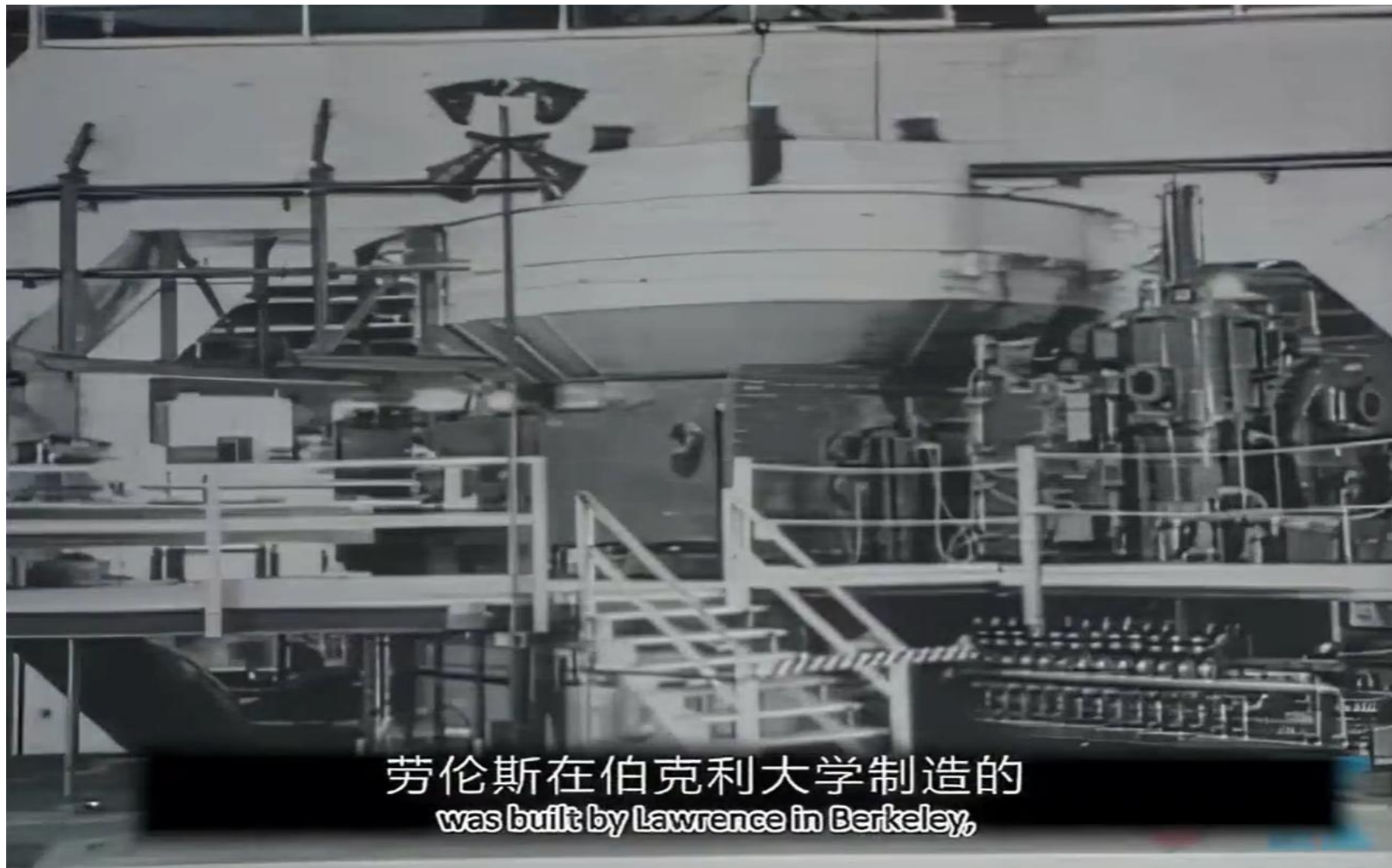


- 安德森推导出磁场中的运动正电荷的轨迹公式，并获1936年诺贝尔物理学奖

$$R = \sqrt{\frac{2M\Delta V}{qB^2}}$$

1939年劳伦斯依据公式作出第一台粒子旋转器，也就是质谱的前身。并获1939年诺贝尔物理学奖，在当年分离出100毫克铀235

- 铀235丰度0.7%
质子数92
中子数143
- 铀238丰度99.3%
- 这台设备成为1941年“曼哈顿”工程的验证样机



劳伦斯在伯克利大学制造的
was built by Lawrence in Berkeley,

$\sqrt{\frac{(\gamma+1)M\Delta V}{qB^2}}$ 由来

- $v = \sqrt{\frac{2q\Delta V}{M}}$
- (推导 $\sqrt{\frac{(\gamma+1)M\Delta V}{qB^2}}$ 过程公式)

费米实验室 R=1.1Km ,

v 接近光速 2.99×10^8 (m/s)



位于卢森堡的欧洲空间粒子实验室

$R=4.2\text{km}$ 全长30公里超导线圈，理想状态是正电荷速度大于光速，



二.公式推导过程

$$F_{\text{库仑力}} = \frac{q_1 \cdot q_2 \cdot K}{R^2} = q_1 \times E(\text{电场})$$

$$F_{\text{洛伦兹力}} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

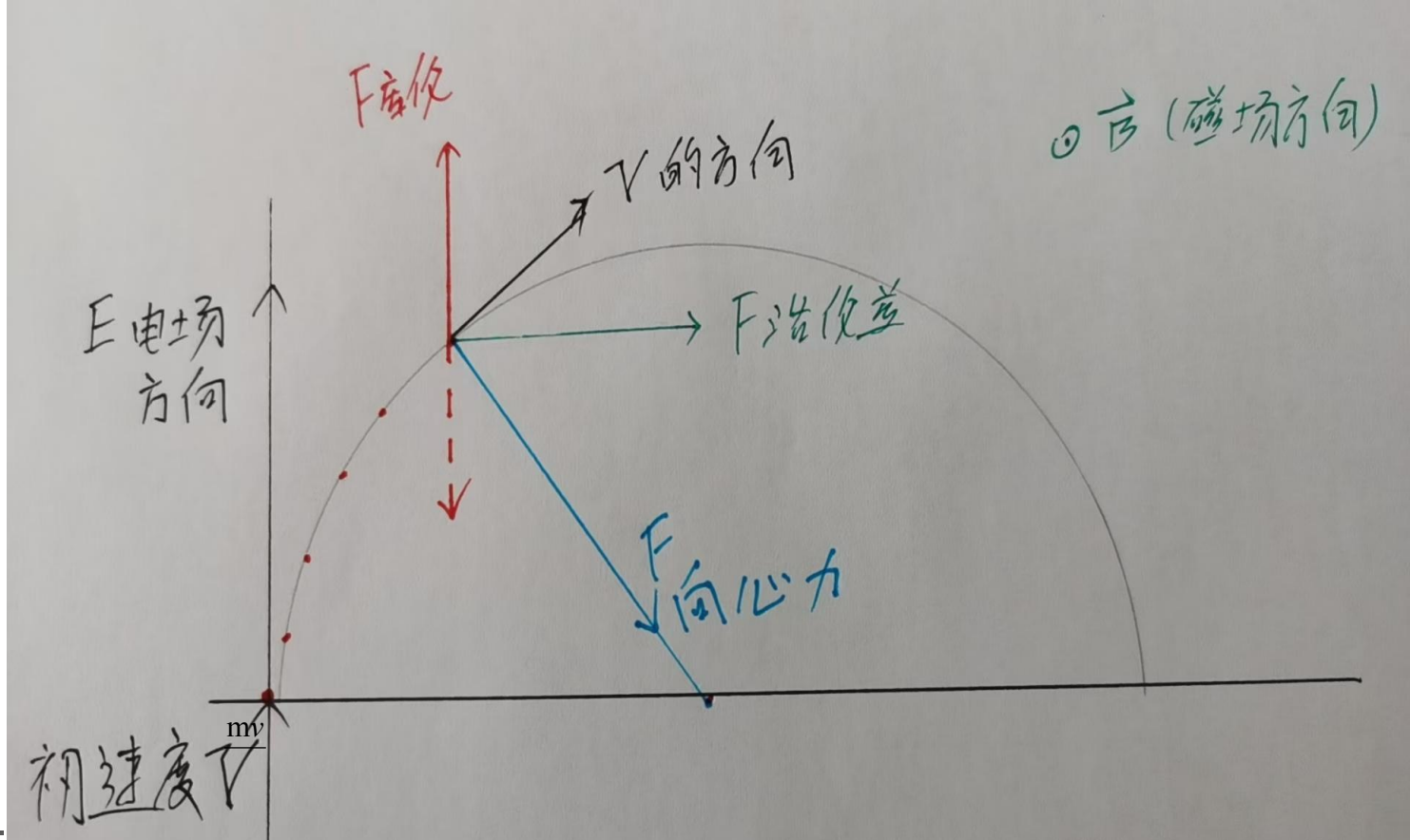
$$F_{\text{向心力}} = mr\omega^2 = \frac{mv^2}{R}$$

$$F_{\text{洛伦兹力}} = F_{\text{向心力}} \quad q(\vec{v} \times \vec{B}) = \frac{mv^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{qB} \quad W = F_{\text{库仑力}} \times \text{距离} = q \times V(\text{电压}) = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v^2 = \frac{2qV}{m} \quad v = \sqrt{\frac{2qV}{m}} \quad \text{代入} \quad R = \frac{mv}{qB}$$

$$R = \sqrt{\frac{2M\Delta V}{qB^2}}$$

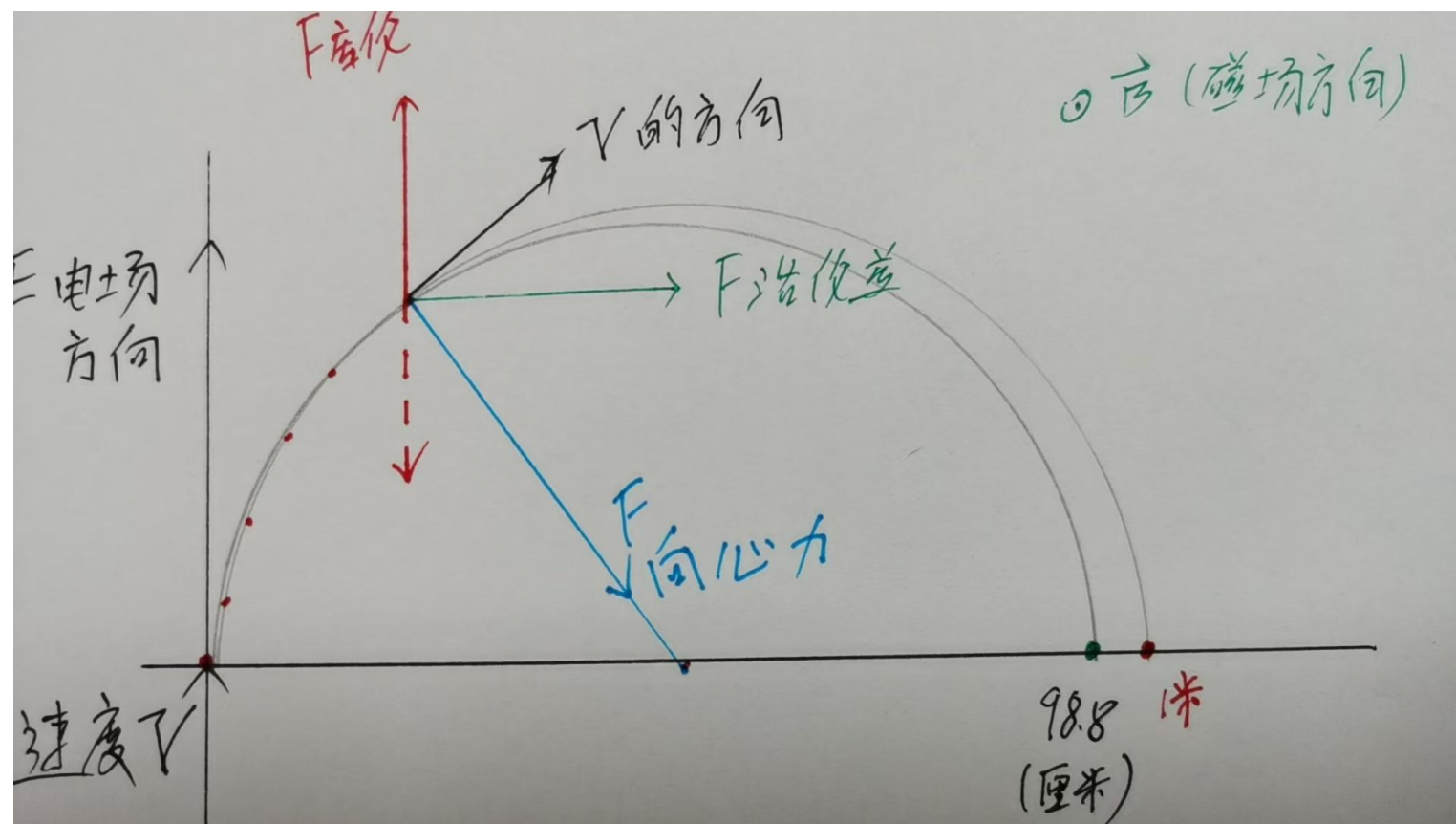


三. 举例说明

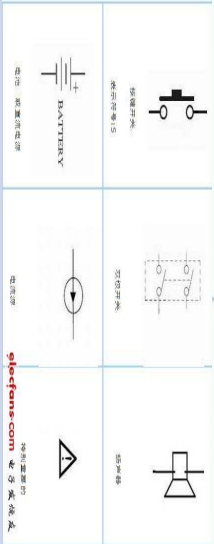
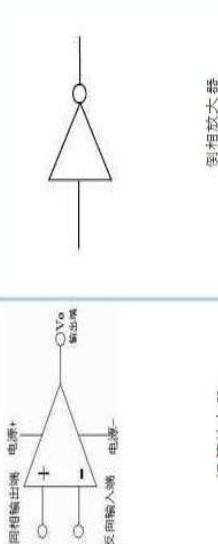
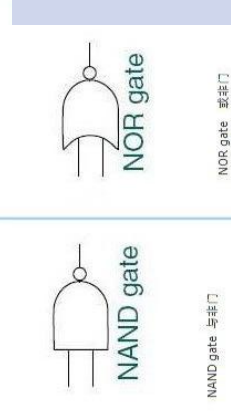
$$R = \sqrt{\frac{2M\Delta V}{qB^2}}$$

- 铀235与铀238 质量相差1.2%，意味在 V (电压)不变， B (磁场强度)不变， R (半径)相差0.6%，直径相差1.2%。如果铀238落在直径1米处，235落在直径98.8厘米处

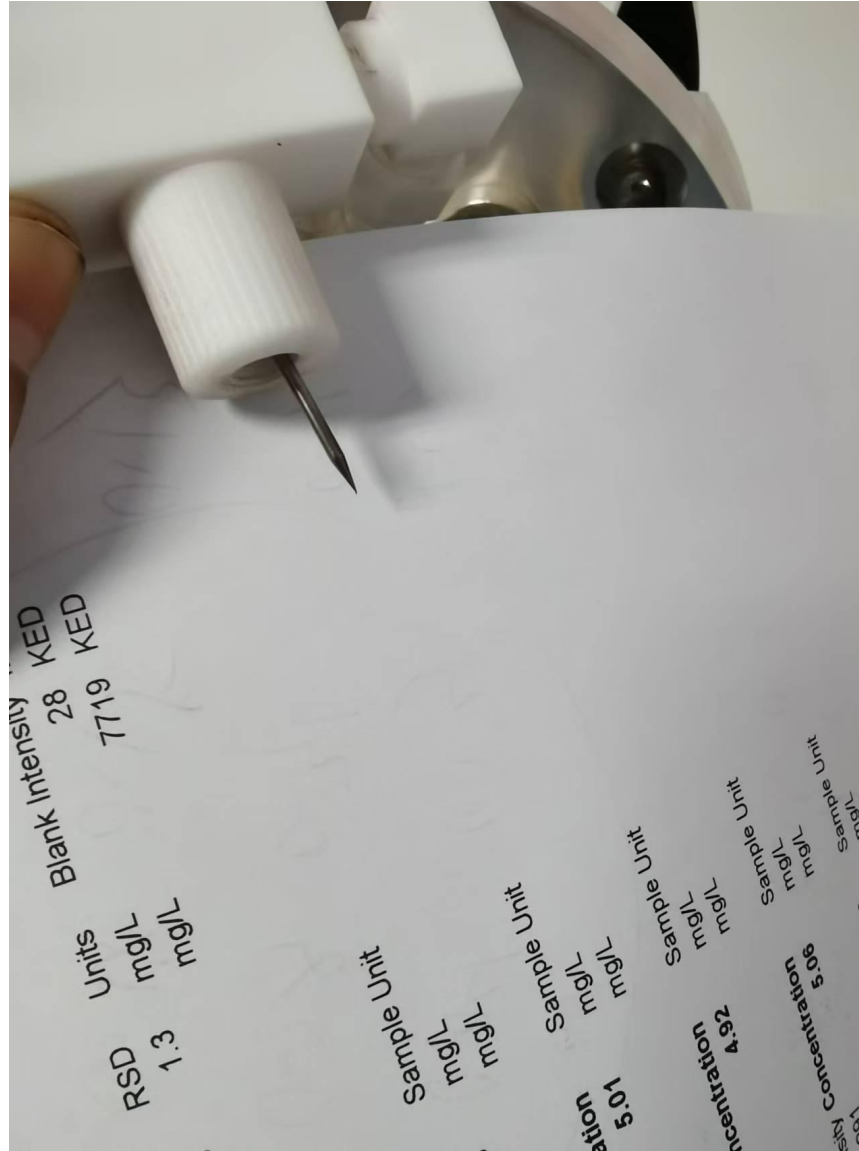
质谱 R 是一定的可设置的是 V (电压) B (磁场强度)



四.原理与设备的工程实现

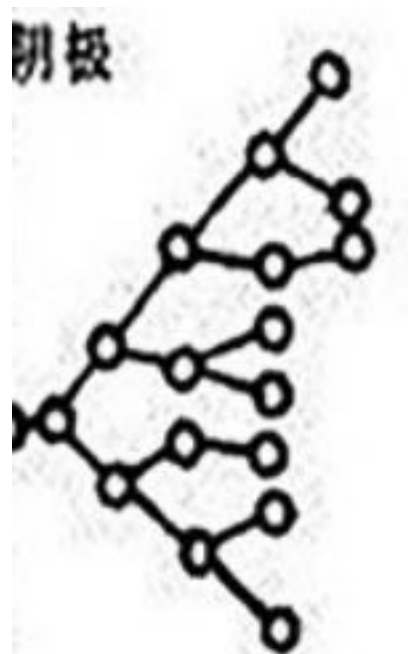
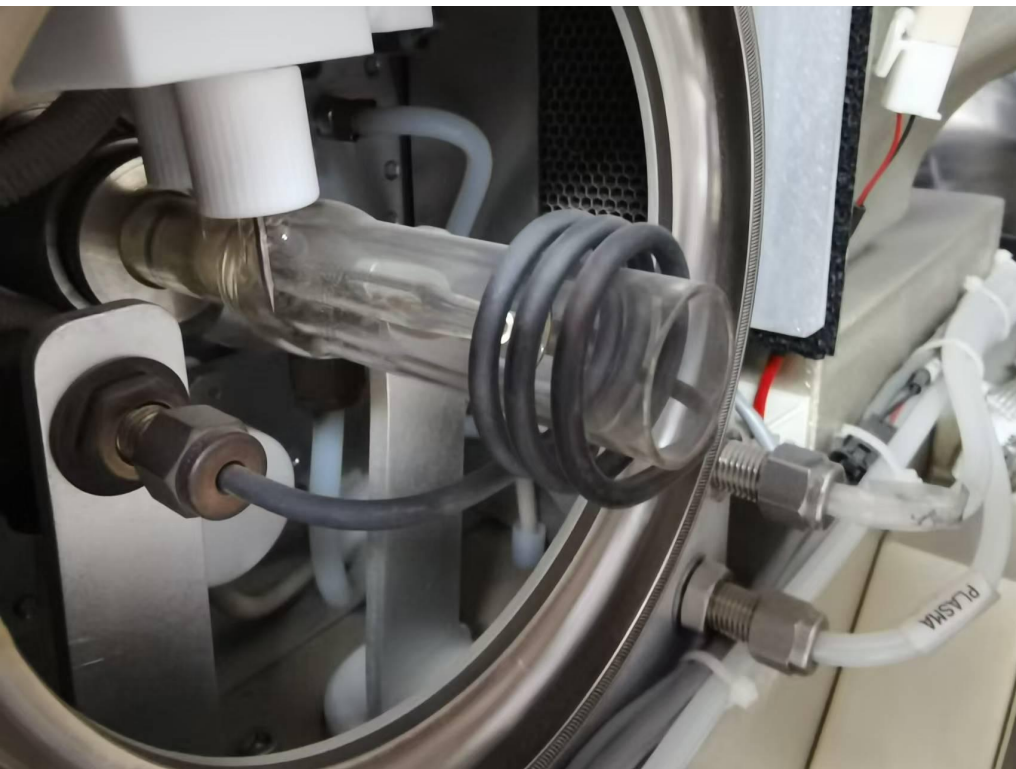
现象观测	抽象为定律 $R = \sqrt{\frac{2M\Delta V}{qB^2}}$	电路简单 模拟物理 定律	信号放大	简单电路 数字化 (加入门 电路)	数字电路 的复杂化 (加入逻辑 电路)	数字电路 的时钟化 (具有时序 功能)	指令集化	计算机应用 编程 (设备操作 软件)	计算机应用 编程嵌入 平台
观测归类 如 B (磁场强度) V (电压)	将现象观测在归类的基础上建立逻辑关系来描述这个自然属性						如X86 AMD RISC-V	如C语言 java	如 Windows Linux

五.样品的正电荷化（电感耦合等离子体的产生）



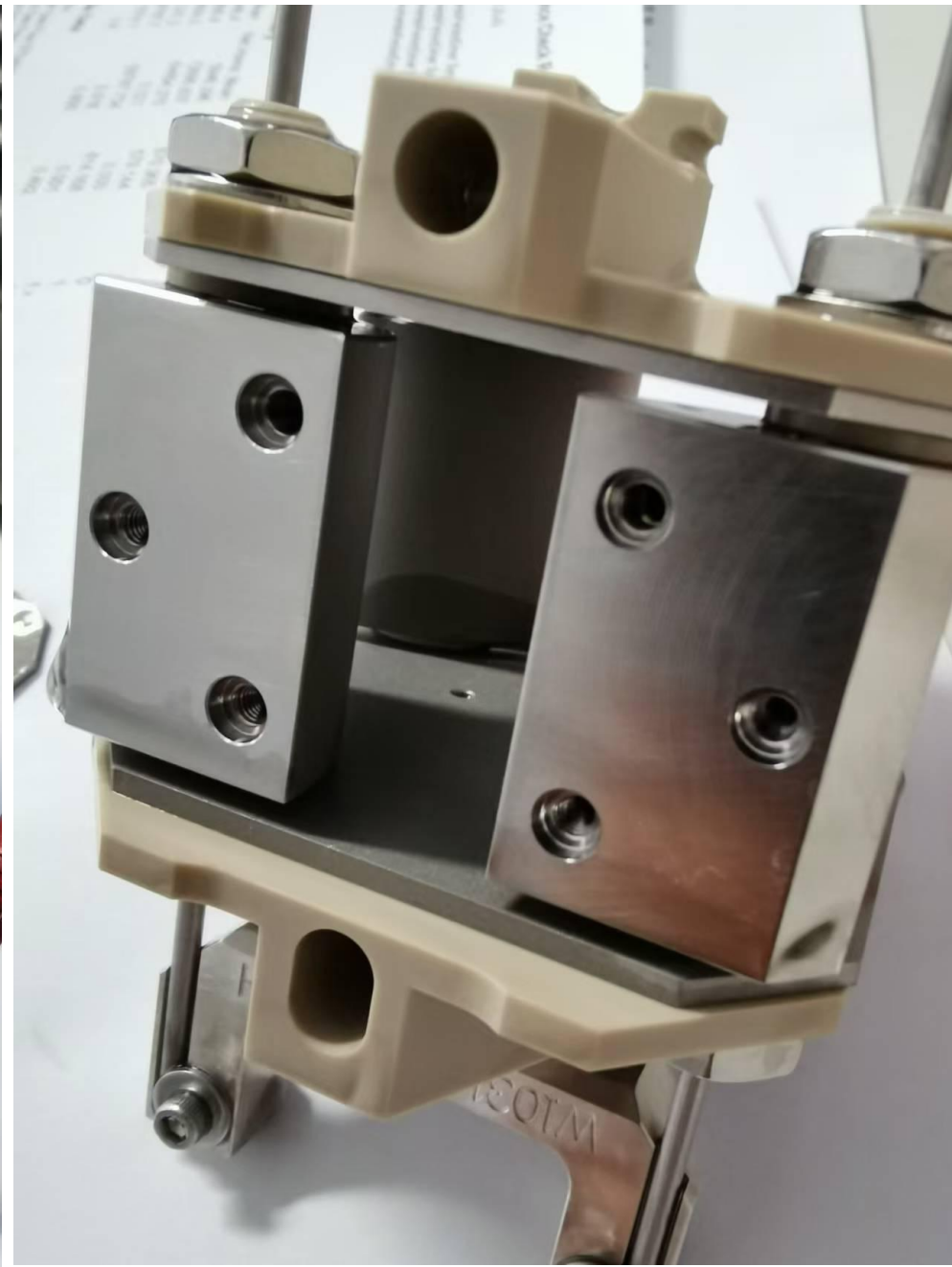
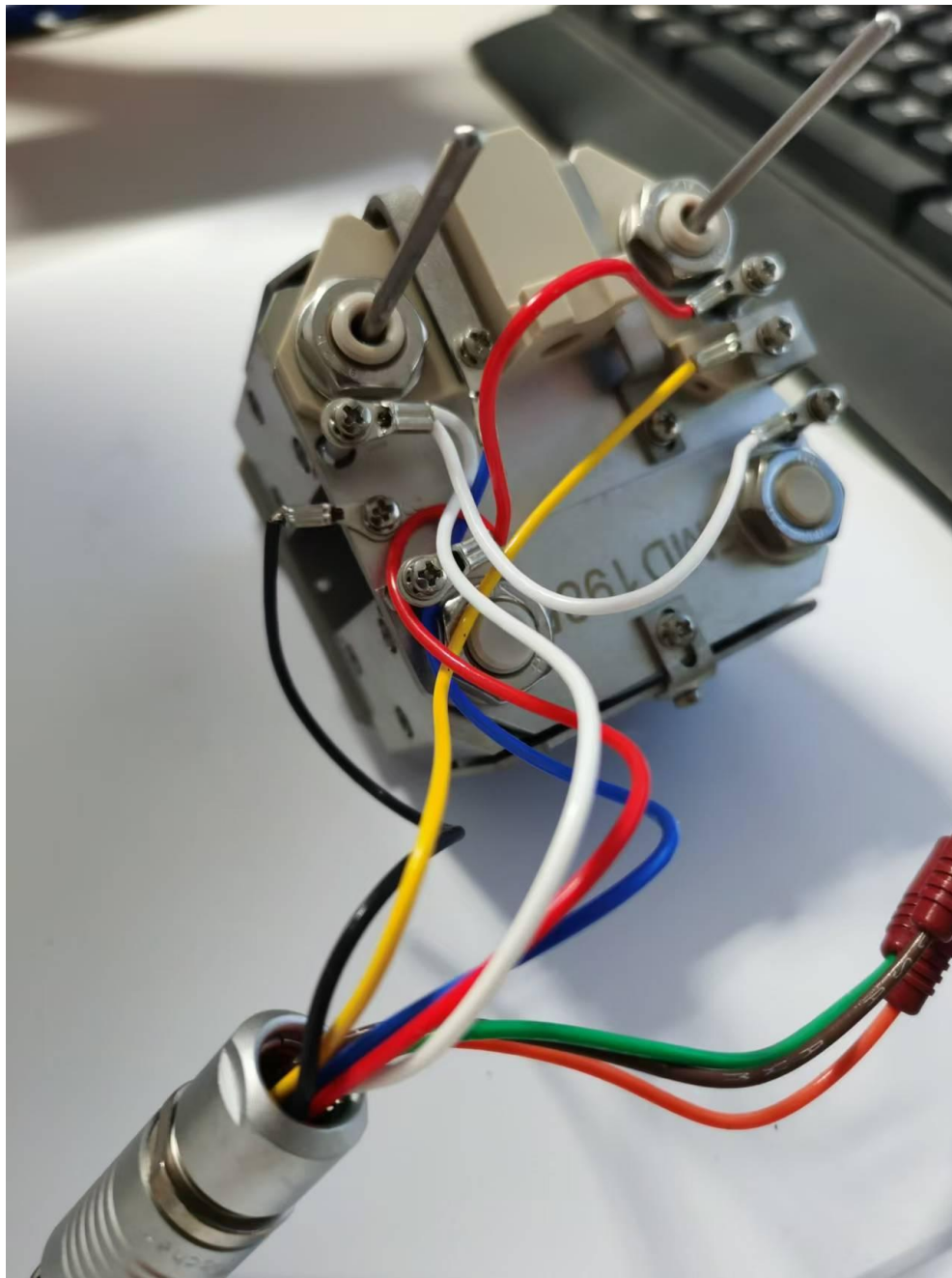
电子击穿的实质是
电子向空间喷射的过程

氙气先离子化，形成电子雪崩，大量电子再和样品在电场作用下形成更大规模离子化，碰撞产生巨大热量，咀口温度可达8000-10000K



正电荷与负电荷（电子）以及未离子化的中性粒子通过偏转器进行分离

正电荷进入四级杆



六.原理与仪器设置

.92		Nebulizer Gas Flow [NEB]				
	STD Mode	KED Mode	DRC Mode	Description	Step Value	Se Time
1	0.92	0.92	0.92	Nebulizer Gas Flow [NEB]	0.02	10
2	1.2	1.2	1.2	Auxiliary Gas Flow	0.025	10
3	18	18	18	Plasma Gas Flow	0.5	10
4	1600	1600	1600	ICP RF Power	50	15
5	-2000	-2000	-2000	Analog Stage Voltage	-100	2
6	1200	1200	1200	Pulse Stage Voltage	50	2
7	12	12	12	Discriminator Threshold	5	0
8	-10	-10	-10	Deflector Voltage	0.25	0
9	0	-12	-9	Quadrupole Rod Offset [QRO]	0.5	1
10	-3	-8	-7	Cell Entrance Voltage	1	1
11	-3	-25	-7	Cell Exit Voltage	1	1
12	-13	-15	-2	Cell Rod Offset [CRO]	1	1
13		475	200	Axial Field Voltage [AFT]	25	1
14		0	0	RPa	0.005	0
15		0.25	0.45	RPO	0.05	0
16		0	0.0	Cell Gas A	0.05	10

Timing Processing Equation Calibration Sampling **Devices...** QC... Report Notes

Sweeps / Reading 20 Est. Reading Time 0:00:09.720 MassCal File default.tun Browse...

Readings / Replicate 1 Est. Replicate Time 0:00:09.720 Conditions File default.dac Browse...

Replicates 3 Est. Sample Time 0:01:29.160 ☐ Enable QC Checking

	Int Std	Analyte	Mass (amu)	Scan Mode (*)	MCA Channels	Dwell Time per AMU (ms)	Integration Time (ms)	Corrections
1		Sc	44.9559	Peak Hopping	1	50	1000	
2		Cr	51.9405	Peak Hopping	1	50	1000	
3		Pb	207.977	Peak Hopping	1	50	1000	
4		Bi	208.98	Peak Hopping	1	50	1000	
5		As	74.9216	Peak Hopping	1	50	1000	
6		Ge	73.9219	Peak Hopping	1	50	1000	Se
7		Cd	110.904	Peak Hopping	1	50	1000	
8		Rh	102.905	Peak Hopping	1	50	1000	
9								
10								
11								
12								
13								