



兰州大学核科学与技术学院  
— School of Nuclear Science and Technology, Lanzhou University —

# 第一届全国核工程类专业

# 青年教师教学比赛

教学节段：

## 脉冲电离室的脉冲形成过程

张世旭

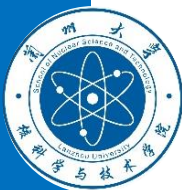
电话：18219610621

邮箱：zhangshixu@lzu.edu.cn



# 教学节段章节链接

- § 0 绪论
- § 1 放射性和射线源
- § 2 射线与物质相互作用
- § 3 放射性测量中的统计学
- § 4 气体探测器**
- § 5 闪烁探测器
- § 6 半导体探测器
- § 7 其它探测器
- § 8 核物理实验中的符合法
- § 9  $\alpha$ 、 $\beta$ 源的活度测量
- § 10 带电粒子的能量及能谱测量
- § 11  $\gamma$ 射线强度和能量测量
- § 12 中子探测技术



# 教学节段章节链接

## § 4 气体探测器

### § 4.1 气体中电子和离子的运动规律

#### § 4.2.1 电离室概述

### § 4.2 电离室

#### § 4.2.2 脉冲电离室

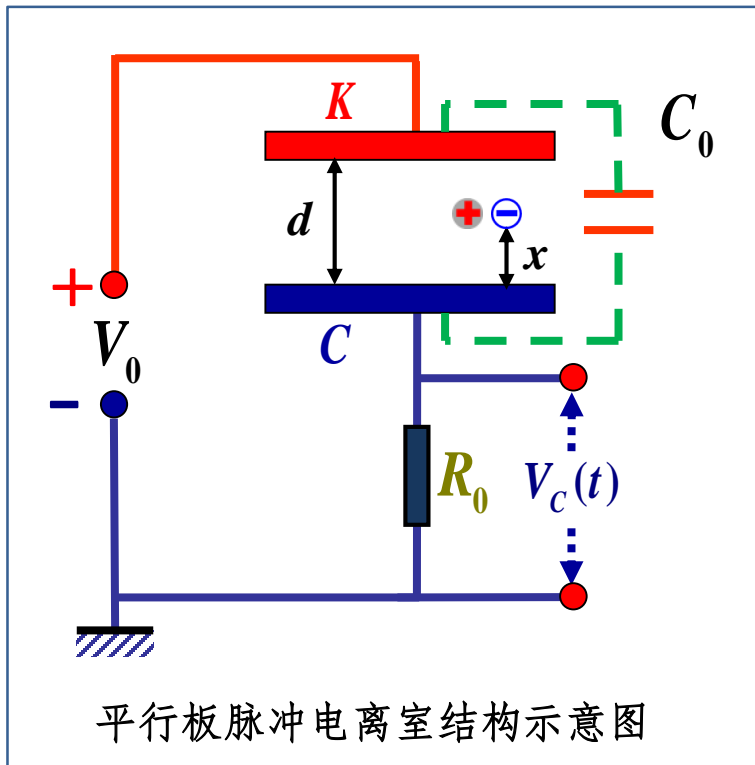
### § 4.3 正比计数器

#### § 4.2.3 电流电离室和累计电离室

### § 4.4 G – M计数器



# § 4.2.2 脉冲电离室



电离室中产生  $N$  对“电子—离子”对全部被收集后脉冲的最大幅度  $V_\infty$  为：

$$V_\infty = \frac{Ne}{C_0}$$

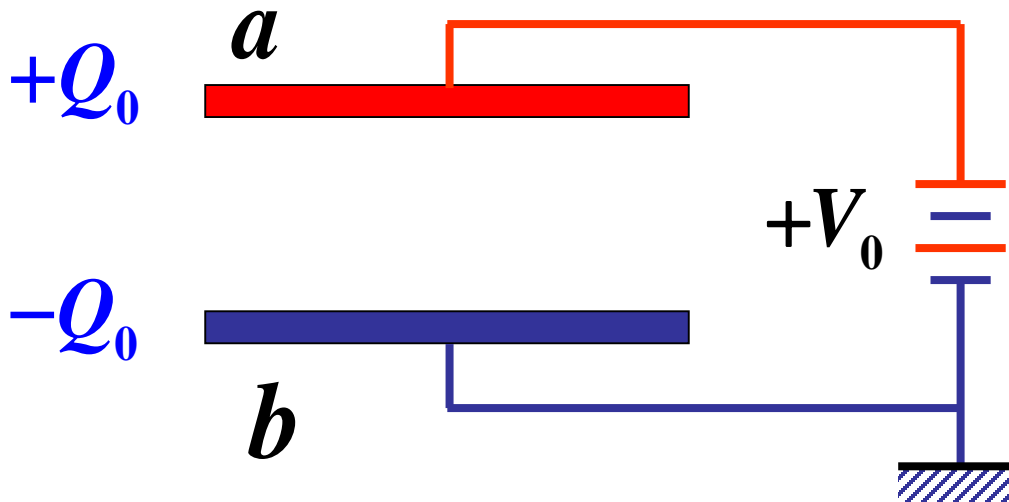
❓ 收集到  $N$  对“电子—离子”，为什么收集到的电荷是  $Ne$ ？



## § 4.2.2 脉冲电离室

### ► 脉冲电离室输出信号产生的物理过程

以气体探测器的  
简化结构入手：



第一步：极板 $a$ 上加高压 $V_0$ ，极板 $a b$ 间电容量为 $C_0$ ，  
则两极板的电荷量：

$$Q_0 = C_0 V_0$$



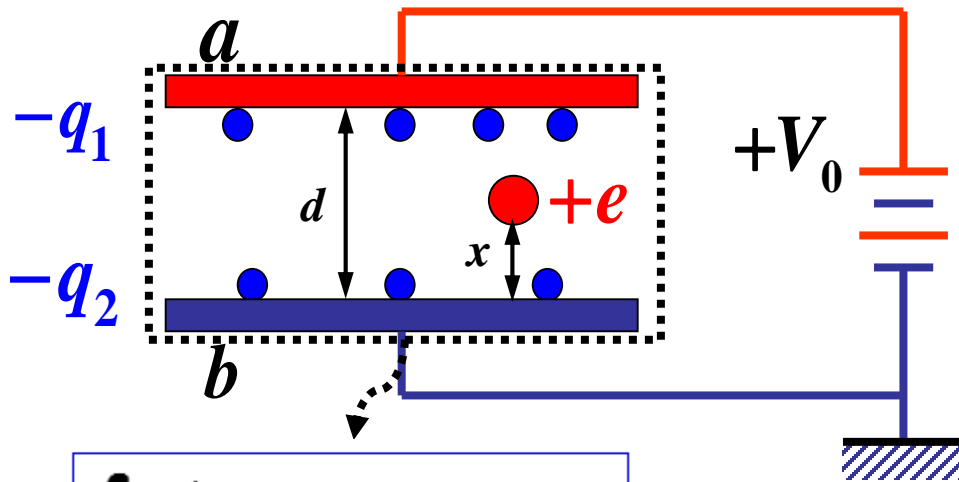
# § 4.2.2 脉冲电离室

第二步：在电离室内某一点引入一单位正电荷 $+e$

它将在两极板上分别感应出一定的负电荷，  
设分别为： $-q_1$ 、 $-q_2$


奥—高定律：

$$\oint \vec{E} d\vec{s} = 4\pi q$$



$$\oint \vec{E} d\vec{s} = 4\pi q = 0$$

$$q = (+Q_0) + (-Q_0) + (+e) + (-q_1) + (-q_2) = 0$$



$$q_1 + q_2 = e$$

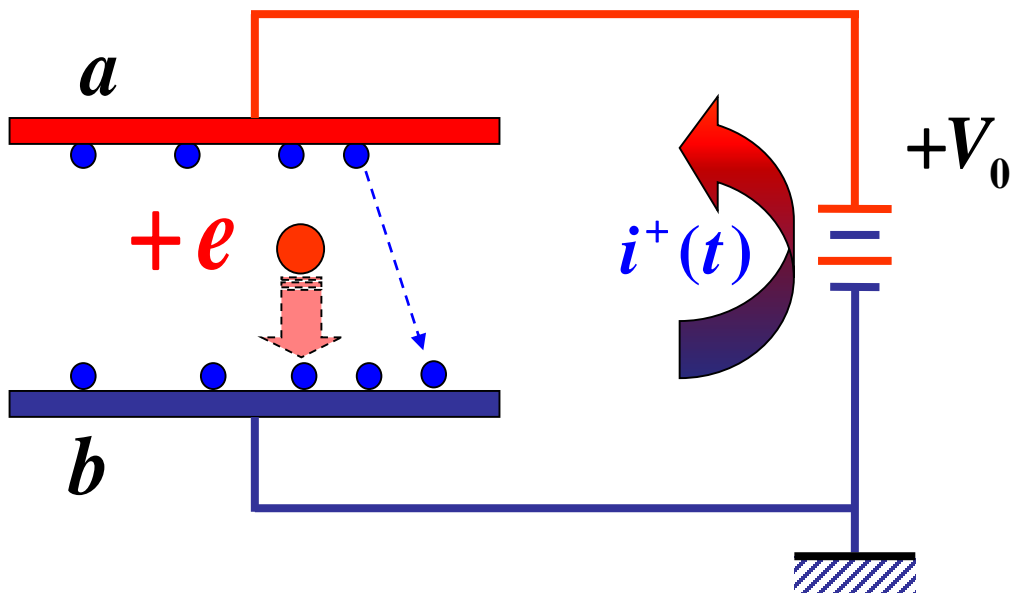
并且  $\begin{cases} q_1 = e \frac{x}{d} \\ q_2 = e \frac{d-x}{d} \end{cases}$



## § 4.2.2 脉冲电离室

第三步：当 $+e$ 电荷沿电场向收集极 $b$ 运动，则上极板 $a$ 上感应电荷 $q_1$ 减少，下极板 $b$ 上感应电荷 $q_2$ 增加。

$$|\Delta q_1| = |\Delta q_2|$$

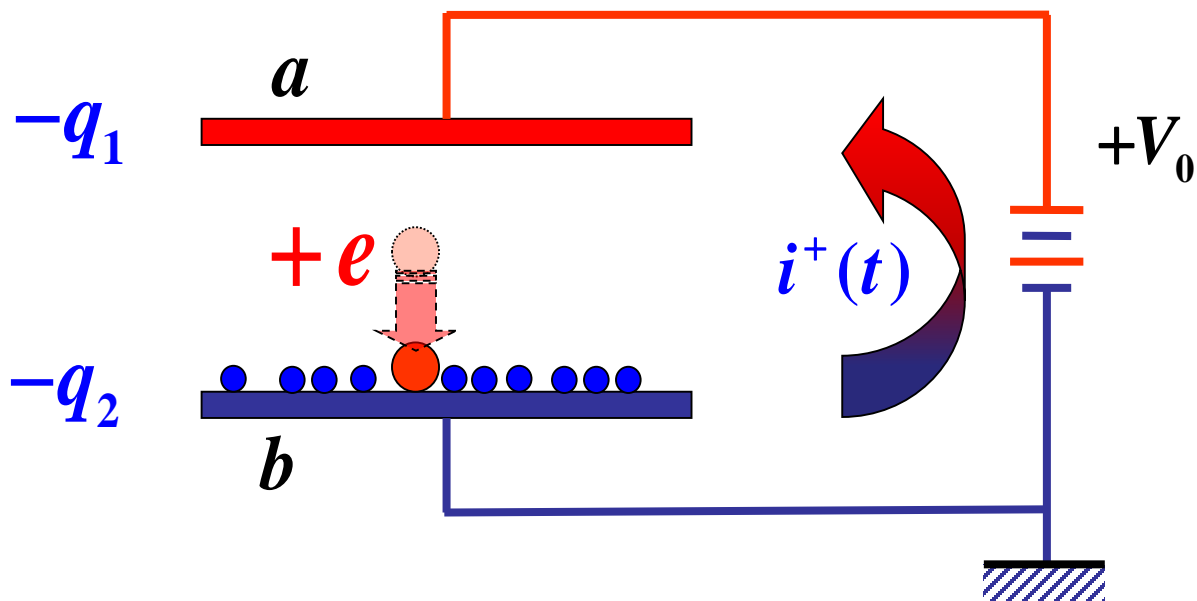


这就相当于感应电荷从外回路流过，即在外回路流过感应电流 $i^+(t)$ 。



## § 4.2.2 脉冲电离室

**第四步：**当正电荷快到达极板的前一瞬间， $-q_1$ 全部由a极板经外回路流到b极板，b极板上的感应电荷为 $-e$



当 $+e$ 到达b极板， $+e$ 与b极板上的感应电荷 $-e$ 中和。外回路电流结束，流过外回路的总电荷量为：

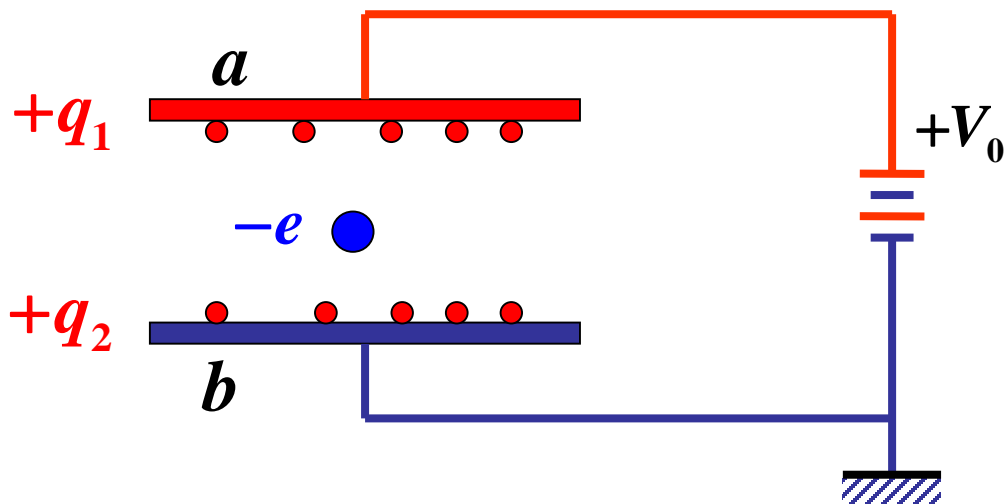
$$\Delta q^+ = q_1$$





# § 4.2.2 脉冲电离室

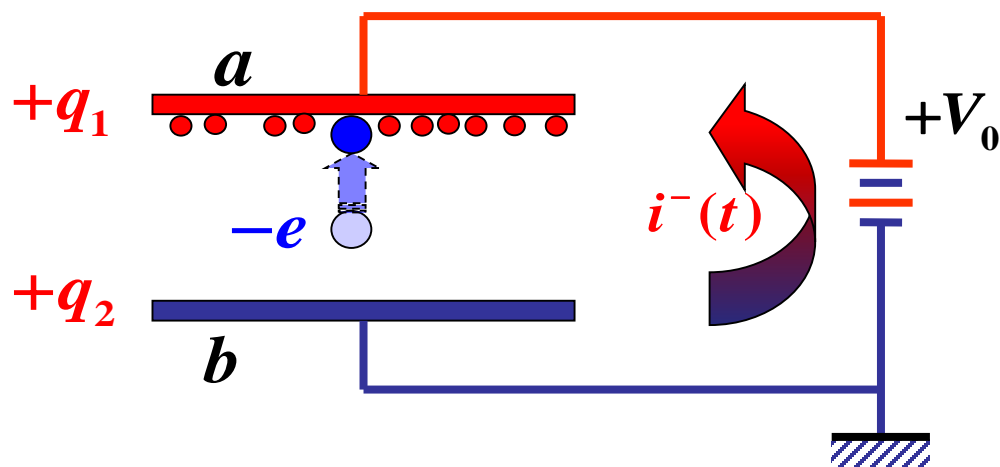
类比考虑： $+e \rightarrow -e$ ，又该当如何？



$q_1$ 和 $q_2$ 的大小分别与正电荷时相同

$$q_1 + q_2 = e$$

在外回路流过电流为 $i^-(t)$ ，  
电流方向与 $i^+(t)$ 相同。



负电荷漂移所引起的正感应电荷在回路中流过的电荷量为：

$$\Delta q^- = q_2$$



# § 4.2.2 脉冲电离室

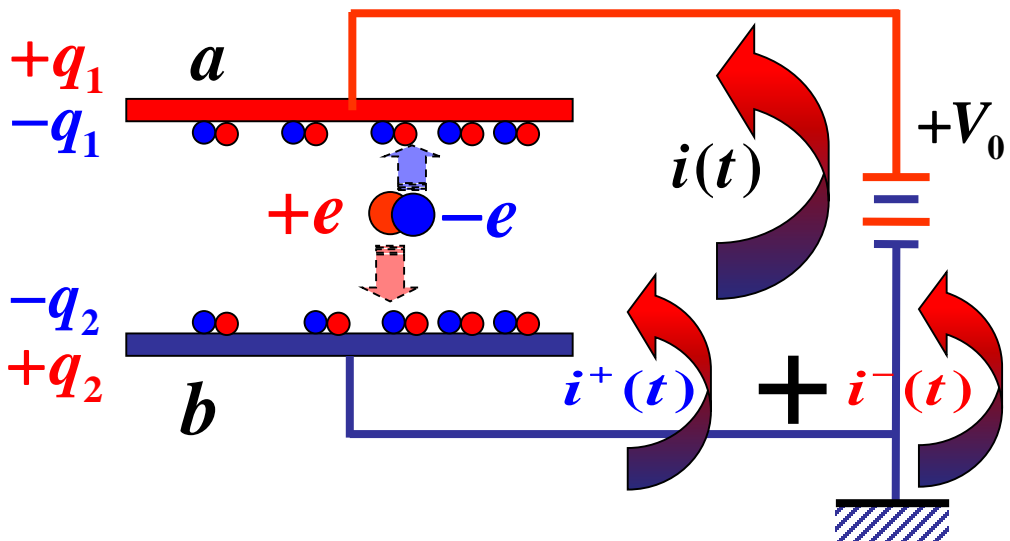
?  $\Delta q^+$   $\Delta q^-$  这二者什么关系?

重要关系：正负电荷“搬运”的电荷=外电路流过电荷量

$$\Delta q^+ + \Delta q^- = q_1 + q_2 = e$$

$$V_\infty = \frac{Ne}{C_0}$$

同一点引入正负电荷



同一位置引入“电子—离子”对，流过外回路的总电荷量为：

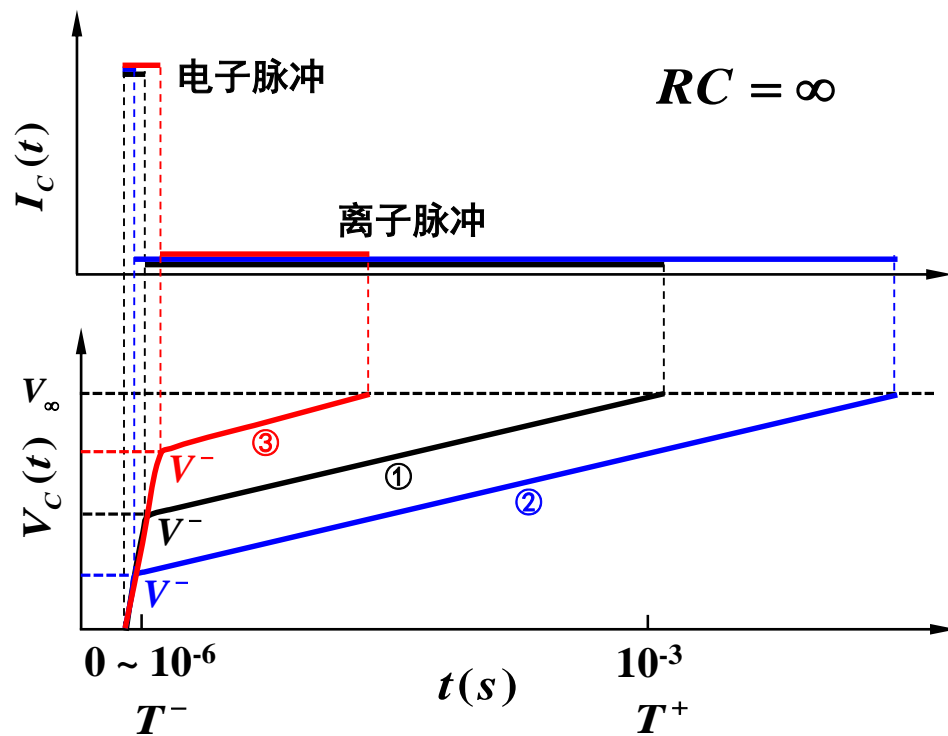
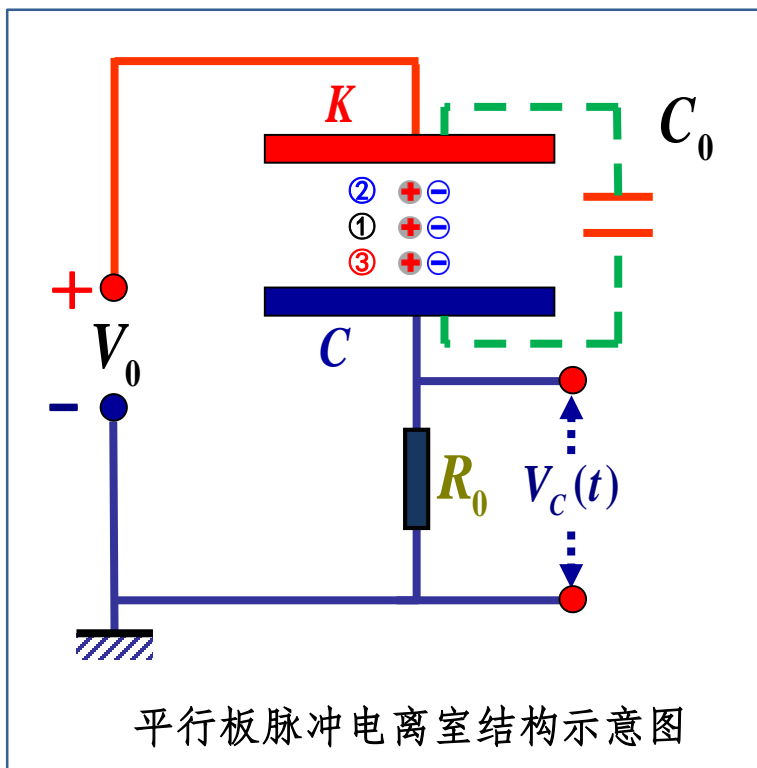
$$\Delta q^+ + \Delta q^- = e$$

则在外回路流经的电流为：

$$i(t) = i^+(t) + i^-(t)$$



# § 4.2.2 脉冲电离室



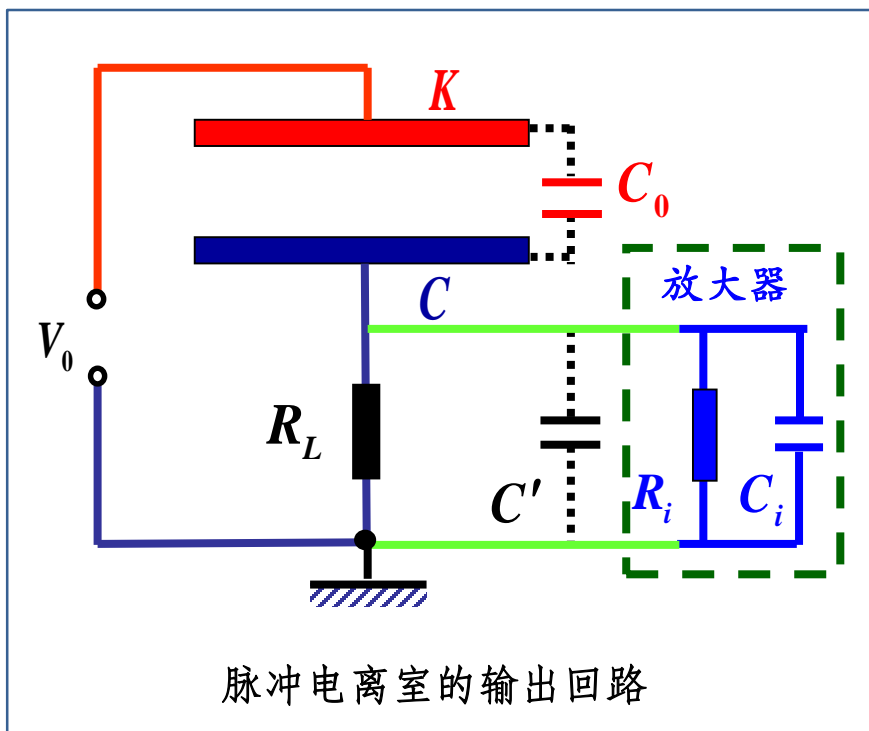
电压脉冲有一个快速的上升前沿，其幅度 $V^-$ 和脉冲形状与电离产生的地点有关；但最大幅度 $V_\infty$ 与电离产生地点无关。



## § 4.2.2 脉冲电离室

兰州大学核科学与技术学院  
School of Nuclear Science and Technology, Lanzhou University

### ➤ 课后思考:



$RC$  不可能为  $\infty$



$RC$  对脉冲信号有何影响

# 谢谢大家