知识回顾

- **时域形式** $D(t)=\varepsilon_0\varepsilon_\infty E(t)+\varepsilon_0(\varepsilon_s-\varepsilon_\infty)\int_0^\infty \boxed{f(y)}E(t-y)dy$

- **频域形式** $\varepsilon_r^*(\omega)=\varepsilon_\infty+(\varepsilon_s-\varepsilon_\infty)\boxed{f(\omega)}$

以上为一般形式的讨论，某种弛豫过程的数学形式则具体地由弛豫函数f(t)及其频域形式f(ω)决定。

德拜弛豫

- **弛豫函数：** $f(t)=\frac{1}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$

f(t)的傅立叶变换

- 频域形式：$\boxed{F[f(t)]}=\int_0^{\infty}\frac{1}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}e^{-i\omega t}dt=\frac{1}{1+i\omega\tau}$

- 代入弛豫介电常数频域表达式：$\varepsilon_r^*(\omega)=\varepsilon_\infty+(\varepsilon_s-\varepsilon_\infty)\frac{1}{1+i\omega\tau}$

- 分解成实部虚部：

$$\boxed{\begin{aligned}\varepsilon_r'(\omega)&=\varepsilon_\infty+(\varepsilon_s-\varepsilon_\infty)\frac{1}{1+\omega^2\tau^2}\\ \varepsilon_r''(\omega)&=(\varepsilon_s-\varepsilon_\infty)\frac{\omega\tau}{1+\omega^2\tau^2}\end{aligned}}$$

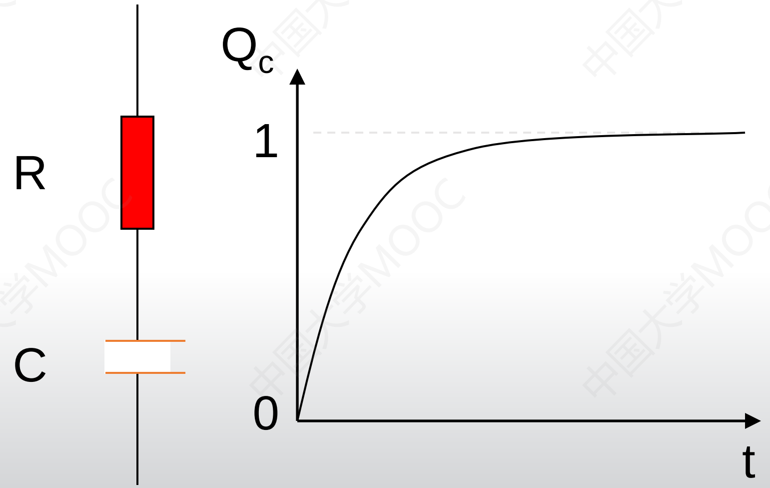
→ 德拜弛豫方程

德拜弛豫

◆ **弛豫函数：** $f(t)=\dfrac{d\varphi}{dt}$

后效函数，随时间从0增加到1

想象一个电容器的充电过程，R-C串联，C上的电荷变化就是一个从0到1（固定值）的过程。



$$\varphi(t)=1-e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$f(t)=\frac{1}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$(\tau=RC)$$

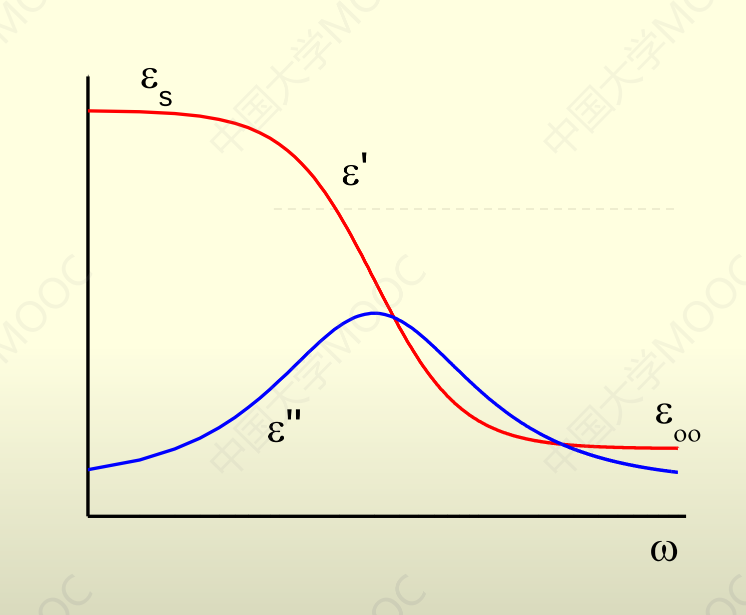
该式为一个RC充电过程的弛豫函数，借用这个数学形式，就可以推导出德拜弛豫方程

德拜弛豫的特点

◆ **德拜弛豫方程：**

$$\varepsilon_r'(\omega)=\varepsilon_\infty+(\varepsilon_s-\varepsilon_\infty)\frac{1}{1+\omega^2\tau^2}$$

$$\varepsilon_r''(\omega)=(\varepsilon_s-\varepsilon_\infty)\frac{\omega\tau}{1+\omega^2\tau^2}$$



- 低频——介电实部为静态介电常数

  介电虚部接近于零
- 中频——介电实部快速下降

  介电虚部达到峰值
- 高频——介电实部为高频介电常数

  介电虚部接近于零

德拜弛豫的特点

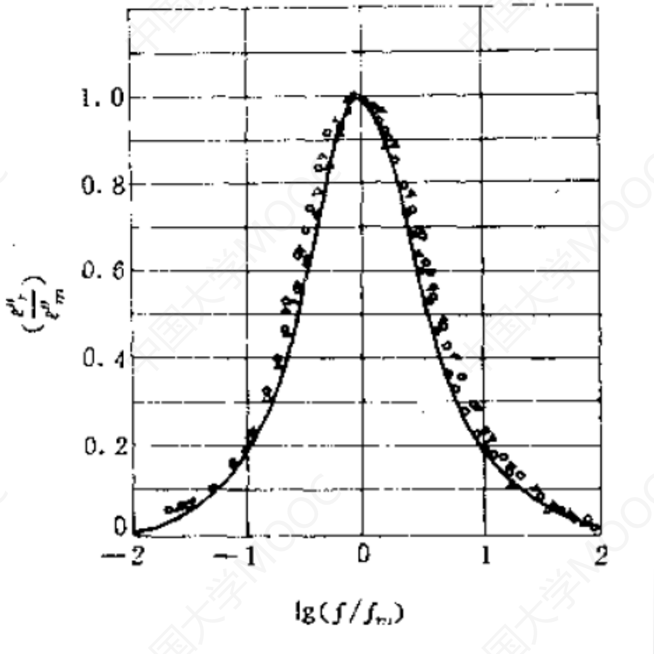
◆德拜弛豫是一种简单的理想化模型，实际介质中　符合德拜弛豫的例子不多，仅有几类，如冰。

◆ 德拜弛豫给出了弛豫型极化的基本频谱特点，即实部随频率上升下降，虚部出现峰值。

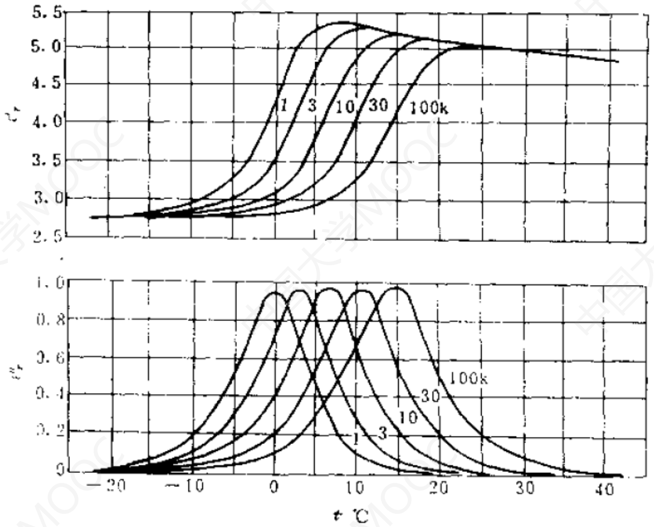
◆德拜弛豫的等效电路模型为RC串联。

◆德拜弛豫有一个特征的滞后时间τ，这是德拜弛豫与其他复杂类型弛豫的显著区别。

德拜弛豫的特点

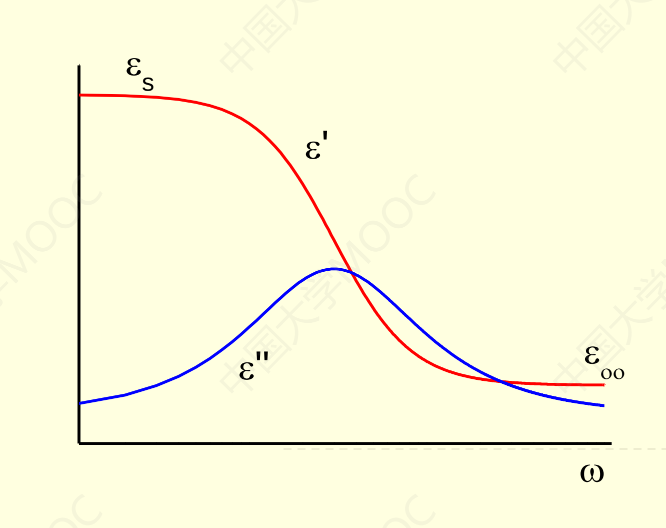


冰的介质损耗随频率变化的归一化曲线

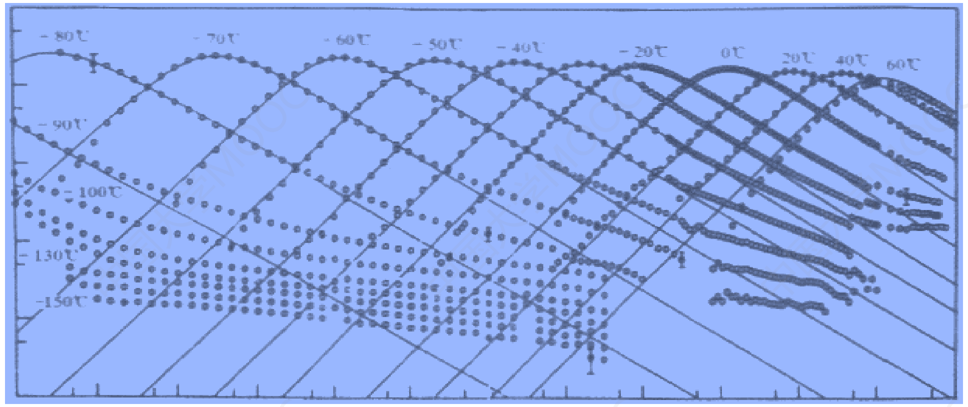


氯化联苯的介电实部虚部温谱曲线

德拜弛豫的特点



德拜弛豫频谱关系



甘油弛豫极化的频谱关系示例