

# Высокорезистивные материалы

Раджабов Евгений Александрович

# Диполи в диэлектрических кристаллах

## Лекция 6

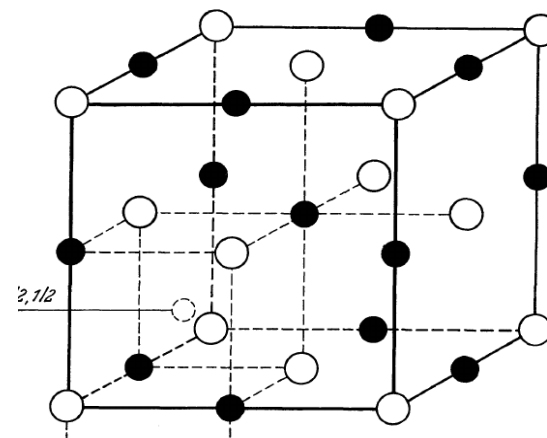
- Возникновение дипольных центров в кристаллах с примесями.
- Температурная зависимость проводимости
- Проявление дипольных центров в спектрах иммитанса, диэлектрических потерь, ионных токов термодеполяризации, оптических спектрах.
- Миграция и агрегация дипольных центров.

# Возникновение дипольных центров в кристаллах с примесями

Примеры:

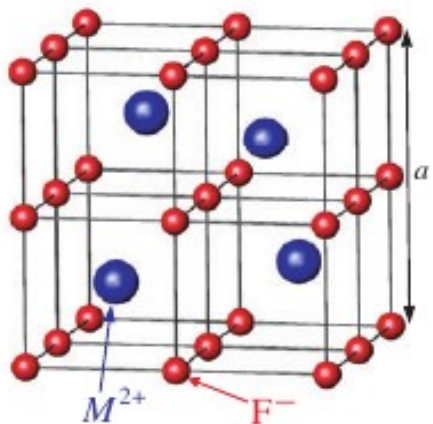
1. Щелочно-галогидные кристаллы  $Me^+X^-$  ( $Me$ - Li, Na, K, Rb, Cs;  $X$ - F, Cl, Br, I)

с двухвалентными металлами — Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd  
Образуются центры  $Me^{2+}$ -катионная вакансия





# ДИПОЛИ В КРИСТАЛЛАХ



2. Щелочно-земельные галоиды  $MeX_2$

С трехвалентными металлами (редкоземельные ионы Y, La, Ce .. Yb)

Образуются диполи  $Me^{3+}F_i^-$

# ДИПОЛИ В КРИСТАЛЛАХ

3. Галоиды трехвалентных металлов  $Me^{3+}X_3$   
С двухвалентными металлами Sm, Eu  
Образуются диполи  $Me^{2+}$ - анионная вакансия

Во всех перечисленных кристаллах с примесью  
двухвалентных анионов — O, S, Se, Te  
Образуются диполи  $O^{2-}$ - анионная вакансия



# Температурная зависимость проводимости

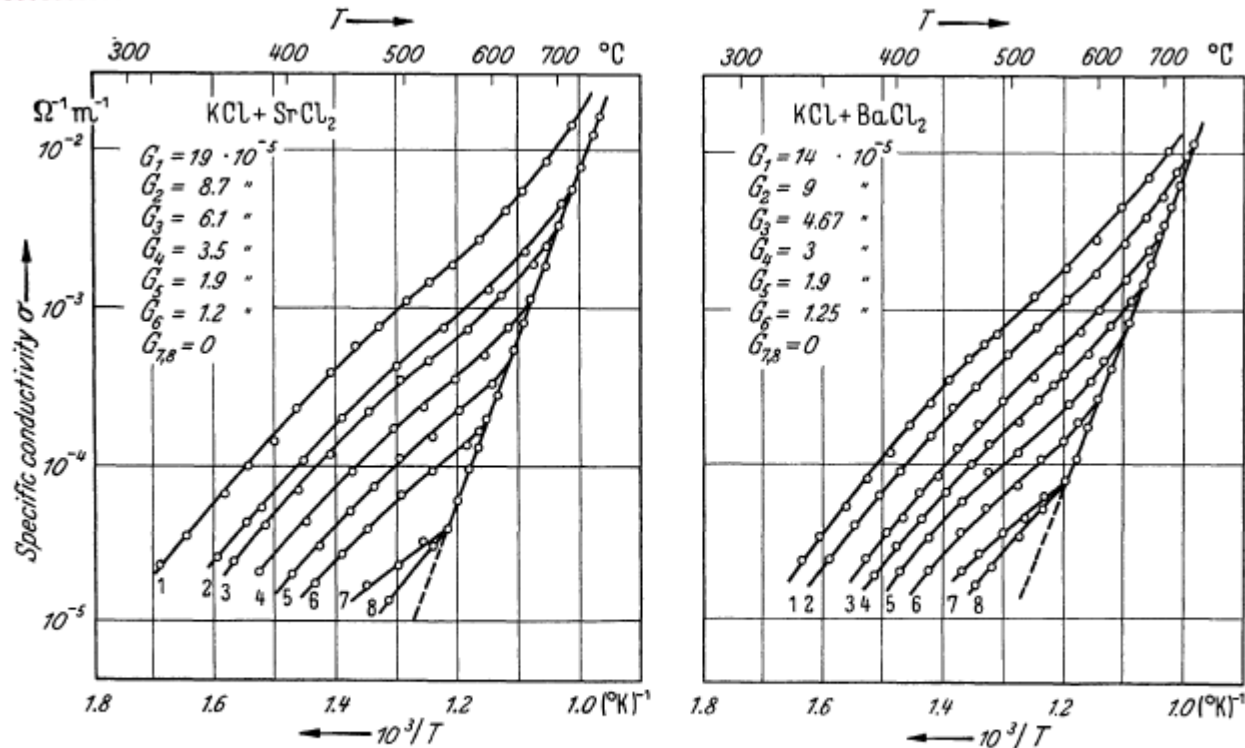


Fig. 8. The conductivity of KCl crystals containing small amounts of SrCl<sub>2</sub> and BaCl<sub>2</sub>. The molar fractions of impurity ions are as indicated.  $G_1$  to  $G_4$  were determined analytically but  $G_5$  and  $G_6$  have been estimated from the conductivity by interpolation in the approximately linear isotherms of  $\sigma$  vs.  $G$ . Curves 7 and 8 are for "pure" crystals in which no Sr<sup>2+</sup> or Ba<sup>2+</sup> ions have been deliberately incorporated [after KELTING and WITT: Z. Physik 126, 697 (1949)].

# Температурная зависимость проводимости

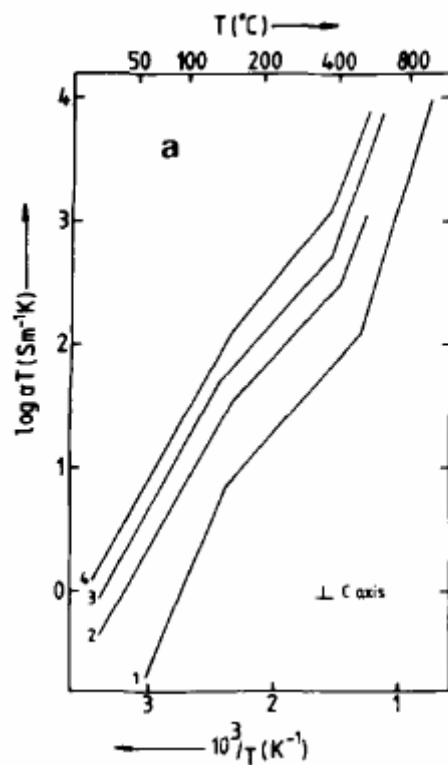


Fig. 2. The bulk ionic conductivity of pure  $\text{LaF}_3$  and of several  $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{F}_{3-x}$  solid solutions: (a) ( $\perp c$  axis): 1:  $x = 0$ , 2:  $x = 3.00 \times 10^{-3}$ , 3:  $x = 1.30 \times 10^{-2}$ , 4:  $x = (7.1-9.52) \times 10^{-2}$ . (b) ( $\parallel c$  axis): 1:  $x = 0$ , 2:  $x = 7.9 \times 10^{-3}$ , 3:  $x = 2.1 \times 10^{-2}$ , 4:  $x = (6.72-8.56) \times 10^{-2}$ .



# Проявление дипольных центров в спектрах диэлектрических потерь

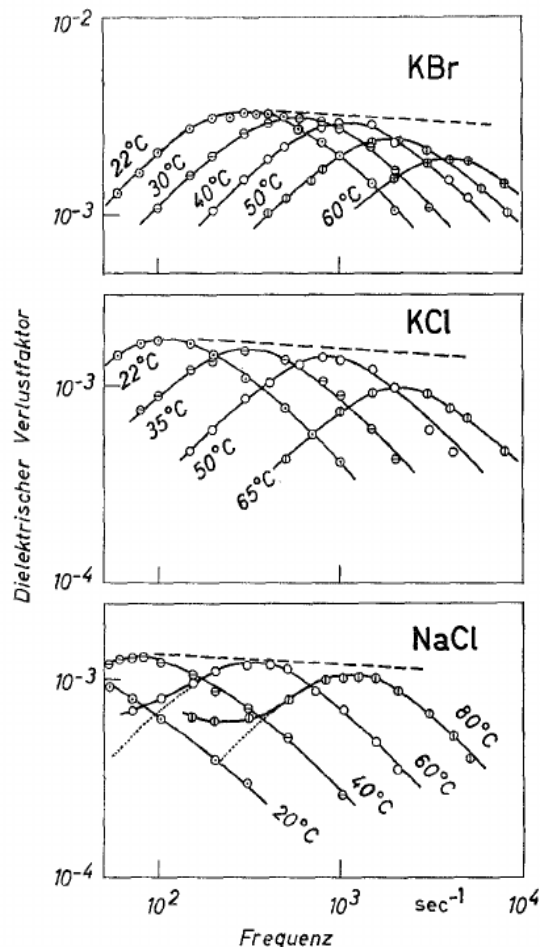
$O^{2-}$ -Lücken-Dipole in Alkalihalogenidkristallen

Zeitschrift für Physik 215, 256—278 (1968)

## $O^{2-}$ -Lücken-Dipole in Alkalihalogenidkristallen

GÜNTER GÜMMER

I. Physikalisches Institut der Universität Göttingen



$$\text{tg } \delta_{\text{Debye}} = C \frac{\omega \tau}{1 + (\omega \tau)^2}$$

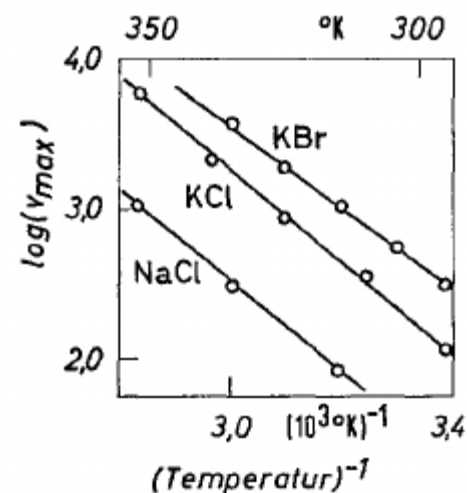


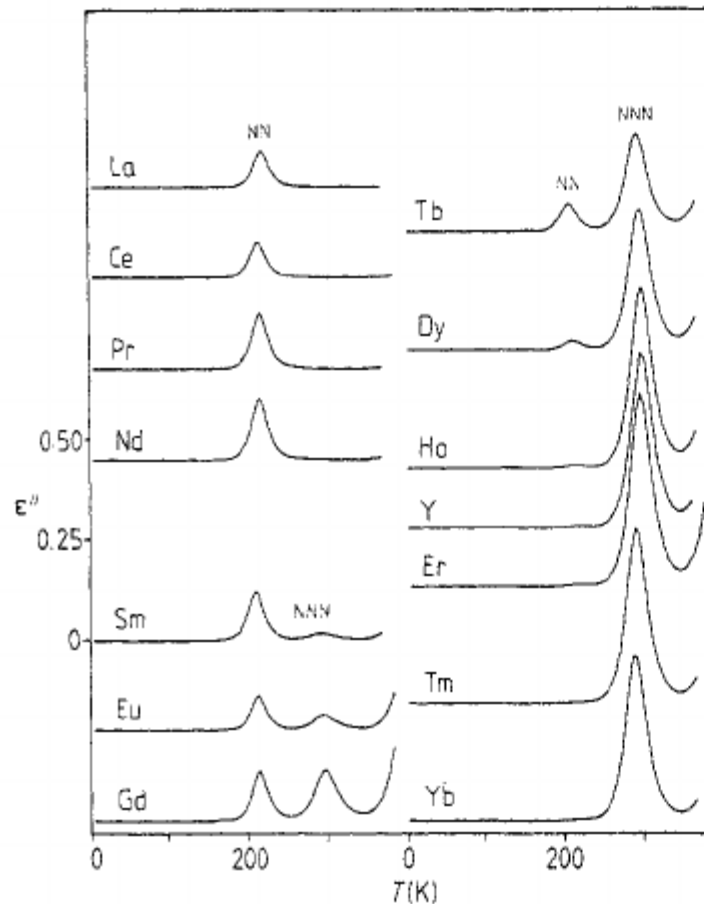
Fig. 2. Frequenz im Maximum der Verlustkurve als Funktion der reziproken Temperatur für KBr, KCl und NaCl (Werte aus Fig. 1)

Тангенс угла потерь кристаллов содержащих  $O^{2-}$  в зависимости от частоты при различных температурах, закаленного кристалла.

	KCl	KBr	NaCl
Aktivierungsenergie eV	$0,59 \pm 0,02$	$0,54 \pm 0,02$	$0,61 \pm 0,03$

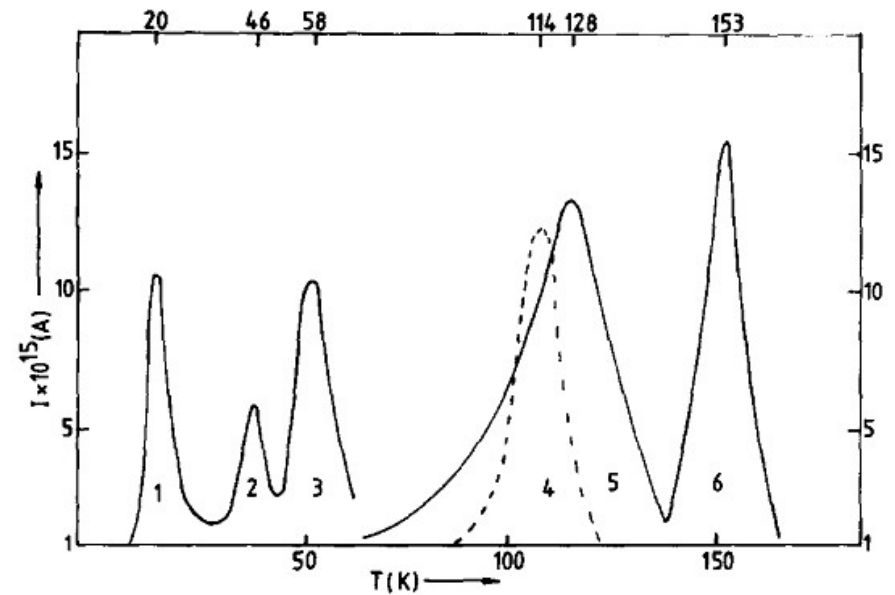
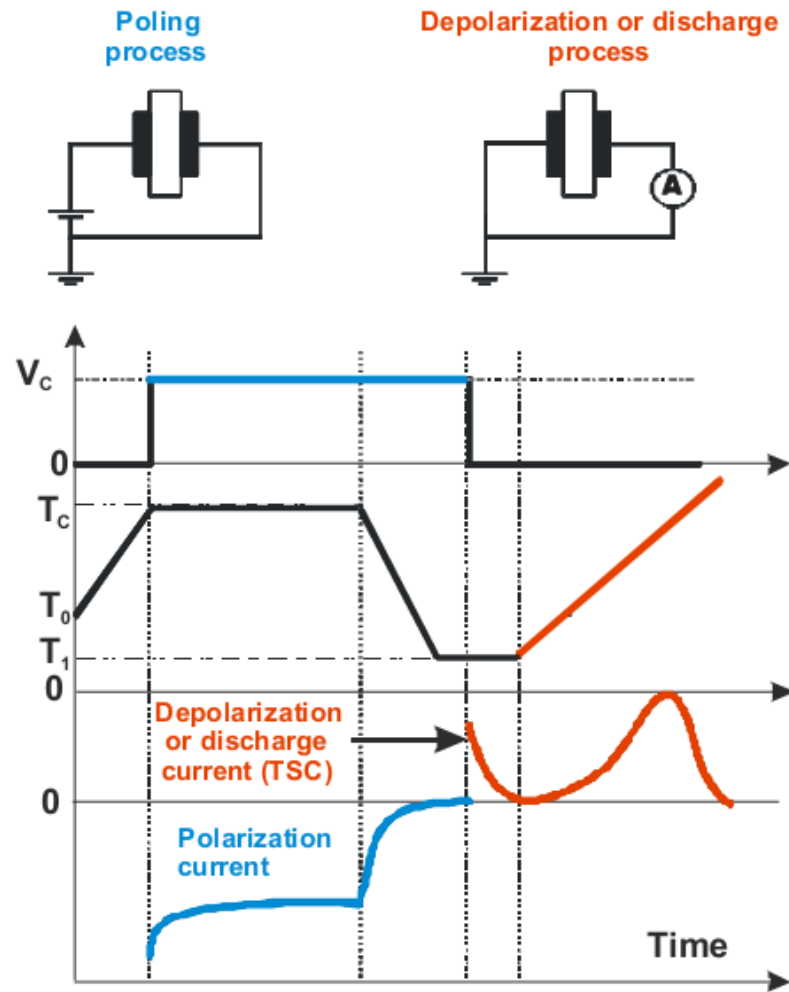


# Проявление дипольных центров в спектрах диэлектрических потерь



**Figure 6.**  $\epsilon''$  against temperature at 100 Hz for strontium fluoride doped with 0.1 mol% of various rare earths, lanthanum and yttrium. The lines were generated by connecting the data points with straight lines. The relative peak positions are correct as the figures were computer drawn.

# Термостимулированная деполяризация



spectrum of  $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{F}_{3-x}$  ( $x = 0.0126$ ) Peak 5 is reduced by a factor of 10

Figure 6.1. The thermally stimulated currents (TSC) method