



Высокочастотная диэлектрическая аномалия в соединениях семейства набокоитов $ACu_7(TeO_4)(SO_4)_5Cl$ ($A = Na, K, Cs, Rb$)

Я.В. Ребров^{1,2}, В.Н. Глазков¹, П.С. Бердоносков^{3,4}, А.Ф. Муртазоев³, В.А. Долгих³

¹ ИФП им. П.Л. Капицы РАН, Москва, Россия

² НИУ «Высшая школа экономики», Москва, Россия

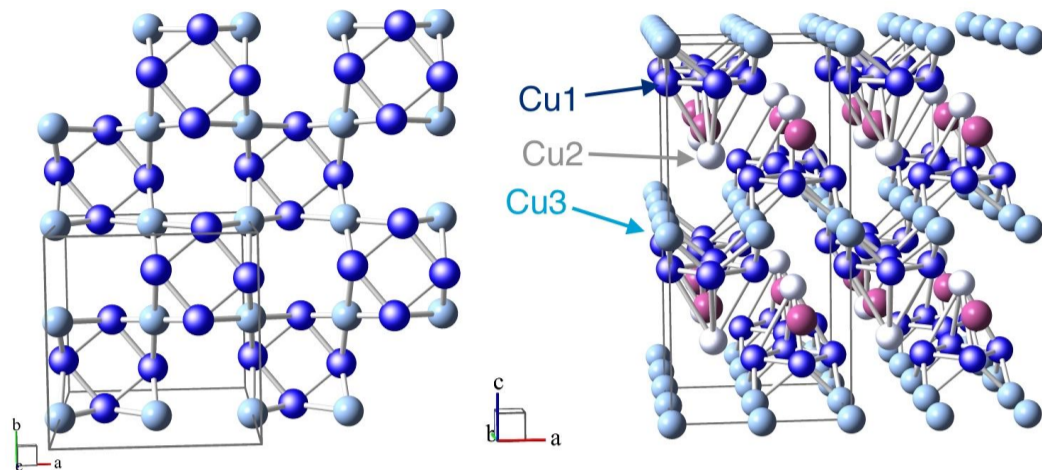
³ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

⁴ НИТУ МИСиС, Москва, Россия

vglazkov@yandex.ru

yavrebrov@edu.hse.ru

Структура и свойства набокоитов



Набокоиты $ACu_7(TeO_4)(SO_4)_5Cl$ ($A=Na, K, Cs, Rb$) – изоструктурные слоистые соединения, в которых ионы меди на позициях Cu1 и Cu3 формируют изогнутые квазидвумерные слои с фрустрированной геометрией обменных связей типа квадратной кагомэ решетки (SKL) [1]. SKL-плоскости связаны друг с другом через “декорирующие” ионы меди в межслоевых позициях Cu2.

Температура Кюри-Вейса для исследуемых соединений составляет 100–200 К, а магнитное упорядочение наблюдается лишь в калиевом и натриевом набокоитах при температурах ниже 4 К [2].

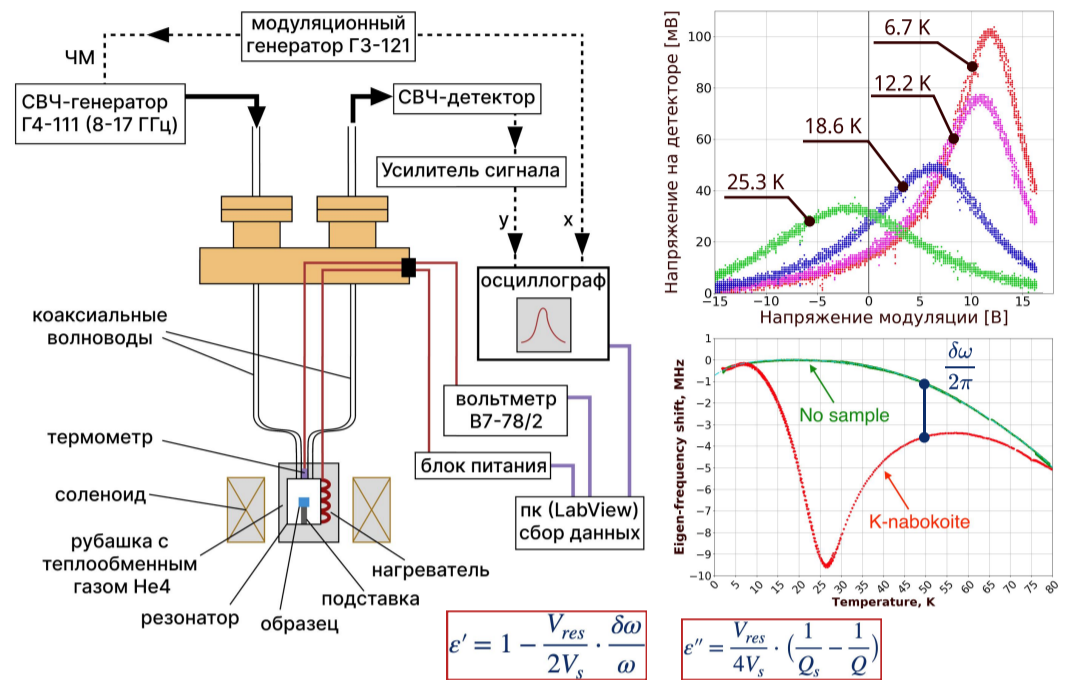
[1] R. Siddharthan et al. // Phys. Rev. B **65** (2001), 014417.

[2] A.F. Murtazoev et al. // ChemPhysChem **24** (2023), e202300111.

[3] M.M. Markina et al. // Mater. Chem. Phys. **319** (2024), 129348.

[4] Ya.V. Rebrov et al. // JMMM **592** (2024), 171786.

Методика измерения

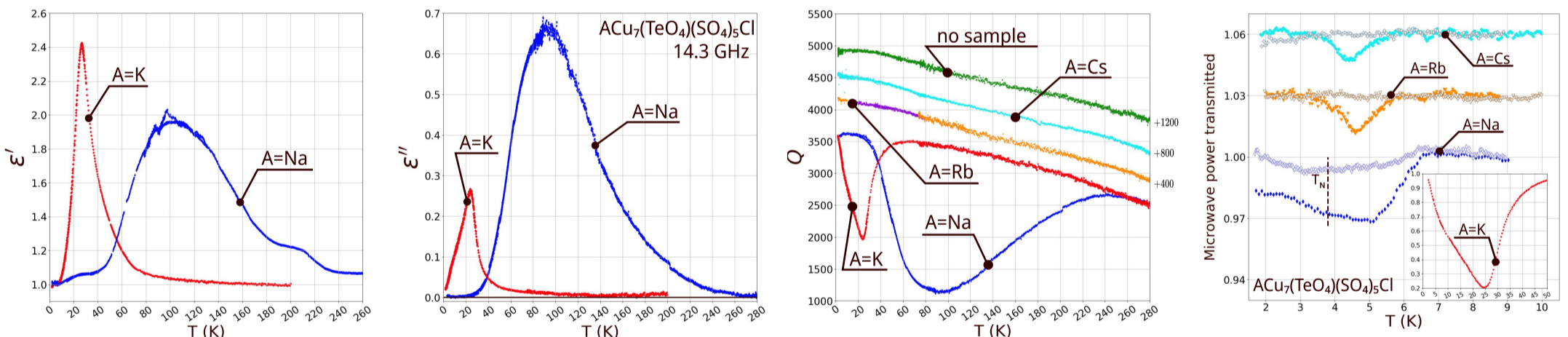


$$\epsilon' = 1 - \frac{V_{res}}{2V_s} \cdot \frac{\delta\omega}{\omega}$$

$$\epsilon'' = \frac{V_{res}}{4V_s} \cdot \left(\frac{1}{Q_s} - \frac{1}{Q} \right)$$

Для исследования высокочастотных (9-14 ГГц) диэлектрических свойств образцов использовалась методика измерения характеристик прямоугольного резонатора с образцом и без образца. Изменение добротности и смещение собственной частоты резонатора под нагрузкой позволяет исследовать температурную зависимость мнимой и действительной частей высокочастотной диэлектрической проницаемости в интервале температур 1.7–300 К.

Основные результаты [4]



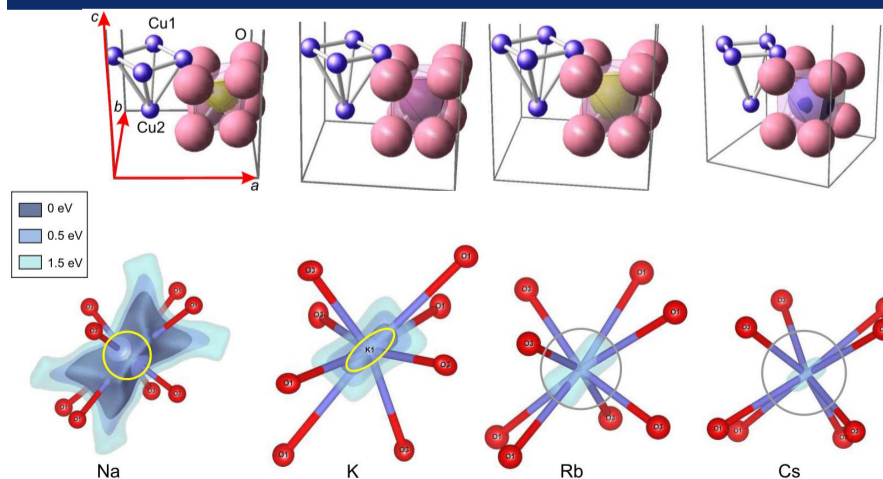
При помощи разработанной методики исследованы высокочастотные диэлектрические свойства соединений семейства набокоита $ACu_7(TeO_4)(SO_4)_5Cl$ ($A = K, Na, Rb, Cs$), которые представляют интерес как структуры с возможной реализацией сильно фрустрированной геометрией обменных связей типа квадратной кагомэ решетки.

★ Были обнаружены сильные аномалии действительной и мнимой частей высокочастотной диэлектрической проницаемости натриевого (~95 К) и калиевого (~25 К) набокоитов.

★ Продемонстрировано отсутствие эффектов сравнимой амплитуды в образцах рубидиевого и цезиевого набокоитов в температурном диапазоне от 1.7 до 300 К.

★ Были обнаружены слабые диэлектрические аномалии во всех соединениях семейства вблизи 5 К.

Обсуждение



Сильная диэлектрическая аномалия наблюдается только в образцах, демонстрирующих магнитное упорядочение. Это может быть связано с перестройкой кристаллической структуры образца при диэлектрическом переходе, приводящей к снятию фрустрации межслоевых обменных связей.

$ACu_7(TeO_4)(SO_4)_5Cl$	A = Na	K	Cs	Rb
Статические измерения [2, 3]:				
Θ , К	> 200	> 200	> 200	80
T_N , К	3.8	3.2	—	—
Диэлектрические аномалии [4]:				
$T_{\epsilon'}$, К	100 ± 5	26.5 ± 0.5	—	—
$T_{\epsilon''}$, К	90 ± 10	24 ± 1	—	—
T^* , К	5.0 ± 0.3	6.5 ± 1	4.65 ± 0.05	4.44 ± 0.05
Информация о структуре [2]:				
r_{alkali} , Å	1.18	1.51	1.61	1.74
V_{ion}/V_8	0.21	0.40	0.44	0.52