

Г. А. МИЛЮТИН и С. С. ШАЛЫТ

МАГНЕТО-ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ АНОМАЛЬНЫХ, ПАРАМАГНИТНЫХ СОЛЕЙ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ*(Представлено академиком С. И. Вавиловым 3 VII 1939)*

Безводные соли FeCl_2 , CoCl_2 и CrCl_3 имеют при низких температурах аномальные магнитные свойства⁽¹⁾. Поэтому представляло интерес исследовать магнето-тепловые свойства этих солей, а именно так называемый магнето-калорический эффект и влияние внешнего магнитного поля на положение скачка теплоемкости⁽²⁾ в температурной области магнитных аномалий.

Исследование производилось с помощью вакуумного калориметра, устройство которого подробно описано в статьях об исследовании теплоемкости⁽²⁾.

На фиг. 1 представлена зависимость обратимого изменения температуры от квадрата намагничивания при адиабатическом намагничивании или размагничивании соли в аномальной области температур. Как видно из фиг. 1, магнето-калорический эффект у FeCl_2 и CoCl_2 отрицательный, т. е. при адиабатическом намагничивании соль охлаждается, и наоборот. Для CrCl_3 магнето-калорический эффект положителен. Во всех случаях имеет место линейная зависимость. Напряжение магнитного поля при этих опытах изменялось в пределах 1 000—11 000 гауссов.

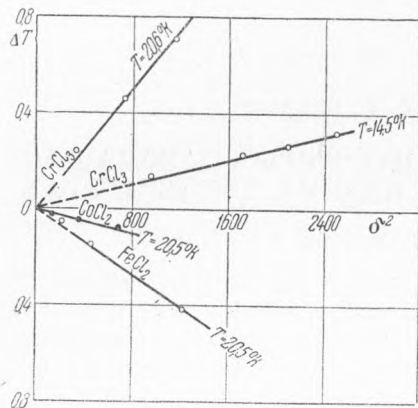
Температурная зависимость магнето-калорического эффекта представлена на фиг. 2. Будучи положительным при температурах выше скачка теплоемкости, у солей FeCl_2 и CoCl_2 этот эффект достигает максимума в области аномалии теплоемкости и, круто уменьшаясь, изменяет знак. При дальнейшем уменьшении температуры магнето-калорический эффект уменьшается и, вероятно, при температурах, ниже 14°K , снова изменяет знак. Это подтверждается тем, что при 14.2°K магнето-калорический эффект у FeCl_2 при $H=5500$ гауссов уже положителен, при $H=9500$ гауссов он незаметен в пределах точности наших измерений и, наконец, при $H=11\ 100$ гауссов он отрицателен.

На основании изложенных результатов нужно полагать, что у этих солей имеет место наложение двух эффектов противоположных знаков. Положительный эффект связан с упорядочиванием магнитных носителей во внешнем магнитном поле. Отрицательный эффект можно объяснить увеличением потенциальной энергии орбитальных моментов в электрическом поле кристалла при вырывании их из их замерзших положений внешним магнитным полем⁽³⁾.

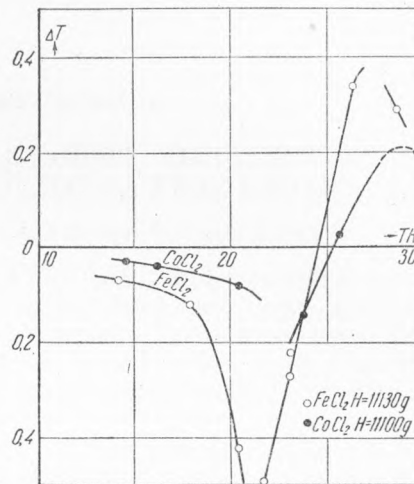
У соли CrCl_3 магнето-калорический эффект положителен как выше, так и ниже скачка теплоемкости (16.8°K). Это отличие от предыдущих солей

можно объяснить тем, что, как показали магнитные исследования при низких и средних температурах вплоть до комнатной и исследование гиромангнитного эффекта⁽⁴⁾, носителями эффективного магнитного момента этой соли являются только электронные спины. Нужно полагать, что электрическое поле кристалла безводной соли CrCl_3 является настолько сильным, что обычные магнитные поля не вырывают орбит из их замерзших положений.

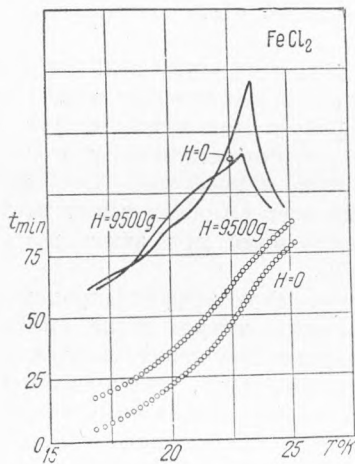
Фиг. 3 и 4 представляют результаты исследования влияния внешнего магнитного поля на положение скачка теплоемкости у FeCl_2 и CoCl_2 .



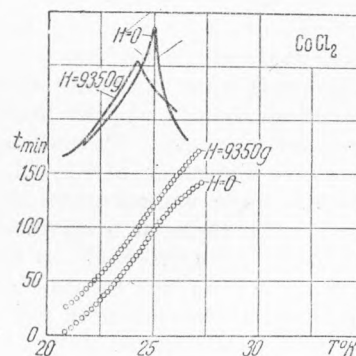
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Кривые, образованные кружками, представляют кривые нагревания в поле и без поля. По оси ординат отложено время, а по оси абсцисс температура при постоянном теплоотводе. Сплошные кривые над ними дают зависимость наклона этих кривых (т. е. величины пропорциональной теплоемкости) от температуры. Как видно из фиг. 3 и 4, положение скачка теплоемкости смещается при наложении магнитного поля у FeCl_2 на 0.4°K , у CoCl_2 на 0.7°K в сторону низких температур. Это также находится в согласии с высказанной гипотезой о природе скачка теплоемкости у этих солей⁽³⁾ и опровергает возможность объяснения этого эффекта обычным переходом в ферромагнитное состояние, так как у ферромагнетиков внеш-

нее магнитное поле смещает точку Кюри в сторону высоких температур. У соли CrCl_3 поле напряжением 10 000 гауссов не смещает положения скачка теплоемкости в пределах 0.1° . Приведенные на фиг. 2 значения ΔT представляют собой величины, относящиеся ко всему калориметру, т. е. к соли и материалу калориметра. Специальное измерение теплоемкости материала калориметра в исследованной нами области температур показало, что она составляет 5—10% от общей теплоемкости. Точность измерения температуры в наших опытах равна 0.01° . Учет влияния магнитного поля на сопротивление платинового термометра производился специальной калибровкой. Значения ΔT представляют собой средние для нагревания и охлаждения, причем, как правило, нагревание превышало охлаждение на 5—10%, что объясняется токами Фуко в металлических частях калориметра и различием теплоемкости при наличии магнитного поля и отсутствии его.

При азотных температурах в пределах точности наших измерений магнето-калорический эффект незаметен.

Украинский физико-технический институт
Харьков

Поступило
29 VI 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ ЖЭТФ, 5, 518 (1938). ² Sow. Phys., 7, 66 (1935); 9, 237 (1936). ³ Nature, 143, 799 (1939). ⁴ Proc. Roy. Soc., 133, 179 (1931).