

определяемых векторами R и R' . Расчёт Φ в приближении самосогласованного молекулярного поля приводит к выражению типа (1), где

$$\mathcal{F}_z = \frac{N_I - N_{II}}{N} \frac{eb}{v_{яч}}$$

Здесь e — заряд неупорядоченной частицы; N_I, N_{II} — ср. числа частиц в положениях I, II (рис. 5), $T_K = J_0/k$, где $J_0 = \sum_{R, R'} J_{R, R'}$.

Для систем типа порядок — беспорядок постоянная Кюри — Вейса обычно на 2—3 порядка меньше, чем для систем типа смещения. Изменение энтропии S на 1 частицу при переходе от полного беспорядка ($T > T_K$) к полному порядку ($T = 0$ K) $\Delta S = k \ln 2$; затухание тепловых флуктуаций параметра порядка η носит релаксационный характер.

Несмотря на традиц. представления о природе сегнетоэлектрич. свойств, уровень понимания сущности явления пока недостаточен. В частности, не решена общая проблема предсказания свойств кристалла исходя из его хим. состава и структуры. Не существует методов расчёта констант гамильтонианов для С. типа смещения или типа порядок — беспорядок; нельзя привести ни одного примера, когда открытие нового С. шло по пути направленного получения вещества с заранее заданными свойствами и темп-рой фазового перехода.

Однако кол-во С. непрерывно увеличивается, гл. обр. за счёт поиска новых материалов среди соединений, близких по составу и структуре к известным С. Появляются и новые классы С.; обнаружено дипольное упорядочение, близкое к сегнетоэлектрическому, в нек-рых типах смектических жидких кристаллов и полимеров; создаются композиционные материалы, свойства к-рых можно направленно изменять, варьируя состав сегнетоэлектрич. наполнителя и полимерной или стеклянной матрицы, а также характера связности.

Применение. С. широко используются в технике. Области их применения связаны с аномально большими значениями ϵ (конденсаторы, вариконды), пьезоэлектрических, электрострикционных, электрооптич. постоянных, обусловленными наличием фазового перехода, а также с использованием явления переключения спонтанной поляризации. Используются нелинейно-оптич. свойства С. (см. *Нелинейная оптика*).

Большое значение имеет сегнетоэлектрич. керамика, используемая для создания электромеханических и механоэлектрич. преобразователей в широком диапазоне частот. К ним относятся излучатели звука (см. *Излучатели звука*), датчики микроперемещений, гидрофоны, акселерометры, стабилизаторы частоты и т. д. (см. *Пьезоэлектрические преобразователи*). В них в качестве осн. материала служат керамика на основе системы $Pb(TiZr)O_3$ (PZT) с разл. добавками, твёрдые растворы сложного состава с размытым фазовым переходом [напр., $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ (PMN) с $T_K = 0^\circ C$, см. *Пьезоэлектрические материалы*].

В микроэлектронике С. пока не нашли столь обширных применений, как полупроводники, поскольку электронные устройства на С. плохо поддаются интеграции. Однако решены нек-рые технол. проблемы, связанные с получением тонких плёнок С. разного состава (в т. ч. PZT) со свойствами, близкими к монокристаллам. Переключение поляризации в таких плёнках толщиной $50 \div 5000 \text{ \AA}$ осуществляется малыми электрич. напряжениями; плёнки могут наноситься на полупроводниковые подложки. Системы оперативной памяти на основе тонких сегнетоэлектрич. плёнок перспективны. В устройствах интегральной оптики используются волноводные каналы на поверхности С., к-рые создаются путём диффузного легирования кристаллов, гл. обр. ниобата и танталата лития.

Лит.: Иона Ф., Ширани Д., Сегнетоэлектрические кристаллы, пер. с англ., М., 1965; Лайнс М., Гласс А., Сегнетоэлектрики и родственные им материалы, пер. с англ., М., 1981; Барфут Д., Тейлор Д., Полярные диэлектри-

ки и их применения, пер. с англ., М., 1981; Струков Б. А., Леванюк А. П., Физические основы сегнетоэлектрических явлений в кристаллах, М., 1983; Физика сегнетоэлектрических явлений, под ред. Г. А. Смоленского, Л., 1985; Рез И. С., Поплавко Ю. М., Диэлектрики. Основные свойства и применения в электронике, М., 1989; Фесенко Е. Г., Гавриляченко В. Г., Семенов А. Ф., Доменная структура многососных сегнетоэлектрических кристаллов, Ростов н/Д., 1990. А. П. Леванюк, Б. А. Струков.

СЕЙСМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДОМЭНЫ — см. *Домены, Сегнетоэлектрики*.

СЕДИМЕНТАЦИЯ (от лат. *sedimentum* — оседание) — оседание частиц дисперсной фазы в гравитац. поле или поле центробежных сил, обусловленное различием плотностей этой фазы и дисперсной среды. С. может приводить к расслоению дисперсной системы. Простейший случай С. — оседание взвешенных (в жидкости или газе) твёрдых частиц в гравитац. поле; по скорости оседания частиц можно установить их размеры и гидродинамич. свойства.

С. макромолекул в центрифуге при высоких значениях центробежного ускорения — один из осн. методов определения мол. массы, распределения по массам, размеров, формы и гибкости макромолекулы. **СЕЙСМОЛОГИЯ** (от греч. *seismós* — колебание, землетрясение и *lógos* — слово, учение) — наука о землетрясениях (З.). Осн. задачи, решаемые С.: исследование структуры земных недр и процессов в очагах З., разработка методов уменьшения ущерба от сильных З. (сейсмич. районирование и прогноз З.), мониторинг (слежение, наблюдение) испытаний атомного оружия. Сейсмич. методы широко применяются при разведке полезных ископаемых, в частности нефти. С. стала интенсивно развиваться после 1889, когда в Потсдаме с помощью чувствит. маятников было зарегистрировано сильное З. в Японии.

Регистрация землетрясений. Регистрация упругих волн, вызванных З. или взрывом, выполняется с помощью графами. Как правило, сейсмич. обсерватория оснащается сейсмографами, регистрирующими три компоненты смещения: вертикальную, север — юг и восток — запад. Осн. элементом сейсмографа является массивное тело, крепящееся к корпусу прибора пружиной. При смещении корпуса, жёстко связанного с Землёй, это тело стремится сохранить прежнее положение. Смещения тела относительно корпуса преобразуются в электрич. сигналы и регистрируются в аналоговом или цифровом виде. Наим. смещения, регистрируемые сейсмографами, сравнимы с межатомными расстояниями (10^{-10} м), динамич. диапазон достигает 140 дБ.

Сейсмические волны. Упругие волны, регистрируемые сейсмографами, принадлежат к неск. типам. По характеру пути распространения волны делятся на объёмные и поверхностные. В свою очередь объёмные волны подразделяются на продольные (P) и поперечные (S), а поверхностные — на *Рэлеевские волны* и *Лявовские волны*. Объёмные волны распространяются во всём объёме Земли, за исключением жидкого ядра, не пропускающего поперечные волны. Продольные волны связаны с изменением объёма и распространяются со скоростью $\sqrt{(\lambda + 2\mu)/\rho}$, где λ — модуль сжатия, μ — модуль сдвига (см. *Модули упругости*), ρ — плотность среды. Поперечные волны не связаны с изменением объёма, их скорость равна $\sqrt{\mu/\rho}$. Движение частиц в волне S происходит в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. В сферически-симметричных моделях Земли луч, вдоль к-рого распространяется волна, лежит в вертикальной плоскости. Составляющая смещения в волне S в этой плоскости обозначается SV , горизонтальная составляющая — SH . Нек-рые оболочки Земли обладают упругой анизотропией; в этом случае поперечная волна расщепляется на две волны с разл. поляризациями и скоростями распространения. Параметры земных недр изменяются по вертикали и горизонтали. Поэтому в процессе распространения объёмные волны испытывают отражение, преломление, обмен (превращение P в S и наоборот), а также дифракцию и