

щением коротковолновых фононов. Вероятность такого рассеяния растёт с ростом энергии электрона ϵ , так что более разогретые долины опустошаются, а менее разогретые избыточно заполняются электронами. В результате, напр., в n -Ge в одинаковом электрич. поле токи $j < j_{[110]} < j_{100}$; в n -Si токи $j_{100} < j_{[110]} < j_{[111]}$ (нормальный С. — Ш. э.).

В легированных полупроводниках при низких темп-рах доминирует междолинное рассеяние на примесных центрах и дефектах. Вероятность рассеяния в этом случае может спадать с ростом энергии электронов, так что сильнее разогретые долины избыточно наполняются, а менее разогретые — опустошаются. К тому же внутримолекулярное рассеяние на заряж. примесях способствует росту подвижности с разогревом. Это сочетание приводит к т. н. аномальному С. — Ш. э., при к-ром неравенства изменяют знак, т. е. n -Ge ведёт себя, как n -Si (и наоборот).

Анизотропия закона дисперсии возникает в p -Ge и p -Si из-за гофрировки изоэнергетич. поверхностей валентных зон (в особенности зоны тяжёлых дырок), связанной с их вырождением в точке зонной диаграммы $\epsilon(p)$ $p = 0$ (см. Зонная теория).

При переходе от нормального С. — Ш. э. к аномальному изменяется также знак поперечной эдс Сасаки. На рис. 3 представлена зависимость поперечного поля

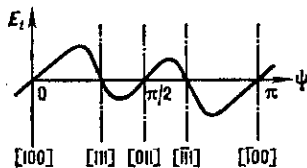


Рис. 3. Поперечная эдс Сасаки в зависимости от угла ψ между полем E в плоскости (011) и кристаллографической осью [100].

E_t (при заданном продольном поле E) от угла ψ между направлением тока j , лежащего в плоскости симметрии (011), и осью симметрии [100]. При токе, направленном вдоль осей [100], [111], [011], поперечное поле E_t отсутствует. Знак E_t различен у Ge и Si при нормальном С. — Ш. э. и изменяется с переходом к аномальному эффекту.

В чистых полупроводниках при достаточно низких темп-рах (в n -Si при $T = 55$ К) в определ. диапазоне E положение поля E_t в плоскости (011) неустойчиво. В частности, в n -Si при j вдоль оси [011] неустойчиво значение $E_t = 0$ при $\psi = \pi/2$, а устойчивыми оказываются два ненулевых, равных по величине и противоположно направленных поля, параллельных осям [011] и [011]. Этим двум значениям E_t соответствуют преимущественные заполнения электронных долин с осями вращения эллипсоидов вдоль оси [010] или [001]. В результате в одном образце могут сосуществовать области (домены) с разл. устойчивыми значениями E_t , разделённые доменными стенками. При токе вдоль оси [011] домены имеют вид слоёв, параллельных плоскости (011), с чередующимися по знаку полями E_t . Для тока вдоль оси [111] есть 3 равных E_t , направленных под углами 120° друг к другу (многозначный эффект Сасаки).

Кроме разогревного механизма С. — Ш. э. возможен стрикционный механизм: электрич. поле вызывает анизотропную деформацию кристалла, к-рая по-разному изменяет энергетич. положение долин. Этот механизм доминирует в многодолинных полупроводниках с высокой диэлектрич. проницаемостью (напр., в BaTiO_3).

Лит.: Зегер К., Физика полупроводников, пер. с англ., М., 1977; Горячие электроны в многодолинных полупроводниках, К., 1982. З. С. Грибникоу.

SATURN — шестая по удалению от Солнца и вторая по размерам и массе планета Солнечной системы. Ср. гелиоцентрич. расстояние (большая полуось орбиты) составляет 9,539 а. е. (1,427 млрд. км). Вследствие заметного эксцентриситета орбиты (0,056) гелиоцентрич. расстояние изменяется прил. от 9 до 10,1 а. е. Наклон

плоскости орбиты к эклиптике $2^\circ 29,4'$, ср. скорость движения по орбите 9,64 км/с, а период обращения вокруг Солнца (сидерич. период, или сатурнианский год) 29,458 земных года. Мья. расстояние между С. и Землёй составляет 1,2 млрд. км, максимальное — 1,6 млрд. км; соответственно видимые угл. размеры диска изменяются от $20''$ до $15''$. Синодич. период обращения равен 378,09 сут. Видимая звёздная величина С. в ср. противостоянии 0,67, абс. планетная величина 8,88. Интегральное сферич. альbedo 0,34 г.

Ср. экваториальный радиус С. (по уровню в атмосфере с давлением 1 бар) $R_C = 60246 \pm 10$ км, масса (M_C) $5,68 \cdot 10^{26}$ кг. Из-за быстрого вращения вокруг оси (период на экваторе $\approx 10,2$ ч) С. обладает большим сжатием ($\approx 0,4$), вследствие чего его полярный радиус почти на 6500 км меньше экваториального. Существенно при этом, что период вращения меняется с широтой (скорость вращения экваториальной зоны прил. на 5% выше полярной). Ср. плотность С. — самая низкая из всех планет, всего 0,69 г/см³, что прил. вдвое меньше плотности Солнца. Ускорение силы тяжести на экваторе 10,45 м/с², параболич. скорость (скорость убегания) ок. 36 км/с.

Твёрдой поверхности С. не имеет и является газожидким телом, находящимся в состоянии гидростатич. равновесия. Структура его недр в целом подобна структуре Юпитера. Согласно моделям внутр. строения планет (см. Планеты и спутники), основанным на представлениях об адиабатич. изменении темп-ры по глубине и многослойной дифференциации вещества недр, внеш. газовая оболочка С. является водородно-гелиевой (при отношении He/H, меньшем солнечного, т. е. $0,13 \pm 0,04$ по массе), за ней следует оболочка, состоящая в осн. из жидкого водорода, а с расстояния $\approx 0,5 R_C$ — оболочка из металлического водорода. Металлич. водород заполняет слой до уровня $0,3 R_C$, где начинается ядро. Давление здесь достигает 10 Мбар. Ядро составляет $\approx 25\%$ по массе, что в неск. раз больше ядра Юпитера. Причина состоит в том, что наряду с веществом скальных пород в его состав, вероятно, входит значит. примесь ледяной компоненты (вода, аммиак, метан). В этом находит отражение тот факт, что С. занимает промежуточное положение между Юпитером, состоящим в осн. из водорода, и Ураном и Нептуном, в составе к-рых преобладает ледяная компонента, а водород составляет относительно небольшую фракцию.

Наличие у С. магн. поля, вероятно, связано с действием гидромагнитного динамо. Магн. поле на экваторе $\approx 0,21$ Гс. Замечат. особенностью собств. магн. поля планеты является его почти точная аксиальная симметрия, что, видимо, обусловлено сильным дифференц. вращением наружных слоёв С. Отклонение оси магн. диполя от оси собств. вращения не превышает 1° .

С. получает от Солнца прил. в 100 раз меньше тепла, чем Земля. Его эффективная температура составляет 95 К, что заметно выше равновесной (74 К). Это означает, что излучаемая С. в окружающее пространство энергия прил. втрое больше энергии, получаемой от Солнца, и свидетельствует о высокой эффективности внутр. источника тепла. Наиб. вероятной природой этого источника может быть преобразование в тепло гравитац. энергии, высвобождающейся за счёт выпадения капель жидкого гелия (к-рые образуются при низкой темп-ре в жидком водороде) из внеш. оболочек к центру планеты.

Под атмосферой С. понимают верх. часть его внеш. газовой оболочки. Хим. состав атмосферы С. существенно отличается от среднесолнечного. Кроме водорода и гелия, в состав атмосферы входят метан (CH_4), аммиак (NH_3), фосфин (PH_3), в небольших кол-вах присутствуют углеводороды (C_2H_2 и C_2H_4). Относит. содержания CH_4 , NH_3 , PH_3 , C_2H_2 и C_2H_4 составляют соответственно $2 \cdot 10^{-3}$; $2 \cdot 10^{-4}$; $3 \cdot 10^{-6}$; $8 \cdot 10^{-8}$ и 10^{-7} . Заметна обогащённость углеродом (входящим в состав соединений): отношение С/Н больше солнечного в 2,3 раза.