

нию в области барьера дрейфовых потоков над диффузионными (см. *Контактные явления в полупроводниках*). Основные закономерности Э. н. з. определяются полем заряда, образующегося в объеме полупроводника. Поскольку знак этого заряда противоположен знаку носителей, вытягиваемых в контакт, создаваемое им поле препятствует Э. н. з. Различия в механизме образования объемного заряда приводят к необходимости подразделять Э. н. з. (так же, как инъекцию) на монополярную и биполярную (двойную), стационарную и нестационарную. Б. И. Фукс.

ЭКСТРЕМАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА — состояние с аномально высокой концентрацией энергии, возникающее под воздействием высоких давлений и (или) температур. Физика Э. с. в. (физика высоких плотностей энергии) охватывает физику давлений высоких и физику плазмы, составляя важную часть физ. фундамента геофизики и планетологии, астрофизики и космологии, нек-рых прикладных проблем (использование атомной энергии, плазменные установки и технологии, синтез новых материалов и искусств. получение алмаза, рубина и т. п.).

В физике Э. с. в. принимается наиб. широкое толкование понятия вещества как субстанции, играющей роль «строительного материала» физ. тела: протяжённая (и потому не чувствительная к форме и размерам) система частиц и полей, составляющих основу внутр. структуры тела. Такое определение охватывает наряду с обычным, состоящим из электронов и атомных ядер веществом *электронно-дырочную жидкость* в полупроводниках, адронные системы (нейтронное вещество, пионный конденсат, *кварк-глюонная плазма*), системы фотонов (излучение) и электрон-позитронных пар и др. С нек-рыми оговорками сюда же относится «материал» микроскопич. систем типа тяжёлого ядра (*ядерная материя*) или сгустка вторичных частиц, порождённых соударением частиц высоких энергий. Особым типом вещества нужно считать *вакуум* (вакуумное состояние) — сложную систему виртуальных частиц.

Под состоянием в физике Э. с. в. понимаем совокупность характеристик внутр. структуры и свойств вещества: тип его «элементарных» (неизменных в данном диапазоне внеш. условий) структурных единиц — электронов и ядер, адронов, кварков и глюонов и т. д.; тип агрегатного состояния вещества — твёрдого, жидкого, газообразного и др.; характер электронной подсистемы, напр. тип проводимости — проводник, полупроводник, диэлектрик; характер ядерной подсистемы — тип кристаллич. решётки, тип ядерной реакции (термо-, пикноядерная) и т. п.

Термин «экстремальный» отвечает значениям давления p и (или) темп-ры T , заметно превосходящим естеств. масштабы p_0 , T_0 , к-рые определяются плотностью энергии и соответственно энергией, приходящейся на одну частицу, в холодном несжатом веществе. Для электрон-ядерного вещества, адронного вещества и вакуума порядок величины p_0 составляет соответственно 10^8 бар, 10^{27} бар и 10^{45} бар; T_0 — 10 эВ, 10^6 эВ и 10^{11} эВ (1 бар = 10^6 эрг/см³ = 1 атм; 1 эВ $\approx 10^{-12}$ эрг $\approx 10^4$ К). Для вещества с аномально низкой плотностью энергии (полупроводник с узкой запрещённой зоной и большими значениями эфф. массы носителей и диэлектрической проницаемости, слабо связанное вещество, состоящее из атомов элементов нулевой группы — He, Ar и т. д.) значения p_0 и T_0 могут оказаться значительно ниже приведённых.

Общие тенденции изменения состояния вещества с увеличением p и (или) T . Рост плотности энергии в веществе приводит в конечном счёте к перестройке его внутр. структуры. Характеристики вещества, описывающие его состояние, претерпевают не только количеств., но и качеств. изменения, к-рые происходят либо относительно плавно, либо скачком (*фазовые переходы*). Соответственно фазовая диаграмма (p — T -диаграмма) разбивается на ряд областей, каждой из к-рых отвечает одно из Э. с. в. С ростом p соответствующая перестройка ведёт к появлению всё более компактных структур, с ростом темп-ры — к разрушению имевшегося в веществе порядка в широком

смысле этого термина. Общая тенденция заключается в дезинтеграции входящих в состав вещества связанных комплексов (молекул, атомов, ионов, ядер, нуклонов). Происходит разрушение оболочечной структуры атомов, вследствие чего сглаживаются индивидуальные особенности вещества данного хим. состава. Проявления этой тенденции прерываются, когда p и (или) T достигают критич. значений, при к-рых в игру вступают более глубокие уровни иерархии строения вещества (напр., достижение порога ядерных превращений, когда начинает проявляться оболочечная структура ядра).

Э. с. в. электрон-ядерного типа. В общем случае с ростом давления электрон-ядерное вещество сначала претерпевает кристаллизацию, далее испытывает серию *структурных фазовых переходов*, в результате к-рых его кристаллич. решётка, становясь всё более плотно упакованной, приобретает в конце концов универсальную объёмноцентрированную кубич. структуру (см. *Браве решётки*). Одновременно происходит уменьшение атомного объёма вещества и сглаживание его «пилообразной» зависимости от ат. номера элемента — сближение значений объёма атома элемента нулевой группы и следующего по ат. номеру атома щелочного металла. Происходит и ряд др. перестроек электронных оболочек: исчезают аномалии в заполнении уровней (напр., для атомов переходных металлов); становятся свободными электроны внеш. оболочек, определяющие хим. индивидуальность атома, и, т. о., в конечном счёте все вещества становятся металлами; наконец, освобождаются и остальные электроны. Все вещества при этом превращаются в идеальный металл — практически свободный электронный газ + составленная из «голых» ядер кристаллич. решётка.

При ещё больших давлениях в веществе начинают происходить ядерные процессы. При определ. условиях им может предшествовать процесс «холодного» плавления — разрушение решётки под воздействием не тепловых (как в случае обычного плавления), а нулевых, квантовомеханич. колебаний ядер в узлах решётки (см. *Нулевые колебания*). Ядерные процессы в сильно сжатом веществе проходят следующие стадии: захват электронов ядрами с превращением протонов в нейтроны (см. *Нейтронизация вещества*); образование сильно нейтронно-избыточных ядер, не способных удерживать нейтроны, и возникновение самостоят. нейтронной компоненты вещества; наконец, образование нейтронного вещества (нейтронной жидкости) с малой примесью протонов и электронов (см., напр., *Нейтронные звёзды*). Ядерные реакции синтеза в сильно сжатом веществе протекают в пикноядерном режиме (см. *Пикноядерные реакции*), когда кулоновский барьер «съедается» благодаря малому расстоянию между реагентами.

С повышением темп-ры электрон-ядерное вещество претерпевает фазовые переходы плавления и кипения или возгонки, после чего начинается процесс ионизации атомов с превращением вещества в частично ионизованную плотную плазму, к-рая испытывает по мере увеличения T свойственные такому состоянию фазовые превращения. В конечном счёте возникает идеальная, полностью ионизованная плазма, состоящая из «голых» ядер и электронов. При ещё больших T начинают идти ядерные реакции синтеза, протекающие в термоядерном режиме (кулоновский барьер преодолевается благодаря большой кинетич. энергии реагентов, см. *Термоядерные реакции*).

Э. с. в. адронного и вакуумного типа. С ростом давления адронное (ядерное, нейтронное) вещество уплотняется и при плотности, несколько превышающей плотность атомного ядра ($\sim 3 \cdot 10^{14}$ г/см³), теряет устойчивость относительно образования пионного конденсата — когерентной волны пионов (длина волны порядка 10^{-13} см), к-рые в результате становятся самостоят. компонентой вещества. При больших сжатиях в адронном веществе могут появиться также макроскопич. кол-ва мюонов, гиперонов, резонансов, причём все эти частицы будут абсолютно стабильными. Их распаду препятствует *Паули принцип*: уровни энергии для продуктов распада уже заполнены частицами, имеющимися в адронном веществе. При нек-рых