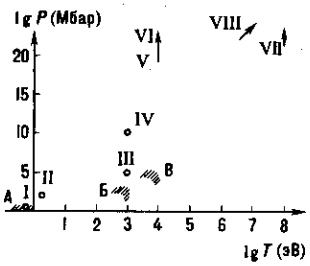
давлениях возможна кристаллизация адронного вещества, происходящая за счёт не кулоновских сил (как для обычного кристалла), а *сильного взаимодействия* адронов. При ещё бо́льших сжатиях адроны «рассыпаются» на составляющие их кварки и антикварки и вещество испытывает фазовый переход в состояние кварк-глюонной плазмы. Из-за присущего сильному взаимодействию свойства *асимптотической свободы* предельное состояние адронного вещества — кварк-глюонный идеальный газ. К кварк-глюонному конечному состоянию ведёт и воздействие на адронное вещество высокой темп-ры.

С ростом T вакуум (состояние с нулевыми значениями квантовых чисел, отвечающих зарядам, ароматам и т. п.) заполняется излучением и па́рами «частица — античастица» с массами, не превышающими величины T. Особые фазовые переходы связаны с имеющимися в вакууме конденсатами частиц Хиггса (см. *Хиггса механизм*), ведущими к появлению у частиц отличной от нуля массы и тем самым к «расщеплению» эл.-магн., слабых и сильных взаимодействий (см. *Вакуумный конденсат*). При первом фазовом переходе исчезает один из конденсатов, пропадает различие между слабым и эл.-магн. взаимодействиями и возникает, в частности, дальнодействие *слабого взаимодействия* (оно проявляется в том, что нейтрино столь же сильно тормозится в веществе, как и электрон). При втором фазовом переходе, происходящем при существенно бо́льших темп-рах, исчезает и второй конденсат, в результате чего восстанавливается симметрия всех трёх типов взаимодействия, включая сильное. Теоретич. результат воздействия на вакуум высокого давления качественно зависит от физ. условий и принятой модели квантовой теории поля.

Э. с. в. в естественных условиях. Возникновение экстремальных условий в окружающем нас мире прямо или косвенно связано с тяготением, к-рое характеризуется сочетанием дальнодействия, отсутствия зарядов (масс) двух знаков и притяжением одноимённых зарядов. Особенности тяготения способствуют образованию массивных тел и суммированию ничтожно малых сил притяжения элементарных частиц с превращением их в космич. масштабах в мощный определяющий фактор. Эти силы порождают высокие давления внутри небесных тел и служат косвенным источником высоких темп-р. Т. о., создаются условия для «зажигания» экзотермич. ядерных реакций в звёздах. На рис. и в табл. приведены параметры экстремального состояния для характерных космич. объектов.

Создание экстремальных состояний в лабораторных условиях. Ниже описаны методы искусственного создания Э. с. в. в лабораториях и на полигонах с указанием значений характеристик соответствующих внеш. условий.

Высокие давления. Статич. методы основаны на использовании спец. механич. устройств, осуществляющих сжатие исследуемого образца (винтовые и гидравлич. прессы). Рекордные статич. *давления высокие* получают с помощью миниатюрных устройств — алмазных наковален. В сочетании с лазерным нагревом эти методы позволяют получать давления до 4—5 Мбар и темп-ру до 0,3 эВ, что соизмеримо с условиями в центре Земли.



Экстремальные значения давления и температуры в естественных и лабораторных условиях; римскими цифрами обозначены характерные космические объекты в соответствии с таблицей. Заштрихованные участки — области искусственно полученных различными методами экстремальных состояний вещества: А — статические высокие давления; Б — динамические высокие давления (ударные волны от обычных и ядерных взрывов); В — лазерное обжатие мишеней.

Существенно более высокие давления могут быть получены с помощью динамич. методов. Сверхвысокие давления образуются в *ударной волне* обычного или ядерного взрыва, при соударении образца с разгоняемым до космич. скоростей ударником, при облучении образца мощными лазерными импульсами, сильноточными потоками электронов, ионов и т. п. Последний метод позволяет получать давления до 10^5 Мбар. При динамич. сжатии образца одновременно происходит и его разогрев.

Высокие температуры. Наряду с традиц. методами получения высоких темп-р (мощный газовый разряд, резонансный СВЧ-нагрев, термализация предварительно ускоренного сгустка частиц, ударные волны взрыва) развиваются пучковые методы — обжатие и разогрев образца сходящимися пучками лазерного излучения, электронов, ионов и т. п. (см. *Плазменно-пучковый разряд*, *Лазерный термоядерный синтез*). Рекордные значения темп-р, достигнутые такими методами, составляют ~10 кэВ. Макс. динамич. давления и темп-ры, полученные лаб. методами, приближаются к параметрам в центр. части Солнца.

Свойства характерных космических объектов

Космический объект	Состав	Давление, p, Мбар	Температура, T, эВ	Плотность, ρ, г/см^3	Состояние вещества
I Центр Земли	Железо	$\cong 3{,}7$	$\cong 0{,}5$	$\cong 12$	Твёрдое вещество
II Центр Юпитера	Водород, гелий	$\cong 100$	$\cong 2$	$\cong 20$—30	Водород — в металлическом состоянии
III Центр Солнца	Водород, гелий, в небольшой примеси более тяжёлые элементы	$\cong 10^5$	$\cong 10^3$	$\cong 10^2$	Классическая слабонеидеальная плазма
IV Центр белого карлика	Лёгкие элементы с атомным номером Z ок. 10	$\sim 10^{10}$	$\cong 10^3$	$\sim 10^6$	Почти идеальный электронный газ + кристаллическая структура в состоянии, близком к плавлению
V Кора пульсара	Нейтронно-избыточные ядра с $Z > Z_{Fe}$ + нейтроны	$\sim 10^{19}$—10^{22}	$\cong 10^4$	$\sim 10^7$—10^{14}	Ультрарелятивистский вырожденный электронный газ + жёсткая кристаллическая решётка
VI Сердцевина пульсара	Нейтроны + малая примесь протонов и электронов	$\sim 10^{22}$	$\sim 10^4$	$\sim 10^{14}$	Сверхтекучая нейтронная жидкость, возможно существование n-ионного конденсата
VII Вспышка сверхновой			$\sim 10^7$—10^8		
VIII Вселенная на ранних стадиях развития*		$\sim 10^{100}$	$\sim 10^{28}$	$\sim 10^{94}$	

* Реальные значения p, T, ρ могут быть значительно ниже в зависимости от сценария эволюции Вселенной.