

наблюдения. Согласно копенгагенской интерпретации и относительности к средствам наблюдения В. А. Фока (близкому к *дополнительности* принципу Бора), эти свойства характеризуют не столько сам объект, сколько отношение объекта к прибору, с помощью которого наблюдается это свойство, что и доказывают эксперименты (в частности, в [5]), в которых Б. п. паруются.

Лит.: 1) Bell J. S., On the Einstein Podolsky Rosen paradox, «Physico», 1964, v. 1, p. 195; его же, On the problem of hidden variables in quantum mechanics, «Revs. Mod. Phys.», 1966, v. 38, p. 447; 2) Спасский Б. П., Московский А. В., О локальности в квантовой физике, «УФН», 1984, т. 142, с. 599; 3) Гриб А. А., Церавешва Белла и экспериментальная проверка квантовых корреляций на макроскопических расстояниях, там же, с. 619; 4) Д'Еспрагнат В., Nonseparability and the tentative descriptions of reality, «Phys. Repts», 1984, v. 110, p. 201; 5) Аспрест А., Даллибард Ж., Рогер Г., Experimental test of Bell's inequalities using time-varying analysers, «Phys. Rev. Lett.», 1982, v. 49, p. 1804.

БЕЛЫЕ КАРЛИКИ — компактные звёзды с массами порядка массы Солнца (M_{\odot}) и радиусами ~ 0.01 радиуса Солнца (R_{\odot}). Ср. плотность вещества Б. к. составляет 10^5 — 10^6 г/см³. Светимость Б. к. низка ($\sim 10^{-3}$ — $10^{-4} L_{\odot}$), поэтому обнаруженные Б. к. (неск. тысяч) находятся сравнительно далеко от Солнечной системы (в пределах ~ 100 пк). По оценкам, число Б. к. составляет 3— 10^9 от общего числа звёзд Галактики. Значит, часть Б. к. входит в двойные звёздные системы [в частности, первой звездой, отнесённой к Б. к., оказался Сириус В — спутник Сириуса с $M \approx 1M_{\odot}$, открытый А. Кларком (A. Clark) в 1862]. Б. к. были выделены в особый класс звёзд в 1910-е гг., их название связано с цветом первых представителей этого класса — Сириуса В и 40 Эридава В — горячих белых звёзд. Позднее были открыты жёлтые и красные Б. к. с более низкой темп-рой поверхности $T_{\text{п}}$. У наиболее горячего из известных Б. к. $T_{\text{п}} \approx 7 \cdot 10^4$ К, у наиболее холодного ок. $5 \cdot 10^3$ К. Спектры Б. к. сильно отличаются от спектров обычных звёзд. Линии поглощения в спектрах Б. к. сильно уширены вследствие высокой плотности атмосферы (*Штарка эффект*). Кроме того, они заметно смещены из-за гравитационного красного смещения, к-рое для Б. к. эквивалентно доплеровскому смещению при скоростях в неск. десятков км/с. *Спектральные классы* Б. к. обозначают теми же буквами, что и классы звёзд гл. последовательности (O, B, A, ...), но с добавлением буквы D (DO, DB, DA и т. д.). Выделяют ещё неск. классов (DXC, DXR), отличающихся рядом спектральных особенностей. Хим. состав атмосфер Б. к., определяемый по спектрам, необычен. У большинства Б. к. (класс DA) атмосфера состоит почти из чистого водорода, содержание др. элементов в десятках и сотни раз снижено по сравнению со звёздами гл. последовательности. В то же время в недрах этих Б. к. водорода не должно быть, иначе Б. к. взорвались бы из-за быстрого выделения энергии при пикноядерном (низкие темп-ры) или термоядерном (высокие темп-ры) горении водорода (см. *Пикноядерные реакции* и *Термоядерные реакции*). У др. Б. к. (класса DB) осн. элемент в атмосферах — гелий, а водорода в сотни тысяч раз меньше. Для спектров Б. к. классов DF, DG и DK характерны линии Ca, иногда Fe и др. металлов, атмосферы этих звёзд также бедны водородом. В спектрах ряда Б. к. (примерно у 1% от общего числа) обнаружена сильная поляризация излучения или асимметричное расщепление спектральных линий, что указывает на существование у нек-рых Б. к. магн. полей $\sim 10^6$ — 10^8 Гс (у большинства Б. к. они ниже 10^4 Гс). Примерно у 10 Б. к. обнаружены пульсации излучения в оптич. диапазоне очень малой амплитуды, объясняемые особенностями строения атмосфер Б. к. Ряд особенностей спектров Б. к. обусловлен эффектами аккреции и разделения вещества в сильном гравитационном поле (ускорение свободного падения на поверхности Б. к. $\sim 10^8$ см/с²).

Для физики Б. к. интересны прежде всего как объекты применения теории сверхплотной плазмы. При ср.

плотностях $\sim 10^5$ г/см³ вещество Б. к. представляет собой практически полностью ионизованный газ в вырожденном состоянии (см. *Вырожденный газ*). Теория объясняет существование Б. к. устойчивым равновесием сил гравитации и внутр. давления вырожденного газа электронов (Б. к. часто наз. «вырожденными звёздами»). Концентрация практически свободных электронов n_e в веществе Б. к. столь велика, что их квантовомеханич. фермиевскому импульсу $p_e \sim \hbar n_e^{1/3}$ соответствует давление, достаточное для существования Б. к. с наблюдаемыми значениями радиусов [Р. Фаулер (R. Fowler), 1926]. Теория предсказывает соотношение масса—радиус Б. к.: $R \sim M^{-1/2}$ (при $M \leq 0,5 M_{\odot}$), т. е. более массивные Б. к. имеют меньший радиус. Существует теоретич. верх. предел массы холодных Б. к. — т. н. чандрасекаровский предел $M_{\text{Ch}} \approx 1,4 M_{\odot}$ [С. Чандрасекар (S. Chandrasekhar), 1931]. Превышение этого предела должно приводить к гравитационному коллапсу звезды. Существование предела массы объясняется тем, что по мере роста плотности скорость свободных электронов приближается к пределу—скорости света (газ электронов становится релятивистским) и сила давления вырожденного газа электронов растёт медленнее сил тяготения. Данные о массах реальных Б. к., их размерах и темп-рах достаточно хорошо согласуются со значениями этих величин, полученными теорией Б. к.

Б. к. становятся звёзды в конце своей эволюции (послед. исчерпав запас термоядерного горючего, см. *Эволюция звёзд*). В Б. к. превращаются звёзды (красные гиганты) с нач. массой $M \leq 5M_{\odot}$, после сброса внеш. слоёв, если масса остатка $M < M_{\text{Ch}}$. При этом звёзды проходят, как считают, стадию *планетарной туманности* (плотного звёздного ядра, окружённого разреженной газовой оболочкой). Темп-ра поверхности ядра составляет $\sim 10^5$ К. Постепенно остывая, оно переходит в состояние Б. к. Осн. источник светимости Б. к. — запасённая в звезде энергия теплового движения ионов. С возрастом светимость Б. к. падает. Теоретич. зависимость светимости от времени подтверждается наблюдениями. Напр., светимость Б. к. $\sim 10^{-3} L_{\odot}$ соответствует возраст $\sim 10^9$ лет. Дисперсия скоростей собственного движения Б. к. указывает на принадлежность их к далеко прееволюционировавшим звёздам — т. н. старому звёздному населению диска Галактики.

Иной путь возникновения Б. к. возможен в тесных двойных звёздных системах. В таких системах Б. к. может стать более массивный компонент, часть вещества к-рого, заполнив *полость Роша*, перетечёт на второй компонент. В этом случае звезда стадии планетарной туманности может не проходить. На светимость Б. к. в тесных двойных системах может заметно влиять термоядерное горение водорода, перетекающего со второго компонента системы. Это горение обычно имеет характер вспышек. Подобным механизмом объясняют вспышки *новых звёзд* и *новоподобных звёзд*. Перетекание вещества на углеродный или гелиевый Б. к. может привести к вспышке сверхновой (вследствие термоядерного взрыва осн. массы вещества Б. к.).

Лит.: Белье карлики. Сб. ст., пер. с англ., М., 1975; Шкловский И. С., Звёзды. Их рождение, жизнь и смерть, 3 изд., М., 1984; Ближников С. И., Белье карлики, М., 1977; Шапиро С., Тьюколс К. С., Чёрные дыры, белые карлики и нейтронные звёзды, пер. с англ., т. 1—2, М., 1985.

С. И. Блажников.

БЕЛЫЙ СВЕТ — электромагнитное излучение определ. спектрального состава, вызывающее у людей с нормальным цветовым зрением нейтральное в цветовом отношении ощущение. В отличие от *белого шума*, имеющего пост. спектральную плотность, Б. с. наз. спектральное распределение излучения чёрного тела при темп-ре ~ 5200 К. Такое излучение наиболее эффективно воспринимается глазом, т. к. максимум чувствительности глаза в дневных условиях лежит в области $\lambda \approx 550$ нм. Б. с. даёт видимое излучение Солнца, а также излучение