



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

1908/82

19/4-82

P4-82-41

И.М.Матора

ЭЖЕКЦИЯ МЕДЛЕННЫХ НЕЙТРОНОВ
КАК ВЕРОЯТНЫЙ МЕХАНИЗМ
ОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА
И КОРОНЫ

1982

Экспериментальные данные о скорости солнечного ветра, полученные в последние годы с помощью космических аппаратов "Прогноз"^{1/1/}, "Марс-7"^{1/2/} и "ИМП-7"^{1/2/}, "Пионер-10"^{1/3/} и "Пионер-11"^{1/4/} на расстояниях от Солнца 1-17 а.е., находятся в противоречии с предсказаниями гидродинамической теории солнечного ветра^{5/}. Вместо предсказываемого ею возрастания с увеличением расстояния от Солнца измеренная скорость практически постоянна во всем указанном интервале расстояний. Легко показать, что любая частица, подверженная только гравитации, но не коллективным магнитогидродинамическим эффектам, выброшенная из Солнца со скоростью ~700 км/с, имела бы на расстоянии от него 1 а.е. скорость около 350 км/с, а далее скорость оставалась бы практически постоянной - так же, как и скорость солнечного ветра.

Измеренные величины скорости ветра, кроме того, удивительно устойчивы. За многие месяцы и годы они не выходят из узкого интервала значений 300-950 км/с, а в каждый заданный момент времени разброс скоростей частиц в заданном месте не превосходит ~ +50%^{1/1/}.

Это наводит на мысль, во-первых, о том, что энергия уходящих частиц ветра слабо меняется магнитогидродинамическими волнами вдали от Солнца, а основное ее количество сообщается каждой частице вблизи от него или в нем самом. Во-вторых - механизм эжекции частиц мало подвержен влиянию солнечной активности.

Оба эти свойства присущи обсуждаемому ниже нейтронному механизму образования горячей короны и солнечного ветра, который хотя и является ядерным, но не обладает теми отрицательными чертами, из-за которых в свое время был отвергнут механизм нагрева короны за счет распада ядер радиоактивных элементов^{6/}.

Известно, что как корона Солнца, так и солнечный ветер состоят почти полностью из протонов и электронов. Вместе с тем свободные нейтроны распадаются /с полупериодом ~700 с/ именно на вышеуказанные частицы, а также на практически не регистрируемые электронные антинейтрино. Нейтроны, кроме того, обладают уникальной по сравнению с другими корпускулами проникающей способностью как сквозь слои вещества, так и сквозь поперечные магнитные поля. Вследствие этого только они имеют возможность покидать Солнце даже в случае их образования на некоторой глубине под поверхностью его конвективного слоя, тогда

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИЗОТОПОВ
БИБЛИОТЕКА

как даже сильно ускоренные протоны и электроны могут эжектироваться только с его поверхности и только из тех ее областей, где магнитные силовые линии уходят от него на бесконечность.

Конкретный механизм возникновения и эжекции медленных монохроматических нейтронов из приповерхностной части солнечного конвективного слоя ввиду недостаточной изученности физических условий в нем указать пока нельзя. Но то, что вероятность его действия велика, можно понять из следующего.

Есть, например, эндотермическая реакция $T(p,n) {}^3\text{He}$ на тритии, которая в земных условиях применяется ^{17/} для генерации монохроматических нейтронов, в том числе и с энергией в несколько сот эВ. Пороговая энергия генерирующих протонов невелика: 1,019 МэВ. Не исключено, что в наружной ~ 1000 км толщины/ слабо ионизированной части конвективного слоя, в которой и протоны, и ядра трития широко представлены, а плотность падает вдоль радиуса из центра Солнца от $\sim 10^{-7}$ г/см³ до практически нулевой, имеется слабое электростатическое поле, аналогичное хорошо исследованному полю в земной атмосфере, направленное к центру Солнца. Тогда в подслое многокилометровой толщины, в котором длина свободного пробега протонов будет достаточной, протоны систематически будут ускоряться к центру Солнца, а генерированные ими с направлением скорости от центра Солнца нейтроны будут иметь как раз те энергии \sim нескольких сот эВ, которые способны обусловить солнечный ветер, если энергия протонов не будет слишком велика.

Эжектированные нейтроны таких энергий еще до своего распада беспрепятственно проникают сквозь приповерхностные поперечные магнитные поля и, распадаясь, образуют солнечный ветер.

Возникшие в результате распада протоны, которые получают за счет эффекта отдачи добавочный импульс, эквивалентный в максимуме приросту их скорости ~ 190 км/с, уходят от Солнца. Протоны же, получившие при других распадах импульс отдачи, направленный к Солнцу, падают на него или остаются в короне. Точно так же примерно половина электронов распада начинает уход от Солнца со скоростью, близкой к скорости света, а другая половина остается. Однако эффект радиальной поляризации протонно-электронной плазмы ветра когерентно ведет к быстрому уравниванию скоростей уходящих протонов и электронов, причем скорость протонов возрастает в максимуме еще на ~ 190 км/с. Эффект поляризации приведет также к захвату в поток и малого количества других частиц с положительным зарядом.

Легко видеть, что наблюдаемая в окрестности орбиты Земли скорость ветра ~ 350 км/с будет иметь место, если начальная скорость ухода нейтронов от Солнца составит ~ 360 км/с, а основным динамическим фактором, определяющим движение частиц ветра, будет их замедление в поле гравитации. Наблюдаемая вблизи Зем-

ли концентрация протонов ветра ~ 5 протон/см³ будет соответствовать концентрации нейтронов у солнечной поверхности 2×10^5 нейтрон/см³ и их радиальному потоку 10^{18} нейтрон/см².с. В известных исследовательских реакторах потоки таких нейтронов примерно на два порядка превосходят этот поток.

Распадные протоны, электроны меньших скоростей и часть нераспавшихся нейтронов, имеющих скорости, близкие по величине к скорости кругового орбитального движения вокруг Солнца, образуют корону с ее единственно возможной в этих условиях температурой в несколько миллионов градусов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зерцалов А.А. и др. В сб.: Проблемы солнечной активности и космическая система "Прогноз". "Наука", М., 1977, с.179.
2. Минеев Ю.В., Панкратов А.К., Спирькова Е.С. Космические исследования, 1979, 17, вып.6, с.901; То же, 1980, 19, вып.1, с.150.
3. Pyle K.R. et al. 16th Int.Cosmic Ray Conf., Kyoto, 1979, vol.5, p.345.
4. Барнс К.В. и др. Изв. АН СССР, сер.физ., 1977, 41, №2, с.303.
5. Аллен К.У. Астрофизические величины. "Мир", М., 1977, с.229.
6. Menzel D.H. Pur Sun. Harward Univ.Press, Cambridge, Massachusetts, 1959.
7. Власов Н.А. Нейтроны. "Наука", 1973, с.140-143.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 января 1982 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
D-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
D9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
D2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
D13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
D17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
D6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
D3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
D13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
D1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
P18-12147	Труды III Совещания по использованию ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1978.	2 р. 20 к.
D1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
P2-12462	Труды V Международного совещания по нелокальным теориям поля. Алушта, 1979.	2 р. 25 к.
D-12831	Труды Международного симпозиума по фундаментальным проблемам теоретической и математической физики. Дубна, 1979.	4 р. 00 к.
D4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
D4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D2-81-158	Труды XIV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий, Дубна, 1980	3 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Матора И.М. P4-82-41
Эжекция медленных нейтронов как вероятный механизм образования солнечного ветра и короны

Предложена гипотеза, в соответствии с которой солнечный ветер и солнечная корона образуются в результате эжекции из конвективного слоя Солнца нейтронов с энергией в сотни электрон-вольт. Генерация таких монохроматических нейтронов может происходить, например, в эндотермической реакции $T(p,n) \text{ } ^3\text{He}$, вызываемой на тритии протонами, ускоренными аналогичным земному атмосферному электростатическим полем с направлением вектора напряженности к центру Солнца. Рассмотренный механизм обуславливает не только практическое постоянство скорости солнечного ветра во всем исследованном интервале расстояний от Солнца /1-17 а.е./, но также и единственно возможную температуру короны в несколько миллионов градусов.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Matora I.M. P4-82-41
Ejection of Slow Neutrons as a Probable Mechanism of the Solar Wind and Solar Corona Formation

The next hypothesis is proposed. The Solar wind and Solar corona are formed owing to ejection with hundreds of eV energy out of convection layer. The generation of such monoenergetic neutrons may be for example in endothermal reaction $T(p,n) \text{ } ^3\text{He}$, excited by protons, accelerated by electrostatic field analogous to geatmospheric field with direction of intensity vector to the centre of Sun. The proposed mechanism effects the practical constancy of Solar wind velocity in the researched distance interval /1-17 a.u./ and the only possible temperature of Solar corona in several million degrees.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.