

реакции становятся столь быстрыми, что устанавливаются вполне определённые концентрации разл. атомных ядер, зависящие только от темп-ры, плотности и соотношения между полными числами нейтронов и протонов в системе (с учётом как свободных, так и связанных в ядрах). Это последнее соотношение регулируется реакциями (1), (4) и (5). В них участвуют ядра как в основных, так и в возбуждённых состояниях, а также свободные нейтроны и протоны. Появление новых нейтронов в реакции (1) компенсируется их исчезновением в реакциях (4) и (5) — устанавливается т. н. кинетическое равновесие бета-процессов. С увеличением плотности равновесие сдвигается в сторону преобладания нейтронов.

Н. в. необходимо учитывать при описании строения и устойчивости звёзд на конечных стадиях их эволюции, при исследовании динамики образования нейтронных звёзд и чёрных дыр и при рассмотрении ряда вопросов, касающихся происхождения хим. элементов.

Лит.: Шапиро С., Тьюколски С., Чёрные дыры, белые карлики и нейтронные звезды, пер. с англ., т. 1—2, М., 1985.

Д. К. Надёжин.

НЕЙТРОННАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ — раздел нейтронной оптики, методич. основой к-рого является измерение разности фаз интерферирующих нейтронных волн. Нейтронные интерферометры (НИ) — прецизионные приборы, в к-рых осуществляется пространств. разделение исходного пучка нейтронов, как правило, на два когерентных пучка I и II и их последующее совмещение. При этом интенсивность I результирующего пучка связана с разностью фаз $\Delta\varphi$ волновых ф-ций ψ_I и ψ_{II} пучков I и II соотношением:

$$I = |\psi_I + \psi_{II}|^2 \sim 1 + \cos\Delta\varphi. \quad (1)$$

Из (1) видно, что любое воздействие на нейтрон, приводящее к изменению фазы волновой ф-ции в одном из пучков, может быть зарегистрировано по изменению интенсивности I .

Так же как и в обычной оптике, различают НИ с пространственным и амплитудным делениями волнового фронта (см. *Интерферометры*). В интерферометрах с пространств. делением волнового фронта исходный пучок с волновым фронтом w делится на 2 фрагмента W_1 и W_2 (рис. 1, а). Интерференц. картину можно реги-

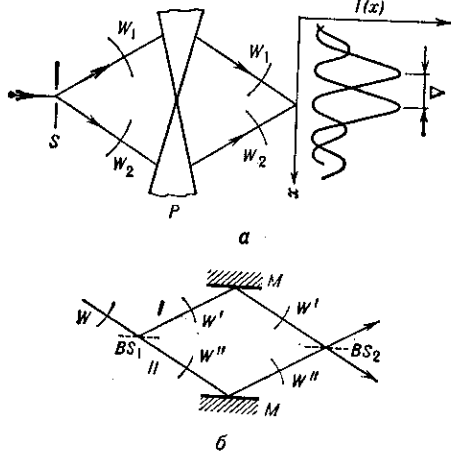


Рис. 1. Схематическое изображение нейтронных интерферометров с пространственным (а) и амплитудным (б) делением волнового фронта.

стрировать, измеряя распределение интенсивности в области их суперпозиции. При изменении разности фаз $\Delta\varphi$ между пучками происходит такое перераспределение интенсивности, что интерференц. картина смещается на величину Δ , пропорциональную $\Delta\varphi$. Примерами таких НИ являются: биризмевый НИ (аналог

интерферометра Френеля) и двухщелевой НИ (аналог интерферометра Юнга). В приборах такого типа необходимо обеспечить высокую степень пространств. когерентности освещающего пучка, т. к. интерферируют разл. участки W_1 и W_2 исходного волнового фронта w . Это приводит к необходимости использовать узкую апертурную щель S , что предопределяет низкую светосилу прибора.

В интерферометрах с амплитудным делением волнового фронта (рис. 1, б) из исходной волны W с помощью когерентного делителя BS_1 (напр., частично отражающего элемента) получают 2 волны W' и W'' с одинаковыми волновыми фронтами. Эти волны совмещают в устройстве BS_2 , обычно подобном BS_1 . В результате суперпозиции двух фронтов возникает интерференц. полоса бесконечной ширины. При изменении $\Delta\varphi$ возникает модуляция интенсивности I выходящего пучка.

Большинство НИ предназначено для тепловых нейтронов (длина волны $\lambda_n \sim 2 \text{ \AA}$). Малость λ_n приводит к значит. отличиям НИ от оптических. Наиб. широкое распространение получили НИ на совершенных монокристаллах, использующих механизм брэгговской дифракции для когерентного деления пучков (см. *Дифракция нейтронов*). Примером может служить интерферометр Ш-образной формы (рис. 2), к-рый вырезается

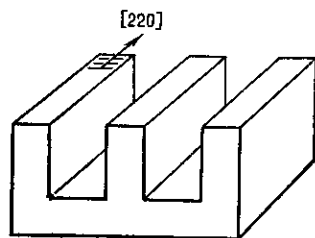


Рис. 2. Нейтронный интерферометр из монокристалла Si, стрелка указывает направление кристаллографической оси [220].

из монокристалла (как правило, из Si). Величина пространств. разделения интерферирующих пучков в этих приборах достигает 2 см. Особенностью таких НИ является принципиальное ограничение на λ_n — $\lambda_n \geq d_c$, где d_c — постоянная кристаллич. решётки, а их размеры ограничиваются технологией выращивания совершенных монокристаллов.

Переход к НИ больших размеров, способных работать с нейтронами сколь угодно больших λ_n , возможен, если использовать в качестве делителя и совмещателя дифракц. решётки. Они осуществляют пространств. модуляцию амплитуды или фазы волновой ф-ции нейтрона, что приводит к образованию распространяющихся под разными углами когерентных нейтронных волн (рис. 3). Из-за действия силы тяжести нейтроны

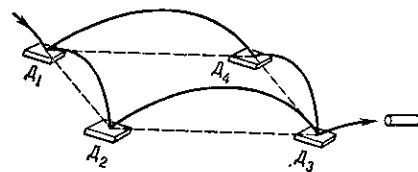


Рис. 3. Схема нейтронного интерферометра для очень медленных нейтронов; A_1, A_2, A_3, A_4 — дифракционные решётки.

двигаются по параболам, а дифракц. решётки должны быть расположены горизонтально.

НИ позволяют чрезвычайно точно измерять нейтронный показатель преломления n образца, помещённого в одно из плеч прибора. Возникающая при этом разность фаз определяется выражением:

$$\Delta\varphi + k(n-1)d,$$

где k — волновое число, d — толщина образца. Величина n связана с длиной когерентного рассеяния нейтронов на атомных ядрах (см. *Нейтронная оптика, Нейтронография структурная*). Измерение длины ко-