1952 г. Декабрь Т. XLVIII, вып. 4

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

СПЕКТР НЕЙТРОНОВ ДЕЛЕНИЯ U^{235}

Для расчёта котлов, для оценки толщины защиты от излучения и для ряда других проблем ядерной энергетики[1] важно знать спектр нейтронов деления. До сих пор в литературе не публиковались данные по этому вопросу. Было известно, что максимум выхода нейтронов соответствует энергии около 1 *Мэв*. В реферируемой работе[2] исследуется

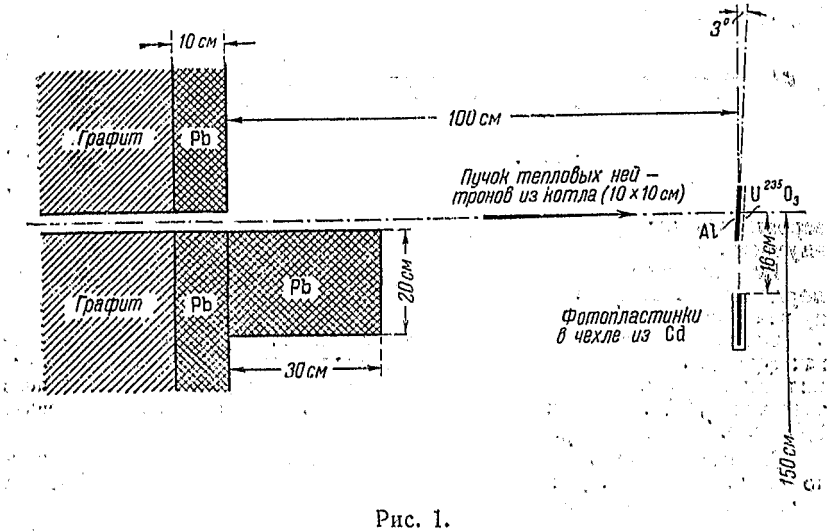

Рис. 1.

спектр нейтронов деления U^{235} как мгновенных, так и запаздывающих, методом фотопластинок. Облучению подвергались пластинки типа Илфорд С2 толщиной 100 микронов.

Схема установки и размеры показаны на рис. 1.

Окись урана 235 (UO_3) наносилась на алюминиевую пластинку слоем $10 \times 2{,}5 \times 0{,}025$ *см*. Наклон в 3° относительно вертикали дан образцу для того, чтобы нейтроны деления, попадающие на фотопластинку, не проходили через алюминиевую подкладку. Фотопластинки были в кадмиевой кассете для предотвращения экспонирования их за счёт реакций в эмульсии на тепловых нейтронах. Особенно нежелательна реак-

ция $N^{14}(np)C^{14}$, при которой вылетают протоны с энергией около 0,5 *Мэв*.

Источником тепловых нейтронов служил котёл с тяжёлой водой в качестве замедлителя. Поток нейтронов в пучке составлял около $6 \cdot 10^5$ нейтронов/*см*^{2}·*сек* при мощности котла 5,5 *квт*. При таком потоке из слоя урана вылетало около 4×10^7 нейтронов в секунду. Облучение продолжалось 15 часов при указанной мощности котла.

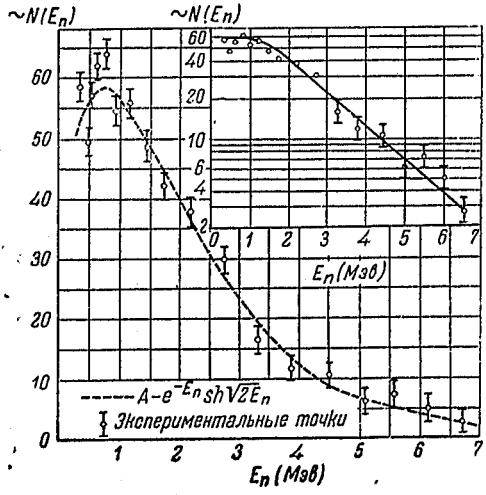

Рис. 2.

Фон наблюдали при замене образца на алюминиевую пластинку без урана. Он составлял не более 5% результата наблюдения и его в расчётах не учитывали.

Спектр нейтронов распада определялся по спектру протонов отдачи, причём отбирались треки протонов, составляющие со средней линией фотопластинки угол не более 10°. Это позволяло разрешать максимумы с полушириной 60 *кэв* при 0,5 *Мэв* и с полушириной 120 *кэв* при энергии нейтронов 2 *Мэв*. Этот метод развит в ряде работ [3, 4].

Число измеренных треков умножали на фактор $\frac{1}{1-P}$, где P есть средняя вероятность для протона покинуть поверхность пластинки в любой точке эмульсии.

Исправленное число треков протонов отдачи с данной энергией пропорционально сечению рассеяния нейтронов на протонах $\sigma_p(E_n)$ и потоку нейтронов деления $N(E_n)$.

Однако желательно иметь энергетический спектр нейтронов распада как функцию энергии нейтронов, а не энергии протонов отдачи. Переход был выполнен и теоретически, и с использованием экспериментального значения $\sigma_p(E_n)$. В обоих случаях коэффициент перехода оказался порядка 1,06, т. е. $E_n \cong 1{,}06\, E_p$.

Данные получены для 4700 треков протонов отдачи. Измерения проводились двумя микроскопистами независимо друг от друга. Больших расхождений не отмечено.

На основе полученных данных построен график, приведённый на рис. 2.

По оси ординат отложено исправленное число треков протонов отдачи на интервал 0,1 *Мэв* энергии нейтронов, делённое на $\sigma_p(E_n) \times 10^{24}$. Это число пропорционально $N(E_n)$. По оси абсцисс отложена энергия нейтронов в *Мэв*. В верхнем правом углу показан спектр нейтронов распада U^{235} в полулогарифмическом масштабе.

Спектр нейтронов наблюдался для энергий в пределах $0{,}4 \div 7$ *Мэв*. Нижний предел ставится чувствительностью фотопластинок, а верхний — малым количеством наблюдённых треков.

На графике ясно видно, что спектральная кривая имеет максимум в области энергий нейтронов $0{,}7 \div 0{,}8$ *Мэв*. Для энергий более 2 *Мэв*

кривая спадает экспоненциально $N(E_n) \sim \exp(-E/1,7 \pm 1)$. Наклон составляет $3,9 \pm 0,2$ *Мэв* на десятикратную интенсивность. Полуэмпирическая формула $N(E_n) = Ae^{-E_n} \cdot \mathrm{sh}\sqrt{2E_n}$, где A — константа, E_n — в *Мэв*, хорошо согласуется с экспериментальными точками.

Л. К.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Научные и технические основы ядерной энергетики под редакцией К. Гудмена, тт. I и II, Изд-во иностр. лит-ры, 1948 и 1950.
2. N. Nereson, Phys. Rev., 85, 600 (1952).
3. H. Richards, Phys. Rev., 59, 796 (1941).
4. N. Nereson and F. Reines, Rev. Sci Instr., 21, 534 (1950).