

Применение метода Ферми — Маршака к исследованию моментов точного решения уравнения переноса

Т. Е. ЗИМА, А. А. КОСТРИЦА, Е. И. НЕЙМОТИН

УДК 621.039.51.12

Рассматривается нестационарное уравнение переноса*, учитывающее тепловое движение ядер-рассеивателей:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \mathbf{v} \nabla N + N \int_{(u)} \Sigma(v_R) v_R f(u) du = \int_{(v')} dv' N(\mathbf{r}, \mathbf{v}, t) \int_{(u)} \Sigma_s(v'_R) v'_R G(\mathbf{v}' \rightarrow \mathbf{v}; \mathbf{u}) f(u) du + Q, \quad (1)$$

где

$G(\mathbf{v}' \rightarrow \mathbf{v}; \mathbf{u})$ — функция рассеяния:

$$G(\mathbf{v}' \rightarrow \mathbf{v}; \mathbf{u}) = \frac{(1+m)^2}{4\pi v'_R} \delta \left[\frac{v_R^2}{2} - \frac{v'_R{}^2}{2} - \frac{m}{2} (\mathbf{v}' - \mathbf{v}_R)^2 \right]; \quad (2)$$

$N(\mathbf{r}, \mathbf{v}, t)$ — искомое распределение нейтронов; $f(\mathbf{u})$ — нормированный спектр скоростей ядер среды; m — отношение массы нейтрона к массе ядра-рассеивателя; \mathbf{v}' и \mathbf{v} — скорости нейтронов до и после рассеяния; Σ и Σ_s — полное сечение и сечение рассеяния; $\mathbf{v}_R =$

* См. монографию Г. И. Марчука «Методы расчета ядерных реакторов» (М., Атомиздат, 1962) и др. работы по термализации нейтронов.

$= \mathbf{v} - \mathbf{u}$ — относительная скорость нейтрона и ядра; Q — функция источников.

Техника вычисления моментов рассмотрена на примере частного случая плоской бесконечной геометрии в предположении, что сечения подчиняются закону $1/v$. Найдены среднее удаление $\langle x(t) \rangle$ и средний квадрат удаления $\langle x^2(t) \rangle$ нейтронов от источника. Полученные выражения, обладающие значительной общностью, в дальнейшем исследуются для различных частных случаев.

Представляет интерес зависимость среднеквадратичной скорости нейтронного газа $\langle v^2 \rangle$ от времени, ее стремление к среднеквадратичной скорости нейтронов v_T^2 , находящихся в тепловом равновесии со средой. При источнике нейтронов низких энергий в среде атомов водорода значение $\langle v^2 \rangle$ может быть меньше среднеквадратичной скорости ядер среды.

В заключение сделано замечание об увлечении нейтронов движущейся средой на основании выражений для $\langle x \rangle$ и $\langle x^2 \rangle$ при анизотропном распределении направленных скоростей ядер среды. Отмечено, что диффузионное приближение в основном правильно (качественно) описывает зависимость первых двух моментов распределения нейтронов в пространстве от скорости среды.

(№ 601/6702. Статья поступила в Редакцию 13/XII 1971 г., в окончательной редакции 17/XII 1972 г. Полный текст 0,5 а. л., 12 библиографических ссылок.)

Обратное рассеяние и прохождение через тонкие слои вещества электронов низких энергий

В. В. СМЕРНОВ, К. Н. ШАЛОТЕНКО

УДК 539.171.2:539.163.2

Исследовалось обратное рассеяние электронов от различных материалов и их прохождение через тонкие слои вещества. С помощью безжелезного магнитного бета-спектрометра изучались спектры и пространственные распределения моноэнергетических электронов с энергией 7,5—129,2 кэВ, обратно рассеянных от различных материалов, и электронов, прошедших через слои вещества толщиной до 120 мкг/см². Источниками моноэнергетических электронов служили препараты радиоизотопов Co^{57} и Cd^{109} , нанесенные электрокапиллярным распылением на тонкую (менее 18 мкг/см²) металлизированную подложку. Коэффициенты обратного рассеяния электронов с энергией 13,5 кэВ, полученные на основе спектральных измерений, составили для алюминия, нержавеющей стали и вольфрама 1,17; 1,30; 1,46 соответственно. Экспериментально полученная зависимость коэффициента обратного рассеяния (η) от атомного номера материала (Z) в рассматриваемой области энергий электронов при $Z > 8$ определяется эмпирическим соотношением

$$\eta = 1 + \frac{Z-8}{2Z}.$$

По кривым ослабления потока электронов при прохождении через слои вещества разной толщины определены значения экстраполированных пробегов в висмуте и нитроцеллюлозе, оказавшиеся равными для электронов с энергией 13,5 кэВ соответственно 150 и 130 мкг/см². На основе энергетических и пространственных распределений электронов найдены соотношения между прошедшими через пленку, поглощенными и обратно рассеянными пленкой электронами. При энергии электронов 13,5 кэВ для пленок из висмута толщиной 50 и 120 мкг/см² доли прошедших, обратно рассеянных и поглощенных пленкой электронов соответственно составили 63, 17, 20 и 34; 38, 28%. Относительная стандартная ошибка определения коэффициентов обратного рассеяния и поглощения электронов низких энергий не превышала 8%.

(№ 602/6707. Поступила в Редакцию 16/XII 1971 г. Полный текст 0,5 а. л., 4 рис., 1 табл., 5 библиографических ссылок.)