

2.3. Вывести с помощью законов сохранения энергии и момента импульса формулу (2.1).

2.4. α -Частица с импульсом 53 МэВ/с (c — скорость света) рассеялась под углом 60° в кулоновском поле неподвижного ядра атома урана. Найти прицельный параметр.

2.5. α -Частица с кинетической энергией T налетает с прицельным параметром $0,90 \cdot 10^{-11}$ см на покоящееся ядро свинца. Найти:

а) модуль приращення вектора импульса рассеянной α -частицы, если $T = 2,3$ МэВ;

б) при каком значении T модуль приращення вектора импульса рассеянной α -частицы будет максимальным для данного прицельного параметра. Каков при этом угол рассеяния?

2.6. Найти минимальное расстояние, на которое протон с кинетической энергией $T = 0,87$ МэВ приблизится к покоящемуся ядру He при рассеянии на угол $\phi = \pi/2$. Сравнить это расстояние с соответствующим значением прицельного параметра.

2.7. Нерелятивистская частица массой m и кинетической энергией T испытала упругое рассеяние на первоначально покоящемся ядре с массой M . Найти в Π -системе импульс каждой частицы и их суммарную кинетическую энергию.

2.8. Нерелятивистская частица массой m_1 и кинетической энергией T испытала упругое соударение с первоначально покоящейся частицей массой m_2 . Найти кинетическую энергию налетающей частицы после соударения.

2.9. Найти максимальное значение угла рассеяния α -частицы на первоначально покоящемся дейтроне.

2.10. Нерелятивистский дейтрон упруго рассеялся под углом ϕ на первоначально покоящемся ядре ${}^4\text{He}$. Найти этот угол, если известно, что соответствующий угол в Π -системе $\tilde{\phi} = 45^\circ$.

2.11. В результате упругого рассеяния протона с кинетической энергией $T = 13,0$ кэВ в кулоновском поле покоящегося ядра ${}^4\text{He}$ последнее испытало отдачу под углом $\phi' = 60^\circ$ к направлению движения налетающего протона. Вычислить прицельный параметр.

2.12. α -Частица с кинетической энергией $T = 5,0$ кэВ упруго рассеялась в кулоновском поле покоящегося дейтрона. Найти прицельный параметр, соответствующий максимально возможному углу рассеяния α -частицы в Π -системе.

2.13. При рассеянии α -частицы с кинетической энергией $T = 29$ кэВ в кулоновском поле покоящегося ядра ${}^6\text{Li}$ последнее испытало отдачу под углом $\phi = 45^\circ$ к направлению движения налетающей частицы. На какое минимальное расстояние сблизилась обе частицы в процессе взаимодействия?

2.14. Неподвижный шар радиусом R облучают параллельным потоком частиц, радиус которых r . Считая столкновения частиц с шаром абсолютно упругими, найти

а) угол ϕ отклонения частицы в зависимости от ее прицельного параметра b ;

б) до $\phi + d\phi$, а также вероятность рассеяния частицы в переднюю полусферу ($\phi < \pi/2$).

2.15. Получить из формулы (2.1) выражения для относительного числа α -частиц, рассеянных в интервале углов $(\phi, \phi + d\phi)$ и соответствующего сечения ядра.

2.16. Узкий пучок протонов с кинетической энергией 100 кэВ падает нормально на золотую фольгу толщиной $1,0$ мг/см². Протоны, рассеянные под углом 60° , регистрирует счетчик, круглое входное отверстие которого имеет площадь $1,0$ см², отстоит от рассеивающего участка фольги на расстоянии 10 см и ориентировано перпендикулярно к падающим на него протонам. Какая доля рассеянных протонов попадает в отверстие счетчика?

2.17. Вычислить сечение ядра атома золота, отвечающее рассеянию протонов с кинетической энергией $T = 1,20$ МэВ в интервале углов от $\phi = \pi/3$ до π .

2.18. α -Частицы с кинетической энергией $T = 1,70$ МэВ рассеиваются кулоновским полем ядер атомов свинца. Определить дифференциальные сечения этих ядер $d\sigma/d\Omega$ и $d\sigma/d\Omega$, отвечающие рассеянию на угол $\phi = \pi/2$.

2.19. Дифференциальное сечение рассеяния α -частиц кулоновским полем неподвижного ядра $d\sigma/d\Omega = 7,0 \cdot 10^{-22}$ см²/ср для угла $\phi_0 = 30^\circ$. Вычислить сечение рассеяния α -частиц в интервале углов $\phi > \phi_0$.

2.20. Найти вероятность того, что α -частица с энергией $T = 3,0$ МэВ при прохождении свинцовой фольги толщиной $1,5$ мкм испытывает рассеяние в интервале углов:

а) $59-61^\circ$; б) $60-90^\circ$.

2.21. Узкий пучок α -частиц с кинетической энергией $T = 1,00$ МэВ падает нормально на золотую фольгу толщиной $d = 1,0$ мкм. Поток α -частиц $I = 3,6 \cdot 10^4$ с⁻¹. Найти число α -частиц, рассеянных фольгой в течение $\tau = 10$ мин под углами:

а) в интервале $59-61^\circ$;

б) превышающими $\phi_0 = 60^\circ$;

в) меньшими $\phi_0 = 10^\circ$ (предполагается, что формула Резерфорда вблизи этого значения угла ϕ_0 справедлива).

2.22. Узкий пучок протонов с кинетической энергией $T = 1,0$ МэВ падает нормально на латунную фольгу толщиной $rd = 1,5$ мг/см². Найти долю протонов, рассеивающихся на углы свыше $\phi_0 = 30^\circ$, если массовое отношение меди и цинка в фольге равно соответственно 7,3.

2.23. Узкий пучок моноэнергетических α -частиц падает нормально на свинцовую фольгу толщиной $2,2$ мг/см². При этом $\eta = 1,6 \cdot 10^{-8}$ — часть первоначального потока, рассеивающегося под углами $\phi > 20^\circ$. Найти дифференциальное сечение $d\sigma/d\Omega$ ядра свинца, отвечающее углу рассеяния $\phi_0 = 60^\circ$.

Водородоподобные системы

2.24. Оценить время, за которое электрон, движущийся вокруг ядра водорода по орбите радиусом $0,5 \cdot 10^{-8}$ см, упал бы на ядро, если бы он терял энергию на излучение в соответствии с классической теорией:

жетоchnые ядра образуются в состоянии со спином $l = 3/2$. Читать, что спинные нейтроны и ядр имеют всевозможные взаимные ориента-

14.17. Исходя из формулы Брейта—Вигнера для сечения образования составного ядра σ_a , получить выражения для сечений процесса упрутого рассеяния и радиационного захвата нейтрона.

14.18. Выразить с помощью формулы Брейта—Вигнера сечение радиационного захвата нейтрона σ_{nr} от его кинетической энергии T , T_0 и Γ .

14.19. Вычислить сечение реакции $^{115}\text{In}(n, \gamma)^{116}\text{In}$ для энергии нейтронов $0,50$ эВ, если сечение в резонансе $\sigma_0 = 27,6$ кб, $T_0 = 1,44$ эВ и $\Gamma = 0,085$ эВ. Известно также, что нейтронная ширина Γ_n значительно меньше радиационной Γ_γ .

14.20. При взаимодействии тепловых нейтронов с энергией $0,025$ эВ с ядрами ^{113}Cd найдено, что сечение рассеяния составляет $0,22\%$ сечения радиационного захвата. Определить отношение вероятности испускания ν -квантов при резонансном значении энергии нейтронов $T_0 = 0,178$ эВ.

14.21. Воспользовавшись формулой Брейта—Вигнера, найти: а) значения кинетической энергии нейтрона ($T_{\text{макс}}$ и $T_{\text{мин}}$), при которых сечение радиационного захвата σ_{nr} имеет максимум и минимум (T_0 и Γ предполагаются известными); установить, в каком случае $T_{\text{макс}} \approx T_0$;

б) на сколько процентов сечение σ_0 процесса (n, ν) при $T = T_0$ отличается от резонансного значения $\sigma_{\text{макс}}$ этого процесса, если $\Gamma = T_0$;

в) значения отношения Γ/T_0 , при которых селективность радиационного захвата нейтронов отсутствует.

14.22. Найти с помощью формулы Брейта—Вигнера для сечения радиационного захвата нейтрона отношение $\sigma_{\text{мин}}/\sigma_0$, где $\sigma_{\text{мин}}$ — минимальное сечение процесса (n, ν) в области $T < T_0$; σ_0 — сечение этого процесса при $T = T_0$, если $\Gamma \ll T_0$.

14.23. Определить с помощью формулы Брейта—Вигнера ширину Γ уровня промежуточного ядра, возникающего при захвате нейтрона на ядре ^{113}Cd , если сечение радиационного захвата при энергии нейтрона $T = 270$ в 15 раз меньше сечения этого процесса при $T = T_0$, где $T_0 = 0,178$ эВ. Читать, что Γ не зависит от энергии нейтронов.

14.24. Показать с помощью формулы Брейта—Вигнера, что если ширина ΔT резонансного максимума кривой $\sigma_{nr}(T)$ на половине его высоты мала ($\Delta T \ll T_0$), то $\Delta T \approx \Gamma$.

14.25. Резонансная энергия нейтронов, взаимодействующих с ядрами ^{59}Co , $T_0 = 132$ эВ, соответствующая нейтронной ширине $\Gamma_{n0} = 0,9\Gamma$, причем $\Gamma \gg T_0$. Найти с помощью формулы Брейта—Вигнера резонансное сечение упрутого рассеяния нейтронов;

б) спин состояния промежуточного ядра, через которое идет процесс, если полное резонансное сечение $\sigma_0 = 10$ б.

95.57
96.57
Резонанс

Прохождение нейтронов через вещество

14.32. Какова должна быть толщина кадмиевой пластинки, чтобы поток тепловых нейтронов при прохождении через нее уменьшился в 100 раз?

14.33. Во сколько раз ослабится узкий пучок тепловых нейтронов при прохождении слоя тяжелой воды толщиной $1,0$ см? 14.34. Опенить, во сколько раз ослабится узкий пучок быстрых нейтронов с кинетической энергией 10 МэВ при прохождении свинцовой пластинки толщиной $4,0$ см. Читать, что эффективное сечение ядра $\sigma = 2\pi(R + \lambda)^2$; R — радиус ядра; λ — длина волны нейтрона.

14.35. В центре сферического слоя графита, внутреннего и внешнего радиусы которого $r_1 = 1,0$ см и $r_2 = 10,0$ см, находится точечный источник нейтронов с кинетической энергией $2,0$ МэВ. Интенсивность источника нейтронов с ядрами угля $I_0 = 2,0 \cdot 10^4 \text{ г}^{-1}$. Сечение взаимодействия нейтронов с ядрами угля $\sigma = 1,6$ б. Определить плотность потока нейтронов на внешней поверхности графита, проходящих через слой без столкновений.

14.36. Интенсивность узкого пучка медленных моноэнергетических нейтронов уменьшается в 20 раз при прохождении через пластинку