

# Атомная физика

## Индивидуальное задание №1

### Вариант 1

1 Налетающее ядро 1 с кинетической энергией  $T$  и прицельным параметром  $b$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2. Постройте векторную диаграмму процесса; определите углы рассеяния в Л- и Ц-системах, угол отдачи ядра 2, минимальное расстояние, на которое сблизятся ядра. Ядра, энергия и параметр указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ	$b$ , $10^{-12}$ см
${}^2_1H$	${}^4_2He$	0,015	6

2 Ядро 1 с кинетической энергией  $T$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2 на максимально возможный угол в Л-системе. Постройте векторную диаграмму процесса; определите угол рассеяния в Ц-системе  $\tilde{\theta}$ , прицельный параметр  $b$  и импульс  $\Delta p$ , переданный ядру 2. Ядра, энергия и угол рассеяния указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ
${}^4_2He$	${}^2_1H$	1

3 Узкий пучок протонов, имеющих скорость  $v = 6 \cdot 10^6$  м/с, падает нормально на серебряную фольгу толщины  $d = 1,0$  мкм. Найти вероятность рассеяния протонов под углами  $\theta > 90^\circ$ .

4 Найти вероятность того, что  $\alpha$ -частица с энергией  $T = 3,0$  МэВ при прохождении свинцовой фольги толщиной 1,5 мкм испытывает рассеяние в интервале углов  $59—61^\circ$ .

## Вариант 2

1 Налетающее ядро 1 с кинетической энергией  $T$  и прицельным параметром  $b$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2. Постройте векторную диаграмму процесса; определите углы рассеяния в Л- и Ц-системах, угол отдачи ядра 2, минимальное расстояние, на которое сблизятся ядра. Ядра, энергия и параметр указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ	$b$ , $10^{-12}$ см
${}^4_2\text{He}$	${}^9_4\text{Be}$	4,7	9

2 Ядро 1 с кинетической энергией  $T$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2 на максимально возможный угол в Л-системе. Постройте векторную диаграмму процесса; определите угол рассеяния в Ц-системе  $\tilde{\theta}$ , прицельный параметр  $b$  и импульс  $\Delta p$ , переданный ядру 2. Ядра, энергия и угол рассеяния указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ
${}^9_4\text{Be}$	${}^4_2\text{He}$	0,15

3 Узкий пучок  $\alpha$ -частиц с кинетической энергией  $T = 600$  кэВ падает нормально на золотую фольгу, содержащую  $n = 1,1 \cdot 10^{19}$  ядер/см<sup>2</sup>. Найти относительное число  $\alpha$ -частиц, рассеянных под углами  $\theta < \theta_0 = 20^\circ$ .

4 При замене золотой фольги серебряной в опытах по упругому рассеянию  $\alpha$ -частиц тонкими фольгами (толщиной  $\approx 10^{-4}$  см) число зарегистрированных  $\alpha$ -частиц, рассеянных под углом  $\theta$ , уменьшается в 2.84 раза. Определить заряд ядра серебра, если известен порядковый номер золота ( $Z = 79$ ).

### Вариант 3

1 Налетающее ядро 1 с кинетической энергией  $T$  и прицельным параметром  $b$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2. Постройте векторную диаграмму процесса; определите углы рассеяния в Л- и Ц-системах, угол отдачи ядра 2, минимальное расстояние, на которое сблизятся ядра. Ядра, энергия и параметр указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ	$b$ , $10^{-12}$ см
${}^1_1H$	${}^6_3Li$	0,25	3

2 Ядро 1 с кинетической энергией  $T$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2 на максимально возможный угол в Л-системе. Постройте векторную диаграмму процесса; определите угол рассеяния в Ц-системе  $\tilde{\theta}$ , прицельный параметр  $b$  и импульс  $\Delta p$ , переданный ядру 2. Ядра, энергия и угол рассеяния указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ
${}^4_2He$	${}^1_1H$	0,5

3 Найти эффективное сечение ядра атома урана, соответствующее рассеянию  $\alpha$ -частиц с кинетической энергией  $T = 1,5$  МэВ в интервале углов свыше  $\theta_0 = 60^\circ$ .

4 Дифференциальное сечение рассеяния  $\alpha$ -частиц кулоновским полем неподвижного ядра  $d\sigma/d\Omega = 7,0 \cdot 10^{-22}$  см<sup>2</sup>/ср для угла  $\theta_0 = 30^\circ$ . Вычислить сечение рассеяния  $\alpha$ -частиц в интервале углов 44—46°

## Вариант 4

1 Налетающее ядро 1 с кинетической энергией  $T$  и прицельным параметром  $b$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2. Постройте векторную диаграмму процесса; определите углы рассеяния в Л- и Ц-системах, угол отдачи ядра 2, минимальное расстояние, на которое сблизятся ядра. Ядра, энергия и параметр указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ	$b$ , $10^{-12}$ см
${}^1_1H$	${}^6_3Li$	0,25	3

2 Ядро 1 с кинетической энергией  $T$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2 на максимально возможный угол в Л-системе. Постройте векторную диаграмму процесса; определите угол рассеяния в Ц-системе  $\tilde{\theta}$ , прицельный параметр  $b$  и импульс  $\Delta p$ , переданный ядру 2. Ядра, энергия и угол рассеяния указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ
${}^4_2He$	${}^1_1H$	0,5

3 Эффективное сечение ядра атома золота, отвечающее рассеянию моноэнергетических  $\alpha$ -частиц в интервале углов от  $90^\circ$  до  $180^\circ$ , равно  $\Delta\sigma = 0,50$  кб (1 барн равен  $10^{-28}$  м<sup>2</sup>). Определить кинетическую энергию  $\alpha$ -частиц.

4 Узкий пучок протонов, имеющих скорость  $v = 6 \cdot 10^6$  м/с, падает нормально на серебряную фольгу толщины  $d = 1,0$  мкм. Найти вероятность рассеяния протонов в интервале углов  $59^\circ$ — $61^\circ$

## Вариант 5

1 Налетающее ядро 1 с кинетической энергией  $T$  и прицельным параметром  $b$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2. Постройте векторную диаграмму процесса; определите углы рассеяния в Л- и Ц-системах, угол отдачи ядра 2, минимальное расстояние, на которое сблизятся ядра. Ядра, энергия и параметр указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ	$b$ , $10^{-12}$ см
${}^3_1\text{H}$	${}^6_3\text{Li}$	0,5	5

2 Ядро 1 с кинетической энергией  $T$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2 на максимально возможный угол в Л-системе. Постройте векторную диаграмму процесса; определите угол рассеяния в Ц-системе  $\tilde{\theta}$ , прицельный параметр  $b$  и импульс  $\Delta p$ , переданный ядру 2. Ядра, энергия и угол рассеяния указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ
${}^6_3\text{Li}$	${}^3_1\text{H}$	0,15

3 Эффективное сечение ядра атома золота, отвечающее рассеянию моноэнергетических  $\alpha$ -частиц в интервале углов от  $90^\circ$  до  $180^\circ$ , равно  $\Delta\sigma = 0,50$  кб (1 барн равен  $10^{-28}$  м<sup>2</sup>). Определить дифференциальное сечение рассеяния  $d\sigma/d\Omega$  (кб/ср) соответствующее углу  $\theta_0 = 60^\circ$ .

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

## Вариант 6

1 Налетающее ядро 1 с кинетической энергией  $T$  и прицельным параметром  $b$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2. Постройте векторную диаграмму процесса; определите углы рассеяния в Л- и Ц-системах, угол отдачи ядра 2, минимальное расстояние, на которое сблизятся ядра. Ядра, энергия и параметр указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ	$b$ , $10^{-12}$ см
${}^3_2\text{He}$	${}^6_3\text{Li}$	5	5

2 Ядро 1 с кинетической энергией  $T$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2 на максимально возможный угол в Л-системе. Постройте векторную диаграмму процесса; определите угол рассеяния в Ц-системе  $\tilde{\theta}$ , прицельный параметр  $b$  и импульс  $\Delta p$ , переданный ядру 2. Ядра, энергия и угол рассеяния указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ
${}^6_3\text{Li}$	${}^3_2\text{He}$	2

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

4 Узкий пучок  $\alpha$ -частиц с кинетической энергией  $T = 600$  кэВ падает нормально на золотую фольгу, содержащую  $n = 1,1 \cdot 10^{19}$  ядер/см<sup>2</sup>. Найти относительное число  $\alpha$ -частиц, рассеянных в интервале углов  $29$ — $31^\circ$

## Вариант 7

1 Налетающее ядро 1 с кинетической энергией  $T$  и прицельным параметром  $b$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2. Постройте векторную диаграмму процесса; определите углы рассеяния в Л- и Ц-системах, угол отдачи ядра 2, минимальное расстояние, на которое сблизятся ядра. Ядра, энергия и параметр указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ	$b$ , $10^{-12}$ см
${}^6_3\text{Li}$	${}^{12}_6\text{C}$	0,75	1

2 Ядро 1 с кинетической энергией  $T$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2 на максимально возможный угол в Л-системе. Постройте векторную диаграмму процесса; определите угол рассеяния в Ц-системе  $\tilde{\theta}$ , прицельный параметр  $b$  и импульс  $\Delta p$ , переданный ядру 2. Ядра, энергия и угол рассеяния указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ
${}^6_3\text{Li}$	${}^1_1\text{H}$	0,75

3 Дифференциальное сечение рассеяния  $\alpha$ -частиц кулоновским полем неподвижного ядра  $d\sigma/d\Omega = 7,0 \cdot 10^{-22}$  см<sup>2</sup>/ср для угла  $\theta_0 = 30^\circ$ . Вычислить сечение рассеяния  $\alpha$ -частиц в интервале углов  $\theta > \theta_0$

4 Узкий пучок  $\alpha$ -частиц с кинетической энергией 1,0 МэВ падает нормально на платиновую фольгу толщины 1,0 мкм. Наблюдение рассеянных частиц ведется под углом  $60^\circ$  к направлению падающего пучка при помощи счетчика с круглым входным отверстием площади  $2,0$  см<sup>2</sup>, которое расположено на расстоянии 15 см от рассеивающего участка фольги. Сколько рассеянных частиц падает на отверстие счетчика за 1 мин, если поток  $\alpha$ -частиц  $I = 4 \cdot 10^4$  с<sup>-1</sup>?

## Вариант 8

1 Налетающее ядро 1 с кинетической энергией  $T$  и прицельным параметром  $b$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2. Постройте векторную диаграмму процесса; определите углы рассеяния в Л- и Ц-системах, угол отдачи ядра 2, минимальное расстояние, на которое сблизятся ядра. Ядра, энергия и параметр указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ	$b$ , $10^{-12}$ см
${}^3_2\text{He}$	${}^9_4\text{Be}$	3	9

2 Ядро 1 с кинетической энергией  $T$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2 на максимально возможный угол в Л-системе. Постройте векторную диаграмму процесса; определите угол рассеяния в Ц-системе  $\tilde{\theta}$ , прицельный параметр  $b$  и импульс  $\Delta p$ , переданный ядру 2. Ядра, энергия и угол рассеяния указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ
${}^3_2\text{He}$	${}^1_1\text{H}$	4

3 Дифференциальное сечение рассеяния  $\alpha$ -частиц кулоновским полем неподвижного ядра  $d\sigma/d\theta = 7,0 \cdot 10^{-22}$  см<sup>2</sup>/рад для угла  $\theta_0 = 60^\circ$ . Вычислить сечение рассеяния  $\alpha$ -частиц в интервале углов от  $90^\circ$  до  $180^\circ$ .

4 Узкий пучок протонов, имеющих скорость  $v = 9 \cdot 10^6$  м/с, падает нормально на золотую фольгу, содержащую  $n = 5 \cdot 10^{19}$  ядер/см<sup>2</sup>. Наблюдение рассеянных частиц ведется под углом  $30^\circ$  к направлению падающего пучка при помощи счетчика с круглым входным отверстием площади  $1,0$  см<sup>2</sup>, которое расположено на расстоянии  $20$  см от рассеивающего участка фольги. Сколько рассеянных частиц падает на отверстие счетчика за  $1$  мин, если поток  $\alpha$ -частиц  $I = 4 \cdot 10^4$  с<sup>-1</sup>?

## Вариант 9

1 Налетающее ядро 1 с кинетической энергией  $T$  и прицельным параметром  $b$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2. Постройте векторную диаграмму процесса; определите углы рассеяния в Л- и Ц-системах, угол отдачи ядра 2, минимальное расстояние, на которое сблизятся ядра. Ядра, энергия и параметр указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ	$b$ , $10^{-12}$ см
${}^4_2\text{He}$	${}^{11}_5\text{B}$	3,5	5

2 Ядро 1 с кинетической энергией  $T$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2 на максимально возможный угол в Л-системе. Постройте векторную диаграмму процесса; определите угол рассеяния в Ц-системе  $\tilde{\theta}$ , прицельный параметр  $b$  и импульс  $\Delta p$ , переданный ядру 2. Ядра, энергия и угол рассеяния указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ
${}^4_2\text{He}$	${}^3_1\text{H}$	1

3 Найти вероятность того, что  $\alpha$ -частица с энергией  $T = 3,0$  МэВ при прохождении свинцовой фольги толщиной 1,5 мкм испытывает рассеяние в интервале углов  $60^\circ$ — $90^\circ$ .

4 Узкий пучок  $\alpha$ -частиц с кинетической энергией 1,0 МэВ падает нормально на платиновую фольгу толщины 2,0 мкм. Наблюдение рассеянных частиц ведется под углом  $60^\circ$  к направлению падающего пучка при помощи счетчика с круглым входным отверстием. Какая доля рассеянных протонов попадает в отверстие счетчика, если он виден из точки падения частиц на фольгу под телесным углом 0,3 стерадиан?

## Вариант 10

1 Налетающее ядро 1 с кинетической энергией  $T$  и прицельным параметром  $b$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2. Постройте векторную диаграмму процесса; определите углы рассеяния в Л- и Ц-системах, угол отдачи ядра 2, минимальное расстояние, на которое сблизятся ядра. Ядра, энергия и параметр указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ	$b$ , $10^{-12}$ см
${}^4_2\text{He}$	${}^{12}_6\text{C}$	4,7	1

2 Ядро 1 с кинетической энергией  $T$  упруго рассеивается в кулоновском поле первоначально покоившегося ядра 2 на максимально возможный угол в Л-системе. Постройте векторную диаграмму процесса; определите угол рассеяния в Ц-системе  $\tilde{\theta}$ , прицельный параметр  $b$  и импульс  $\Delta p$ , переданный ядру 2. Ядра, энергия и угол рассеяния указаны в таблице.

Ядро 1	Ядро 2	$T$ , МэВ
${}^{12}_6\text{C}$	${}^4_2\text{He}$	0,2

3 Узкий пучок моноэнергетических  $\alpha$ -частиц падает нормально на свинцовую фольгу толщиной  $2,2 \text{ мг/см}^2$ . При этом  $\eta = 1,6 \cdot 10^{-3}$  – часть первоначального потока, рассеивающегося под углами  $\theta > 20^\circ$ . Найти дифференциальное сечение  $d\sigma/d\Omega$  ядра свинца, отвечающее углу рассеяния  $\theta_0 = 60^\circ$ .

4 Узкий пучок  $\alpha$ -частиц с кинетической энергией 5,0 МэВ падает нормально на латунную фольгу толщиной  $\rho d = 2,5 \text{ мг/см}^2$ . Найти долю  $\alpha$ -частиц, рассеивающихся в интервале углов  $29\text{—}31^\circ$ , если массовое отношение меди и цинка в фольге равно соответственно 7:3.