

Школьные задачи / Физика / Ф-1

В лаборатории планируется проведение следующей серии экспериментов на ускорителе по изучению реакций слияния атомных ядер. Предполагается, что при бомбардировке мишени, состоящей из атомов элемента Э₁, разогнанными ядрами элемента Э₂ будет получен изотоп элемента Э₃. Если же этот изотоп снова использовать в качестве мишени для обстрела ядрами элемента Э₂, то может образоваться изотоп европия, а если элемент Э₃ бомбардировать ядрами элемента Э₁, то получится изотоп диспрозия. Определить, что это за элементы Э₁, Э₂, Э₃.

Решение

Обозначим порядковые номера элементов Э₁, Э₂, Э₃ как x , y , z соответственно. Поскольку число протонов в атомном ядре совпадает с порядковым номером элемента в таблице Менделеева, то из условий задачи следует, что

$$x + y = z$$

Европий Eu имеет порядковый номер 63, значит:

$$z + y = 63$$

Так как у диспрозия Dy порядковый номер 66, то:

$$z + x = 66$$

Таким образом, получаем систему из трёх уравнений:

$$\begin{cases} x + y = z \\ z + y = 63 \\ z + x = 66 \end{cases}$$

Для её решения во второе и третье уравнения системы подставим первое, исключив тем самым из них z и получив новую систему из двух уравнений:

$$\begin{cases} x + y + y = 63 \\ x + y + x = 66 \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} x + 2y = 63 \\ 2x + y = 66 \end{cases}$$

Из второго уравнения выразим y :

$$y = 66 - 2x$$

и подставим в первое, получив:

$$\begin{aligned} x + 2 \cdot (66 - 2x) &= 63 \Leftrightarrow x + 132 - 4x = 63 \Leftrightarrow 132 - 3x = 63 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow x &= (132 - 63) / 3 \Leftrightarrow x = 23 \end{aligned}$$

Отсюда:

$$\begin{aligned} y &= 66 - 2x = 66 - 2 \cdot 23 = 20, \\ z &= x + y = 23 + 20 = 43. \end{aligned}$$

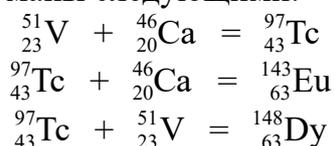
По таблице Менделеева находим, что x соответствует ванадию V (Э₁), y – кальцию Ca (Э₂), а z – технецию Tc (Э₃).

О т в е т

Э₁ – ванадий, Э₂ – кальций, Э₃ – технеций.

Комментарий

В задаче не говорится, какие именно изотопы предполагается использовать. Ядерные превращения вполне могут быть задуманы следующими:



Ниже приведены данные о периодах полураспада упомянутых изотопов^{1, 2, 3, 4, 5}:

Изотоп	Период полураспада
⁵¹ V	стабильный
⁴⁶ Ca	стабильный
⁹⁷ Tc	4,21 · 10 ⁶ лет
¹⁴³ Eu	2,59 мин.
¹⁴⁸ Dy	3,3 мин.

Из таблицы видно, что в первой из трёх реакций участвуют стабильные изотопы, из которых планируется образование довольно долгоживущего изотопа технеция. Благодаря этому представляется возможным накопить достаточное количество таких атомов, чтобы снова использовать их в качестве мишени для попытки получения европия и диспрозия.

© Широков Александр, 22.03.2022

-
- 1 Статья «Изотопы ванадия» // RU.WIKIPEDIA.ORG: Википедия. Свободная энциклопедия.
URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Изотопы_ванадия (дата обращения: 22.03.2022)
 - 2 Статья «Изотопы кальция» // RU.WIKIPEDIA.ORG: Википедия. Свободная энциклопедия.
URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Изотопы_кальция (дата обращения: 22.03.2022)
 - 3 Статья «Технеций» // RU.WIKIPEDIA.ORG: Википедия. Свободная энциклопедия.
URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Технеций> (дата обращения: 22.03.2022)
 - 4 Статья «Изотопы европия» // RU.WIKIPEDIA.ORG: Википедия. Свободная энциклопедия.
URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Изотопы_европия (дата обращения: 22.03.2022)
 - 5 Статья “Isotopes of dysprosium” // EN.WIKIPEDIA.ORG: Wikipedia. The Free Encyclopedia.
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Isotopes_of_dysprosium (дата обращения: 22.03.2022)