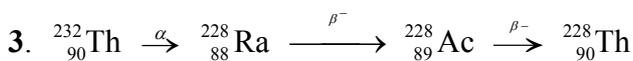


Задача 9 (автор Сычев Ю.Н.)

1. Начнем с изотопа ^{232}Th . $232 : 4 = 58$. Поскольку изменения (уменьшение) массового числа на 4 единицы связано только с испусканием α -частицы, массовое число каждого члена А ряда ^{232}Th должно отвечать выражению: $A = 4n$, где n — целое число. Естественно, что значение “ n ” зависит от значения “ A ”. В литературе ряд ^{232}Th так и называется ряд $4n$. Для ^{238}U получим: $238 : 4 = 59,5$. Дробное значение число частиц не имеет физического смысла, а 60 частиц в ядре ^{238}U уже не разместится. Тогда $n = 59$; $59 \times 4 = 236$, до 238 не хватает двух единиц. Тогда для ряда ^{238}U получим: $A = 4n + 2$. Для ^{235}U имеем: $235 : 4 = 58,75$. Как было выше в данном случае n будет равно 58 и выражение для ряда ^{235}U будет иметь вид: $A = 4n + 3$.

2. Массовое число — сумма числа нуклонов, т.е. нейтронов и протонов в ядре изотопа.



4. Ответ на вопрос 4 фактически содержится в ответе на вопрос 3. Разделение изотопов тория задача очень сложная. Поэтому целесообразно выделить фракцию, содержащую $^{228}_{89}\text{Ac}$ ($T_{1/2} = 6,13$ часа) и предоставить актинию распасться. $^{228}_{89}\text{Ac} \xrightarrow{\beta^-} ^{228}_{90}\text{Th}$

5. И $^{232}_{90}\text{Th}$ и $^{228}_{90}\text{Th}$ относятся к ряду $4n$. Поэтому изотоп радона — ^{220}Rn , свинца — ^{208}Pb .

6. Отношение парциальных давлений равно отношению количеств веществ радона и гелия, возникающих в процессе распада.

Рассчитаем количество вещества радона ^{220}Rn , $T_{1/2} = 54,5$ с

$$a = \lambda/V; N = a/\lambda = 0,693 \cdot a/54,5$$

$$n(^{220}\text{Rn}) = \frac{N}{6,02 \cdot 10^{23}} = a \cdot 10^{-22} \text{ (моль)}$$

При расчете количества вещества He можно принять, что в течение 30 дней торий распадается с постоянной скоростью “ a ”. Следует учесть, что при переходе каждого атома тория ^{228}Th в атом свинца ^{208}Pb испускается $(228 - 208) : 4 = 5$ (α частиц). За 30 дней распадется $2,6 \cdot a \cdot 10^6$ атомов тория ^{228}Th и в ампуле накопится $5 \cdot a \cdot 30 \cdot 24 \cdot 3600 = 1,3 \cdot 10^7$ атомов гелия и $v(\text{He}) = a \cdot 1,3 \cdot 10^7 : 6 \cdot 10^{23} = 2,2 \cdot a \cdot 10^{-17}$ моль (He). Тогда $P(\text{He}) : P(\text{Rn}) = 2,2 \cdot 10^{-17} : 10^{-22} = 2,2 \cdot 10^5$.

7. Урановая смолка содержит изотопы урана: $^{238}_{92}\text{U}$ и $^{235}_{92}\text{U}$. Таким образом, изотопы радия и полония должны принадлежать либо к ряду $4n + 2$, либо к ряду $4n + 3$. Кроме того, они должны иметь достаточно большие периоды полураспада, чтобы сохраниться в процессе выделения. Этим условиям отвечают прежде всего изотоп радия ^{226}Ra , ряд $4n + 2$ и ^{210}Po , ряд $4n + 2$.

8. К такому выводу можно прийти только в случае, если радиоактивность этих образцов превышала радиоактивность образцов руды.

9. Так как за время существования руды в ней установилось "вековое равновесие" между родоначальником ряда и дочерними изотопами, причем радиоактивность каждого дочернего изотопа равна радиоактивности материнского изотопа, образцы для сравнения не должны по возможности содержать дочерних изотопов. Поэтому в качестве образцов для сравнения использовали металлический уран и искусственно синтезированную руду того же химического состава, что и природная.

10. U_3O_8 .