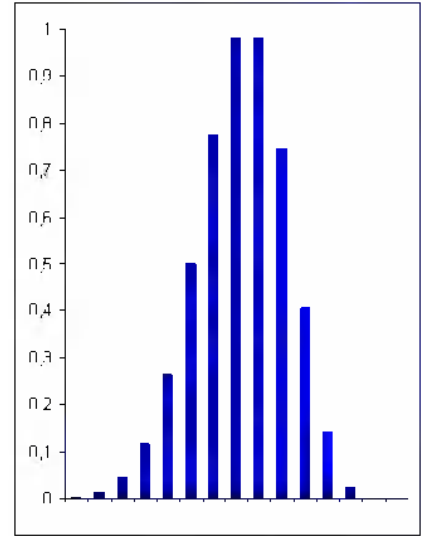


Сбитая шкала (8 баллов)

Е.А. Макеева, Т.И. Бидыло

1) Поскольку шкала масс-спектра идет с возрастанием слева на право, то самый правый пик на спектре отвечает массе $11x$ – то есть, кластеру состоящему только из атомов «тяжелого» бора – ^{11}B . На единицу меньше будет весить кластер, в котором один из атомов бора ^{11}B замещен на более легкий изотоп ^{10}B : $m = 11(x-1) + 10 \cdot 1 = 11x - 11 + 10 = 11x - 1$. Самым легким будет кластер, составленный только из атомов ^{10}B : $m = 11(x-x) + 10x = 10x$.



2) Интенсивности изотопных пиков, отвечающих массам $10x$, $10x+1$, ..., $11x-1$, $11x$ (всего $x+1$ пик), в масс-спектре кластера B_x будут пропорциональны вероятностям встретить в результатах синтеза кластеры соответствующей массы и изотопного состава. В свою очередь, *соотношение* интенсивностей любых двух пиков будет равно соотношению вероятностей встретить отвечающие им кластеры.

3) Вероятность того, что произвольный атом бора окажется изотопом ^{10}B , составляет 20% (и 80% того, что он окажется ^{11}B). Это же утверждение справедливо и для любого из x атомов бора в полученном кластере. Таким образом, вероятность того, что кластер состоит только из атомов «тяжелого» изотопа бора, составляет $P(11x) = (0,8)^x$.

Вероятность того, что кластер B_x содержит y атомов бора ^{10}B , составляет $P(11(x-y) + 10y) = P(11x - y) = (0,8)^{x-y} (0,2)^y C_x^y = (0,8)^{x-y} (0,2)^y \frac{(x)!}{y!(x-y)!}$,

где C_x^y - комбинаторное сочетание из x элементов по y элементов, то есть, количество вариантов расположения y атомов ^{10}B в кластере из x атомов.

4) Из представленного в условии масс-спектра можно видеть, что 5-й и 6-й от правого конца пики, отвечающие $y = 4$ ($m = 11x - 4$) и $y = 5$ ($m = 11x - 5$), соответственно, имеют равную интенсивность. Следовательно, кластеры, содержащие 4 и 5 атомов ^{10}B , равновероятны:

$$\begin{aligned}
 P(11x - 5) &= P(11x - 4) \\
 (0,8)^{x-5} (0,2)^5 \frac{(x)!}{5!(x-5)!} &= (0,8)^{x-4} (0,2)^4 \frac{(x)!}{4!(x-4)!} \\
 \frac{0,2}{5!(x-5)!} &= \frac{0,8}{4!(x-4)!} \\
 (x-4) \cdot 0,2 &= 0,8 \cdot 5 \\
 x = \frac{4}{0,2} + 4 &= 24
 \end{aligned}$$

Таким образом, масс-спектр отвечает кластеру B_{24} .