

Н. Е. АЛЕКСЕЕВСКИЙ, В. Л. ТАЛБРОЗЕ и В. Н. ШЕЛЯПИН

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СУЩЕСТВОВАНИЯ ИОНА CH_5^+ ПУТЕМ
РАЗРЕШЕНИЯ МУЛЬТИПЛЕТА 17 В МАСС-СПЕКТРЕ МЕТАНА

(Представлено академиком Л. Д. Ландау 27 X 1953)

В связи с тем, что в работе (1) было указано на образование вторичного иона $\text{C}^{12}\text{H}_5^+$ при ионизации метана электронным ударом, представляло интерес провести проверку этого факта, разрешив мультиплет с массовым числом 17. Этот интерес стимулировался значением, которое имеет изучение вторичных ионов для понимания механизма ионных реакций в газах.

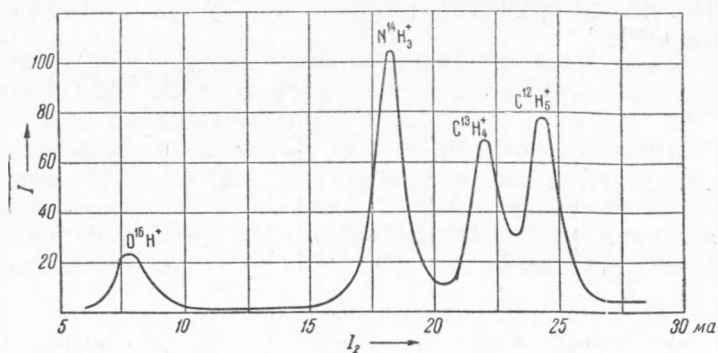


Рис. 1

Метан, использовавшийся в эксперименте, был очищен от возможных следов воздуха непродолжительной откачкой при температуре жидкого азота.

Был снят масс-спектр в области линий 16 и 17. При этом оказалось, что линия 17 представляет собой дублет, интенсивность легкой компоненты которого относится к интенсивности линии 16 ($\text{C}^{12}\text{H}_4^+$) как 0,01, что соответствует нормальному содержанию молекул C^{13}H_4 в метане (изотопическая распространенность C^{13} равна 1,1%). Таким образом, легкая компонента дублета была идентифицирована как линия $\text{C}^{13}\text{H}_4^+$. Поэтому тяжелая компонента должна была быть линией $\text{C}^{12}\text{H}_5^+$, так как масса $\text{C}^{12}\text{H}_5^+$ больше массы $\text{C}^{13}\text{H}_4^+$, а любые другие ионы с массовым числом 17 (O^{16}H^+ , $\text{N}^{14}\text{H}_3^+$...) легче $\text{C}^{13}\text{H}_4^+$. Для более точной проверки значения этой массы к метану были добавлены небольшие количества воды и аммиака, после чего в спектре к двум уже отмеченным близким линиям с массовым числом 17 добавились две линии со стороны легких масс.

На рис. 1 представлен образовавшийся таким образом квадруплет 17. По оси абсцисс отложена величина тока I_2 через дополнительную (малую) обмотку магнита масс-спектрометра. Напряженность поля H связана с I_2 линейно (если не учитывать поправки на гистерезис, что возможно при монотонном изменении этого

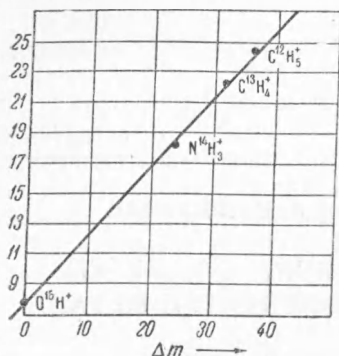


Рис. 2

тока от точки к точке в малом интервале значений напряженности поля, как это и делалось в настоящем случае). По оси ординат отложена величина ионного тока I на коллектор в произвольных единицах.

Разность масс ионов, попадающих на коллектор, в пределах квадруплета ($\Delta H \ll H$) с достаточной точностью выражается как

$$\Delta m = \text{const} \cdot I_2 + A,$$

где A — постоянная, обусловленная принятым началом отсчета.

Табл. 1. и построенный по данным этой таблицы график на рис. 2 показывают, что между значениями I_2 , соответствующими максимумам линий ($I_{2 \text{ макс}}$), и разностями масс ионов $O^{16}H^+$, $N^{14}H_3^+$, $C^{13}H_4^+$ и $C^{12}H_5^+$ существует линейная связь и что, следовательно, принятая нами принадлежность линий правильна (на рис. 2 по оси абсцисс отложены в единицах $M \cdot E \times 10^{-3}$ разности между массой каждого из этих ионов и массой $O^{16}H^+$, по оси ординат — разности между $I_{2 \text{ макс}}$ каждой линии и $I_{2 \text{ макс}}$ линии $O^{16}H^+$).

Таблица 1

	$O^{16}H$	$N^{14}H_3$	$C^{13}H_4$	$C^{12}H_5$
m	17,008123	17,03188	17,04000	17,04444
$I_{2 \text{ макс}}$. . .	7,9	18,3	22,1	24,4

Как и следовало ожидать, отношение $I_{C^{12}H_5^+}/I_{C^{13}H_4^+}$ растет с давлением в источнике. Кроме того, в согласии с результатами работы (1) это отношение растет с уменьшением энергии электронов.

Таким образом, образование вторичного иона CH_5^+ при электронной бомбардировке метана подтверждено прямыми опытами по разрешению мультиплета 17 в масс-спектре метана.

Поступило
17 X 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. Л. Тальрозе, А. К. Любимова, ДАН, 86, 909 (1952).