

Б. А. МАМЫРИН, Г. С. АНУФРИЕВ, И. Л. КАМЕНСКИЙ, И. П. ТОЛСТИХИН

† ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ГЕЛИЯ АТМОСФЕРЫ

(Представлено академиком С. П. Журковым 24 X 1969)

Знание отношения He^3/He^4 для атмосферы Земли очень важно, так как служит исходной эталонной величиной при многочисленных изотопных исследованиях гелия, при изучении вопроса о происхождении и балансе изотопов земного гелия, а также при различных геохимических расчетах.

Между тем, к настоящему времени величина отношения He^3/He^4 для воздуха известна с малой точностью, и не ясно, зависит ли это отношение от широты, долготы и высоты местности.

Полученные различными авторами значения отношения изотопов гелия в воздухе, погрешности и ссылки на литературу приведены на рис. 1.

Измерение Альвареца и Корнога (1) было выполнено на циклотроне, измерение Куна (2) — методом нейтронной активации, остальные измерения (2-4, 5) — масс-спектрометрические. Величина, соответствующая 1959 г., была предложена Гофманом и Ниром при составлении таблицы (6) относительной распространенности изотопов. Несмотря

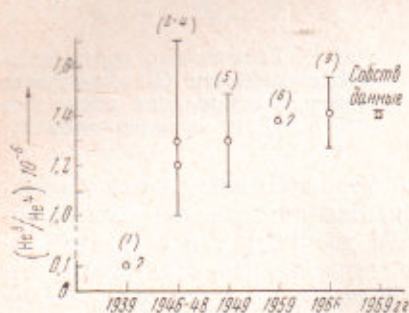


Рис. 1

на то что эта величина фигурирует в справочной литературе (7, 8), она не является экспериментально обоснованной (естественно, что неизвестна и погрешность ее определения).

В настоящей работе определение изотопного состава атмосферного гелия проводилось методом его сравнения с изотопным составом смесей, специально приготовленных из моноизотопов He^3 и He^4 . Измерение изотопного состава проб производилось при помощи специально разработанного двухлучевого магнитного резонансного масс-спектрометра с высокой разрешающей способностью, позволяющего точно измерять большие отношения изотопов благородных газов (10).

Работа включала в себя следующие этапы:

1. Получение достаточного количества очищенного атмосферного гелия, взятого из воздуха в Ленинграде.
2. Подготовка калибровочных смесей из моноизотопов He^3 и He^4 с изотопными отношениями в пределах от $0,665 \cdot 10^{-6}$ до $4,08 \cdot 10^{-6}$.
3. Подготовка проб гелия из атмосферного воздуха, отобранного на различной широте, долготе и высоте.
4. Масс-спектрометрический анализ подготовленных проб.

При выполнении этих этапов учитывалась и исключалась (при нашей точности измерений) возможность возникновения систематических ошибок из-за следующих причин: неточность измерения объемов (в частности, влияние температуры); возможность диффузии гелия через стекло; фракционирование изотопов при прохождении через узкие отверстия и длин-

ные трубки; возможность неполного перемешивания — динамика установления равновесия; влияние посторонних газов в пробах (в частности, неона) на результаты масс-спектрометрических измерений. В необходимых случаях ставились контрольные опыты.

При измерении изотопного отношения гелия ленинградского воздуха было проведено 9 серий измерений, каждая из которых включала ряд из 12 последовательных измерений изотопных отношений в калибровочных смесях и образцах гелия воздуха; время измерений одной серии ~ 90 мин.

Таблица 1

Дата измерения	Место взятия пробы		Число измерений	$(\text{He}^3/\text{He}^4) \cdot 10^4$
	геогр. пункт	высоты над у. м., м		
24 IV	Ленинград	10	1	$1,40 \pm 0,07$
24 IV	Ленинград	10	2	$1,40 \pm 0,06$
3 IX	Сочи	10000	2	$1,40 \pm 0,07$
9 IX	Сухуми	0	2	$1,43 \pm 0,06$
	Сочи	10000	2	$1,4 \pm 0,06$
9 IX	Сухуми	0	2	$1,40 \pm 0,04$

Окончательное полученное нами значение:

$$\text{He}^3/\text{He}^4 = (1,399 \pm 0,013) \cdot 10^{-6}$$

Приведенная погрешность является среднеквадратичной ошибкой, вычисленной по 9 средним значениям серий измерений.

Первые данные (1969 г.) по влиянию географического места на величину отношения изотопов гелия в воздухе приведены в табл. 1.

Таким образом, нами разработана методика приготовления эталонных смесей изотопов гелия с изотопными отношениями, близкими к отношению изотопов гелия в воздухе. (Подробное описание методики будет приведено отдельно.) Получена величина изотопного отношения для гелия воздуха в Ленинграде с точностью, существенно превосходящей точность всех предыдущих определений ($\text{He}^3/\text{He}^4 = (1,399 \pm 0,013) \cdot 10^{-6}$).

Наконец, показано, что с точностью единичных измерений изотопное отношение гелия в воздухе не меняется в зависимости от географических координат и высоты (до 10 км) места отбора пробы.

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе
Академии наук СССР

Поступило
24 X 1969

Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский
геологоразведочный институт

Институт геологии и геохронологии докембрия
Академии наук СССР
Ленинград

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ L. W. Alvarez, R. Cornog, Phys. Rev., 56, 379, 613 (1939). ² L. T. Aldrich, A. O. Nier, Phys. Rev., 70, 983 (1964). ³ H. A. Fairbank, C. T. Lane et al., Phys. Rev., 71, 911 (1947). ⁴ L. T. Aldrich, A. O. Nier, Phys. Rev., 74, 1590 (1948). ⁵ I. H. Coon, Phys. Rev., 75, 1355 (1949). ⁶ Nuclear Data Tables, Washington, 1959, p. 66. ⁷ Б. С. Джелелев, Л. К. Пекер, Схемы распада радиоактивных ядер, 1, «Наука», 1966. ⁸ А. И. Алиев, В. И. Дрынкин и др., Ядерно-физические константы для нейтронного активационного анализа, М., 1969. ⁹ И. А. Алимova, Б. С. Болтенков и др., Геохимия, 9, 1044 (1966). ¹⁰ Б. А. Мамырин, И. Н. Толстихин и др., Геохимия, 5 (1969).