

МАССЫ ЛЁГКИХ АТОМОВ, ВЫЧИСЛЕННЫЕ ИЗ ЭНЕРГИЙ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

До сих пор массы лёгких атомов вычислялись с использованием как данных измерений баланса энергий Q ядерных реакций, так и масс-спектрографических измерений; см., например,¹. Благодаря большому числу хорошо измеренных энергий ядерных реакций в реферируемой работе² проведено вычисление массы лёгких атомов непосредственно из массы атома изотопа O^{16} без применения масс-спектрографических данных. В этой работе собраны все наиболее новые и точные измерения энергий ядерных реакций для лёгких ядер $A \leq 20$. Из части реакций могут быть образованы замкнутые циклы, что приводит к возможности вычислять массы атомов разными путями. Так как при этом могут получаться различные результаты, предварительно необходимо было провести «увязку» всех экспериментальных данных. При замыкании циклов оказалось, что использование некоторых измерений приводит к тому, что сумма энергий по циклу отличается от нуля на величину, превышающую погрешность. Эти измерения были отброшены, как ошибочные. В тех случаях, когда циклы давали отклонения от нуля в пределах погрешностей, была произведена увязка всех энергий. Увязка энергий производилась по способу наименьших квадратов с учётом весов отдельных экспериментальных данных. При этом были вычислены также и погрешности увязанных значений. Увязка энергий реакций во всей области лёгких ядер привела к тому, что после неё значение вычисленных масс перестало зависеть от порядка расчётов. По увязанным энергиям реакций были вычислены массы лёгких атомов из массы изотопа кислорода O^{16} , принятой по условию равной 16,000 000 атомных единиц массы (физическая шкала). Результаты этих вычислений приведены в таблице. В первом

Таблица атомных масс

Символ атома	Массовое число A	Дефект массы $M - A$ ($M_{\text{эв}}$)	Атомные массы M из ядерных данных (в атомных единицах массы)	Атомные массы M из масс-спектроскопии
п	1	$8,3638 \pm 0,0029$	$1,008\ 982\ (\pm 3)$	—
H	1	$7,5815 \pm 0,0027$	$1,008\ 142\ (\pm 3)$	$1,008\ 165\ (\pm 4)$
H	2	$13,7203 \pm 0,006$	$2,014\ 735\ (\pm 6)$	$2,014\ 778\ (\pm 8)$
H	3	$15,8271 \pm 0,010$	$3,016\ 997\ (\pm 11)$	—

(Окончание)

Символ атома	Массовое число A	Дефект массы $M - A$ ($M_{\text{в}}$)	Атомные массы M из ядерных дан- ных (в атомных единицах массы)	Атомные массы M из масс-спектро- скопии
He	3	$15,8086 \pm 0,010$	$3,016\,977 (\pm 11)$	—
He	4	$3,6066 \pm 0,014$	$4,003\,873 (\pm 15)$	$4,003\,944 (\pm 19)$
He	6	$19,065 \pm 0,025$	$6,020\,474 (\pm 27)$	—
Li	6	$15,850 \pm 0,021$	$6,017\,021 (\pm 22)$	—
Li	7	$16,969 \pm 0,024$	$7,018\,223 (\pm 26)$	—
Li	8	$23,296 \pm 0,028$	$8,025\,018 (\pm 30)$	—
Be	7	$17,832 \pm 0,024$	$7,019\,150 (\pm 26)$	—
Be	8	$7,309 \pm 0,027$	$8,007\,850 (\pm 29)$	—
Be	9	$14,007 \pm 0,028$	$9,015\,043 (\pm 30)$	—
Be	10	$15,560 \pm 0,026$	$10,016\,711 (\pm 28)$	—
B	9	$15,076 \pm 0,029$	$9,016\,190 (\pm 31)$	—
B	10	$15,004 \pm 0,026$	$10,016\,114 (\pm 28)$	—
B	11	$11,909 \pm 0,022$	$11,012\,789 (\pm 23)$	—
B	12	$16,912 \pm 0,020$	$12,018\,162 (\pm 22)$	—
C	11	$13,889 \pm 0,022$	$11,014\,916 (\pm 24)$	—
C	12	$3,542 \pm 0,015$	$12,003\,804 (\pm 17)$	$12,003\,842 (\pm 6)$
C	13	$6,958 \pm 0,013$	$13,007\,473 (\pm 14)$	—
C	14	$7,153 \pm 0,010$	$14,007\,682 (\pm 11)$	—
N	13	$9,179 \pm 0,013$	$13,009\,858 (\pm 14)$	—
N	14	$6,998 \pm 0,010$	$14,007\,515 (\pm 11)$	$14,007\,564 (\pm 7)$
N	15	$4,528 \pm 0,011$	$15,004\,863 (\pm 12)$	—
O	15	$7,233 \pm 0,012$	$15,007\,768 (\pm 13)$	—
O	16	—	$16,000\,000$ (по условию)	—
O	17	$4,221 \pm 0,006$	$17,004\,533 (\pm 7)$	—
F	17	$6,970 \pm 0,011$	$17,007\,486 (\pm 11)$	—
F	19	$4,149 \pm 0,014$	$19,004\,456 (\pm 15)$	—
F	20	$5,914 \pm 0,017$	$20,006\,352 (\pm 19)$	—

и втором столбцах таблицы приводятся символ атома и массовое число. В третьем столбце дается дефект массы, т. е. разность истинной массы атома и его массового числа, выраженный в мегаэлектрон-вольтах. В четвертом столбце приведены массы атомов, вычисленные из энергий ядерных реакций и выраженные в атомных единицах массы (АЕМ) (физическая шкала). При этом считалось³, что $1 \text{ АЕМ} = 931,152 \text{ Мэв}$. В пятом (последнем) столбце приводятся для сравнения последние масс-спектрографические данные, взятые из работы Нира⁴. Погрешности в четвертом и пятом столбцах, приведенные в скобках, выражены в единицах последнего знака значений масс.

Как видно из таблицы, масс-спектрографические данные всюду больше, чем массы, вычисленные из энергий ядерных реакций, на величины, превышающие погрешности. Вследствие взаимной зависимости всех значений энергий реакций, связанных циклами, их невозможно подогнать так, чтобы, не нарушая увязки, приблизить значения масс, полученные из ядерных данных, к масс-спектрографическим значениям. Авторы реферруемой работы указывают, что сблизить значения масс, полученных разными методами, могут лишь дальнейшие более точные измерения как энергий ядерных реакций, так и масс-спектров.

В. Кравцов

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Tollestrup, W. Fowler and C. Lauritsen, Phys. Rev. **78**, 372 (1950).
 2. C. Li, W. Whaling, W. Fowler and C. Lauritsen, Phys. Rev. **83**, 512 (1951).
 3. УФН **45**, 458 (1951).
 4. A. Nier, Phys. Rev. **81**, 624 (1950).
-