# УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

### МАССЫ ЛЁГКИХ ЯДЕР

### Б. С. Джелепов и Л. Н. Зырянова

#### I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для определения масс ядер применяются четыре основных способа: масс-спектрометрические измерения, метод ядерных реакций, изучение схем распада радиоактивных изотопов и микроволновой метод. За последние три года точность каждого из этих методов возросла в несколько раз; поэтому существующие таблицы масс Бете<sup>1</sup> (1947) и Маттауха и Фламмерсфельда<sup>3</sup> (1948) в значительной степени устарели. Определение масс из новых экспериментальных данных требует пересмотра всей таблицы масс, так как любой метод доставляет сведения не об отдельных массах, а о тех или иных их комбинациях.

Появившиеся в 1951 г. таблицы масс лёгких ядер не являются полными, и, кроме того, существенным их недостатком следует считать то, что при построении их авторы использовали данные только одного метода: таблицы Нира<sup>3</sup> и Эвальда<sup>4</sup> основаны на масс-спектрометрических дублетах; Ли, Валинг и др.<sup>5</sup> исходят лишь из энергий ядерных превращений.

Эти обстоятельства заставили нас для определения масс лёгких ядер предпринять заново обработку всех имеющихся материалов. В статье приведены экспериментальные данные, опубликованные до 1 марта 1952 г., описаны принципы их обработки и дана полная таблица масс ядер для  $Z \ll 20$ .

#### II. УСПЕХИ, ДОСТИГНУТЫЕ В ОПРЕДЕЛЕНИИ МАСС ЯДЕР

За последние годы в развитии всех методов, дающих сведения о массах ядер, достигнуты значительные успехи. Мы вкратце охарактеризуем их в этом параграфе.

1. Измерения энергий ядерных реакций

В течение многих лет энергия, выделяющаяся или поглощаемая при ядерной реакции, определялась по пробегу продуктов реакции. Такие определения всегда сопряжены со значительными погрешностями; во-первых, неизбежен разброс пробегов; во-вторых, связь между пробегом и энергией выражается только эмпирическими формулами или графиками, которые устанавливаются с некоторой погрешностью. Существенным успехом является переход к магнитному анализу продуктов реакции, начатому, повидимому, в 1948 г.6. Точность измерения энергии методом магнитного анализа может быть доведена до долей процента; однако для того чтобы эта точность была реализована, необходимо выполнение ряда добавочных условий.

Первичный пучок протонов, дейтеронов или а-частиц должен быть монохроматизирован по крайней мере с той же точностью. Это достигается применением в качестве ускорителей частиц электростатических генераторов со сжатым газом и автоматической стабилизацией пучка; после выделения пучок обычно ещё раз анализируется магнитным или электростатическим отклоняющим устройством. Таким путём, например, в опытах Фаулера и др.<sup>7,8</sup> была достигнута энергетическая ширина протонного пучка меньше 0,03%.

Мишени должны быть достаточно тонкими для того, чтобы проходящие через них частицы не претерпевали заметного торможения (например, 6 толщина мишени Ве 5 кэв). Применение тонких мишеней повышает требования к интенсивности пучка. Необходимость повышенной интенсивности вытекает также из того факта, что продукты реакции должны выделяться в виде очень узкого пучка, ибо энергия вторичных частиц зависит от направления их вылета. Обычно в таких работах ширина пучка<sup>6</sup> меньше 0,5°.

Все эти обстоятельства затрудняют работу и суживают круг реакций, доступных для изучения. Практически только три лаборатории довели точность магнитного анализа до 10 кэв 9, 10, 11. Общий вес результатов, полученных ими за 1949-1951 гг., составляет 20% общего веса по ядерным реакциям. Можно ожидать, что удельный вес этих исследований в дальнейшем возрастёт, так как возможности метода далеко не исчерпаны, а количество реакций, к которым его можно применить, очень велико.

Устройства, выделяющие хорошо монохроматизированный пучок протонов, позволили значительно повысить точность определения порога реакций типа (р, п). К настоящему времени уже в 8 реакциях порог определён с погрешностью, меньшей 4 кэв. Общий вес этих измерений, ввиду большой точности, составляет 54% веса всех результатов, полученных по методу ядерных реакций. Большие успехи достигнуты также в определении энергии реакций типа (п, ү), идущих при прилипании тепловых нейтронов. Возможность применения очень интенсивных пучков медленных нейтронов позволила применить к появляющимся ү-лучам наиболее точные методы ү-спектроскопии. В работах Кинсея и сотр.<sup>13</sup> энерү-лучей прилипания определяется при помощи магнитного сия спектрометра, в котором измеряется энергия электронно-позитронных пар, созданных у-квантами. В ряде случаев энергию жёстких · у-квантов удаётся измерить с точностью 0,1-0,2%. Несомненно, этот метод имеет большое будущее.

### 2. Измерення ширины масс-спектрометрических дублетов

Ниру удалось в последние годы<sup>13</sup> значительно усовершенствовать старый метод дублетов, бесспорно самый точный из всех масс-спектрометрических методов. Эти усовершенствования коснулись главным образом стабилизации магнитного поля и ускоряющего напряжения. Параллельно с основным в том же магнитном поле был установлен второй спектрограф, на выходе которого находились две пластипки. При нормальном режиме ионный пучок должен был одинаково заряжать обе пластинки; если же сила тока в магните или ускоряющее напряжение изменялись, то пластинки заряжались неодинаково, и разностный ток через специальный усилитель возвращал ток и напряжение к прежним значениям. Это приспособление и некоторые другие улучшения позволили повысить точность измерения дублетов в несколько раз (в отдельных случаях — до 20 раз). В результате этого масс-спектрометрические измерения онять почти «догнали» по точности метод ядерных реакций: ширина дублетов  $D_2 - He^4$ ,  $CH_2 - N^{14}$ ,  $CH_1 - O^{16}$  и других измерена с погрешностью около  $10^{-5}$  м. ед., т. е.  $\approx 10$  кэв в энергетических единицах. Однако число дублетов, определённых с такой точностью, пока ещё невелико, и поэтому общий вес масс-спектрометрических измерений составляет около 11%, в то время как на ядерные реакции приходится 54%.

### 3. Измерение энергии распада

Измерения верхней границы  $\beta$ -спектра и энергии  $\gamma$ -лучей, следующих за  $\beta$ -частицами, могут дать весьма точные сведения о разностй масс исходного и конечного ядра. Наблюдающееся в последнее время повышение точности определения границ  $\beta$ -спектров связано с двумя обстоятельствами: во-первых, стали доступными препараты с большей удельной активностью. Это позволяет применять более топкие источники и таким образом устранить искажения спектра, связанные с рассеянием и поглощением электронов в источнике. Во-вторых, создание магнитных спектрометров с улучшенной фокусировкой позволило устранить искажения спектра вблизи границы, возникавшие из-за большой энергетической ширины фокуса. Определение границы  $\beta$ -спектра путём экстраполирования прямолинейного участка графика Кюри в ряде случаев произведено с ногрениностью, меньшей 5 *кэв*.

В тех случаях, когда  $\beta$ -распад происходит не на основной уровень ядра-продукта, необходимо знать положение этого уровня. Иногда это делается путём измерения энергии  $\gamma$ -лучей, сопровождающих  $\beta$ -распад (например,  $A1^{28} \rightarrow S1^{28}$ ) или реакцию, иногда более точные сведения о положении уровня даёт магнитный анализ про-

• .•

дуктов реакции. Техника ү-спектрометрии за последние годы сильно шагнула вперёд, и теперь уже не представляется чрезмерно трудным измерение энергии ү-лучей с погрешностью 3—5 кэв. В результате данные, получаемые из схем распада, по точности иногда даже превосходят данные измерений при помощи первых двух методов, однако следует помнить, что эти данные связывают попарно только рядом стоящие ядра, в то время как



Суммарный вес результатов определения масс методами: (a) ядерных реакций, (б) радиоактивных превращений, (в) массспектрометрических измерений. В кривую (б) не включены реакции  $H^{9}(\beta^{-})$  Не<sup>8</sup> (погрешность 0,2 кза, 1949 г.) и  $S^{35}$  (—) СГ<sup>35</sup> (погрешность 0,5 кза, 1950 г.). Вес результатов микроволновых определений ничтожно мал и на графике изображён быть не может.

## в первых двух методах выбор объектов более широк.

#### Микроволновой метод

Начиная с 1948 г., для определения масс применяется новый, микроволновой метод, который позволяет находить некоторые комбинации масс по частотам радноволн, резонансно поглощаемым тем или иным газом 14-23. Рассмотрим линейную молекулу, например OCS. Эта молекула, помимо других движений, может совершать квантованные вращательные колебания вокруг оси, перпендикулярной к оси молекулы и проходящей через её центр тяжести. Разность энергий в состояниях с полным орбитальным моментом  $I \frac{h}{2\pi}$ и  $(I+1) \frac{h}{2\pi}$  невелика порядка 10-4 эв. При облу-

чении молекулы электромагнитными волнами подходящей частоты могут осуществляться переходы между состояниями / и / – 1. Частота, соответствующая этим переходам, с хорошей точностью выражается простой формулой

$$y = \frac{h(I+1)}{4\pi^2 I_0} , \qquad (*)$$

где I<sub>0</sub> — момент инерции молекулы относительно указанной оси:

$$I_{0} = \frac{m_{1}m_{2}m_{3}}{m_{1} + m_{2} + m_{3}} \left\{ \frac{l_{1}^{2}}{m_{0}} + \frac{l_{2}^{2}}{m_{1}} + \frac{(l_{1} + l_{2})^{3}}{m_{2}} \right\}; \qquad (**)$$

 $m_1, m_2, m_3$  — массы O, C и S,  $l_1$  — расстояние между ядрами O — C,  $l_2$  — расстояние между ядрами C — S.

Допустим теперь, что на месте атома серы по очереди находятся изотопы S<sup>32</sup>, S<sup>34</sup> и S<sup>35</sup>, с массами  $m_8'$ ,  $m_3''$  и  $m_3'''$ . Тогда резонансное поглощение будет происходить при трёх близких частотах v', v'' и v''', которые возбудят аналогичные переходы.

Если исключить из написанных выше уравнений  $I_0$ ,  $l_1$  и  $l_2$ , то иолучается соотношение <sup>23</sup>

$$\frac{m_3' - m_3'}{m_3' - m_3'''} = \frac{\gamma'' - \gamma'}{\gamma'' - \gamma'} \cdot \frac{\gamma''}{\gamma''} \frac{m_1 + m_2 + m_3'}{m_1 + m_2 + m_3'}.$$
 (\*\*\*)

Таким образом, точность, с которой может быть найдена указанная комбинация масс, определяется точностью измерения малых разностей частот. Для перехода  $I = 1 \rightarrow 2$  в молекуле OCS эти частоты лежат в области ~ 2,4.10<sup>10</sup> сек-1. Измерение частот в этой области производится с исключительно большой точностью - до 0.00001%. Разности частот определяются с точностью до 0.0001%. и примерно с такой же точностью становятся известными разности масс. Если  $\Delta m_a \approx 1$  м. ед., то по формуле (\*\*\*\*) разность определяется с погрешностью 1 кэв. Однако эта точность в действительности нереальна. Сами исходные формулы (») и (»») не являются в такой мере точными. В формуле (\*) для и не содержатся малые члены, которые должны учитывать колебательно-вращательные движения. Кроме того, при выводе формулы (\*\*\*\*) нельзя считать l<sub>1</sub> и l<sub>2</sub> точно одинаковыми при разных m<sub>3</sub>. Различие в механических и квадрупольных моментах атомов m'a, m'a и m'' также должно отразиться на применяемых формулах.

Исследования показывают, что эти не совсем ясные методические вопросы заставляют увеличить погрешность приблизительно в 100 раз <sup>23</sup>. Результаты, полученные этим методом, до сих пор носят, по существу, предварительный характер; их реальный вес невелик, и мы не включили их в список исходных материалов для определения масс. Сравнение результатов микроволновых определений с данными других методов приведено в разделе VI. Успехи, достигнутые за последние годы в четырёх перечисленных методах, иллюстрируются рисунком. По осн абсцисс отложены годы, а по осн ординат суммарный вес результатов, полученных по каждому из методов.

### III. ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ

В нервых четырёх столбцах таблицы І приведены экспериментальные данные, которые были использованы для вычисления масс: а) Q — энергии ядерных реакций; б) E — энергии  $\beta$ - и  $\gamma$ -переходов ядер на основные состояния; в)  $\Delta M$  — величины массовых дублетов. В таблицу включены все данные, опубликованные до 1 марта 1952 г., за исключением пяти реакций, см. таблицу VI, NeNe 1 — 5. Значения остальных столбцов таблицы указаны ниже.

Таблица I

а) Ядерные реакции –)								- 2	
№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec 1)	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)		
1	2	3	4	5	6	7	8		
1	$H(n, \gamma) D$ To ke $To ke$	$\left \begin{array}{c} 148\\ 231\\ 38\\ 295, 296\\ 42\\ 91\\ 92\\ 437\\ 380\\ 327\\ 337\\ 233\\ 283\\ 412\\ 380\\ 403\\ 284\\ 275\\ 289\\ \end{array}\right $	$\begin{array}{c} 2,225\\ 2,2\\ 2,232\pm 0,005\\ 2,24\\ 2,230\pm 0,007\\ \hline \\ -2,14\pm 0,08\\ -2,25\pm 0,05\\ -2,16\pm 0,04\\ -2,189\pm 0,022\\ -2,18\pm 0,07\\ -2,174\pm 0,050\\ -2,183\pm 0,012\\ -2,183\pm 0,007^4)\\ -2,183\pm 0,006^4)\\ -2,185\pm 0,006^4)\\ -2,185\pm 0,005\\ -2,186\pm 0,005^4)\\ -2,24\pm 0,05\\ -2,24\pm 0,05\\ -2,226\pm 0,003\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 2000 \\ 2 \\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 200\\ 0\\ 280\\ 11\\ 0\\ 400\\ 0\\ 1100 \\ \end{array}$	см. № 2 —2,211±0,005 <sup>3</sup> )	400	2,225±0,003	С. ДИСТЛЕНОВ И Л. Н. ЗЫРУНОВА	
	—) Примечания 1), 2) и т. д. на стр. 507.								

`Продолжение табл. I

№ n/n	-Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
1 3 4 5 6 7 7 8 9 10	D (p, n) 2p D (n, $\gamma$ ) H <sup>3</sup> D (d, p) H <sup>3</sup> To we " D (p, $\gamma$ ) He <sup>3</sup> D (d, n) He <sup>3</sup> To we " " " T (d, a) n H <sup>3</sup> (p, n) He <sup>3</sup> To we He <sup>3</sup> (p, n) H <sup>3</sup>	$\begin{array}{c} 371\\ 236\\ 305\\ 391\\ 392\\ 212\\ 385\\ 152\\ 26\\ 61\\ 63\\ 258\\ 14\\ 19\\ 258\\ 391\\ 392\\ 377\\ 418\\ 389\\ 65\\ 207\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} -2,227\pm0,010\\ 6,251\pm0,008\\ 3,98\pm0,02\\ 4,030\pm0,022\\ 4,039\pm0,012\\ 3,96\\ 4,030\pm0,006\\ 6,3\pm0,3\\ 3,1\\ 3,29\pm0,08\\ 3,31\pm0,02\\ 3,35\pm0,02\\ 3,35\pm0,05\\ 3,30\pm0,025\\ 3,30\pm0,025\\ 3,30\pm0,025\\ 3,256\pm0,008\\ 3,2$	$\begin{array}{c} 100\\ 160\\ 25\\ 0\\ 69\\ 0\\ 280\\ 0,11\\ 0\\ 0\\ 25\\ 4\\ 25\\ 11\\ 0\\ 120\\ 6\\ 0\\ 10000\\ 6900\\ 0\\ 0\end{array}$	C <sub>M</sub> . № 2 6,251±0,008 4,028±0,006 <sup>3</sup> ) 6,3 ±0,3 3,270±0,010 <sup>3</sup> ) -0,7641±0,0008	160 280 0,11 100 17000	$\begin{array}{c} -2,225\pm0,003\\ 6,260\pm0,005\\ 4,035\pm0,006\\ 5,498\pm0,005\\ \end{array}$

массы лёгких ядер

Продолжение табл. І

Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)	8	0, 763土0, 007 19, 807土0, 005 18, 344土0, 006	₫,779±0,008
Bec	7	0,11 0,44	50
Принятое значение Q в <i>Мэ</i> в	6	См. № 9 19,7 ±0,3 18,48 ±0,15	4,822土0,022
Bec	5	100 100 0,11 0,44 0 0,44	000%00, <del>44</del>
Экспериментальное значение Q в <i>Мэв</i>	4	$\begin{array}{c} 0,764\pm0,025\\ 0,764\pm0,010\\ 0,764\pm0,010\\ 0,766\pm0,010\\ 119,2\pm0,6\\ 119,2\pm0,6\\ 118,48\pm0,15\\ 4,57\pm0,05\\ 4,97\pm0,05\\ 10,04\\ 0,04\\ 0,04\end{array}$	$\begin{array}{c} 4,4,6,600\pm0,000\\ 6,00\pm0,000\pm0,000\pm0,000\\ 4,9,9,2,7,2,4,0,000\\ 2,12,4,0,000\\ 2,12,4,0,000\\ 2,12,4,0,000\\ 2,12,1,0,00\\ 0,15,1,0,00\\ 0,100\\ 0,00\\$
Литера- турные ссыдки	3	218 154 3354 450 3354 450 257 255 257 255 257	$\begin{array}{c} 296\\ 255\\ 296\\ 255\\ 232\\ 232\\ 232\\ 233\\ 233\\ 233\\ 233$
Реакция	. 2	He <sup>8</sup> (n, p)H <sup>8</sup> T ( $p$ , $\frac{s}{T}$ ) He <sup>4</sup> T ( $p$ , $\frac{s}{T}$ ) He <sup>4</sup> He <sup>3</sup> (d, p) He <sup>5</sup> He <sup>4</sup> (d, p) He <sup>5</sup> Ll <sup>6</sup> (n, $\alpha$ ) H <sup>3</sup> To we	Li <sup>6</sup> (p, <sup>z</sup> ) He <sup>8</sup>
N N N N N		17 113 133 13 14 13	. 15 1

Пролоджение	табт	T
продояжение	1 1 0 1.	

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
16 17 18 19 20 21	Li <sup>6</sup> (p, a) He <sup>3</sup> To жe 	$\begin{array}{c} 85\\ 385\\ 253\\ 101\\ 418\\ 368\\ 104\\ 381\\ 76\\ 385\\ 264\\ 419\\ 164\\ 368\\ 101\\ 420\\ 384\\ 385\\ 411\\ 415\\ 248\\ 37\\ 275\end{array}$	$\begin{array}{c} 3,97 \pm 0,03 \\ 4,021\pm 0,006 \\ 4,017\pm 0,012 \\ 4,015\pm 0,006 \\ 4,024\pm 0,005 \\ 22,20 \pm 0,04 \\ 5,02\pm 0,014 \\ 5,006\pm 0,014 \\ 5,019\pm 0,007 \\ 3,30 \\ 3,27 \\ 3,40 \pm 0,05 \\ 17,325\pm 0,013 \\ 17,325\pm 0,013 \\ 17,338\pm 0,011 \\ 17,340\pm 0,014 \\ 17,340\pm 0,014 \\ 17,340\pm 0,014 \\ 17,340\pm 0,014 \\ 14,3 \\ 13,43 \\ -9,5 \pm 0,3 \\ -9,8 \pm 0,5 \\ \end{array}$	$ \begin{array}{c} 11\\ 280\\ 69\\ 280\\ 400\\ 6\\ 0\\ 0\\ 200\\ 0\\ 0\\ 4\\ 0\\ 59\\ 83\\ 51\\ 0\\ 6\end{array} $	$\begin{array}{c} 4,020\pm 0,003\\ 22,20\pm 0,04\\ 5,019\pm 0,007\\ 3,40\pm 0,05\\ 17,336\pm 0,007\end{array}$	1100 6 200 4 190	$4,016\pm0,008$ 22,361±0,007 5,026±0,009 3,381±0,009 17,335±0,007

2 УФН, т. XLVIII, вып. 4

МАССЫ ЛЁГКИХ ЯДЕР

					Π	родоля	сенче табл. I
№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
22 23 24 25 26	Li <sup>7</sup> (d, p) Li <sup>8</sup> To же " " Li <sup>7</sup> (p, n) Be <sup>7</sup> To же " Li <sup>7</sup> (p, γ) Be <sup>8</sup> Li <sup>7</sup> (d, n) Be <sup>8</sup> To же Be <sup>9</sup> (p, α) Li <sup>7</sup> To же	$\begin{array}{c} 345\\ 445\\ 381\\ 308\\ 77\\ 216\\ 76\\ 385\\ 418\\ 178\\ 187\\ 361\\ 362\\ 93\\ 441\\ 253\\ 404\\ 58\\ 171\\ 216\\ 10\\ 11\\ 11\end{array}$	$\begin{array}{c} -0,200 \pm 0,030 \\ -0,18 \\ -0,193 \pm 0,008 \\ -0,187 \pm 0,010 \\ -0,187 \pm 0,007 \\ -0,188 \pm 0,007 \\ -0,193 \pm 0,008 \\ -0,193 \pm 0,008 \\ -0,193 \pm 0,007 \\ -0,192 \pm 0,001 \\ -1,6476 \pm 0,0049 \\ -1,6476 \pm 0,0016 \\ -1,6461 \pm 0,0019 \\ -1,6461 \pm 0,002 \\ -1,6457 \pm 0,04 \\ -1,6457 \pm 0,02 \\ 17,2 \pm 0,2 \\ 14,55 \\ 15,0 \pm 0,15 \\ 15,0 \pm 0,15 \\ 15,0 \pm 0,15 \\ 15,0 \\ 2,115 \pm 0,040 \\ 2,078 \pm 0,040 \end{array}$	$\begin{array}{c} 0\\ 0\\ 0\\ 100\\ 200\\ 0\\ 0\\ 10000\\ 420\\ 3900\\ 2500\\ 0\\ 3900\\ 2500\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 2500\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 6\end{array}$	$-0,1919\pm0,0010$ $-1,6455\pm0,0010$ $17,2\pm0,2$ $15,0\pm0,15$	10000 11000 0,25 0,44	$-0,192\pm0,010$ $-1,645\pm0,009$ $17,247\pm0,008$ $15,022\pm0,009$

474

с. джеленов и н н. зырянова

ы

Продолжение табл. 1

№ п/г	. Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
27 28 29	Be <sup>9</sup> (p, α) Li <sup>7</sup> To жe " " " " " " " " " " " " " " " " " " "	$\begin{array}{c} 12\\ 12\\ 270\\ 120\\ 393\\ 385\\ 253\\ 418\\ 89\\ 306\\ 168\\ 75\\ 76\\ 212\\ 421\\ 385\\ 418\\ 302\\ 99\\ 283\\ 412\\ 403\\ 179\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 2,114\pm0,040\\ 2,074\pm0,03\\ 2,078\pm0,040\\ 2,074\pm0,030\\ 2,074\pm0,030\\ 2,074\pm0,030\\ 2,121\pm0,012\\ 2,142\pm0,006\\ 2,121\pm0,007\\ 2,123\pm0,004\\ 2,130\pm0,010\\ 7,19\pm0,12\\ 7,093\pm0,022\\ 7,145\pm0,024\\ 7,145\pm0,024\\ 7,145\pm0,024\\ 7,16\\ 7,151\pm0,010\\ 7,150\pm0,008\\ 7,159\pm0,009\\ -18\pm1\\ -1,63\pm0,05\\ -1,627\pm0,010\\ -1,630\pm0,006\\ -1,667\\ -1,681\pm0,013\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0\\ 11\\ 0\\ 0\\ 280\\ 200\\ 620\\ 100\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 100\\ 160\\ 120\\ 0,01\\ 0\\ 100\\ 280\\ 0\\ 59\end{array}$	2,127 <u>+</u> 0,003 7,153 <u>+</u> 0,005 —18 <u>+</u> 1	1200 400 0,01	2,126 <u>+</u> 0,008 7,152 <u>+</u> 0,009 16,882+0,010

2\*

475

массы лёгких ядер

Продолжение табл. І

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
30 31 32 33	Be <sup>9</sup> (γ, n) Be <sup>8</sup> Be <sup>9</sup> (p, d) Be <sup>8</sup> To жe Be <sup>9</sup> (d, t) Be <sup>3</sup> To жe Be <sup>9</sup> (d, t) Be <sup>3</sup> To жe Be <sup>9</sup> (d, p) Be <sup>10</sup> To жe	$\begin{array}{c} 289\\ 111\\ 270\\ 12\\ 120\\ 393\\ 289\\ 350\\ 385\\ 418\\ 89\\ 416\\ 129\\ 385\\ 326\\ 234\\ 235\\ 326\\ 234\\ 235\\ 306\\ 318\\ 5\\ 248\\ 6\\ 439 \end{array}$	$\begin{array}{c} -1,666\pm0,002\\ 0,556\pm0,006\\ 0,556\pm0,006\\ 0,554\pm0,006\\ 0,541\pm0,003\\ 0,558\pm0,003\\ 0,560\pm0,013\\ 0,560\pm0,013\\ 0,562\pm0,004\\ 0,562\pm0,002\\ 0,558\pm0,005\\ 4,32\\ 4,67\pm0,003\\ 4,597\pm0,013\\ 4,61\pm0,04\\ 6,80\pm0,010\\ 6,797\pm0,008\\ 4,59\pm0,11\\ 4,59\\ 4,59\pm0,05\\ 4,59\pm0,05\\ 4,59\pm0,05\\ 4,59\pm0,05\\ 4,58\\ \pm,58\\ \pm,0,05\\ 4,58\\ \pm,58\\ \pm,5$	$\begin{array}{c} 2500\\ 0\\ 280\\ 280\\ 1100\\ 1100\\ 620\\ 59\\ 620\\ 2500\\ 400\\ 0\\ 111\\ 59\\ 6\\ 0\\ 160\\ 0\\ 160\\ 0\\ 4\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\$	$-1,662\pm0,005$ <sup>3</sup> ) 0,5545 $\pm0,0018$ <sup>3</sup> ) 4,609 $\pm0,012$ <sup>3</sup> ) 6,797 $\pm0,008$	400 3000 69 160	$-1,668\pm0,008$ $0,557\pm0,008$ $4,592\pm0,009$ $6,806\pm0,010$

476

С. ДЖЕЛЕПОВ И Л. Н. ЗЫРЯНОВА

ы

## Продолжение табл. І

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)	
1	2	3	4	5	6	7	8	
34 35 36 37 38 39	$\begin{array}{c} Be^{9}(d, p) Be^{10} \\ To we \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $	$\left \begin{array}{c} 75\\ 212\\ 76\\ 350\\ 385\\ 238\\ 184\\ 178\\ 196\\ 329\\ 330\\ 60\\ 424\\ 425\\ 279\\ 278\\ 279\\ 278\\ 279\\ 68\\ 271, 147\\ 257\\ 413\\ 54\end{array}\right $	$\begin{array}{c} 4,576\pm0,012\\ 4,68\\ 4,576\pm0,012\\ 4,55\pm0,008\\ 4,591\pm0,008\\ -2,03\\ -1,851\pm0,006\\ -1,852\pm0,002\\ -1,852\pm0,002\\ -1,852\pm0,002\\ -1,852\pm0,002\\ -1,852\pm0,002\\ 4,39\\ 4,39\\ 4,39\\ 4,39\\ 4,39\\ 4,39\\ 4,39\\ -2,05\\ -7,02\\ -6,92\pm0,05\\ 5,65\pm0,11\\ 5,78\pm0,11\\ 2,90\\ 2,75\\ \pm0,08\\ 2,99\\ 2,82\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0\\ 0\\ 0\\ 11\\ 160\\ 160\\ 0\\ 280\\ 0\\ 0\\ 2500\\ 0\\ 0\\ 0\\ 1\\ 4\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\$	$\begin{array}{c} 4,587 \pm 0,006 \\ -1,8520 \pm 0,0019 \\ 4,39 \pm 0,10 \\ -8,01 \pm 0,05 \\ -6,92 \pm 0,05 \\ 5,72 \pm 0,08 \end{array}$	320 2800 1 4 4 1,6	$4,581\pm0,010$ 1,852\pm0,009 $4,357\pm0,009$ 6,890±0,012 5,696±0,008	массы лёгких ядер 477

.

Продолжение табл. І

№ п/п	Реакция	• Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
40 41 42 43	B <sup>10</sup> (n, ?) Li <sup>7</sup> To жe B <sup>10</sup> (p, a) Be <sup>7</sup> To жe B <sup>10</sup> (d, a) Be <sup>3</sup> B <sup>10</sup> (d, p) B <sup>11</sup> To жe	$\begin{array}{c} 215\\ 218\\ 447\\ 84\\ 396\\ 177\\ 143\\ 82\\ 83\\ 83\\ 83\\ 71\\ 79\\ 84\\ 97\\ 358\\ 97\\ 161\\ 175\\ 317\\ 34\\ 78\\ 34\\ 385 \end{array}$	$\begin{array}{c} 2,785\pm0,025\\ 2,788\pm0,010\\ 2,85\pm0,10\\ 2,80\pm0,05\\ 2,795\pm0,004\\ 2,793\pm0,027\\ 2,83\pm0,15\\ 1,11\pm0,06\\ 1,04\pm0,06\\ 1,05\pm0,07\\ 1,146\pm0,005\\ 1,152\pm0,004\\ 1,152\pm0,005\\ 9,279\pm0,020\\ 9,18\pm0,05\\ 9,235\pm0,011\\ \end{array}$	$ \begin{array}{c} 16\\ 100\\ 0\\ 620\\ 13\\ 0\\ 0\\ 0\\ 280\\ 620\\ 100\\ 1,6\\ 0,11\\ -2,8\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\$	$2,794\pm0,004$ $1,150\pm0,003$ $17,76\pm0,08$ $-7,6\pm0,3$ $9,230\pm0,011$	740 1000 1,6 0,11 90	$2,794\pm0,010$ $1,149\pm0,010$ $17,816\pm0,009$ $-8,435\pm0,010$ $9,234\pm0,010$

•

-

478

Б. С.

**ДЖЕЛЕПОВ И Л. Н. ЗЫРЯНОВА** 

\_

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
44 45 46	B <sup>10</sup> (p, n) C <sup>10</sup> B <sup>10</sup> (d, n) C <sup>11</sup> To же B <sup>10</sup> (a, p) C <sup>13</sup> To же	$ \begin{array}{r}     30 \\     60 \\     163 \\     271 \\     432 \\     220 \\     280 \\ \end{array} $	$\begin{array}{c} -5,1\\ 6,08\\ 6,59 \pm 0,10\\ 3,7\\ 4,16\\ 3,86\\ 3,85\end{array}$	0 0 1 0 0 0 0	6,59 <u>+</u> 0,10	1	$-4,71 \pm 0,10$ 6,465 $\pm 0,010$
47	B <sup>11</sup> (p, α) Be <sup>8</sup> Το же	106 313 306 385	$4,07 \pm 0,20$ $4,08 \pm 0,12$ $8,60 \pm 0,10$ $8,567 \pm 0,011$	0,25 0,69 0 83	4,08 ±0,10	0,94	4,061 <u>+</u> 0,009
18	B11 (d <sup>°</sup> a) Ba9	252, 253	$8,574\pm0,014$ 8,13 ±0,12	51	8,570 <u>+</u> 0,009	130	8,582 <u>+</u> 0,008
49 50	To $me$ B <sup>11</sup> ( $\gamma$ , n) B <sup>10</sup> B <sup>11</sup> (d, p) B <sup>12</sup> To $me$	397, 399 358 202 383	$8,018\pm0,007$ -11,1 $\pm0,3$ 1,25 1 136 $\pm0,004$	200 0,11 0	8,018 <u>+</u> 0,007 -11,1 <u>+</u> 0,3	200 0,11	$8,025\pm0,009\-11,460\pm0,009$
51	В <sup>11</sup> (р, n) С <sup>11</sup> То же	79 183 184	$\begin{array}{r}1,136\pm0,005\\-2,76\pm0,01\\-2,72\pm0,03\\-2,72\pm0,002\end{array}$	400 0 0	1,136 <u>+</u> 0,005	400	1,135 <u>+</u> 0,012
52	" B <sup>11</sup> (d, "n) C <sup>12</sup> "	329 330 60 163	$\begin{array}{c} -2,702\pm0,003\\ -2,762\pm0,003\\ 13,4\\ 13,92\pm0,15\end{array}$	1100 0 0,44	2,762 <u>+</u> 0,003 13,92 <u>+</u> 0,15	1100 0,44	- 2,769 <u>+</u> 0,009 13,721 <u>+</u> 0,008

## Продолжение табл. 1

массы лёгких ядер

Продолжение	табл. I
-------------	---------

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в <i>Мэв</i>	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2 .	3	4	5	6	7	8
53	B <sup>11</sup> (a, p) C <sup>14</sup> To me	316 106 367	$\begin{array}{c} 0,66 \pm 0,30 \\ 0,85 \pm 0,20 \\ 0,63 \\ 0,75 \pm 0,01 \end{array}$	0 0 100	0.75 1.0.01	100	0.779.1.0.008
54	C <sup>12</sup> (γ, n) C <sup>11</sup>	274	$-18,7$ $\pm 0,11$	100	$-18,7 \pm 0,11$	100	$-18,715\pm0,008$
55	$C^{12}(n, \gamma) C^{13}$	234, 235 414	$4,947\pm0,010$ 4 95 +0 05	100	4.947+0.010	104	4 948-1-0 007
56	C12 (d, p) C18 To жe	98 211 174 192 74 385	$\begin{array}{c} 2,71 \pm 0,05 \\ 2,38 \pm 0,15 \\ 2,6 \\ 2,72 \\ 2,729 \pm 0,009 \\ 2,716 \pm 0,005 \end{array}$	0 0 0 0 400	1,011_0,010	101	+,940 <u>-</u> 0,001
57 58	, C <sup>12</sup> (p, n) N <sup>12</sup> C <sup>12</sup> (d, n) N <sup>13</sup> To жe	238 15 98 45 64	$\begin{array}{c} 2,732\pm0,006\\18,5\pm0,1\\ -&0,28\\ -&0,27\pm0,02\\ -&0,281\pm0,003 \end{array}$	280 6) 0 25 1100	2,723 <u>+</u> 0,005 ³)	380	2,723 <u>+</u> 0,007
59	, C <sup>13</sup> (d, α) B <sup>11</sup>	172 98	$ \begin{array}{c} -0,29 \pm 0,09 \\ -0,29 \pm 0,19 \\ 5,24 \pm 0,11 \\ 160 \pm 0,010 \end{array} $		— 0,281 <u>+</u> 0,003	1100	— 0,283 <u>+</u> 0,008
60		384, 385 252 385	$5,100\pm0,010$ $5,164\pm0,006$ $1,310\pm0,006$	280 280	5,163 <u>+</u> 0,005	380	5,173 <u>+</u> 0,008
	То же	252	1,310±0,003	1100	1,310 <u>+</u> 0,003	1380	1,312 <u>+</u> 0,008

•

4

## Продолжение табл. І

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в <i>Мэв</i>	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
61	С <sup>13</sup> (d, p) С <sup>14</sup> То же ", .	67 44 210 110 375 385	$\begin{array}{c} 6,1\\ 6,09 \pm 0,20\\ 5,82 \pm 0,12\\ 5,91 \pm 0,03\\ 5,948 \pm 0,014\\ 5,948 \pm 0,008\\ \end{array}$	0 0 11 0 160			
62	С <sup>13</sup> (р, n) N <sup>13</sup> То же	252 183 329 330	$5,940\pm0,004$ -2,97 ±0,03 -3,003 ±0,003 -3,003 ±0,003	620 0 0 1100	5,941 <u>+</u> 0,004	780	5,945 <u>+</u> 0,007
63	C <sup>18</sup> (d, n) N <sup>14</sup> To жe	$1 \\ 60 \\ 44 \\ 386$	$\begin{array}{c} -3,01 \pm 0,01 \\ 5,2 \pm 0,4 \\ 5,5 \pm 0,2 \\ 5,24 \end{array}$	100 0 0,25 0	—3,004 <u>+</u> 0,003	1200	
GA	$C^{14}(r^{2}r)$ N <sup>14</sup>	265 250	$5,17 \pm 0,05$	4	5,19 <u>+</u> 0,05 ³)	3,7	5,320 <u>+</u> 0,007
04	То же	360	$-0,620\pm0,002$	120	-0,620 <u>+</u> 0,009	120	$-0,626\pm0,006$
65	С <sup>14</sup> (d, n) N <sup>15</sup> То же	$\begin{array}{c} 204 \\ 205 \end{array}$	8,0 8,15	0			
66	N <sup>14</sup> (п, а) В <sup>11</sup> То же "	205 59 27 53		0 0 0 0			7,987 <u>+</u> 0,008

•

481

массы лёгких ядер

Продолжение табл. І

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Эксперимептальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
67 68	N <sup>14</sup> (n, a) B <sup>11</sup> To me " N <sup>14</sup> (d, a) C <sup>12</sup> To me N <sup>14</sup> (n, p) C <sup>14</sup> To me	$\begin{array}{c} 32\\ 376\\ 221\\ 56\\ 56\\ 97\\ 193\\ 262\\ 198\\ 199\\ 54\\ 322\\ 440\\ 59\\ 376\\ 200\\ 207\\ 360\\ 153\\ 218\\ 154\\ 285\\ 221\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} - 0,260 \\ - 0,24 \pm 0,08 \\ - 0,26 \pm 0,08 \\ - 0,30 \pm 0,06 \\ - 0,28 \pm 0,08 \\ 13,40 \pm 0,15 \\ 13,39 \pm 0,08 \\ 13,575 \pm 0,012 \\ 0,60 \pm 0,03 \\ 0,57 \pm 0,04 \\ 0,60 \\ 0,710 \\ 0,60 \pm 0,03 \\ 0,57 \pm 0,04 \\ 0,60 \\ 0,710 \\ 0,60 \pm 0,03 \\ 0,70 \pm 0,04 \\ 0,610 \pm 0,01 \\ 0,632 \pm 0,010 \\ 0,632 \pm 0,010 \\ 0,632 \pm 0,004 \\ 0,610 \pm 0,010 \\ 0,630 \pm 0,010 \\ 0,630 \pm 0,050 \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0\\ 1,6\\ 2,8\\ 1,6\\ 0\\ 1,6\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 11\\ 0\\ 0\\ 100\\ 16\\ 120\\ 0\\ 100\\ 280\\ 100\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ $	— 0,27 <u>+</u> 0,04 13,571 <u>+</u> 0,018 <sup>8</sup> )	7,6 30	0,147 <u>+</u> 0,008 13,574 <u>+</u> 0,007

.

Продолжение табл. І

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
69	N <sup>14</sup> (n, p) C <sup>14</sup> To же N <sup>14</sup> (γ, n) N <sup>13</sup> To же	143 338 28 29 274	$\begin{array}{c} 0,62 \pm 0,05 \\ 0,626 \\ -11,0 \pm 0,5 \\ -11,1 \pm 0,5 \\ 10,6 \pm 0,2 \end{array}$	0 0 0,04	0,622 <u>+</u> 0,004	720	0,626 <u>+</u> 0,006
70 71	N <sup>14</sup> (n, γ) N <sup>15</sup> N <sup>14</sup> (d, p) N <sup>15</sup> To жe	275 234, 235 97 194 115 174	$\begin{array}{c} -10,65 \pm 0,20\\ -10,65 \pm 0,012\\ 8,55 \pm 0,08\\ 8,51 \pm 0,10\\ 8,65 \pm 0,07\\ 8,55\end{array}$	0,25 69 1,6 0 2 0	$-10,71 \pm 0,19$ 10,823 $\pm 0,012$	0,3 69	$-10,551\pm0,007$ 10,838 $\pm0,008$
	27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 2	429 260 261 385	$\begin{array}{r} 8,61 \\ 8,615 \\ - 0,008 \\ 8,615 \\ - 0,009 \\ 8,615 \\ - 0,009 \\ 8,615 \\ - 0,009 \end{array}$	0 0 0 120	8,615 <u>+</u> 0,009	120	8,613 <u>+</u> 0,008
72 73	N <sup>14</sup> (d, f) O <sup>15</sup> To $\approx$ N <sup>14</sup> ( $\alpha$ , p) O <sup>17</sup>	378 162 181 320	$5,1 \pm 0,2$ $5,15 \pm 0,10$ -1,26 -1,26	°) 0			•
74	10 же N <sup>15</sup> (р, а) С <sup>12</sup> То же	339 81 156 101	$ \begin{array}{c} - 1,37 \\ - 1,17 \\ 5,00 \\ \pm 0,15 \\ 4,96 \\ \pm 0,05 \\ 4,960 \\ \pm 0,006 \end{array} $	6 0 4 280	- 1,17 <u>+</u> 0,04	6	— 1,186 <u>+</u> 0,008

Продолжение	табл. I
-------------	---------

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в <i>Мэв</i>	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
75 76 77 78 79 80 81 82	$ \begin{array}{c} N^{15} (p, \alpha) C^{12} \\ To & \text{me} \\ N^{15} (d, \alpha) C^{18} \\ To & \text{me} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} N^{15} (d, \alpha) N^{16} \\ To & \text{me} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} N^{15} (d, \alpha) N^{16} \\ O^{16} (n, \alpha) C^{13} \\ O^{16} (d, \alpha) N^{14} \\ To & \text{me} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} O^{16} (n, p) N^{16} \\ O^{16} (\eta, n) O^{15} \\ To & \text{me} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} O^{16} (d, p) O^{17} \\ To & \text{me} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} n \\ n $	385 252, 253 194 262 385 428 429 426 201 97 384, 385 253 28 29 373 98 174 320 190 191, 192 395 74 297	$\begin{array}{c} 4,960\pm0,007\\ 4,961\pm0,006\\ 7,54\pm0,007\\ 7,681\pm0,009\\ 7,681\pm0,009\\ 0,23\pm0,15\\ 0,21\pm0,15\\ 0,21\pm0,15\\ 10,9\pm0,15\\ -2,38\pm0,16\\ 3,13\pm0,13\\ 3,112\pm0,006\\ 3,119\pm0,005\\ -11,9\\ -16,3\pm0,4\\ 1,95\pm0,06\\ 1,8\\ 1,75\\ 2,05\pm0,2\\ 1,90\pm0,2\\ 1,90\pm0,008\\ 1,925\pm0,008\\ 1,925\pm0,008\\ 1,89\pm0,10\\ \end{array}$	$200 \\ 280 \\ 2 \\ 280 \\ 0 \\ 6 \\ 0 \\ 6 \\ 0 \\ 400 \\ 0 \\ 6 \\ 6 \\ - 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\$	$4,960\pm0,004$ 7,680 $\pm0,008$ <sup>3</sup> ) $-2,38\pm0,16$ $3,116\pm0,004$	760 160 0,04 0,4 680	$4,961\pm0,008$ $7,684\pm0,009$ $-9,901\pm0,007$ $-2,217\pm0,006$ $-3,103\pm0,006$ $-9,69\pm0,15$

Продо	л	ж	е	н	и	е	Τź	ιб	л.	I
-------	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
83	О <sup>16</sup> (d, p) О <sup>17</sup> То же О <sup>16</sup> (d, p) F <sup>17</sup> То же	385 238 191 128	$\begin{array}{c} 1,917\pm 0,005\\ 1,918\pm 0,008\\ -1,614\pm 0,010\\ -1,51\pm 0,05\\ -1,51\pm 0,01\end{array}$	400 160 <sup>6</sup> )	1,917 <u>+</u> 0,004	560	1,918 <u>+</u> 0,007
84 85 86	O <sup>16</sup> (a, p) F <sup>19</sup> O <sup>17</sup> (n, a) C <sup>14</sup> O <sup>18</sup> (p, a) N <sup>15</sup>	05 73 197 81	$ \begin{array}{r} -1,03 \pm 0,01 \\ -8,08 \pm 0,1 \\ 1,4 \\ 3,96 + 0,15 \end{array} $	0 0 0,44			$\begin{array}{r} & 8,123 \pm 0,006 \\ & 1,812 \pm 0,008 \end{array}$
87	То же О <sup>18</sup> (р, п) F <sup>18</sup>	156 122	$3,97 \pm 0,05$ - 2,42 \pm 0,04 2,455 \pm 0,002	4 0 0	3,97 <u>+</u> 0,05	4,4	3,985 <u>+</u> 0,008
88	F <sup>19</sup> (n, a) N <sup>16</sup>	329 330 53	$\begin{array}{r} -2,453\pm0,002\\ -2,453\pm0,002\\ -0,73\pm0,26\end{array}$	2500 0	- 2,453 <u>+</u> 0,002	2500	2,452 <u>+</u> 0,008
89	То же F <sup>19</sup> (р, <sup>7</sup> α) О <sup>16</sup>	213 214 189	$\begin{array}{r} - 0,67 \pm 0,11 \\ - 1,2 \pm 0,9 \\ 8,15 \pm 0,12 \end{array}$	0 0			$-$ 1,57 $\pm$ 0,15
	То же "	8 35,36 156	7,95 $7,94 \pm 0,08$ $8,06 \pm 0.04$	0 0 6		•	
	27 27	382	$8,101\pm0,030$	Ŭ 11			
90	" 10 (م <sup>°</sup> م) 11	94, 95 385 80	$8,113\pm0,030$ $8,118\pm0,009$ 9,84	120 0	8,115 <u>+</u> 0,008	140	8,123 <u>+</u> 0,006
	То же	385	10,050 <u>+</u> 0,010	10Ŏ	10,050 <u>+</u> 0,010	100	$10,040 \pm 0,008$

.

массы лёгких ядер

Προ	πο:	лже	ние	табл.	T
11 P V	~ ~ •	1 1 L Q		1 11 0 ***	•

4	
Ô	
6	

Б. C.

ДЖЕЛЕПОВ И Л. Н. ЗЫРЯНОВА

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Вес	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
91	F <sup>19</sup> (n, p) O <sup>19</sup> To жe	351 213 214	$\begin{array}{r} 0,48 \pm 0,25 \\ - 3,56 \pm 0,07 \\ - 3,9 \pm 0,7 \end{array}$	6)	-		
92 93 94	F <sup>19</sup> (d, t) F <sup>18</sup> F <sup>19</sup> (n, $\gamma$ ) F <sup>20</sup> F <sup>19</sup> (d, p) F <sup>20</sup> To жe	66 235, 237 67 8 307	$\begin{array}{c} -4,1 \\ 6,63 \\ 4,3 \\ 4,29 \\ 4,36 \\ -20 \\ -$	1 11 0 0	$-4,1 \pm 0,1$ 6,63 $\pm 0,03$	1 11	$-4,180\pm0,009\6,600\pm0,021$
95	F <sup>19</sup> (p, n) Ne <sup>19</sup>	9 385 422 408	$\begin{array}{c} 4,06 \pm 0,08 \\ 4,373 \pm 0,007 \\ -3,97 \pm 0,25 \\ 3,97 \end{array}$	0 200 0	4,373 <u>+</u> 0,007	200	4,375 <u>+</u> 0,021
96 97 98	$F^{19}(d, n) Ne^{20}$ $F^{19}(\alpha, p) Ne^{22}$ $Ne^{20}(n, \alpha) O^{17}$	62 90 169	$10,80 \pm 0,20$ 1,58 - 0,6 - 0,6 - 0,80	0,25 0 0	10,80 <u>+</u> 0,20	0,25	$10,628\pm0,007\\1,722\pm0,007$
99 100	Ne <sup>20</sup> (d, α) F <sup>18</sup> Ne <sup>20</sup> (d, p) Ne <sup>21</sup> To жe	222 286 130 133 16	$\begin{array}{c} - 0,75 \pm 0,05 \\ 2,78 \pm 0,02 \\ 4,48 \pm 0,10 \\ 4,54 \pm 0,10 \\ 4,54 \pm 0,07 \end{array}$	4 25 0 0	$-0,75\pm0,05$ 2,78 $\pm0,02$	4 25	$^{-0,588\pm0,008}_{2,774\pm0,008}$
	7) 29 39	286 402	$4,51 \pm 0,07$ $4,54 \pm 0,04$ $4,529 \pm 0,007$	6 200	4,529 <u>+</u> 0,007	200	4,532 <u>+</u> 0,007

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в <i>Мэв</i>	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
101 102 103 104 105 106 107 108	Ne <sup>20</sup> ( $\alpha$ , p) Na <sup>23</sup> To же Ne <sup>21</sup> (d, p) Ne <sup>22</sup> To же Ne <sup>22</sup> (d, $\alpha$ ) F <sup>20</sup> Ne <sup>22</sup> (d, $\alpha$ ) Ne <sup>23</sup> To же Ne <sup>22</sup> ( $\alpha$ , $n$ ) Mg <sup>25</sup> Na <sup>23</sup> ( $n$ , $\alpha$ ) F <sup>20</sup> To же Na <sup>23</sup> ( $p$ , $\alpha$ ) Ne <sup>20</sup> To же Na <sup>23</sup> ( $d$ , $\alpha$ ) Ne <sup>21</sup> To же	$\begin{array}{c} 3\\ 315\\ 315\\ 16\\ 433\\ 286\\ 130\\ 133\\ 16\\ 402\\ 307\\ 213\\ 214\\ 155\\ 156\\ 402\\ 249\\ 294\\ 155\\ 156\\ 402\\ 249\\ 294\\ 154\\ 196\\ 385\\ 213\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} & \\ - & 2,54 \\ - & 2,64 \pm 0,20 \\ & 8,34 \\ \hline 7,00 \pm 0,10 \\ 2,62 \pm 0,10 \\ 2,89 \pm 0,11 \\ 2,96 \pm 0,07 \\ - & 0,916 \pm 0,07 \\ - & 0,916 \pm 0,07 \\ - & 4,00 \pm 0,50 \\ - & 5,4 \pm 0,3 \\ 2,14 \pm 0,07 \\ 2,35 \pm 0,04 \\ 2,372 \pm 0,04 \\ 2,372 \pm 0,008 \\ 6,85 \pm 0,20 \\ 6,75 \pm 0,10 \\ 6,84 \pm 0,05 \\ 6,86 \\ 6,902 \pm 0,010 \\ - & 4,22 \pm 0,27 \end{array}$	0 0,25 0 1 0 0 200 200 200 200 200 200 200 200	$-2,64 \pm 0,20$ $2,62 \pm 0,10$ $-2,964 \pm 0,007$ $-0,916 \pm 0,07$ $2,371 \pm 0,008$ $6,900 \pm 0,010$	0,25 I 200 2 160	$\begin{array}{c} & & & & \\ & - & 2,389 \pm 0,008 \\ & & 8,179 \pm 0,007 \\ & & 2,653 \pm 0,020 \\ & - & 2,989 \pm 0,008 \\ & - & 0,502 \pm 0,020 \\ & - & 3,864 \pm 0,007 \\ & & 2,389 \pm 0,008 \\ & & 6,921 \pm 0,008 \end{array}$
110	Το же Na <sup>23</sup> (γ, n) Na <sup>23</sup>	214 358	$\begin{array}{c} -3,6 \\ \pm 0,8 \\ -12,6 \\ \pm 0,3 \end{array}$	0 6)			— 3,528 <u>+</u> 0,009

Продолжение табл. І

МАССЫ ЛЁГКИХ ЯДЕР

-

Продолжение табл. І

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица 11)
1	2	3	4	5	6	7	8
111	Na <sup>23</sup> (d, p) Na <sup>24</sup> То же , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	249 294 396 297 385 422	$\begin{array}{r} 4,92 \pm 0,30 \\ 4,76 \\ 4,77 \pm 0,04^8) \\ 4,92 \pm 0,35 \\ 4,731 \pm 0,009 \\ -4,58 \pm 0,30 \end{array}$	6) 6)			
113 114 115	To we Na <sup>23</sup> (d, n) Mg <sup>24</sup> Na <sup>23</sup> ( $\alpha$ , p) Mg <sup>26</sup> To we Mg <sup>24</sup> ( $\alpha$ <sup>2</sup> n) Mg <sup>23</sup>	408 263 241 280 290 37	$\begin{array}{r} -4,58 \pm 0,30 \\ 9,23 \pm 0,208 \\ 1,91 \\ 1,64 \\ 1,44 \\ -164 \pm 0.3 \end{array}$	0,25 0 0 0 0	9,23 <u>+</u> 0,20	0,25	9,502 <u>+</u> 0,023 1,88 <u>+</u> 0,03
116 117	Mg <sup>24</sup> (1, 1) Mg <sup>25</sup> Mg <sup>24</sup> (1, 1) Mg <sup>25</sup> Mg <sup>24</sup> (d, p) Mg <sup>25</sup> To жe	275 237 5 7 297	$ \begin{array}{c} -16,2 \pm 0,3 \\ 7,37 \pm 0,08 \\ 5,03 \pm 0,05 \\ 5,03 \\ 4,65 \pm 0,30 \end{array} $	1,6 4 0 0	7,37 <u>+</u> 0,08	1,6	7,32 <u>+</u> 0,03
118 119 120	Mg <sup>24</sup> (α, p) A1 <sup>47</sup> To же Mg <sup>25</sup> (d, α) Na <sup>23</sup> Mg <sup>25</sup> (γ, n) Mg <sup>24</sup>	385 402 123 227 402 358	$5,094\pm0,010$ $5,097\pm0,007$ $-1,82$ $-1,62$ $7,019\pm0,013$ $-7,1 \pm 0,3$	200 0 59 0,11	$5,095 \pm 0,007$ 7,019 \pm 0,013 - 7,1 \pm 0,3	200 59 0,11	$5,10 \pm 0,03 \\ -1,59 \pm 0,03 \\ 7,019\pm 0,021 \\ -7,32 \pm 0,03$

488

----

Прод	олж (	ение	таб́л.	ł
------	-------	------	--------	---

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Вес	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
121 122 123 124 125	$\begin{array}{c} Mg^{25} (d, p) Mg^{26} \\ Mg^{25} (d, n) Al^{26} \\ Mg^{25} (x, p) Al^{28} \\ Mg^{26} (x, n) Mg^{25} \\ Mg^{26} (r, n) Mg^{27} \\ Mg^{26} (d, p) Mg^{27} \\ To we \end{array}$	402 387 123 358 5, 6 7	$\begin{array}{c} & 8,880\pm0,012\\ & 5,58\pm0,10\\ -1,05\\ -10,1\\ +1,0\\ 4,21\\ \pm0,10\\ 4\\ 21\\ \pm0\\ 1\end{array}$	69 <sup>6</sup> ) 0 0 0	8,880 <u>+</u> 0,012	69	
126 127	Mg <sup>26</sup> (d, n) A1 <sup>37</sup> A1 <sup>27</sup> (p, α) Mg <sup>24</sup> To жe	402 386, 387 155 158	$\begin{array}{c}4,207\pm0,006\\5,68\pm0,054\\1,32\pm0,07\\1,59\pm0,07\end{array}$	280 4 0 0	$4,207\pm0,006$ 5,68 ±0,05	280 4	$4,21 \pm 0,04 \\ 6,03 \pm 0,04$
128	A1 <sup>27</sup> (d, <sup>2</sup> ) Mg <sup>25</sup> To жe	402 276 322 323	$1,585\pm0,007 \\ 1,595\pm0,007 \\ 6,46\pm0,14 \\ 7,05 \\ 6,52\pm0,06 \\ 6,52\pm0,02 $	$     \begin{array}{r}       44 \\       200 \\       0 \\       0 \\       3 \\       11     \end{array} $	1,593 <u>+</u> 0,006	240	1,59 <u>+</u> 0,03
129	, Α127 (γ, n) Α126 Το же	352 158 385 136 37 275	$\begin{array}{c} 6,58 \pm 0,03 \\ 6,62 \pm 0,05 \\ 6,694 \pm 0,010 \\ 6,694 \pm 0,010 \\ -14,4 \pm 0,3 \\ -14,0 \pm 0,4 \end{array}$	0 0 100 6)	6,67 ±0,023)	24	6,69 ±0,03
130	А <u>127</u> (п, ү) А <u>1</u> 23 То же	235 237	7,72 ±0,02 7,724±0,010	0 100	7,724 <u>+</u> 0,010	100	7,72 ±0,03

З УФН т, XLVIII, вып. 4.

массы лёгких ядер

Ξ.

## Продолжение табл. І

Б. С.

джелепов и

л. н.

зырянова

№ п/п	Реакция	Литера- турн ле ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в <i>Мэв</i>	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
131	A127 (d, p) A128 To жe	276 5 322 323 446 297 385, 398 136	$5,79 \pm 0,30 \\ 5,46 \pm 0,06 \\ 5,64 \\ 5,45 \pm 0,05 \\ 5,72 \pm 0,058 \\ 5,47 \pm 0,15 \\ 5,494 \pm 0,010 \\ 5,494 \pm 0,000 $	0 3 0 4 0 0 0 0			
132 133	, A1 <sup>27</sup> (p, n) Si <sup>27</sup> To же A1-7 (p, γ) Si <sup>28</sup>	137 230 243 273 346	$5,494\pm0,010$ 5,53 - 6,1 - 5,8 $\pm0,1$ 11,51 $\pm0,2$	100 0 6) 0,25	5,492 <u>+</u> 0,010	110	5,49 <u>+</u> 0,03
134 135	То же Al <sup>27</sup> (d, n) Si <sup>23</sup> Al <sup>27</sup> (α, p) Si <sup>30</sup> То же	346 346 310 181 123	$11,70 \pm 0,1 \\ 11,31 \pm 0,2 \\ 9,08 \pm 0,2 \\ 2,3 \\ 2,26 \\ 2,26 \\ 2,95 \\ 10,10 \\ $	0 0 1 1	11,51 ±0,2	0,25	$11,58\pm0,03$ 9,35 $\pm0,03$
136	, A1 <sup>27</sup> (α, n) P30	280 46 367 309	2,22 2,22 2,30 $-2,93 \pm 0,17$	1 1 6)	2,27 <u>+</u> 0,04	5	2,36 <u>+</u> 0,3

## Продолжение табл. І

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
137 138 139 140	Si <sup>28</sup> (γ, n) Si <sup>27</sup> To же Si <sup>28</sup> (n, γ) Si <sup>29</sup> To же Si <sup>28</sup> (d, p) Si <sup>29</sup> To же " " Si <sup>28</sup> (d, n) P <sup>29</sup> To же	$\begin{array}{c} 37\\ 275\\ 235\\ 237\\ 5, 6\\ 291\\ 297\\ 134\\ 385\\ 135\\ 309\\ 388\end{array}$	$\begin{array}{c} -16,9 \\ \pm 0,3 \\ -16,8 \\ \pm 0,4 \\ 8,38 \\ \pm 0,10 \\ 8,51 \\ \pm 0,04 \\ 6,16 \\ \pm 0,06 \\ 6,18 \\ \pm 0,09 \\ 6,06 \\ \pm 0,15 \\ 6,246 \\ \pm 0,010 \\ 6,246 \\ \pm 0,008 \\ 6,246 \\ \pm 0,010 \\ -0,80 \\ \pm 0,10 \\ 0,36 \\ \pm 0,05 \end{array}$	6) 0 6 3 1 0 0 0 100 6)	8,51 ±0,04 6,243±0,010	6	$8,48 \pm 0,03$ $6,25 \pm 0,03$
141 142 143 144 145 146	$\begin{array}{c} {\rm Si}^{23}\left(a, \ p\right) {\rm P31} \\ {\rm Si}^{29}\left(d, \ a\right) {\rm A1}^{27} - \\ {\rm To} \ {\rm we} \\ {\rm Si}^{29}\left(\gamma, \ n\right) {\rm Si}^{23} \\ {\rm Si}^{29}\left(n, \ \gamma\right) {\rm Si}^{30} \\ {\rm To} \ {\rm we} \\ {\rm Si}^{29}\left(d, \ p\right) {\rm Si}^{29} \\ {\rm To} \ {\rm we} \\ {\rm Si}^{29}\left(d, \ n\right) {\rm P30} \\ {\rm To} \ {\rm we} \end{array}$	$\begin{array}{c} 402 \\ 181 \\ 401 \\ 402 \\ 358 \\ 235 \\ 237 \\ 291 \\ 401 \\ 402 \\ 309 \\ 266 \end{array}$	$\begin{array}{c} 0,29 \pm 0,040 \\ -2,23 \\ 5,99 \pm 0,02 \\ 5,994 \pm 0,011 \\ -8,4 \pm 0,3 \\ 11,00 \pm 0,30 \\ 10,55 \pm 0,05 \\ 8,36 \pm 0,10 \\ 8,39 \pm 0,02 \\ 8,388 \pm 0,013 \\ 3,38 \pm 0,17 \\ 3,27 \pm 0,040 \end{array}$	$\begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 83 \\ 0,1 \\ 0 \\ 4 \\ 1 \\ 0 \\ 59 \\ 6 \end{array}$	$5,994\pm0,011- 8,4 \pm 0,310,55 \pm 0,058,388\pm0,013$	83 0,1 4 60	$ \begin{array}{r} -1,92\pm0,03\\ 6,01\pm0,03\\ -8,48\pm0,03\\ 10,60\pm0,04\\ 8,38\pm0,04 \end{array} $

ç

массы лёгких ядер

Продолжение табл. I

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычислешное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
147 148	Si <sup>°0</sup> (d, a) Al <sup>28</sup> Si <sup>30</sup> (d, p) Si <sup>31</sup> То же "	385 5, 6 291 385 400	$\begin{array}{r} 3,120\pm0,010\\ 4,16\pm0,06\\ 4,33\pm0,15\\ 4,364\pm0,010\\ 4,367\pm0,010\\ \end{array}$	100 0 0	3,120 <u>+</u> 0,010	100	3,13 <u>+</u> 0,04
	"	400	$4,361\pm0,007$ $4,361\pm0,007$	200	4,364 <u>+</u> 0,007	200	4,38 <u>+</u> 0,04
149 150	Si <sup>so</sup> (d, n) P <sup>31</sup> Тоже P <sup>31</sup> (р, а) Si <sup>23</sup>	309 266 157	$\begin{array}{c} 4,56 \pm 0,13 \\ 4,92 \pm 0,040 \\ 1,85 \pm 0,02 \\ 1,92 \pm 0,02 \end{array}$		4,92 ±0,04	6	5,08 <u>+</u> 0,04
151	P <sup>31</sup> (d, α) Si <sup>2.</sup> Το же	157 402 134 385	$1,824\pm0,022$ $1,909\pm0,010$ $8,170\pm0,020$ $8,170\pm0,020$ $8,170\pm0,020$		1,897 <u>+</u> 0,016 ³)	40	1,92 ±0,04
152 . 153	<sup>,</sup> Р <sup>31</sup> (п, р) Si <sup>31</sup> Р <sup>31</sup> (γ, п) Р <sup>30</sup> То же	135 402 282 274 275	$\begin{array}{c} 8,170\pm0,020\\ 8,158\pm0,011\\ -0,94\pm0,13\\ -12,4\pm0,2\\ -12,35\pm0,20\\ 12,45\pm0,20\\ \end{array}$	83 0,6 %)	$^{8,158\pm0,011}_{-0,94\pm0,13}$	83 0,6	$^{8,16}_{-0,69}$ $^{\pm0,04}_{\pm0,04}$
154	Р <sup>31</sup> (d, <sup>°</sup> р) Р <sup>32</sup> То же	220 319 9	$-12,40 \pm 0,2$ $5,9 \pm 0,3$ $5,52 \pm 0,10$ $5,701 \pm 0,000$	0 0			
155	<sup>"</sup> Р <sup>31</sup> (, р) S <sup>34</sup> То же	$ \begin{array}{c c} 305 \\ 402 \\ 272 \\ 280, 315 \end{array} $	$5,704\pm0,009$ $5,704\pm0,008$ 0,31 1,3	160 0 0	5,704 <u>+</u> 0,008	160	5,704 <u>+</u> 0,028 0,61 <u>+</u> 0,04

-

-

492

ы

Продолжение табл. 1

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
156 157	S <sup>32</sup> (п, а) Si <sup>29</sup> То же S <sup>32</sup> (ү, d) Р <sup>30</sup>	173, 199 376 311	$1,2 \pm 0,1$ $1,16 \pm 0,15$ -19,15	0 0,44 0	$1,16 \pm 0,15$	0,44	1,535 <u>+</u> 0,026
158 159	То же S <sup>32</sup> (n, p) P <sup>32</sup> S <sup>32</sup> (ү, n) S <sup>31</sup> То же	229 199 37 275	$-19,15 \pm 0,20$ $-0,93 \pm 0,10$ $-15,0 \pm 0,3$ $-14,8 \pm 0,4$	0,25 1 6)	$ \begin{array}{c} -19,15 \pm 0,20 \\ -0,93 \pm 0,10 \end{array} $	0,25 1	$-19,04 \pm 0,04$ - 0,926 $\pm 0,015$
160 161	S <sup>32</sup> (n, γ) S <sup>33</sup> S <sup>32</sup> (d, p) S <sup>33</sup> To жe	235 370 116, 117	$ \begin{array}{c}  & 8,66 \\  & 6,62 \\  & 6,50 $	25 0 0	8,66 <u>+</u> 0,02	25	8,648 <u>+</u> 0,019
162 163	$S^{32}(\alpha, p) Cl^{35}$ $S^{33}(d, p) S^{34}$	$     110 \\     385 \\     182 \\     116 117 $	$6,43 \pm 0,11$ $6,422 \pm 0,011$ -2,10 $8,8 \pm 0,1$	83 0	6,422 <u>+</u> 0,011	83	$6,423\pm0,019$ - 1,92 $\pm0,03$
164 165 166	To we $S^{34}$ ( $\gamma$ , n) $S^{33}$ $-G^{135}$ (n, $\alpha$ ) $P^{32}$ $C^{135}$ (d, $\alpha$ ) $S^{33}$	$ \begin{array}{c} 110, 111\\ 118\\ 358\\ 281\\ 364 \end{array} $	$\begin{array}{c} 8,67 \pm 0,25 \\ -10,8 \pm 0,3 \\ 0,44 \pm 0,20 \\ 9,1 \end{array}$	0,16 0,11 0,25 0	$\begin{array}{r} 8,67 \pm 0,25 \\ -10,8\pm 0,3 \\ 0,44 \pm 0,20 \end{array}$	0,16 0,11 0,25	$\begin{array}{r}9,17 \ \pm 0,03 \\-11,40 \ \pm 0,03 \\0,99 \ \pm 0,03 \\8,34 \ \pm 0,04\end{array}$
167 168 169	C1 <sup>35</sup> (n, p) S <sup>35</sup> C1 <sup>35</sup> (n, $\gamma$ ) C1 <sup>36</sup> C1 <sup>35</sup> (d, p) C1 <sup>36</sup>	165 235 319, 363	$0,52 \pm 0,04 \\ 8,56 \pm 0,03 \\ (6,9 \pm 0,3)$	6,2 11 0	$0,52 \pm 0,04 \\ 8,56 \pm 0,03$	6,2 11	$\begin{array}{c} 0,61 \pm 0,04 \\ 8,63 \pm 0,06 \end{array}$
-170 171	To же Cl <sup>35</sup> (z, p) A <sup>38</sup> Cl <sup>37</sup> (n, γ) Cl <sup>38</sup>	364 315, 364 235	$6,31 - 0,16 - 0,16 - 0,11 \pm 0,03$	0 0 11	6,11 <u>+</u> 0,03	11	$\begin{array}{r} 6,40 \ \pm 0,05 \\ 0,89 \ \pm 0,07 \\ 6,07 \ \pm 0,08 \end{array}$

. . .

массы лёгких ядер

Продолжение табл. І 🖧

1

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Q в Мэв	Bec	Принятое значение Q в Мэв	Bec	Значение Q, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
172	C1 <sup>37</sup> (d, p) C1 <sup>38</sup>	319, 354	$4,0 \pm 0,3$	0			
173 174	To же Cl <sup>37</sup> (p, n) A <sup>37</sup> A <sup>36</sup> (d, p) A <sup>37</sup> To же	364 330 119 434	$\begin{array}{r} 4,02 \\ -1,598 \pm 0,004 \\ 6,59 \pm 0,03 \\ 6,49 \end{array}$	0 620 11 0	— 1;598 <u>+</u> 0,004	620	$3,84\pm0,08$ - 1,60 $\pm0,06$
175 176 177	$A^{40}(\gamma, \alpha) S^{36}$ $A^{40}(n, \alpha) S^{37}$ $A^{40}(d, p) A^{41}$	435 417 169 114	$\begin{array}{c} 6,49 \pm 0,08 \\ 6,8 \pm 0,1 \\ -1,8 \\ 4,37 \\ 3 \approx 2 \end{array}$	• 1,6 6) 6) 0	6,578 <u>+</u> 0,028	1,3	6,58 <u>+</u> 0,05
	10 же	119	$3,84 \pm 0,03$	11	3,84 <u>+</u> 0,03	11	3,89 <u>+</u> 0,05
178	$A^{40}(p, n) K^{40}$	328	$2,3$ $-2,3$ $+0.10^{8}$	0	$-23 \pm 01$	1	- 2 310 05
179	K <sup>39</sup> (γ, n) K <sup>38</sup>	274	$-13,6$ $\pm 0,2$	<sup>6</sup> )	2,0 <u></u> 0,1	•	2,01_0,00
180	Το же K <sup>39</sup> (n, γ) K <sup>40</sup> K <sup>39</sup> (d, p) K <sup>40</sup>	275 235 319	$-13,2 \pm 0,2$ 7,76 $\pm 0,03$ 5 6 $\pm 0,3$	11	7,76 <u>+</u> 0,03	11	7,71 <u>+</u> 0,06
	То же	349	5,48 ±0,08	1,6	5,49 <u>+</u> 0,08	1,7	5,48 <u>+</u> 0,06
182	$K^{39}(\alpha, p) Ca^{42}$	315	-0,89 7 39 $+0.03$	6) 11	7 39 +0 03	11	7.39+0.09
184	$K^{41}$ (p, n) Ca <sup>41</sup>	328	$-1,22\pm0,06$	Õ	·,		.,
185	То же Ca <sup>40</sup> (у. n) Ca <sup>39</sup>	330 37	$-1,22\pm0,02$ $-1,60\pm0.30$	25 6)	$-1,22\pm0,02$	25	$-1,24\pm0,08^{\circ}$
186	То же Ca <sup>40</sup> (d, p) Ca <sup>41</sup>	275 348	$\begin{array}{r} -15,9 \\ 6,17 \\ \pm 0,05 \end{array}$	4	6,17 <u>+</u> 0,05	4	6,27 <u>+</u> 0,08

.

ц. с. джеленов и л. н. зырянова

Продолжение табл. 1

№ п/п	Распад	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Е в Мэв	Bec	Принятое значение Е' в Мэв <sup>9</sup> )	Bec	Значение Е, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5.	6	7	8
1 2	n(β <sup></sup> )Η' H <sup>3</sup> (β <sup></sup> )He <sup>3</sup> To жe	336 254 443 48	$\begin{array}{c} 0,782 \pm 0,013 \\ 0,012 \pm 0,005 \\ 0,015 \pm 0,003 \\ 0.016 \pm 0.003 \end{array}$	59 0 0	0,782 <u>+</u> 0,013	59	0,7811 <u>+</u> 0,0018
	7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	410 86, 87 111, 112 215 176 170	$\begin{array}{c} 0,011 \pm 0,002 \\ 0,017 \\ 0,0179 \pm 0,0003 \\ 0,0186 \pm 0,0002 \\ 0,01895 \pm 0,0005 \\ 0,0180 \pm 0,0005 \end{array}$	0 0 250000 40000 40000			1
3	He <sup>6</sup> (β <sup></sup> ) Li <sup>6</sup> То же	$ \begin{array}{c c} 113 \\ 48, 49 \\ 373 \\ 240 \\ 347 \\ 312 \\ \end{array} $	$ \begin{array}{c} 0,0183 \pm 0,0003 \\ 3,7 \pm 0,5 \\ 3,5 \pm 0,6 \\ 3,7 \pm 0,2 \\ 3,2 \pm 0,2 \\ 3,2 \pm 0,2 \\ 3,2 \pm 0,015 \end{array} $	110000 <sup>6</sup> )	0,01851 <u>+</u> 0,00015	440000	0,0185 <u>+</u> 0,006
4 5	Be <sup>7</sup> ( $\tilde{K}$ ) Li <sup>7</sup> Be <sup>3</sup> → 2 $\alpha$ To же	369 185 393 108 107 88	$ \begin{array}{c} 0,860 \\ 0,103 \\ 0,089 \\ 0,089 \\ 0,085 \\ 0,009 \\ 0,085 \\ 0,010 \\ 0,085 \\ 0,010 \\ 0,072 \\ 0,005 $	160 100 620 120 0	0,860 <u>+</u> 0,008	160	0,864 <u>+</u> 0,009
	77 77	89	0,0775 ±0,004	620	0,0847 <u>+</u> 0,0026	1500	0,088 ±0,006

б) Энергии распада

.

Продолжение табл. I

№ Pac	пад Литера ссылки	- Экспериментальное значение Е в Мэв	Bec	Принятое значение Е' в Мэв	Bec	Значение <i>Е</i> , вычисленное из масс (таблица II)
1	2 3	4	5	6	7	8
6 Be <sup>*0</sup> ( To 7 B <sup>12</sup> (f 8 C <sup>10</sup> (f 7 To 9 C <sup>11</sup> (f 10 C <sup>14</sup> (f To	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$ \begin{array}{c} 0,58 \ \pm 0,03 \\ 0,56 \ \pm 0,01 \\ 0,57 \ \pm 0,01 \\ 0,566 \ \pm 0,01 \\ 0,553 \ \pm 0,015 \\ 0,545 \ \pm 0,015 \\ 0,545 \ \pm 0,005 \\ 0,555 \ \pm 0,005 \\ 13,3 \ \pm 0,5 \\ 13,43 \ \pm 0,06 \\ (\beta) 2,2 \ \pm 0,1 \\ (\gamma) 0,96 \ \pm 0,2 \\ (\gamma) 0,7166 \ \pm 0,0010 \\ (\gamma) 0,713 \ \pm 0,0015 \\ 0,981 \ \pm 0,005 \\ 0,993 \ \pm 0,010 \\ 0,993 \ \pm 0,015 \\ 0,151 \ \pm 0,003 \\ 0,151 \ \pm 0,002 \\ 0,154 \ \pm 0,001 \\ 0,155 \ \pm 0,002 \\ \end{array} $	$\begin{array}{c} 0\\ 100\\ 0\\ 100\\ 44\\ 0\\ 400\\ 400\\ 400\\ 2,8\\ 6)\\ \end{array}$	0,558±0,003 13,43 ±0,06 2,005±0,004	1000 2,8 500	, 0,558 <u>+</u> 0,011 13,366 <u>+</u> 0,011 0,966 <u>+</u> 0,009

---- ---

---

-

.

496

С. ДЖЕЛЕПОВ И Л. Н. ЗЫРЯНОВА

Ċ)

## Продолжение табл. 1

№ п/п	Распад	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Е в Мэв	Bec	Принятое значение Е' в Мэв	Bec	Значение <i>Е</i> , вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
11 12 13 14 15 16 17 18 19	$\begin{array}{c} C^{14} \left(\beta^{-}\right) N^{14} \\ \text{To xe} \\ \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} & \\ & \\ \end{array} \\ C^{15} \left(3^{-}\right) N^{15} \\ N^{12} \left(\beta^{+}\right) C^{12} \\ N^{12} \left(\beta^{+}\right) C^{13} \\ \text{To xe} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} & \\ & \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} & \\ & \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} & \\ & \\ \end{array} \\ N^{16} \left(3^{-}\right) O^{16} \\ N^{17} \left(3^{-}\right) O^{17} \\ \text{To xe} \\ O^{14} \left(\beta^{+}\right) N^{14} \\ \text{To xe} \\ O^{16} \left(\beta^{-}\right) N^{15} \\ \text{To xe} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} & \\ & \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} & \\ & \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} & \\ & \\ \end{array} \\ O^{19} \left(\beta^{-}\right) F^{19} \\ F^{17} \left(\beta^{+}\right) O^{17} \end{array}$	$\begin{array}{c} 251\\ 144\\ 18\\ 406\\ 203\\ 15\\ 259, 405\\ 394\\ 366\\ 102\\ 195\\ 196\\ 196\\ 196\\ 196\\ 357\\ 390\\ 277\\ 150\\ 357\\ 438\\ 196\\ 244\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0,152 \pm 0,005\\ 0,155 \pm 0,001\\ 0,1575 \pm 0,005\\ 0,155 \pm 0,001\\ 8,8 \pm 0,5\\ 16,6 \pm 0,2\\ 1,198 \pm 0,006\\ 1,218 \pm 0,004\\ 1,24 \pm 0,02\\ 1,25 \pm 0,03\\ 1,202 \pm 0,005\\ 10,2\\ (\beta)3,7 \pm 0,2\\ (\gamma)5,07\\ (\beta)1,8 \pm 0,1\\ (\gamma)2,318 \pm 0,008\\ 1,2\\ 1,7\\ 1,68\\ 1,683 \pm 0,005\\ 4,3\\ 2,1\\ \end{array}$	$ \begin{array}{c} 400\\ 10000\\ 400\\ 10000\\ 6\\ 6\\ 280\\ 620\\ 25\\ 11\\ 400\\ 0\\ 6\\ 6\\ 6\\ 6\\ 0\\ \end{array} $	0,1553 <u>+</u> 0,0005 2,231 <u>+</u> 0,003 <sup>3</sup> )	35000 820	$0,156\pm 0,006$ $1,203\pm 0,007$ $10,47\pm 0,15$ $1,734\pm 0,010$

массы лёгких ядер

Продолжени	ет	абл.	1
	•		

№ п/п	Распад	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Е в Мэв	Bec	Принятое значение Е' в Мэв	Bec	Значение Е, вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
20 21 22 23 24 25 26 27 28 -	F <sup>18</sup> (3 <sup>+</sup> ) O <sup>18</sup> To жe , , F <sup>20</sup> (3 <sup>-</sup> ) Ne <sup>20</sup> Ne <sup>19</sup> (3 <sup>+</sup> ) F <sup>19</sup> To жe Ne <sup>23</sup> (3 <sup>-</sup> ) Na <sup>23</sup> Na <sup>21</sup> (3 <sup>+</sup> ) Ne <sup>21</sup> Na <sup>23</sup> (3 <sup>+</sup> ) Ne <sup>22</sup> To жe Mg <sup>23</sup> (3 <sup>+</sup> ) Na <sup>23</sup> To жe Mg <sup>27</sup> (3 <sup>-</sup> ) Al <sup>27</sup> To жe Al <sup>28</sup> (β <sup>-</sup> ) Sl <sup>23</sup> To жe	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c} 0,70 \pm 0,05 \\ 0,74 \\ 0,72 \pm 0,02 \\ 0,7 \\ 0,635 \pm 0,015 \\ 6,96 \pm 0,06 \\ 2,20 \\ 2,3 \\ 2,2 \pm 0,1 \\ 4,21 \pm 0,015 \\ 4,21 \pm 0,015 \\ 4,253 \pm 0,02 \\ (3) 0,575 \pm 0,015 \\ (7) 1,277 \pm 0,004 \\ 2,82 \pm 0,08 \\ 2,99 \pm 0,03 \\ 2,99 \pm 0,03 \\ 2,99 \pm 0,03 \\ 2,64 \pm 0,10 \\ 2,63 \pm 0,06 \\ 4,685 \pm 0,12 \\ 4,615 \pm 0,035 \\ 4,617 \pm 0,014 \end{array}$	$ \begin{array}{c} 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 44\\ 0\\ 0\\ 44\\ 6\\ )\\ 6\\ 1\\ 2,8\\ 0\\ 51\\ \end{array} $	$1,657 \pm 0,015$ $4,21 \pm 0,015$ $2,63 \pm 0,05$ $4,617 \pm 0,014$	44 44 3,8	$0,649\pm0,0087,034\pm0,0204,309\pm0,0082,60\pm0,044,64\pm0,03$
29	A1 <sup>29</sup> (β <sup></sup> ) Si <sup>29</sup>	355	$3,75 \pm 0,30$	<sup>6</sup> )	4,041 <u>-</u> 0,014	JI	4,04 <u>+</u> 0,00

498

ů. С. ДЖЕЛЕНОВ И.Л. Н. ЗЫРЯНОВА

\*\*\*

№ п/п	Распад	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Е в Мэв	Bec	Принятое значение Е' в Мэв	Bec	Значение <i>Е</i> , вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
30	Si <sup>27</sup> (3 <sup>+-</sup> ) A1 <sup>27</sup> То же	31 57	$3,51 \pm 0,10 \\ 3,48 \pm 0,10$	6)			
31 32	Si <sup>31</sup> (β <sup></sup> ) Р <sup>31</sup> Тоже Р <sup>32</sup> (σ <sup></sup> ) S <sup>32</sup>	$\begin{array}{c} 244 \\ 293 \\ 2 \end{array}$	$1,8 \pm 0,2$ $1,471\pm 0,008$ $1.718\pm 0.010$	0 160 100	1,471 <u>+</u> 0,008	160	1,47 <u>+</u> 0,04
00	То же	407 356 217	$1,708\pm0,008$ 1,697\pm0,010 1,704\pm0,008 0,010	160 100 160	1,707 <u>+</u> 0,004	520	1,707 <u>+</u> 0,015
00	ры (р.)555 Тоже	217	$0,26 \pm 0,01$ $0,26 \pm 0,02$	9			
34	S <sup>31</sup> (β <sup>+</sup> ) Р <sup>31</sup> То же	423 131, 132 57	$3,85 \pm 0,07$ $3,87 \pm 0,15$ $4,06 \pm 0,12$	6)			
35	S <sup>35</sup> (β <sup>−</sup> ) С1 <sup>35</sup> То же	166     47     246	$0,167 \pm 0,004$ $0,169 \pm 0,003$ $0,169 \pm 0,003$ $0,1670 \pm 0,0005$	0 0 40000	0 1670+0 0005	40000	0.17 +0.04
36	S <sup>37</sup> ( <sup>3<sup></sup></sup> ) Cl <sup>37</sup>	51	$4,3 \pm 0,3$	6)	0,10/0_0,0000		,,,, <u>,</u> ,,,,,
37	$C1^{33}(3^+)S^{33}$	423	$4,13 \pm 0,07$	6)			
38	C1 <sup>34</sup> (β <sup>+</sup> ) S <sup>34</sup> To же	342 343 343	$4,43 \pm 0,13$ $4,55 \pm 0,11$ $4,60 \pm 0,11$ $4,71 \pm 0.38$	6)			
	,, ,,	343	4,60 ±0,30				

## Продолжение табл. 1

-

499

массы лёгких ядер

Продолжение табл. I

№ п/п	Распад	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Е в Мэв	Bec	Принятое значение Е' в Мэв	Bec	Значение <i>Е</i> , вычисленное из масс (таблица II)
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>3</b> 9	C1 <sup>36</sup> (β <sup></sup> ) A <sup>36</sup>	427	0,713 <u>+</u> 0,030	11	0,713 <u>+</u> 0,030	11	0,76 <u>+</u> 0,05
40	C1 <sup>38</sup> (β <sup></sup> ) A <sup>38</sup>	245	4,93 <u>+</u> 0,05	4	$4,93\pm0,05$	4	4,88 <u>+</u> 0,09
41	C1 <sup>39</sup> (β <sup></sup> ) A <sup>39</sup>	180	3,31 <u>+</u> 0,058)	6)			
42	A <sup>85</sup> (3 <sup>+</sup> ) C1 <sup>85</sup>	423	4,38 <u>+</u> 0,09	6)			
	То же	131, 232	4,41 <u>+</u> 0,09				
43	A <sup>39</sup> (β <sup></sup> ) K <sup>39</sup>	69	0,565 <u>+</u> 0,005	0 10)	Υ.		
44	A <sup>41</sup> (β <sup>-</sup> ) Ϗ <sup>41</sup>	444	(γ)1,37 <u>+</u> 0,06	2,8			
	То же	444	(\$) 1,245 <u>+</u> 0,005	0	$2,62 \pm 0,06$	2,8	2,63 <u>+</u> 0,07
45	K <sup>37</sup> (β <sup>+</sup> ) A <sup>37</sup>	57	4,57 <u>+</u> 0,13	6)			
46	K <sup>40</sup> (β <sup></sup> ) Ca <sup>40</sup>	41	1,36 <u>+</u> 0,05	4			
	То же	4	1,36 <u>+</u> 0,03	11			
;	8	146	1,325 <u>+</u> 0,020	25	1,338 <u>+</u> 0,016	40	1,32 <u>+</u> 0,07
47	Ca <sup>39</sup> (β <sup>+</sup> ) K <sup>39</sup>	57	5,13 <u>+</u> 0,15	. 6)			

Продолжение табл. 1

Массов. чис- ло дублета	Дублет	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение $\Delta M$ в единицах $O^{16}$	Bec	Принятое значение ∆М в Мэв	Bec	Значение Δ <i>М</i> , вычисленное из масс (таблица II) в единицах О <sup>16</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
2 4 6 7 8 10 10 10 10 11 11 11	$\begin{array}{c} H_2 - D \\ To \ \mbox{ we } \\ & \\ & \\ & \\ & \\ D_2 - He^4 \\ To \ \mbox{ we } \\ \\ & \\ D_3 - C^{12} \\ To \ \mbox{ we } \\ \\ & \\ & \\ & \\ I^7 - N^{14} \\ He_2^4 - O^{16} \\ Be^9 H - B^{10} \\ Be^9 H - Ne^{20} \\ B^{10} - Ne^{20} \\ To \ \mbox{ we } \\ B^{10} H - B^{11} \\ B^{10} H - Ne^{22} \\ B^{11} - Ne^{22} \end{array}$	$\begin{array}{c} 23\\ 22\\ 269\\ 331\\ 333\\ 140\\ 21\\ 24\\ 139\\ 299\\ 22\\ 24, 256\\ 269\\ 140\\ 24\\ 25\\ 224\\ 224\\ 21\\ 224\\ 224\\ 224\\ 224\\ 224\\$	$\begin{array}{c} 1,53 \\ \pm 0,04 \\ 1,52 \\ \pm 0,04 \\ 1,539 \\ \pm 0,0021 \\ 1,549 \\ \pm 0,001 \\ 1,5519 \\ \pm 0,001 \\ 1,5519 \\ \pm 0,001 \\ 25,51 \\ \pm 0,08 \\ 25,614 \\ \pm 0,008 \\ 25,614 \\ \pm 0,008 \\ 25,612 \\ \pm 0,009 \\ 42,36 \\ \pm 0,12 \\ 42,19 \\ \pm 0,009 \\ 42,36 \\ \pm 0,12 \\ 42,292 \\ \pm 0,012 \\ 42,292 \\ \pm 0,012 \\ 14,43 \\ \pm 0,10 \\ 7,72 \\ \pm 0,12 \\ 6,96 \\ \pm 0,20 \\ 23,91 \\ \pm 0,20 \\ 16,84 \\ \pm 0,15 \\ 16,75 \\ \pm 0,15 \\ 11,60 \\ \pm 0,015 \\ 13,60 \\ \pm 0,015 \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0\\ 0\\ 0\\ 3300\\ 5100\\ 1,8\\ 7,3\\ 200\\ 160\\ 0,9\\ 4,9\\ 25\\ 82\\ 1,1\\ 0,9\\ 0,28\\ 0,5\\ 0,5\\ 1,2\\ 0,05\\ 51\end{array}$	$\begin{array}{c}1,4442\pm0,0010\\(1,5510\pm0,0011)^{11})\\23,845\pm0,005\\(25,608\pm0,006)\\39,366\pm0,006)\\39,366\pm0,006)\\39,366\pm0,001\\(42,277\pm0,011)\\13,44\pm0,09\\7,19\pm0,11\\6,48\pm0,19\\22,26\pm0,19\\15,64\pm0,10\\(16,80\pm0,11)\\10,80\pm0,09\\23,4\pm0,5\\12,664\pm0,014\end{array}$	9000 370 92 1,1 0,9 0,28 0,28 1,2 0,05 51	$1,551\pm0,003$ $25,605\pm0,004$ $42,314\pm0,005$ $14,460\pm0,008$ $7,755\pm0,004$ $7,070\pm0,010$ $23,789\pm0,008$ $16,719\pm0,009$ $11,469\pm0,010$ $25,096\pm0,008$ $13,627\pm0,008$

в) Массовые дублеты

2

Продолжение табл. І

Массов. чис- ло дублета	Дублет	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение $\Delta M$ в едицицах O <sup>16</sup>	Bec	Принятое значение $\Delta M$ в <i>Мэв</i>	Bec	Значение Δ <i>М</i> , вычисленное из масс (таблица II) в единицах О <sup>16</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
	-	1					`
12 12 13	$\begin{array}{c} B^{10} H_2 - C^{12} \\ B^{11} H - C^{12} \\ C^{12} H - C^{13} \\ T_0 \\ W_2 \end{array}$	224 224 23 268	$\begin{array}{r} 28,75 \ \pm 0,20 \\ 17,14 \ \pm 0,10 \\ 4,5 \ \pm 0,1 \\ 4,47 \end{array}$	0,28 1,2 0	$26,77 \pm 0,19$ 15,96 $\pm 0,09$	0,28 1,2	$28,592\pm0,010$ 17,125 $\pm0,008$
14	10 же С!2 Н2 <sup>2</sup> — N!4 То же	138 22 256 269 20	$\begin{array}{c}4,410\pm0,0084\\12,45\pm0,07\\12,74\pm0,08\\12,581\pm0,023\\12,581\pm0,023\\12,57\pm0,06\end{array}$	180 2 0 23 0	4,106 <u>+</u> 0,007	180	4,475 <u>+</u> 0,008
ann a mu a mu ann an dùr a sha a mu	تو دی ت ت	225, 226 138 331 299	$\begin{array}{c} 12,51 \pm 0,00 \\ 12,560 \pm 0,015 \\ 12,522 \pm 0,012 \\ 12,61 \pm 0,01 \\ 12,586 \pm 0,013 \\ 12,586 \pm 0,013 \end{array}$	51 0 69	11 705 1 0 001	550	
15	" C'2H "N'4H	140 260	$12,594\pm0,01$ 2) $12,564\pm0,010$ $12,563\pm0,027$	120 120 16	$(12,572\pm0,005)$	990	12,578 <u>+</u> 0,008
10	То же	205	$12,563\pm0,013$	69	См. дублет 14		12,578 <u>+</u> 0,008
15	С <sup>12</sup> Н <sub>3</sub> — N <sup>15</sup> То же	267 138	$23,82 \pm 0,074$ ) $23,308 \pm 0,020$	2,3 28	$21,76 \pm 0,04^{3}$	5	
15	N <sup>4</sup> H <sup>-</sup> N <sup>15</sup>	301 223	$23,395\pm0,02$ <sup>12</sup> ) 10,74 ±0,20	28 0,2	$(23,37 \pm 0,04)$ 10,030 $\pm 0,019$		23,378 <u>+</u> 0,008
15	То же С <sup>12</sup> Н <sub>3</sub> — Si <sup>20</sup>	138 125	$10,772\pm0,020$ $36,79\pm0,075$	29 2	$(10,772\pm0,020)$ $34,26\pm0,08$	29 2	$10,801\pm0,008$ $36,616\pm0,020$

502

с. джелепов и л. н. зырянова

ù.

## Продолжение табл. 1

Массов.чис- ло дублета	Дублет	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение \M в единицах О <sup>16</sup>	Bec	Принятое значение $\Delta M$ в <i>Мэв</i>	Bec	Значение ∆М, вычисленное из масс (таблица II) в единицах О <sup>:6</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
16 16 16 17 18 18	$\begin{array}{c} C^{12} H_4 - N^{14} H_2 \\ C^{12} H_4 - O^{16} \\ \text{To } \text{ we} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\$	$\begin{array}{c} 226\\ 22\\ 256\\ 269\\ 20\\ 226\\ 331\\ 299\\ 301\\ 100\\ 140\\ 223\\ 269\\ 269\\ 21\\ 269\\ 21\\ 269\\ 21\\ 269\\ 21\\ 209\\ 331\\ 209\\ 200\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 12,550\pm0,013\\ 36,01\pm0,16\\ 36,49\pm0,08\\ 36,406\pm0,040\\ 36,42\pm0,09\\ 36,32\pm0,035\\ 36,45\pm0,01\\ 36,478\pm0,022\\ 36,443\pm0,008 \ ^{12})\\ 36,427\pm0,008\\ 36,371\pm0,012\\ 23,69\pm0,032\\ 23,661\pm0,039\ ^{4})\\ 10,44\pm0,18\\ 12,57\pm0,18\\ 27,1\pm0,36\\ 26,77\pm0,01\\ 26,75\pm0,01\\ 26,75\pm0,01\\ 26,75\pm0,01\\ 26,75\pm0,01\\ 26,75\pm0,01\\ 26,7$	$ \begin{array}{r} 69\\ 0\\ 0\\ 6,8\\ 0\\ 9,2\\ 0\\ 200\\ 200\\ 82\\ 0,5\\ 11\\ 8\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\$	См. дублет 14 33,916±0,007 з) (36,424±0,008) 22,096±0,026 з) (23,730±0,027) См. пред. дублет	200 15	$12,578 \pm 0,008$ $36,401 \pm 0,005$ $23,823 \pm 0,004$ $23,823 \pm 0,004$ $11,404 \pm 0,006$
19 20 20	$ \begin{array}{c} \overset{7}{\text{O}^{16}} \overset{7}{\text{DH}} \overset{-}{-} \overset{7}{\text{F}^{19}} \\ \overset{7}{\text{D}_2} \overset{7}{\text{O}^{6}} \overset{-}{-} \overset{+}{\text{H}_2} \overset{7}{\text{O}^{18}} \\ \overset{7}{\text{CD}_4} \overset{-}{-} \overset{8}{\text{Ne}^{20}} \end{array} $	299 100 22 140 269	$\begin{array}{c} 20,102\pm0,044\\ 26,819\pm0,028\\ 18,33\pm0,29\\ 8,312\pm0,012\\ 63,816\pm0,050\end{array}$	15 0 83 5	$\begin{array}{r} 24,972 \pm 0,026 \\ 7,740 \pm 0,011 \\ 59,42 \ \pm 0,05 \end{array}$	15 83 5	$\begin{array}{c} 26,833 \pm 0,027 \\ 20,660 \pm 0,005 \\ 8,303 \pm 0,006 \\ 63,985 \pm 0,008 \end{array}$

\_ .. .

.

-

массы лёгких ядер

÷

Продолжение табл. 1

Мас ло д		турные ссылки	Экспериментальное значение $\Delta M$ в единицах O <sup>16</sup>	Вес	Принятое значение Δ <i>М</i> в <i>Мэв</i>	Bec	вычисленное из масс (таблица II) в единицах О <sup>16</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$2^{-16} D_2 - Ne^{20}$ To we $30^{18} - Ne^{20}$ $D_2 O^{16} - A^{40}$ To we $Ne^{20} - A^{40}$ To we $Ne^{20} - Ne^{21}$ $30^{16} - Ne^{21}$ $30^{16} - Ne^{21}$ $30^{16} - Ne^{21}$ $30^{16} - Ne^{21}$ $C_2 H_4 - C^{12} O^{16}$ To we $D_2 - C^{12} O^{16}$ To we $D_2 - C^{12} O^{16}$ To we	$\begin{array}{c} 21\\ 224\\ 299\\ 140\\ 140\\ 224\\ 299\\ 140\\ 223\\ 22\\ 269\\ 299\\ 140\\ 223\\ 140\\ 17\\ 149\\ 299\\ 301\\ 223\\ 269\\ 299\\ 301\\ 223\\ 269\\ 299\\ 126\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} & \\ 30,83 \pm 0,40 \\ 30,65 \pm 0,10 \\ 30,721 \pm 0,039 \\ 30,688 \pm 0,010 \\ 22,391 \pm 0,010 \\ 41,957 \pm 0,010 \\ 41,953 \pm 0,012 \\ 11,30 \pm 0,20 \\ 10,88 \pm 0,30 \\ 11,142 \pm 0,38 \\ 11,280 \pm 0,018 \\ 37,212 \pm 0,020 4 \\ 7,26 \pm 0,20 \\ 45,867 \pm 0,015 \\ 40,5 \\ 42,35 \pm 0,065 4 \\ 36,443 \pm 0,022 \\ 12,35 \pm 0,065 4 \\ 36,443 \pm 0,022 \\ 11,222 \pm 0,04 \\ 11,222 \pm 0,04 \\ 11,280 \pm 0,013 \\ 54,46 \pm 0,168 \\ \end{array}$	0 1,2 8 120 120 0 35 83 0 0 0 35 28 0 51 0 2,8 25 0 7,2 69 0,4	28,575±0,009 (30,688±0,010) 20,849±0,009 39,068±0,009 (41,957±0,010) 10,503±0,017 34,650±0,019 42,709±0,014 39,43±0,06 См. CH <sub>4</sub> — O <sup>16</sup> 10,498±0,011 (11,274±0,012) 50,71±0,16	130 120 118 35 28 51 2,8 76 0,4	$30,685\pm0,00522,382\pm0,00841,945\pm0,01611,260\pm0,01637,102\pm0,0066,419\pm0,00745,887\pm0,00541,986\pm0,02536,401\pm0,00511,245\pm0,00854,420\pm0,027$

504

~

С. ДЖЕЛЕПОВ И Л. Н. ЗЫРЯНОВА

'n

Продолжение табл. 1

Массов. чис- ло дублета	Дублет	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение ∆ <i>М</i> в единицах О <sup>16</sup>	Bec	Принятое значение ∆М в Мэв	Bec	Значение Δ <i>М</i> , вычисленное из масс (таблица II) в единицах О <sup>16</sup>
1	2	3	4	5	ő	7	8
28 29 29 29 31 32 32 32 34 34 36 	$\begin{array}{c} C^{12} O^{16} - Si^{23} \\ \text{To we} \\ C_2 H_5 - Si^{29} \\ COH - Si^{29} \\ B^{10} F^{19} - Si^{19} \\ C^{12} F^{19} - P^{31} \\ O_2 - P^{31} H \\ O_2 - S^{32} \\ To we \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 22\\ 126\\ 140\\ 126\\ 124, 126\\ 22\\ 22\\ 140\\ 22\\ 303\\ 372\\ 127\\ 300\\ 100\\ 140\\ 140\\ 140\\ 304\\ 22\\ 303\\ 100\\ 140\\ -22 \end{array}$	$\begin{array}{c} 17,2 \pm 0,6\\ 18,06\pm 0,08\\ 18,015\pm 0,030\\ 62,81\pm 0,145\\ 26,16\pm 0,145\\ 34,2\pm 0,6\\ 24,4\pm 0,5\\ 8,249\pm 0,030\\ 17,7\pm 0,3\\ 19,15\pm 0,11\\ 17,7\pm 1,0\\ 17,63\pm 0,09\\ 17,782\pm 0,025\\ 17,764\pm 0,007\\ 17,716\pm 0,020\\ 29,275\pm 0,020\\ 29,275\pm 0,020\\ 29,275\pm 0,020\\ 20,04\pm 0,020\\ 29,275\pm 0,7\\ 24,67\pm 0,17\\ 23,341\pm 0,044\\ 6,740\pm 0,025\\ -32,6-70,7\\ $	$\begin{array}{c} 0\\ 1,8\\ 13\\ 0,5\\ 0,5\\ \cdot 0,03\\ 0,05\\ 13\\ 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 237\\ 28\\ 28\\ 28\\ 28\\ 28\\ 28\\ 28\\ 28\\ 28\\ 28$	$\begin{array}{c} - \\ 16,780\pm0,026\\ (18,021\pm0,028)\\ 58,49\pm0,14\\ 24,36\pm0,14\\ 31,8\pm0,6\\ 22,7\pm0,5\\ 7,681\pm0,028\\ \end{array}$	15 0,5 0,03 0,05 13 97 28 28 0,11 6 19	$18,020\pm0,02562,683\pm0,02726,281\pm0,02634,891\pm0,02724,686\pm0,0288,267\pm0,02717,777\pm0,0119,510\pm0,02929,36\pm0,0419,85\pm0,0323,29\pm0,036,80\pm0,04$
	То же	100 .	32,501 ± 0,033	10	30,26 <u>+</u> 0,03	10	32,54 <u>+</u> 0,03

505

массы лёгких ядер

Продолжение табл. І

Массов.чис-	Дублет	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Δ <i>М</i> в единицах О <sup>16</sup>	Bec	Принятое значение ∆М в Мэв	Bec	Значение ∆ <i>М</i> , вычисленное из масс (таблица II) в единицах О <sup>16</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
37 38 39 39 40 40 41 41 41 42 43 44 44 44	$\begin{array}{c} HC_{3}-C1^{37}\\ To \ \text{we}\\ H_{2}C_{3}-HC1^{37}\\ To \ \text{we}\\ H_{2}C_{3}-HC1^{37}\\ To \ \text{we}\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 22\\ 303\\ 22\\ 303\\ 304\\ 100\\ 100\\ 100\\ 186\\ 22\\ 303\\ 331\\ 299\\ 332\\ 299\\ 332\\ 299\\ 303\\ 186\\ 100\\ 100\\ 300\\ 100\\ 299\\ 303\\ 303\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 41,2 \\ \pm 0,7 \\ 42,17 \\ \pm 0,09 \\ 41,2 \\ \pm 0,7 \\ 41,98 \\ \pm 0,11 \\ 42,17 \\ \pm 0,09 \\ 42,014 \\ \pm 0,09 \\ 42,014 \\ \pm 0,046 \\ 52,910 \\ \pm 0,046 \\ 52,910 \\ \pm 0,06 \\ 67,93 \\ \pm 0,07 \\ 68,85 \\ \pm 0,01 \\ 68,877 \\ \pm 0,08 \\ - 0,32 \\ \pm 0,008 \\ 68,539 \\ \pm 0,046 \\ 69,30 \\ \pm 0,23 \\ 65,13 \\ \pm 0,05 \\ 88,247 \\ \pm 0,034 \\ 96,040 \\ \pm 0,05 \\ 88,247 \\ \pm 0,015 \\ 61,76 \\ \pm 0,09 \\ 18,94 \\ \pm 0,23 \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0\\ 0\\ 0\\ 0\\ 1,4\\ 5,4\\ 7,3\\ 15\\ 1,8\\ 0\\ 2,4\\ 0\\ 9,2\\ 0\\ 1,8\\ 5,4\\ 0\\ 9,2\\ 0\\ 1,8\\ 5,4\\ 0\\ 5,4\\ 0\\ 5,4\\ 0\\ 5,4\\ 0\\ 1,4\\ 0\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 39,15 \pm 0,04^{8}) \\ (42,05 \pm 0,04) \\ 49,27 \pm 0,04 \\ 55,781\pm 0,024 \\ 44,30 \pm 0,07 \\ \hline \\ 63,95 \pm 0,24^{8}) \\ (68,68 \pm 0,26) \\ -0,30 \pm 0,07 \\ 63,82 \pm 0,04 \\ \hline \\ 60,65 \pm 0,05 \\ 82,171\pm 0,032 \\ 89,428\pm 0,048 \\ \hline \\ 67,838\pm 0,014 \\ 57,51 \pm 0,08 \end{array}$	6,4 7,3 15 1,8 0,18 1,8 5,4 4,6 51 1,4	$\begin{array}{c} 42,03 \pm 0,04\\ 52,94 \pm 0,06\\ 59,88 \pm 0,04\\ 47,31 \pm 0,04\\ \hline \\ 68,963 \pm 0,024\\ \hline \\ -0,22 \pm 0,05\\ 68,73 \pm 0,05\\ 68,963 \pm 0,024\\ 64,94 \pm 0,05\\ \hline \\ 72,803 \pm 0,008\\ 61,558 \pm 0,012\\ \hline \end{array}$

.

506

с. джелепов и л. н. зырянова

ы

#### Окончание табл. І

Массов.чис- ло дублета	Дублет	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение Δ <i>М</i> в единицах О <sup>16</sup>	Bec	Принятое значение ΔМ в Мэв	Bec	Значение ∆М, вычисленное из масс (таблица II) в единицах О <sup>16</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
44	$CO_2 - C^{12}S^{32}$ $CO_2 - Ca^{44}$	300 100 300	$17,782\pm0,025$ $34,607\pm0,059$ $33,182\pm0,007$	19 6)	$16,558 \pm 0,023 \\ 32,224 \pm 0,055$	19	17,777 <u>+</u> 0,011
40	То же	100	$33,132\pm0,013$ $33,132\pm0,013$	69	$30,851\pm0,012$	69	33,046 <u>+</u> 0,015
48 49 50 76	$\begin{array}{c} C_4 - Ca^{48} \\ C_4 H - S^{33} O^{16} \\ C_4 H_2 - S^{34} O^{16} \\ C_6 H_4 - CS_2 \end{array}$	100 100 100 300	$47,590\pm0,10$ $41,385\pm0,046$ $52,900\pm0,040$ $87,326\pm0,058$	6) 4,4 5,6 2,8	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	4,4 5,6 2,8	$\begin{array}{r} 41,495\pm0,020\\ 52,90\pm0,03\\ 87,225\pm0,018\end{array}$

ПРИМЕЧАНИЯ К ТАБЛИЦЕ І

1) При вычислениях было принято, что вес, равный единице, имеют измерения, погрешность которых 0.1 Мэв. 2) В таблице приведены веса и погрешности, округлённые до одной-двух значащих цифр. Вычисления

проводились с неокруглёнными значениями.

3) Случай, когда погрешность «разброса» ог оказалась больше погрешности о1.

4) Разность между данным экспериментальным значением и наиболее вероятным значением, вычисленным по массам таблицы II, выходит за пределы учетверённой вероятной погрешности.
 5) Мы увеличили авторскую погрешность ± 0,01 до значения 0,02.

) Данное уравнение было вынесено в дополнительную систему. Принципы вычисления см. раздел IV.

7) Погрешность оценена нами из погрешностей пробегов продуктов реакции.

8) Погрешность оценена нами.

9) Е' - разность масс исходного и конечного ядра.

16) Реакция использована не была, так как находится в противоречии с другими сведениями о массе А<sup>89</sup>.
 11) В столбце 6-м в скобках приведено принятое значение ΔM в массовых единицах.

12) Погрешность увеличена нами, так как известна тенденция авторов завышать точность своих измерений.

### IV. СХЕМА ВЫЧИСЛЕНИЙ

При математической обработке экспериментальных данных требуется получить систему наиболее вероятных значений масс. В нашей работе эта задача была решена применением метода наименьших квадратов. Вычисления проводились следующим образом.

1. На основе материала таблицы I, прежде всего было найдено наиболее вероятное значение энергии каждой реакции и величины дублета, т. е. составлено среднее взвешенное из существующих измерений данной величины. При этом, кроме отдельных измерений одной и той же величины, объединялись значения для прямых и обратных реакций, реакций с одинаковым Q и равнозначных дублетов.

Для нахождения среднего необходимо иметь веса всех значений. Почти везде, кроме случаев, где это специалыю оговорено, мы определяли веса, основываясь на авторской оценке погрешностей. Следует отметить, что авторы по-разному подходят к определению вероятной погрешности своих измерений. Унификация этих определений была бы желательна, но является весьма трудоёмкой, и в данной работе проведена не была.

Обсуждённые ниже результаты вычислений оправдывают такое «доверие» к авторам.

Для определения веса каждого значения была использована формула

$$p_i = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2},$$

где  $\sigma_0$  — погрешность определения, вес которого принят равным единице;

о, — погрешность *i*-го значения.

Измерениям, погрешности которых превышают наименьшую из погрешностей больше, чем в десять раз, везде приписан нулевой вес, так как при взвешивании они практически не меняют результата.

Если одни и те же авторы последовательно сообщали различные значения данной величины, то мы использовали только их последнее значение, остальным же приписывали вес, равный нулю.

Веса, которые были окончательно приняты при усреднении, помещены в пятом столбце таблицы  $I_{(\sigma_0}$  положено равным 0,1).

2. При определении погрешности средних вначений мы поступали следующим образом. Для каждого среднего вычислялись; а) «статистическая» погрешность

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_0}{\sqrt{\sum_{i} p_i}}$$

и б) погрешность «разброса»



где  $p_i$  — вес *i*-го значения, n — число взвешиваемых членов,  $\delta_i$  — уклонение *i*-го числа от среднего взвешенного.

Усреднённому значению приписывалась наибольшая из этих погрешностей. Если погрешности отдельных измерений имеют случайный характер, то  $\sigma_1$  должна быть больше или порядка  $\sigma_2$ . В случаях, когда  $\sigma_2$  значительно превосходит  $\sigma_1$ , можно предполагать наличие не исключённых методических погрешностей, которые «разбрасывают» отдельные значения за пределы вероятных погрешностей. Приписывая в этом случае результату погрешность  $\sigma_2$ , мы учитываем этот разброс и уменьшаем вес противоречивых измерений.

В наших вычислениях в 19 случаях из 81  $\sigma_2$  оказалась больше статистической погрешности. В таблице эти случаи отмечены сноской<sup>8</sup>). Не было ни одного случая, когда  $\sigma_2$  превышала бы  $\sigma_1$  в 3 раза.

В шестом столбце приведены полученные таким путём средние значения. В последующих вычислениях они рассматривались как экспериментальные значения энергий реакций или величин дублетов. В следующем столбце даны веса, которые были выведены для средних значений по указанному выше правилу.

3. Дальнейшая работа заключалась в отыскании наилучших значений масс путём применения метода наименьших квадратов.

Экспериментальный материал представляет собой систему 258 уравнений с 97 неизвестными типа

X+Y-Z-T=Q (условные уравнения),

где X и т. д. — массы ядер, Q — энергия ядерного превращения. Так как Q определяются на опыте с какими-то погрешностями,

то все эти уравнения не могут быть вполне совместными, и поэтому точного решения всей системы не существует. Требуется найти систему неизвестных, которая возможно лучше удовлетворяла бы всем уравнениям. По принципу метода наименьших квадратов <sup>24</sup> наилучшей системой неизвестных является та, для которой сумма квадратов остающихся погрешностей уравнений имеет минимальное значение. Математически отыскание такой системы неизвестных сводится к приведению условных уравнений к эквивалентной системе нормальных уравнений, число которых равняется числу неизвестных, и её решению. Неизвестные, найденные из нормальной системы, имеют наибольщий вес и наименьшую среднюю ошибку среди всех других возможных систем неизвестных. 4. Решение системы 258 уравнений с 97 неизвестными практически неосуществимо. Поэтому задача должна быть разделена на несколько этапов.

Прежде всего, рассматривая таблицу I, нетрудно убедиться, что некоторые ядра входят только в одно-два уравнения, имеющих большие погрешности (например, ядро N<sup>16</sup>). Включение таких уравнений в общую систему не увеличило бы точности определения масс других ядер ввиду малости веса этих уравнений, но значительно затруднило бы вычисления. Поэтому уравнения для ядер, масса которых всё равно не может быть определена с погрешностью меньше 30 кэв, были выделены в дополнительную систему, которая решалась после основной. Оставшиеся 208 уравнений с 66 неизвестными были разбиты на пять систем.

5. Первая, главная система включала в себя нейтрон и 24 следующих ядра:  $H^1$ ,  $H^2$ ,  $H^3$ ,  $He^3$ ,  $He^4$ ,  $Li^6$ ,  $Li^7$ ,  $Li^8$ ,  $Be^7$ ,  $Be^8$ ,  $Be^9$ ,  $Be^{10}$ ,  $B^9$ ,  $B^{10}$ ,  $B^{11}$ ,  $B^{12}$ ,  $C^{11}$ ,  $C^{12}$ ,  $C^{18}$ ,  $C^{14}$ ,  $N^{13}$ ,  $N^{14}$ ,  $N^{15}$ . Выделение такой большой системы диктовалось, прежде всего, необходимостью включить в одну систему и лёгкие частицы, участвующие в большинстве ядерных реакций, и ядро  $O^{16}$ , относительно которого ведутся все расчёты. Эта система охватывала также основные дублеты  $H_2 - D$ ,  $D_8 - C^{12}$ ,  $C^{12}H_4 - O^{16}$ ,  $C^{12}H_2 - N^{14}$ , применяющиеся при масс-спектрометрических определениях. Такое разделение отражает также и общую точность сведений о массах ядер: суммарный вес всех данных, вошедших в первую систему, составляет 94 000, а для следующих 25 ядер всего 10 000.

Система содержала 95 уравнений с 25 неизвестными. Соответствующая ей система нормальных уравнений была решена способом последовательного исключения неизвестных. Одновременно решались системы, которые служат для определения весов неизвестных.

Для определения вероятных ошибок неизвестных использовалась формула

$$\sigma_{\text{Rep}}(x) = \frac{0,674}{\sqrt{p(x)}} \sqrt{\frac{\Sigma \varepsilon_i^2}{n-m}},$$

где  $\varepsilon_l$  — погрешность *l*-го условного уравнения, т. е. величина  $Q_{\text{эксп.}} - Q_{\text{выч.}}$ , где  $Q_{\text{выч.}}$  найдено путём подстановки масс, полученных из системы; n — число условных уравнений; m — число не-известных; p(x) — вес неизвестного x, найденный из нормальной системы. Как видно из формулы, ошибки определяются тем, как согласуются между собой результаты разных экспериментов.

6. Четыре другие системы содержали следующие ядра:

вторая — O<sup>18</sup>, F<sup>18</sup>, F<sup>19</sup>, F<sup>20</sup>, Ne<sup>20</sup>, Ne<sup>31</sup>, Ne<sup>22</sup>, Ne<sup>23</sup>, Na<sup>23</sup>; третья — Mg<sup>24</sup>, Mg<sup>25</sup>, Mg<sup>26</sup>, Mg<sup>27</sup>, Al<sup>27</sup>, Al<sup>28</sup>, Si<sup>28</sup>, Si<sup>29</sup>, Si<sup>80</sup>, Si<sup>31</sup>, P<sup>81</sup>; четвёртая — Р<sup>32</sup>, S<sup>33</sup>, S<sup>33</sup>, S<sup>34</sup>, S<sup>35</sup>, Cl<sup>35</sup>, Cl<sup>36</sup>, Cl<sup>37</sup>, A<sup>36</sup>, A<sup>37</sup>, A<sup>40</sup>; лятая — Cl<sup>38</sup>, A<sup>38</sup>, A<sup>41</sup>, K<sup>89</sup>, K<sup>40</sup>, K<sup>41</sup>, K<sup>42</sup>, Ca<sup>40</sup> и Ca<sup>41</sup>.

Они были решены аналогично главной системе. Массы, определённые в предыдущих системах, подставлялись в последующие уравнения, как известные. Это не вносит особых неточностей, поскольку вероятные ошибки экспериментальных значений растут с Z. Таким путём были определены массы до Ca<sup>41</sup>.

7. После решения пяти основных систем были найдены массы ядер He<sup>5</sup>, He<sup>6</sup>, C<sup>10</sup>, C<sup>12</sup>, N<sup>12</sup>, N<sup>16</sup>, O<sup>14</sup>, O<sup>15</sup>, O<sup>19</sup>, F<sup>17</sup>, Ne<sup>19</sup>, Na<sup>32</sup>, Na<sup>34</sup>, Mg<sup>28</sup>, Al<sup>34</sup>, Al<sup>26</sup>, Al<sup>39</sup>, P<sup>29</sup>, P<sup>80</sup>, P<sup>83</sup>, S<sup>31</sup>, S<sup>86</sup>, S<sup>87</sup>, Cl<sup>38</sup>, Cl<sup>84</sup>, A<sup>35</sup>, A<sup>89</sup>, K<sup>87</sup>, K<sup>88</sup>, Ca<sup>39</sup>, Ca<sup>42</sup>, Ca<sup>48</sup>, Ca<sup>44</sup> и Ca<sup>48</sup>, которые входили в дополнительные уравнения. Погрешности этих масс определяются, в основном, погрешностями экспериментальных значений.

8. Для перевода массовых единиц в энергетические использовалась известная формула: 1 масс. ед. =  $10^{-7} \frac{c^3}{F} M_{38}$ , где c — скорость света в  $c_M/c_{ee}$ , F — постоянная Фарадея в кулонах.

Значения констант были взяты из работы Дю Монда<sup>25</sup>, при этом 1 масс. ед. = 931,152 *Мэв*.

### V. ТАБЛИЦА МАСС ЛЁГКИХ ЯДЕР

В таблице II (см. стр. 512) приведены массы атомов для  $Z \ll 20$ . В третьем столбце дана величина масс-дефекта ядра M - A в Mэв; в следующем столбце приведены массы атомов в единицах  $O^{16}$ . В скобках указаны вероятные погрешности в шестом знаке после запятой.

#### VI. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

### 1. Обсуждение исходных значений с точки зрения результатов

После того как были определены массы всех ядер, мы вычислили значения Q и  $\Delta M$ , которые соответствуют найденным массам. Эти значения приведены в восьмом столбце таблицы I. Сравнивая экспериментальные результаты и найденные нами наиболее вероятные значения, мы можем убедиться, что разность между ними выходит за пределы вероятной погрешности в 38% случаев. Согласно определению вероятной погрешности при достаточно большом числе измерений 50% результатов должно отклоняться от среднего значения на величину, большую, чем вероятная погрешность. Приведённое выше число свидетельствует о том, что большинство экспериментаторов правильно оценивает свои погрешности.

Из 460 экспериментальных определений, на которых основана наша таблица масс, 59 выходят за пределы удвоенной, 24 за

# Таблица II

Массы	лёгких	ядер
-------	--------	------

Элемент	Массовое число А	Масс-дефект <i>М</i> — А в <i>Мэв</i>	Масса атома <i>М</i> в атомн. масс. ед.
n H H H H e H e H e H e H e H e H e H e	$\begin{array}{c}1\\1\\2\\3\\3\\4\\5\\6\\6\\7\\8\\9\\10\\9\\10\\11\\12\\10\\11\\12\\13\\14\\15\\12\\13\\14\\15\\16\\14\\15\\16\\17\\18\\9\\20\\20\\21\\22\\23\\23\\21\\22\\23\\21\\22\\23\\21\\22\\23\\21\\22\\23\\21\\22\\23\\21\\22\\23\\21\\22\\23\\21\\22\\23\\21\\22\\23\\21\\22\\23\\22\\23\\21\\22\\23\\23\\21\\22\\23\\22\\23\\21\\22\\23\\23\\22\\23\\21\\22\\23\\23\\22\\23\\23\\22\\23\\23\\22\\23\\23\\22\\23\\23$	$\begin{array}{c} 8,3663\pm 0,0015\\7,5852\pm 0,0012\\13,7262\pm 0,0023\\15,832\pm 0,005\\15,832\pm 0,005\\15,814\pm 0,005\\3,6104\pm 0,0025\\12,72\pm 0,10\\19,39\pm 0,03\\15,855\pm 0,005\\16,970\pm 0,006\\23,303\pm 0,007\\17,834\pm 0,007\\17,834\pm 0,007\\17,834\pm 0,007\\17,806\pm 0,006\\15,566\pm 0,008\\15,077\pm 0,007\\15,009\pm 0,007\\15,009\pm 0,007\\15,009\pm 0,007\\15,909\pm 0,007\\15,909\pm 0,007\\15,909\pm 0,007\\15,921\pm 0,008\\16,921\pm 0,006\\16,921\pm 0,006\\16,921\pm 0,005\\7,168\pm 0,004\\13,3\pm 0,05\\21,23\pm 0,08\\9,197\pm 0,005\\7,168\pm 0,004\\13,3\pm 0,005\\7,013\pm 0,008\\9,197\pm 0,008\\9,197\pm 0,005\\7,013\pm 0,008\\9,197\pm 0,005\\7,013\pm 0,008\\9,197\pm 0,008\\9,197\pm 0,008\\10,47\pm 0,006\\10,47\pm 0,008\\4,551\pm 0,008\\4,551\pm 0,008\\4,224\pm 0,008\\6,222\pm 0,006\\4,148\pm 0,005\\5,914\pm 0,002\\7,404\pm 0,007\\-1,120\pm 0,004\\1,603\pm 0,006\\4,039\pm 0,005\\-1,549\pm 0,006\\4,039\pm 0,005\\-1,549\pm 0,006\\4,039\pm 0,006\\4,039\pm 0,006\\-2,706\pm 0,006\\4,039\pm 0,006\\-2,706\pm 0,006$	$\begin{array}{c} 1,0089849 & (\pm 1,6) \\ 1,0081460 & (\pm 1,3) \\ 2,0147411 & (\pm 2,4) \\ 3,017003 & (\pm 5) \\ 4,0038773 & (\pm 2,7) \\ 5,01366 & (\pm 110) \\ 6,02082 & (\pm 30) \\ 6,017028 & (\pm 6) \\ 7,018225 & (\pm 7) \\ 8,025026 & (\pm 8) \\ 7,019153 & (\pm 7) \\ 8,007849 & (\pm 6) \\ 9,015042 & (\pm 6) \\ 10,016717 & (\pm 9) \\ 9,016192 & (\pm 7) \\ 10,016118 & (\pm 8) \\ 11,012796 & (\pm 6) \\ 12,018172 & (\pm 10) \\ 10,02034 & (\pm 110) \\ 11,014931 & (\pm 5) \\ 13,007488 & (\pm 5) \\ 14,007698 & (\pm 4) \\ 15,0143 & (\pm 500) \\ 12,02280 & (\pm 90) \\ 13,009877 & (\pm 6) \\ 14,007531 & (\pm 5) \\ 15,004877 & (\pm 7) \\ 16,01124 & (\pm 160) \\ 14,007531 & (\pm 5) \\ 15,004877 & (\pm 7) \\ 16,00000 & (\pm 9) \\ 16,00000 & (\pm 9) \\ 17,004536 & (\pm 7) \\ 18,004888 & (\pm 6) \\ 19,0092 & (\pm 300) \\ 17,007496 & (\pm 9) \\ 18,006683 & (\pm 6) \\ 19,00454 & (\pm 5) \\ 20,006352 & (\pm 22) \\ 19,00725 & (\pm 6) \\ 21,998366 & (\pm 4) \\ 23,001722 & (\pm 6) \\ 21,004338 & (\pm 22) \\ 22,001423 & (\pm 17) \\ 22,997094 & (\pm 6) \\ \end{array}$

Продолжение табл. II

•

Элемент Массово число А		Масс-дефект М— А в Мэв	Масса атома М в атомн. масс. ед.
Na gggggg MMMAAAAASISISISPPPPPPSSSSSSSSCICICIAAAAAAKKKKKKK	$\begin{array}{c} 24\\ 23\\ 24\\ 25\\ 26\\ 27\\ 24\\ 26\\ 27\\ 28\\ 29\\ 27\\ 28\\ 29\\ 30\\ 31\\ 29\\ 30\\ 31\\ 29\\ 30\\ 31\\ 32\\ 33\\ 44\\ 35\\ 36\\ 37\\ 38\\ 40\\ 41\\ 37\\ 38\\ 39\\ 40\\ 41\\ 42\end{array}$	$\begin{array}{c} -1,296\pm0,011\\ 1,20\pm0,06\\ -6,848\pm0,022\\ -5,803\pm0,020\\ -8,561\pm0,028\\ -6,63\pm0,03\\ -7,2\pm0,3\\ -5,8\pm0,3\\ -9,230\pm0,022\\ -8,580\pm0,024\\ -9,6\pm0,3\\ -4,62\pm0,07\\ -13,223\pm0,024\\ -15,568\pm0,025\\ -13,811\pm0,029\\ -13,811\pm0,029\\ -14,84\pm0,025\\ -11,24\pm0,06\\ -15,283\pm0,025\\ -14,846\pm0,012\\ -16,553\pm0,010\\ -16,553\pm0,010\\ -16,835\pm0,016\\ -19,867\pm0,028\\ -18,44\pm0,03\\ -20,00\pm0,03\\ -18,61\pm0,03\\ -14,26\pm0,06\\ -14,26\pm0,06\\ -14,26\pm0,06\\ -14,26\pm0,00\\ -18,59\pm0,07\\ -13,99\pm0,04\\ -20,99\pm0,04\\ -20,99\pm0,04\\ -23,210\pm0,09\\ -18,61\pm0,03\\ -20,07\pm0,04\\ -23,210\pm0,06\\ -23,210\pm0,06\\ -23,210\pm0,06\\ -23,210\pm0,06\\ -23,210\pm0,06\\ -23,59\pm0,06\\ -22,34\pm0,04\\ -21,68\pm0,05\\ -22,61\pm0,07\\ -22,$	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$

•

Элемент	Массовое число А	Масс-дефект <i>М</i> — А в <i>Мәв</i>	Масса атома <i>М</i> в атомн. масс. ед.
Ca Ca Ca Ca Ca Ca Ca Ca	39 40 41 42 43 44 48	$\begin{array}{c} -16,10\pm0,14\\ -23,00\pm0,05\\ -23,13\pm0,06\\ -26,00\pm0,03\\ -25,67\pm0,05\\ -28,67\pm0,06\\ -30,09\pm0,09\end{array}$	$\begin{array}{rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr$

Окончание табл. II

пределы утроенной и 13 за пределы учетверённой вероятной погрешности. В то время как число случаев, когда погрешность превышает однократную, двукратную и трёхкратную погрешности, приблизительно соответствует гауссовскому распределению, число случаев, выходящих за учетверённую погрешность, в пять раз превышает его.

Естественно опасаться, что в этих случаях имеются невыясненные методические погрешности. К таким случаям относятся работы <sup>233</sup>, 412, 284, 55, 138, 72, 140, 307, 386, 149, 267 и <sup>269</sup> (см. литературу к табл. I).

### 2. Сопоставление полученных масс

#### с результатами предыдущих анализов

В таблице III приведены массы основных изотопов по нашим данным (табл. II) и предыдущим анализам. Сопоставление этих данных показывает, что по сравнению с 1947 г. погрешности уменьшились в среднем в 10—20 раз. Можно видеть, что системы масс согласуются между собой внутри своих вероятных погрешностей. Различия, выходящие за пределы утроенной погрешности, встречаются относительно редко.

3. Сравнение систем масс, основанных на ядерных реакциях и на масс-спектрометрических дублетах

Представляется интересным сравнить результаты, которые получаются, если использовать порознь данные измерения дублетов и величин Q. Для этой цели из приведённых в таблице I дублетов была создана самостоятельная система из 19 уравнений с 10 неизвестными и снова решена по методу наименьших квадратов.

Таблица III

Массы основных изотопов

Изотоп	Данные Бете <sup>1</sup>		Данные Маттауха и Фламмерсфельда <sup>2</sup>		Данные: а) Лн, Валинга <sup>5</sup> , б) Эвальда <sup>4</sup> , в) Коллинса, Нира <sup>3</sup>		Данные настоящей работы	
n	1 00893	(+ 30)*)	1 008939	(+ 5)	1.008982	(+3)a)	1 0089849	(+1.6)
H1	1.008123	$(\pm 6)$	1.008130	$(\pm 3)$	1.008142	$(\pm 3)(-)$	1.0081460	$(\pm 1,3)$
H <sup>2</sup>	2,014708	(+ 11)	2,014721	(+ 6)	2,014735	(+ 6)	2,0147411	(+2,4)
H <sup>3</sup>	3,01700	( <u>+</u> 34)	3,017033	( <u>+</u> 17)	3,016997	(±11)	3,017003	(± 5)
He <sup>4</sup>	4,00390	( <u>+</u> 30)	4,003887	( <u>+</u> 21)	4,003873	( <u>+</u> 15)	4,0038773	( <u>+</u> 2,7)
Li <sup>6</sup>	6,01697	( <u>+</u> 50)	6,016952	( <u>+</u> 50)	6,017021	(±22)	6,017028	( <u>+</u> 6)
Li <sup>7</sup>	7,01822	( <u>+</u> 60)	7,018203	( <u>+</u> 40)	7,018223	( <u>+</u> 26)	7,018225	(± 7)
Be <sup>9</sup>	9,01503	( <u>+</u> 60)	9,01499	( <u>+</u> 60)	9,015043	( <u>+</u> 30)	9,015042	( <u>±</u> 6)
B10	10,01618	( <u>+</u> 90)	10,01606	(土60)	10,016114	( <u>+</u> 28)	10,016118	(± 8)
B11	11,01284	( <u>+</u> 80)	11,01283	<b>(</b> <u>+</u> 60)	11,012789	( <u>+</u> 23)	11,012796	( <u>+</u> 6)
C12	12,00382	(土 40)	12,003855	( <u>+</u> 23)	12,003804	( <u>+</u> 17)	12,003817	(土 5)
C <sup>18</sup>	13,00751	(±100)	13,007576	( <u>+</u> 23)	13,007473	<b>(</b> ±14 <b>)</b>	13,007488	(土 5)

\*) Погрешности в шестом знаке после запятой.

.

массы лёгких ядер

Окончание табл. III от бо

Изотоп	Данные Бете <sup>1</sup>	Данные Маттауха и Фламмерсфельда <sup>2</sup>	Данные: а) Ли, Валинга <sup>5</sup> , б) Эвальда <sup>4</sup> , в) Коллинса, Нира <sup>8</sup>	Данные настоящей работы
N14 N15 O17 F19 Ne <sup>20</sup> Na <sup>23</sup> Mg <sup>24</sup> A127 Si <sup>28</sup> P <sup>81</sup> S <sup>32</sup> C1 <sup>85</sup> C1 <sup>87</sup> A <sup>40</sup> K <sup>89</sup>	$14,00751$ $(\pm 40)$ $15,00489$ $(\pm 210)$ $17,00450$ $(\pm 60)$ $19,00450$ $(\pm 260)$ $19,09877$ $(\pm 100)$ $22,99618$ $(\pm 300)$ $23,9924$ $(\pm 600)$ $26,9899$ $(\pm 800)$ $27,9866$ $(\pm 600)$ $30,9843$ $(\pm 500)$ $31,98089$ $(\pm 70)$ $34,97867$ $(\pm 210)$ $36,97750$ $(\pm 140)$ $-39,9756$ $(\pm 600)$ $(38,9747)$ $(\pm 602)$	14,007540 (± 24)         15,004900 (± 25)         17,00453 (± 60)         19,00435 (± 70)         19,998898 (± 50)         22,99697 (± 70)         23,99254 (± 80)         26,98974 (± 60)         27,98545 (±110)         30,98348 (±130)         31,98167 (±170)         34,97893 (±280)         36,97755         39,97551 (±120)	$\begin{array}{ccccccc} 14,007515 & (\pm 11) \\ 15,004863 & (\pm 12) \\ 17,004533 & (\pm 7) \\ 19,004456 & (\pm 15) \\ 19,998771 & (\pm 12) 6 \end{array}$ $\begin{array}{c} 27,985792 & (\pm 32) \\ 30,983622 & (\pm 23) \\ 31,982236 & (\pm 7) \\ 34,98004 & (\pm 50) \\ 36,97766 & (\pm 50) \\ 39,97513 & (\pm 30) \\ 38,97606 & (\pm 30) \end{array}$	$14,007531$ $(\pm 5)$ $15,004877$ $(\pm 7)$ $17,004536$ $(\pm 7)$ $19,004454$ $(\pm 5)$ $19,998798$ $(\pm 5)$ $22,997094$ $(\pm 6)$ $23,992646$ $(\pm 24)$ $26,990088$ $(\pm 24)$ $27,985800$ $(\pm 26)$ $30,983588$ $(\pm 27)$ $31,982223$ $(\pm 11)$ $34,98002$ $(\pm 30)$ $36,97756$ $(\pm 40)$ $39,975073$ $(\pm 22)$ $38,97600$ $(\pm 40)$
Ca <sup>40</sup>	39,9753 ( <u>+</u> 1500)		39,97545 ( <u>+</u> 90)	39,97530 ( <u>+</u> 50)

à с. джелепов и л. н. зырянова Таблица IV

,

Изотоп	Масс-спектрометрическая система	Общая система		
H1 H2 B10 B11 C12 C18 N14 N15 Ne <sup>20</sup>	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{cccccccc} 1,0081460 & (\pm 1,3) \\ 2,0147411 & (\pm 2,4) \\ 4,0038773 & (\pm 2,7) \\ 10,016118 & (\pm 8) \\ 11,012796 & (\pm 6) \\ 12,003817 & (\pm 5) \\ 13,007488 & (\pm 5) \\ 14,007531 & (\pm 5) \\ 15,004877 & (\pm 7) \\ 19,998798 & (\pm 5) \end{array}$		

Сопоставление двух систем масс

Результаты приведены во второй колонке таблицы IV. Строго говоря, для сравнения нужно было бы отдельно решить систему; основанную на значениях Q и E. Однако вес данных по ядерным реакциям и распадам, как уже указывалось, составляет 89% от общего веса данных таблицы I; вследствие этого система, основанная только на Q и E, должна быть очень близка к общей системе. Поэтому в третьей колонке таблицы IV повторены числа из таблицы I. Заметим, кстати, что они близки к числам Ли и Валинга, основанным только на величинах Q.

Выводы, которые можно сделать из сопоставления соседних колонок таблицы IV, таковы. Некоторое систематическое разногласие между масс-спектрометрическими данными и данными, полученными из ядерных реакций, есть: массы самых лёгких частиц получаются по дублетам меньше, в районе В обе шкалы масс совпадают и затем, начиная с  $C^{12}$ , масс-спектрометрические массы выше. В четырёх случаях (Не<sup>4</sup>,  $C^{12}$ ,  $C^{13}$  и N<sup>14</sup>) разность масс выходит за пределы утроенной вероятной погрешности, что заставляет предполагать наличие методических погрешностей. В случае  $C^{18}$  расхождение в шесть раз превышает вероятную ошибку.

Отмеченное Ли и Валингом онень большое расхождение в величине дублета С<sup>12</sup> H<sub>4</sub> — О<sup>16</sup> (106 <u>—</u> 29) уменьшилось, но незначительно. Следует отметить, что в самих масс-спектрометрических измерениях встречаются большие расхождения.

Из восьмого столбца таблицы I можно видеть, что полученные нами значения масс в целом хорошо удовлетворяют экспериментальным значениям дублетов. За пределы однократной, двукратной и трёхкратной вероятной погрешности выходят 35%, 18% и 4% случаев, в то время как гауссовское распределение предсказывает — 50%, 18% и 4%.

### 4. Микроволновые определения масс

В таблице V приведены результаты микроволновых определений разностей масс и их отношений. Они не были включены в основную систему, поскольку точность их невелика, а они значительно

Таблица V

Дублеты	Литера- турные ссылки	Экспериментальное значение		Значение при массах таблицы II		
$\begin{array}{c} S^{83} - S^{32} \\ S^{83} - S^{34} \\ S^{34} - S^{80} \\ C^{185} - C^{137} \\ C^{185} - C^{136} \\ S^{55} - S^{82} \\ \hline S^{34} - S^{33} \\ S^{85} - S^{32} \\ \hline S^{88} - S^{32} \\ S^{88} - S^{82} \\ \hline S^{34} - S^{82} \\ \hline S^{130} - S^{128} \\ \hline \\ \hline S^{130} - S^{128} \\ \hline \end{array}$	$ \begin{array}{r}     16 \\     17 \\     18 \\     14, 19 \\     15 \\     21 \\     21 \\     22 \\     22 \\     22 \end{array} $	0,99977 0,93709 2,00054 1,99751 1,00017 1,50155 2,99881 0,500714 0,49341	$\begin{array}{c} (\pm 300) *) \\ (\pm 150) \\ (\pm 300) \\ (\pm 140) \\ (\pm 400) \\ (\pm 150) \\ (\pm 300) \\ (\pm 300) \\ (\pm 30) \\ (\pm 50) \end{array}$	0,999698 0,93674 1,99384 1,99754 0,99972 1,50166 2,99887 0,50074 0,49943	$\begin{array}{c} (\pm 20) \\ (\pm 30) \\ (\pm 100) \\ (\pm 50) \\ (\pm 50) \\ (\pm 50) \\ (\pm 40) \\ (\pm 40) \\ (\pm 50) \end{array}$	
*) Погрешности в шестом знаке после запятой.						

Микроволновые определения масс

Таблица VI

Результаты, не вошедшие в таблицу I

№ п/п	Реакция	Литера- турные ссылки	Эксперименталь- ное значение Q или E	Значение, вычис- ленное из масс (таблица II)
1 23 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	Li <sup>9</sup> (t, d) Li <sup>7</sup> Li <sup>8</sup> (t, p) Li <sup>8</sup> Be <sup>9</sup> (a, n) C <sup>12</sup> D ( $\gamma$ , n) p Be <sup>9</sup> ( $\gamma$ , n) Be <sup>8</sup> F <sup>19</sup> (p, n) Ne <sup>19</sup> Cl <sup>87</sup> (p, n) A <sup>87</sup> P <sup>31</sup> (n, $\gamma$ ) P <sup>32</sup> S <sup>82</sup> (n, $\gamma$ ) S <sup>88</sup> Cl <sup>85</sup> (n, $\gamma$ ) Cl <sup>86</sup> K <sup>89</sup> (n, $\gamma$ ) K <sup>40</sup> Ne <sup>-9</sup> ( $\beta$ +) F <sup>19</sup> Na <sup>21</sup> ( $\beta$ +) Ne <sup>21</sup> Na <sup>23</sup> (p, n) Mg <sup>28</sup>	448 449 450 450 451 452 453 453 453 453 453 453 453 454 454 455	$\begin{array}{c} 0,982\pm 0,007\\ 0,78\pm 0,015\\ 5,68\\ -2,231\pm 0,003\\ -1,664\pm 0,002\\ -4,040\pm 0,005\\ -1,598\pm 0,002\\ 7,94\pm 0,03\\ 8,64\pm 0,02\\ 8,56\pm 0,03\\ 7,77\pm 0,03\\ 2,18\pm 0,03\\ 2,50\pm 0,03\\ -4,879\pm 0,010\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0,991\pm 0,010\\ 0,739\pm 0,010\\ 5,636\pm 0,008\\ -2,225\pm 0,003\\ -1,668\pm 0,008\\ -4,037\pm 0,009\\ -1,60\pm 0,06\\ 7,939\pm 0,027\\ 8,648\pm 0,019\\ 8,63\pm 0,05\\ 7,71\pm 0,06\\ 2,234\pm 0,009\\ 2,528\pm 0,021\\ -4,69\pm 0,06\\ \end{array}$

ļ

усложнили бы обработку материала. В 4-м столбце даны значения тех же величин, определённые по массам таблицы II.

Можно видеть, что почти все разности лежат в пределах вероятной погрешности; только в двух случаях разность приблизительно равна удвоенной погрешности.

#### 5. Сопоставление с результатами, опубликованными в 1952 г. и не вошедшими в таблицу I

В таблице VI приведены результаты тех измерений, которые стали известны авторам статьи после того, как вычисления были начаты. Можно видеть, что новые экспериментальные значения хорошо согласуются с вычисленными по массам ядер таблицы II.

#### ЛИТЕРАТУРА. ШИТИРОВАННАЯ В ТЕКСТЕ

- 1. Гудмен К., Научные и технические основы ядерной энергетики, ИЛ, М., К книге приложена таблица масс Бете.
- Mattauch J., Flammersfeld A., Isotopenbericht, Tübingen, 1949.
   Nier A., Roberts T., Phys. Rev. 81, 557 (1951); Collins T., Nier A., Johnson W., Phys. Rev., 84, 717 (1951).
   Ewald H., Zeits. Naturforsch. 6a, 253 (1951).
- 5. Li C., Whaling W., Fowler W., Lauritsen C., Phys. Rev., 83, 512 (1951).
- Buechner W., Strait E., Stergiopoulos C., Sperdutto A., Phys. Rev., 74, 1569 (1948).
   Fowler W., Lauritsen C., Lauritsen T., Rev. Sci. Instr., 18,
- 818 (1947). 8. Toilerstrup A., Fowler W., Lauritsen C., Phys. Rev., 76,
- 428 (1949).
- Buechner W., Van Patter D., Strait E., Sperdutto A., Phys. Rev., 81, 747 (1951); Van Patter D., Sperdutto A., Endt P., Buechner W., Enge H., Phys. Rev., 85, 142 (1952) и др. работы, В ue chner W., Enge H., Phys. Rev., 85, 142 (1952) и др. работы, см. литературу к табл. I.
  10. Тоllestrup A., Jenkins F., Fowler W., Lauritsen C., Phys. Rev., 75, 1947 (1949) и др. работы, см. литературу к табл. I.
  11. Кіета Е., Phillips G., Phys. Rev., 83, 212 (1951).
  12. Кіпsey B., Bartholomew G., Walker W., Phys. Rev., 77, 723; 78, 481; 80, 918 (1950).
  13. Nier A., Roberts T., Phys. Rev., 81, 507 (1951).
  14. Townes C., Merritt, Wright, Phys. Rev., 73, 1334 (1948).
  15. Townes C., Geschwind S., Phys. Rev., 74, 626 (1948).
  17. Davison P., Phys. Rev., 74, 1233 (1948).
  18. Low W., Townes C., Phys. Rev., 75, 529 (1949).
  19. Gilbert, Roberts, Griswold, Phys. Rev., 81, 296 (1951).
  20. Wentink T., Koski W., Cohen V., Phys. Rev., 81, 948 (1951).
  22. Geschwind S., Gunther-Mohr R., Phys. Rev., 81, 882; 82, 346 (1951).

- (1951). 23. Low W., Townes C., Phys. Rev., 80, 608 (1950).
- 24. И дельсон Н., Способ наименьших квадратов, Ленинград, 1932. 25. Дю Монд, УФН 45, 458 (1951).

#### ЛИТЕРАТУРА К ТАБЛИЦЕ І

- Adamson R., Buechner W., Preston W., Goodman C., Van Patter D., Phys. Rev., 80, 985 (1950).
   Agnew H., Phys. Rev., 77, 655 (1950).
   Alburger D., Phys. Rev., 76, 435 (1949).
   Alburger D., Phys. Rev., 78, 629 (1950).
   Allan H., Clavier C., Nature, 158, 832 (1946).
   Allan H. Wilkinson C. Proc. Pox. Soc. A104, 121 (1949).

- Allan H., Wilkinson C., Proc. Roy. Soc., A194, 131 (1948).
   Allan H., Wilkinson C., Burcham W., Curling C., Nature, 163, 210 (1949).

- 105, 210 (1545).
  8. Allen R., Rall W., Phys. Rev., 78, 337 (1950).
  9. Allen R., Rall W., Phys. Rev., 81, 60 (1951).
  10. Allison S., Skaggs L., Smith N., Phys. Rev., 54, 171 (1938).
  11. Allison S., Graves E., Skaggs L., Phys. Rev., 57, 158 (1940).
  12. Allison S., Skaggs L., Smith N., Phys. Rev., 57, 550 (1940).
  13. Allison S., Miller L., Skaggs L., Smith N., Phys. Rev., 57, 550 (1940).
- 13. Allison S., Miller L., Skaggs L., Smith N., Phys. Rev., 59, 108 (1941).
- 14. Allison S., Argo H., Arnold W., Rosario L., Wilcox H., Yang C., Phys. Rev., 74, 1233 (1948).

- Alvarez L., Phys. Rev., 75, 1815 (1949).
   Ambrosen J., Marck K., Bisgaard, Nature, 165, 888 (1950).
   Anderson O., Phys. Rev., 45, 685 (1934).
   Angus J., Cockroft A., Curran S., Phil. Mag., 40, 522 (1949).
   Argo H., Phys. Rev., 74, 1293 (1948).
   Asada T., Ocuda T., Ogata K., Yoshimoto S., Nature, 143, 72 (1920). 797 (1939).
- 21. Aston F., Nature, 135, 541 (1935). 22. Aston F., Proc. Roy. Soc., A. 163, 391 (1937).
- 23. Bainbridge K., Jordan E., Phys. Rev., 49, 883 (1936).

- 24. Bainbridge K., Jordan E., Phys. Rev., 51, 384 (1937). 25. Bainbridge K., Jordan E., Phys. Rev., 53, 922 (1938). 26. Baldinger E., Huber P., Staub H., Helv. Phys. Acta, 11, 245 (1938).

- 27. Baidinger E., Huber P., Helv. Phys., Acta, 12, 281 (1939).
   28. Baidwin G., Koch H., Phys. Rev., 63, 59 (1943).
   29. Baidwin G., Koch H., Phys. Rev. 67, 1 (1945).
   30. Barkas W., Creutz E., Delsasso L., Fox J., White M., Phys.
- 30. Barkas W., Creutz E., Delsasso L., Fox J., white M., Phys. Rev., 57, 562 (1940).
  31. Barkas W., Creutz E., Delsasso L., Sulton R., White M., Phys. Rev., 58, 194 (1940).
  32. Barshall H., Battat M., Phys. Rev., 70, 245 (1946).
  33. Bateson W., Phys. Rev., 78, 337 (1950).
  34. Bateson W., Phys. Rev., 80, 982 (1950).
  35. Becker R., Fowler W., Lauritsen C., Phys. Rev., 59, 217 (1941).

- (1941).
- 36. Becker R., Fowler W., Lauritsen C., Phys. Rev., 62, 186 (1942).
- 37. Becker R., Hanson A., Diven B., Phys. Rev., 71, 466 (1947).

- 38. Beli R., Elliot L., Phys. Rev., 74, 1552 (1948).
  39. Beli R., Cassidy J., Phys. Rev., 76, 183 (1949).
  40. Beli R., Cassidy J., Phys. Rev., 77, 301 (1950).
  41. Beli R., Weaver A., Cassidy J., Phys. Rev., 77, 399 (1950).
  42. Beli R., Elliot L., Phys. Rev., 79, 282 (1950).
- 43. Benes J., Hedgran A., Hole N., Arc. Math. Ast. Fys. 35A, N: 12 (1948).

- 44. Bennet W., Bonner T., Hudspeth E., Richards H., WattB., 44. Berniet W., Bonner I., Hudspern E., Richards H., Wattb., Phys. Rev., 59, 781 (1941).
  45. Bennet W., Richards H., Phys. Rev., 70, 118 (1946); 71, 565 (1947).
  46. Benson B., Phys. Rev., 73, 7 (1948).
  47. Berggren J., Osborne R., Phys. Rev., 74, 1240 (1948).
  48. Bjerge T., Brostrøm K., Nature, 138, 400 (1936).
  49. Bjerge T., Brostrøm K., Kgl. Danske Vid. Selsk. Math.-Fys. Model 16 (2020).

- Medd., 16, 8 (1938). .50. Blasser J., Baehm F., Marmier P., Phys. Rev., 75, 1953 (1949). .51. Bleuler E., Zunti W., Helv. Phys. Acta, 18, 283 (1945); 19, 137
- (1946).
- .52. Bleuler E., Zunti W., Helv. Phys. Acta, 19, 375 (1946).

- 52. Bleuler E., Zunti W., Helv. Phys. Acta, 19, 375 (1946).
  53. Bleuler E., Rossel J., Helv. Phys. Acta, 20, 445 (1947).
  54. Boggild J., Kgl. Danske Vid. Selsk. Math.-Fys. Medd., 23, 4 (1945).
  55. Boggild J., Minnhagen L., Phys. Rev., 75, 782 (1949).
  56. Bollman W., Zünt W., Helv. Phys. Acta, 24, 517 (1951).
  57. Boley F., Zaffarano D., Phys. Rev., 84, 1059 (1951).
  58. Bonner T., Brubaker W., Phys. Rev., 49, 742 (1935).
  59. Bonner T., Brubaker W., Phys. Rev., 50, 308 (1936).
  60. Bonner T., Prubaker W., Phys. Rev., 50, 308 (1936).
  61. Bonner T., Proc. Roy. Soc. A174, 339 (1940).
  63. Bonner T., Becker R., Rubin S., Streib J., Phys. Rev., 59, 215 (1941). 215 (1941). 61...Bonner T., Evans J., Hill J., Phys. Rev., 75, 1398 (1949). 65...Bonner T., Butler J., Phys. Rev., 83, 1091 (1951).

- 66. Borst L., Phys. Rev., 61, 106 (1942).
  67. Bower J., Burcham W., Proc. Roy. Soc., A173, 379 (1939).
  68. Bradford C., Bennett W., Phys. Rev., 78, 302 (1050).
  69. Brosi A., Zeldes H., Ketelle B., Phys. Rev., 79, 902 (1950).
  70. Brown S., Phys. Rev., 59, 954 (1941).
  71. Brown A., Chao C., Fowler W., Lauritsen C., Phys. Rev., 78, 88 (1950). 72. Brown H., Perez-Mendez V., Phys. Rev. 78, 812 (1950). 73. Bullock M., Sampson M., Phys. Rev., 84, 967 (1951).
- 74. Buechner W., Strait E., Sperdutto A., MalmR., Phys. Rev.,

- 74. Buechner W., Strait E., Sperdutto A., Malink, Fays. Rev., 76, 1543 (1949).
  75. Buechner W., Strait E., Phys. Rev., 76, 1547 (1949).
  76. Buechner W., Helv. Phys. Acta, 23, 167 (1950).
  77. Buechner W., Helv. Progr. Rep., (1950).
  78. Buechner W., Van Patter D., Phys. Rev., 79, 240 (1950).
  73. Buechner W., Van Patter D., Strait E., Sperdutto A., Phys. Rev., 81, 747 (1951).
  80. Burcham W., Smith C., Proc. Roy. Soc. A168, 176 (1938).
  81. Burcham W., Smith C., Nature, 143, 795 (1939).
  82. Burcham W., Freeman J., Phil. Mag., 40, 807 (1949).

- 81. Burcham W., Smith C., Nature, 143, 795 (1939).
  82. Burcham W., Freeman J., Phil. Mag., 40, 807 (1949).
  83. Burcham W., Freeman J., Nature, 163, 167 (1949).
  84. Burcham W., Freeman J., Phil. Mag., 41, 337 (1950).
  85. Burcham W., Freeman J., Phil Mag., 41, 921 (1950).
  85. Burcham W., Freeman J., Phil Mag., 41, 921 (1950).
  85. Burcham W., Freeman J., Phil Mag., 41, 921 (1950).
  85. Burcham W., Freeman J., Phil Mag., 41, 921 (1950).
  85. Burcham W., Freeman J., Phil Mag., 41, 921 (1950).
  86. By att W., Rogers F., Waltner A., Phys. Rev., 74, 699 (1948).
  87. By att W., Rogers F., Waltner A., Phys. Rev., 75, 909 (1949).
  88. Carlson R., Phys. Rev., 83, 203 (1951).
  89. Carlson R., Phys. Rev., 84, 749 (1951).
  90. Chadwick J., Constable J., Proc. Roy. Soc., A135, 48<sup>3</sup> (1931).
  91. Chadwick J., Goldhaber M., Proc. Roy. Soc., A151; 479 (1935).
  92. Chadwick J., Feather N., Bretscheur E., Proc. Roy. Soc., A163, 366 (1937).

- A163, 366 (1937).

5 УФН, т. XLVIII, вып. 4

- 93. Chao C., Lauritsen C., Tollestrup A., Phys. Rev. 76, 586-(1949).
- Chao C., Tollestrup A., Fowler W., Lauritsen C., Phys-Rev., 78, 88 (1950).
   Chao C., Tollestrup A., Fowler W., Lauritsen C., Phys-
- Rev., 79, 108 (1950).

- Rev., 79, 106 (1350).
  96. Chastel R., Comptes Rendus, 228, 1725 (1949).
  97. Cockroft J., Lewis W., Proc. Roy. Soc., A154, 246 (1936).
  98. Cockroft J., Lewis W., Proc. Roy. Soc., A154, 261 (1936).
  99. Collins G., Waldman B., Guth E., Phys Rev., 56, 876 (1939).
  100. Collins T., Nier A., Johnson W., Phys. Pev., 84, 717 (1951).
  101. Collins E., McKenzie C., Ramm C., Nature, 167, 682 (1951).

- 102. Cook C., Langer L., Price H., Sampson M., Phys. Rev., 74., 502 (1948).
- 103. Cook C., Langer L., Price H., Phys. Rev., 74, 548 (1948).
- 104. Craig D., Browne C., Cockroft J., Walton E., Proc. Roy-Soc., A144, 704 (1934).

- 105. Greagan R., Rhys. Rev., 75, 1292 (1949). 106. Greagan R., Phys. Rev., 76, 176J (1949). 107. Crussard J., Nature, 166, 825 (1959). 108. Crussard J., Comptes Rendus 231, 141 (1950). 109. Cuer P., Combes J., Gorodetzky S., Comptes Rendus, 220,. 832 (1950).
- 110. Curling C., Newton J., Nature, 165, 609 (1950).
- 111. Curran S., Angus J., Cockroft A., Nature, 162, 302 (1948). 112. Curran S., Angus J., Cockroft A., Phil. Mag., 40, 53-(1949).
- 113. Curran S., Angus J., Cockroft A., Phys. Rev., 76, 853. (194.).
- 114. Davidson W., Pollard E., Phys Rev., 57, 214 (1940).
- 115. Davison P., Pollard E., Phys. Rev., 72, 162 (1947).

- 116. Davison P., Phys. Rev., 73, 1241 (1148). 117. Davison P., Phys. Rev., 73, 1241 (1148). 118. Davison P., Phys. Rev., 74, 1233 (1448). 118. Davison P., Phys. Rev., 75, 75/ (144). 119. Davison P., Buchanan J., Pollard E., Phys. Rev., 76, 890. (194.).
- 120. Del Rosario L., Phys. Rev., 74, 304 (1948).
- 121. Diven B., Phys. Rev., 75, 5+2 (1949).
- 122. Du Bridge L., Barnes S., Buck J., Strait C., Phys. Rev., 53, 447 (1938).
- 123. Duncanson W., Miller H., Proc. Roy. Soc., A 146, 396 (1934).
- 124. Duckworth H., Johnson L., Preston R., Woodcock K., Phys. Rev., 78, 386 (1950).
- 125. Duckworth H., Preston R., Woodcock K., Phys Rev., 79. 188 (1950).
- 126. Duckworth H., Preston R., Phys. Rev., 79, 402 (1950).
- 127. Duckworth H., Stanford G., Olson J., Kegley C., Phys. Rev., 81, 286 (1951).
- 128. El-Bedewi F., Middleton R., Tai C., Proc. Roy. Soc. A 64. 756 (1951).
- 129. E1-Bedewi F., Proc. Roy. Soc., A 64, 947 (1951). 130. E1der F., Motz H., Davison P., Phys. Rev., 71, 917 (1947). 131. E11iott D., King L., Phys. Rev., 59, 403 (1941). 132. E11iott D., King L., Phys. Rev., 60, 489 (1941). 133. E1mer, Phys. Rev., 71, 317 (1947).

- 134. Endt P., Van Patter D., Buechner W., Phys. Rev., 81, 317 (1951).

- 135. Endt P., Van Patter D., Buechner W., Sperdutto A., Phys. Rev., 83, 491 (1951).
- 136. Enge H., Buechner W., Sperdutto A., Van Patter D., Phys. Rev., 83, 31 (1951).
- 137. Enge H., Phys. Rev., 83, 212 (1951).

- 138. Ewald H., Zeits. Naturforsch., 1, 131 (1946).
  139. Ewald H., Zeits. Naturforsch., 5a, 1 (1950).
  140. Ewald H., Zeits. Naturforsch., 6a, 293 (1951).
  141. Facchini U., Gatti E., Germagnoli E., Phys. Rev., 81, 475 (1951).
- 142. Faraggi H., Comptes Rendus, 227, 527 (1948).

- 142. Fafaggi H., Complex Rendus, 221, 1321 (1345).
  143. Faraggi H., Ann. de Physique 6, 325 (1351).
  144. Feldman L., Wu C., Phys. Rev., 75, 1286 (1949).
  145. Feldman L., Wu C., Phys. Rev., 78, 318 (1950).
  146. Feldman L., Wu C., Phys. Rev., 81, 298 (1951).
  147. Fisk J., Phys. Rev., 55, 1117 (1939).
  148. Fleischmann R., Zs. f. Phys., 103, 113 (1936).
  149. Flügge S., Mattauch J., Phys. Zs., 42, 1 (1941).

- 150. Fowler W., Delsasso L., Lauritsen C., Phys. Rev., 49, 561 (1936).
- 151. Fowler W., Gaerttner E., Lauritsen C., Phys. Rev., 53, 628 (1938).
- 152. Fowler W., Lauritsen C., Tollestrup A., Phys. Rev., 76 1767 (1949).
- 153. Franzen W., Halpern J., Stephens W., Phys. Rev., 76, 317, 462 (1949).
- 154. French A., Thomson D., Proc. Phys. Soc., A 64, 203 (1950). 155. Freeman J., Baxter A., Nature, 162, 696 (1948).

- 156. Freeman J., Proc. Phys. Soc., A 63, 668 (1950).
  157. Freeman J., Seed J., Proc. Phys. Soc., A 64, 313 (1951).
  158. French A., Treacy P., Proc. Phys. Soc., A 63, 665 (1950).
  159. Frye G., Wiedenbeck M., Phys. Rev., 82, 960 (1951).
  160. Fulbright H., Milton J., Phys. Rev., 76, 1271 (1949).
  161. Gaeritner E., Fowler W., Lauritsen C., Phys. Rev., 55, 27 (1990) (1939).
- 162. Gibson W., Livesey D., Proc. Phys. Soc., A 60, 523 (1948).
- 163. Gibson W., Proc. Phys. Soc., A 62, 586 (1949).
  164. Gibson W., Green L., Proc. Phys. Soc., A 63, 494 (1950).
- 165. Gilbert A., Roggen F., Rossel J., Helv. Phys. Acta, 97 (1944). 166. Glendenin L., Solomon A., Phys. Rev., 74, 700 (1948).
- 167. Good W., Peaslee D., Deutsh M., Phys. Rev., 69, 313 (1946).
- 168. Graves E., Phys. Rev., 57, 855 (1940).

- 169. Graves E., Coon J., Phys. Rev., 76, 101 (1946).
  170. Graves E., Meyer R., Phys. Rev., 76, 182 (1949).
  171. Green L., Gibson W., Proc. Phys. Soc., A 62, 407 (1949).
  172. Grosskreutz J., Rhys. Rev., 76, 482 (1949).
  173. Gugelot P., Huber P., Scherrer P., Helv. Phys. Acta, 14, 138 (1949). (1941).
- 174. Guggenheimer K., Heitler H., Powell C., Proc. Roy., Soc., A 190, 196 (1947). 175. Halpern J., Crane H., Phys. Rev., 55, 415 (1939). 176. Hanna G., Pontecorvo B., Phys. Rev., 75, 983 (1949).

- 177. Hanna G., Phys. Rev., 80, 530 (1950).
- 178. Hanson A., Benedict D., Phys. Rev., 65, 33 (1944).
- 179. Hanson A., Phys. Rev., 75, 1794 (1949).

180. Haslam R., Katz L., Moody H., Skarsgaard, H., Phys. Rev., 80, 318 (1950).
181. Haxel O., Zeits. f. Phys., 83, 323 (1933).
182. Haxel O., Phys. Zeits., 36, 840 (1935).
183. Haxby R., Shoupp W., Stephens W., Wells W., Phys. Rev., 57, 348 (1940).
184. Haxby R., Shoupp W., Stephens W., Wells W., Phys. Rev., 58, 1035 (1940).
185. Hemmendinger A. Phys. Rev. 75, 1067 (1040).

- 185. Hemmendinger A., Phys. Rev., 75, 1267 (1949).
- 186. Henglein A., Zeits. Naturforsch., 6a, 745 (1951).
- 187. Herb R., Snowdon S., Sala O., Phys. Rev., 75, 246 (1949).
- 188. Hereford F., Phys. Rev., 74, 574 (1948). 189. Henderson M., Livingston M., Lawrence E., Phys. Rev., 45. 428 (1934).
- 190. Heydenburg N., Inglis D., Phys. Rev., 72, 186 (1947); 73, 241 (1948).
- 191. Heydenburg N., Inglis D., Phys. Rev., 73, 230 (1948). 192. Heydenburg N., Inglis D., Whitehead W., Hafner. E., Phys. Rev., 75, 1147 (1949).
- 193. Holloway M., Moore B., Phys. Rev., 57, 1086 (1940).

- 193. Поптоwау М., Мооге Б., Phys. Rev., 58, 1000 (1940).
  194. Нопоwау М., Мооге Б., Phys. Rev., 58, 847 (1940).
  195. Ногпуак W., Lauritsen T., Phys. Rev., 77, 160 (1950).
  196. Хорниак У., Лауритсен Т., Моррисон П., Фаулер У., Уровни энергии лёгких ядер, ИЛ, М., 1952.
  197. Ноитег mans F., Barts J., Naturwiss., 30, 758 (1942).
  198. Huber O., Huber P., Scherrer P., Helv. Phys. Acta, 13, 209, 20 (1940).
- 212 (1940).
- 199. Huber P., Helv. Phys. Acta, 14, 163 (1941). 200. Huber P., Stepter A., Phys. Rev., 73, 85 (1948). 201. Huber P., Baldinger E., Proctor W., Helv. Phys. Acta, 24,
- 302 (1951).
- 202. Hudspeth E., Swann C., Phys. Rev., 76, 1150 (1949). 203. Hudspeth E., Swann C., Heydenburg N., Phys. Rev., 77, 736
- ··(1950).
- 204. Hudspeth E., Phys. Rev., 78, 337 (1950). 205. Hudspeth E., Swann C., Heydenburg N., Phys. Rev., 80, 643 (1950).
- 206. Hughes D., Eggler C., Huddleston C., Phys. Rev., 71, 26) (1947).
- 207. Hughes D., Eggler C., Phys. Rev., 73, 809, 1242 (1948). 208. Hughes D., Eggler C., Huddleston C., Phys. Rev., 75, 515
- (1949),
- 209. Hughes D., Eggler C., Alburger D., Phys. Rev., 77, 726 (1950). and the set

  - (1950).
    210. Humphreys R., Polilard E., Phys. Rev., 59, 942 (1941).
    211. Humphreys R., Watson W., Phys. Rev., 60, 542 (1941).
    212. Inglis D., Phys. Rev., 78, 104 (1950).
    213. Jelley J., Paul E., Proc. Phys. Soc., A62, 208 (1949).
    214. Jelley J., Paul E., Proc. Phys. Soc., A63, 112 (1950).
    215. Jenks G., Cnormley J., Sweeton F., Phys. Rev., 75, 701 (1949).
    216. Jensen P., Arkiv £ fysik, I, № 6 (1950).
    217. Jensen E., Nichols R., Clement J., Pohm A., Phys. Rev., 85, 112 (192). **112 (1952).** (64)
  - 218. Jesse W., Sadauskis J., Phys. Rev., 75, 1110 (1949).
  - 219. Jesse W., Forstat H., Sadauskis J., Phys. Rev., 77, 782-(1950). 220. Jentschke W., Wieninger K., Phys. Zeits, 41, 524 (1940).

МАССЫ ЛЕГКИХ ЛЯДЕР

- 221. Johnson C., Barschall H., Phys., Rev., 80, 818 (1950). 222. Johnson C., Bockelman C., Barschall H., Phys. Rev., 82, 117 (1951).
- 223. Jordan E., Bainbridge K., Phys. Rev., 49, 883 (1936).

- 225. Jordan E., Bainbridge K., Phys. Rev., **51**, 385 (1930).
  224. Jordan E., Bainbridge K., Phys. Rev., **51**, 385 (1937).
  225. Jordan E., Bainbridge K., Phys. Rev., **58**, 1009 (1940).
  226. Jordan E., Bainbridge K., Phys. Rev., **60**, 710 (1941).
  227. Kaufman S., Mooring F., Koester L., Goldperg E., Phys. Rev., **81**, 317 (1951).
- 228. Katz L., Penfold A., Phys. Rev., 81, 747 (1951). 229: Katz L., Penfold A., Phys. Rev., 81, 815 (1951).

- 229. Katz L., Penfold A., Phys. Rev., 81, 815 (1951).
  230. Keiler K., Phys. Rev., 84, 884 (1951).
  231. Kikuchi S., Aoki H., Husmi K., Nature, 137, 186 (1936).
  232. King L., Elliott D., Phys. Rev., 58, 846 (1940); 59, 108 (1941).
  233. Kimura K., Met. Kyoto, A22, 237 (1939).
  234. Kinsey B., Bartholomew G., Walker W., Phys. Rev., 77, 723 (1950).
- 235. Kinsey B., Bartholomew G., Walker W., Phys. Rev., 78, 481 (1950).
- 236. Kinsey B., Bartholomew G., Phys. Rev., 80, 918 (1950). 237. Kinsey B., Bartholomew G., Walker W., Phys. Rev., 83, 519 (1951).
- 238. Klema E., Phillips G., Phys. Rev., 83, 212 (1951). 239. Knight, Novey, Cannon, Turkevich, Plut. Proj. Report CC, 239. Knight, 1945). 2605 (Febr. 1945). 240. Knox W., Phys. Rev., 74, 1192 (1948). 241. König A., Zeits. f. Phys., 90, 107 (1934).

- 243. Kuerti G., Van Vooris S., Phys. Rev., 56, 614 (1939). 244. Kurie F., Richardson J., Paxton H., Phys. Rev., 49, 368 (1936).
- 245. Langer L., Phys. Rev., 77, 50 (1950). 246. Langer L., Motz I., Price H., Phys. Rev., 77, 744; 798 (1950). 247. Laslett L., Phys. Rev., 52, 529 (1937). 248. Lattes C., Fowler P., Cuer P., Proc. Phys. Soc., A59, 883
- (1947).
- 249. Lawrence E., Phys. Rev., 47, 17 (1935).
- 250. Levy P., Phys. Rev., 72, 248 (1947).

- 250. Levy P., Phys. Rev., 72, 248 (1947).
  251. Lewis M., Paul M., Phys. Rev., 73, 1269 (1948).
  252. Li C., Whaling W., Phys. Rev., 82, 122 (1951).
  253. Li C., Whaling W., Fowler W., Lauritsen C., Phys. Rev., 83,

- biz (1991).
  254. Libby W., Lee D., Phys. Rev., 55, 245 (1939).
  255. Livingston M., Hoffman J., Phys. Rev., 50, 401 (1936).
  256. Livingston M., Bethe H., Rev. Mod. Phys., 9, 245 (1937).
  257. Livingston M., Hoffman J., Phys. Rev., 53, 227 (1938).
  258. Livisey C., Wilkinson R., Proc. Roy. Soc., A195, 123 (1948). (1948).
  259. Lyman E., Phys. Rev., 55, 234 (1939).
  260. Malm R., Buechner W., Phys. Rev., 78, 337 (1950).
  261. Malm R., Buechner W., Phys. Rev., 80, 771 (1950).
  262. Malm R., Buechner W., Phys. Rev., 81, 519 (1951).
  263. Mandeville C., Phys. Rev., 76, 436 (1949).
  264. Mandeville C., Swann G., Snowdon S., Phys. I

- 264. Mandeville C., Swann C., Snowdon S., Phys. Rev., 76, 980 (1949).
- 265. Mandeville C., Swann C., Phys. Rev., 79, 787 (1950).

- 266. Mandeville C., Swann C., Chatterjee S., Van Patter D., Phys. Rev., 85, 193 (1952).
- 267. Mattauch J., Phys. Rev., 50, 617 (1936).
- 268. Mattauch J., Herzog R., Naturwiss., 25, 747 (1937). 269. Mattauch J., Phys. Zeits., 39, 892 (1938).
- 270. Mattauch J., Phys. Rev., 57, 549 (1940).
- 271. Maurer W., Zeits. f. Phys., 107, 721 (1937). 272. May A., Vaidynathan R., Phys. Roy. Soc., A155, 519 (1936). 273. McCreary R., Kuerti G., Van Vooris S., Phys. Rev., 57, 351
- (1940).
- 274. McElhinney J., Hanson A., Duffield R., Phys. Rev., 74, 1257 (1948).
- 275. McElhinney J., Hanson A., Becker R., Duffield R., Diven B., Phys. Rev., 75, 542 (1949).
- 276. McMillan E., Phys. Rev., 46, 868 (1934).
- 277. McMillan E., Livingston M., Phys. Rev., 47, 452 (1935).
- 278. McMinn W., Sampson M., Bullock M., Phys. Rev., 78, 296 (1950).
- 279. McMinn W., Sampson M., Rusmussen V., Phys. Rev., 84, 963 (1951).
- 280. Meerhaut O., Phys. Zeits., 41, 528 (1940).
- 281. Metzger F., Huber P., Alder F., Helv. Phys. Acta, 20, 236 (1947).
- 282. Metzger F., Alder F., Huber P., Helv. Phys. Acta, 21, 278 (1948).

- 283. Meyers F., Van Atta L., Phys. Rev., 61, 19 (1942). 284. Meyers P., Zeits. f. Phys., 126, 336 (1949). 285. Meyers P., Zeits. f. Phys., 128, 451 (1950). 286. Middleton R., Tai C., Proc. Phys. Soc., A64, 801 (1951).

- 287. E. McMillan, Phys. Rev., 72, 591 (1947).
  288. Miller L., Phys. Rev., 58, 935 (1940).
  289. Mobley R., Laubenstein R., Phys. Rev., 80, 309 (1951).
  290. Motz H., Humphreys R., Phys. Rev., 74, 1232 (1948).
  291. Motz H., Humphreys R., Phys. Rev., 80, 595 (1950).
  292. Motz H., Phys. Rev., 83, 215 (1951).
  293. Motz H., Phys. Rev., 85, 501 (1952).
  294. Murrell E., Smith C., Proc. Roy. Soc., A173, 410 (1939).
  295. Nakagawa J. Sci. Tokyo 43, N, 1185 (1949).
- 295. Nakagawa, J. Sci. Tokyo, 43, N. 1185 (1949). 296. Nakagawa, J. Sci. Tokyo, 43, N. 1196 (1949).
- 297. Немилов Ю. А., Изв. АН, сер. физ., 14, 319 (1950). 298. Neuert H., Phys. Zeits., 36, 629 (1935).
- 239. Nier A., Roberts T., Phys. Rev., 81, 507 (1951).
- 300. Nier A., Phys. Rev., 81, 624 (1951).

- 301. Ogata K., Matsuda H., Phys. Rev., 83, 180 (1951). 302. Ogie W., Brown L., Conklin R., Phys. Rev., 71, 378 (1947). 303. Okuda T., Ogata K., Aoki K., Sugawara Y., Phys. Rev., 58, 578 (1940). 304. Okuda T., Oʻgata K., Phys. Rev., 60, 690 (1941). 305. Oliphant M., Kempton A., Rutherford E., Proc. Roy. Soc.,
- A149, 406 (1935).
- 306. Oliphant M., Kempton A., Rutherford E., Proc. Roy. Soc., A150, 241 (1935).
- 307. Ollano Z., Ray R., Nuovo Cimento, 8, 771 (1951).
- 308. Paul E., Phil. Mag., 41, 942 (1950).
  309. Peck R., Phys. Rev., 73, 947, 1264 (1948).
  310. Peck R., Phys. Rev., 76, 1279 (1949).
  311. Penfold A., Phys. Rev., 80, 116 (1950).

- :312. Perez-Mendez V., Brown H., Phys. Rev., 77, 404 (1950).
- .313. Perkin J., Phys. Rev., 79, 175 (1950).
- .314. Perlow G., Phys. Rev., 58, 218 (1940). .315. Pollard E., Brasefield C., Phys. Rev., 50, 890 (1936); 51, 8 (1937).
- 316. Pollard E., Phys. Rev., 56, 1168 (1939). 317. Pollard E., Davidson W., Schultz H., Phys. Rev., 57, 1117 (1939).

- 318. Pollard E., Phys. Rev., 57, 241 (1940). 319. Pollard E., Phys. Rev., 57, 1086 (1940). 320. Pollard E., Davidson P., Phys. Rev. 72, 736 (1947).
- 321. Pollard E., Davidson P., Phys. Rev., 73, 1241 (1948).

- 322. Pollard E., Sailor V., Wyly L., Phys. Rev., 74, 1233 (1948). 323. Pollard E., Sailor V., Wyly L., Phys. Rev., 75, 725 (1949). 324. Rutherglen, не опубл., см. Хорнияк, ссылка<sup>196</sup>. 325. Rusmussen V., Ногпуак W., Lauritsen T., Phys. Rev., 76, 581 (1949).
- . 326. Resnick I., Hanna S., Phys. Rev., 82, 463 (1951).

- 327. Richardson J., Emo L., Phys. Rev., 53, 234 (1938). 328. Richards H., Smith R., Phys. Rev., 74, 1257; 1870 (1948). 329. Richards H., Smith R., Phys. Rev., 77, 752 (1950). 330. Richards H., Smith R., Browne C., Phys. Rev., 80, 524 (1950).
- 331. Roberts T., Nier A., Phys. Rev., 77, 746 (1950). 332. Roberts T., Nier A., Phys. Rev., 79, 198 (1950).

- 332. Roberts T., Nier A., Phys. Rev., 79, 198 (1950).
  333. Roberts T., Phys. Rev., 81, 624 (1951).
  334. Rochlin R., McDaniel B., Phys. Rev., 82, 238 (1951).
  335. Rochlin R., Phys. Rev., 83, 165 (1951).
  336. Robson J., Phys. Rev., 78, 311 (1950) и 83, 349 (1951).
  337. Rogers F., Rogers M., Phys. Rev., 55, 283 (1939).
  338. Roseborough W., Phys. Rev., 83, 1135 (1951).
  39. Roy R., Phys. Rev., 82, 227 (1951).
  340. Ruben S., Kamen M., Phys. Rev., 57, 549 (1940).
  341. Ruben S., Kamen M., Phys. Rev., 59, 349 (1941).
  342. Ruby L., Richardson J., Phys. Rev., 81, 659 (1950).
  343. Ruby L., Richardson J., Phys. Rev., 81, 659 (1951).
  344. Rumbaugh L., Roberts R., Hafstad L., Phys. Rev., 51, 143 (1937). (1937).
- 345. Rumbaugh L., Roberts R., Hafstad L., Phys. Rev., 54, 657 (1938).
- 346. Rutherglen J., Rae E., Smith R., Proc. Phys. Soc., A64, 906 (1951).
- . 347. Rustad, не опубл., см. Хорниак, ссылка <sup>196</sup>. 348. Sailor V., Phys. Rev., 76, 169 (1949). 349. Sailor V., Phys. Rev., 77, 794 (1950). 350. Saimon A., Proc. Phys. Soc., A64, 848 (1951).

- 351. Scherrer P., Huber P., Possel J., Helv. Phys. Acta, 14, 618 (1941).
- 352. Schelberg A., Sampson M., Cochran R., Phys. Rev., 80, 574 (1950).
- 353. Schrank G., Richardson J., Phys. Rev., 81, 660 (1951). 354. Segre E., Seaborg G., Phys. Rev., 59, 212 (1941).
- .355. Seidlitz L., Bleuler E., Tendam D., Phys. Rév., 76, 453, 861 **(**1949).
- 356. Sheline R., Phys. Rev., 83, 919 (1951).
- 357. Sherr R., Muether H., White M., Phys. Rev., 75, 282 (1949). 358. Sherr R., Haipern J., Stephens W., Phys. Rev., 81, 154 (1951). 359. Shoupp W., Jennings B., Phys. Rev., 74, 1233 (1948).

- 360. Shoupp W., Jennings B., Sun K., Phys. Rev., 75, 1 (1949). 361. Shoupp W., Jennings B., Jones W., Garbuny M., Phys. Rev. 75. 336 (1949). 362. Shoupp W., Jennings B., Jones W., Phys. Rev., 76, 502 (1949). 363. Shrader E., Pollard E., Phys. Rev., 58, 199 (1949). 364. Shrader E., Pollard E., Phys. Rev., 59, 277 (1941). 365. Siegbahn K., Bohr A., Arc. Ast. Math. Fys., 30B, N. 3 (1944). 366. Siegbahn K., Slätis H., Ark. Ast. Math. Fys., 32A, No<sup>2</sup>9. (1945). 110 367. Slätis.H., Hjalmar.E., Carlsson R., Phys. Rev., 81, 641 (1951)... 368. Smith N., Phys. Rev., 56, 548 (1939). 369. Smith P., Allen J., Phys. Rev., 30, 549 (1959).
  370. Smith E., Pollatd E., Phys. Rev., 59, 942 (1941).
  371. Smith R., Martin D., Phys. Rev., 77, 752 (1950).
  372. Smith L., Phys. Rev., 81, 295 (1951).
  373. Sommers H., Sherr R., Phys. Rev., 69, 21 (1949).
  374. Solomon A., Gould R., Anfinsen C., Phys. Rev., 72, 1037 (1947). Sperdutto A., Holland S., Van Patter D., Buechner W., 375. Phys. Rev., 80, 769 (1950). 376. Stepler A., Huber P., Helv. Phys. Acta, 21, 59 (1948). 377. Stepler A., Bichsel H., Huber P., Helv. Phys. Acta, 23, 511 (1950). 378. Stephens W., Djanal K., Bonner T., Phys. Rev., 52, 1079 (1937). 379. Stephens W., Lewis M., Phys. Rev., 72, 526 (1947). 380. Stetter G., Jentschke W., Zeits. f. Phys., 110, 214 (1938). 381. Strait E., Buechner W., Phys. Rev., 76, 1766 (1949). 382. Strait E., Van Patter D., Buechner W., Phys. Rev., 78, 337 (1950). 383. Stráit E., Van Patter D., Buechner W., Phys. Rev., 79,. 240 (1950<u>).</u>• Strait E., Van Patter D., Buechner W., Sperdutto A., Phys. Rev., 81, 315 (1951).
   385. Strait E., Van Patter D., Buechner W., Sperdutto A., Phys. Rev., 81, 747 (1951). 386. Swann C., Mandeville C., Phys. Rev., 79, 240 (1950). 387. Swann' C., Mandeville C., Whitehead W., Phys. Rev.; 79,. 598 (1950). 388. Swann C., Mandeville C., Phys. Rev., 82, 772 (1951)..
  389. Taschek R., Argo H., Hemmendinger A., Jarvis G., Phys. Rev., 75, 1268; 76, 325 (1949).
  390. Thomas R., Lauritsen C., Phys. Rev., 78, 88 (1950). 391. Tollestrup A., Jenkins F., Fowler W., Lauritsen C., Phys. Rev., 75, 1947 (1949).
  392. Tollestrup A., Jenkins F., Fowler W., Lauritsen C., 392. Tollestrup A., Jenkins F., Fowler W., Lauritsen C., Phys. Rev., 76, 181 (1949).
  393. Tollestrup A., Fowler W., Lauritsen C., Phys. Rev., 76,. 428 (1949). 394. Townsend A., Proc. Roy. Soc., A137, 357 (1940). 395. Van Graff R., Buechner W., Prog. Rep., 1, VII, 1949. 396. Van Patter D., Sperdutto A., Strait E., Buechner W., Phys. Rev., 79, 900 (1950).
- 397. Van Patter D., Sperdutto A., Huang K., Stratt E., Buechner W., Phys. Rev., 81, 233 (1951).
- 398. Van Patter D., Sperdutto A., Strait E., Buechner W., Phys. Rev., 81, 747 (1951).

- 399. Van Patter D., Sperdutto A., Huang K., Strait E., Buechner W., Phys. Rev., 81, 758 (1951).
  400. Van Patter D., Enge H., Buechner W., Phys. Rev., 82, 304
- (1951).
- 401. Van Patter D., Sperdutto A., Enge H., Phys. Rev., 83, 212 (1951).
- 402. Van Patter D., Sperdutto A., Endt P., Buechner W., Enge H., Phys. Rev., 85, 142 (1952).
- 403. Waldman B., Miller W., Phys. Rev., 74, 1225 (1948). 404. Walker R., McDaniel B., Phys. Rev., 74, 315 (1948).
- 405. Ward A., Proc. Cambr. Phil. Soc., 35, 523 (1939).
- 406. Warshaw S., Phys. Rev., 80, 111 (1950). 407. Warshaw S., Chen J., Appleton G., Phys. Rev., 80, 288-(1950).
- 408. Watson W., Pollard E., Phys. Rev., 57, 1082 (1940). 409. Watt B., Phys. Rev., 59, 781 (1941). 410. Watts R., Williams D., Phys. Rev., 70, 640 (1946).

- 410. Watts R., Williams D., Fnys. Rev., 10, 050 (1950).
  411. Werlenstein L., Nature, 133, 564 (1934).
  412. Wiedenbeck M., Marhoefer C., Phys. Rev., 67, 54 (1945).
  413. Wilson R., Proc. Roy. Soc., A 177, 382 (1941).
  414. Wilson R., Phys. Rev., 80, 90 (1950).
  415. Williams J., Shepherd W., Haxby R., Phys. Rev., 51, 888 (1937). 416. Williams J., Haxby R., Shepherd W., Phys. Rev., 52, 1031
- (1937).
- 417. Wilkinson D., Carver J., Phys. Rev., 83, 446 (1951). 418. Williamson R., Browne C., Craig D., Donahue D., Phys. Rev., 84, 831 (1951). 419. Whaling W., Butler J., Phys. Rev., 78, 72 (1950). 420. Whaling W., Li C., Phys. Rev., 81, 150 (1951). 421. Whaling W., Li C., Phys. Rev., 81, 661 (1951).

- 422. White M., Delsasso L., Fox J., Creutz E., Phys. Rev. 56, 512 (1939).
- 423. White W., Creutz E., Delsasso L., Wilson R., Phys. Rev., **59,** 63 (1941). 424. Whitehead
- W., Mandeville C., Phys. Rev. 77. 732 (1950).
- 425. Whitehead W., Mandeville C., Phys. Rev., 78, 337 (1950).

- (1930).
  426. Worth D., Phys. Rev., 78, 378 (1950).
  427. Wu C., Feldman L., Phys. Rev., 76, 693 (1949).
  428. Wyly L., Phys. Rev., 76, 316 (1949).
  429. Wyly L., Phys. Rev., 76, 462 (1949).
  430. Wyly L., Sailor V., Ott D., Phys. Rev., 76, 1532 (1949).
  431. Yasaki T., Watanala S., Nature, 141, 787 (1938).

- 431. Yasaki I., Watanala S., Nature, 141, 167 (1956).
  432. Zlotowski J., Comptes Rendus, 207, 148 (1938).
  433. Zucker A., Watson W., Phys. Rev., 78 338 (1950).
  434. Zucker A., Watson W., Phys. Rev., 79, 241 (1950).
  435. Zucker A., Watson W., Phys. Rev., 79, 241 (1950).
  436. Baschwitz A., J. Phys. et rad, 9, 123 (1938).
  437. Bethe H., Phys. Rev., 53, 313 (1938).
  438. Brown H., Perez-Mendez V., Phys. Rev., 78, 649 (1950).
  439. Buechner W., Strait E., Phys. Rev., 76, 168 (1949).
  440. Cuer P. J. Phys. et rad. 8, 83 (1947).
- 440. Cuer P., J. Phys. et rad., 8, 83 (1947)
- 441. Grosskreutz J., Mather K., Phys. Rev., 77, 580; 747 (1950). 442. Motz H., Alburger D., Phys. Rev., 86, 165 (1952). 443. O'Neal, Goldhaber, Phys. Rev., 58, 574 (1940).

- 444. Richardson J., Kurie F., Phys. Rev., 50, 999 (1936). 445. Strait E., Buechner W., Phys. Rev., 74, 1257 (1948). 446. Whitehead, W., Heydenburg N., Phys. Rev., 79. 99 (1950). 447. Fränz H., Westmeyer H., Zeits. f. Phys., 128,
- 617, (1950).
- 448. Pepper T., Allen K., Almqwist E., Dewan J., Phys. Rev., 85, 155 (1952).
- 449. Guier W., Bertini H., Roberts J., Phys. Rev., 85, 426
- (1952).
  450. Noyes J., Heomissen J., Miller W., Waldman B., Phys. Rev., 85, 728 (1952).
  451. Willard H., Bair J., Kington J., Hahn T., Snyder C., Phys. Rev., 85, 849 (1952).
  452. Schoenfeld W., Duborg R., Preston W., Goodman C., Disco Para 25, 273 (1052).
- 452. Concerned W., Dubbig K., Preston W., Goodman C., Phys. Rev., 85, 873 (1952).
  453. Kinsey B., Bartholomew G., Walker W., Phys. Rev., 85, 1012 (1952).

- 454. Schrank G., Richardson J., Phys. Rev., 86, 148 (1952). 455. Willard H., Kington J., Bair J., Phys. Rev., 86, 253 (1952).

#### ПРИМЕЧАНИЕ ПРИ КОРРЕКТУРЕ

В следующем выпуске нами будет дано дополнительное сопоставление с результатами измерений, опубликованными в 1952 г. и не вошед. шими в таблицу.

. . .