

УДК 523.858

АСТРОФИЗИКА

Г. Т. Петров

Содержание ионизации и химический состав в ядрах сейфертовских галактик типа 2 и радиогалактик с узкими линиями

(Представлено академиком В. А. Амбарцумяном 29/VI 1979)

В работе (1) было определено содержание некоторых ионов и атомов в ядрах ряда сейфертовских галактик (СГ) типа 1 и радиогалактик с широкими линиями (РГШЛ). Применялась методика, описанная в (2). Настоящая заметка является продолжением работы (1) и содержит рассчитанные тем же способом данные для 23 сейфертовских галактик типа 2 и 16 радиогалактик с узкими линиями (РГУЛ). Результаты спектрофотометрии сейфертовских галактик типа 2 и радиогалактик с узкими линиями взяты из работ (3-6).

В (3) приведены средние электронные плотности и температуры 31 сейфертовских галактик типа 2 и радиогалактик с узкими линиями. Электронные плотности определялись по относительным интенсивностям линий ионизованной серии $\lambda 6717/\lambda 6731$ и использовались для определения электронных температур по линиям дважды ионизованного кислорода $[\text{OIII}] \lambda 4363/\lambda 4959 \pm \lambda 5007$. Полученные средние значения таковы: $\langle \lg n_e \rangle = 2,8$; $\sigma(\lg n_e) = 1,13$; $n = 34$ и $\langle \lg T_e \rangle = 4,25$; $\sigma(\lg T_e) = 0,20$; $n = 28$. Нам представляется, что столь низкие значения n_e и высокие значения T_e являются результатом того, что в (3) игнорируется стратификация излучения, хотя и отмечается существование двух зон ионизации. Поэтому приведенные в (3) температуры, вероятно, надо рассматривать как верхние границы.

Используя данные, приведенные в (3), мы определили плотности и температуры для зон $[\text{OII}]$ и $[\text{OIII}]$ в отдельности. Эти параметры для зон $[\text{OII}]$ определялись по линиям $[\text{NII}] \lambda 5755, 6548$ и 6584 и $[\text{SII}] \lambda 4068, 4086, 6717$ и 6731 . Относительные интенсивности перечисленных линий определены для 9 объектов. Средние значения электронных температур и плотностей и их дисперсии таковы:

$$\langle \lg T_e \rangle = 3,92; \sigma(\lg T_e) = 0,23; \langle \lg n_e \rangle = 4,38; \sigma(\lg n_e) = 0,51.$$

Для сравнения укажем, что по линиям $[\text{SII}] \lambda 4068, 4086, 6717, 6731$ и $[\text{OIII}] \lambda 4363, 4959$ и 5007 получается: $\langle \lg T_e \rangle = 4,27$; $\sigma(\lg T_e) = 0,16$ и

$\langle \lg n_e \rangle = 3,81$; $z(\lg n_e) = 0,37$ для 22 объектов. Линии равных отношения $[NII]$ 1.5755, 1.6548 и 1.6584 и $[OIII]$ 1.4363, 1.4959 и 5.007 не пересекаются.

Поскольку данные о линии неона $[NeIII]$ 3343 не приведены, то однозначное определение n_e и T_e для зоны $[OIII]$ невозможно. Поэтому температуры определялись по линиям $[OIII]$ 1.4363, 1.4959 и 5.007 для $\lg n_e = 5,5$; 6,0 и 6,5 cm^{-3} . Соответствующие средние значения по 35 объектам следующие: $\langle \lg T_e \rangle = 1,14$; 4,00 и 3,88. Сравнение этих чисел с данными, приведенными в (1), показывает, что значения электронных температур в сейфертовских галактиках типа 2 и радиогалактиках с узкими линиями совпадают с их значениями в сейфертовских галактиках типа 1 в случаях, когда электронные плотности в объектах типа 2 примерно на полпорядка ниже, чем в объектах типа 1. Это качественно согласуется с результатами Нойсбауера и др. (1), а также с результатом, полученным М. А. Аракелом (2) по характеру зависимости интенсивностей линий от показателей цвета. Следует отметить, что отношение $[OIII]$ 1.4363, 1.4959 и 5.007 во всех случаях равно или больше 0,008, что означает, что для $\lg T_e = 4,0$ во всех случаях $\lg n_e > 5,0$. На основании этих результатов содержание ионов и атомов определялось нами при $T_e = 10000$ К. Данные для 32 объектов приведены в табл. 1, которая содержит логарифмы чисел ионов и атомов для галактик, перечисленных в первом столбце, в предположении, что число водородных атомов равно 10^{12} .

Для сравнения в табл. 2 приведены средние значения логарифмов чисел ионов и атомов для радиогалактик с широкими линиями, сейфертовских галактик типа 1, сейфертовских галактик типа 2 и радиогалактик с узкими линиями, туманности Ориона, планетарных туманностей (ПТ) и звезд.

На основании полученных результатов можно сделать следующие заключения.

1. Сейфертовские галактики типа 2 и радиогалактики с узкими линиями имеют в среднем относительно содержание гелия в полтора раза меньшее, чем сейфертовские галактики типа 1, т. е. примерно такое же содержание, как туманности Ориона или планетарные туманности, и в полтора раза больше, чем радиогалактики с широкими линиями.

2. Сейфертовские галактики типа 2 и радиогалактики с узкими линиями содержат примерно на порядок больше азота и в пять—восемь раз больше кислорода, чем сейфертовские галактики типа 1 или радиогалактики с широкими линиями.

3. Содержание серы примерно на порядок больше, чем в сейфертовских галактиках типа 1 или в радиогалактиках с широкими линиями, и примерно таково, как в звездах или в туманности Ориона.

4. Возможно, что высокое отношение $[OIII]/H$ в сейфертовских галактиках типа 2 и радиогалактиках является следствием повышенного содержания кислорода, по сравнению с сейфертовскими галактиками типа 1.

Содержание ионов и атомов в сейфертовских галактиках типа 2 и радиогалактиках с узкими линиями

Объект	N+	S+	O	O+	O ⁺⁺	Ne+	Ne ⁺⁺	He	N	O	S
Маркари 176	7.67	6.66	7.71	8.11	8.66	10.87	10.63	11.01	8.31	8.81	7.32
Маркари 3	7.70	6.83	7.90	8.13	8.60	10.79	10.26	10.90	8.30	8.80	7.43
NGC 1068	7.86	6.55	7.72	7.67	8.59	11.04	10.61	11.18	8.83	8.69	7.52
Маркари 573	7.59	6.83	7.63	8.05	8.58	10.87	10.56	11.04	8.23	8.73	7.47
78	7.56	6.77	7.63	8.28	8.58	10.87	10.54	11.04	8.01	8.74	7.22
348	7.10	7.01	8.17	8.24	8.57	10.95	10.34	11.04	8.00	8.84	7.51
31	7.34	6.85	7.62	8.12	8.46	10.95	10.45	11.08	8.11	8.73	7.42
1	7.54	6.64	7.97	8.63	8.54	10.87	10.49	11.00	8.17	8.74	7.27
Маркари 270	7.66	7.06	8.05	8.34	8.44	11.15	10.34	11.20	8.02	8.78	7.42
III Zw 55	7.79	6.79	7.89	8.09	8.34	10.82	10.30	10.90	8.23	8.62	7.23
Маркари 198	7.55	6.84	7.71	7.99	8.21	10.91	9.85	10.95	8.00	8.51	7.29
168	7.89	7.01	8.03	8.16	8.48	10.85	9.90	10.90	8.20	8.61	7.33
Маркари 274	7.67	6.80	7.74	8.50	8.45	10.52	10.52	10.85	7.78	8.72	6.95
I Zw 81	7.48	6.60	7.46		7.95	11.28					
Маркари 298	7.04	6.71	7.74	8.24	7.78	10.67			7.18	8.16	6.84
107	7.34	6.18	7.63	7.59	7.36	10.68			7.54	7.86	6.78
Маркари 140	7.91	6.72	7.66	7.69	7.23	10.43			8.03	8.05	6.85
NGC 5761	7.49	6.64	7.29	7.37	7.18	10.91	9.78	10.95	7.56	8.11	6.71
Маркари 378	7.32	6.58	7.69		7.15	11.15					
6	7.40	6.78	7.83	8.02	8.46	11.00			7.18	8.67	7.35
315	7.42	6.50	7.35	7.93	7.91	11.32			7.71	8.27	7.79
372	7.80	7.10	8.16	8.2	8.50	11.49			8.23	8.79	7.56
Маркари 12	6.97	5.83	6.76	7.00	7.11	10.87			7.32	7.40	6.20
3C 33	7.14	6.84	7.97	8.28	8.00	10.85	10.41	11.01	7.93	7.81	7.44
1841	7.00	6.41	7.48	7.93	8.53	11.00	10.47	11.11	7.70	8.66	7.11
433	7.91	7.97	7.98	8.46	8.47	11.36			7.18	8.80	7.44
3C 452	7.75	6.91	8.20	8.27	8.34	11.11	9.78	11.15	8.09	8.75	7.25
5C 3100	7.25	6.18	7.18	7.57	7.26	10.91			7.41	7.83	6.36
3C 33	7.60	7.15	8.11	6.22	5.68		10.50		8.18	8.89	7.74
98	7.66	7.01	8.17	8.38	8.69	11.40	10.48	11.15	8.12	8.94	7.47
178	7.41	6.52	7.10	8.76	7.26	10.84	10.00	10.90	7.53	7.94	6.65
192	7.56	6.94	7.79	8.26	8.41	11.15	10.20	11.20	7.94	8.70	7.32
327	7.58	6.72	7.70	8.01	8.63	10.98	10.50	11.11	8.28	8.76	7.43
3C 327	7.43	6.82	7.59	7.82	8.77	10.87	10.60	11.04	8.43	8.84	7.82
1934-63	7.56	6.72	8.38	8.24	8.43	10.91			7.83	8.95	6.97
2325-12	7.54	7.05	8.07	8.44	7.30	10.72	9.78	10.78	7.57	8.62	7.11
NGC 1072	7.68	7.12	8.22	8.57	7.84				7.75	8.81	7.19
NGC 5506	7.65	7.06	7.85	8.45	8.16	10.87	10.23	10.93	7.90	8.79	7.32
Cygn A	7.94		8.28	8.23	8.18	10.76	10.38	10.90	8.22	8.70	7.48

Примечание. Для галактики 3C 33 содержание ионов и атомов определяется по относительным интенсивностям линий, приведенных соответственно в (2) и (4), а для галактики 3C 327 в (4) и (7).

Таблица 2

Среднее содержание ионов и атомов для некоторых объектов

Объекты	N ⁺	S ⁺	O	O ⁺	O ⁺⁺	Ne ⁺	Ne ⁺⁺	He	N	O	S	n
СГ типа 1	6.27	5.51	6.57	6.33	7.09	11.05	10.34	11.17	6.97	7.73	6.19	36
РГШЛ	6.47	5.77	6.40	7.35	7.72	10.67	10.07	10.85	7.08	8.06	6.39	15
СГ 2 ГЛУЛ	7.57	6.81	7.82	8.04	8.19	10.95	10.30	11.04	7.98	8.63	7.25	37
Орион	7.52	5.98		8.51	8.24	10.87		11.00	7.78	8.75	7.41	12(9)
ПлТ	7.05	5.90		7.61	8.49	10.95	10.03	11.04	8.18	8.76		13(10)
Звездлы								11.21	8.5	8.95		(11)

5. По содержанию ионов и атомов сейфертовские галактики типа 2 и радиогалактики с узкими линиями неотличимы друг от друга. В⁽³⁾ отмечается, что эти два типа галактик по своим спектральным характеристикам образуют одну группу. Наши вычисления этому выводу не противоречат.

Приведенные результаты получены в предположении, что все рассмотренные линии в каждой галактике образуются в том же объеме. Если это предположение далеко от истины, то и применение использованной методики лишено смысла. Однако близость потенциалов ионизации ионов, линии которых рассмотрены выше, позволяет полагать, что полученные значения параметров близки к их истинным значениям.

Ереванский государственный
университет

Կ. Տ. ՊԵՏՐՈՎ

2 տիպի և Սեյֆերտի զալակտիկաների և առաքման նեղ զծերով սաղիոզալակտիկաների միջուկների բիսիական բազադուրքյունը և իոնների պարունակությունը

2 տիպի 23 Սեյֆերտի զալակտիկաների և 16 առաքման նեղ զծերով սաղիոզալակտիկաների համար որոշված են որոշ իոնների և ատոմների հարաբերական քանակությունները:

• Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ե Ր Ա Ն Ա Ն Ի Թ Յ ՈՒ Ն

- ¹ Г. Т. Петров, ДАН Арм ССР, т. 69, 52 (1979). ² Г. Т. Петров, Письма в АЖ, 5, 267 (1979). ³ A. T. Koski, Ap. J., 223, 56 (1978). ⁴ R. Costero, D. E. Osterbrock, Ap. J., 211, 675 (1977). ⁵ M. T. Penston, R. A. E. Fosbury, M. N. R. A. S., 183, 479 (1978). ⁶ D. E. Osterbrock, J. S. Miller, Ap. J., 197, 535 (1975). ⁷ G. Neugebauer, E. Becln, J. B. Oke, L. Searle, Ap. J., 205, 29 (1976). ⁸ М. А. Аракедян, Астрофизика, 13, 427 (1977). ⁹ M. Peimbert, S. Torres-Peimbert, M. N. R. A. S., 178, 217 (1977). ¹⁰ M. Peimbert, S. Torres-Peimbert, Ap. J., 169, 413 (1971). ¹¹ L. H. Aller, S. J. Gyzak, IAU Symp. 34, 209 (1968).