Новые исследования спектров газовых туманностей.

(IIo Publications of the Lick Observatory vol. XIII, 1918.)

При весьма высоком развитии спектроскопии звезд, а в особенности солица, наши знания о спектрах туманностей были весьма ограничены. По этой причина появление в 1918 г. XIII тома Publications of the Lick Observatory (Mt. Hamilton Калифорния), целиком посвященного исследованиям, между прочим—спектрографическим, газовых туманностей составляет весьма важное событие.

Исследования W. Wright'a, которыми мы здесь займемся, представляют собой значительный шаг вперед как в отношении числа изученных туманностей, количества измеренных в них линий, так и по той причине, что выдвигают впервые ряд таких спектральных особенностей газовых туманностей, которые представляют огромный интерес с чисто физической точки зрения.

Если не считать измерений спектров туманностей Са m p b e l l'a '), L o c k y e r'a ') и Мах'а W o l l'a '), хотя и относящихся к довольно значительному числу инний в спектрах наиболее прких представителей этих объектов, но дающих приближенные положения линий, то мы располагали точными данными лишь для двух известных зелоных линий N_1 и N_2 (λ 4959 и 5007 \hat{A}), измеренных визуально K e e l e r'om ') и фотографически — Пат і шал п'om '), Са m p b e l l'em и Моог e'om ') и Wright'ом, а также для дублета около 3727 \hat{A} в спектре тум. Ориона, измеренного интерференционным способом l'a b r y, B u is s o n'om и B o u r g e t '). Исследования W right'a, которые нас эдесь интересуют, охватывайт 50 туманностей и дают точные положения линий и спектрах 9 этих объектов. Одинадцать [!] комбинаций спектрографов применялось в этой работе, в соединении с 36 дюймовым рефрактором и 36 дм, рефлектором C r o s s l e y'a Ликской обсерватории. Наиболее интересные результаты были получены с помощью кварцевого спектографа (первое применение его к туманностям), применявшегося как со щелью так и без нее, последнее—для изучения распределения в туманостях монохроматических излучений.

В нижеприводимой таблице даны длины воли, полученные исследователем на опповании всего изученного материала для 9 туманностей (см. стр. 282).

Кроме положений, измерялись и интенсивности линий. Это, вообще, первые для туманностей количественные определения подобного рода.

Они опирались на калибрированный клин в микрофотометре Hartmann'a. Были внедены поправки за селективное поглощение в земной атмосфере [с помощью формулы Fowle's 8)] и селективное отражение от зеркала рефлектора 1); к сожалению, не была сделана строгая; редукция за хроматическую кривую фотографической плистинки.

Огдольно, это также впервые, были изучены спектры ядер и газообразных оболочен илинотирных туманностей. Далее изучалось распределение вещества в туман ностих с помощью бесщелевого кварцевого спектрографа и сделана попытка классифийщии газовых туманностей.

⁶⁾ Интенсивности линий определялись по спектрограммам кварцевого спектрографа, применявшегося на рефлекторе Crossley'я.

λÅ			λ , ζ	
3313	3313 ¹	**	(4353) (4353) ⁴	
3342	3342^{1}	9	4363,37 4363,21	
3346	3346	Palmer 337 μμ	4388,1 4388,0	Par He 4388,0
3426,4	3426,2		(4416) (4416) ¹	
3445	34451		4471,71 4471,54	He 4471,49
3704	3704	H _E 3703,9; He 3705	4541,6 4541,41	H.,' 4544,1
3712	3712	H., 3712,0	4571,7 4571,5	
3722	3722	Η _μ 3721,9	4634,3 4634,11	H II 4634,41
3726,30	3725,16	Buisson, Fabry & Bourget 3726,100	4641,1 4640,9	
3729,05	3728,914	Buisson, Fabry &	4649,4 1649,21	C (4647.4; 4650,7; 4651,6)
3734	3734	\ Bourget 3728,838 \\ \operats 3734,4	4658,4 4658,2	
3750	3750	11/ 3750,2	4685,94 4685,76	Fowler 4685,80
3759	37591	500.017.60	4711.6 4711.41	
3771	3771	Н. 3770,6	4712,8 4712,6	He 4713.2
3798	3798	II ₉ 3797,9	4725,7 4725,5 ¹	
3820	3820	He 3819,6	4740,4 4740,2	
3835,6	3835,5	H, 3835,42	4681,50° 4681,32	H ₃ 4861,33
3840,4	3840,21		4922,4 4922,2	Par He 4921,9
3868,89		П. 3889,05; Не 3888,64	4959,09 ⁸ 4958,91	
(3935)	(3935)		5007,028 5006,84	· ·
3965,0	202000	Par IIe 3964,7	5017 5017	Par He 5015,7
3967,66	3967,511		5411,5 5411,3	11, 5410,3
3970,23	3970,08	11: 3970,07	(5655) (5655) ^t	
4009	40091	Par He 4009,3	5737 5737 ¹	
4026,4	4026,2	H ₂ 4026; He 4026,2	5755,0 5737?	
(4064)	(4064) ¹	And the second	5755,0 5754,8	
4068,77	4068,62		5875,9 5875,7	1te 5875,6
4	4076,22		6302 6302	
4097,5	4097,31	N 4097,30	6313 6313 7	
4101,89	4101,74	На 4101,74	6364 6364	
4120,7		He 4120,8	6548,3 6548,1	
1144,2	4144,0	Par He 4143,7	6563,012 6562,79	² H _z 6562,80
4200	4200 ¹	He. 4200,1	6583,8 6583,6 ¹	
4267,2	4267,1	C 4267,14	6677 66771	Par He 6678,2
4340,62	434,46	H, 434,47	6730 6730 ⁴	

¹ Линин, наблюденные впервые в этом исследовании, з Это окончательные значавия к для N, и N линий—средние, полученные Самрей'ем Мооге ом из результатов различных исследователей. З Близка к наможе интенсивной линии во втором спектре водорода наблюденной Dufour ом. Это единственный случае бынкого совпадения с линией этого опектра.

Не имея возможности останавливаться здесь на деталях этих замечательных исследований, мы ограничимся изложением лишь их результатов в виде кратких положений:

- 1) Сплошной спектр ядер планетарных туманностей (иначе "центральных звезд" их) обнаруживает значительную интенсивность в ультрафполетовой его части, что заставляет приписывать ядрам весьма высокую температуру.
- 2) Половина изученных ядер обнаруживает характерные для звезд Wolf-Rayet (класс 0 по Нагуагд'ской классиф.) эмиссионные полосы и дляма быть отнесена к звездам этого типа.

Определенная связь устанавливается этим между планетарными туманностями и звездами.

- 3) Нет существенного спектрального различия между т. наз. неправильной туманностью. Ориона и планетарными туманностями. Так как спектры туманностей повидимому достаточно чувствительны к изменениям физических условий в них, то сходство этих спектров заставляет считать неприемдемым прежнее разделение газовых туманностей на неправильные и планетарные.
- 4) Многие из планстарных туманностей обнаруживают, на спектрограммах, полученных бесщелевым спектрографом, чрезвычайное разнообразие форм соответствующих различным линиям (даже одного и того же элемента). Природа этого явления остается пеясной. Частью оно обязано различному распределению газов в туманности; в случае лиши 4686. И и некоторых других, оно почти несомненно обязано местным физическим условиям. Возможно также селективное поглощение самих линий.
- 5) Обиаружен, повидимому, с пло и ной с пектр в газовых оболочках изопетарных туманностей, внезанно появляющийся на границе Бальмеровокой серии и простирающийся и сторону ультрафиолетовых дучей.

Это, петемисино, спектр апалогичный паблюденному Evershed'ом в) в солисчной хромосфере и протуберыщах, соответствующий ультрафиолетовому поглощению, инсриме открытому И и g g in s'о м во) % спектре Веги (2 Lyrae). Он является вероятно так или иниче спизанным с Бальмеровской серией.

- 6) Установлена позмежность присутствии углерода и азота в газовых туман-
- 7) Даны новые подтверждения весьма близкого сходства спектров Новых анежд (Novae) в т. наз. туманной*) стадви их развития, со спектрами газовых туманностей.
- 8) Предложена классификация газовых туманностей 12), основанная на относительной интенсивности линий с λ 4686 и 3869 A. К классу I отнесены объекты, понаруживающие 46 6 A в самой туманности; ко 11 —те, в которых 4686 6 A отсутствует в туманности, но налицо 3869 6 A; и к 11 1 такие в которых t 1 и 4686 и 3869 6 A отсутствуют. Солсе медкие подразделения даны буквами.

Заслуживают еще интереса попытки Wright'а отыскания закономерных инисимостей в линиях спектров туманностей. Вот дюбопытная табличка, показы инионая поведение интенсивности некоторых диний вблизи 4686 А в разных туманностях:

Тум. Относит. интенс. линий. Ngc. 7662 4741 A=4711>4641 7009 4741 =4711=4641 6543 отсутств. подозре- 4641—весьма интенсивны; 4632 вается и 4651 налицо в ядре. 7027 4741 >4711=4641

*) Г. А. Тихов различает 5 стадий развития Новых звезд, туманная стадия з-я по его делению. См. литер. указатель № 11. В нижеследующей сводной табличке даны группы близких линий, обнаруживающих по Wright'у взаимные зависимости (стоящае в вертик, стоябдах) в фотометрическом отношении.

3313	3346	3726	3869	4069	4363	4959(N ₂)
3342	3326	3729	3967	407€(?)	_	5007(N.)
3345	-	_		5755	Car.	
1-0	_	-	-	6548		
-	-		-	6584	-	

Одним из наиболее интересных результатов исследований Wright'a следует считать тот, что сплошной спектр в ядрах газовых тумациостей, оказывается, чрезвычайно интенсивен в ультрафиолетовой его части и увеличивается в интенсивности вилоть до той границы, которой удалось достигнуть Wright'y, т.-е. примерно до 330 др. С одной стороны, этот эффект может быть принисан высокой температуре *) ядер план. туманностей, а с другой-можно подозревать, что тот сплошной спектр, который обнаруживают газовые оболочки, окружающие идра, может накладываться на сеектр ядра и, по крайней мере частью, создавать наблюденный эффект. Этот последний спектр, резко обрывающийся у границы Вальмеровской серии, (именно — у 3650 Å, тогда нак конец Бальм. серии водорода — у 3647 А) представляет особый интерес: повидимому, он наблюдался Dufour' ом (3) в лаборатории при его исследованиях водорода, хотя этот исследователь был склонен связывать его не с Бальмеровской серией, а со вторым спектром Н. Здесь недьзя не вспомнить про сплошной спектр поглошения наблюдавшийся Wood'om (4) при изучении абсорбции в парах натрия, который начинался как раз на границе Бальмеровской серии этого элемента и простирался далеко в ультрафиолетовый конец спектра.

Нельзя не отметить также, что граница Бальмеровской серии Н лежит весьма близко от одной из L линий в рентгеновском спектре водорода и что поглощение, наблюдаемое в спектре Сириуса (а. Canis Majoris), в точности соответствует полосам поглощения, найденным Barkla и Sadler и De-Broglie в K и L группах линий рентгеновских спектров.

С чисто физической точки зрения огромный интерес представляет принцип спектральной классификации газовых туманностей, базирующейся на относительной интенсивности некоторых линий. Особенное внимание привлекают 4686 и 3426 \mathring{A} . Первая известна после опытов F o w1 e r $^{\prime}$ а $^{\prime}$ в своей чувствительностью к условиям свечения, вторая показывает в еще большей степени, присущую линии 4686 \mathring{A} особен ность локализироваться в определенных частях туманностей, ловидимому, в соответствии со специфическими условиями свечения в этих частях.

Литература.

- 1) Astronomy and Astrophysics 13, 384 n 494, 1894.
- 2) Phil. Transactions 186 A, 73, 1894.
- 3) Sitzb. Heidelb. Akad. Wiss. 35 Ab., 1911.
- 4) Lick Observ. Publikations 3, 165, 1894.
- 5) Astroph. Journal 15, 291, 1902.
- 6) Lick Observ. Bulletin 9, 6, 1915.
- 7) Astroph. Journal 40, 241, 1914.
- 8) Smitson. Phys Tables, 6-th Ed. 182, 1914.
- 9) Phil. Trans., 197 A, 399, 1901.

^{*)} Она, однако, как замечает сам исследователь, абсурдно высока, около 50.000 С.

10) An Atlas of Representative Stellar Spectra, p. 85

11) Известия Петроградск. Научного Иниститута, т. IV, 1921.

12) W. Wright. Proceed. Nat. Acad. Sci. Am., 1, 269 u 590, 1915; cm. eme Cannon. Annals of Harvard Coll. Observatory, 76, 1916 1).

13) Ann. Ghim et Phys. (8), 9, 361, 1906.

- 14) Astroph. Journal, 29, 100, 1909.
- 15) Month. Notices R. Astr. Soc. London. 73, 63. 1912.

II. Давидович.

¹⁷ Это перван попытка классификации спектров газовых туманностей, имеющая пый интерес.