

V Международная астрономическая олимпиада
V International Astronomy Olympiad

Нижний Архыз, CAO РАН

20-27.10.2000

SAO RAS, Nizhnij Arkhyz

Russian

Условия задач

Group A.

1.

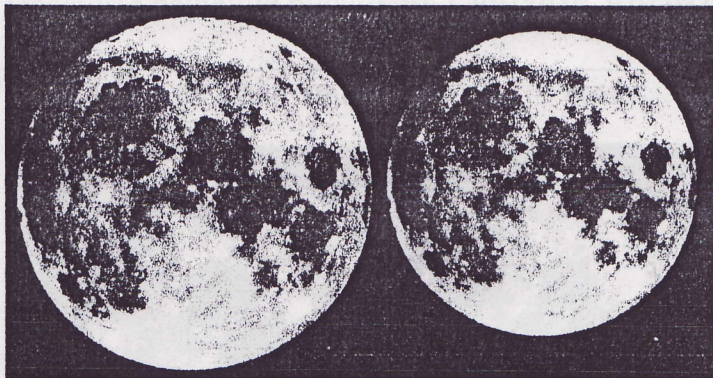
Как вы знаете, наиболее распространённым календарём в средние века был Юлианский. Сейчас большинство стран используют Григорианский календарь, а разница между Юлианским и Григорианским календарями составляет 13 дней: для одного и того же дня даты Юлианского календаря отстают на 13 от дат Григорианского календаря. Последний раз даты в этих календарях совпадали в 3-ем веке.

Вычислите, в каком веке эта разница составит 1 года и 22-ое октября (например) по Григорианскому календарю вновь совпадёт с 22-ым октября по Юлианскому календарю.

2.

Две звезды имеют одинаковую видимую звёздную величину и одинаковый спектральный класс. Но одна расположена вдвое дальше другой. Как соотносятся размеры этих звёзд?

3.



На рисунке представлены два фотоснимка Луны, полученные одной и той же камерой, установленной на одном и том же телескопе (телескоп расположен на Земле). Первый снимок был сделан, когда Луна находилась вблизи перигея, второй — вблизи апогея. Найдите из этих данных величину эксцентриситета лунной орбиты. Оцените минимальный период

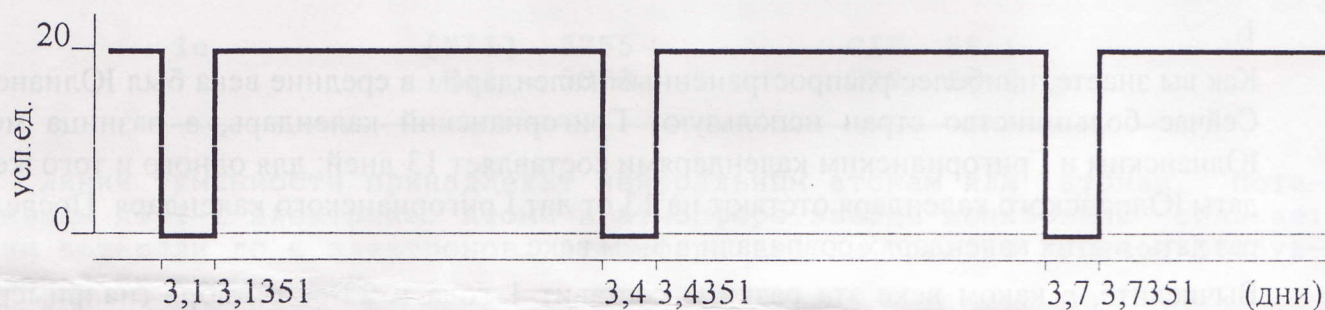
времени между моментами, когда эти снимки могли быть сделаны.

4.

Космонавт летит на космическом корабле на высоте 100 км над Морем Холода (Луна). Астронавт гуляет по поверхности Луны в Море Холода, где сейчас дневное время суток (светит Солнце). Может ли космонавт обнаружить этого астронавта с помощью 20-кратного бинокля? Принять во внимание все возможности.

5.

На спутнике некоторой планеты "Олимпия" находится радиоисточник. Этот радиоисточник работает всё время, но наблюдатель регистрирует сигнал не всё время из-за затмений спутника планетой. На рисунке показана зависимость уровня сигнала, получаемого наблюдателем, в зависимости от времени. Найдите из этих данных среднюю плотность планеты. Орбиту спутника можно считать круговой, наблюдатель находится в плоскости орбиты спутника и "Олимпия" расположена далеко от наблюдателя.



6.

1,2-метровая камера Шмидта имеет поле зрения $6^\circ \times 6^\circ$. Оцените, сколько фотографий нужно получить этой камерой, чтобы покрыть все небо. (Сделайте: пожалуйста, оценку максимального и минимального числа фотоснимков.) Объясните Ваши вычисления. Где Вы должны поставить телескоп, чтобы выполнить поставленную задачу.

V Международная астрономическая олимпиада
V International Astronomy Olympiad

Нижний Архыз, CAO РАН

20-27.10.2000

SAO RAS, Nizhnij Arkhyz

Russian

Условия задач

Group B.

1.

При наблюдении квазара обнаружено, что линия в его спектре, имеющая лабораторную длину волны $3000 \text{ \AA}$, наблюдается на волне $15000 \text{ \AA}$. Оцените:

а) С какой скоростью удаляется от нас квазар?

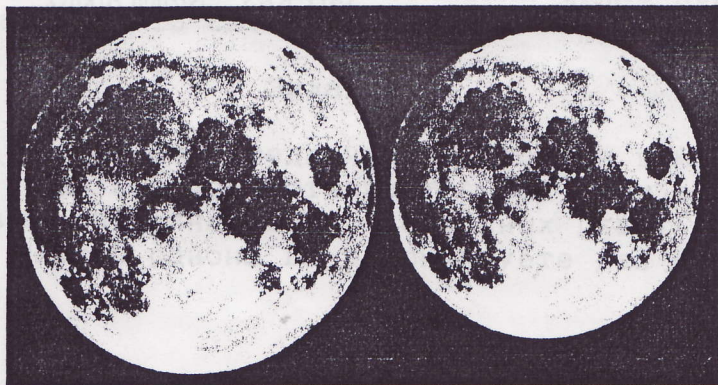
б) Каково расстояние до него, если постоянная Хаббла равна $H = 75 \text{ км/с/Мпк}$.

Оба ответа могут быть даны с точностью 30 %.

2.

Молодые учёные из Республики Коми (Российская Федерация) зарегистрировали несколько дней назад новый объект, напоминающий затменно-переменную звезду. Однако, период этой звезды непостоянен: звёздная величина объекта, составляющая обычно $24,32^m$ каждые 7-11 секунд увеличивается до $24,52^m$ на 0,2-0,3 секунды. После исследований выяснилось, что светящийся объект – это глаза группы абсолютно чёрных котов, сидящих на абсолютно чёрном теле в нашей Солнечной Системе и смотрящих в сторону Солнца! И один из котов моргает! Вычислите число котов в этой группе. Поясните решение рисунком. Считайте, что размеры всех котов одинаковы.

3.



На рисунке представлены два фотоснимка Луны, полученные одной и той же камерой, установленной на одном и том же телескопе (телескоп расположен на Земле). Первый снимок был сделан, когда Луна находилась вблизи перигея, второй – вблизи апогея. Найдите из этих данных величину эксцентриситета лунной орбиты. Оцените минимальный период

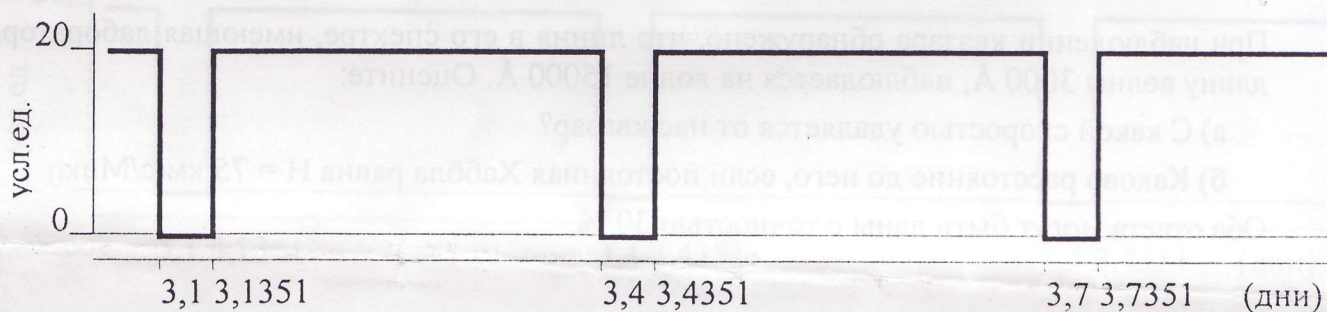
времени между моментами, когда эти снимки могли быть сделаны.

4.

Космонавт летит на космическом корабле на высоте 100 км над Морем Холода (Луна). Астронавт гуляет по поверхности Луны в Море Холода, где сейчас дневное время суток (светит Солнце). Может ли космонавт обнаружить этого астронавта с помощью 20-кратного бинокля? Принять во внимание все возможности.

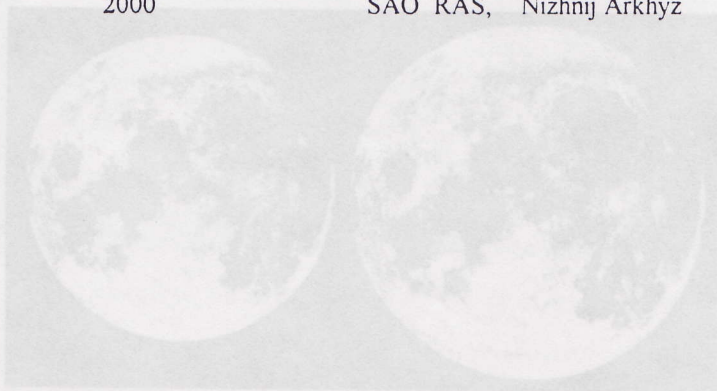
5.

На спутнике некоторой планеты "Олимпия" находится радиоисточник. Этот радиоисточник работает всё время, но наблюдатель регистрирует сигнал не всё время из-за затмений спутника планетой. На рисунке показана зависимость уровня сигнала, получаемого наблюдателем, в зависимости от времени. Найдите из этих данных среднюю плотность планеты. Орбиту спутника можно считать круговой, наблюдатель находится в плоскости орбиты спутника и "Олимпия" расположена далеко от наблюдателя.



6.

1,2-метровая камера Шмидта имеет поле зрения $6^\circ \times 6^\circ$. Оцените, сколько фотографий нужно получить этой камерой, чтобы покрыть все небо. (Сделайте, пожалуйста, оценку максимального и минимального числа фотоснимков.) Объясните Ваши вычисления. Где Вы должны поставить телескоп, чтобы выполнить поставленную задачу.



V Международная астрономическая олимпиада
V International Astronomy Olympiad

Нижний Архыз, CAO РАН

20-27.10.2000

SAO RAS, Nizhnij Arkhyz

Russian

Краткие решения задач теоретического тура

Group A.

1. А.

Разница увеличивается на 3 дня за 4 столетия.

Поэтому разница в 1 год = 365 дней (как правило) будет примерно в $3 + 365 \cdot 4/3 = 489.67$ -ем столетии. Точное вычисление предполагает знание различий в Юлианском и Григорианском календарях. Разница в 363 дня будет в $3 + 363 \cdot 4/3 = 487$ -ом веке. В следующем, 488-ом столетии – 364 дня. Далее – в 489-ом – тоже 364 дня, поскольку 48800-ый год будет високосным и по Григорианскому календарю. И только в 490-м веке разница станет равной в точности 365 дням. 48900-ый год невисокосный как в Григорианском календарю, так и по Юлианскому, поэтому в 491-ом веке разница станет равной 366 дням.

Поэтому легко написать предварительный ответ: в 490-ом веке.

Но! Это решение неполное. Использование соотношения "1 год = 365 дней" справедливо только для 75 лет в столетии. Для других 25 лет (начинающихся с 1 марта високосных лет и заканчивающихся 28 февраля последующих лет) нужно использовать "1 год = 366 дней".

Поэтому правильный ответ:

Разница в 1 год будет в 490-ом столетии для невисокосных лет (периодов времени, начинающихся с начинающихся с 1 марта високосных лет и заканчивающихся 28 февраля последующих лет) и в 491-ом столетии для високосных лет.

2.

Наброски решения:

$$I \sim S/L^2, \text{ поэтому если } m_1 = m_2 \rightarrow I_1 = I_2 \rightarrow S \sim L^2 \rightarrow R \sim L.$$

$$L_1 = 2L_2 \rightarrow R_1 = 2R_2.$$

Поэтому главная часть решения: по линейным размерам первая звезда в два раза больше второй.

Но приведенное выше решение неполное. Мы пренебрегли межзвездным поглощением и рассеянием. Поэтому в том случае, когда $L_1 = 2L_2$ и $R_1 = 2R_2$, видимый блеск первой звезды был бы больше видимого блеска второй из-за межзвездного поглощения и рассеяния.

Правильный ответ: R_1 немного больше, чем $2R_2$.

1. B.

Если использовать формулу Доплера из классической механики ($v/c = (1 - l_0)/l_0$), то мы получим удаление квазара со скоростью $z \cdot c = 4c$ – больше скорости света. Поэтому, поскольку красное смещение велико, нужно пользоваться формулами специальной теории относительности. Для решения задачи в поставленной формулировке (определить с точностью 30 %) не обязательно знать эти формулы, достаточно сообразить, что относительная скорость квазара близка к скорости света, т.е. он удаляется от нас со скоростью 300 000 км/с, а расстояние до него находим из формулы Хаббла $v = H \cdot R$, оно составляет порядка $R = c / H = 300\,000 \text{ км/с} / 75 \text{ км/с/Мпк} \approx 4000 \text{ Мпк} = 4 \text{ Гпк}$.

Примечание. Точное решение:

Красное смещение $z = (1 - l_0)/l_0 = (15000 \text{ \AA} - 3000 \text{ \AA}) / 3000 \text{ \AA} = 4$.
 $z + 1 = (1 + v/c) / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$
Тогда при $z = 4$ получим $v = (24/26) \cdot c \approx 277\,000 \text{ км/с}$
По формуле Хаббла ($v = H \cdot R$) получаем
 $R = c / H = 277\,000 \text{ км/с} / 75 \text{ км/с/Мпк} \approx 3700 \text{ Мпк}$

2.

Пусть общее число котов равно N . То есть, один кот моргает и $N-1$ – смотрят на Солнце постоянно. Таким образом $24,32^{\text{м}}$ соответствует $2N$ кошачьим глазам и $24,52^{\text{м}} - (2N - 2)$ глазам.
 $m_{2N-2} - m_{2N} = -2,5 \lg (I_{2N-2} / I_{2N}) = -2,5 \lg [(N-1)/N]$
 $-2,5 \lg [(N-1)/N] = 24,52 - 24,32$
 $\lg [N/(N-1)] = 0,08$
 $N/(N-1) = 10^{0,08} = 1,203 \approx 1,2$
То есть $N = 6$.
(Общая формула: $N = 10^{0,4(m_2 - m_1)} / (10^{0,4(m_2 - m_1)} - 1) = 5,944 \approx 6$.)

Groups AB.

3.

Диаметр изображений Луны (d) на каждом снимке пропорционален его угловому размеру, видимому с Земли: $d \sim \alpha = D/L$, где D – диаметр Луны и L – расстояние до неё. D постоянно, а L зависит от положения Луны:

$$L = L_0(1+e) \text{ для апогея;}$$
$$L = L_0(1-e) \text{ для перигея.}$$

Поэтому, если известны диаметры изображений Луны для перигея (d_p) и апогея (d_A), можно написать:

$$d_p/d_A = \alpha_p/\alpha_A = [D/(1-e)]/[D/(1+e)] = (1+e)/(1-e).$$

И:

$$e = (1 - d_p/d_A)/(1 + d_p/d_A).$$

Представленные два фотоснимка были сделаны в моменты около положений перигея и апогея (а не точно в эти моменты), поэтому $d_1 \approx d_p$ и $d_2 \approx d_A$; и вместо "=" в предыдущей формуле мы должны написать " $\approx$ ":

$$e \approx (d_1 - d_2)/(d_1 + d_2).$$

Измеряя размеры изображений можно найти $d_1 \approx 46 \text{ мм}$, $d_2 \approx 40 \text{ мм}$.

$$e \approx (d_1 - d_2)/(d_1 + d_2) \approx 0,07.$$

Принимая во внимание, что орбита Луны более-менее постоянна в пространстве, потребуется около полугода для изменения ситуации "полная Луна в перигее" на "полная Луна в апогее".

4.

Рассмотрим астронавта размером порядка 1,5 метров. Даже в том случае, когда он расположен горизонтально, его угловой размер с расстояния 100 км будет равен:
 $\alpha = 206265'' \cdot 1,5 \text{ м} / 100 \text{ км} = 3''$

Даже при 20-кратном увеличении этот угол ($3'' \cdot 20 = 60''$) неразличим для глаза, имеющего предел как раз около $60''$. Однако, мы должны вспомнить, что Море Холода находится в районе северного полюса Луны, где лучи Солнца падают под малым углом к горизонту и отбрасывают длинные тени. Если тень астронавта достигает, скажем, 10 м в длину и при этом перемещается, то он может быть замечен.

5.

Легко понять, что течение тех периодов, где сигнала нет ($t = 0,0351$ дня), спутник движется за планетой (т.е. он затемнён "Олимпиаей") и $T = 0,3000$ дня – полный период обращения спутника вокруг "Олимпиаи". Если R и V – радиус орбиты спутника и его орбитальная скорость, ρ , g и M – средняя плотность, радиус и масса планеты, то можно записать:

$$V \cdot t \approx d = 2r$$

(Не следует писать $V \cdot t = d$, поскольку траектория спутника не является прямой),

$$V \cdot T = 2\pi R,$$
$$GM/R^2 = V^2/R.$$

Из этих двух уравнений:

$$T/t \approx 2\pi R / 2r = \pi R / r.$$

Из третьего:

$$V^2 \cdot R = GM = G \cdot 4/3 \cdot \pi \cdot \rho \cdot r^3,$$
$$\rho = V^2 \cdot R / G \cdot 4/3 \cdot \pi \cdot r^3$$

и ещё раз принимая во внимание, что $V = 2\pi R / T$:

$$\rho = (2\pi R / T)^2 \cdot R / G \cdot 4/3 \cdot \pi \cdot r^3 = (3\pi/G) \cdot (R/r)^3 / T^2 =$$
$$= (3\pi^2 G) \cdot (T/t)^3 / T^2 = (3\pi^2 G) \cdot T/t^3.$$

После вычислений в системе СИ, где $T = 25920 \text{ с}$, $t \approx 3030 \text{ с}$, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$,
 $\rho \approx 4250 \text{ кг/м}^3$.

6.

1. Оценка минимального числа фотоснимков: Длина окружности $2\pi R = 360^\circ$. Площадь сферы: $4\pi R^2 = 4\pi(360^\circ/2\pi)^2 = 41253 \text{ кв.градусов}$. Поле зрения телескопа 36 кв.градусов, следовательно, нужно сделать не менее $41253/36 = 1146$ снимков. Но это только оценка минимального числа фотоснимков. Невозможно сделать прямоугольные фотоснимки без наложений.

2. Оценка максимального числа фотоснимков: Мы должны сделать не больше, чем W ($360^\circ/6^\circ \cdot 180^\circ/6^\circ$) = 1800 фотоснимков, чтобы покрыть всё небо.

Камера должна быть установлена на экваторе, чтобы для фотографирования ей действительно было бы доступно всё небо.

V Международная астрономическая олимпиада V International Astronomy Olympiad

Нижний Архыз, CAO РАН

20-27.10.2000

SAO RAS, Nizhnij Arkhyz

Russian

Практический тур. Условия задачи 1

Group AB.

СВЕРХНОВАЯ В ГАЛАКТИКЕ NGC 3184.

Введение

CAO РАН участвует в международной программе исследования сверхновых, вспыхивающих в далёких галактиках. На 1-метровом и 60-сантиметровом телескопах с помощью ПЗС-матриц измеряются звёздные величины сверхновых. Для наиболее ярких из них получают также и спектры.

На рис.1 дан свежий образец ПЗС-снимка, полученного на 60-сантиметровом телескопе. Он сделан 7 октября 2000 г. и показывает часть скопления галактик, в одной из которых вспыхнула сверхновая. Галактики помечены буквами G. Их изображения отличаются от чётких изображений звёзд размытыми краями. Указаны видимые звёздные величины двух самых ярких галактик и сверхновой (она помечена буквами SN).

А теперь – собственно задание

На рис. 2 представлен снимок спиральной галактики NGC 3184, в которой 10 декабря 1999 г. была замечена сверхновая. Снимок сделан до ее вспышки! На нем видны звезды до 23 величины.

На рис 3 – ПЗС-снимок с частью галактики и сверхновой, сделанный 28 января 2000 г. на 1-м телескопе CAO.

Галактика NGC 3184 находится в созвездии Большой Медведицы, ее координаты (1850): $\alpha = 10^h 15^m$, $\delta = 41^\circ 40'$. Она очень похожа на известную галактику M33 в Треугольнике (M33 ближе к нам, до нее около 700 кпс, ее угловой размер около $50'$).

По снимкам 28.01.2000 в CAO были найдены видимые звездные величины сверхновой в синих, зеленых и красных лучах. Ее видимая визуальная величина была равна $14^m,67$.

Найдите сверхновую на рис 3.

Оцените ее абсолютную величину.

Профессиональные астрономы не сомневаются, что имеют дело со сверхновой. Был, в частности, получен спектр, по которому ее отнесли к типу II. Но все же – для неспециалистов – докажите, что это не вспышка какой-нибудь близкой звезды на фоне галактики.

V Международная астрономическая олимпиада
V International Astronomy Olympiad

Нижний Архыз, CAO РАН

20-27.10.2000

SAO RAS, Nizhnij Arkhyz

Russian

Практический тур. Рисунки к задаче 1

Group AB.

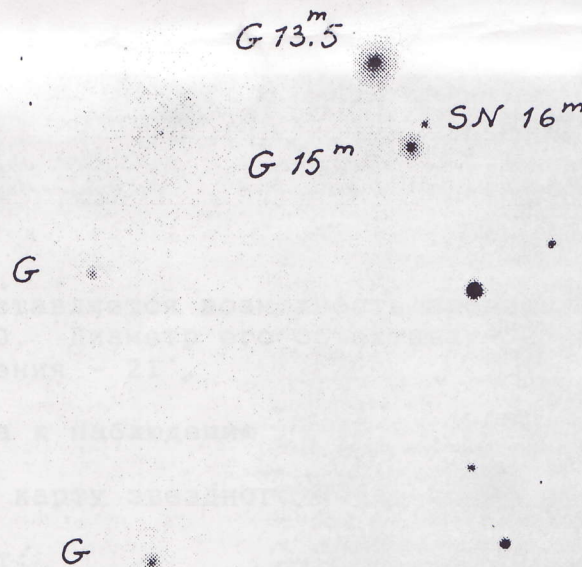


Рис. 1

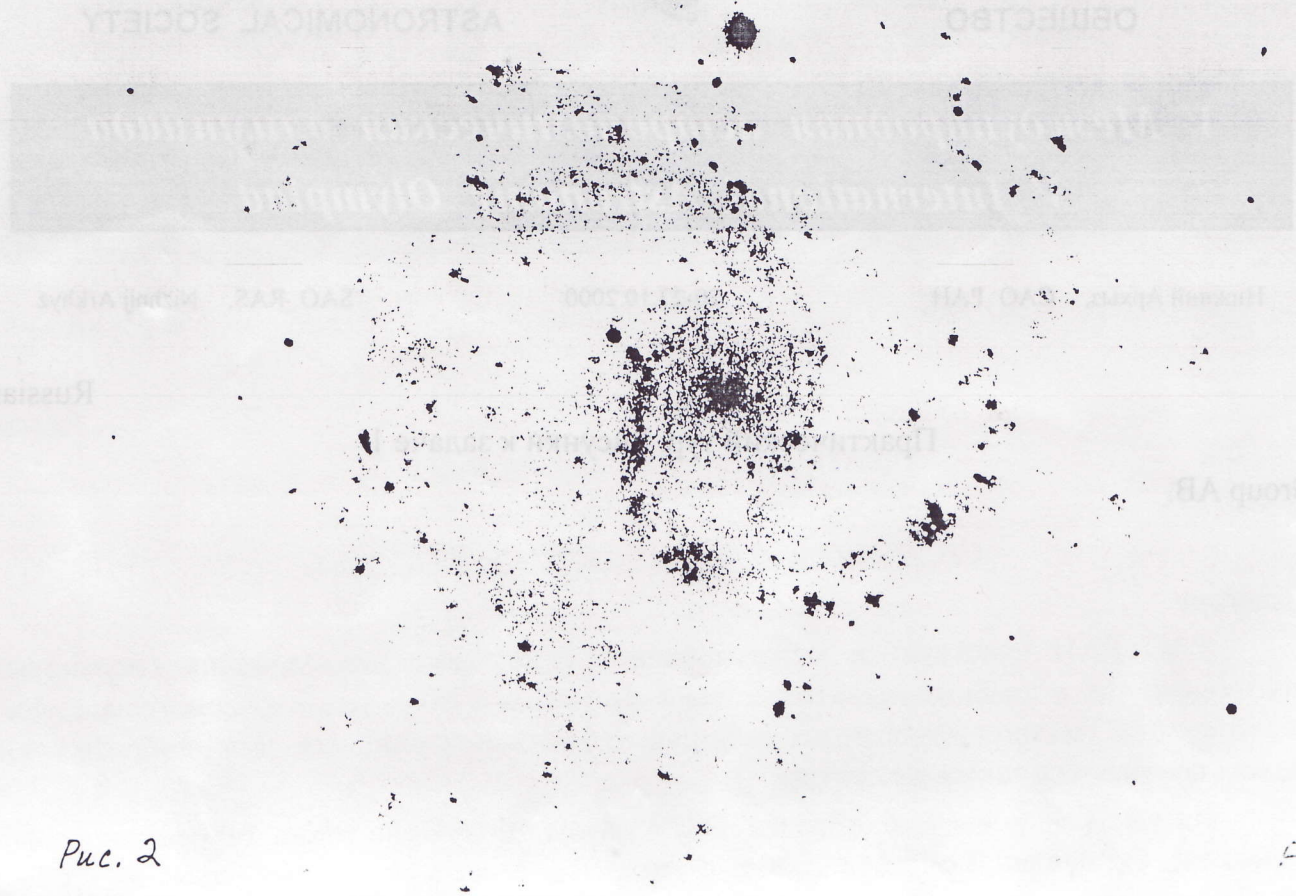


Рис. 2

Fig. 2

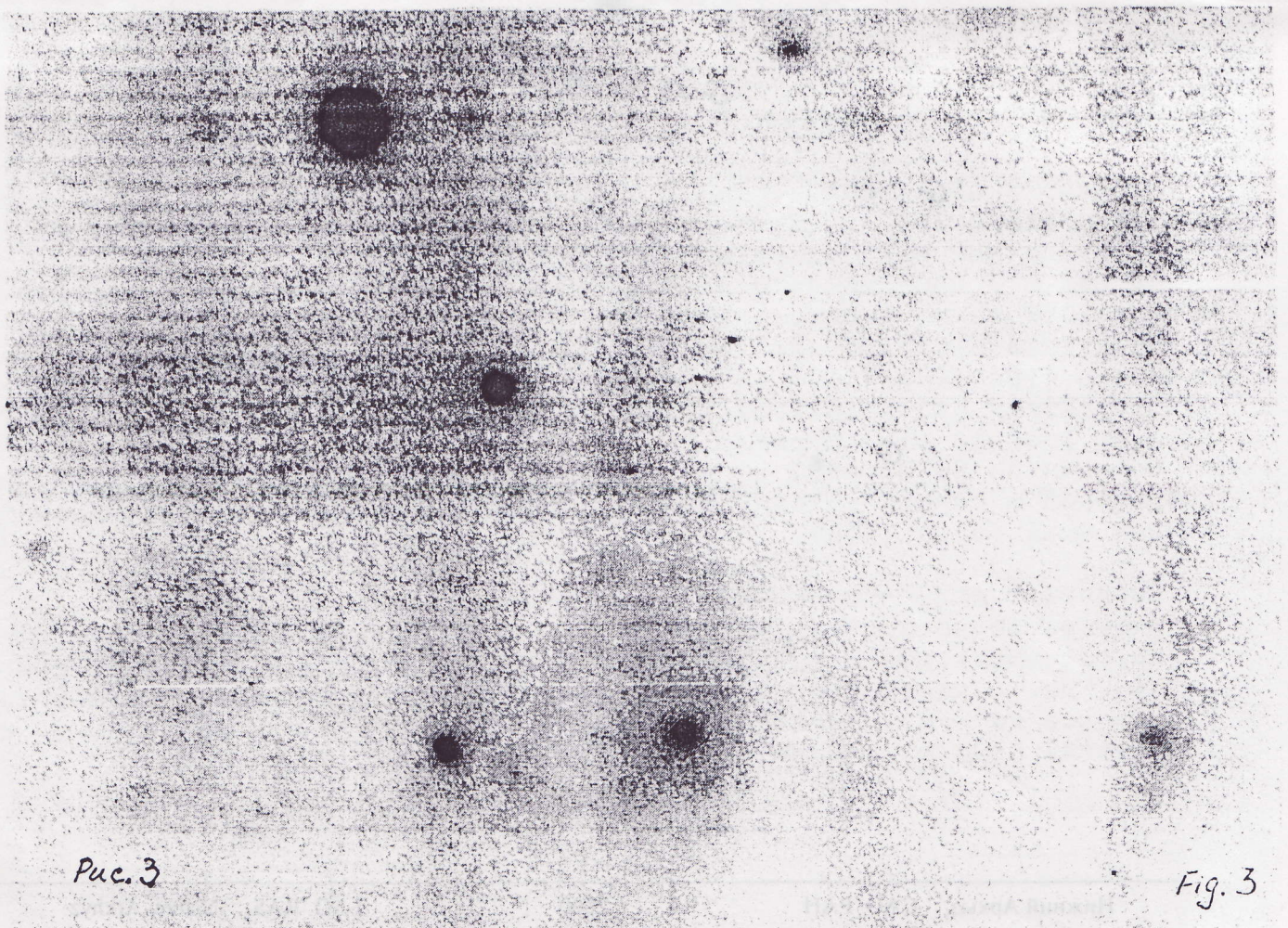


Рис. 3

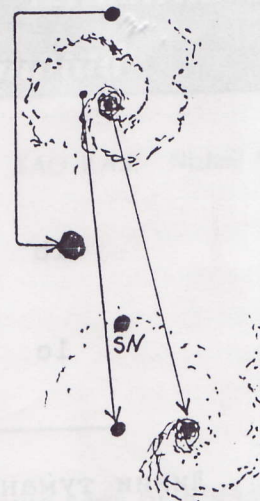
Fig. 3

Практический тур - Сверхновая в NGC 3184

ОТВЕТЫ

Схематический рисунок справа поясняет опознание сверхновой: к трем повторяющимся объектам - ядру галактики и двум звездам переднего плана добавилась еще одна звезда. Она-то и есть сверхновая.

Внимательное сличение снимков позволяет указать место вспышки более определенно: это одна из крупных областей звездообразования в северном рукаве галактики (их изображения отличаются от изображений звезд неправильной формой). Это - дополнительный аргумент в пользу того, что мы имеем дело именно со сверхновой.



Абсолютная величина сверхновой легко находится через модуль расстояния галактики, а расстояние - из сравнения угловых размеров NGC 3184 и M33.

$$m - M \approx 30^m, \quad \text{следовательно} \quad M_{\text{sn}} \approx - (15-16^m).$$

Светимость сверхновой оказывается несколько меньше обычной, но это может быть связано с поглощением в ее родительской галактике и просто с тем, что наш снимок сделан спустя некоторое время после максимума блеска.

Для СИМУЛЯЦИИ вспышки сверхновой наиболее подходящее событие - вспышка близкой новой. Но новые в максимуме на 10 величин слабее сверхновых. Легко показать, что новая с видимой величиной около $14^m.5$ должна находиться, разумеется, ближе NGC 3184, но ЗА ПРЕДЕЛАМИ Галактики.

Практический тур - "Радиобурение" Луны

ОТВЕТЫ

Основной вклад дают A12, A14 и A16. По ним можно оценить реальное разрешение на волне 13 см и пересчитать его на другие волны!

Главное отличие - "потемнение к краю" радиоизображения. Оно подобно солнечному и вызвано той же причиной: получаемая Луной энергия в радиодиапазоне переизлучается не поверхностью (как в оптике), а толстым слоем.

Ильменит переизлучает особенно эффективно. Самое сильное поярчение на 1.4 см соответствует Морю Спокойствия (Mare Tranquillitatis).

V Международная астрономическая олимпиада

V International Astronomy Olympiad

Нижний Архыз, CAO РАН

20-27.10.2000

SAO RAS, Nizhnij Arkhыз

Russian

Практический тур. Условия задачи 2

Group B.

СПЕКТРЫ ПЛАНЕТАРНОЙ ТУМАННОСТИ "КОШАЧИЙ ГЛАЗ" И ЕЁ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗВЕЗДЫ

Введение

Планетарная туманность NGC 6543 ("Кошачий глаз") сыграла в истории астрофизики особую роль. 16 августа 1864 г. английский астроном-любитель Уильям Хеггинс посмотрел на нее в спектроскоп и, как он пишет, "не увидел ожидаемого полного спектра - только одну яркую линию!". Вскоре она была разрешена на две компоненты с длинами волн 4959 Å и 5007 Å. Хеггинс приписал их новому элементу, который он назвал "небулием".

Позднее выяснилось, что это "запрещенные" линии дважды ионизованного кислорода, не наблюдавшиеся прежде ни в земной лаборатории, ни на звездах. В отличие от "разрешенных" такие линии испускаются только очень разреженным газом.

Напомним, что если атом нейтрален, то символ химического элемента сопровождается римской цифрой I, если он потерял один электрон, - цифрой II и т.д.. Т.е., например, нейтральный азот - NI, ионизованный - NII. В обозначениях запрещенных линий символы атомов и ионов заключаются в квадратные скобки: ионизованный азот - [NII], дважды ионизованный кислород - [OIII].

Спектры центральной звезды, породившей туманность и возбуждающей ее свечение, как и спектр самой туманности, были получены в ходе исследования поздних стадий звездной эволюции. Использовался спектрограф высокого разрешения 8-м телескопа CAO. На его щель поочередно проектировались центр туманности со звездой и ее периферия. На рисунках 1a, 1b и 1c показаны положения щели, первое помечено значком "*", второе - значком "@".

Задание

На верхних фрагментах рисунков 1a, 1b, 1c представлены части спектров, полученных от указанных участков неба. Они даны в виде зависимостей интенсивности от длины волны. В каждом из участков выделены интересные линии, их профили представлены на нижних фрагментах как зависимости интенсивности от лучевой скорости. На рисунках также указаны значения лучевых скоростей, измеренных по вершинам профилей линий.

sendo uma intensidade em funcao do comprimento de onda para a correspondente parte do ceu.

Em cada uma delas as linhas importantes sao selecionadas, sendo os perfis das mesmas apresentadas nos fragmentos inferiores das citadas figuras como uma relacao entre intensidade e velocidade radial. As figuras mostram tambem os valores das velocidades radiais medidas a partir das partes mais elevadas dos perfis de linhas separadas.

Determine quais linhas pertencem aa estrela e quais pertencem aa nebulosa; preencha a tabela abaixo:

Linhas do espectro de NGC 6543 e sua estrela central:

Figura	Linhas pertencentes aa nebulosa	Linhas pertencentes aa estrela
1a		
1b		
1c		

Qual e' a diferenca entre estas linhas?

O que pode ser dito sobre a natureza do movimento na nebulosa e na atmosfera da estrela a partir da forma dos perfis de linhas?

Calcule aproximadamente a velocidade destes movimentos.

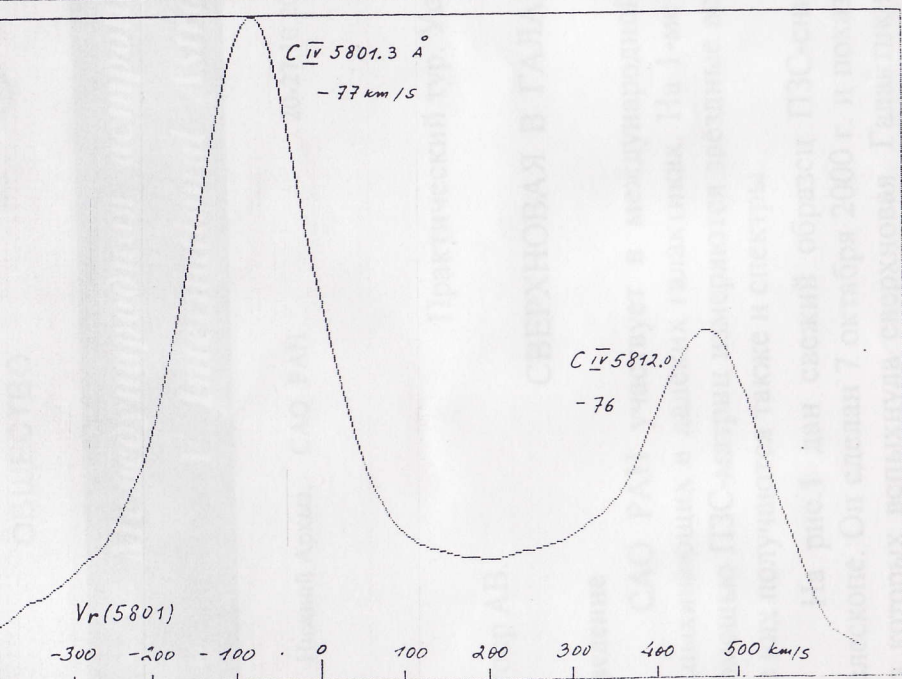
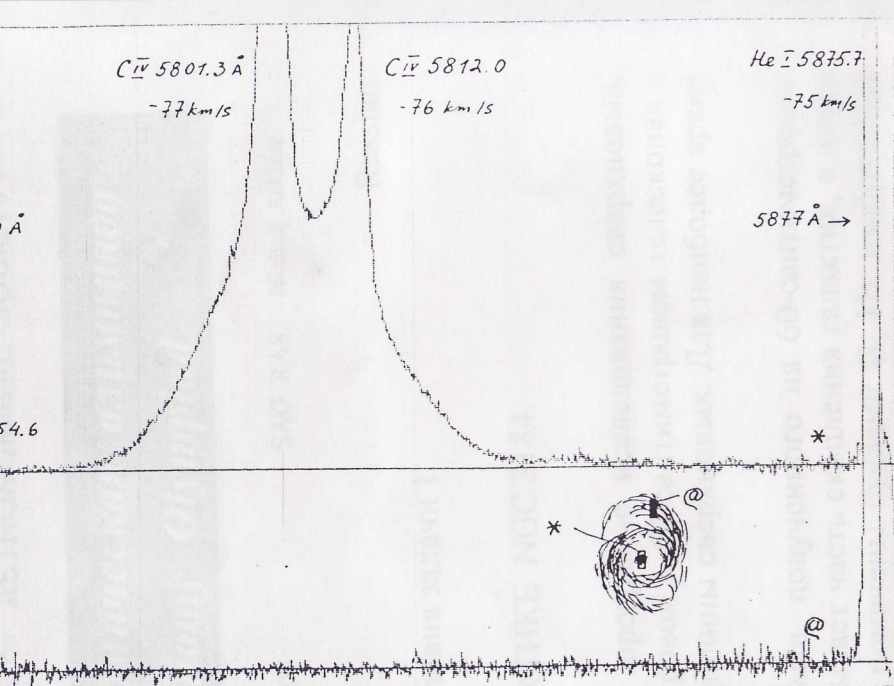


Рис. 1с

Fig. 1с

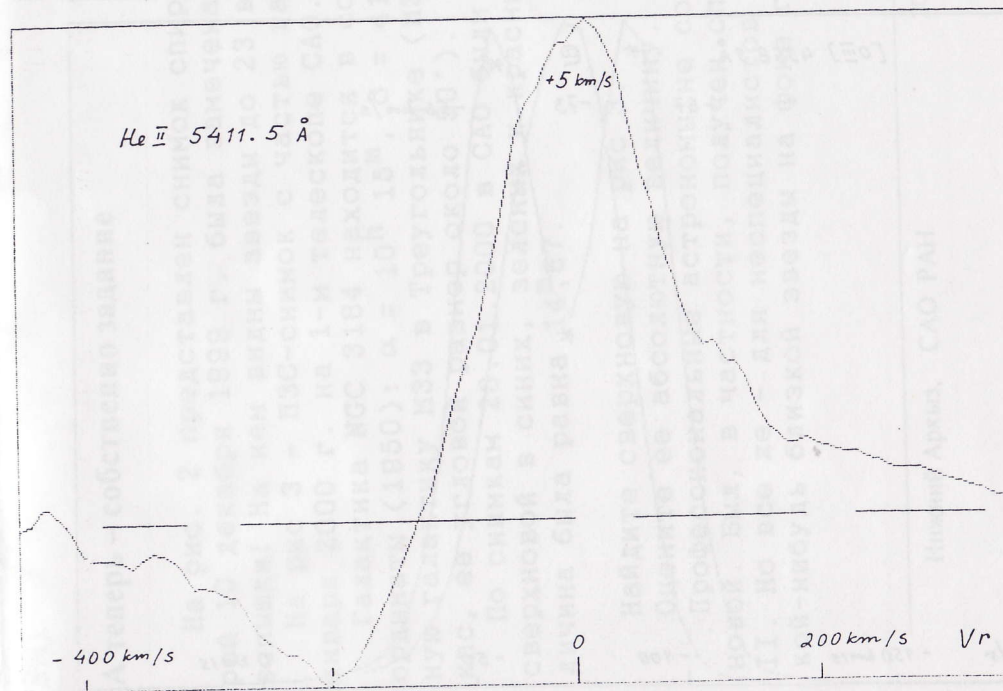
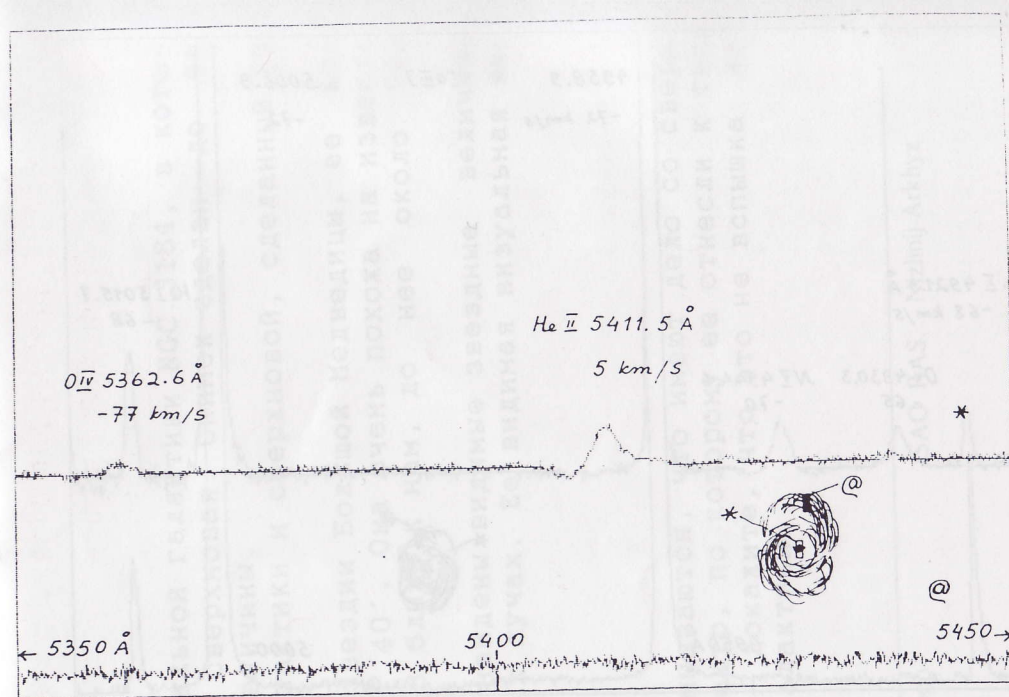
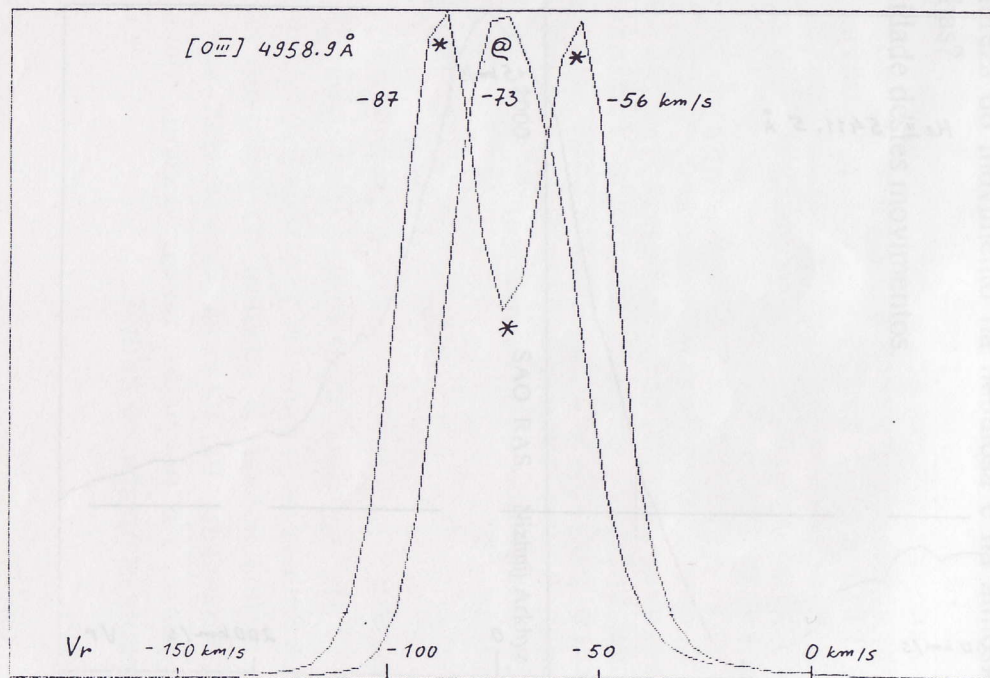
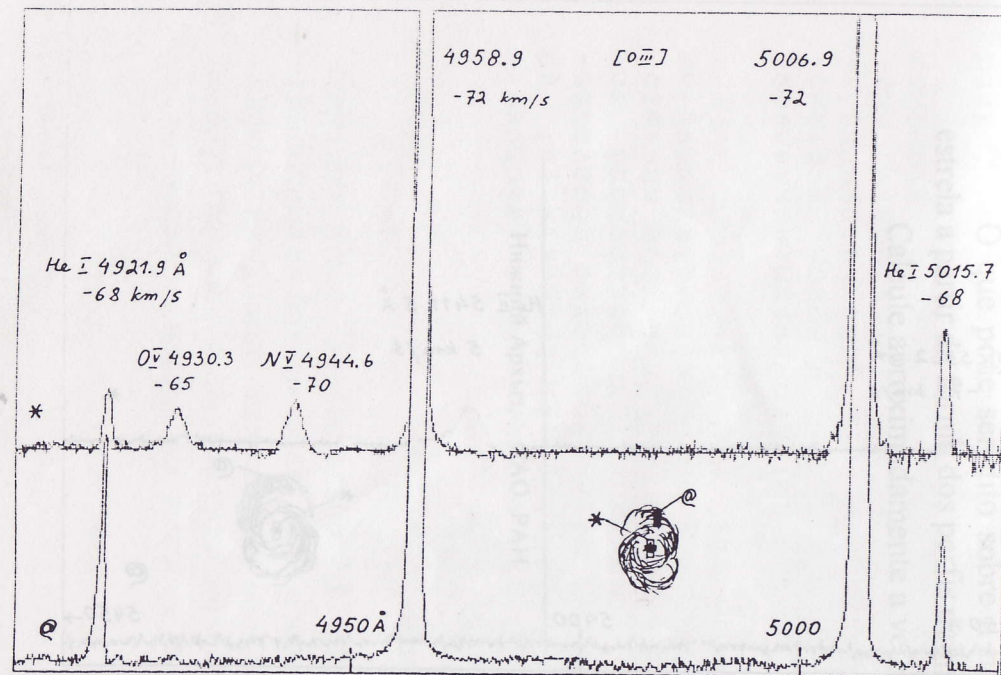


Рис. 1б

Fig. 1б



Pne. 1a

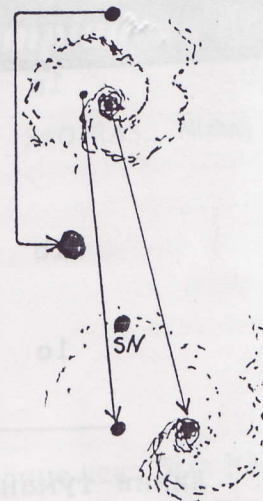
Fig. 1a

Практический тур - Сверхновая в NGC 3184

ОТВЕТЫ

Схематический рисунок справа поясняет опознание сверхновой: к трем повторяющимся объектам - ядру галактики и двум звездам переднего плана добавилась еще одна звезда. Она-то и есть сверхновая.

Внимательное сличение снимков позволяет указать место вспышки более определенно: это одна из крупных областей звездообразования в северном рукаве галактики (их изображения отличаются от изображений звезд неправильной формой). Это - дополнительный аргумент в пользу того, что мы имеем дело именно со сверхновой.



Абсолютная величина сверхновой легко находится через модуль расстояния галактики, а расстояние - из сравнения угловых размеров NGC 3184 и M33.

$$m - M \approx 30^m, \quad \text{следовательно} \quad M_{\text{SN}} \approx - (15-16^m).$$

Светимость сверхновой оказывается несколько меньше обычной, но это может быть связано с поглощением в ее родительской галактике и просто с тем, что наш снимок сделан спустя некоторое время после максимума блеска.

Для СИМУЛЯЦИИ вспышки сверхновой наиболее подходящее событие - вспышка близкой новой. Но новые в максимуме на 10 величин слабее сверхновых. Легко показать, что новая с видимой величиной около $14^m.5$ должна находиться, разумеется, ближе NGC 3184, но ЗА ПРЕДЕЛАМИ Галактики.

Практический тур - "Радиобурение" Луны

ОТВЕТЫ

Основной вклад дают A12, A14 и A16. По ним можно оценить реальное разрешение на волне 13 см и пересчитать его на другие волны!

Главное отличие - "потемнение к краю" радиоизображения. Оно подобно солнечному и вызвано той же причиной: получаемая Луной энергия в радиодиапазоне переизлучается не поверхностью (как в оптике), а толстым слоем.

Ильменит переизлучает особенно эффективно. Самое сильное поярчение на 1.4 см соответствует Моря Спокойствия (Mare Tranquillitatis).

Линии в спектрах NGC 6543 и ее центральной звезды

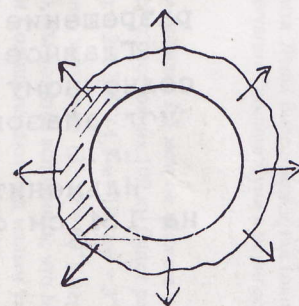
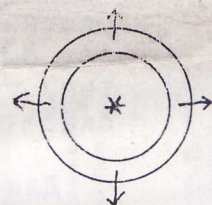
Рис.	Линия туманности	Линия звезды
1a	HeI 4922	OV 4930
	[OIII] 4959	NV 4945
	[OIII] 5007	
	HeI 5016	
1b		OIV 5363
		HeII 5412
1c	[NII] 5755	CIV 5801
	HeI 5876	CIV 5812

Линии туманности принадлежат нейтральным атомам или атомам, потерявшим по 1-2 электрона. Атомы в атмосфере звезды ионизованы сильнее: они потеряли до 4 электронов. Атмосфера звезды гораздо горячее возбуждаемой ею туманности.

Линии туманности заметно уже линий звезды.

Линии туманности в ее центре раздвоенные, а на периферии одиночные (рис.1a, нижний фрагмент). Это объясняется так. В центре мы видим и переднюю и заднюю стенки пузыря туманности, поскольку она прозрачна в линиях. Этот пузырь расширяется. Передняя стенка стенка приближается к нам (ОТНОСИТЕЛЬНО ЗВЕЗДЫ), задняя удаляется от нас - доплеровское смещение расщепляет линию. На периферии газ движется почти поперек луча зрения, поэтому линия не расщеплена.

Линии в спектре звезды уширены ее осевым вращением (рис.1a, верхний фрагмент, сравните линии HeI 4922 и OV 4930). Линия HeII 5412 имеет профиль типа Р Лебеда, что говорит о расширении атмосферы звезды.



Лучевые скорости для большинства линий звезды и туманности близки к - 73 км/с. Это составляющая скорости движения всей системы вдоль луча зрения. Скорость расширения туманности, оцененная по рис 1a:

$$(87 - 56)/2 = 15 \text{ км/с.}$$

Скорость расширения атмосферы по линии HeII 5412 (рис.1b, нижний фрагмент) с учетом скорости системы в целом:

$$(400 - 73) = 327 \text{ км/с.}$$

V Международная астрономическая олимпиада
V International Astronomy Olympiad

Нижний Архыз, CAO РАН

20-27.10.2000

SAO RAS, Nizhnij Arkhыз

Russian

Наблюдательный тур (дневная часть). Условие задания

Group A.

ЗВЁЗДЫ НА ДНЕВНОМ НЕБЕ

Простым глазом днем звезд не увидишь, а можно ли их увидеть в телескоп?

Если да, объясните почему?

Вам предоставляется возможность проверить это с помощью гида 1-м телескопа CAO. Диаметр его объектива - 20 см, фокусное расстояние - 3 м, поле зрения - 21'.

Подготовка к наблюдению

Используя карту звездного неба, подберите звезду.

Ваш объект:

Его координаты:

Наблюдение

Оператор введет координаты вашего объекта в компьютер, управляющий 1-м телескопом.

После наведения на него телескопа проверьте, виден ли он в гид.

В соревновании наблюдателей выигрывает тот, кто увидит самую слабую звезду на минимальном расстоянии от Солнца.