



XXII Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
г. Великий Новгород, 2015 г.

9 класс

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

IX. 1 ✦ ВОСТОЧНЫЙ ЭКСПРЕСС

Поезд движется равномерно на восток со скоростью 50 км/ч. Его пассажиры наблюдают верхнюю кульминацию Луны один раз в сутки в один и тот же момент по Всемирному времени. На какой широте находится поезд? Эксцентриситетом орбиты Луны и ее наклоном к плоскости экватора, а также сжатием Земли пренебречь.

IX. 2 ✦ УДИВИТЕЛЬНАЯ ЗВЕЗДА

Во время проведения олимпиады, 9 апреля 2015 года, максимума блеска достигает самая известная долгопериодическая переменная звезда Мира ("Удивительная") Кита (прямое восхождение $02^{\text{h}}19^{\text{m}}$, склонение -3.0°). На какой максимальной северной широте на Земле ее можно будет увидеть в этот день при погружении Солнца под горизонт не менее 12° ? Атмосферное поглощение и рефракцию не учитывать. Орбиту Земли считать круговой.

IX. 3 ✦ ТРАНЗИТ ДЛИНОЮ В ДЕНЬ

При наблюдении из некоторого пункта в России прохождение Меркурия по диску Солнца началось на восходе Солнца, а закончилось на его заходе. В какой месяц года это произошло? Орбиту Меркурия считать круговой.

IX. 4 ✦ НАВИГАЦИЯ В ДРЕВНЕМ МИРЕ

На сколько градусов отстояла от северного полюса мира звезда α Малой Медведицы во времена плавания финикийцев вокруг Африки (около 600 г. до н. э.)?

IX. 5 ✦ ЧЕТЫРЕ ЗВЕЗДЫ

Звезды 1, 2, 3 и 4 имеют видимый блеск ровно 1^{m} , 2^{m} , 3^{m} и 4^{m} соответственно. Расстояния до них составляют ровно 1, 2, 3 и 4 пк. Расположите эти звезды в порядке убывания светимости. Межзвездным поглощением света пренебречь.

IX. 6 ✦ ЗВЕЗДНЫЙ ДОМ

Наша Галактика состоит из 100 миллиардов звезд, большая часть которых расположена в диске радиусом 20 кпк и толщиной 500 пк. Считая, что физические двойные системы могут существовать, если расстояние между компонентами не больше $1/10$ от среднего расстояния между соседними звездами в диске Галактики, определите максимальное расстояние до физической пары, разрешимой невооруженным глазом. Считать распределение звезд в диске Галактики равномерным.



XXII Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
г. Великий Новгород, 2015 г.

10 класс

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

Х. 1 ✦ СИНХРОННЫЕ СПУТНИКИ

Два искусственных спутника Земли при наблюдении из определенной точки экватора нашей планеты всегда одновременно восходят, проходят через зенит и заходят за горизонт. Орбиты спутников круговые, расположены в экваториальной плоскости, спутники движутся по ним вокруг Земли в одном направлении. При этом радиусы орбит отличаются ровно вдвое. Найдите эти радиусы орбит. Суточным параллаксом спутников пренебречь.

Х. 2 ✦ ЗАТМЕНИЕ НА ПОЛЮСЕ

20 марта 2015 года произошло полное солнечное затмение, которое было видно на северном полюсе Земли. Продолжительность полной фазы там составила около 2 минут. Определите, какая максимальная продолжительность полной фазы может вообще быть у солнечного затмения на северном полюсе Земли.

Х. 3 ✦ ДАЛЕКИЙ РАДИОИСТОЧНИК

Короткий одиночный импульс от далекого радиоисточника был принят 21 марта в $06^{\text{h}}00^{\text{m}}00.0000^{\text{s}}$ по всемирному времени радиотелескопами вблизи Мурманска (69° с.ш., 30° в.д.), в Индонезии (0° ш., 99° в.д.) и Антарктиде (69° ю.ш., 30° в.д.). Определите экваториальные координаты источника на небе. Уравнением времени и сжатием Земли пренебречь.

Х. 4 ✦ ВБЛИЗИ МЕТЕОРА

Метеор загорелся на высоте 100 км и погас на высоте 60 км, двигаясь строго вертикально и имея постоянную скорость и светимость. Геофизическая ракета, расположенная в 2 км от траектории метеора на высоте 80 км, измерила суммарный поток энергии от метеора за время полета, который оказался равен потоку от звезды -5.0^{m} (за то же время). Какой результат дадут аналогичные измерения с другой геофизической ракетой на той же высоте в 4 км от траектории метеора?

Х. 5 ✦ СОЛНЦЕ СКВОЗЬ ДУРШЛАГ

Как известно, обычный дуршлаг можно использовать для наблюдений Солнца, в частности, во время частных солнечных затмений, проецируя изображения Солнца на светлый экран. Каким должно быть расстояние от дуршлага до экрана, чтобы условия для наблюдений были наилучшими? Какое угловое разрешение при этом может быть достигнуто? Считать, что наблюдатель находится рядом с дуршлагом, на том же расстоянии от экрана. Параметры дуршлага: диаметр – 20 см, диаметр отверстий – 2 мм, расстояние между центрами отверстий – 10 мм.

Х. 6 ✦ ЮЖНАЯ ЗВЕЗДА

Прямое восхождение одиночной звезды равно 18^{h} , а ее склонение $-23^{\circ}26'$. Собственное движение по склонению у этой звезды в настоящий момент отсутствует, а по прямому восхождению оно равно $1''/\text{год}$ и направлено на запад. Будет ли видно эту звезду на северном полюсе Земли, и если будет, то через сколько лет? Атмосферной рефракцией и ослаблением света пренебречь.



XXII Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
г. Великий Новгород, 2015 г.

11 класс

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

XI. 1 ✦ СУМЕРКИ

Определите, на какой части поверхности Земли сейчас наблюдаются сумерки (в любой их стадии)? Угловыми размерами Солнца и рефракцией пренебречь. Решение дополните рисунком.

XI. 2 ✦ ЗВЕЗДА НА МАТОВОМ СТЕКЛЕ

Телескоп-рефрактор с относительным отверстием 1:5 и прямой каркасной трубой навели на звезду 0^m . Затем с него сняли окуляр и поставили в фокальную плоскость матовую стеклянную пластинку. Какую звездную величину будет иметь изображение звезды на пластинке, если наблюдатель находится рядом с объективом (сбоку от него, не затеняя ход лучей звезды в телескопе)? Считать, что матовое стекло рассеивает весь свет в обе стороны от себя, причем равномерно во всех направлениях.

XI. 3 ✦ ПЛАНЕТА И СКОПЛЕНИЕ

Орбита планеты Венера наклонена к плоскости эклиптики на угол 3.4° , долгота восходящего узла равна 77° . Шаровое звездное скопление M19 в созвездии Змееносца имеет эклиптические координаты: долгота 257° , широта -3.5° , угловой диаметр $14'$. Может ли Венера (при наблюдении с Земли) пройти по этому скоплению? Орбиты планет считать круговыми.

XI. 4 ✦ МЕЖПЛАНЕТНЫЙ ПАРУСНИК

Космический аппарат вывели на круговую околосолнечную орбиту с радиусом 1 а.е. После этого на нем был развернут солнечный парус, постоянно обращенный к Солнцу и уменьшающий эффективную силу его притяжения на 4%. В ходе дальнейшего движения этот парус мгновенно сворачивался, как только аппарат достигал афелия своей текущей орбиты, но вновь раскрывался в каждом перигелии. Сколько целых оборотов вокруг Солнца сделает этот аппарат? Какова его дальнейшая судьба? Взаимодействием аппарата со всеми телами, кроме Солнца и его фотонов, пренебречь.

XI. 5 ✦ ТАЙМИНГ ПУЛЬСАРА

Радиопульсар в некоторый момент времени имеет точно известный период ровно в 1 с. Сколько после этого потребуется времени, чтобы обнаружить, что период этого радиопульсара растет со скоростью 10^{-15} ? Методы наблюдения позволяют определять время прихода импульса с точностью 10^{-3} с. Считать пульсар неподвижным относительно наблюдателя.

XI. 6 ✦ ХОЛОДНОЕ ОБЛАКО

Межзвездное облако состоит из молекулярного водорода (H_2) и пыли и имеет форму шара с однородным внутренним распределением массы. Блеск далеких звезд, расположенных за центром облака, ослаблен на 1^m . При каком радиусе это облако начнет сжиматься под действием собственного тяготения, если его температура составляет 20K? Массовое соотношение газа и пыли в облаке постоянно и равно 100:1, черные пылинки имеют радиус 0.5 мкм, плотность 1 г/см^3 и ослабляют свет по законам геометрической оптики.



XXII Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

г. Великий Новгород, 2015 г.

9 класс

ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР

IX. 1 ✦ НОЧНОЕ НЕБО

Вам предоставлена фотография звездного неба вблизи северного полюса мира (автор – Александр Павлов), а также таблица с экваториальными координатами некоторых звезд. Определите время экспозиции и масштаб фотографии (в °/см).

Звезда	Прямое восхождение	Склонение	Звезда	Прямое восхождение	Склонение
β Cas	00 ^h 09.2 ^m	+59°09'	γ UMa	11 ^h 53.8 ^m	+53°42'
α Cas	00 ^h 40.5 ^m	+56°32'	δ UMa	12 ^h 15.4 ^m	+57°02'
γ Cas	00 ^h 56.7 ^m	+60°43'	ϵ UMa	12 ^h 54.0 ^m	+55°56'
δ Cas	01 ^h 25.9 ^m	+60°14'	α CVn	12 ^h 56.0 ^m	+38°19'
ϵ Cas	01 ^h 54.4 ^m	+63°40'	ζ UMa	13 ^h 23.9 ^m	+54°56'
α UMi	02 ^h 31.8 ^m	+89°16'	η UMa	13 ^h 47.5 ^m	+49°19'
β Per	03 ^h 08.2 ^m	+40°57'	β UMi	14 ^h 50.7 ^m	+74°09'
α Per	03 ^h 24.3 ^m	+49°52'	γ UMi	15 ^h 20.7 ^m	+71°50'
α Tau	04 ^h 35.9 ^m	+16°31'	β Cyg	19 ^h 30.7 ^m	+27°58'
β Ori	05 ^h 14.5 ^m	-08°12'	δ Cyg	19 ^h 45.0 ^m	+45°08'
γ Ori	05 ^h 25.1 ^m	+06°21'	γ Cyg	20 ^h 22.2 ^m	+40°15'
δ Ori	05 ^h 32.0 ^m	-00°18'	α Cyg	20 ^h 41.4 ^m	+45°17'
ϵ Ori	05 ^h 36.2 ^m	-01°12'	ϵ Cyg	20 ^h 46.2 ^m	+33°58'
α Ori	05 ^h 55.2 ^m	+07°24'	α Cep	21 ^h 18.6 ^m	+62°35'
α Gem	07 ^h 34.6 ^m	+31°53'	β Cep	21 ^h 28.7 ^m	+70°34'
β Gem	07 ^h 45.3 ^m	+28°02'	ϵ Cep	22 ^h 15.0 ^m	+57°03'
β UMa	11 ^h 01.8 ^m	+56°23'	δ Cep	22 ^h 29.2 ^m	+58°25'
α UMa	11 ^h 03.7 ^m	+61°46'	γ Cep	23 ^h 39.3 ^m	+77°38'

IX. 2 ✦ СПУТНИК АСТЕРОИДА

Вам представлены два изображения астероида 136617 (1994 CC) во время его пролета вблизи Земли. Указаны дата и всемирное время съемки. На снимках видны два спутника. Известно, что второй спутник (снизу на фото) движется по круговой орбите с радиусом в 5 радиусов астероида и за указанный на фото временной интервал совершил малую часть одного оборота. Считая форму астероида сферической, оцените его среднюю плотность. Угловым перемещением самого астероида за время наблюдений пренебречь.

IX. 3 ✦ МНОГОЛИКАЯ ЛУНА

Вам предложены несколько изображений Луны, сделанных с Земли. Определите, на каких из них происходит лунное затмение (в полутеневого или теневого фазе), а на каких затмения нет. Обоснуйте свои ответы.



XXII Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
г. Великий Новгород, 2015 г.

10 класс

ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР

Х. 1 ✦ СОЛНЕЧНЫЕ ЧАСЫ

Во Владивостоке (43° с.ш., 132° в.д.) решили построить большие горизонтальные солнечные часы с неподвижным гномоном, которые показывали бы наиболее точное (по возможности) время днем в ясную погоду в любой сезон года. Нарисуйте, каким должен быть циферблат этих часов по отношению к сторонам горизонта. Время во Владивостоке опережает московское на 7 часов.

Х. 2 ✦ МАРСИАНСКИЙ ЛОКАТОР

Ученые создали супер-мощную лазерную установку для локализации поверхности Марса непосредственно с южного полюса Земли. Отметьте на рисунке (негатив) точку, в которую нужно направить лазерный луч, чтобы изучить область кратера Гюйгенс. Марс находится в великом противостоянии с Землей, на рисунке указаны южный полюс Марса и направление на северный полюс эклиптики в момент проведения эксперимента. Наклоном орбиты Марса к эклиптике пренебречь. Считать луч лазера очень узким, атмосферные помехи не учитывать. Орбиту Земли считать круговой.

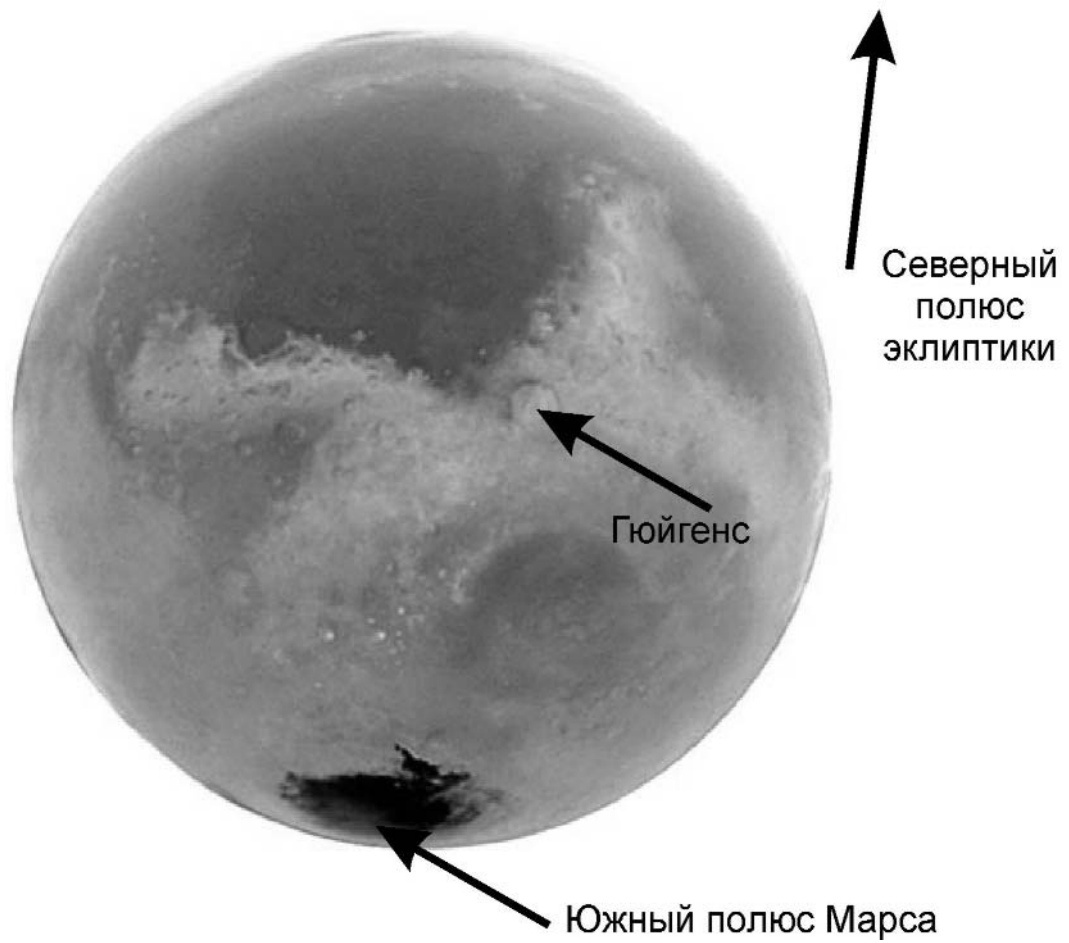
Х. 3 ✦ СВЕРХНОВАЯ В БЛИЗКОЙ ГАЛАКТИКЕ

В некоторой галактике вспыхнула сверхновая звезда. В таблице вам даны значения лучевых скоростей, соответствующие краям линии $H\alpha$ (6563\AA) в спектре сверхновой. На рисунках даны радиокарты оболочки сверхновой (единицы – миллисекунды дуги). Считая расширение оболочки сферически симметричным, определите расстояние до галактики.

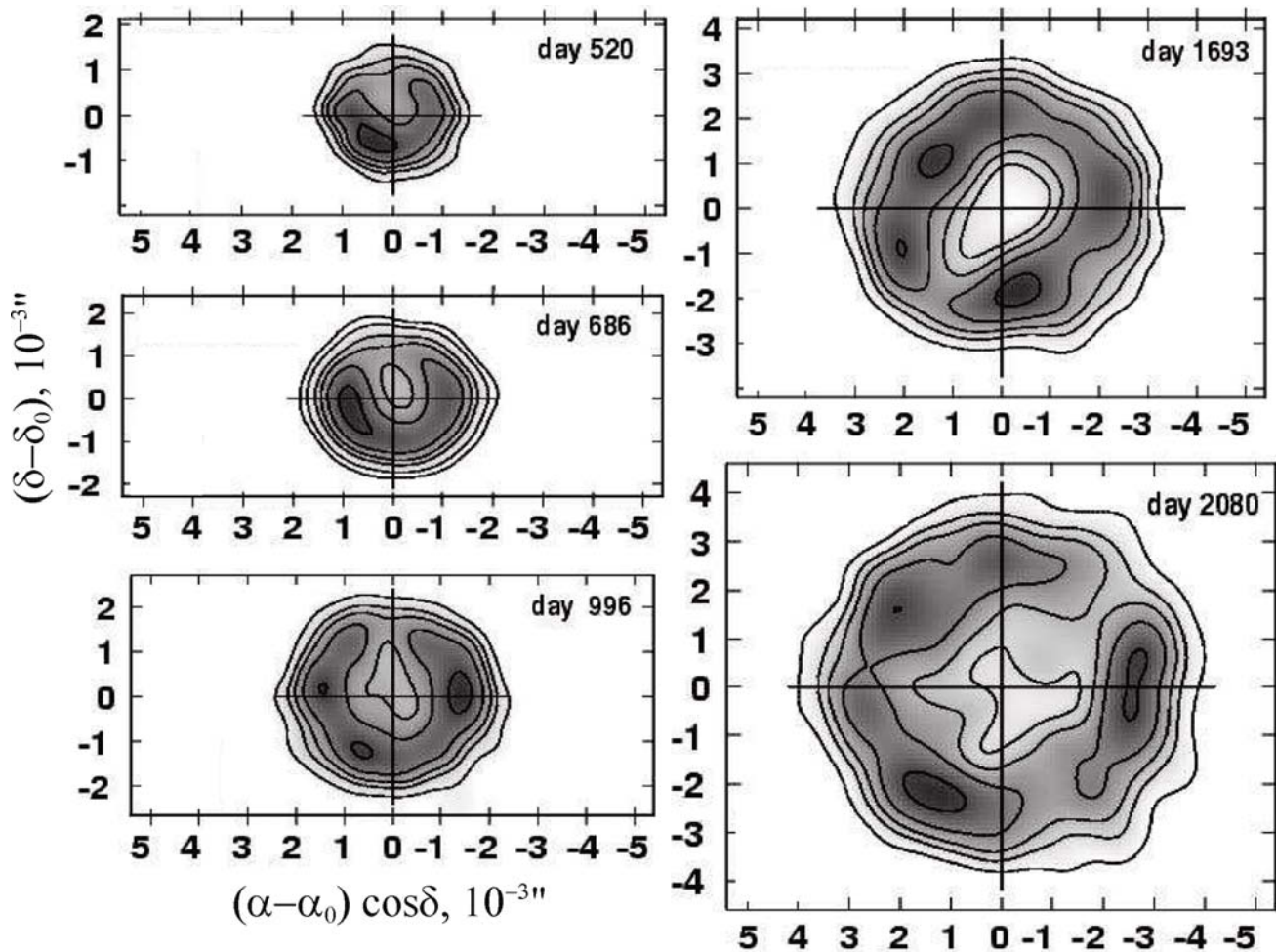
Дни после вспышки	Фиолетовое смещение, км/с	Красное смещение, км/с
553	-10700	10500
670	-10500	10500
976	-10200	9600
1766	-9600	9300
2028	-9000	7600

X.2

Сдайте этот лист вместе с решениями задач!



X.3





XXII Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
г. Великий Новгород, 2015 г.

11 класс

ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР

XI. 1 ✦ ВЕСЕННИЕ РАССВЕТЫ

В таблице приведены измеренные моменты восхода верхнего края Солнца (среднее солнечное время) в течение 21 дня в марте в пункте с широтой $+60^\circ$ на уровне моря. Указаны значения температуры и атмосферного давления в этот момент. Для моментов восхода также даются значения склонения центра Солнца и уравнения времени. Исходя из этого, получите эмпирическое выражение для величины атмосферной рефракции у горизонта в зависимости от температуры и давления. Угловой радиус Солнца считать постоянным ($16'05''$).

XI. 2 ✦ ЗВЕЗДНЫЕ СПЕКТРЫ

Перед Вами спектры семи близких звезд некоторых спектральных классов от A0 до M4 (указаны в скобках), а также спектр еще одной звезды X в диске Галактики. Определите по нему расстояние до звезды X и ее спектральный класс, если известно, что он лежит в том же интервале от A0 до M4. Все спектры получены с Земли с одинаковым спектральным разрешением и высотой звезд над горизонтом. Лучевые скорости всех звезд малы. Масштабы графиков по ординате отличаются. Межзвездное поглощение света в диске Галактики составляет $(0.002^m/\text{пк}) \cdot (\lambda/5500 \text{ \AA})^{-1.3}$.

XI. 3 ✦ ЦЕПОЧКА МАРКАРЯНА

Перед Вами фотография галактик, входящих в известную «цепочку Маркаряна» – часть скопления галактик в созвездии Девы. Галактики удалены на 16 Мпк от Земли. В таблице приведены значения лучевой скорости и видимой звездной величины каждой из этих галактик. В предположении, что «цепочка Маркаряна» является гравитационно-связанной системой, оцените массовый вклад темной материи в этой системе. Считать, что светимость галактик равна $1/10$ светимости Солнца на солнечную единицу звездной массы. Межзвездным поглощением света пренебречь.

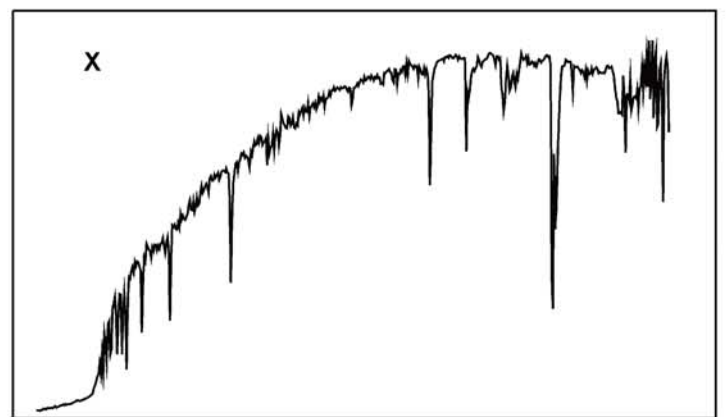
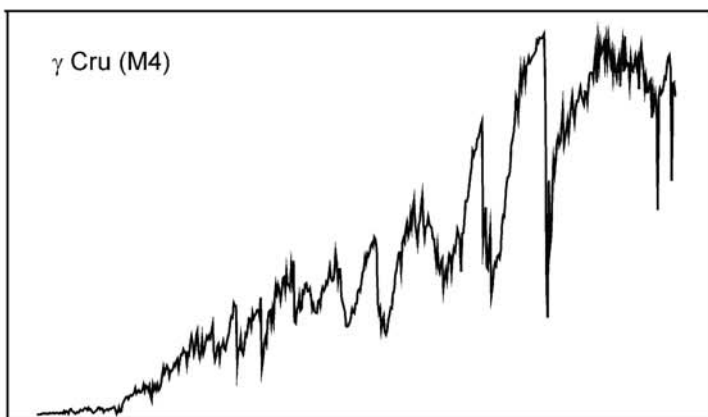
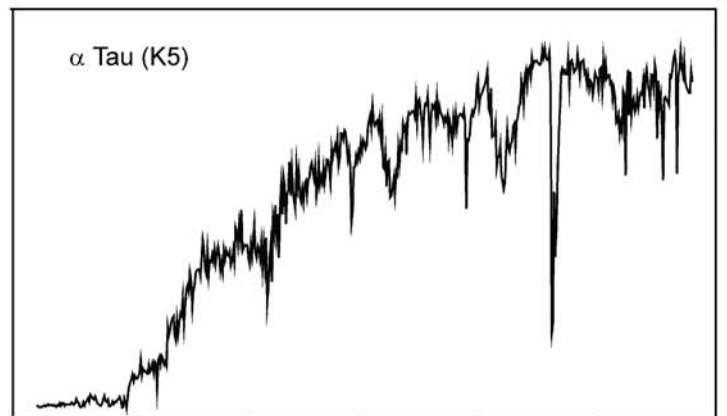
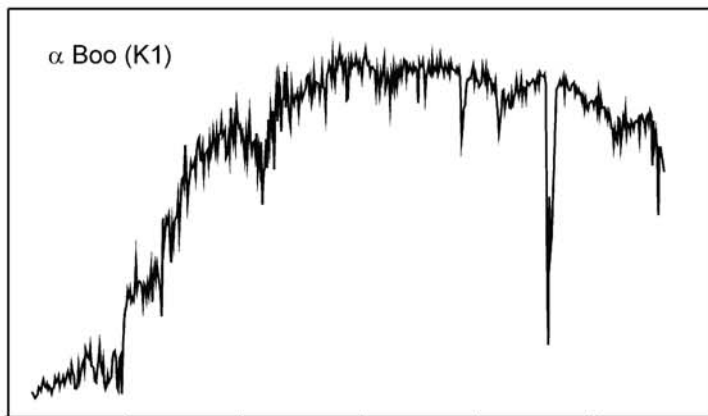
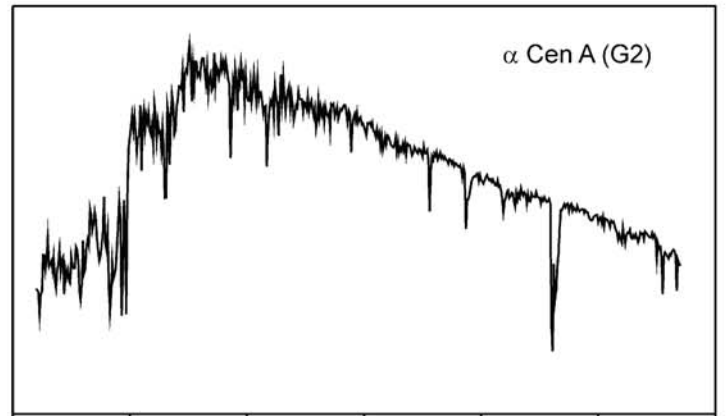
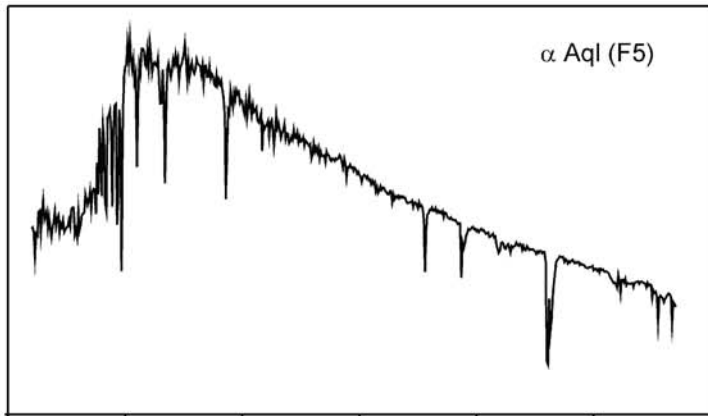
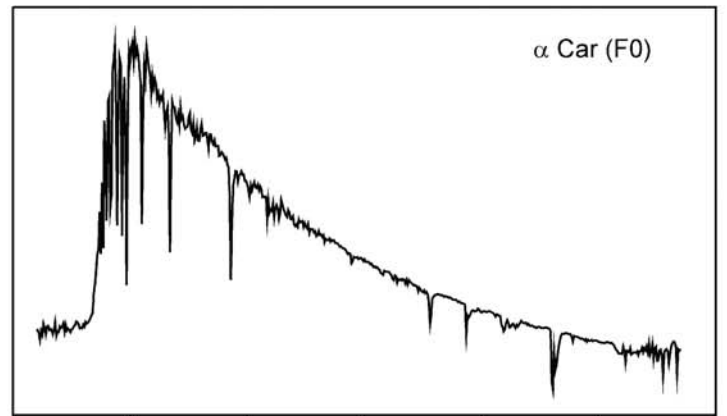
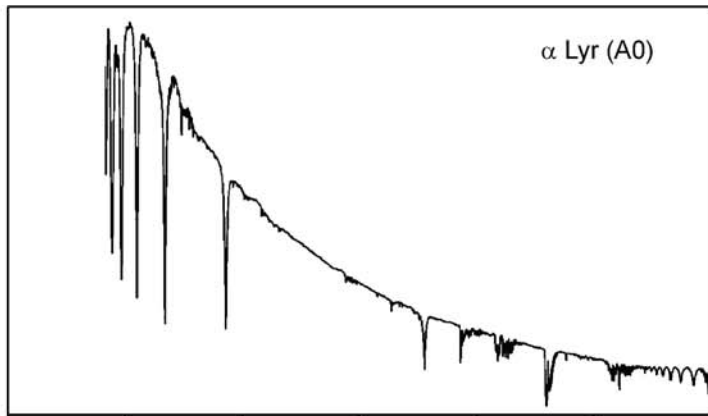
Галактика	v_R , км/с	m
NGC 4374 (M84)	1060	9.2
NGC 4406 (M86)	-244	8.9
NGC 4435	801	10.8
NGC 4438	71	10.0
NGC 4461	1931	11.1
NGC 4473	2244	10.2
NGC 4477	1355	10.4

XI. 1

Дата		<i>T</i>	<i>P</i>	Склонение Солнца			Уравнение времени		Момент восхода				
		°C	мм.рт.ст.	°	'	"	м	с	ч	м	с		
Март	8	-28	749	-	05	00	28	+	10	55	06	36	52
	9	-21	754	-	04	37	06	+	10	40	06	34	16
	10	-24	747	-	04	13	40	+	10	25	06	31	10
	11	-27	746	-	03	50	12	+	10	10	06	28	01
	12	-20	741	-	03	26	41	+	09	54	06	25	29
	13	-20	734	-	03	03	07	+	09	38	06	22	32
	14	-12	730	-	02	39	31	+	09	21	06	20	01
	15	-6	740	-	02	15	54	+	09	05	06	17	18
	16	-6	748	-	01	52	16	+	08	48	06	14	13
	17	+1	738	-	01	28	36	+	08	32	06	11	41
	18	-6	731	-	01	04	56	+	08	15	06	08	19
	19	-5	733	-	00	41	16	+	07	57	06	05	19
	20	-14	739	-	00	17	35	+	07	39	06	01	43
	21	-10	745	+	00	06	04	+	07	22	05	58	54
	22	-5	746	+	00	29	43	+	07	04	05	56	09
	23	-10	750	+	00	53	21	+	06	46	05	52	47
	24	-8	760	+	01	16	57	+	06	28	05	49	48
	25	-5	770	+	01	40	31	+	06	10	05	46	53
	26	-10	766	+	02	04	04	+	05	52	05	43	34
	27	-18	766	+	02	27	33	+	05	34	05	40	03
28	-10	766	+	02	51	00	+	05	15	05	37	29	

XI. 2

Сдайте этот лист вместе с решениями задач!



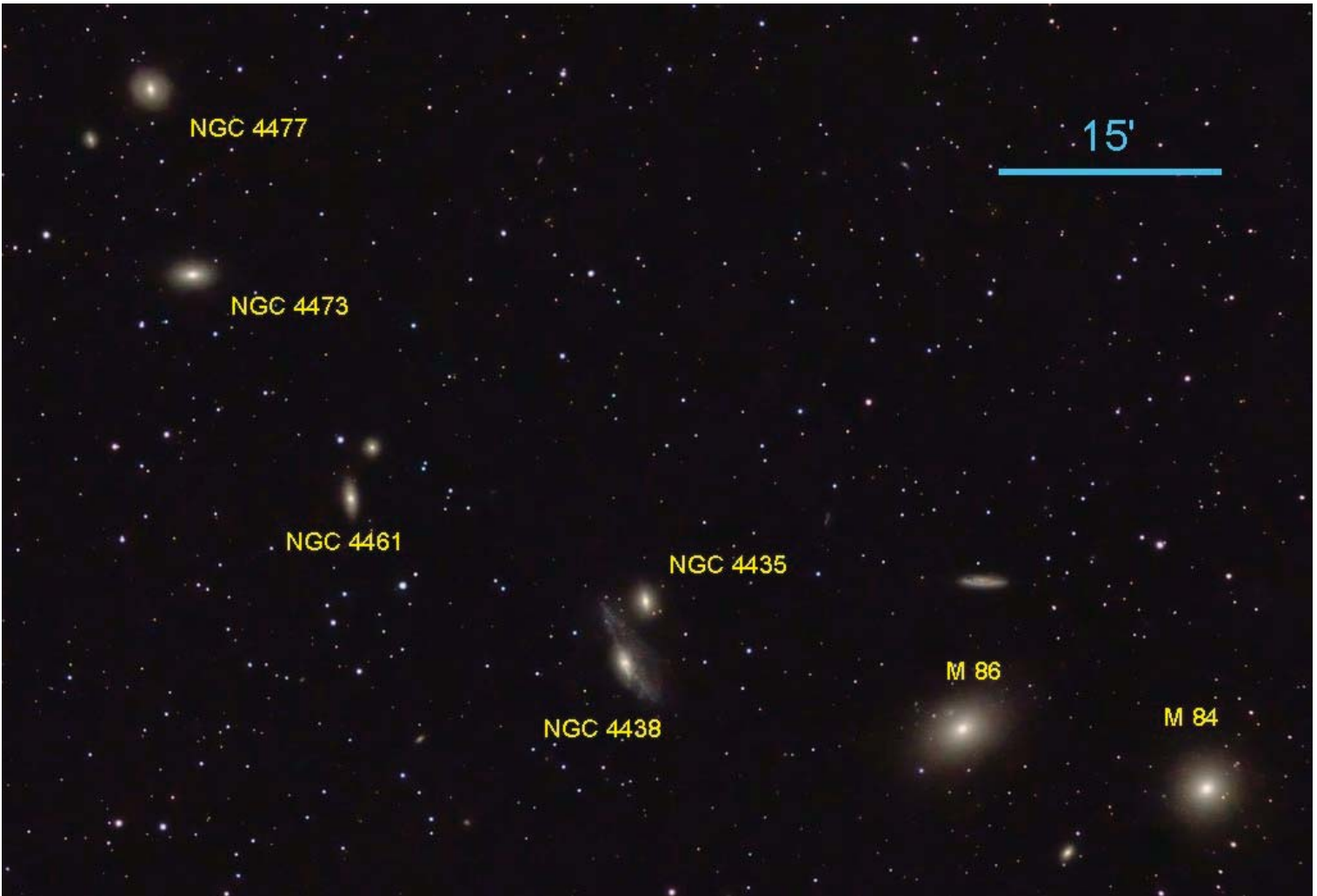
Длина волны, Å

Длина волны, Å

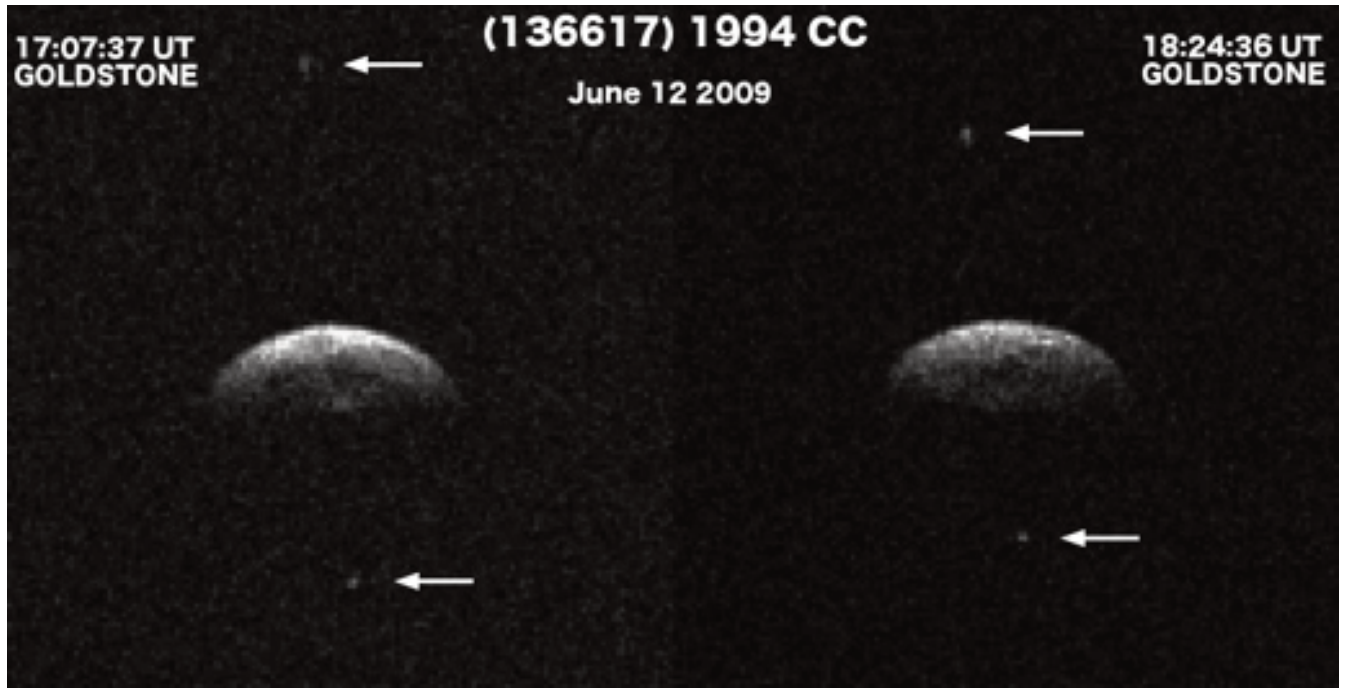
IX. 1



XI. 3



IX.2



IX.3

