

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 22.11.2022 09:21:32
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd0a4d0e7399531b730cf2574d16ff70a536609c6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра нанотехнологий, микроэлектроники, общей и
прикладной физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова
« 28 » 02 2022 г.



АСТРОНОМИЯ

Методические указания к выполнению практических работ для
студентов СПО направления подготовки
40.02.02 «Правоохранительная деятельность»

Курск 2022

УДК 52

Составитель: В.В. Сучилкин.

Рецензент

Кандидат физ.-мат. наук, доцент В.М. Пауков

Астрономия [Текст]: методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Астрономия». Для студентов СПО направлений подготовки 40.02.02 «Правоохранительная деятельность» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Сучилкин. Курск, 2022. с.61, рис. 4, табл.15. Библиогр.: с. 59.

Излагаются методические рекомендации по выполнению практических работ, в которых обучающиеся получают базовые знания по дисциплине «Астрономия».

Методические указания составлены в соответствии с примерной программой общеобразовательной учебной дисциплины «Астрономия» для профессиональных образовательных организаций, одобренной НМС Центра профессионального образования и систем квалификаций Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт развития образования» (ФГБУ «ФИРО») и рекомендованной для реализации ОПОП СПО на базе основного общего образования с получением среднего общего образования (протокол № 2 от 18 апреля 2018 г.)

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60 x 84 1/16.

Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

РАБОТА 1

ЗВЕЗДНОЕ НЕБО

А. Основные элементы небесной сферы

Цель работы: Изучение основных элементов небесной сферы на её модели.

Пособия: Модель небесной сферы.

Воображаемая сфера произвольного радиуса с центром в произвольной точке пространства, на поверхности которой расположены светила так, как они видны на небе в некоторый момент времени из данной точки наблюдения, называется небесной сферой. Небесная сфера служит для изучения видимых положений и движений небесных тел. Для этого на её поверхности фиксируются основные линии и точки, по отношению к которым и производятся соответствующие измерения (рис. 1).

Основные направления и основные плоскости небесной сферы:

- отвесная линия ZZ' (вертикальная линия) и перпендикулярная ей плоскость математического (истинного) горизонта;
- ось мира PP' (параллельная оси вращения Земли) и перпендикулярная ей плоскость небесного экватора;
- ось эклиптики и перпендикулярная ей плоскость эклиптики;
- полуденная линия СЮ (основное направление в плоскости горизонта, определяющее ориентировку наблюдателя) и плоскость небесного меридиана.

Малый круг, проходящей через светило M , плоскость которого параллельна плоскости горизонта, называется альмукантаратом. Малый круг (nMn'), плоскость которого параллельна плоскости небесного экватора, называется небесной или суточной параллелью светила M . Большой полукруг ZVZ' называется кругом высоты светила M . Большой полукруг PMP' называется часовым кругом или кругом склонения светила M .

Основные точки небесной сферы:

Z – зенит; Z' – надир; P и P' – северный и южный полюса мира соответственно. Q и Q' – северная и южная точки экватора.

Точки горизонта: N – север, S – юг, E – восток, W – запад.

Основные точки эклиптики:

Весеннее и осеннее равноденствия, летнее и зимнее солнцестояния.

Небесные координаты:

а) горизонтальная система координат (см. рис. 2):

- азимут A (от 0° до 360°), (от 0^h до 24^h);

- зенитное расстояние z или высота светила над горизонтом h (от -90° до $+90^\circ$), $h + z = 90^\circ$;



Рис. 1 Небесная сфера

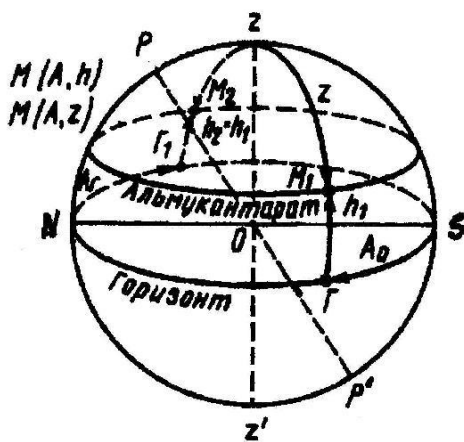


Рис. 2 Горизонтальная система координат

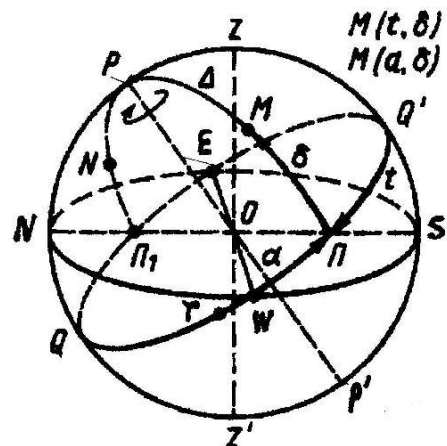


Рис. 3 Экваториальная система координат

б) экваториальная система координат (см. рис. 3):

- часовой угол t или прямое восхождение α (от 0° до 360°), (от 0^h до 24^h);

- склонение δ (от -90° до $+90^\circ$);

в) эклиптическая система координат:

- эклиптическая долгота λ (от 0° до 360°), (от 0^h до 24^h);

- эклиптическая широта β (от -90° до $+90^\circ$).

Вращение небесной сферы есть следствие действительного суточного вращения Земли вокруг оси, которое происходит в направлении от запада к востоку (против часовой стрелки). Осью вращения небесной сферы является ось мира PP' . Для наблюдателя в северном полушарии Земли, стоящего лицом сторону юга, вращение небесной сферы происходит слева направо (по часовой стрелке), то есть от востока к западу через юг. Во вращении небесной сферы не участвуют круги небесного меридиана и горизонта, альмукантараты, а также полуденные и отвесные линии. Географическая широта местности наблюдения звездного неба ϕ равна высоте полюса мира над горизонтом и зенитному расстоянию южной точки экватора:

$$\phi = hp' = zQ'.$$

Ход работы.

1. Изучить устройство модели небесной сферы: её основные элементы и изменение их положения в процессе суточного вращения относительно наблюдателя.

2. Указать расположение основных элементов небесной сферы относительно истинного горизонта.

3. Результаты 1-го и 2-го заданий записать в таблицу 1.

Таблица 1. Основные элементы небесной сферы

Название	Положение относительно наблюдателя	Расположение относительно истинного горизонта

4. По модели небесной сферы определить горизонтальные и экваториальные координаты основных точек небесной сферы. Результаты записать в таблицу 2 по следующей форме:

Таблица 2. Результаты измерений

Название	Обозначение	Координаты	
		Горизонтальные A, h	Вертикальные α, δ

5. Меняя угол наклона оси мира к плоскости истинного горизонта, установить небесную сферу для наблюдателя, находящегося на экваторе, в средних широтах, на полюсе, и рассмотреть при этом положение основных точек, линий и плоскостей небесной сферы.

6. Сделать выводы.

В. Звёздные атласы и подвижная карта звёздного неба.

Цель работы: Ознакомление с содержанием малых звёздных атласов и подвижной картой звёздного неба; их использование при изучении звёздного неба.

Пособия: Малый звёздный атлас Михайлова А.А. Фотографии участков звёздного неба. Подвижная карта звёздного неба. Список некоторых ярких звёзд (таблица 1 в Приложении).

Звёздный атлас состоит из нескольких звёздных карт, на которых изображена определенная область неба Земли. При этом вид созвездий на картах практически не отличается от вида созвездий на небе. Для начального изучения звёздного неба одним из наиболее удобных является звёздный атлас, составленный академиком А.А. Михайловым. Он состоит из четырех карт, на которых изображены звёзды северного и большей части южного полушарий небесной сферы, видимые невооружённым глазом. На картах звёздных атласов изображены только те объекты, экваториальные координаты которых (прямое восхождение α и склонение δ) остаются неизменными в течение длительных промежутков времени. Небесные объекты изображены на картах различными знаками, значения которых приведены под нижним обрезом карт. Таким образом, звёздные атласы служат пособием при изучении звёздного неба и при выполнении научно-исследовательских работ по астрономии.

Подвижная карта звёздного неба (см. рис. 4) необходима для общей ориентировки по небу, а именно, для определения расстояний созвездий относительно истинного горизонта в любой момент времени. Радиальные линии на карте, круги склонений, - это лучи, выходящие из северного (южного) полюса мира, расположенного в центре карты. Соответствующие им часы прямого восхождения указаны у края карты. Небесный экватор (склонение 0°) и небесные параллели оцифрованы в точках их пересечения с начальным кругом склонения ($\alpha = 0^h$) и с диаметрально ему противоположным ($\alpha = 12^h$). Оцифровка кругов склонения и небесных параллелей позволяет грубо оценивать значения экваториальных координат небесных светил. Эксцентрический овал, пересекающийся с небесным экватором в двух диаметрально противоположных точках весеннего и осеннего равноденствий, изображает эклиптику. По наружному обрезу карты, называемому лимбом дат, нанесены календарные числа и названия месяцев года. Внешний обрез накладного круга, прилагаемого к карте, разделен на 24 часа, по числу часов в сутках. Овальный вырез накладного круга определяется географической широтой места наблюдения. Его контур изображает истинный горизонт и его главные точки (*N*, *S*, *W*, *E*). Нить между точками *S* и *N* изображает небесный меридиан. Положение зенита на нити определяется точкой её пересечения с небесной параллелью, склонение которой равняется географической широте места наблюдения

$$\delta = \phi.$$

Подвижная карта позволяет решать ряд практических задач. Вид звёздного неба в некоторый момент времени заданного дня года получается при наложении накладного круга на звёздную карту так, чтобы нужный час по краю накладного круга совпал с соответствующей датой по краю звёздной карты и небесный меридиан проходил через полюс мира. При этом над серединой выреза располагаются созвездия, находящиеся вблизи зенита. Созвездия, восходящие в данный момент времени, находятся на восточной половине истинного горизонта, заходящие – на западной. Светила, которые окажутся на нити (небесный меридиан), кульминируют в данный момент времени: между северным полюсом мира и точкой юга – верхняя кульминация, между северным полюсом мира и точкой севера, а также под ней – нижняя кульминация. Таким образом,

определяя по подвижной карте вид звездного неба в различные моменты суток, можно выяснить условия видимости созвездий.

Ход работы.

1. По картам звёздного атласа определить экваториальные координаты, характеристику и видимую звёздную величину четырех наиболее ярких звёзд созвездия (по указанию преподавателя). Результат занести в таблицу 3.

Таблица 3. Созвездие _____
название

N	Название звезды	Прямое восхождение α	Склонение δ	Видимая зв. величина, m	Характеристика

2. Подсчитать количество звёздных скоплений, двойных и переменных звёзд в созвездии. Результаты записать в таблицу 4. Указать название и видимую звёздную величину наиболее яркой, двойной и переменной звёзд в данном созвездии.

Таблица 4. Сведения о звёздах

Скопление	Двойные звёзды			Переменные звёзды		
	Кол-во	Наиболее яркая		Кол-во	Наиболее яркая	
		Название	Зв. вел.		Название	Название

3. Используя карты звёздного атласа и список наиболее употребляемых названий ярких звёзд (см. Приложение), определить координаты, характеристику и видимую звёздную величину звёзд по указанию преподавателя. Результаты занести в таблицу 5.

Таблица 5. Сведения о звёздах

Собственное имя звезды	Обозначение в созвездии	Экваториальные координаты		Зв. величина m	Характеристика
		α	δ		

4. По картам и спискам наиболее ярких объектов звёздного атласа (см. Приложение) определить названия, принадлежность к созвездиям и основные характеристики небесных объектов, экваториальные координаты которых равны:

- 1) $\alpha = 2^{\text{h}} 15^{\text{m}}, \delta = +57^{\circ}; \alpha = 1^{\text{h}} 35^{\text{m}}, \delta = +16^{\circ};$
- 2) $\alpha = 17^{\text{h}} 50^{\text{m}}, \delta = -57^{\circ}; \alpha = 10^{\text{h}} 20^{\text{m}}, \delta = -16^{\circ};$
- 3) $\alpha = 21^{\text{h}} 30^{\text{m}}, \delta = +48^{\circ}; \alpha = 18^{\text{h}} 20^{\text{m}}, \delta = -16^{\circ};$
- 4) $\alpha = 18^{\text{h}} 50^{\text{m}}, \delta = -6^{\circ}; \alpha = 18^{\text{h}} 00^{\text{m}}, \delta = -23^{\circ};$
- 5) $\alpha = 16^{\text{h}} 40^{\text{m}}, \delta = +37^{\circ}; \alpha = 0^{\text{h}} 40^{\text{m}}, \delta = +41^{\circ};$
- 6) $\alpha = 17^{\text{h}} 35^{\text{m}}, \delta = -32^{\circ}; \alpha = 1^{\text{h}} 30^{\text{m}}, \delta = +30^{\circ};$
- 5) $\alpha = 5^{\text{h}} 25^{\text{m}}, \delta = +36^{\circ}; \alpha = 5^{\text{h}} 30^{\text{m}}, \delta = -5^{\circ};$

Сведения об объектах занесите в таблицу 6.

Таблица 6 Основные сведения

Заданные экваториальные координаты		Название объекта	Название созвездия	Основные характеристики
α	δ			

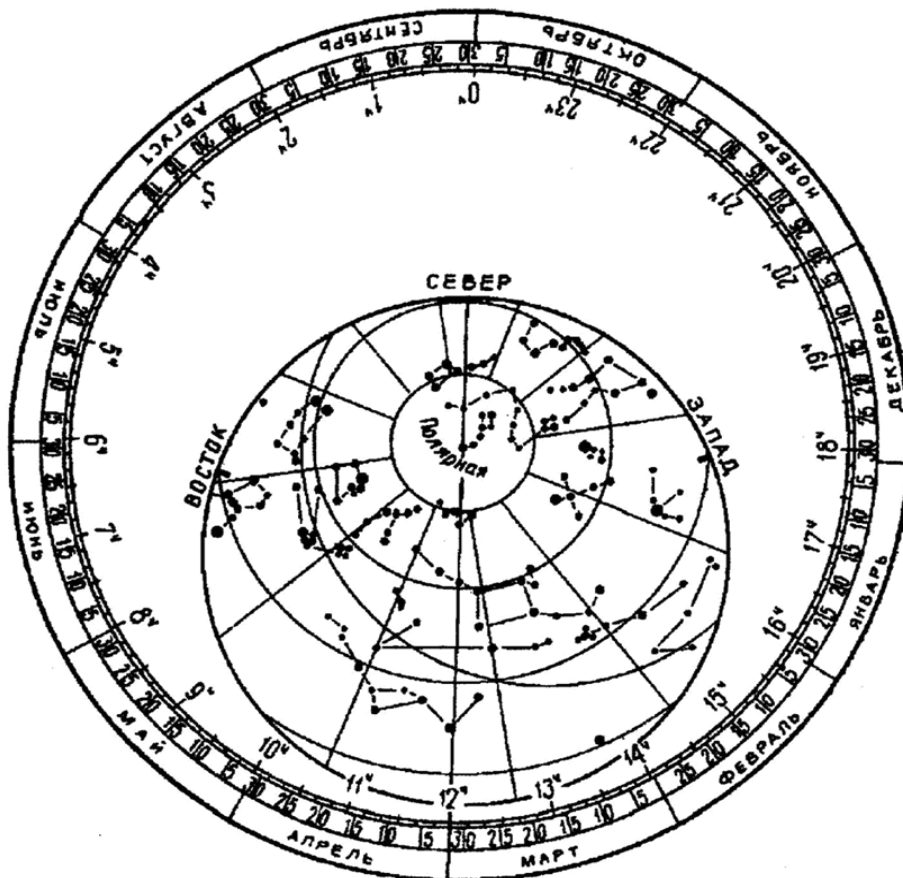


Рис. 4 Подвижная карта звёздного неба

5. По звёздному атласу отождествить на фотографии звёздного неба одно созвездие, а также три наиболее ярких звезды. Сделать описание.

6. Установить подвижную карту звёздного неба на указанный преподавателем день и определить расположение созвездий на небесном своде. Результаты занести в таблицу 7.

Таблица 7. Расположение созвездий.

Дата _____ Момент времени $T =$ _____

Вблизи зенита	На юге	На западе	Заходят	На севере	На востоке	Восходят
---------------	--------	-----------	---------	-----------	------------	----------

7. Установить подвижную карту звёздного неба последовательно на 0^h , 6^h , 12^h , и 18^h определённой даты и указать расположение в эти дни созвездий, предложенные преподавателем. Сформулировать выводы о характере и причине изменения вида звёздного неба в течение суток. Результаты занести в таблицу 8.

Дата _____ Таблица 8.

Созвездия	Расположение созвездий в момент времени			
	$T = 0^h$	$T = 6^h$	$T = 12^h$	$T = 18^h$

8. Определить даты года, в которые в определенное время звезда (по указанию преподавателя) находится в верхней и нижней кульминациях. Результаты задания занести в таблицу 9.

Таблица 9. Основные сведения

Название звезды	Обозначение звезды в созвездии	Момент времени	Дата кульминации	
			верхняя	нижняя

9. В дни весеннего и осеннего равноденствий, летнего и зимнего солнцестояний найти моменты времени восхода, верхней кульминации, захода нижней кульминации звезды (по указанию преподавателя). Результаты занести в таблицу 10.

Таблица 10. Звезда _____ Обозначение в созвездии _____

	Дата	Момент времени			
		Восход	Верхняя кульминация	Заход	Нижняя кульминация
Весеннее равноденствие					
Осеннее равноденствие					
Зимнее солнцестояние					
Летнее солнцестояние					

10. Из анализа результатов выполненных заданий сделать **ВЫВОДЫ**.

Контрольные вопросы.

1. Что называется осью мира?

Как по виду звёздного неба и его вращению установить, что вы прибыли на Северный полюс Земли?

1. Почему на экваторе нельзя увидеть все звёзды небесной сферы за промежуток времени меньше года?

3. Что называется истинным горизонтом?

4. При наблюдении звезды в северном полушарии замечают, что она поднимается все выше и выше. В какую сторону небосвода смотрит наблюдатель?

5. Есть ли разница между северным полюсом мира и точкой севера?

6. Почему Полярную звезду называют путеводной?

РАБОТА 2

ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ЛУНЫ

Цель работы: Изучение топографии Луны и определение размеров лунных объектов.

Пособия: Фотография лунной поверхности, схематические карты видимого обратного полушарий Луны, списки лунных объектов (см. Приложения).

Луна – естественный спутник Земли. Её поверхность покрыта горами, цирками и кратерами, протяженными горными хребтами. Она имеет широкие впадины, изрезана глубокими трещинами. Тёмные пятна на поверхности Луны (низменности) были названы «морями». Большую часть поверхности Луны занимают «материки» - более светлые возвышенности. Видимое с земли полушарие Луны очень хорошо изучено . Обратное полушарие Луны принципиально не отличается от видимого , но на нём меньше «морских» впадин и обнаружены небольшие светлые равнинные участки, названные галассоидами. На лунной поверхности зарегистрировано около 200000 деталей, из которых 4800 занесены в каталоги. Рельеф Луны формировался в сложном процессе эволюции с участием внутренних и внешних сил.

Изучение лунной поверхности осуществляется по фотографиям и картам, составленным на их основе. При этом следует помнить, что фотографии и карты воспроизводят телескопическое изображение Луны, на которых её северный полюс находится внизу.

Определение линейных размеров лунных образований. Пусть d_1 – линейный диаметр Луны, выраженный в километрах; d_2 – угловой диаметр Луны, выраженный в минутах;

D – линейный диаметр фотографического изображения Луны в миллиметрах.

Тогда масштабы фотографического снимка будут:

линейный масштаб:

$$l = \frac{d_1}{D} \quad (1)$$

угловой масштаб:

$$\rho = \frac{d_2}{D} \quad (2)$$

Видимый угловой диаметр Луны изменяется в зависимости от её параллакса, и его значения на каждый день года приводятся в астрономических календарях - ежегодниках. Однако приближённо можно принять $d_2 = 32'$. Зная расстояние до Луны ($r = 380000$ км) и её угловой диаметр, можно вычислить линейный диаметр $d_1 = r \cdot d_2$. Измерив в миллиметрах размер d лунного объекта на фотографии с известными масштабами, получим угловые d_ρ и линейные d_l его размеры:

$$d_\rho = \rho \cdot d \quad (3)$$

$$d_l = l \cdot d \quad (4)$$

По известным масштабам l и ρ фотографии полной Луны можно определять масштабы l_1 и ρ_1 фотографии участка лунной поверхности. Для этого необходимо отождествить одинаковые объекты и измерить в миллиметрах размеры d и d' их изображений на фотографиях.

В масштабах фотографии участка лунной поверхности:

$$d_\rho = \rho_1 \cdot d' \quad (5)$$

$$d_l = l_1 \cdot d \quad (6)$$

С учётом (3) и (4) получим:

$$l_1 = l \cdot \frac{d}{d'} \quad (7)$$

$$\rho_1 = \rho \cdot \frac{d}{d'} \quad (8)$$

Используя полученные масштабы ρ_1 и l_1 , можно определить угловые и линейные размеры лунных объектов с достаточной точностью.

Ход работы.

1. Установить названия лунных объектов, значащихся под номерами, указанными преподавателем.

2. Вычислить угловой и линейный масштабы фотографической карты видимого полушария Луны и определить угловые и линейные размеры моря, протяжённость горного хребта и диаметры двух кратеров (по заданию преподавателя).

3. По фотографии участка лунной поверхности отождествить объекты лунной поверхности, по размерам которых вычислить масштаб данной фотографии.

Отчёт о работе представить по самостоятельно разработанной форме.

Контрольные вопросы.

1. Какие наблюдения Луны доказывают, что там происходит смена дня и ночи?
2. Сколько оборотов вокруг своей оси в течение года делает Луна по отношению к Солнцу?
3. Можно ли, находясь на Луне наблюдать лунные полярные сияния?
4. Почему Луна обращена к Земле одной стороной, но наблюдается в разных фазах?
5. Почему с Земли можно наблюдать больше 50% поверхности Луны?

РАБОТА 3

З В Ё З Д Н Ы Е С И С Т Е М Ы

Цель работы: Ознакомление с некоторыми методами изучения галактик.

Пособия: Фотографические стандарты различных типов галактик, фотографии галактик.

Одной из самых простых и поэтому наиболее употребляемых из существующих в настоящее время классификаций галактик является классификация Хаббла. Галактики в этой классификации подразделяются на неправильные (I), эллиптические (E) и спиральные (S). Каждый класс галактик содержит несколько подклассов или типов. Сопоставляя фотографии изучаемых галактик с фотографиями их характерных представителей, по которым создана классификация, определяют типы данных галактик.

Если известно расстояние D до галактики или модуль расстояния ($m - M$), где m – видимая и M – абсолютная звёздные величины

объекта, то по измеренным угловым размерам p можно вычислить её линейные размеры:

$$l = D \sin(p) \quad (1)$$

Так как видимые размеры галактик очень малы, то, выражая p в минутах дуги и учитывая, что 1 радиан $= 3438'$, получаем:

$$l = D \cdot \frac{p}{3438'} \quad (2)$$

Абсолютная звёздная величина объекта

$$M = m + 5 - 5 \lg D \quad (3)$$

Однако расстояние D , вычисленное по модулю расстояния, будет завышенным, если не учитывать поглощение света в пространстве. Для этого в формуле (3) необходимо учитывать исправленное значение видимой звёздной величины:

$$m' = m - \gamma CE \quad (4)$$

где γ - коэффициент, который для визуальных лучей (при использовании m_v) равен 3.7, а для фотографических лучей (при использовании m_{pg}) равен 4.7.

$$CE = C - C_0 \quad (5)$$

$C = m_{pg} - m_v$ - видимый показатель цвета, а C_0 - истинный показатель цвета, определяемый по спектральному классу объекта (таблица 2 в Приложении).

Тогда,

$$\lg D = 0,2(m' - M) + 1 \quad (6)$$

Расстояние до галактики можно определить по красному смещению линий в её спектре:

$$D = V/H, \quad (7)$$

где $H = 100 \text{ км/с Мпк}$ - постоянная Хаббла; $V = c \cdot \Delta\lambda/\lambda$; $c = 300000 \text{ км/сек}$ - скорость света; $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$; λ' - длина волны смещённых линий; λ - нормальная длина волны тех же линий.

Ход работы.

1. Определить названия созвездий, в которых находятся звёздные системы.

2. Используя масштаб фотографии звёздной системы, указанной преподавателем, определить её угловые размеры.

3. По угловым размерам и модулю расстояния вычислить линейные размеры и расстояние до той же звёздной системы.

4. По классификации Хаббла классифицировать звёздные системы, указанные в таблице 11*.

5. Результаты измерений и вычислений представить в виде таблиц и сделать выводы.

Контрольные вопросы.

1. Закон Хаббла.
2. Что такое красное смещение?
3. Основные характеристики галактик.
4. Что представляет собой наша Галактика?

Таблица 11. Сведения о звёздных системах

	Номер звёздной системы		Экваториальные координаты		Видимая звёздная величина		Спектр	Модуль расст. $m_v - M_{pg}$
	NGC	M	α	δ	m_v	mpg		
1	4486	87	12 ^h 28 ^m ,3	+12 ^o 40'	9 ^m ,2	10 ^m ,7	G5	+33 ^m ,2
2	5055	63	13 ^h 13 ^m ,5	+42 ^o 17'	9 ^m ,5	10 ^m ,5	F8	+30 ^m ,0
3	5005	—	13 ^h 08 ^m ,5	+37 ^o 19'	9 ^m ,8	11 ^m ,3	G0	+32 ^m ,9
4	4826	64	12 ^h 54 ^m ,3	+21 ^o 47'	8 ^m ,0	8 ^m ,9	G7	+26 ^m ,9
5	3031	81	9 ^h 51 ^m ,5	+69 ^o 18'	7 ^m ,9	8 ^m ,9	G3	+28 ^m ,2
6	5194	51	13 ^h 27 ^m ,8	+47 ^o 27'	8 ^m ,1	8 ^m ,9	F8	+28 ^m ,4
7	5236	83	13 ^h 34 ^m ,3	-29 ^o 37'	7 ^m ,6	8 ^m ,0	F0	+28 ^m ,2
8	4565		12 ^h 33 ^m ,9	+26 ^o 16'	10 ^m ,2	10 ^m ,7	G0	+30 ^m ,3

NGC – “Новый общий каталог туманностей и звёздных скоплений”, составленный Дрейером и изданный в 1888 г; M – “Каталог туманностей и звёздных скоплений”, составленный Мессье и изданный в 1771 г.

ЗАДАЧИ ПО ОСНОВАМ АСТРОНОМИИ

Тема 1: Кульминация светил. Вид звездного неба на различных географических параллелях

Задача 1. Определить высоту полюса мира и наклонение небесного экватора к истинному горизонту на земном экваторе, на северном тропике ($\varphi = +23^\circ 27'$), на северном полярном круге ($\varphi = +66^\circ 33'$) и на северном географическом полюсе.

Задача 2. Склонение звезды Мицара (ζ Большой Медведицы) равно $+55^\circ 11'$. На каком зенитном расстоянии и на какой высоте она бывает в верхней кульминации в Пулковке ($\varphi = +59^\circ 46'$) и Душанбе ($\varphi = +38^\circ 33'$)?

Задача 3. На каком наименьшем зенитном расстоянии и наибольшей высоте бывают в Евпатории ($\varphi = +45^\circ 12'$) и Мурманске ($\varphi = +68^\circ 59'$) звезды Алиот (ε Большой Медведицы) и Антарес (а Скорпиона), склонение которых соответственно равно $+56^\circ 14'$ и $-26^\circ 19'$? Указать азимут и часовой угол каждой звезды в эти моменты.

Задача 4. В некотором месте наблюдения звезда со склонением $+32^\circ 19'$ поднимается над точкой юга на высоту в $63^\circ 42'$. Найти зенитное расстояние и высоту этой звезды в том же месте при азимуте, равном 180° .

Задача 5. Решить задачу для той же звезды при условии ее наименьшего зенитного расстояния $63^\circ 42'$ к северу от зенита.

Задача 6. Какое склонение должны иметь звезды, чтобы в верхней кульминации проходить в зените, а в нижней кульминации — в надире, точке севера и точке юга места наблюдения? Чему равна географическая широта этих мест?

Задача 7. Вычислить зенитное расстояние, высоту, азимут и часовой угол в верхней и нижней кульминации звезды β Лебедя (имеющей склонение $+27^\circ 51'$) на земном экваторе, на северном и южном тропике ($\varphi = \pm 23^\circ 27'$), на географической широте ($\varphi = \pm 27^\circ 51'$), на северном и южном полярных кругах ($\varphi = \pm 66^\circ 33'$) и географических полюсах. По найденным значениям высоты в верхней и нижней кульминации построить график ее зависимости от географической широты, проанализировать закономерность изменения высоты и указать, на какой географической широте понятие кульминаций отсутствует.

Задача 8. Чему равна разность зенитных расстояний двух звезд при одноименных кульминациях в одном пункте наблюдения?

Задача 9. Решить предыдущую задачу для звезд γ Андромеды и α Овна, склонение которых равно $+42^{\circ}05'$ и $+23^{\circ}14'$. Указать различие азимутов и часовых углов этих звезд в одноименных кульминациях в Днепропетровске ($\varphi=+48^{\circ}28'$) и в Душанбе ($\varphi=+38^{\circ}33'$).

Задача 10. Найти разность зенитных расстояний звезды при ее разноименных кульминациях в одном пункте наблюдения.

Задача 11. Решить предыдущую задачу для звезд, верхняя кульминация которых в Ярославле ($\varphi = +57^{\circ}38'$) и Ташкенте ($\varphi=+41^{\circ}18'$) происходит над точкой юга.

Задача 12. Вычислить разность наибольшей и наименьшей высоты звезды Альдебарана (α Тельца) в тех местах, где обе ее кульминации бывают к северу от зенита. В пределах каких географических параллелей возможны эти явления? Склонение Альдебарана равно $+16^{\circ}25'$.

Задача 13. Найти разность зенитных расстояний при одноименных кульминациях одной и той же звезды на различных географических параллелях.

Задача 14. Решить предыдущую задачу для звезд Алиота (ϵ Большой Медведицы) и Спики (α Девы) по наблюдениям в Пулкове ($\varphi=+59^{\circ}46'$) и в Ашхабаде ($\varphi= +37^{\circ}45'$). Склонение этих звезд равно соответственно $+56^{\circ}14'$ и $-10^{\circ}54'$.

Задача 15. У звезды α Большой Медведицы, склонение $+62^{\circ}01'$, а у звезды α Южной Рыбы — $29^{\circ}54'$. Чему равны высота полюса мира и наклонение небесного экватора к истинному горизонту на тех географических параллелях, где эти звезды проходят в зените, кульминируют в точке юга и точке севера? Рассмотреть обе кульминации и сделать обобщающий вывод.

Задача 16. В Москве ($\varphi = +55^{\circ}45'$) звезда η Большой Медведицы в нижней кульминации находится на высоте $+15^{\circ}19'$. Круглосуточно ли пребывает она над горизонтом Горького ($\varphi=+56^{\circ}20'$) и Ашхабада ($\varphi=+37^{\circ}45'$)?

Задача 17. Склонение звезды Денеба (α Лебедя) равно $+45^{\circ}06'$. Найти условия ее видимости в Кирове ($\varphi = +58^{\circ}36'$) и Ла-Плате ($\varphi = -34^{\circ}54'$).

Задача 18. Звезды с каким склонением проходят в зените и надире Петрозаводска ($\varphi = +61^\circ 47'$), Тбилиси ($\varphi = +41^\circ 42'$) и Канберры ($\varphi = -35^\circ 20'$) и каковы условия их видимости в этих городах?

Задача 19. На каких географических параллелях звезды Бега (α Лиры) и β Скорпиона становятся незаходящими? Склонение этих звезд соответственно равно $+38^\circ 44'$ и $-19^\circ 40'$.

Задача 20. С каких географических параллелей северного земного полушария становятся видимы звезды Толиман (α Центавра) и Канопус (α Киля), склонение которых соответственно равно $-60^\circ 38'$ и $-52^\circ 40'$? Какие из этих звезд видны на территории СССР в Кушке ($\varphi = +35^\circ 15'$)?

Задача 21. С каких географических параллелей звезды Алголь (β Персея, $\delta = +40^\circ 46'$) и Антарес (α Скорпиона, $\delta = -26^\circ 19'$) становятся невосходящими?

Задача 22. Вычислить пояса географической широты, в которых основные звезды Большой Медведицы и Южного Креста не восходят над горизонтом, полностью восходят и заходят, а также совсем не заходят. Склонение этих звезд Большой Медведицы находится в пределах от $+62^\circ 01'$

Тема 2: Видимое годовое движение Солнца, смена сезонов года и астрономические признаки тепловых поясов

Задача 23. Вычислить наклонение эклиптики и определить экваториальные координаты ее основных точек по измеренным в дни солнцестояний полуденным зенитным расстояниям Солнца $29^\circ 48'$ и $76^\circ 42'$ к югу от зенита.

Задача 24. Около 3 тыс. лет назад в день летнего солнцестояния полуденное зенитное расстояние Солнца в одном из мест земной поверхности было $26^\circ 15'$, а в день зимнего солнцестояния полуденная высота Солнца в том же месте равнялась $+16^\circ 03'$. Вычислить наклонение эклиптики к небесному экватору в ту эпоху.

Задача 25. По результатам предыдущих задач вычислить годичное изменение наклона эклиптики и сделать вывод о причине этого изменения.

Задача 26. Вычислить для дней равноденствий и солнцестояний полуденную и полуночную высоту и зенитное расстояние Солнца в

Петрозаводске ($\varphi = +61^{\circ}47'$), Москве ($\varphi = +55^{\circ}45'$) и Ашхабаде ($\varphi = +37^{\circ}45'$).

Задача 27

По результатам предыдущей задачи обнаружить закономерность в вычисленных величинах и указать, в каких из трех городов бывают вблизи летнего солнцестояния белые, светлые и темные ночи.

Задача 28. Определить отношение количества тепла, получаемого от Солнца в полдень дней равноденствий и солнцестояний городами, указанными в задаче 26. Сравнение провести для каждого города в отдельности (по датам) и по городам в каждую дату.

Задача 29. Найти полуденную и полуночную высоту Солнца в дни равноденствий и солнцестояний на земном экваторе, на тропиках, на полярных кругах и географических полюсах.

Задача 30. Определить отношение количества тепла, получаемого в полдень дней равноденствий и солнцестояний местами земной поверхности, указанными в предыдущей задаче. Сравнение провести для каждого места (в различные даты) и по местностям (в каждую дату).

Задача 31. На каких географических параллелях Солнце не восходит, проходит в зените и не заходит в дни, когда его склонение равно $+21^{\circ}19'$ и $-16^{\circ}43'$?

Задача 32. В какие дни года Солнце проходит в зените и надире экватора, тропиков и земных параллелей с географической широтой $+7^{\circ}48'$ и $-18^{\circ}35'$? (Некоторые даты следует установить по астрономическому календарю-ежегоднику.)

Задача 33. На какой географической широте Солнце кульминирует в день летнего солнцестояния на зенитном расстоянии в $10^{\circ}41'$ к северу от зенита? Чему равна полуденная и полуночная высота Солнца на той же широте в дни равноденствий и солнцестояний?

Задача 34. Решить предыдущую задачу при том же полуденном зенитном расстоянии Солнца, но к югу от зенита.

Задача 35. Найти планетографическую широту* тропиков и полярных кругов на планетах Марсе, Юпитере и Уране, если наклон оси Марса равен $24^{\circ}48'$, оси Юпитера $3^{\circ}07'$, а оси Урана 98° (наклон больший 90° означает обратное вращение планеты).

* Угловое расстояние от экватора планеты, аналогичное географической широте на Земле.

Задача 36. По результатам предыдущей задачи отметить особенности расположения тропиков и полярных кругов в сравнении с земными и определить пределы изменения склонения Солнца в небе этих планет.

Задача 37. Вычислить отношение количества тепла, получаемого от Солнца в полдень дней равноденствий и летнего солнцестояния экватором, северным тропиком и северным полярным кругом Урана и выяснить условия освещения различных зон этой планеты на протяжении периода ее обращения вокруг Солнца, близкого к 84 годам. Наклон оси планеты равен 98° .

Задача 38. При каком склонении Солнца наступают белые ночи в Ленинграде ($\text{ср} = +59^\circ 57'$) и Архангельске ($\varphi = +64^\circ 34'$)? Возможны ли в этих городах полярные дни и полярные ночи?

Задача 39. По результатам предыдущей задачи и астрономическому календарю-ежегоднику определить длительность периода белых ночей в тех же городах.

Задача 40. Воспользовавшись астрономическим календарем-ежегодником, найти длительность периода белых ночей и продолжительность полярного дня и полярной ночи в Мурманске ($\varphi = +68^\circ 59'$) и Хатанге ($\varphi = +71^\circ 58'$) и определить наибольшую полуденную и полуночную высоту Солнца в этих городах.

Задача 41. До каких географических параллелей распространяются границы полярного дня, полярной ночи, белых и темных ночей в дни равноденствий и солнцестояний?

Задача 42. На каких географических параллелях начинаются и оканчиваются периоды белых ночей, полярный день и полярная ночь при склонениях Солнца $\delta = +10^\circ$ и $\delta = +21^\circ$? Примерно в какие дни года это происходит?

Тема 3: Системы счета времени

Задача 43. Определить звездное время в моменты верхней и нижней кульминации звезды Фомальгаута (α Южной Рыбы), прямое восхождение которой $22^{\text{ч}}54^{\text{м}}53^{\text{с}}$.

Задача 44. Найти звездное время в моменты, в которые часовой угол звезды Ригеля (β Ориона) соответственно равен — $3^{\text{ч}}17^{\text{м}}43^{\text{с}}$ и $1^{\text{ч}}42^{\text{м}}29^{\text{с}}$. Прямое восхождение этой звезды $5^{\text{ч}}12^{\text{м}}08^{\text{с}}$

Задача 45. Определить звездное время в пунктах с географической долготой $2^{\text{ч}}13^{\text{м}}23^{\text{с}}$ и $84^{\circ}58'$ в момент, когда в пункте с долготой $4^{\text{ч}}37^{\text{м}}11^{\text{с}}$ звезда Кастор (α Близнецов) находится в верхней кульминации. Прямое восхождение Кастора $7^{\text{ч}}31^{\text{м}}25^{\text{с}}$.

Задача 46. Решить предыдущую задачу для тех же пунктов, но для момента времени, в который звезда Капелла (α Возничего) находится в нижней кульминации в Иркутске ($\lambda=6^{\text{ч}}57^{\text{м}}05^{\text{с}}$). Прямое восхождение Капеллы $5^{\text{ч}}13^{\text{м}}00^{\text{с}}$.

Задача 47. Вычислить часовые углы звезд Алголя (β Персея) и Альтаира (α Орла) в $8^{\text{ч}}20^{\text{м}}30^{\text{с}}$ по звездному времени. Прямое восхождение этих звезд соответственно равно $3^{\text{ч}}04^{\text{м}}54^{\text{с}}$ и $19^{\text{ч}}48^{\text{м}}21^{\text{с}}$. Часовые углы выразить в градусных единицах.

Задача 48. Прямое восхождение звезды Миры (α Кита) $2^{\text{ч}}16^{\text{м}}49^{\text{с}}$, Сириуса (α Большого Пса) $6^{\text{ч}}42^{\text{м}}57^{\text{с}}$ и Проциона (α Малого Пса) $7^{\text{ч}}36^{\text{м}}41^{\text{с}}$. Чему равны часовые углы этих звезд в моменты верхней и нижней кульминации Сириуса?

Задача 49. Найти часовые углы звезд Кастора (α Близнецов) и Шеата (β Пегаса) в момент, когда часовой угол звезды Беги (α Лиры) равен $4^{\text{ч}}15^{\text{м}}10^{\text{с}}$. Прямое восхождение Кастора $7^{\text{ч}}31^{\text{м}}25^{\text{с}}$, Беги $18^{\text{ч}}35^{\text{м}}15^{\text{с}}$ и Шеата $23^{\text{ч}}01^{\text{м}}21^{\text{с}}$.

Задача 50. Часовой угол звезды Миры (α Кита) в Гринвиче равен $2^{\text{ч}}16^{\text{м}}47^{\text{с}}$. Определить в этот момент звездное время в пунктах с географической долготой $2^{\text{ч}}03^{\text{м}}02^{\text{с}}$ и $54^{\circ}44',5$. Прямое восхождение Миры $2^{\text{ч}}16^{\text{м}}49^{\text{с}}$.

Задача 51. Найти звездное время и часовой угол звезды Мицара (ζ Большой Медведицы) в Гринвиче и в пункте с географической долготой $6^{\text{ч}}34^{\text{м}}09^{\text{с}}$ в тот момент, когда в Якутске ($\lambda=8^{\text{ч}}38^{\text{м}}58^{\text{с}}$) часовой угол звезды Альдебарана (α Тельца) $329^{\circ}44'$. Прямое восхождение Мицара $13^{\text{ч}}21^{\text{м}}55^{\text{с}}$, а Альдебарана $4^{\text{ч}}33^{\text{м}}03^{\text{с}}$.

Задача 52. Какое прямое восхождение у звезд, находящихся в верхней и нижней кульминации в двух различных пунктах наблюдения, если в одном из них, расположенном восточнее другого на $36^{\circ}42'$, часовой угол звезды Проциона (α Малого Пса) равен — $2^{\text{ч}}16^{\text{м}}41^{\text{с}}$? Прямое восхождение Проциона $7^{\text{ч}}36^{\text{м}}41^{\text{с}}$.

Задача 53. На каких географических меридианах звездное время соответственно равно $22\text{ч}48\text{м}30\text{с}$ и $7\text{ч}36\text{м}34\text{с}$, если в местности с географической долготой $5\text{ч}31\text{м}40\text{с}$ звезда Капелла (α Возничего) имеет часовой угол — $2\text{ч}39\text{м}08\text{с}$? Прямое восхождение Капеллы $5\text{ч}13\text{м}0\text{с}$.

Задача 54. Через какие интервалы звездного времени после верхней кульминации звезды β Льва с прямым восхождением $11\text{ч}46\text{м}31\text{с}$ звезда α Гидры будет находиться в верхней кульминации, в нижней кульминации и занимать положение при часовом угле $4\text{ч}25\text{м}16\text{с}$? Прямое восхождение α Гидры $9\text{ч}25\text{м}08\text{с}$.

Задача 55. В момент верхней кульминации звезды Геммы (а Северной Короны), прямое восхождение которой $15\text{ч}32\text{м}34\text{с}$, часы, идущие по звездному времени (звездные часы), показывали $15\text{ч}29\text{м}42\text{с}$. Найти поправку часов и их показание при часовом угле той же звезды, равном $1\text{ч}20\text{м}50\text{с}$.

Задача 56. В момент верхней кульминации звезды Альдебарана (а Тельца) с прямым восхождением $4\text{ч}33\text{м}03\text{с}$ звездные часы показывали $4\text{ч}52\text{м}16\text{с}$, а в такой же момент следующей ночи их показание было $4\text{ч}51\text{м}04\text{с}$. Вычислить поправки звездных часов в моменты наблюдений, а также их суточный и часовой ход (т. е. изменение поправки за сутки и за один час).

Задача 57. В момент верхней кульминации звезды ε Большой Медведицы с прямым восхождением $12\text{ч}51\text{м}50\text{с}$ звездные часы показывай $12\text{ч}41\text{м}28\text{с}$, а в момент последующей нижней кульминации той же звезды их показание было $0\text{ч}41\text{м}04\text{с}$. При каких показаниях тех же часов звезда β Малой Медведицы проходила обе кульминации, если, ее прямое восхождение равно $14\text{ч}50\text{м}50\text{с}$?

Задача 58. Найти среднее, поясное и декретное время в пунктах с географической долготой $4\text{ч}43\text{м}28\text{с}$ и $9\text{ч}18\text{м}37\text{с}$ в момент $6\text{ч}52\text{м}06\text{с}$ по среднему гринвичскому времени. Первый пункт находится в пятом, а второй — в десятом часовом поясе.

Задача 59. Определить среднее, поясное и декретное время в пунктах с географической долготой $5\text{ч}12\text{м}56\text{с}$ и $7\text{ч}51\text{м}22\text{с}$ если в этот момент в третьем пункте часы показывали $17\text{ч}31\text{м}44\text{с}$ по среднему времени, а географическая долгота третьего пункта равна $6\text{ч}27\text{м}36\text{с}$. Первый пункт находится в пятом, а второй — в восьмом часовом поясе.

Задача 60. Найти разность между поясным и средним, а также между декретным и средним временем в пункте с географической долготой $7^{\text{ч}}18^{\text{м}}58^{\text{с}}$, расположенном в седьмом часовом поясе.

Задача 61. Определить последовательность наступления одноименных моментов по среднему, поясному и декретному времени в Баку ($\lambda=3^{\text{ч}}19^{\text{м}}$, $n=3$) и Новосибирске ($\lambda=5^{\text{ч}}32^{\text{м}}$, $n=6$).

Задача 62. В какие моменты времени по различным системам счета наступают истинный полдень и истинная полночь в Ростове-на-Дону ($\lambda=2^{\text{ч}}39^{\text{м}}$, $n=3$) и Оренбурге ($\lambda=3^{\text{ч}}41^{\text{м}}$, $n=4$) в дни, когда уравнение времени соответственно равно $+12^{\text{м}}$ и $-15^{\text{м}}$?

Задача 63. Точные городские часы Красноярска ($n = 6$) показывают $7^{\text{ч}}32^{\text{м}}$ вечера. Какое в этот момент среднее, поясное и декретное время в Киеве ($\lambda=2^{\text{ч}}02^{\text{м}}$, $n=2$) и Хабаровске ($\lambda=9^{\text{ч}}00^{\text{м}}$, $n=9$)?

Задача 64. После месячного полета на научной космической станции «Салют-4» космонавты и 9 февраля 1975 г. в $14^{\text{ч}}03^{\text{м}}$ по московскому времени приземлились северо-восточнее Целинограда. Сколько времени было в этот момент в Целинограде ($n = 5$) и Казани ($n=3$)? Москва находится во втором часовом поясе.

Задача 65. Лунное затмение 18 ноября 1975 г. началось в $20^{\text{ч}}38^{\text{м}},5$ и окончилось 19 ноября 1975 г. в $0^{\text{ч}}08^{\text{м}},2$ по всемирному времени. В какие даты и моменты времени оно началось и окончилось в Краснодаре ($n=3$), Ташкенте ($n = 5$) и Иркутске ($n = 7$)?

Задача 66. В 1974 г. летнее солнцестояние наступило 21 июня в $18^{\text{ч}}38^{\text{м}}$ по всемирному времени. Когда оно наступило по времени городов, указанных в предыдущей задаче?

Задача 67. В момент передачи из Москвы ($n = 2$) 12-часового радиосигнала точного времени часы в одном из учреждений Томска ($\lambda=5^{\text{ч}}40^{\text{м}}$, $n = 6$) показывали $16^{\text{ч}}12^{\text{м}}$. Вычислить поправку этих часов к местному среднему и принятому времени Томска и Красноводска ($\lambda=3^{\text{ч}}32^{\text{м}}$, $n=4$) и найти показания тех же часов в $19^{\text{ч}}0^{\text{м}}$ по времени каждого города.

Задача 68. Самолет вылетел из Свердловска ($n = 4$) в $11^{\text{ч}}20^{\text{м}}$ и прибыл без опоздания в Иркутск ($n = 7$) в $17^{\text{ч}}45^{\text{м}}$. Сколько времени летел самолет и какие моменты вылета и прибытия указаны в расписании Аэрофлота?

Задача 69. Телеграмма отправлена из Нерчинска ($n = 8$) в $7^{\text{ч}}40^{\text{м}}$ вечера по городским часам и доставлена адресату в Смоленске ($n=2$) в

тот же день в 16ч20м по времени этого города. Сколько времени шла телеграмма и какие моменты времени отправки и доставки отмечены на ней?

Тема 4: Практическое определение географических и небесных экваториальных координат

Задача 70. В местности с географической широтой $\varphi = +49^{\circ}34'$ звезда α Гидры проходит верхнюю кульминацию на высоте $+32^{\circ}00'$ над точкой юга, а звезда β малой медведицы — к северу от зенита на расстоянии в $24^{\circ}48'$. Чему равно склонение этих звезд?

Задача 71. Какое склонение имеют звезды, которые в верхней кульминации в Канберре ($\varphi = -35^{\circ}20'$) находятся на зенитном расстоянии $63^{\circ}39'$ к северу от зенита и на высоте $+58^{\circ}42'$ над точкой юга?

Задача 72. В Душанбе звезда Капелла (α Возничего) проходит верхнюю кульминацию на высоте $+82^{\circ}35'$ при азимуте 180° , а звезда Альдебаран (α Тельца), склонение которой $+16^{\circ}25'$, — на зенитном расстоянии $22^{\circ}08'$ к югу от зенита. Чему равно склонение Капеллы?

Задача 73. Вычислить склонение звезд δ Большой медведицы и Фомальгаута (α Южной Рыбы), если разность зенитных расстояний этих звезд и Альтаира (α Орла) в верхней кульминации в Ташкенте ($\varphi = +41^{\circ}18'$) составляет соответственно $-48^{\circ}35'$ и $+38^{\circ}38'$. Альтаир кульминирует в Ташкенте на высоте $+57^{\circ}26'$ над точкой юга.

Задача 74. Какое склонение у звезд, кульминирующих на горизонте и в зените Тбилиси, географическая широта которого $+41^{\circ}42'$? Рефракцию в горизонте принять $35'$.

Задача 77. Найти прямое восхождение звезд, в моменты верхней кульминации которых звездные часы показывали 18ч25м32с и 19ч50м40с, если при их показании 19ч20м16с звезда Альтаир (α Орла) с прямым восхождением 19ч48м21с пересекла небесный меридиан к югу от зенита.

Задача 76. В момент верхней кульминации Солнца его прямое восхождение было 23ч48м09с, а звездные часы показывали 23ч50м01с. За 46м48с до этого небесный меридиан пересекла звезда β Пегаса, а при показаниях тех же часов 0ч07м40с наступила верхняя кульминация звезды α Андромеды. Какое прямое восхождение у этих двух звезд?

Задача 77. 27 октября 1975 г. в Одессе Марс прокульминировал через 15м50с по звездным часам после звезды Бетельгейзе (α Ориона) на высоте, превышающей высоту этой звезды в кульминации на $16^{\circ}33'$, Прямое восхождение Бетельгейзе 5ч52м28с и склонение $+7^{\circ}24'$. Какие экваториальные координаты были у Марса и вблизи какой точки эклиптики он находился?

Задача 78. 24 августа 1975 г. в Москве ($\varphi = +55^{\circ}45'$), когда звездные часы показывали 1ч52м22с, Юпитер пересек небесный меридиан на зенитном расстоянии $47^{\circ}38'$. В 2ч23м31с по тем же часам прокульминировала звезда α Овна, прямое восхождение которой 2ч04м21с. Чему были равны экваториальные координаты Юпитера?

Задача 79. В пункте с географической широтой $+50^{\circ}32'$ полуденная высота Солнца 1 мая и 11 августа равнялась $+54^{\circ}38'$, а 21 ноября и 21 января $+19^{\circ}29'$. Определить экваториальные координаты Солнца в эти дни.

Задача 80. В истинный полдень 4 июня 1975 г. Солнце прошло в Одессе ($\varphi = +46^{\circ}29'$) на высоте $+65^{\circ}54'$, а за 13м44с до этого звезда Альдебаран (α Тельца) пересекла небесный меридиан на зенитном расстоянии, превышающем полуденное зенитное расстояние Солнца на $5^{\circ}58'$. Определить экваториальные координаты Солнца и звезды.

Задача 81. 28 октября 1975 г. в 13ч06м41с по декретному времени в пункте с $\lambda = 4ч37м11с$ ($n=5$) и $\varphi = +41^{\circ}18'$ зенитное расстояние Солнца было $54^{\circ}18'$. За 45м45с (по звездному времени) до этого в верхней кульминации находилась звезда Спика (α Девы), а через 51м39с после нее — звезда Арктур (α Волопаса) на высоте $+68^{\circ}01'$ ю. Определить экваториальные координаты Солнца и Арктура. Уравнение времени в этот день было — 16м08с.

Задача 82. Найти географическую широту местности, в которой звезды β Персея ($\delta = +40^{\circ}46'$) и ϵ Большой Медведицы ($\delta = +56^{\circ}14'$) в моменты верхней кульминации находятся на одинаковом зенитном расстоянии, но первая — к югу, а вторая — к северу от зенита.

Задача 83. В моменты верхней кульминации звезда α Гончих Псов со склонением $+38^{\circ}35'$ проходит в зените, звезда β Ориона — на $46^{\circ}50'$ южнее, а звезда α Персея — на $11^{\circ}06'$ севернее. На какой географической параллели проведены измерения и чему равно склонение указанных звезд?

Задача 84. В момент верхней кульминации Солнца средний хронометр показал 10ч28м30с, а при его показании 14ч48м52с был принят из Гринвича 12-часовой радиосигнал точного времени. Найти географическую долготу места наблюдения, если уравнение времени в этот день было +6м08с.

Задача 85. В момент верхней кульминации звезды ι Геркулеса на зенитном расстоянии в $2^\circ 14'$ к северу от зенита звездное гринвичское время было 23ч02м39с. Экваториальные координаты ι Геркулеса $\alpha = 17^{\text{ч}} 38^{\text{м}} 03^{\text{с}}$ и $\delta = +46^\circ 02'$, Определить географические координаты места наблюдения.

Задача 86. В момент показания звездного хронометра 18ч07м27с экспедиция приняла радиосигнал точного времени, переданный из Гринвича в 18ч0м0с по звездному гринвичскому времени. В момент верхней кульминации звезды γ Кассиопеи на зенитном расстоянии в $9^\circ 08'$ к югу от зенита показание того же хронометра было 19ч17м02с. Экваториальные координаты γ Кассиопеи $\alpha = 0^{\text{ч}} 53^{\text{м}} 40^{\text{с}}$ и $\delta = +60^\circ 27'$. Найти географические координаты экспедиции.

Задача 87. В истинный полдень показание среднего хронометра экспедиции было 11ч41м37с, а в момент приема 12-часового радиосигнала точного времени из Москвы тот же хронометр показал 19ч14м36с. Измеренное зенитное расстояние звезды α Лебедя ($\delta = +45^\circ 06'$) в верхней кульминации оказалось равным $3^\circ 26'$ к северу от зенита. Определить географические координаты экспедиции, если в день проведения наблюдений уравнение времени равнялось —5м 17с.

Задача 88. В истинный полдень штурман океанского лайнера измерил высоту Солнца, оказавшуюся равной $+75^\circ 41'$ при азимуте 0° . В этот момент средний хронометр с поправкой — 16м,2 показывал 14ч12м,9 гринвичского времени. Склонение Солнца, указанное в морском астрономическом ежегоднике, было $+23^\circ 19'$, а уравнение времени +2м55с. Какие географические координаты имел лайнер, где и в какие примерно дни года он в это время находился?

Тема 5 Преобразование небесных координат и систем счета времени. Восход и заход светил

Задача 89. Через сколько времени после верхней кульминации Денеба наступит верхняя кульминация звезды γ Ориона, а затем — снова верхняя кульминация Денеба? Прямое восхождение Денеба

20ч39м44с, а γ Ориона 5ч22м27с. Искомые интервалы выразить в системах звездного и среднего времени.

Задача 90. В 14ч15м10с по среднему времени звезда Сириус (α Большого Пса) с прямым восхождением 6ч42м57с находилась в нижней кульминации. В какие ближайшие моменты времени после этого звезда Гемма (α Северной Короны) будет находиться в верхней кульминации и когда ее часовой угол будет равен 3ч16м0с? Прямое восхождение Геммы 15ч32м34с.

Задача 91. В 4ч25м0с часовой угол звезды с прямым восхождением 2ч12м30с был равен $-34^\circ 26',0$. Найти прямое восхождение звезд, которые в 21ч50м0с будут находиться в верхней кульминации и в нижней кульминации, а также тех звезд, часовые углы которых станут равными — 1ч13м20с и 5ч42м50с.

Задача 92. Чему равно приближенное значение звездного времени в среднюю, поясную и декретную полночь Ижевска ($\lambda = 3ч33м$, $n = 3$) 8 февраля и 1 сентября?

Задача 93. Примерно в какие дни года звезды Сириус ($\alpha = 6ч43м$) и Антарес ($\alpha = 16ч26м$) находятся в верхней и нижней кульминации в среднюю полночь?

Задача 94. Определить звездное время в Гринвиче в 7ч28м16с 9 января ($s_0 = 7ч11м39с$)* и в 20ч53м47с 25 июля ($s_0 = 20ч08м20с$).

* Здесь и далее в скобках после дат указано звездное время в среднюю гринвичскую полночь.

Задача 95. Найти звездное время в средний, поясной и декретный полдень, а также в среднюю, поясную и декретную полночь в Москве ($\lambda = 2ч30м17с$, $n=2$) 15 января ($s_0=7ч35м18с$)*.

* Здесь и далее в скобках после дат указано звездное время в среднюю гринвичскую полночь.

Задача 96. Решить предыдущую задачу для Красноярска ($\lambda = 6ч11м26с$, $n = 6$) и Охотска ($\lambda = 9ч33м10с$, $n=10$) в день 8 августа ($s_0=21ч03м32с$).

Задача 97. Вычислить часовые углы звезды Денеба (α Лебедя) ($\alpha = 20ч39м44с$) в Гринвиче в 19ч42м10с 16 июня ($S_0=17ч34м34с$) и 16 декабря ($S_0=5ч36м04с$).

Задача 98. Вычислить часовые углы звезд α Андромеды ($\alpha = 0ч05м48с$) и β Льва ($\alpha = 11ч46м31с$) в 20ч32м50с 3 августа

($s_0=20\text{ч}43\text{М}40\text{с}$) и 5 декабря ($s_0=4\text{ч}52\text{М}42\text{с}$) во Владивостоке ($\lambda=8\text{ч}47\text{М}31\text{с}$, $n=9$).

Задача 99. Найти часовые углы звезд Бетельгейзе ($\alpha = 5\text{ч}52\text{М}28\text{с}$) и Спика ($\alpha = 13\text{ч}22\text{М}33\text{с}$) в $1\text{ч}52\text{М}36\text{с}$ 25 июня ($s_0=18\text{ч}06\text{М}07\text{с}$) и 7 ноября ($s_0=2\text{ч}58\text{М}22\text{с}$) в Ташкенте ($\lambda=4\text{ч}37\text{М}11\text{с}$, $n=5$).

Задача 100. В какие моменты времени в Гринвиче находятся в верхней кульминации звезда Поллукс ($\alpha = 7\text{ч}42\text{М}16\text{с}$), а в нижней кульминации звезда Арктур ($\alpha = 14\text{ч}13\text{М}23\text{с}$) 10 февраля ($s_0=9\text{ч}17\text{М}48\text{с}$) и 9 мая ($s_0=15\text{ч}04\text{М}45\text{с}$)?

Задача 101. Найти моменты верхней и нижней кульминации 22 марта ($s_0 = 11\text{ч}55\text{М}31\text{с}$) и 22 июня ($s_0 = 17\text{ч}58\text{М}14\text{с}$) звезд Капеллы ($\alpha = 5\text{ч}13\text{М}00\text{с}$) и Беги ($\alpha = 18\text{ч}35\text{М}15\text{с}$) на географическом меридиане $\lambda = 3\text{ч}10\text{М}0\text{с}$ ($n = 3$). Моменты указать по звездному, среднему, поясному и декретному времени.

Задача 102. В какие моменты времени 5 февраля ($s_0 = 8\text{ч}58\text{М}06\text{с}$) и 15 августа ($s_0 = 21\text{ч}31\text{М}08\text{с}$) часовые углы звезд Сириуса ($\alpha = 6\text{ч}42\text{М}57\text{с}$) и Альтаира ($\alpha = 19\text{ч}48\text{М}21\text{с}$) в Самарканде ($\lambda = 4\text{ч}27\text{М}53\text{с}$, $n = 4$) равны $3\text{ч}28\text{М}47\text{с}$?

Задача 103. В какие моменты времени 10 декабря ($s_0 = 5\text{ч}12\text{М}24\text{с}$) часовые углы звезд Альдебарана ($\alpha = 4\text{ч}33\text{М}03\text{с}$) и β Лебеда ($\alpha = 19\text{ч}28\text{М}42\text{с}$) в Тбилиси ($\lambda = 2\text{ч}59\text{М}11\text{с}$, $n = 3$) и в Охотске ($\lambda = 9\text{ч}33\text{М}10\text{с}$, $n=10$) соответственно равны $+67^\circ48'$ и $-24^\circ32'$?

Задача 104. На каких географических меридианах звезды α Близнецов и γ Большой Медведицы находятся в верхней кульминации 20 сентября ($s_0=23\text{ч}53\text{М}04\text{с}$) в $8\text{ч}40\text{М}26\text{с}$ по времени Иркутска ($n=7$)? Прямое восхождение этих звезд соответственно равно $7\text{ч}31\text{М}25\text{с}$ и $11\text{ч}51\text{М}13\text{с}$.

Задача 105. Определить горизонтальные координаты звезд ϵ Большой Медведицы ($\alpha = 12\text{ч}51\text{М}50\text{с}$, $\delta = +56^\circ14'$) и Антареса ($\alpha = 16\text{ч}26\text{М}20\text{с}$, $\delta = -26^\circ19'$) в $14\text{ч}10\text{М}0\text{с}$ по звездному времени в Евпатории ($\varphi = +45^\circ12'$).

Задача 106. Чему равны горизонтальные координаты звезд Геммы ($\alpha = 15\text{ч}32\text{М}34\text{с}$, $\delta = +26^\circ53'$) и Спика ($\alpha = 13\text{ч}22\text{М}33\text{с}$, $\delta = -10^\circ54'$) 15 апреля ($s_0 = 13\text{ч}30\text{М}08\text{с}$) и 20 августа ($s_0 = 21\text{ч}50\text{М}50\text{с}$) в $21\text{ч}30\text{М}$ по декретному времени в пункте с географическими координатами $\lambda = 6\text{ч}50\text{М}0\text{с}$ ($n = 7$) и $\varphi = +71^\circ58'$?

Задача 107. В какие точки неба, определяемые горизонтальными координатами, необходимо направить телескоп, установленный в пункте с географическими координатами $\lambda = 2\text{ч}59\text{м},2$ ($n = 3$) и $\varphi = +41^\circ 42'$, чтобы 4 мая 1975 г. ($s_0 = 14\text{ч}45\text{м}02\text{с}$) в 22ч40м по поясному времени увидеть

Уран ($\alpha = 13\text{ч}52\text{м},1$, $\delta = -10^\circ 55'$) и Нептун ($\alpha = 16\text{ч}39\text{м},3$, $\delta = -20\text{с}32'$)?

Задача 108. В какие моменты времени восходит, кульминирует и заходит и сколько времени находится над горизонтом точка летнего солнцестояния 22 марта ($s_0 = 11\text{ч}55\text{м}31\text{с}$) и 22 июня ($s_0 = 17\text{ч}58\text{м}14\text{с}$) на центральном меридиане второго часового пояса в местах с географической широтой $\varphi = +37^\circ 45'$ и $\varphi = +68^\circ 20'$? Моменты выразить по звездному и декретному времени.

Задача 109. Вычислить азимуты и моменты восхода, верхней кульминации, захода и нижней кульминации звезд Кастора ($\alpha = 7\text{ч}31\text{м}25\text{с}$, $\delta = +32^\circ 00'$) и Антареса ($\alpha = 16\text{ч}26\text{м}20\text{с}$, $\delta = -26^\circ 19'$) 15 апреля ($s_0 = 13\text{ч}30\text{м}08\text{с}$) и 15 октября ($s_0 = 1\text{ч}31\text{м}37\text{с}$) в местах земной поверхности с географическими координатами $\lambda = 3\text{ч}53\text{м}33\text{с}$ ($n = 4$), $\varphi = +37^\circ 45'$ и $\lambda = 2\text{ч}12\text{м}15\text{с}$ ($n = 2$), $\varphi = +68^\circ 59'$.

Задача 110. Вычислить азимуты и моменты восхода, верхней кульминации и захода Солнца, его полуденную и полуночную высоту, а также продолжительность дня в даты весеннего равноденствия и обоих солнцестояний в пунктах с географическими координатами $\lambda = 2\text{ч}36\text{м},3$ ($n=2$), $\varphi = +59^\circ 57'$, и $\lambda = 5\text{ч}53\text{м},9$ ($n = 6$), $\varphi = +69^\circ 18'$. В последовательные даты уравнение времени соответственно равно $+7\text{м}23\text{с}$, $+1\text{м}35\text{с}$ и $-2\text{м}08\text{с}$.

Задача 111. В какие моменты времени 30 июля ($s_0 = 20\text{ч}28\text{м}03\text{с}$) в пункте с $\lambda = 2\text{ч}58\text{м}0\text{с}$ ($n=3$) и $\varphi = +40^\circ 14'$ нижеперечисленные звезды имеют горизонтальные координаты A и z :

Задача 112. В пункте с географическими координатами $\lambda = 4\text{ч}37\text{м}11\text{с}$ ($n = 5$) и $\varphi = +41^\circ 18'$ 5 августа 1975 г. ($s_0 = 20\text{ч}51\text{м}42\text{с}$) были измерены горизонтальные координаты двух звезд: в 21ч10м у первой звезды $A = -8^\circ 33'$ и $z = 49^\circ 51'$, а в 22ч50м у второй звезды $A = 46^\circ 07'$ и $z = 38^\circ 24'$. Вычислить экваториальные координаты этих звезд.

Тема 6: Эмпирические законы Кеплера и конфигурации планет

Задача 113. Вычислить перигельное и афелийное расстояния планет Сатурна и Нептуна, если их средние расстояния от Солнца равны 9,54 а. е. и 30,07 а. е., а эксцентриситеты орбит — 0,054 и 0,008.

Задача 114. Какая из двух планет — Нептун ($a = 30,07$ а. е., $e = 0,008$) или Плутон ($a = 39,52$ а. е., $e = 0,253$) — подходит ближе к Солнцу? В скобках даны большая полуось и эксцентриситет орбиты планеты.

Задача 115. Найти значения истинной аномалии планеты, при которых ее радиус-вектор равен среднему гелиоцентрическому расстоянию.

Задача 116. Найти эксцентриситет орбиты и перигельное расстояние планеты Марса и астероида Адониса, если у Марса большая полуось орбиты равна 1,52 а. е. и наибольшее расстояние от Солнца 1,66 а. е., а у Адониса соответственно 1,97 а. е. и 3,50 а. е. Указать, какая из этих двух планет подходит ближе к Солнцу.

Задача 117. На каком среднем и наибольшем гелиоцентрическом расстоянии движутся малые планеты Икар и Симеиза, если у Икара перигельное расстояние и эксцентриситет орбиты равны 0,187 а. е. и 0,827, а у Симеизы — 3,219 а. е. и 0,181? У какой из этих планет радиус-вектор изменяется в больших пределах, абсолютно и относительно?

Задача 118. Вычислить периоды обращения вокруг Солнца планеты Венеры и астероида Европы, у которых средние гелиоцентрические расстояния соответственно равны 0,723 а. е. и 3,10 а. е.

Задача 119. Определить периоды обращения вокруг Солнца малой планеты Аполлона и кометы Икейи, если обе они проходят вблизи Солнца почти на одинаковых расстояниях, равных у Аполлона 0,645 а. е., а у кометы 0,633 а. е., но их орбиты имеют эксцентриситеты 0,566 и 0,9933 соответственно.

Задача 120. Первый спутник планеты Юпитера — Ио обращается вокруг нее за 42ч28м на среднем расстоянии в 421 800 км. С какими периодами обращаются вокруг Юпитера его спутники Европа и Ганимед, большие полуоси орбит которых равны 671,1 тыс. км и 1070 тыс. км?

Задача 121. Найти средние расстояния от Сатурна его спутников Мимаса и Реи, обращающихся вокруг планеты с периодами в 22ч37м и 4д,518. Самый крупный спутник планеты — Титан, обращается за 15д,945 по орбите с большой полуосью в 1221 тыс. км

Задача 122. Видимое с Земли суточное смещение Солнца по эклиптике в начале января достигает наибольшего значения 61', а в начале июля — наименьшего значения 57'. Вычислить эксцентриситет земной орбиты и указать, какие ее точки Земля проходит в эти дни.

Задача 123. Астероид Фортуна сближается с Землей до расстояния в 1,056 а. е., а астероид Офелия — до 1,716 а. е. Их средние гелиоцентрические расстояния соответственно равны 2,442 а. е. и 3,129 а. е. Найти эксцентриситеты орбит этих астероидов, их перигельное и афелийное расстояния. Орбиту Земли считать окружностью, а наклонениями орбит астероидов ($1^{\circ},5$ и $2^{\circ},5$) пренебречь.

Задача 124. На каких предельных расстояниях от Земли могут находиться планеты Меркурий ($a = 0,387$ а. е., $e = 0,206$) и Марс ($a = 1,524$ а. е., $e = 0,093$)? В скобках даны большая полуось и эксцентриситет орбиты планеты. Эксцентриситетом земной орбиты пренебречь.

Задача 125. Найти пределы изменения диаметра солнечного диска с планеты Марс, если при среднем гелиоцентрическом расстоянии планеты он равен $21'03''$. Эксцентриситет орбиты планеты равен 0,093.

Задача 126. Видимый с Земли диаметр солнечного диска в начале января равен $32'35''$, а в начале июля — $31'31''$. Вычислить эксцентриситет земной орбиты, перигельное и афелийное расстояния Земли и сравнить влияние эксцентриситета на смену сезонов года с воздействием наклона земной оси, равного $23^{\circ}27'$ (расчеты провести для географической широты 0° , 30° и 60°).

Задача 127. Чему равна круговая скорость планет Урана и Плутона, среднее расстояние которых от Солнца составляет соответственно 19,19 а. е. и 39,52 а. е.?

Задача 128. Найти среднюю орбитальную скорость астероидов Икара (1,078 а. е.), Крымей (2,774 а. е.) и Нестора (5,237 а. е.). В скобках указано среднее гелиоцентрическое расстояние астероида.

Задача 129. При каких значениях истинной аномалии скорость небесного тела, обращающегося по эллиптической орбите, равна его круговой скорости?

Задача 130. Астероид Лидия обычно бывает в противостоянии через каждые 469 сут, а астероид Инна — через 447 сут. Во сколько раз эти астероиды в среднем дальше от Солнца, чем Земля?

Задача 131. Средний синодический период обращения Меркурия составляет 116 сут и перигельное расстояние 0,307 а. е., Сатурна — 378 сут и 9,024 а. е. Вычислить для этих планет сидерический период обращения, большую полуось и эксцентриситет орбиты, афелийное расстояние, наибольшее и наименьшее геоцентрическое расстояние, круговую скорость, а также предельное изменение количества тепла, получаемого ими от Солнца, вследствие эллиптичности орбиты. Земную орбиту принять круговой.

Задача 132. Найти примерные даты предыдущей и очередной наибольшей западной элонгации Венеры, если такая же ее конфигурация была 7 ноября 1975 г. Большая полуось орбиты Венеры равна 0,723 а. е.

Задача 133. Вычислить весьма приближенные даты двух очередных верхнего и нижнего соединений Меркурия, если предыдущее нижнее соединение планеты произошло 9 октября 1975 г. Звездный период обращения Меркурия равен 88 сут.

Задача 134. Определить гелиоцентрическую долготу планет Меркурия и Юпитера 25 сентября 1975 г., если 9 марта этого же года гелиоцентрическая долгота Меркурия была 243° , а Юпитера 359° . Среднее суточное движение Меркурия $4^\circ,09$ и Юпитера $5',0$.

Задача 135. 17 февраля 1975 г. гелиоцентрическая долгота Венеры была равна 26° , а гелиоцентрическая долгота Сатурна 107° . Среднее суточное движение этих планет соответственно равно $1^\circ,602$ и $0^\circ,034$. Вычислить гелиоцентрическую долготу обеих планет на 17 июля 1975 г. и объяснить причину резкого различия в изменении гелиоцентрической долготы этих планет за один и тот же промежуток времени.

Задача 136. 29 марта 1975 г. гелиоцентрическая долгота Земли была равна 187° , Юпитера 1° и Урана 210° . Когда произойдет ближайшее противостояние этих планет, если среднее суточное движение Земли равно $0^\circ,986$, Юпитера $4',98$ и Урана $0',72$?

Задача 137. Найти день очередного верхнего соединения Венеры, если 23 апреля 1975 г. ее гелиоцентрическая долгота равнялась 131° , а гелиоцентрическая долгота Земли— 212° . Среднее суточное движение Венеры равно $1^\circ,602$, а Земли $0^\circ,986$.

Задача 138. Определить день очередного нижнего соединения Венеры, если ее наибольшая западная элонгация ($\Delta\lambda = 47^\circ$) произошла 7 ноября 1975 г. Сведения о среднем суточном движении см. в задаче 139.

Задача 139. Вычислить день очередной наибольшей восточной элонгации ($\Delta\lambda = 22^\circ$) Меркурия, если его наибольшая западная элонгация ($\Delta\lambda = 27^\circ$) была 6 марта 1975 г. Среднее суточное движение Меркурия равно $4^\circ,092$, а Земли $0^\circ,986$.

Задача 140. Противостояние астероида Ирмы произошло 23 сентября 1976 г., а Лины — 2 декабря 1976 г. Большая полуось орбиты Ирмы равна 2,772, а. е., а орбиты Лины — 3,139 а. е. Когда произойдет ближайшее соединение этих астероидов друг с другом?

Задача 141. Чему была равна гелиоцентрическая долгота Земли и планет 23 сентября, когда Меркурий находился в наибольшей западной элонгации ($\Delta\lambda=28^\circ$), Венера— в нижнем соединении, Марс — в соединении и Юпитер— в противостоянии?

Задача 142. Определить гелиоцентрическую долготу Земли и планет 22 июня, если в этот день Меркурий находился в нижнем соединении, Венера — в наибольшей восточной элонгации ($\Delta\lambda=45^\circ$), Марс — в противостоянии и Юпитер — в западной квадратуре. Гелиоцентрическое расстояние Юпитера принять равным 5,20 а. е.

Задача 143. Сидерический период обращения Меркурия равен 88д, а синодический период—116д. Примерно через сколько времени повторяются наибольшие сближения Меркурия с Землей?

Задача 144. У орбиты Марса большая полуось — около 1,52 а. е. и эксцентриситет 0,093, а у орбиты астероида Эрота—1,46 а. е. и 0,222. Через какие промежутки времени происходят великие противостояния этих планет, на какое примерно расстояние они в эти эпохи сближаются с Землей и насколько могут удаляться от нее вне этих эпох? Орбиту Земли принять круговой, наклоном орбит планет пренебречь.

Тема 7: Расстояния, размеры и вращение тел Солнечной системы

Задача 145. Вычислить средний радиус и сжатие Земли, если ее экваториальный радиус равен 6378 км, а полярный радиус— 6357 км.

Задача 146. Радиоимпульс, направленный к Венере в ее нижнем соединении на среднем расстоянии от Солнца 0,7233 а. е., возвратился к Земле через 4м36с. Вычислить геоцентрическое расстояние планеты во время радиолокации, длину астрономической единицы в километрах и средний горизонтальный экваториальный параллакс Солнца.

Задача 147. При среднем противостоянии Марса посланный к нему радиосигнал возвратился к Земле через 522,6 с. Найти среднее гелиоцентрическое расстояние Земли и соответствующий ему горизонтальный экваториальный параллакс Солнца. Сидерический период обращения Марса равен 1,881 года.

Задача 148. Чему равен горизонтальный экваториальный параллакс Луны при ее среднем (384 400 км), ближайшем (356 410 км) и наибольшем (406 740 км) геоцентрическом расстоянии? Экваториальный радиус Земли — 6378 км.

Задача 149. По данным или результатам задачи 150 вычислить предельные значения диаметра лунного диска, который при среднем геоцентрическом расстоянии равен 31'05".

Задача 150. Пределы геоцентрического расстояния Луны, измеренного радиолокационным методом в 1975 г., были: 16 января — 406 090 км; 28 января — 357 640 км и 12 февраля— 406 640 км. Найти значения большой полуоси и эксцентриситета лунной орбиты в интервалах времени, заключенных между смежными датами.

Задача 151. Радиосигнал, направленный к Меркурию при его наибольшем сближении с Землей, вернулся на Землю через 8м52с. Определить геоцентрическое расстояние планеты и эксцентриситет ее орбиты, если большая полуось орбиты равна 0,387 а. е.

Задача 152. Синодический период обращения астероида Эрота составляет 2,316 года. 23 января 1975 г., в эпоху великого противостояния, его горизонтальный экваториальный параллакс был равен 58",26, а радиус-вектор Земли мало отличался от ее перигельного расстояния (эксцентриситет земной орбиты — 0,017). На

каком расстоянии от Земли прошел в этот день астероид и чему равны большая полуось и эксцентриситет его орбиты?

Задача 153. Чему равны горизонтальные экваториальные параллаксы Урана и Нептуна в противостоянии при их среднем, перигельном и афелийном расстояниях? Большая полуось и эксцентриситет орбиты первой планеты равны 19,19 а. е. и 0,0460, а второй — 30,07 а. е. и 0,0079. Орбиту Земли считать окружностью, а параллакс Солнца принять равным $8'',794$.

Задача 154. В каких пределах меняется горизонтальный экваториальный параллакс Солнца, если при среднем гелиоцентрическом расстоянии Земли он равен $8'',794$, а эксцентриситет земной орбиты — 0,0167?

Задача 155. Вычислить линейный радиус Луны в радиусах Земли и в километрах, если при горизонтальном экваториальном параллаксе в $55',1$ радиус лунного диска равен $15'0$.

Задача 156. При среднем противостоянии горизонтальный экваториальный параллакс Юпитера равен $2'',09$, а Сатурна — $1'',03$. Вычислить экваториальный, средний и полярный радиусы, а также сжатие этих планет, если у первой угловой экваториальный диаметр составляет $46'',8$, угловой полярный диаметр $43'',9$, а у второй — соответственно $19'',4$ и $17'',5$.

Задача 157. Узнать линейные размеры большого диаметра Красного пятна на Юпитере и диаметр радиационного пояса планеты, если пятно видно с Земли под углом около $10''$, а радиоизлучение планеты наблюдается из окружающего ее пространства вплоть до расстояния в $13',7$ от центра ее диска. Параллакс Юпитера принять равным $2'',09$.

Задача 158. Горизонтальный экваториальный параллакс Солнца равен $8'',794$, а его угловой диаметр — $32'$. Вычислить линейный радиус Солнца в сравнении с земным и линейные диаметры солнечных пятен с угловыми диаметрами в $0'',8$ и $24''$.

Задача 159. Во время противостояния Юпитера при его среднем расстоянии от Солнца в 5,20 а. е. наблюдаемая с Земли наибольшая элонгация его четырех галилеевых спутников, обращающихся по незначительно вытянутым орбитам, составляет соответственно $138'',5$; $220'',3$; $351'',2$ и $618'',1$. Найти значения больших полуосей орбит этих спутников.

Задача 160. На каких примерно расстояниях обращаются вокруг Марса его спутники Фобос и Деймос, которые по наблюдениям с Земли при среднем противостоянии планеты удаляются от нее соответственно на $24'',7$ и $61'',8$? Большая полуось орбиты Марса равна $1,524$ а. е.

Задача 161. С какой угловой и линейной скоростью вращаются точки лунного экватора и селенографических параллелей с широтой 30° и 60° ? Диаметр Луны — 3476 км, а период ее вращения — $27\text{д},32$.

Задача 164. Экваториальная зона планеты Юпитера диаметром в $142\ 800$ км вращается с периодом $9\text{ч}50\text{м}$, а средняя зона, диаметр которой 139400 км, — с периодом $9\text{ч}55\text{м}$. Найти угловую и линейную скорость точек экватора планеты и параллелей с широтой $+30^\circ$ и $+60^\circ$.

Задача 165. За 1 час наблюдений детали поверхности планеты Марса сместились по долготе на $14^\circ,62$. Вычислить период вращения Марса и линейную скорость вращения точек его экватора и параллелей с широтой -20° и -50° . Диаметр Марса — 6800 км.

Задача 166. Найти географическую широту точек земной поверхности, линейная скорость вращения которых в два, четыре и восемь раз меньше линейной скорости экватора.

Задача 167. Меркурий и Луна вращаются в направлении своего орбитального движения, первый с периодом в $58\text{д},65$, а вторая с периодом в $27\text{д},32$. Период обращения Меркурия вокруг Солнца равен 88д , а Луна обращается вокруг него вместе с Землей. Чему равна продолжительность солнечных суток на Меркурии и на Луне?

Задача 168. Какая продолжительность солнечных суток в современных единицах измерения была бы на Земле, Луне и Меркурии, если бы эти небесные тела вращались навстречу орбитальному движению, т. е. с востока к западу? Необходимые данные заимствовать из предыдущей задачи.

Задача 169. Найти продолжительность солнечных суток на Венере, которая вращается с периодом в $243\text{д},16$ в обратном направлении, а обращается вокруг Солнца в прямом направлении за 225д . Какова была бы продолжительность солнечных суток при совпадении направлений вращения и обращения?

Тема 8: Закон всемирного тяготения и задача двух тел

Задача 170. Чему равна круговая и параболическая скорость относительно Солнца на средних расстояниях Венеры (0,723 а. е.), Земли (1,00 а. е.), Юпитера (5,20 а. е.) и Плутона (39,5 а. е.)? По общим результатам найти и объяснить найденную закономерность. Расстояния планет от Солнца указаны в скобках.

Задача 171. Вычислить скорость малых планет Ахиллеса и Гектора в перигелии и афелии, если их круговая скорость близка к 13,1 км/с, а эксцентриситеты орбит соответственно равны 0,148 и 0,024. Примерно на каком среднем гелиоцентрическом расстоянии находятся эти планеты?

Задача 172. Большая полуось и эксцентриситет орбиты Меркурия равны 0,387 а. е. и 0,206, а орбиты Марса — 1,524 а. е. и 0,093. Найти среднюю скорость этих планет, их скорость в перигелии и в афелии.

Задача 173. Считая орбиты планет круговыми и лежащими в плоскости эклиптики, найти лучевую скорость Меркурия, Венеры и Марса во время их основных конфигураций. Необходимые для решения данные заимствовать из задач 170 и 172. (Лучевой скоростью называется проекция пространственной скорости на луч зрения наблюдателя, т. е. в данном случае на направление от Земли к планете.)

Задача 174. Вычислить скорость астероидов Лидии и Адониса на их среднем, перигельном и афелийном расстояниях, а также круговую и параболическую скорость на этих расстояниях. Большая полуось и эксцентриситет орбиты первого астероида равны 2,73 а. е. и 0,078, а второго — 1,97 а. е. и 0,778.

Задача 175. На каких гелиоцентрических расстояниях скорость Меркурия равна 56,1 км/с и 41,7 км/с? Большая полуось орбиты планеты 0,387 а. е.

Задача 176. С какой скоростью относительно Солнца проходил Марс в эпоху великого противостояния при геоцентрическом расстоянии в $57,15 \cdot 10^6$ км? Сопоставить эту скорость с круговой и параболической скоростью на том же расстоянии от Солнца. Большая полуось орбиты Марса равна 1,524 а. е.

Задача 177. Решить предыдущую задачу для астероида Эрота, если он в эпоху великого противостояния проходил свой перигелий 23

января 1975 г. на расстоянии $22,59 \cdot 10^6$ км от Земли. Период обращения Эроta вокруг Солнца равен 1,760 года.

Задача 178. На каком расстоянии от Солнца прошла комета, если ее скорость на этом расстоянии равнялась 65 км/с и комета двигалась по параболической орбите?

Задача 179. Комета 1931 IV прошла свой перигелий на расстоянии 0,07 а. е. от Солнца со скоростью 160 км/с, а комета 1945 II — на расстоянии 1,24 а. е. со скоростью 36,5 км/с. Определить род орбит, по которым двигались эти кометы и установить, вернутся ли они к Солнцу и когда именно.

Задача 180. Синодический период обращения астероида Колхиды равен 1,298 года, а его скорость в перигелии — 20,48 км/с. Чему равны сидерический период обращения астероида, большая полуось и эксцентриситет его орбиты, перигельное и афелийное расстояния, а также скорость на среднем гелиоцентрическом расстоянии и в афелии?

Задача 181. Эксцентриситет орбиты астероида Узбекистании равен 0,092, а его скорость в афелии — 15,21 км/с. Найти большую полуось орбиты астероида, его звездный и синодический периоды обращения, скорость в перигелии и при истинной аномалии в 30° , 90° и 120° .

Задача 182. Определить массу Марса в массах Земли по движению его спутника Деймоса, находящегося от планеты на среднем расстоянии в $23,5 \cdot 10^3$ км и обращающегося вокруг Марса за 1,26 сут. Период обращения Луны вокруг Земли равен 27,32 сут и большая полуось лунной орбиты — $384,4 \cdot 10^3$ км.

Задача 183. Узнать массу Урана по движению его четвертого спутника Оберона, обращающегося вокруг планеты за 13,46 сут на среднем расстоянии в 587 тыс. км.

Задача 184. По параметрам обращения Земли вычислить массу Солнца в земных массах.

Задача 185. Определить сидерические периоды и среднюю скорость спутников Сатурна, Мимада и Фебы, обращающихся вокруг планеты на средних расстояниях, соответственно $185,4 \cdot 10^3$ км и $12960 \cdot 10^3$ км. Масса Сатурна в 95,2 раза превышает массу Земли.

Задача 186. По данным предыдущей задачи вычислить скорость тех же спутников Сатурна в перикронии и апокронии, а также

круговую и параболическую скорость на указанных расстояниях от Сатурна. Эксцентриситеты орбит спутников в той же последовательности равны 0,020 и 0,166.

Задача 187. Найти большую полуось орбит и среднюю скорость спутников Юпитера Ио и Каллисто, обращающихся вокруг планеты с периодами соответственно в 1д,769 и 16д,689. Масса Юпитера в 318 раз больше массы Земли.

Задача 188. Как должна измениться масса центрального тела, чтобы у его спутника среднее расстояние увеличилось в k раз, а период обращения в n раз и, в частности, при $k=n$?

Задача 189. Какой должна быть масса Солнца, чтобы Земля обращалась вокруг него с современным периодом, но на вдвое большем расстоянии? Как изменятся при этом периоды обращения Марса и Сатурна, если их расстояния останутся неизменными? Современные периоды обращения этих планет — 1,881 года и 29,46 года.

Задача 190. Определить гипотетический период обращения Луны вокруг Земли при условии, что масса Земли возросла бы в четыре раза, а Луна оказалась на вдвое большем расстоянии. Современный период обращения Луны равен 27д,32.

Задача 191. Вычислить круговую и параболическую скорость на поверхности Земли и на расстояниях в 1, 8 и 59,3 ее радиуса от поверхности.

Задача 192. Среднее геоцентрическое расстояние Лупы — 384 400 км, а средний эксцентриситет ее орбиты — 0,0549. Найти среднюю, перигейную и апогейную скорости Луны и сопоставить их с результатами предыдущей задачи.

Задача 193. Чему равна круговая и параболическая скорость на поверхности Солнца и на расстоянии трех и восьми радиусов от его поверхности? Масса Солнца в 333 000 раз превышает массу Земли, а его радиус равен 109,1 земного.

Задача 194. Определить круговую и параболическую скорость на поверхности Луны, Венеры и Марса. Массы и радиусы этих тел в земных параметрах: Луны 0,0123 и 0,272, Венеры 0,815 и 0,950 и Марса 0,107 и 0,533.

Тема 9: Искусственные небесные тела

Задача 195. Определить скорость запуска и периоды обращения искусственных спутников Земли, движущихся вокруг нее по круговым орбитам на расстояниях половины и двух ее радиусов от поверхности.

Задача 196. Решить предыдущую задачу для искусственных спутников Марса и Юпитера. Массы и радиусы в сравнении с земными: Марса — 0,107 и 0,533, а Юпитера — 318 и 10,9.

Задача 197. Как изменятся периоды и скорость обращения спутников предыдущих задач, если масса центрального тела возрастет в n раз, а его радиус — в m раз и в частном случае при $m = n$?

Задача 198. На какой высоте над земной поверхностью и с какой скоростью движутся по круговым орбитам искусственные спутники с периодами обращения в 90м, 150м, и 3ч? Радиус Земли принять равным 6370 км.

Задача 199. Вычислить высоту над земной поверхностью и скорость стационарного искусственного спутника, т. е. спутника, неподвижно висящего над одной и той же точкой земного экватора.

Задача 200. Решить предыдущую задачу для стационарных искусственных спутников планет, указанных в задаче 196. Период вращения Марса — 24ч37м,4, а Юпитера — 9ч50м,5.

Задача 201. Найти скорость и периоды обращения искусственных спутников при одинаковой высоте в 200 и 1000 км над поверхностью Земли, Луны, Марса и Юпитера. Массы этих небесных тел в той же последовательности равны 1, 0,0123, 0,107 и 318, а радиусы — 6370, 1738, 3400 и 71400 км.

Задача 202. На сколько градусов и в каком направлении должна смещаться трасса полета полярных искусственных спутников * за один оборот при их движении по круговым орбитам со скоростью 7 км/с и 2 км/с вокруг Земли, Меркурия и Венеры? Период вращения Меркурия — 58д,65, а Венеры — 243д,2 (вращение планеты обратное). Необходимые сведения см. в задаче 204.

* Трассой полета называется проекция орбиты спутника на поверхность небесного тела. Полярный спутник проходит над обоими полюсами планеты.

Задача 203. По каким орбитам будут двигаться искусственные небесные тела, запущенные с горизонтальной скоростью 9,5 км/с на

высоте 200 км над поверхностью Земли, Марса и Юпитера? Необходимые сведения заимствовать из задачи 201.

Задача 204. На какой минимальной высоте и с какой скоростью должны быть выведены на эллиптические орбиты с эксцентриситетом 0,100 и 0,600 искусственные спутники, чтобы они обращались с периодами в 2ч и 8ч вокруг Меркурия и Венеры, массы которых, в сравнении с земной, соответственно 0,055 и 0,815, а радиусы — 2440 км и 6050 км?

Задача 205. Какую долю своего периода обращения пролетают над перицентрийным и апоцентрийным полушариями планет искусственные спутники при эксцентриситетах их орбит 0,100 и 0,400?

Задача 206. Сколько времени пролетали над перигейным и апогейным полушариями орбитальная станция «Салют-5» (выведена на орбиту 22 июня 1976 г.) и спутник связи «Молния-2» (выведен на орбиту 25 декабря 1973 г.), если «Салют-5» обращался в пределах высоты от 258 км до 283 км, а «Молния-2» — по орбите с большой полуосью 27 030 км и высотой апогея 40 860 км?

Задача 207. Найти массу Луны (в массах Земли) по движению ее искусственных спутников, обращавшихся над лунной поверхностью в пределах высоты: «Луна-19» (28 ноября 1971 г.) от 77 км до 385 км, с периодом в 2ч11м; «Луна-20» (19 февраля 1972 г.) от 21 км до 100 км, с периодом в 1ч54м. В скобках указана дата выведения спутника на селеноцентрическую орбиту. Диаметр Луны — 3476 км.

Задача 208. По данным и результату предыдущей задачи рассчитать круговую и предельные селеноцентрические скорости спутников Луны.

Задача 209. Определить массу Марса по движению его естественного спутника Деймоса и советского искусственного спутника «Марс-5» (12 февраля 1974 г.). Деймос обращается вокруг планеты с периодом 1д,262 на среднем расстоянии 23 500 км, а «Марс-5» — с периодом 25ч,0, в пределах высоты над поверхностью планеты от 1760 км до 32 500 км. Радиус Марса — 3400 км.

Задача 210. Советская автоматическая межпланетная станция «Венера-10», ставшая 25 октября 1975 г. вторым искусственным спутником Венеры, обращалась в те дни вокруг планеты с периодом

49ч23м в пределах от 1400 км до 114 000 км над ее поверхностью. Определить массу Венеры, приняв ее радиус равным 6050 км.

Задача 211. Первый в истории человечества облет Земли был осуществлен Героем Советского Союза Ю. А. Гагариным на космическом корабле «Восток» 12 апреля 1961 г. в пределах высоты от 181 км до 327 км над земной поверхностью. Определить большую полуось и эксцентриситет орбиты корабля, период его обращения вокруг Земли, его среднюю и предельные скорости, а также продолжительность полета над перигейным и апогейным полушариями Земли.

Задача 212. Решить предыдущую задачу для спутника связи «Молния-2», выведенного 5 апреля 1973 г. на орбиту вокруг Земли в пределах высоты от 500 до 39 100 км.

Задача 213. Как изменились бы параметры полета спутника связи предыдущей задачи, если бы он в пределах той же высоты обращался вокруг Меркурия и Юпитера? Необходимые данные заимствовать из задач 201 и 204.

Задача 214. Спутник связи «Молния-3», выведенный 14 апреля 1975 г. на орбиту с высотой перигея 636 км над южным полушарием Земли, обращается вокруг планеты с периодом 12ч16м. Найти большую полуось и эксцентриситет орбиты спутника, его апогейную высоту, скорость в перигее и апогее и продолжительность полета над противоположными полушариями Земли.

Задача 215. Вычислить все основные параметры полета искусственного спутника Луны «Луна-22», выведенного на орбиту 9 июня 1974 г., если он обращался с периодом в 2ч02м и поднимался в апоселении на высоту в 244 км над лунной поверхностью. Сведения о Луне заимствовать из задачи 201.

Задача 216. Определить большую полуось и эксцентриситет простейшей эллиптической орбиты космического корабля, продолжительность его полета от Земли до Марса и скорость запуска с Земли, если среднее гелиоцентрическое расстояние Марса равно 1,524 а. е. Среднюю орбитальную скорость Земли принять 29,8 км/с.

Задача 217. По данным и результатам предыдущей задачи найти конфигурацию Марса, наиболее благоприятную для запуска к нему с Земли космического корабля. Период обращения Марса вокруг Солнца равен 687 сут.

Задача 218. Вычислить скорость запуска космического корабля с Марса для полета к Земле по простейшей орбите и благоприятствующую этому конфигурацию Земли. Среднее гелиоцентрическое расстояние Марса — 1,524 а. е., его масса — 0,107 и радиус — 0,533 в сравнении с земными.

Задача 219. По данным и результатам задач 216, 217 и 218 найти наименьшую продолжительность путешествия с Земли на Марс и обратно (подходящие даты для старта кораблей установить по астрономическим календарям-ежегодникам).

Задача 220. Определить параметры, указанные в задачах 216, 217 и 218 для полета космического корабля с Земли к Венере и обратно к Земле. Среднее гелиоцентрическое расстояние Венеры равно 0,723 а. е., ее масса — 0,815 и радиус — 0,950 в сравнении с земными.

Задача 221. Через какие промежутки времени целесообразно запускать с Земли к планетам космические станции?

Тема 10: Тяжесть и тяготение

Задача 222. Определить ускорение свободного падения на поверхности планет Марса и Венеры, а также астероида Цереры. Массы и радиусы в сравнении с земными: у Марса — 0,107 и 0,533, у Венеры — 0,815 и 0,950, у Цереры — $28,9 \cdot 10^{-5}$ и 0,0784.

Задача 223. Масса Луны в 81,3 раза, а диаметр в 3,67 раза меньше земных. Во сколько раз вес космонавтов был меньше на Луне, чем на Земле?

Задача 224. Чему равно ускорение свободного падения на поверхности Солнца и Сатурна, радиусы которых больше земного соответственно в 109,1 и 9,08 раза, а средняя плотность в сравнении с земной составляет 0,255 и 0,127?

Задача 225. Какое ускорение свободного падения было бы на поверхности Земли и Марса, если бы при неизменной массе их диаметры увеличились вдвое и втрое? Сведения о Марсе см. в задаче 222.

Задача 226. Как изменилось бы ускорение свободного падения на поверхности планеты при увеличении ее массы в t раз, а средней плотности в n раз и, в частности, при $m = n$?

Задача 227. Каким стало бы ускорение свободного падения на поверхности Солнца, если бы при той же массе оно увеличилось в

диаметре до размеров земной орбиты? Масса Солнца в 333 тыс. раз больше земной, а его диаметр равен 1 392 000 км.

Задача 228. По данным предыдущей задачи найти гравитационное ускорение Земли в поле тяготения Солнца, сравнить его с полученным в ней результатом и сделать соответствующий вывод.

Задача 229. Как изменилось бы ускорение свободного падения на Земле при неизменной массе и увеличении ее размеров в 60,3 раза, т. е. до орбиты Луны?

Задача 230. Вычислить гравитационное ускорение Луны в поле тяготения Земли и Солнца при ее среднем геоцентрическом расстоянии в 384 400 км. Сравнить результаты с ответом предыдущей задачи и проанализировать их. Необходимые сведения заимствовать из задачи 227.

Задача 231. Как изменилось бы гравитационное ускорение Луны в поле тяготения Земли, если бы масса Земли увеличилась в m раз, а Луна находилась в n раз дальше (ближе), чем сейчас, и, в частности, при $m=n$?

Задача 232. В каких пределах меняется гравитационное ускорение Меркурия ($a = 0,387$ а. е. и $e = 0,206$), Плутона ($a = 39,5$ а. е. и $e = 0,253$) и кометы Галлея ($a = 18,0$ а. е. и $e = 0,967$)? В скобках приведены данные об орбитах этих тел. Недостающие сведения заимствовать из задачи 227.

Задача 233. В каких пределах меняется гравитационное ускорение спутника связи «Молния-3», выведенного на орбиту 14 апреля 1975 г. и облетающего Землю в пределах высоты от 636 км до 40 660 км над земной поверхностью? Радиус Земли — 6370 км.

Задача 234. Решить предыдущую задачу для космической научной станции «Прогноз-3», выведенной 15 февраля 1973 г. на геоцентрическую орбиту с большой полуосью в 106 670 км и высотой перигея 590 км.

Задача 235. Найти гравитационное ускорение двух галилеевых спутников Юпитера, Ио и Каллисто, обращающихся вокруг планеты на средних расстояниях в 5,92 и 26,41 ее радиуса. Масса Юпитера равна 318, а радиус — 10,9.

Задача 236. Указать расположение общего центра масс Земли и Луны, приняв радиус Земли 6370 км, массу Луны равной $1/81$ земной массы и расстояние между телами — 60 земным радиусам.

Задача 237. По данным задачи 236 найти положение точки равного притяжения между Землей и Луной, в которой гравитационные ускорения от этих тел численно равны между собой, но противоположно направлены.

Тема 11: Телескопы. Характеристики телескопов

Задача 238. Определить относительное отверстие, разрешение, проникающую способность, наибольшее, наименьшее и разрешающее увеличение двух телескопов, одного с объективом диаметром 37,5 см и фокусным расстоянием 6 м, а другого с объективом диаметром 1 м и фокусным расстоянием 8 м.

Задача 239. Найти увеличение и диаметр поля зрения двух телескопов, одного с объективом диаметром 30 см и светосилой 1:5, а другого с диаметром 91 см и светосилой 1:19, при окулярах с фокусным расстоянием 40 мм и 10 мм.

Задача 240. Чему равны светосила, разрешение, проникающая способность, наибольшее, наименьшее и разрешающее увеличение школьного менискового телескопа Максутова и школьного телескопа-рефрактора, если первый имеет диаметр 70 мм и фокусное расстояние 70,4 см, а второй — диаметр 80 мм и фокусное расстояние 80 см?

Задача 241. Узнать увеличение и диаметр поля зрения телескопов предыдущей задачи при окулярах с фокусным расстоянием 28 мм, 20 мм и 10 мм.

Задача 242. Какое увеличение и поле зрения дадут окуляры школьных телескопов, указанные в предыдущей задаче, при использовании их для наблюдений в телескопы с объективами диаметром 65 см и светосилой 1:16 (Пулковская обсерватория) и 33 см и 1:10,5 (Ташкентская обсерватория)? Какие из этих окуляров реально пригодны для указанных телескопов?

Задача 243. Имеет ли смысл использовать окуляр с фокусным расстоянием 5 мм при наблюдениях в телескопы с фокусным расстоянием 1,25 м и светосилой 1:5 и с фокусным расстоянием 7,50 м и светосилой 1:15?

Задача 244. Какое минимальное угловое расстояние между компонентами двойной звезды может быть разрешено в телескопы с объективами диаметром 20 см и 1 м?

Задача 245. Определить минимальное угловое расстояние между компонентами двойных звезд, доступных наблюдениям в школьные телескопы с объективами диаметром 70 мм и 8 см.

Задача 246. Какие наименьшие угловые расстояния между компонентами двойных звезд могут быть разрешены телескопами, одним с фокусным расстоянием и светосилой объектива 1 м и 1:10, а другим с фокусным расстоянием 14 м и светосилой 1:16? Окуляры с каким фокусным расстоянием должны быть для этого применены?

Задача 247. В телескопы какого наименьшего диаметра можно видеть двойные звезды β Лебеда ($35''$), ζ Большой Медведицы ($14''$) и γ Девы ($5'',0$) и какое при этом должно быть применено минимальное увеличение? В скобках даны угловые расстояния между компонентами двойных звезд.

Задача 248. Можно ли в телескопы школьного типа видеть диски планет Марса, Урана и Нептуна, если угловые диаметры этих планет в среднем противостоянии соответственно равны $18''$, $4'',0$ и $2'',5$? Диаметр объектива школьного менискового телескопа равен 70 мм, а школьного телескопа-рефрактора — 80 мм.

Задача 249. Угловой диаметр Юпитера при среднем противостоянии равен $49''$, а угловой диаметр Венеры в эпоху нижнего соединения — около $60''$. Какие увеличения необходимо применить для того, чтобы в телескоп диски этих планет были видны размером с Луну для невооруженного глаза, если диаметр лунного диска близок к $0^\circ,5$?

Задача 250. Определить линейный диаметр фотографических изображений Марса и Луны, а также масштабы этих негативов, полученных в фокусе рефрактора с объективом 20 см и светосилой 1:15 и в фокусе крупнейшего в мире советского рефлектора с фокусным расстоянием 24 м. Угловые размеры этих светил принять равными соответственно $25''$ и $32'$, а линейный поперечник Луны — 3476 км и Марса — 6800 км.

Задача 251. Вычислить масштаб негативов и линейные диаметры фотографических изображений Марса и Луны при фотографировании их в фокусе школьного телескопа-рефрактора, диаметр объектива

которого равен 8 см и светосила — 1 : 10. Необходимые сведения заимствовать из предыдущей задачи.

Задача 252. Объектив нормального астрографа имеет диаметр 33 см, а масштаб негативов, экспонируемых в его фокусе, получается равным 1' мм-1. Найти фокусное расстояние и светосилу астрографа, а также линейные размеры на негативах (снятых в фокусе) взаимного расстояния компонентов двойной звезды β Лебеда, угловое расстояние между компонентами которых равно 35".

Задача 253. Сколько времени могут быть видны звезды κ Девы, Капелла (α Возничего) и Полярная (α Малой Медведицы) в поле зрения неподвижного телескопа при увеличении в 100 раз, если склонение этих звезд равно соответственно — $0^{\circ}03'$, $+45^{\circ}58'$ и $+89^{\circ}02'$?

Задача 254. Звезда Ригель (β Ориона), имеющая склонение — $8^{\circ}15'$, проходит диаметр поля зрения неподвижного телескопа за 1 мин. Найти увеличение и диаметр поля зрения телескопа при этом увеличении.

Задача 255. Звезда Сириус (α Большого Пса) со склонением — $16^{\circ}39'$ наблюдается в телескоп с диаметром объектива 20 см и светосилой 1:15. При одном окуляре эта звезда проходит диаметр поля зрения за 1м53с, а при другом — за 38с. Определить фокусное расстояние окуляров и диаметр поля зрения телескопа при их применении.

Задача 256. При окуляре с фокусным расстоянием 32 мм разрешающее увеличение телескопа Пулковского рефрактора составляет 325х. Определить диаметр, фокусное расстояние и светосилу объектива телескопа, его разрешение и проникающую способность, допускаемое наибольшее и наименьшее увеличение, поле зрения при указанных трех увеличениях и продолжительность прохождения по его диаметру звезд α Большой Медведицы и Прокциона (α Малого Пса), склонение которых равно соответственно $+62^{\circ}01'$ и $+5^{\circ}21'$.

Задача 257. Сравнить разрешающую силу самого крупного в мире советского шестиметрового телескопа-рефлектора и радиотелескопов с антеннами диаметром D , работающих на длине радиоволны λ : 1) $D=22$ м, $\lambda=65$ см; 2) $D=100$ м, $\lambda=10$ см; 3) $D=1000$ м, $\lambda=10$ м.

Задача 258. Найти разрешение радиointерферометров, состоящих из двух радиотелескопов с взаимным расстоянием в 100 км, 1000 км и 9000 км и воспринимающих радиоволны, указанные в предыдущей задаче.

Задача 259. Вычислить чувствительность приемника радиотелескопа с полосой пропускания $\Delta\nu$, постоянной времени τ_0 и шумовой температурой $T_{ш}$: 1) $\Delta\nu=105$ гц, $\tau_0 = 10$ с и $T_{ш}=250^\circ$ К; 2) $\Delta\nu=104$ гц, $\tau_0=3$ с и $T_{ш}=200^\circ$ К; 3) $\Delta\nu=106$ гц; $\tau_0 = 20$ с и $T_{ш}=310^\circ$ К.

Задача 260. Определить шумовую температуру приемника телескопа с полосой пропускания $\Delta\nu$, постоянной времени τ_0 и чувствительностью ΔT : 1) $\Delta\nu=106$ гц, $\tau_0=6$ с и $\Delta T=0^\circ,20$; 2) $\Delta\nu=105$ гц, $\tau_0=10$ с и $\Delta T=0^\circ,39$; 3) $\Delta\nu= = 104$ гц, $\tau_0=4$ с и $\Delta T=2^\circ,20$.

Тема 12: Основы астрофизики и звездной астрономии

Задача 261. Во сколько раз звезда Арктур (α Волопаса) ярче звезд α Андромеды и η Девы, если визуальный блеск Арктура равен $+0m,24$, а блеск остальных звезд соответственно равен $+2m,15$ и $4m,00$?

Задача 262. Во сколько раз звезды ϵ Лебедя и γ Водолея слабее Сириуса (α Большого Пса), если их визуальный блеск соответственно равен $+2m,64$ $+3m,97$ и $-1m,58$?

Задача 263. Во сколько раз меняется блеск Марса, если его видимая визуальная звездная величина колеблется в пределах от $+2m,0$ до $-2m,6$?

Задача 264. Найти разность однородных звездных величин звезд, различающихся по блеску в 10, 100 и 1000 раз.

Задача 265. Сколько звезд нулевой видимой звездной величины могут заменить свет, испускаемый всеми звездами восьмой видимой звездной величины, число которых близко к 26 700?

Задача 266. Во сколько раз доступные телескопам самые слабые звезды ($+22m,5$) слабее звезды Альтаира (α Орла), блеск которой $+0m,89$?

Задача 267. Визуальный блеск звезды Поллукса (β Близнецов) равен $+1m,21$, звезды Альтаира (α Орла) $+0m,89$ и звезды Ригеля (β Ориона) $+0m,34$, а видимые фотографические звездные величины тех же звезд равны соответственно $+2m,46$, $+1m,13$ и $+0m,17$. Определить

обычный показатель цвета каждой из этих звезд и отношение интенсивности излучения в визуальных и фотографических лучах.

Задача 268. Фотоэлектрическая желтая звездная величина звезды Беги (а Лиры) равна $+0m,03$, звезды Альдебара-на (а Тельца) $+0m,86$ и звезды Спики (а Девы) $+0m,97$, их основные показатели цвета равны соответственно $0m,00$, $+1m,54$ и $-0m,23$, а ультрафиолетовые (U—V) показатели цвета равны $0m,00$, $+3m,46$ и $-1m,17$. Найти синюю и ультрафиолетовую звездную величину каждой из этих звезд.

Задача 269. Вычислить для каждой звезды предыдущей задачи отношение блеска в различных лучах.

Задача 270. Во сколько раз отличается блеск Солнца в визуальных ($-26m,78$) и фотографических ($-26m,21$) лучах и во сколько раз — в желтых и синих лучах, если его основной показатель цвета равен $+0m,63$? В скобках указана видимая звездная величина Солнца.

Задача 271. На сколько изменится видимая звездная величина звезды при ее удалении в два, четыре и n раз и при таком же уменьшении ее действительного расстояния?

Задача 272. Фотографический блеск звезды Проциона (а Малого Пса) равен $+0m,88$, а обычный показатель цвета $+0m,40$. Найти визуальный блеск этой звезды при увеличении ее расстояния от Земли в пять и десять раз и при уменьшении ее расстояния в три и шесть раз.

Задача 273. Определить отношение освещенностей, создаваемых на Земле Луной в полнолуние и в первой четверти, если в первом случае блеск Луны равен $-12m,7$, а во втором — $9m,2$.

Задача 274. Во сколько раз полная Луна светит слабее Солнца, если ее визуальный блеск равен $-12m,7$, а видимая визуальная звездная величина Солнца $-26m,8$?

Задача 275. Во сколько раз Земля получает больше света от Солнца ($-26m,78$), чем от самой яркой звезды неба Сириуса (а Большого Пса), видимая визуальная звездная величина которого равна $-1m,58$?

Задача 276. Вычислить угловой диаметр и видимую визуальную звездную величину Солнца с планет Меркурия, Марса и Плутона и определить освещенность этих планет Солнцем в сравнении с освещенностью Земли. Расстояния этих планет от Солнца равны

соответственно 0,387 а. е., 1,524 а. е. и 39,5 а. е. Видимый с Земли диаметр Солнца 32', а визуальный блеск равен —2^m,78.

Задача 277. В эпоху среднего противостояния Марса его спутники видны с Земли звездообразными объектами + 1^m,6 (Фобос) и +1^m,8 (Деймос). Какие примерно угловые размеры и каков блеск спутников в полной фазе по наблюдениям с Марса, если средний поперечник Фобоса равен 21 км, а поперечник Деймоса—12 км, и они обращаются вокруг планеты соответственно на расстояниях в 9400 км и 23 500 км? Среднее гелиоцентрическое расстояние Марса равно 1,524 а. е., а его радиус— 3400 км.

Задача 278. Используя данные предыдущей задачи и эксцентриситет марсианской орбиты, равный 0,0934, вычислить блеск спутников Марса при его наиболее далеком (афелийном) противостоянии и при ближайшем (перигельном) и афелийном соединении.

Задача 279. Диаметр Луны меньше земного в 3,67 раза; сферическое альbedo Земли 0,39, а Луны 0,07. При геоцентрическом расстоянии в 384 400 км блеск полной Луны равен —1^m,7. Как выглядит Земля и Луна по наблюдениям с Солнца?

Задача 280. Звезда Сириус (а Большого Пса) с видимой визуальной звездной величиной— 1^m,58 находится в 20 раз ближе к Земле, чем звезда ε Змеи, визуальный блеск которой + 3^m,85. Какая из этих звезд и во сколько раз кажется нам ярче и какое отношение их светимости?

Задача 281. Решить предыдущую задачу для звезд α Орла и σ Ориона, если у первой звезды блеск +0^m,89 и параллакс 0",198, а у второй +3^m,78 и 0",002.

Задача 282. Параллаксы Полярной звезды (а Малой Медведицы), Мицара (ζ Большой Медведицы) и звезды Кап-тейна равны соответственно 0",005, 0",037 и 0",251. Выразить расстояния этих звезд в парсеках и световых годах.

Задача 283. Расстояние от звезды Денеба (а Лебедя) до Земли свет проходит за 815 лет, расстояние от звезды Альдебарана (а Тельца)—за 67,9 года и от звезды Толимана (а Центавра)—за 4,34 года. Чему равны годовые параллаксы этих звезд?

Тема 13: Физическая природа Солнца и звезд

Задача 284. Вычислить визуальную светимость звезд, визуальный блеск и годичный параллакс которых указаны в скобках: α Орла ($0m,89$ и $0'',198$), α Малой Медведицы ($2m, 14$ и $0'',005$) и ϵ Индейца ($4m,73$ и $0'',285$).

Задача 285. Найти фотографическую светимость звезд, для которых визуальный блеск, обычный показатель цвета и расстояние от Солнца указаны в скобках: β Близнецов ($1m,21$, $+1m,25$ и $10,75$ пс); η Льва ($3m,58$, $+0m,00$ и 500 пс); звезда Каптейна ($8m,85$, $+ 1m,30$ и $3,98$ пс). Звездная величина Солнца указана в задаче 275.

Задача 286. Во сколько раз визуальная светимость звезд предыдущей задачи превышает их фотографическую светимость?

Задача 287. Визуальный блеск Капеллы (а Возничего) равен $0m,21$, а ее спутника $10m,0$. Показатели цвета этих звезд равны соответственно $+0m,82$ и $+1m,63$. Определить, во сколько раз визуальная и фотографическая светимость Капеллы больше соответствующей светимости ее спутника.

Задача 288. Абсолютная визуальная звездная величина звезды β Большого Пса равна— $2m,28$. Найти визуальную и фотографическую светимость двух звезд, одна из которых (с показателем цвета $+0m,29$) в 120 раз абсолютно ярче, а другая (с показателем цвета $+0m,90$) в 120 раз абсолютно слабее звезды β Большого Пса.

Задача 289. Если бы Солнце, Ригель (β Ориона), Толиман (а Центавра) и его спутник Проксима (Ближайшая) находились на одинаковом расстоянии от Земли, то какое количество света в сравнении с солнечным получала бы она от этих звезд? Визуальный блеск Ригеля $0m,34$, его параллакс $0'',003$, те же величины у Толимана $0m, 12$ и $0'',751$, а у Проксимы $10m,68$ и $0'',762$. Звездная величина Солнца указана в задаче 275.

Задача 290. Найти расстояния от Солнца и параллаксы трех звезд Большой Медведицы по их блеску в желтых лучах и абсолютной звездной величине в синих лучах:

- 1) α , $V = 1m,79$, $(B-V) = +1m,07$ и $M_V = +0m,32$;
- 2) δ , $V = 3m,31$, $(B-V) = +0m,08$ и $M_V = + 1m,97$;
- 3) η , $V = 1m,86$, $(B-V) = -0m,19$ и $M_V = - 5m,32$.

Задача 291. На каком расстоянии от Солнца находится звезда Спика (а Девы) и чему равен ее параллакс, если ее светимость в

желтых лучах равна 720, основной показатель цвета равен $-0m,23$, а блеск в синих лучах $0m,74$?

Задача 292. Абсолютная синяя (в В-лучах) звездная величина звезды Капеллы (а Возничего) $+0m,20$, а звезды Проксиона (а Малого Пса) $+3m,09$. Во сколько раз эти звезды в синих лучах абсолютно ярче или слабее звезды Регула (а Льва), абсолютная желтая (в V лучах) звездная величина которой равна $-0m,69$, а основной показатель цвета $-0m,11$?

Задача 293. Как выглядит Солнце с расстояния звезды Толимана (а Центавра), параллакс которой $0",751$?

Задача 294. Каков визуальный и фотографический блеск Солнца с расстояний звезд Регула (а Льва), Антареса (а Скорпиона) и Бетельгейзе (а Ориона), параллаксы которых соответственно равны $0",039$, $0",019$ и $0",005$?

Задача 295. На сколько болометрические поправки отличаются от основных показателей цвета при болометрической светимости звезды, превышающей в 20, 10 и 2 раза ее желтую светимость, которая, в свою очередь, больше синей светимости звезды соответственно в 5, 2 и 0,8 раза?

Задача 296. Максимум энергии в спектре Спика (а Девы) приходится на электромагнитную волну длиной 1450 \AA , в спектре Капеллы (а Возничего) — на 4830 \AA и в спектре Поллукса (β Близнецов) — на 6580 \AA . Определить цветовую температуру этих звезд.

Задача 297. Солнечная постоянная периодически колеблется в пределах от 1,93 до 2,00 кал/(см²·мин) На сколько при этом изменяется эффективная температура Солнца, видимый диаметр которого близок к $32''$? Постоянная Стефана $\sigma = 1,354 \cdot 10^{-12}$ кал/(см²·с·град⁴).

Задача 298. По результату предыдущей задачи найти приближенное значение длины волны, соответствующей максимуму энергии в солнечном спектре.

Задача 299. Определить эффективную температуру звезд по измеренным их угловым диаметрам и доходящему от них до Земли излучению, указанным в скобках:

α Льва ($0",0014$ и $3,23 \cdot 10^{-11}$ кал/(см²·мин));

α Орла ($0",0030$ и $2,13 \cdot 10^{-11}$ кал/(см²·мин));

α Ориона ($0'',046$ и $7,70 \cdot 10^{-11}$ кал/(см²·мин)).

Задача 300. Видимая болометрическая звездная величина звезды α Эридана равна $-1m,00$ и угловой диаметр $0'',0019$, у звезды α Журавля аналогичные параметры $+1m,00$ и $0'',0010$, а у звезды α Тельца $+0m,06$ и $0'',0180$. Вычислить температуру этих звезд, приняв видимую болометрическую звездную величину Солнца равной $-26m,84$ и солнечную постоянную близкой к 2 кал/(см² мин).

Задача 301. Определить температуру звезд, визуальный и фотографический блеск которых указан в скобках: γ Ориона ($1m,70$ и $1m,41$); ϵ Геркулеса ($3m,92$ и $3m,92$); α Персея ($1m,90$ и $2m,46$); β Андромеды ($2m,37$ и $3m,94$).

Задача 302. Вычислить температуру звезд по фотоэлектрической желтой и синей звездным величинам, указанным в скобках: ϵ Большого Пса ($1m,50$ и $1m,29$); β Ориона ($0m,13$ и $0m,10$); α Киля ($-0m,75$ и $-0m,60$); α Водолея ($2m,87$ и $3m,71$); α Волопаса ($-0m,05$ и $1m,18$); α Кита ($2m,53$ и $4m,17$).

Задача 303. По результатам двух предыдущих задач найти длину волны, соответствующую максимуму энергии в спектрах тех же звезд.

Задача 304. У звезды Беги (а Лиры) параллакс $0'',123$ и угловой диаметр $0'',0035$, у Альтаира (а Орла) аналогичные параметры $0'',198$ и $0'',0030$, у Ригеля (β Ориона) — $0'',003$ и $0'',0027$ и у Альдебарана (а Тельца) — $0'',048$ и $0'',0200$. Найти радиусы и объемы этих звезд.

Задача 305. Блеск Денеба (а Лебедя) в синих лучах $1m,34$, его основной показатель цвета $+0m,09$ и параллакс $0'',004$; те же параметры у звезды ϵ Близнецов равны $4m,38$, $+1m,40$ и $0'',009$, а у звезды γ Эридана $4m,54$, $+1m,60$ и $0'',003$. Найти радиусы и объемы этих звезд.

Задача 306. Сравнить диаметры звезды δ Змееносца и звезды Барнарда, температура которых одинакова, если у первой звезды видимая болометрическая звездная величина равна $1m,03$ и параллакс $0'',029$, а у второй те же параметры $8m,1$ и $0'',545$.

Задача 307. Вычислить линейные радиусы звезд, температура и абсолютная болометрическая звездная величина которых известны: у α Кита 3200° и $-6m,75$, у β Льва 9100° и $+1m,18$, а у ϵ Индейца 4000° и $+6m,42$.

Задача 308. Чему равны угловые и линейные диаметры звезд, видимая болометрическая звездная величина, температура и параллакс

которых указаны в скобках: η Большой Медведицы ($-0m,41, 15500^\circ$ и $0'',004$), ϵ Большой Медведицы ($+1m,09, 10\ 000^\circ$ и $0'',008$) и β Дракона ($+2m,36, 5200^\circ$ и $0'',009$)?

Задача 309. Если у двух звезд примерно одинаковой температуры радиусы различаются в 20, 100 и 500 раз, то во сколько раз различается их болометрическая светимость?

Задача 310. Во сколько раз радиус звезды α Водолея (спектральный подкласс G2Ib) превышает радиус Солнца (спектральный подкласс G2V), если ее видимая визуальная звездная величина $3m,19$, болометрическая поправка $-0m,42$ и параллакс $0'',003$, температура обоих светил примерно одинакова, а абсолютная болометрическая звездная величина Солнца равна $+4m,73$?

Задача 311. Вычислить болометрическую поправку для звезд спектрального подкласса G2V, к которому принадлежит Солнце, если угловой диаметр Солнца $32'$, его видимая визуальная звездная величина равна $-26m,78$ и эффективная температура 5800° .

Задача 312. Найти приближенное значение болометрической поправки для звезд спектрального подкласса B0Ia, к которому принадлежит звезда ϵ Ориона, если ее угловой диаметр $0'',0007$, видимая визуальная звездная величина $1m,75$ и максимум энергии в ее спектре приходится на длину волны 1094 \AA .

Задача 313. Вычислить радиус и среднюю плотность звезд, указанных в задаче 285, если масса звезды β Близнецов примерно 3,7, масса η Льва близка к 4,0, а масса звезды Каптейна 0,5.

Задача 314. Визуальный блеск Полярной звезды $2m,14$, ее обычный показатель цвета $+0m,57$, параллакс $0'',005$ и масса равна 10. Те же параметры у звезды Фомальгаута (а Южной Рыбы) $1m,29$, $+0m,11$, $0'',144$ и 2,5, а у звезды ван-Маанена $12m,3$, $+0m,50$, $0'',236$ и 1,1. Определить светимость, радиус и среднюю плотность каждой звезды и указать ее положение на диаграмме Герцшпрунга — Рассела.

Задача 315. Найти сумму масс компонентов двойной звезды ϵ Гидры, параллакс которой $0'',010$, период обращения спутника 15 лет и угловые размеры большой полуоси его орбиты $0'',21$.

Задача 316. Найти сумму масс компонентов двойной звезды α Большой Медведицы, параллакс которой $0'',031$, период обращения спутника 44,7 года и угловые размеры большой полуоси его орбиты $0'',63$.

Тема 14: Кратные и переменные звезды

Задача 323. Определить визуальный блеск двойной звезды α Рыб, блеск компонентов которой $4m,3$ и $5m,2$.

Задача 324. Вычислить блеск четырехкратной звезды ϵ Лиры по блеску ее компонентов, равному $5m,12$; $6m,03$; $5m,11$ и $5m,38$.

Задача 325. Визуальный блеск двойной звезды γ Овна $4m,02$, а разность звездных величин ее компонентов составляет $0m,08$. Найти видимую звездную величину каждого компонента этой звезды.

Задача 326. Какой блеск тройной звезды, если первый ее компонент ярче второго в $3,6$ раза, третий — слабее второго в $4,2$ раза и имеет блеск $4m,36$?

Задача 327. Найти видимую звездную величину двойной звезды, если один из компонентов имеет блеск $3m,46$, а второй на $1m,68$ ярче первого компонента.

Задача 328. Вычислить звездную величину компонентов тройной звезды β Единорога с визуальным блеском $4m,07$, если второй компонент слабее первого в $1,64$ раза и ярче третьего на $1m,57$.

Задача 329. Найти визуальную светимость компонентов и общую светимость двойной звезды α Близнецов, если ее компоненты имеют визуальный блеск $1m,99$ и $2m,85$, а параллакс равен $0",072$.

Задача 330. Вычислить визуальную светимость второго компонента двойной звезды γ Девы, если визуальный блеск этой звезды равен $2m,91$, блеск первого компонента $3m,62$, а параллакс $0",101$.

Задача 331. Определить визуальную светимость компонентов двойной звезды Мицара (ζ Большой Медведицы), если ее блеск равен $2m,17$, параллакс $0",037$, а первый компонент ярче второго в $4,37$ раза.

Задача 332. Найти фотографическую светимость двойной звезды η Кассиопеи, визуальный блеск компонентов которой $3m,50$ и $7m,19$, их обычные показатели цвета $+0m,571$ и $+0m,63$, а расстояние $5,49$ пс.

Тема 15: Движение звезд и галактик в пространстве

Задача 345. Линии поглощения водорода $H\beta$, и $H\delta$, длина волны которых 4861 \AA и 4102 \AA , смещены в спектре звезды к красному концу соответственно на $0,66$ и $0,56 \text{ \AA}$. Определить лучевую скорость звезды относительно Земли в ночь наблюдений.

Задача 346. Решить предыдущую задачу для звезды Регула (а Льва), если те же линии в ее спектре смещены к фиолетовому концу соответственно на $0,32 \text{ \AA}$ и $0,27 \text{ \AA}$.

Задача 347. В какую сторону спектра и на сколько миллиметров сдвинуты линии поглощения железа с длиной волны 5270 \AA и 4308 \AA в спектрограмме, звезды с лучевой скоростью — 60 км/с , если дисперсия спектрограммы на первом ее участке равна 25 \AA/мм , а на втором 20 \AA/мм ?

Задача 348. Вычислить положение водородных линий поглощения $H\beta$, $H\delta$ и $H\epsilon$ в спектрах звезд, лучевая скорость одной из которых относительно Земли равна — 50 км/с , а другой $+30 \text{ км/с}$. Нормальная длина волны этих линий соответственно 4861 , 4102 и 3750 \AA .

Задача 349. Звезды β Дракона и γ Дракона находятся вблизи северного полюса эклиптики. Линии железа с $\lambda=5168 \text{ \AA}$ и $\lambda=4384 \text{ \AA}$ в спектре первой звезды смещены к фиолетовому концу на $0,34 \text{ \AA}$ и $0,29 \text{ \AA}$, а в спектре второй звезды — на $0,47 \text{ \AA}$ и $0,40 \text{ \AA}$. Определить лучевую скорость этих звезд.

Задача 350. Найти лучевую скорость звезды Канопуса (а Киля), если в ночь наблюдений эклиптическая долгота Солнца была близкой к эклиптической долготе звезды, а линии поглощения железа E (5270 \AA) и G (4326 \AA) в спектрограмме звезды сдвинуты к красному концу соответственно на $0,018 \text{ мм}$ и $0,020 \text{ мм}$, при дисперсии 20 \AA/мм на первом участке спектрограммы и 15 \AA/мм на втором ее участке.

Задача 351. В ночь фотографирования спектра звезды Беги (а Лиры) ее эклиптическая долгота отличалась от эклиптической долготы Солнца на 180° , и линии поглощения водорода $H\beta$ (4861 \AA) и $H\gamma$ (4102 \AA) оказались сдвинутыми к фиолетовому концу спектрограммы соответственно на $0,0225 \text{ мм}$ и $0,0380 \text{ мм}$ при дисперсии на участках расположения этих линий равной 10 \AA/мм и 5 \AA/мм . Найти лучевую скорость Веги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чаругин, В. М. *Астрономия : учебное пособие для СПО* / В. М. Чаругин. - Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2019. - 236 с. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/86502.html> (дата обращения: 24.03.2022). - Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

2. Шильченко, Т. Н. *Астрономия : учебное пособие* / Т. Н. Шильченко. - Таганрог : Таганрогский институт управления и экономики, 2019. - 144 с. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/108072.html> (дата обращения: 24.03.2022). - Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

3. Благин, А. В. *Основы современной астрономии : учебное пособие* / А. В. Благин, О. В. Котова. - Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2019. - 259 с. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/117740.html> (дата обращения: 24.03.2022). - Режим доступа: – Текст : электронный.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1 Истинный показатель цвета

Истинный показатель	Спектральный класс
-0 ^m ,50	O5
-0 ^m ,45	B0
-0 ^m ,39	B5
-0 ^m ,15	A0
0 ^m ,00	A5
+0 ^m ,12	F0
+0 ^m ,26	F5
+0 ^m ,42	G0
+0 ^m ,64	G5
+0 ^m ,89	K0
+1 ^m ,20	K5
+1 ^m ,30	M0
+1 ^m ,80	M5

Таблица 2 Список названий лунных морей

Русское название	Международное название
Океан Бурь	Oceanus Procellarum
Залив Центральный	Sinus Medium
Залив Зноя (Волнений)	Sinus Aestuum
Море Плодородия (Изобилия)	Mare Foecunditatis
Море Нектара	Mare Nectaris
Море Спокойствия	Mare Tranquillitatis
Море Кризисов (Опасностей)	Mare Crisium
Море Ясности	Mare Serenitatis
Море Холода	Mare Frigoris
Залив Росы	Sinus Roris
Море Дождей	Mare Imbrium
Залив Радуги	Sinus Iridum
Море Паров	Mare Vaporum
Море Облаков	Mare Nubium
Море Влажности	Mare Humororum
Море Смита	Mare Smythii
Море Краевое	Mare Margins
Южное Море	Mare Australe
Море Москвы	Mare Mosquae
Море Мечты	Mare Ingenii
Море Восточное	Mare Orientalis

Таблица 3 Сведения о звёздах

Название	Название в созвездии	Спектр. класс	Температура 10^3 К	Цвет звезды	Расстояние		Видимая звёздная величина
					св.г	пс	
Альдебаран	α Тельца	K5	3.5	Оранжевая	64	20	$1^m,06$
Альтаир	α Орла	A6	8.4	Желтоватая	16	4,9	$0^m,89$
Антарес	α Скорпиона	M1	5.1	Красная	270	83	$1^m,22$
Арктур	α Волопаса	K0	4.1	Оранжевая	37	11,4	$0^m,24$
Бетельгейзе	α Ориона	M0	3.1	Красная	640	200	$0^m,92$
Вега	α Лиры	A1	10.6	Белая	27	8,3	$0^m,14$
Денеб	α Лебеда	A2	9.8	Белая	800	250	$1^m,33$
Капелла	α Возничего	G0	5.2	Желтая	52	16	$0^m,21$
Кастор	α Близнецов	A1	10.4	Белая	47	14,7	$0^m,48$
Поллукс	β Близнецов		4.2	Оранжевая	33	10,7	$1^m,34$
Процион	α Малого Пса	F4	6.9	Желтоватая	11,2	3,4	$0^m,34$
Регул	α Льва	B8	13.2	Белая	80	170	$-1^m,58$

Таблица 4. Порядковый список лунных цирков и кратеров

№	Русская транскрипция	Международная транскрипция	№	Русская транскрипция	Международная транскрипция
1	Ньютон	Newton	100	Лангрэн	Langrenus
13	Клавдий	Clavius	109	Альбатегний	Albategnius
14	Шейнер	Scheiner	110	Альфонс	Alphonsus
18	Неарх	Nearchus	111	Птолемей	Ptolemaeus
22	Магин	Maginus	119	Гиппарх	Hipparchus
29	Вильгельм	Wilhelm	141	Гевелий	Hevelius
30	Тихо	Tycho	142	Риччиоли	Riccioli
32	Штефлер	Stoefler	146	Кеплер	Kepler
33	Мавролик	Maurolycus	147	Коперник	Copernicus
48	Вальтер	Walter	168	Эратосфен	Eratosthenes
52	Фурнерий	Furnerius	175	Геродот	Herodotes
53	Стевин	Stevinus	176	Аристарх	Aristarchus
69	Виета	Vieta	186	Посидоний	Posidonius
73	Пурбах	Purbach	189	Автолик	Autolycus
74	Лакайль	La-Caile	190	Аристилл	Aristillus
77	Сакробоско	Sacrabosco	191	Архимед	Archimedes
78	Фракастор	Fracastor	192	Тимохарис	Timocharis
80	Петавий	Petavius	193	Ламберт	Lambert
84	Арзахель	Arzachel	201	Гаусс	Gauss
86	Буллиальд	Bullialdus	208	Эвдокс	Eudoxus
88	Кэвендиш	Cavendish	209	Аристотель	Aristoteles
89	Мерсений	Mersenius	210	Платон	Plato
90	Гассенди	Gassendi	220	Пифагор	Pythagoras
95	Катарина	Catharina	228	Атлас	Atlas
96	Кирилл	Cyrillus	229	Геркулес	Hercules