

Часть 7. Задачи первых Московских Астрономических Олимпиад

1 Олимпиада (1947 год), I тур

7.1. Чем объясняются белые ночи?

7.2. Орбиты двух комет лежат в плоскости эклиптики. Кометы имеют перигелийные расстояния 0.5 а.е. и 2.5 а.е. Длины их хвостов превышают 100 млн км. Может ли Земля пройти через хвосты этих комет?

7.3. В какое время и на какой высоте кульминирует Марс, находясь в противостоянии 22 декабря в Москве? В каком созвездии он при этом находится?

1 Олимпиада (1947 г.), II тур

7.4. Путешественник заметил, что во время затмения ущербление диска Солнца началось прямо снизу. Где и когда это могло быть?

7.5. Какой вид имеет спектр быстро вращающейся планеты, если щель спектрографа направлена вдоль ее экватора?

7.6. Во сколько раз изменится радиус цефеиды, если амплитуда изменения ее блеска равна 1.5^m , а яркость единицы поверхности остается постоянной?

2 Олимпиада (1948 год), I тур

7.7. В какое время и на какой высоте кульминирует Юпитер в момент его противостояния в Москве 22 июня? В каком созвездии он виден?

7.8. В романе Жюль Верна «Гектор Сервадак» описывается «комета Галлия» с расстоянием от Солнца в афелии 820 млн км и периодом обращения 2 года. Могла ли быть такая комета?

7.9. Найти отношение радиусов в затменно-переменной системе типа Алголя, если затмение центральное, спутник темный, а отношение блеска в максимуме и минимуме равно n .

2 Олимпиада (1948 год), II тур

7.10. Наблюдатель видел, как во время солнечного затмения ущербление началось сверху. Где и когда это могло быть?

7.11. Установить соотношение между расстояниями a планет от Солнца и линейными скоростями v в их орбитальном движении, считая орбиты планет круговыми.

7.12. Расстояние до Сириуса (2.7 парсека) уменьшается на 8 км каждую секунду. Через сколько лет блеск Сириуса возрастет вдвое?

3 Олимпиада (1949 год), I тур

7.13. Описать созвездия Ориона и Стрельца с наиболее примечательными объектами.

7.14. Как (в принципе) А.А. Белопольский при помощи спектроскопа смог установить метеоритное строение кольца Сатурна?

7.15. Какие видимые пути на небесной сфере должны описывать при параллактическом смещении звезды: α Льва, δ Ориона, γ Дракона и Полярная?

7.16. Если в каком-либо году затмение Солнца было 2 января, когда (приблизительно) в этом году могут быть затмения Солнца и Луны?

7.17. Разъяснить смысл народного суждения: «Месяц зимой ходит, как Солнце летом».

3 Олимпиада (1949 год), II тур

7.18. Верно ли, что 21 марта и 23 сентября день на Земле всюду равен ночи?

7.19. Определить диаметр звезды α Кита в километрах при ее видимом угловом диаметре $0.065''$ и параллаксе $0.024''$.

7.20. Синодический период внешней планеты составляет 417 суток. Каково ее среднее расстояние от Солнца?

4 Олимпиада (1950 год), I тур

7.21. 22 декабря во время полного затмения Луны произошло покрытие Юпитера Луной. В каком созвездии это происходило и в каком положении относительно Солнца и Земли был Юпитер?

7.22. Где полярный день длиннее – на северном или южном полюсе?

7.23. Найти ширину (в километрах) метеорного потока, метеоры которого наблюдались с 16 июля по 24 августа. Предполагается, что движение Земли перпендикулярно к оси потока.

7.24. Нарисовать расположение главных звезд и указать важнейшие объекты одного из следующих созвездий: Лира, Телец, Персей.

7.25. Какое созвездие дважды встречается на карте звездного неба? Видно ли оно вечером в марте?

4 Олимпиада (1950 год), II тур

7.26. Сколько времени прошло от соединения до противостояния планеты, если ее блеск за это время изменился на одну звездную величину?

7.27. Есть ли на Луне места, где Земля восходит и заходит?

7.28. В максимуме затменная переменная звезда имеет блеск 6^m , в минимуме – 8^m . Считая затмение центральным и спутник – темным, найти отношение объемов компонентов этой пары.

7.29. 1) Указать ориентировочно местонахождение созвездий Щита, Лисички, Стрелы, Малого Коня, Зайца, Ворона, Рыси.

2) Какие из созвездий земного неба носят названия физических приборов?

3) Указать цвет и температуру звезд: Альдебарана, Бетельгейзе, Веги, Денеба, Прокциона, Аркутра, Капеллы и перечислить их в порядке убывания блеска.

7.30. В каком незодиакальном созвездии и когда бывает Солнце?

5 Олимпиада (1951 год), I тур

- 7.31. Какие Вы знаете способы ориентировки по звездам, кроме Полярной?
- 7.32. Какие Вы знаете созвездия, не заходящие за горизонт на широте Москвы? Как они видны сегодня вечером (I тур Олимпиады проводился в апреле)?
- 7.33. Параллакс Солнца $8.80''$, а параллакс звезды $0.44''$. В сколько раз эта звезда дальше Солнца?
- 7.34. Какие Вы знаете работы М.В. Ломоносова в области астрономии?
- 7.35. Почему в средних широтах серп «молодой» Луны весной находится высоко над горизонтом и его рога направлены вверх, а осенью так бывает со «старой» Луной?

5 Олимпиада (1951 год), II тур

- 7.36. Какой наибольшей высоты, в какой день года, в котором часу и в каком созвездии может достигать полная Луна на широте Москвы?
- 7.37. Каковы угловой диаметр и звездная величина Солнца с Плутона и во сколько раз освещение этой планеты Солнцем отличается от освещения Земли полной Луной?
- 7.38. Описать движение спутника Юпитера Амальтеи – суточное и относительно звезд – для наблюдателя на экваторе планеты, считая, что движение спутника происходит в плоскости экватора и орбиты планеты, совпадающих с плоскостью эклиптики.

6 Олимпиада (1952 год), I тур

- 7.39. Что Вы знаете о созвездиях Андромеды, Пегаса и Кассиопеи?
- 7.40. 21 марта в истинный полдень длина тени вертикально стоящего столба равнялась высоте столба. На какой широте это было?
- 7.41. Указать (кратко) работы академика В.Я. Струве, характеризующие его как крупнейшего астронома XIX столетия.

6 Олимпиада (1952 год), II тур

- 7.42. По спектру некоторой звезды, находящейся вблизи точки летнего солнцестояния, в 20-х числах марта была определена ее лучевая скорость, равная -70 км/с. Через полгода измерения лучевой скорости дали результат -130 км/с. Определить на этом основании, как это было впервые предложено академиком А.А. Белопольским, расстояние от Земли до Солнца.
- 7.43. Полное солнечное затмение происходит во второй половине июня около местного полудня. Нарисовать наблюдаемую картину видимых при этом планет и наиболее ярких звезд, учитывая, что Венера находится в наибольшей западной элонгации, Меркурий в нижнем соединении, Марс в противостоянии.
- 7.44. 20 марта в 18 часов по московскому декретному времени происходит покрытие Луной звезд Плеяд. Рассказать, как наблюдалось бы это явление в Москве, Свердловске, в Комсомольске-на-Амуре.

Часть 7. Задачи первых Московских Астрономических Олимпиад

1 Олимпиада (1947 год), I тур

7.1. Белые ночи наблюдаются вблизи летнего солнцестояния в северном полушарии на широтах, больших 60.4° , а также вблизи зимнего солнцестояния южнее параллели 60.4° ю.ш., где в это время наступает лето. На этих широтах Солнце даже в полночь не опускается под горизонт глубже, чем на 6° , и всю ночь длятся светлые гражданские сумерки, а за Полярным кругом и вовсе наступает полярный день.

7.2. Кометный хвост направлен от ядра кометы в сторону, противоположную Солнцу. Если первая из комет, оказавшись в перигелии на расстоянии 0.5 а.е. от Солнца, пройдет одновременно посередине между Солнцем и Землей, то ее хвост будет направлен в сторону Земли. Длина хвоста превышает 100 млн км, то есть 0.67 а.е., что больше, чем расстояние от кометы до Земли (0.5 а.е.). Следовательно, наша планета может пройти через хвост первой кометы. А вот хвост второй кометы, которая будет всегда находиться дальше от Солнца, чем Земля, всегда будет направлен во внешнюю область Солнечной системы, и Земля не сможет пройти через него.

7.3. 22 декабря Солнце находится вблизи точки зимнего солнцестояния. Марс находится в противостоянии, то есть вблизи точки летнего солнцестояния, и кульминирует в истинную солнечную полночь. Его высота в верхней кульминации составляет

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta,$$

где φ – широта места наблюдения (равная $+55.7^\circ$), а δ – склонение Марса. Если не учитывать наклон орбиты Марса к эклиптике, то последняя величина составляет $+23.4^\circ$, и высота Марса над горизонтом оказывается равной 57.7° . Однако на самом деле во время противостояния во второй половине декабря Марс будет находиться в пространстве севернее плоскости эклиптики, и его склонение достигнет $+26.7^\circ$. Высота Марса над горизонтом в верхней кульминации на широте Москвы будет равна 61° . Во время проведения Первой Московской олимпиады по астрономии точка летнего солнцестояния находилась в созвездии Близнецов, к настоящему времени из-за прецессии земной оси она пересекла границу с созвездием Тельца.

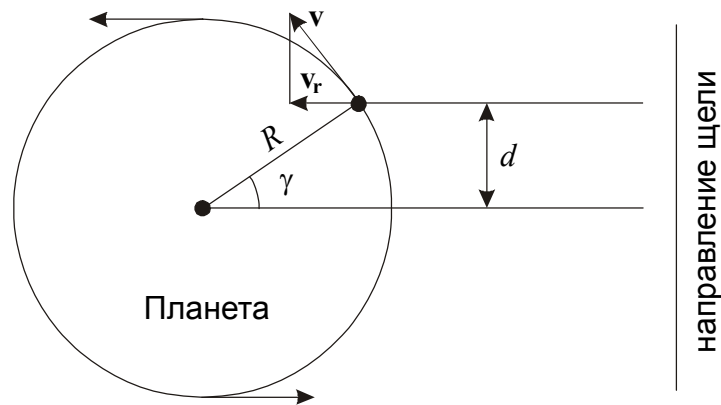
1 Олимпиада (1947 г.), II тур

7.4. Если затмение в данном пункте было центральным (полным или кольцеобразным), и Луна двигалась по диску Солнца снизу вверх, то это могло быть только во второй половине дня в экваториальных или тропических широтах Земли, где эклиптика, вдоль которой движется Луна, образует большой угол с горизонтом. Но если это затмение было частным с небольшой фазой, при котором диск Луны только задевает диск Солнца снизу, то такая ситуация могла наблюдаться на любой широте, более вероятно – в середине или во второй половине дня.

7.5. На разные участки щели будет попадать свет разных областей вдоль экватора планеты, по-разному двигающихся относительно наблюдателя. Лучевая скорость точки поверхности планеты, находящейся на расстоянии d от линии, соединяющей центр планеты и наблюдателя, равна

$$v_r = v \sin \gamma = v \frac{d}{R}.$$

Здесь v – полная скорость движения точки на экваторе, R – радиус планеты. Так как лучевая скорость, а значит, и смещение спектральных линий изменяются пропорционально d , и эти линии будут выглядеть как наклоненные прямые полосы.



7.6. По условию задачи поверхностная яркость (и эффективная температура) цефеиды остается постоянной, и блеск изменяется только за счет изменений ее пространственных и видимых размеров. В этом случае справедлива формула:

$$\Delta m = 5 \lg \frac{R_2}{R_1},$$

где R_1 и R_2 – радиусы цефеиды в минимуме и максимуме блеска. Подставляя числовое значение величины Δm , получаем, что в максимуме цефеида имеет в 2 раза больший радиус, чем в минимуме.

2 Олимпиада (1948 год), I тур

7.7. Задача аналогична задаче 7.3, только теперь противостояние происходит вблизи летнего солнцестояния, и планета Юпитер находится рядом с точкой зимнего солнцестояния в созвездии Стрельца. Склонение этой точки составляет -23.4° , и высота Юпитера в верхней кульминации будет равна

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta = 10.9^\circ.$$

Здесь φ – широта Москвы (55.7°). Если учесть наклон орбиты Юпитера к плоскости эклиптики, то склонение этой планеты составит -23.2° , а высота в верхней кульминации в Москве будет равна 11.1° .

7.8. Каким малым ни было бы перигелийное расстояние кометы r_p , мы можем записать неравенство для большой полуоси орбиты кометы:

$$a = \frac{r_p + r_A}{2} > \frac{r_A}{2} = 2.74 \text{ а.е.}$$

Здесь r_A – афелийное расстояние кометы. Применяя III закон Кеплера, мы получаем, что период обращения такой кометы вокруг Солнца не может быть меньше, чем $(2.74)^{3/2} = 4.54$ года. Следовательно, описанная в романе комета в Солнечной системе существовать не может.

7.9. Обозначим радиусы звезды и ее спутника через R и r . Считая спутник темным и пренебрегая потемнением диска яркой звезды к краю, запишем отношение яркостей затменной переменной вне минимума и в минимуме блеска и приравняем его к n :

$$\frac{\pi R^2}{\pi R^2 - \pi r^2} = n.$$

Из этой формулы получаем выражение для отношения радиусов:

$$\frac{r}{R} = \sqrt{\frac{n-1}{n}}.$$

2 Олимпиада (1948 год), II тур

7.10. Данная задача аналогична задаче 7.4. Если затмение в данном пункте было центральным (полным или кольцеобразным), и Луна двигалась по диску Солнца сверху вниз, то это могло быть только в первой половине дня в экваториальных или тропических широтах Земли, где эклиптика, вдоль которой движется Луна, образует большой угол с горизонтом. Но если это затмение было частным с небольшой фазой, при котором диск Луны только задевает диск Солнца сверху, то такая ситуация могла наблюдаться на любой широте, более вероятно – в первой половине или в середине дня.

7.11. Данную задачу можно решить, используя III закон Кеплера, а можно вспомнить, что линейная скорость движения по круговой орбите равна первой космической скорости для данного расстояния от Солнца:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{a}} = v_0 \sqrt{\frac{a_0}{a}}.$$

Здесь M – масса Солнца, a_0 – среднее расстояние от Земли до Солнца (астрономическая единица), а v_0 – средняя скорость движения Земли по орбите, составляющая около 29.8 км/с.

7.12. Задачу можно решить только в предположении, что Сириус движется точно по направлению к Солнцу, и скорость его приближения остается постоянной (на самом деле это не так). Определим, на каком расстоянии должен оказаться Сириус, чтобы стать вдвое ярче. Это расстояние равно

$$r = \frac{r_0}{\sqrt{2}} = 1.9 \text{ пк.}$$

Чтобы стать вдвое ярче, Сириусу нужно пройти расстояние, равное 0.8 пк. Двигаясь со скоростью 8 км/с или $8.2 \cdot 10^{-6}$ пк/год, Сириус преодолет это расстояние примерно за 97500 лет.

3 Олимпиада (1949 год), I тур

7.13. Созвездие Ориона – одно из самых выразительных созвездий земного неба. Его фигура состоит из большого четырехугольника из звезд 1 и 2 звездной величины, в центре которого находятся еще три ярких звезды – «пояс Ориона». Ярчайшие звезды созвездия – Бетельгейзе и Ригель – сверхгиганты со светимостью, в десятки тысяч раз превосходящей светимость Солнца. Главная достопримечательность созвездия – яркая туманность Ориона, в которую погружена кратная звезда θ Ориона. Созвездие Ориона видно практически всю ночь зимой, его также можно наблюдать во второй половине ночи осенью и весенними вечерами.

Созвездие Стрельца примечательно прежде всего тем, что в нем находится центр нашей Галактики. В этом созвездии можно увидеть большое число рассеянных и шаровых звездных скоплений и галактических туманностей. В созвездии Стрельца также находится точка зимнего солнцестояния – самая южная точка эклиптики. Это созвездие видно летними ночами, по утрам весной и вечером осенью.

7.14. Расположив щель спектроскопа вдоль большой оси колец Сатурна (как вдоль экватора планеты в задаче 7.5), по виду спектральной линии можно определить скорости отдельных частей кольца Сатурна. Проведя подобные наблюдения, А.А. Белопольский смог установить, что кольцо вращается вокруг Сатурна не как твердое тело – внутренние части кольца вращались быстрее внешних. Так было установлено метеоритное строение кольца Сатурна.

7.15. При параллактическом смещении звезда описывает в общем случае эллипс, эксцентриситет которого уменьшается от эклиптики к полюсам эклиптики. Звезда Регул (α Льва) находится на эклиптике, и для нее эллипс превратится в отрезок прямой. Для звезды δ Ориона, отстоящей от эклиптики примерно на 25° , эксцентриситет будет меньше, еще меньше он будет для Полярной звезды, располагающейся в 66° от эклиптики. Звезда γ Дракона находится на небе вблизи Северного полюса эклиптики, и в своем параллактическом движении за год она опишет окружность.

7.16. Интервал между двумя последовательными солнечными затмениями может составлять один или пять лунных синодических месяцев, но наиболее вероятное значение – шесть синодических месяцев или 177 дней. Поэтому, скорее всего следующее солнечное затмение произойдет вблизи 28 июня, а после этого – около 22 декабря (из-за эллиптичности орбиты Луны даты могут несколько отличаться). Лунное затмение происходит за половину синодического месяца до солнечного или через такой же промежуток времени после него (могут произойти сразу два затмения – и до, и после солнечного, но в этом случае оба они скорее всего будут полутеневыми). Поэтому лунное затмение может наступить в середине января, обязательно произойдет в июне или июле, а также возможно в декабре.

7.17. Полная Луна располагается на небе в области, противоположной Солнцу. В зимний период это окрестности точки летнего солнцестояния, в которые Солнце попадает летом. Склонение полной Луны зимой такое же, как у Солнца летом, и у нее будет такой же суточный путь на небе.

3 Олимпиада (1949 год), II тур

7.18. Утверждение в условии задачи верно лишь в приближении. Хотя склонение Солнца в эти даты и близко к нулю, продолжительность светлого времени суток будет больше 12 часов из-за явления атмосферной рефракции, «приподнимающего» небесные светила вблизи горизонта, а также из-за больших видимых размеров Солнца. На северном и южном полюсах Земли в эти дни будет светло круглые сутки – Солнце будет все время низко над горизонтом.

7.19. Параллакс звезды есть угол, под которым радиус земной орбиты виден с расстояния, разделяющего Солнце и данную звезду. Угловой диаметр звезды есть угол, под которым виден диаметр звезды с того же расстояния. Следовательно, диаметр звезды составляет $(0.065/0.024)=2.7$ а.е. или 405 млн км.

7.20. Синодический период внешней планеты S превышает один земной год, следовательно, планета обращается вокруг Солнца в том же направлении, что и Земля. В этом случае ее период обращения вокруг Солнца T может быть найден из соотношения:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{S}.$$

Здесь T_0 – период обращения Земли вокруг Солнца. Подставляя численные значения, получаем, что период обращения планеты вокруг Солнца составляет 8.06 лет. Величина среднего расстояния планеты от Солнца, или, то же самое, большой полуоси ее орбиты, составляет

$$a = a_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{2/3} = 4.02 \text{ а.е.}$$

4 Олимпиада (1950 год), I тур

7.21. Лунное затмение происходило во время зимнего солнцестояния. Луна, находясь в тени Земли, располагалась в противоположной Солнцу точке неба, то есть рядом с точкой летнего солнцестояния. Там же находился и Юпитер, то есть в это время он вступил в противостояние и располагался в пространстве с той же стороны от Солнца, что и Земля. На момент проведения Олимпиады точка летнего солнцестояния находилась в созвездии Близнецов, к концу XX века она перешла в созвездии Тельца.

7.22. Земля обращается вокруг Солнца по эллиптической орбите, проходя точку перигелия в начале января. Путь от точки, соответствующей осеннему равноденствию, то точки, где наступает весеннее равноденствие, Земля проходит быстрее, чем противоположную часть орбиты, поэтому полярный день на южном полюсе короче, чем на северном полюсе. Разница их продолжительности составляет 7 дней.

7.23. Если предположить, что Земля движется перпендикулярно к оси потока, то его ширина равна длине хорды, связывающей положения Земли в моменты начала и конца активности потока. Продолжительность активности потока составляла 39 дней. Считая орбиту Земли круговой, получаем, что угловое перемещение нашей планеты за это время γ равно 38.4° . Ширина метеорного потока равна

$$d = 2R \sin \frac{\gamma}{2} = 98.4 \text{ млн км.}$$

Здесь R – радиус земной орбиты.

7.24. При описании важнейших объектов необходимо упомянуть:

В созвездии Лиры: звезда Вега (α Лиры) – одна из ярчайших звезд неба, звезда β Лиры – затменная переменная звезда с тесными компонентами, звезда ϵ Лиры – кратная звезда, состоящая из двух пар. В этом созвездии находится также самая знаменитая планетарная туманность «Кольцо» (M57).

В созвездии Тельца: яркая красная звезда Альдебаран (α Тельца), яркие рассеянные звездные скопления Плеяды и Гиады, Крабовидная туманность (M1), являющаяся остатком вспышки сверхновой звезды, наблюдавшейся в 1054 году.

В созвездии Персея: звезда Алголь (β Персея) – родоначальник класса затменных переменных звезд, двойное рассеянное звездное скопление χ и η Персея, рассеянное звездное скопление M34.

7.25. Созвездие Змеи состоит из двух несоприкасающихся друг с другом частей, разделенных созвездием Змееносца. Вечером в марте обе части находятся под горизонтом и не видны.

4 Олимпиада (1950 год), II тур

7.26. Задачу можно решить, считая орбиты Земли и планеты круговыми с радиусами R_0 и R . В этом случае разница блеска планеты в соединении и противостоянии возникает только из-за изменения расстояния между Землей и планетой и равна

$$\Delta m = 5 \lg \frac{R+R_0}{R-R_0} = 1.$$

Решая данное уравнение, мы получаем $R = 4.42 R_0$. По III закону Кеплера можно получить соотношение между орбитальными периодами двух планет:

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{R}{R_0} \right)^{3/2} = 9.29.$$

Синодический период планеты S определяется соотношением:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}.$$

Из этого соотношения мы получаем, что синодический период планеты составляет 409.3 суток. Промежуток времени между соединением и противостоянием планеты равен половине этого периода, то есть 204.65 суткам.

7.27. Такие области на Луне есть, и они покрывают около 18% всей лунной поверхности. Из-за либраций Луны наш спутник «покачивается» относительно земного наблюдателя, и области, находящиеся на границе видимого полушария Луны, периодически появляются и скрываются за лунным лимбом. При наблюдении из этих областей Луны Земля будет периодически появляться невысоко над горизонтом и скрываться за него.

7.28. Отношение яркостей звезд в максимуме и минимуме равно $2.512^2 = 6.31$. Подставляя это число в формулу, полученную в решении задачи 7.9, получаем отношение радиусов темного и светлого компонентов, равное 0.92. Отношение объемов компонентов будет равно 0.92^3 , то есть 0.78.

7.29. 1) Созвездия Щита, Лисички, Стрелы и Малого Коня находятся неподалеку от «летнего треугольника» и хорошо видны летом по ночам и осенними вечерами. Маленькое созвездие Щита находится правее и ниже созвездия Орла с яркой звездой Альтаиром. Выше созвездия Орла видно выразительное созвездие Стрелы, а еще выше – созвездие Лисички. Созвездие Малого Коня находится слева от созвездия Орла.

Созвездие Зайца находится под созвездием Ориона и лучше всего видно зимой. Созвездие Ворона находится под созвездием Девы и видно весенними ночами. Наконец, созвездие Рыси, находящееся между заметными созвездиями Близнецов и Большой Медведицы, в средних широтах практически не скрывается под горизонтом и хорошо видно большую часть года, кроме летних месяцев.

2) Созвездия: Весы, Компас, Микроскоп, Насос, Октант, Телескоп, Секстант, Часы.

3) Бетельгейзе – красная звезда спектрального класса М с температурой поверхности около 3000 К, Арктур и Альдебаран – оранжевые звезды класса К с температурой поверхности около 4000 К. Капелла – желтая звезда класса G с температурой поверхности около 6000 К, Процион – бело-желтая звезда класса F с температурой поверхности около 8000 К, Вега и Денеб – белые звезды класса A с температурой поверхности около 10000 К.

Последовательность этих звезд в порядке убывания блеска: Арктур, Вега, Капелла, Процион, Бетельгейзе, Альдебаран, Денеб.

7.30. Кроме 12 зодиакальных созвездий, эклиптика также проходит через созвездие Змееносца. В этом созвездии Солнце бывает в первой половине декабря.

5 Олимпиада (1951 год), I тур

7.31. В принципе, ориентироваться можно по любой звезде на небе, если знать, в какое время она восходит, заходит или кульминирует. Верхняя кульминация звезды, склонение которой меньше, чем широта места наблюдения, происходит на юге. Восход и заход звезд вблизи небесного экватора происходят соответственно на востоке и западе.

7.32. Созвездия, всегда полностью находящиеся над горизонтом на широте Москвы: Малая Медведица, Дракон, Цефей, Кассиопея, Жираф, Ящерица. Созвездия, значительная часть которых никогда не заходит на широте Москвы: Большая Медведица, Гончие Псы, Волопас, Геркулес, Лира, Лебедь, Андромеда, Персей, Возничий, Рысь, Малый Лев.

Из этих созвездий апрельскими ночами лучше всего видны Большая и Малая Медведицы, Гончие Псы, Волопас, Дракон, Геркулес. Эти созвездия располагаются вблизи зенита. Остальные созвездия видны в северной части неба, а Андромеда и Персей лишь частично видны у северного горизонта.

7.33. С первого взгляда может показаться, что раз параллакс Солнца больше параллакса звезды в 20 раз, то звезда располагается в 20 раз дальше Солнца. Но это, конечно, не так. Для Солнца дано значение экваториального горизонтального параллакса, базисом которого служит экваториальный радиус Земли. Базис годичного параллакса – радиус земной орбиты – в 23450 раз больше. Поэтому звезда отстоит от нас в 469000 раз дальше Солнца.

7.34. Главное астрономическое открытие М.В. Ломоносова – обнаружение атмосферы Венеры на основе оптических эффектов, наблюдавшихся при ее прохождении по диску Солнца в 1761 году. Кроме этого, великий русский ученый усовершенствовал оптическую схему телескопа-рефлектора, сделал правильные заключения о строении Солнца, о природе сил отталкивания в хвостах комет, о бесконечности Вселенной и множестве обитаемых миров. Много работ М.В. Ломоносов провел также в смежных с астрономией областях науки: картографии, гравиметрии.

7.35. «Молодая» Луна бывает видна вечером, а «старая» – утром. Весенний вечер и осеннее утро – время, когда точка летнего солнцестояния находится вблизи верхней кульминации на большой высоте над горизонтом, и линия эклиптики образует с горизонтом значительный угол. Луна, находящаяся вблизи эклиптики, тоже располагается достаточно высоко, а рога ее серпа, направленные от Солнца вдоль эклиптики, обращены вверх.

5 Олимпиада (1951 год), II тур

7.36. Для достижения максимальной высоты над горизонтом склонение Луны также должно достичь своего максимального значения. Это происходит, когда восходящий узел лунной орбиты совпадает с точкой весеннего равноденствия. Склонение Луны может достичь

$$\delta = \varepsilon + i = 28.6^\circ.$$

Здесь ε – угол наклона экватора к эклиптике, а i – наклонение орбиты Луны. Наш спутник будет находиться севернее точки летнего солнцестояния, на границе трех созвездий: Тельца, Близнецов и Возничего. В этой области неба Луна будет иметь полную фазу вблизи зимнего солнцестояния (22 декабря), а кульминация будет происходить около истинной солнечной полуночи. Если не учитывать суточный параллакс, то максимальная высота Луны над горизонтом составит

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta = 62.9^\circ.$$

Здесь φ – широта Москвы. Для более точного ответа нужно также учесть параллактическое смещение Луны к горизонту, равное $p_L \cos h$, где p_L – экваториальный горизонтальный параллакс Луны, составляющий не менее 0.9° . В итоге, максимальная высота Луны над горизонтом составит 62.5° .

7.37. Среднее расстояние Плутона от Солнца составляет 39.5 а.е. Поэтому видимый диаметр Солнца на Плуtone будет в 39.5 раз меньше, чем на Земле, то есть всего $49''$, и диск Солнца не будет замечен невооруженным глазом. Звездная величина Солнца на Земле составляет -26.8^m , а на Плуtone она будет равна

$$m = -26.8 + 5 \lg 39.5 = -18.8.$$

Солнце на Плутоне будет на 6.1^m ярче, чем полная Луна на Земле. В итоге, день на Плутоне будет в 275 раз светлее, чем лунная ночь на Земле.

7.38. Сидерический период обращения Амальтеи вокруг Юпитера T равен 11.956 часов, а период осевого вращения Юпитера T_0 составляет 9.924 часа. Синодический период обращения Амальтеи по небу относительно наблюдателя на поверхности Юпитера вычисляется по формуле

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}$$

и составляет 2.433 суток. Этот спутник будет восходить на востоке и заходить на западе, перемещаясь по небу намного медленнее Солнца, звезд и галилеевых спутников. Его угловые размеры составят около $2'$ вблизи горизонта и $3'$ в зените, и он будет периодически проходить по диску Солнца, имеющему видимый диаметр $6'$, и попадать в тень Юпитера. С точки зрения наблюдателя на Юпитере быстро движущиеся Солнце и тень планеты будут встречаться с почти неподвижной Амальтеей.

6 Олимпиада (1952 год), I тур

7.39. Главная достопримечательность созвездия Андромеды – это спиральная галактика M31, часто называемая «туманностью Андромеды». Это крупнейшая галактика Местной группы, ближайшая к нашей Галактике спиральная система. Звезда γ Андромеды – одна из красивейших двойных звезд нашего неба.

Созвездие Пегаса имеет выразительную форму трапеции, близкой к квадрату («квадрат Пегаса»), одна из вершин которого принадлежит созвездию Андромеды. В созвездии Пегаса есть достаточно яркое шаровое звездное скопление M15.

Созвездие Кассиопеи также имеет примечательную форму – пять ярчайших звезд созвездия образуют очертание буквы M или W в зависимости от положения созвездия на небе. В 1572 году в этом созвездии вспыхнула сверхновая звезда, которую наблюдал Тихо Браге. Находясь в гуще Млечного Пути, это созвездие содержит множество рассеянных звездных скоплений, из которых можно выделить скопление M52.

Все три созвездия в северных широтах находятся над горизонтом большую часть суток, созвездие Кассиопеи и большая часть созвездия Андромеды в средней полосе России вообще не заходят за горизонт. Но лучше всего они видны осенью, располагаясь в середине ночи вблизи зенита.

7.40. Длина тени вертикального столба сравнивается с высотой столба, если Солнце находится на высоте 45° над горизонтом. 21 марта – день весеннего равноденствия, склонение Солнца в этот день равно 0° . Верхняя кульминация Солнца в этот день составляет 45° на широте 45° в северном и южном полушариях.

7.41. В.Я. Струве – основатель и первый директор Пулковской обсерватории. Им впервые был измерен параллакс далекой звезды (звезда Вега, 1837 год), были проведены многочисленные исследования двойных звезд. В.Я. Струве принадлежит идея о поглощении света в межзвездном пространстве и первая попытка определения этого поглощения. Он также занимался исследованием строения Млечного Пути. В.Я. Струве провел обширные точные геодезические измерения, давшие возможность определить размеры Земли. Под его руководством Пулковская обсерватория начала создание звездных каталогов, исключительных по своей точности.

6 Олимпиада (1952 год), II тур

7.42. Во время весеннего равноденствия, в 20-х числах марта, Земля движется по орбите в направлении от точки летнего солнцестояния, и измеренная лучевая скорость звезды равна

$$v_1 = v + u,$$

где v – лучевая скорость звезды относительно Солнца, а u – орбитальная скорость Земли. Через полгода Земля будет двигаться уже в направлении точки летнего солнцестояния, и измеренная лучевая скорость звезды составит

$$v_2 = v - u.$$

Подставляя численные данные, получаем $v = -100$ км/с, $u = 30$ км/с. Считая орбиту Земли круговой, мы вычисляем путь Земли, пройденный за период обращения вокруг Солнца T (1 год) и вычисляем радиус орбиты Земли:

$$R = \frac{uT}{2\pi} = 150.7 \text{ млн км.}$$

Полученная величина близка к истинному значению (149.6 млн км).

7.43. Две из указанных в условии задачи планет не будут видны на небе во время полной фазы затмения. Марс находится в противостоянии, в точке, противоположной Солнцу и в полдень окажется под горизонтом. Меркурий в нижнем соединении будет находиться рядом с Солнцем, имея очень слабый блеск, недостаточный для его обнаружения на фоне солнечной короны. Лишь Венера будет хорошо видна в 47° к западу от Солнца, являясь вторым по яркости объектом неба после солнечной короны.

Во время полной фазы затмения Солнце и затмившая его Луна находятся на границе созвездий Тельца и Близнецов. На потемневшем небе появятся яркие звезды: Капелла выше Солнца, Бетельгейзе и Ригель ниже его, еще ниже – Сириус. Справа от Солнца, примерно посередине между ним и Венерой, будет виден Альдебаран, слева от Солнца появятся Кастор и Поллукс, ниже них – Процион.

7.44. Рассеянное звездное скопление Плеяды и покрывающая их растущая Луна в день весеннего равноденствия хорошо видны по вечерам на большой высоте над горизонтом. Но в Москве в 18 часов Солнце только приближается к горизонту, и наблюдать покрытие на светлом дневном небе можно только с помощью телескопа. Гораздо лучше покрытие будет видно в Свердловске (ныне Екатеринбург), где уже наступит вечер. А вот в Комсомольске-на-Амуре будет глубокая ночь, Луна и Плеяды зайдут за горизонт незадолго до покрытия, и оно там видно не будет.