

1. Stephenson 2-18

15 баллов

Титенский А.И.

Звезда Stephenson 2 – 18 – это красный сверхгигант, радиус которого в 2200 раз превышает радиус Солнца. Какие большие планеты окажутся внутри нее, если эту звезду поместить вместо Солнца в центр Солнечной системы?

Решение. Найдем размер звезды в более привычных единицах для астрономии, в которых можно сравнить ее размер с расстояниями планет от Солнца. Это астрономические единицы (а.е.), где 1 а.е. = 150 млн. км, что соответствует среднему расстоянию от Солнца до Земли.

$$R_s = \frac{2\,200 \cdot R_{\odot}}{1 \text{ а.е.}} = \frac{2\,200 \cdot 697\,000 \text{ км}}{150\,000\,000 \text{ км}} \approx 10.2 \text{ а.е.}$$

Воспользовавшись справочными материалами, определим, что внутри этой звезды оказались бы шесть планет Солнечной системы: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн.

Ответ. Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн.

Критерии оценивания.

15

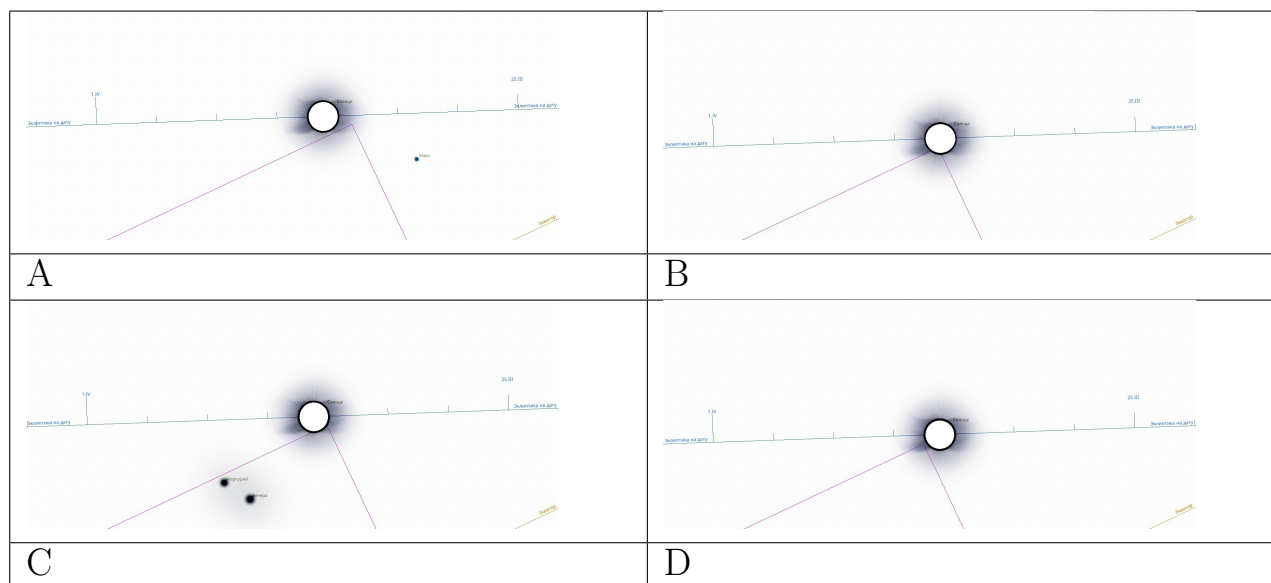
Определение радиуса в а.е.	10
Вывод выражения	6
Корректная подстановка и вычисления	4
Определение планет попадающих внутрь	5
Каждая ошибочная планета	-1
Если не указаны никакие планеты	0

2. Солнце в Ките

15 баллов

Игнатьев В.Б.

Один раз в год Солнце на 12 часов заходит своим краешком в созвездие Кита. Вам даны схема звездного неба, на которой вы видите границы созвездий и эклиптику (видимый путь центра Солнца по небу). Все схемы даны на один и тот же день года, в одно и то же время, начиная с 2027 по 2030 год. Определите какая схема относится к какому году. Обязательно укажите почему так происходит.



Решение. Известно, что тропический год длится $365 + 1/4$ дня, а календарный год – или 365, или 366 дней. Значит, когда год високосный, то за 366 дней Солнце успевает пройти полный круг $+ 3/4$ дня.

Так как Солнце по эклиптике движется справа налево (с запада на восток), то в високосный год окажется максимальное смещение диска Солнца влево (на восток). Это схема А. Единственный високосный год из предложенного интервала – 2028.

Обычный год длится 365 дней, что меньше тропического года, поэтому после 2028 года за каждый последующий год Солнце будет проходить меньше, чем целый круг, на $1/4$ дня. Поэтому схема С соответствует 2029 году, схема В – 2030 году, схема D соответствовала бы 2031 году, но такого нет в заданном интервале времени. Поэтому для нее подойдет 2027 год, который также идет перед високосным. Верный ответ – DACB.

Ответ. DACB

Критерии оценивания.	15
Длительность года - 365.25	2
Разная длительность календарного года	4
Високосный год максимальное смещение налево. Вариант А	4
Постепенно смещение вправо. Вариант С - 2029	1
Постепенно смещение вправо. Вариант В - 2030	1
Начальный рисунок. Вариант D	3

3. Штуки и Типы

15 баллов

Кузнецов М.В.

Известно, что планет земной группы и планет-гигантов поровну. Спутников у Юпитера в 3 раза меньше чем у Сатурна. Спутников у Урана на 11 больше чем у Нептуна, а спутников у планет земной группы в 9 раз меньше, чем у 7 планеты. Сколько всего планет земной группы, планет-гигантов и спутников у каждой из больших планет? Полное число больших планет и спутников вместе равно 434.

Решение. Взглянем в справочные данные. Всего в Солнечной системе содержится 8 больших планет, из которых 4 являются планетами земной группы и еще 4 – планетами-гигантами.

Из планет земной группы спутники есть только у Земли (Луна) и Марса (Фобос и Деймос). Следовательно, у планет земной группы число спутников равно 3. Тогда у седьмой планеты, которой является Уран, открыто $3 \cdot 9 = 27$ спутников, а у Нептуна остается $27 - 11 = 16$ спутников.

Определим, сколько спутников у Юпитера и Сатурна вместе: $434 - 8 - 3 - 16 - 27 = 380$. Так как спутников у Юпитера в 3 раза меньше, чем у Сатурна, то $x + 3x = 380 \rightarrow x = 95$. Значит, число спутников у Юпитера будет равно 95, а у Сатурна – 285.

Ответ. 4 планеты земной группы. Их число спутников: Меркурий – 0, Венера – 0, Земля – 1, Марс – 2.

4 планеты-гиганта. Их число спутников: Юпитер – 95, Сатурн – 285, Уран – 27, Нептун – 16.

Критерии оценивания.	15
Определение планет каждого типа	2
Планеты земной группы – это Меркурий, Венера, Земля и Марс.....	1
Планеты-гиганты – это Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун	1
Определение количества спутников планет земной группы	5
У Меркурия и Венеры нет спутников	1+1
У Земли один спутник – Луна.....	1
У Марса два спутника.....	1
Указаны названия спутников Марса – Фобос и Деймос.....	1
Определение количества спутников у планет-гигантов.....	8
Выражено и определено число спутников Юпитера (95).....	2
Выражено и определено число спутников Сатурна (285)	2
Выражено и определено число спутников Урана (27).....	2
Выражено и определено число спутников Нептуна (16).....	2

4. 3 спутника

15 баллов

Игнатьев В.Б.

Искусственные спутники Земли летают на разных высотах, и от этого у них разный период обращения вокруг Земли. Три различных спутника Земли все время летают над экватором. У одного из них период равен 24 часа, у второго – 16 часов, у третьего – 10 часов. В некоторый момент все спутники одновременно оказались над одной и той же точкой на экваторе. Когда они снова окажутся над той же самой точкой Земли? Все спутники вращаются в стороны вращения Земли, считать период обращения Земли вокруг своей оси равным 24 часам.

Решение.

Поскольку спутники должны оказаться над той же самой точкой Земли, каждый из них должен сделать целое число оборотов вокруг Земли. Обозначим как N , M , K количество оборотов первого, второго и третьего спутника соответственно. Тогда искомое время t будет равно:

$$t = 24N = 16M = 10K$$

Это уравнение в целых числах можно решить подбором, а для оптимизации подбора можно воспользоваться методом разложения на множители. Представим каждый из периодов в следующем виде:

$$24 = 2 \times 2 \times 2 \times 3$$

$$16 = 2 \times 2 \times 2 \times 2$$

$$10 = 2 \times 5$$

Число

$$(2 \times 2 \times 2 \times 3) \times 2 = 48 = (2 \times 2 \times 2 \times 2) \times 3$$

делится как на 24, так и на 16. При этом 48 и оставшийся период 10 оба являются четными, но 10 также делится еще и на 5. Поэтому число $48 \times 5 = 240$ делится и на 10, и на 16, и на 24. Найденное число 240 называется *наименьшим общим кратным* (НОК) чисел 10, 16, 24.

Число необходимых оборотов для повторения положения у каждого спутника будет равно:

$$N = 2 \times 5 = 10 \text{ оборотов,}$$

$$M = 3 \times 5 = 15 \text{ оборотов,}$$

$$K = 2 \times 2 \times 2 \times 3 = 24 \text{ оборота.}$$

Ответ. Положение повторится через $t = 240$ часов.

Критерии оценивания.

15

Вывод о целом числе оборотов	3
Это наименьшее общее кратное	2
Разложение на простые множители периодов	2×3
Нахождение численного значения НОК	3
Итоговый ответ	1

5. Сова

15 баллов

Игнатьев В.Б., Кузнецов М.В.

До утверждения единой звездной карты в разных странах существовали созвездия отсутствующие сейчас. Сова или Ночная Сова (лат. *Noctua*) — отменённое созвездие. Было введено Александром Джеймисоном в 1822 году. Перед вами фрагмент атласа с этим созвездием. Ответьте на следующие вопросы:

- Видно ли это созвездие в средних широтах северного полушария?
- В каком месяце самое благоприятное время для того, чтобы увидеть звезды этого созвездия?
- С какими созвездиями граничит это созвездие в северной своей части?

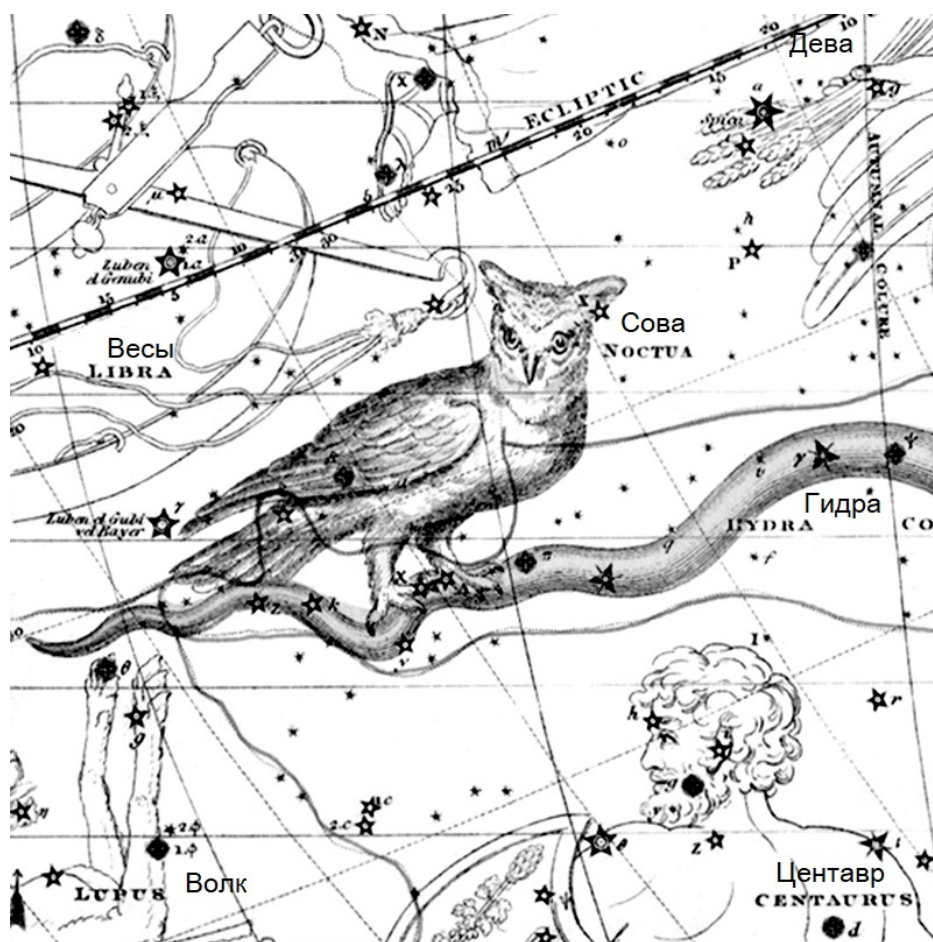


Рис. 1: К задаче «Сова».

Решение. Обратим внимание, что на звездной карте присутствует сетка координат, из которой видно, что сверху находится север, снизу юг, слева восток, а справа запад. Так же севернее созвездия проходит эклиптика - годичный путь Солнца. Следовательно, это созвездие видно в северных широтах.

Севернее расположены созвездия Весов и Девы, западнее - Гидра, южнее - Волк и Центавр, к востоку - так же Весы. Условие видимости соответствуют положению на эклиптике Солнца в противоположной области границе созвездий Весов и Девы.

В созвездие Девы Солнце попадает в конце сентября, так как в этом созвездии расположена точка осеннего равноденствия. А границу созвездий Весов и Девы, Солнце проходит в конце октября начале ноября. Следовательно лучшие условия видимости созвездия наступают через полгода в конце апреля начале мая.

Ответ. Ответы:

- А. Да созвездие видно.
- В. Апрель, Май
- С. Весы и Дева

Критерии оценивания.

15

Понимание карты.....	5
Верная ориентация Совы и стороны света.....	1
Нахождение граничащих созвездий.....	2
Вывод о видимости.....	2
Обоснованное определение времени видимости.....	6
Солнце на границе Девы и Весов в октябре-ноябре.....	3
Вывод о видимости через полгода от видимости Солнца.....	3
Нахождение граничащих с севера созвездий:.....	4
Если только Дева и Весы.....	4
Если только Дева или только Весы.....	3
Если есть Дева или Весы и не правильное созвездие.....	2
За каждое дополнительное не верное созвездие -1 балл, но суммарная оценка за этот пункт не менее 0.	

6. РАТАН-600

20 баллов

Игнатьев В.Б.

РАТАН-600 (Радиоастрономический телескоп Академии наук) — крупнейший в мире радиотелескоп с рефлекторным зеркалом диаметром около 580 метров. Принадлежит Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук. Перед вами негатив спутникового снимка телескопа. На снимке обозначены: №3 - приемник излучения, №1 - круговой отражатель, №2 - плоский отражатель, №4 - расстояние между приемником и плоским отражателем. Определите:

- А. минимальное расстояние от центрального приемника №3, до плоского отражателя №2.
- В. длину плоского отражателя №2.

Измерения и построения проводите на специальном бланке для решений с негативом фотографии, и сдайте его вместе с работой

Решение.

Для того, чтобы определить размеры элементов телескопа необходимо определить масштаб. Проведем измерения. Диаметр телескопа, размер проведенный через центр элемента №1 составляет $D = 126$ мм на изображении. Следовательно, масштаб составит:

$$a = \frac{580}{126} = 4.6 \text{ м на мм}$$

Масштаб может быть записан в виде выражения при последующих выкладках. Такое решение засчитывается в полной мере. Плоский отражатель -№2 на рисунке имеет длину $L = 87$ мм. А минимальное расстояние №4 – $x = 24$ мм. Следовательно, размер плоского отражателя:

$$L = a \cdot L = 400.48 \approx 400 \text{ м}$$

Минимальное расстояние составит:

$$\Delta = a \cdot x = 110.47 \approx 110 \text{ м}$$

Ответ. 1. Размер плоского отражателя составляет $L = 400$ м. 2. Минимальное расстояние составит $\Delta = 110$ м. через диаметр или радиус РАТАН-600



Рис. 2: К задаче «РАТАН-600».

Критерии оценивания.	20
Определение масштаба фотографии.....	6
Измерение диаметра радиотелескопа в мм.....	3
Нахождение численного значения 4.6 ± 0.2 м на мм.....	3
Если при построениях используются размеры не через центр радиотелескопа, то пункт оценивается из 5 баллов, при верных вычислениях.	
Нахождение минимального расстояния Δ	7
Снятие размера расстояния в мм.....	3
Умножение на масштаб и правильное нахождение мин-го расстояния.....	4
Определение длины плоского отражателя L	7
Снятие с фотографии размера отражателя в мм.....	3
Умножение на масштаб и правильно нахождение L	4

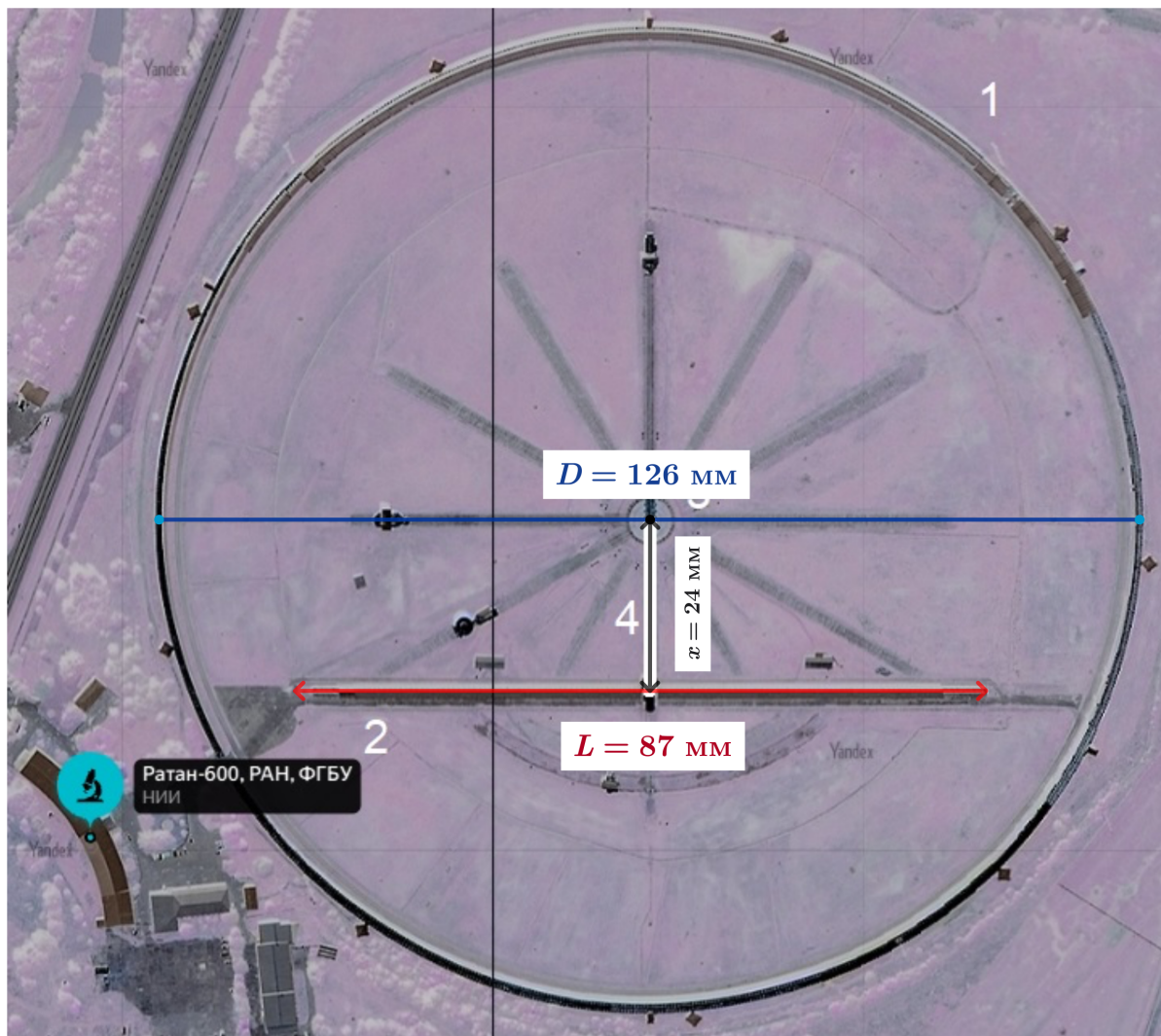


Рис. 3: К задаче «РАТАН-600».

7. Сезоны года

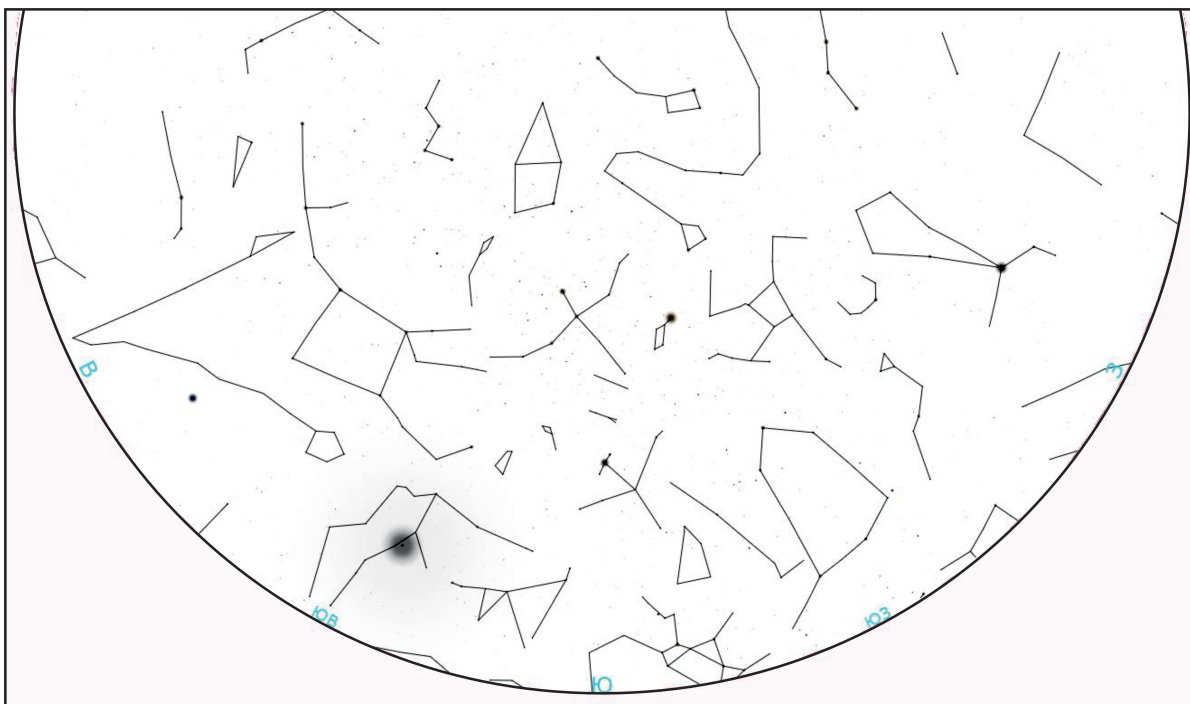
20 баллов

Игнатьев В.Б., Кузнецов М.В.

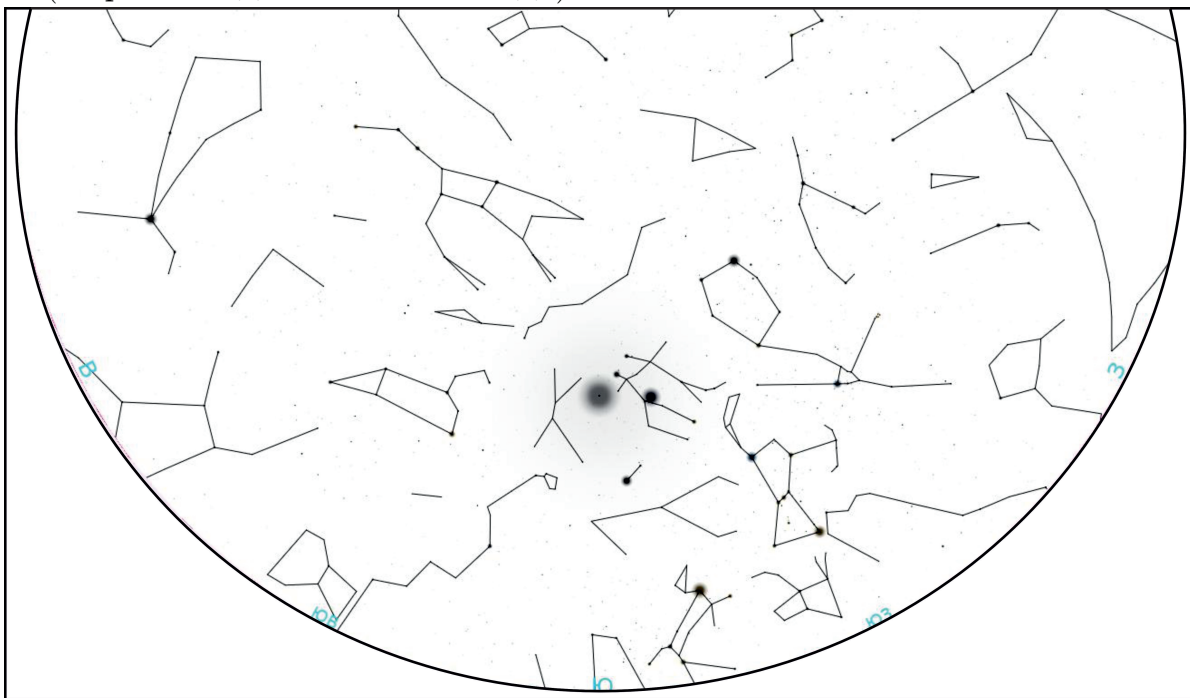
Перед вами вид звездного неба в направлении на юг около местной полночи в четырех разных временах года. Определите:

1. Последовательность видов начиная с начала года.
2. Какой из видов соответствует виду звездного неба летом?
3. В каком из них созвездие, в котором находится звезда Сириус заходит за горизонт, и как называется это созвездие?
4. В каких из них Луна находится на небесном меридиане, какова фаза Луны в этот момент?

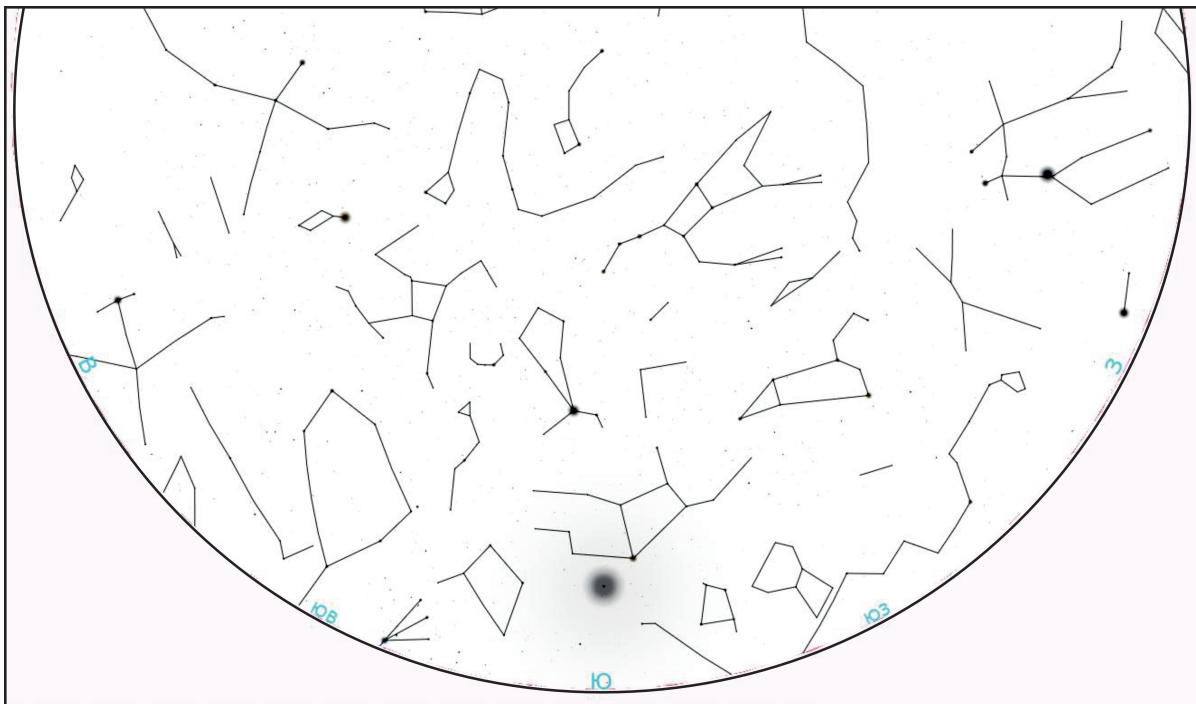
Измерения и построения проводите на специальном бланке для решений с картами, и сдайте их вместе с работой.



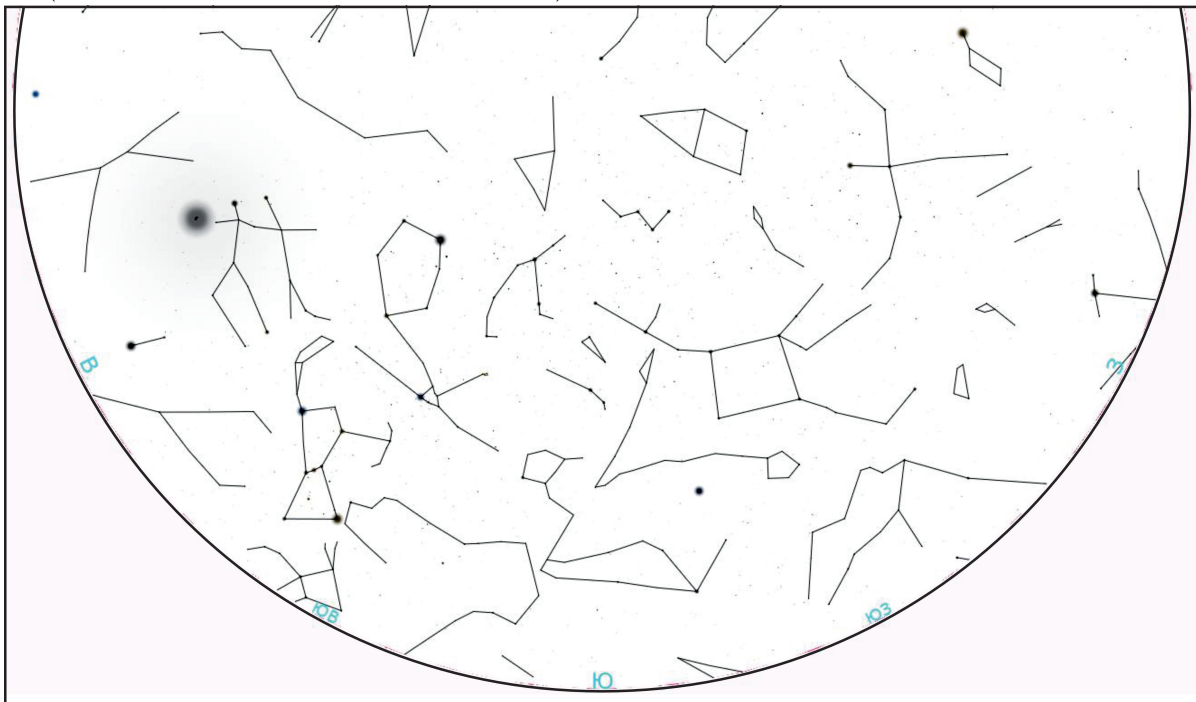
А (Карта к задаче «Сезоны Года»)



В (Карта к задаче «Сезоны Года»)

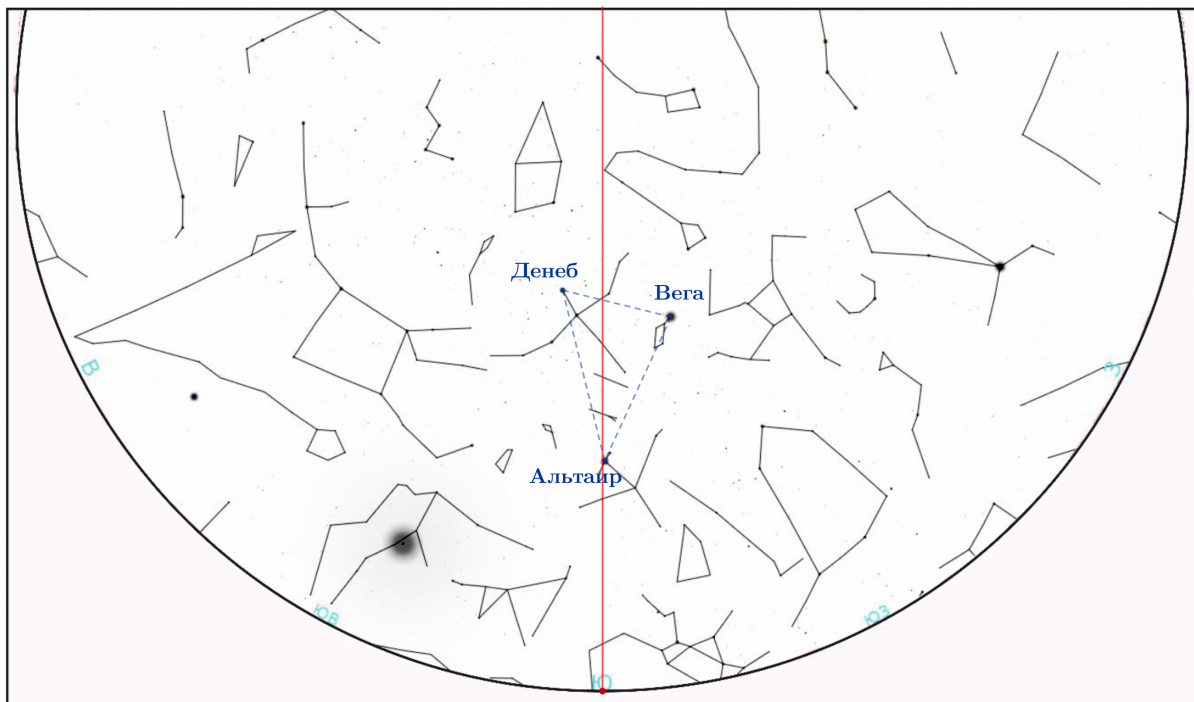


С (Карта к задаче «Сезоны Года»)

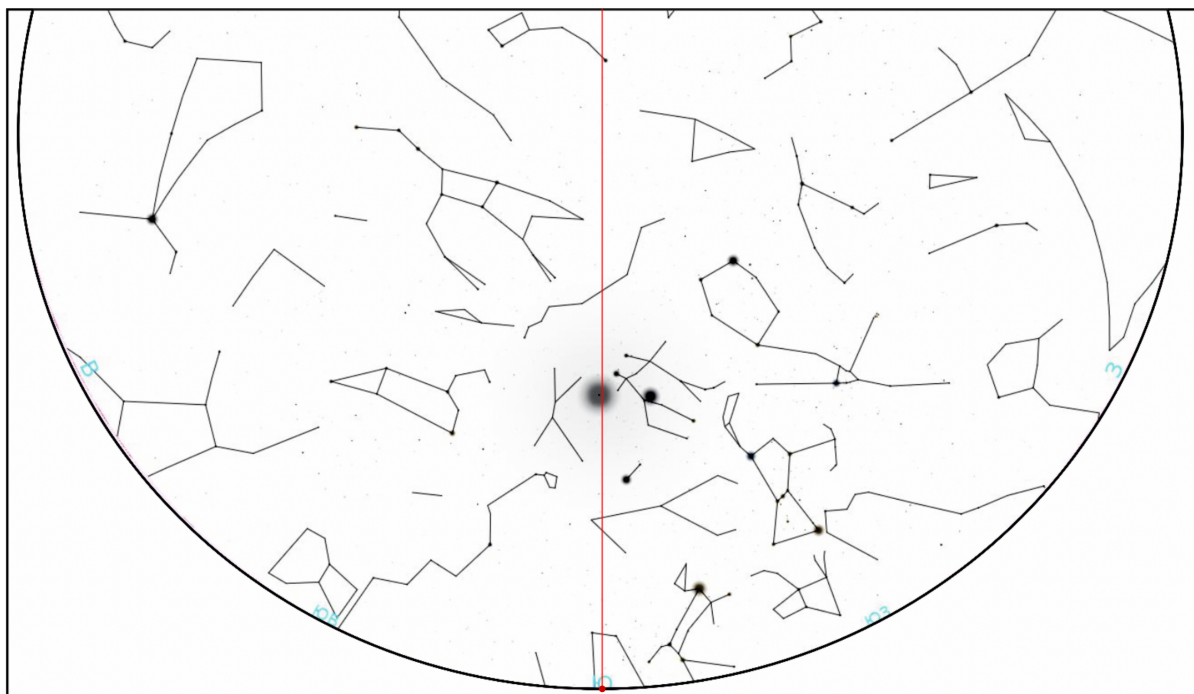


D (Карта к задаче «Сезоны Года»)

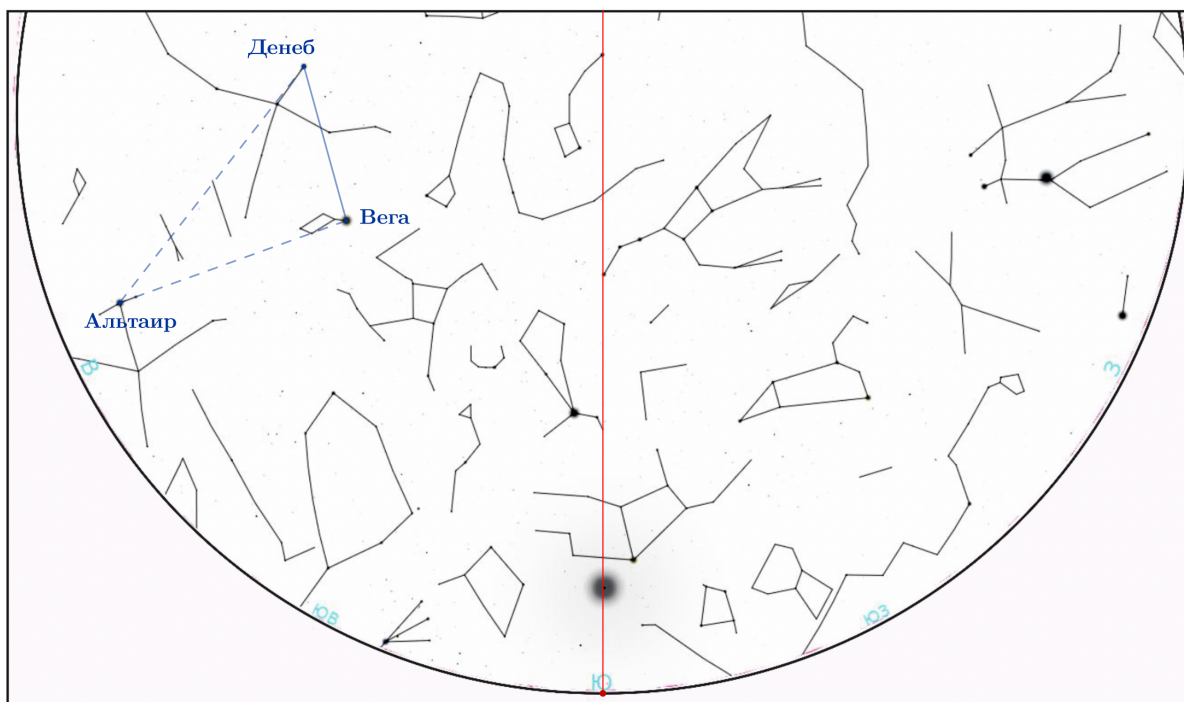
Решение. Из условия задачи следует, что перед нами вид звездного неба ночью. Следовательно самый яркий объект, видимый на всех предоставленных картах это Луна. Поскольку за год ночное небо при наблюдении в одно и тоже местное время сменяется на 360° , смещаясь примерно на 1° на запад (вправо на данных картах), в следствии вращения Земли вокруг Солнца.



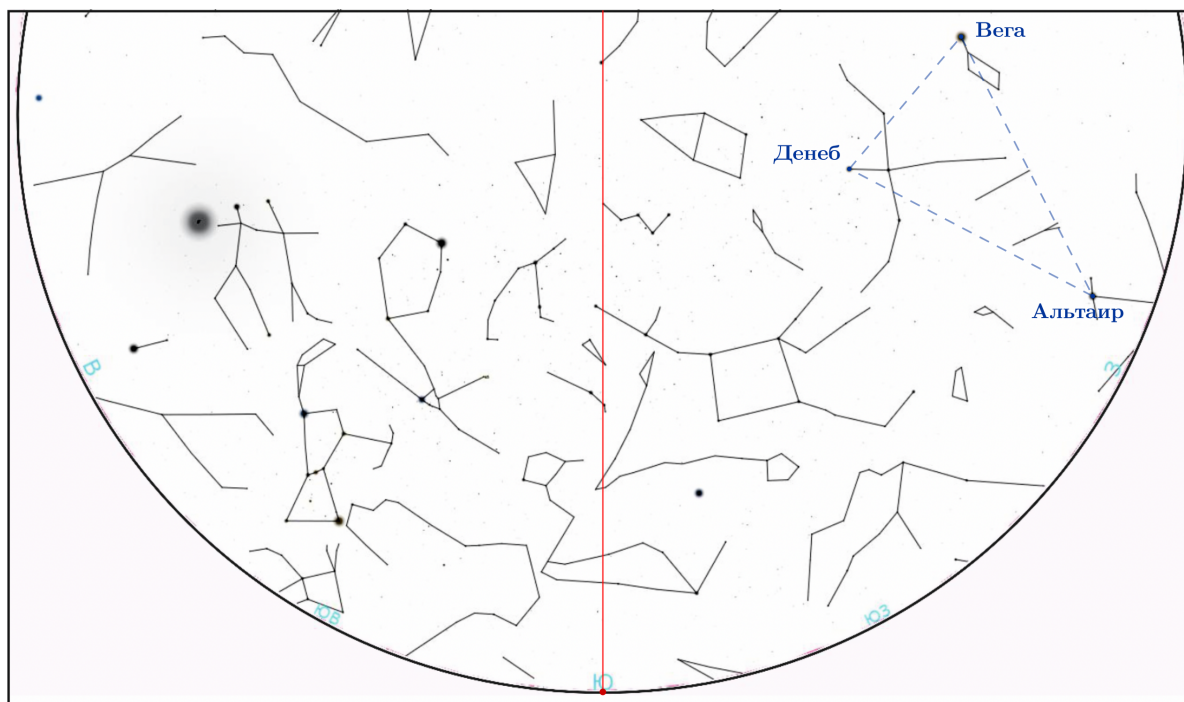
А (Карта к задаче «Сезоны Года») – вид звездного неба летом. Видны созвездия летне-осеннего треугольника в направлении на юг – Лира, Орел и Лебедь.



В (Карта к задаче «Сезоны Года») – на этой карте изображено созвездие Большого Пса пересекающее западную часть горизонта. Это вид звездного неба зимой после дня зимнего солнцестояния. И летне-осенний треугольник на нем не виден.



С (Карта к задаче «Сезоны Года») – вид звездного неба весной. Летне-осенний треугольник восходит над горизонтом на востоке.



Д (Карта к задаче «Сезоны Года») – вид звездного неба осенью. Летне-осенний треугольник заходит за горизонт на западе.

Небесный меридиан на картах такого вида проходит через точку юга на горизонте и полярной звездой видимой на всех картах. Следовательно Луна пересекает небесный меридиан на картах В и С. Поскольку в момент местной полночи Солнце пересекает небесный меридиан в самой нижней точке своего суточного

пути, а Луна противоположна Солнцу, то эта фаза – Полнолуние.

Ответ.

1. Последовательность видов начиная с начала года – ВСАД.
2. А – соответствует виду звездного неба летом.
3. Звезда Сириус α Большого Пса заходит за горизонт на карте В.
4. На картах В и С Луна находится на небесном меридиане, в фазе Полнолуния.

Критерии оценивания.

20

Вывод о северном полушарии	1
Смещение с востока на запад, слева на право	2
Определение соответствия сезонов года и звездного неба	8
Вид В – Зима	2
Вид С – Весна	2
Вид А – Лето	2
Вид D – Осень	2
Определение вида неба А как летнего	1
Определение вида звездного неба В с Сириусом	2
Указание - Сириус в созвездии Большого Пса	1
Нахождение Большого Пса на заходе - вид В	1
Определение видов с Луной в меридиане и фазы Луны	6
Определение небесного меридиана(проходит - точка юга-Полярная)	1
Определение карт с Луной (В и С)	3
Если обе правильно - 3 балла, Если только одна - 2 балла, Если указаны дополнительные не правильные, то за каждую -1 балл, Оценка за этот пункт не может быть меньше 0 баллов.	
Вывод о полнолунии	2