

## 9 КЛАСС

### Максимальное количество баллов – 40 б.

**Задача 1. Взрыв сверхновой (8 баллов).** Звезда Бетельгейзе — красный сверхгигант, который находится на последней стадии своей эволюции. В конце 2019 и в начале 2020 она не на шутку напугала всех изменением своей яркости, что могло означать одно — скоро Бетельгейзе завершит свое существование. Через сколько времени после того, как мы увидим её вспышку, до Земли долетят космические частицы, выброшенные при взрыве? Считать, что при взрыве сверхновой вещество разлетается со скоростью 5000 км/с. Параллакс Бетельгейзе 0.005".

**Возможное решение:**

Расстояние до звезды  $s = \frac{1}{0.005''} = 200$  пк; 1 пк = 206 265 а.е.

$S = 200 \cdot 206265 \cdot 1.496 \cdot 10^8$  км =  $6,2 \cdot 10^{15}$  км.

$t = \frac{S}{v} = 1.2 \cdot 10^{12}$  с = 39000 лет.

**Критерии оценивания:**

Определено расстояние до звезды	4 балла
Определено время	4 балла

**Задача 2. Полёты на Марс (8 баллов)**

Роскосмос, НАСА и ЕКА объявили полёт на Марс своей целью в XXI веке, в 2045 или 2050 году. Как долго на Марсе будет заряжаться солнечная батарея по сравнению со временем зарядки аналогичной батареи Луне?

**Возможное решение:**

Среднее расстояние от Марса до Солнца в 1,52 раза больше, поэтому на единицу площади за единицу времени приходит в  $(1,52)^2=2.32$  меньше энергии (закон обратных квадратов). Батарея будет заряжаться в 2,31 раза дольше .

**Критерии оценивания:**

Определено, что расстояние от Марса до Солнца в 1,52 раза больше	2 балла
Определено, что на единицу площади за единицу времени приходит в 2,31 меньше энергии	4 балла
Дан правильный ответ	2 балла

**Задача 3. Астероид (8 баллов).** 20 декабря 2021 года астероид X, имеющий прямое вращение по круговой орбите вокруг Солнца в плоскости орбиты Земли, вступил в противостояние с Солнцем, при наблюдении с Земли. Определите, когда это случится в следующий раз, если его период обращения равен 5 лет?

**Возможное решение:**

Астероид движется по круговой орбите в ту же сторону, что и Земля и он находится в противостоянии. Конфигурация противостояния возможна только для внешнего астероида, орбита которого больше, чем орбита Земли. Следующее противостояние будет через синодический период. Согласно уравнению синодического движения

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\text{зем}}} - \frac{1}{T_{\text{аст}}}; \Rightarrow S = \frac{T_{\text{зем}} \cdot T_{\text{аст}}}{T_{\text{аст}} - T_{\text{зем}}} = \frac{1 \cdot 5}{5 - 1} = 1,25 \text{ года} = 456,55275 \text{ суток}$$

Значит, следующее противостояние состоится через 1,25 года = 456,55 суток, то есть 24 марта 2023 г.

**Критерии оценивания:**

Определено, что астероид - внешний	2 балла
Определен синодический период	4 балла
Дан правильный ответ	2 балла

**Задача 4. Движение светил (8 баллов).** В таблице представлены наблюдения суточного движения некоторых ярких звезд, при помощи угломерного прибора.

Название звезды	Прямое восхождение	Склонение	Измеренная максимальная высота
Вега	18 <sup>ч</sup> 40 <sup>м</sup>	+39°	74°
Капелла	05 <sup>ч</sup> 17 <sup>м</sup>	+46°	81°
Этамин	17 <sup>ч</sup> 56 <sup>м</sup>	+51°	86°
Менкар	03 <sup>ч</sup> 02 <sup>м</sup>	+04°	39°
Минтака	05 <sup>ч</sup> 32 <sup>м</sup> °	+00°	35°
Мирзам	06 <sup>ч</sup> 22 <sup>м</sup>	-18°	17°

Определите, какие звезды, из наблюдаемых, являются незаходящими? Какая звезда подходит ближе всего к зениту? Какую из указанных в таблице звезд наблюдали меньше всего времени в течение ночи? Определите широту места наблюдения.

**Возможное решение:**

Максимальная высота светила в суточном движении над горизонтом наступает в момент верхней кульминации. Склонение светила меньше значения широты  $\delta < \varphi: h = 90^\circ - \varphi + \delta \Rightarrow \varphi = 90^\circ - h + \delta = 90^\circ - 74^\circ + 39^\circ = 55^\circ$

В местах наблюдения на северном полушарии с географической широтой  $\varphi$  все те объекты незаходящие, склонение которых больше  $90^\circ - \varphi$ . Они никогда не исчезают под горизонтом, так как их круговорот происходит полностью выше горизонта и они видны в течение всей ночи. Для данной широты местности, склонение будет равно  $35^\circ$ , следовательно, незаходящими звёздами будут: Вега, Капелла, Этамин.

Наиболее близкая к зениту звезда – Этамин.

Меньше всего времени в течение ночи наблюдали – Мирзам.

**Критерии оценивания:**

Определена широта местности	3 балла
Определены незаходящие звёзды	3 балла
Определена близкая к зениту звезда	1 балл
Определена звезда с наименьшим временем видимости	1 балл

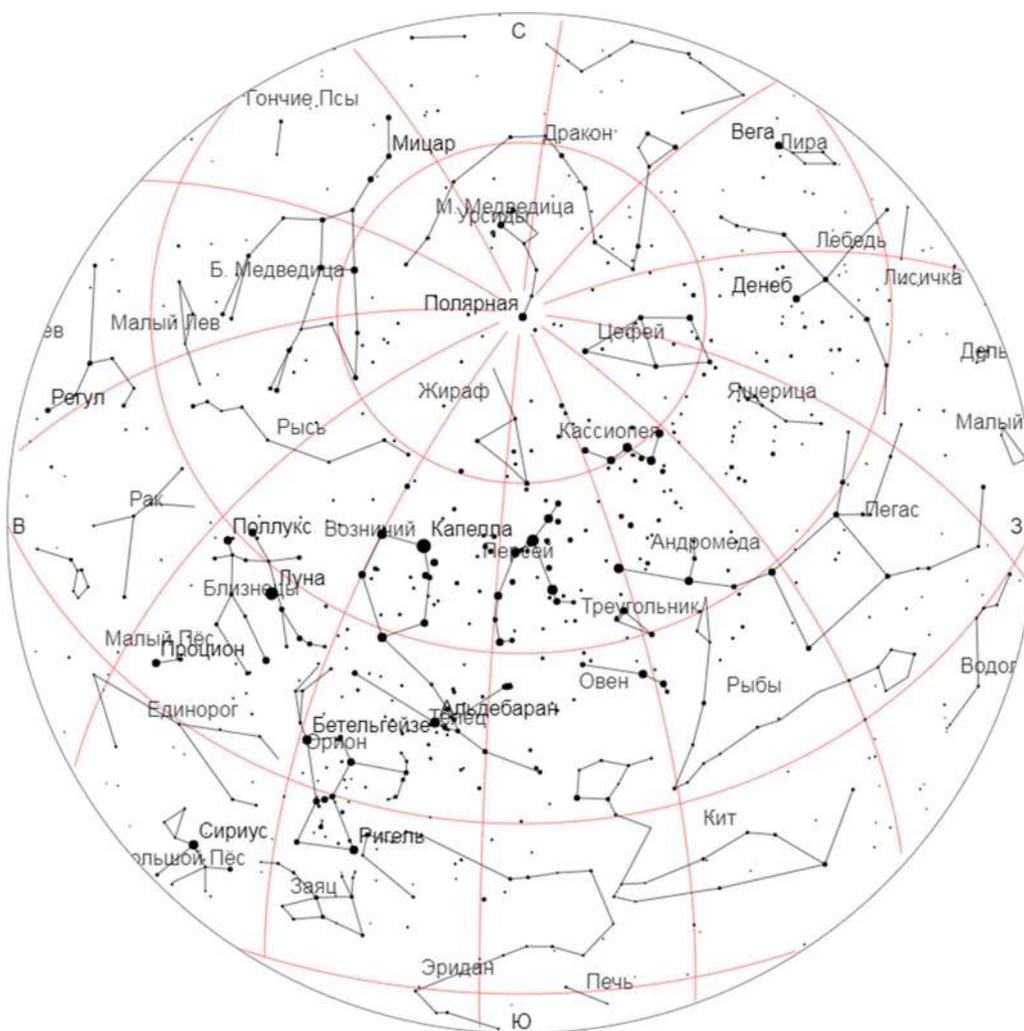
**Задача 5. Звездное небо (8 баллов).** На рисунке изображена карта звёздного неба для наблюдателя, имеющего координаты 52,9° с.ш и 158,7° в.д., 20 декабря 2021 года в 20.30 местного времени. В каком городе находится наблюдатель? Какие созвездия он сможет найти на звёздном небе в случае хорошей погоды? Увидит ли он Луну в течение времени после полуночи до восхода Солнца? Известно, что ближайшее новолуние было 4 декабря. Определите фазу Луны на 20 декабря.

**Возможное решение:**

Наблюдатель находится в Петропавловске-Камчатском.

На карте указаны созвездия, которые может увидеть наблюдатель из Петропавловска-Камчатского 20 декабря 2021 года в 20.30 местного времени.

Лунная фаза 20 декабря охватывает период от полнолуния и до начала четвертой четверти. Наблюдатель Луну увидит.



**Критерии оценивания:**

Определено место наблюдения	1 балла
Названы менее 3 созвездий	1 балл
Названы 3,4 созвездия	2 балла
Названы 5,6 созвездий	3 балла

Названы более 6 созвездий	4 балла
Дан верный ответ, что Луна будет видна	1 балл
Определена фаза Луны	2 балла

**Справочные данные:** Видимая звездная и абсолютная звездные величины Солнца  $-26.7^m$  и  $+4.8^m$ , соответственно. Масса, температура и радиус Солнца в настоящее время  $M=2 \cdot 10^{30}$  кг,  $T=5800\text{K}$ ,  $R=6,96 \cdot 10^5$  км; 1 а.е. =  $1,496 \cdot 10^8$  км; период прецессии земной оси 25500 лет; Продолжительность тропического года  $T=365,2422$  суток; большие полуоси орбит планет – 0,38; 0,72; 1; 1,52; 5,2; 9,5; 19,2; 30 а.е. для Меркурия, Венеры, Земли, Марса, Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна соответственно; угловой размер Солнца -  $32'$ .