

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по предмету «Астрономия»

Очный тур  
2017-2018 учебный год

10 класс

*Решения должны быть подробными и снабжены пояснениями и рисунками*

1. Небесный объект имеет горизонтальные координаты  $A = 80^\circ$ ,  $h = 30^\circ$ . Нанесите его положение на рисунок небесной сферы и оцените его экваториальные координаты. Широта места наблюдения  $\varphi = 60^\circ$ , точка весеннего равноденствия в момент наблюдения находится в верхней кульминации. (20 баллов)
2. Далекое шаровое скопление, содержащее около 10 000 звезд, в небольшой телескоп выглядит как «туманная» звезда  $10^m$ . Полагая, что все звезды скопления одинаковы, вычислите видимую звездную величину одной звезды скопления. (20 баллов)
3. У звезды Проксима Центавра обнаружена планета земного типа. Опишите вид дневного и ночного неба для земного космонавта–исследователя, высадившегося на этой планете, используя данные о тройной звёздной системе  $\alpha$  Cen. (20 баллов)

Компонента	$\alpha$	$\delta$	Видимая $m_v$	Параллакс $\pi''$	Т К
$\alpha$ Cen A	$14^h 39.6^m$	$-60^\circ 50'$	$0^m$	0.747	5750
$\alpha$ Cen B	14 39.6	-60 50	1.35	0.747	5250
$\alpha$ Cen C (Проксима)	14 30.6	-63 00	11.05	0.769	2700

4. Когда планета Венера оказывается между Землей и Солнцем, мы наблюдаем прохождение диска планеты по диску Солнца. Вычислите размер области на Солнце, закрываемый Венерой. Орбиты планет считать круговыми. (20 баллов)
5. Главная звезда в системе Сириуса имеет видимую звездную величину  $m_v = -1.47m$ , температуру поверхности 9940К и радиус  $R = 1.7R_\odot$ . Спутник Сириуса имеет видимую величину  $8.44^m$  и температуру 25200К. Определите радиус спутника. Поясните, что это за звезда и к какой последовательности на диаграмме «температура-светимость» она относится. (20 баллов)

*Справочные данные.*

*Разрешающая способность глаза 1-2'; предельная звездная величина для невооруженного глаза –  $6^m$ ; радиус Земли - 6400 км; масса Земли -  $6 \cdot 10^{24}$  кг; большая полуось орбиты Земли (1 а.е.) –  $1.5 \cdot 10^8$  км; большая полуось орбиты Венеры – 0.72 а.е.; радиус Венеры – 6050 км; период обращения Венеры вокруг Солнца – 224.7<sup>d</sup>; наклонение плоскости орбиты Венеры к эклиптике – 3.4°; радиус Солнца  $7 \cdot 10^5$  км.*

**Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по предмету «Астрономия»  
Очный тур (ответы)  
2017-2018 учебный год**

**10 класс**

1. Небесный объект имеет горизонтальные координаты  $A = 80^\circ$ ,  $h = 30^\circ$ . Нанесите его положение на рисунок небесной сферы и оцените его экваториальные координаты. Широта места наблюдения  $\varphi = 60^\circ$ , точка весеннего равноденствия в момент наблюдения находится в верхней кульминации.

*Решение.* См. рисунок к задаче 1 для 9 класса.  $Q \equiv \mathcal{V}$ ,  $\alpha \approx 19-20^h$  (290-300°),  $\delta \approx 20^\circ$ .

*Оценивание см. к задаче 1 для 9 класса.*

2. Далекое шаровое скопление, содержащее около 10 000 звезд, в небольшой телескоп выглядит как («туманная») звезда  $10^m$ . Полагая, что все звезды скопления одинаковы, вычислите звездную величину одной звезды скопления.

*Решение.*  $E_x$  – освещенность от одной звезды, тогда

$$10\,000 E_x / E_x = 2.512^{-(10 - m_x)} \text{ или } \lg 10^4 = -0.4(10 - m_x); m_x = 20^m.$$

(или по простому –  $10000 = 100 \cdot 100$ , т.е. разница составляет  $5+5=10^m$ ).

*Оценивание.*

а) понимание, что складываются освещенности – **10 баллов**;

б) соотношение Погсона – **10 баллов**.

3. У звезды Проксима Центавра обнаружена планета земного типа. Опишите вид дневного и ночного неба для земного космонавта-исследователя, высадившегося на этой планете, используя данные о тройной звездной системе  $\alpha$  Cen.

Компонента	$\alpha$	$\delta$	Видимая $m_v$	Параллакс $\pi''$	Т К
$\alpha$ Cen A	$14^h 39.6^m$	$-60^\circ 50'$	$0^m$	0.747	5750
$\alpha$ Cen B	14 39.6	-60 50	1.35	0.747	5250
$\alpha$ Cen C (Проксима)	14 30.6	-63 00	11.05	0.769	2700

*Решение.*

а) на дневном небе будет наблюдаться  $\alpha$  Cen C (сравнимая по яркости с Солнцем на земном небе – оценка из условия задачи) и две более слабые звезды A и B (по аналогии с Солнечной системой: известно, что Солнце с Плутона на расстоянии 30 а.е. выглядит слабее в 900 раз, как звезда  $-19^m$ , а похожие на Солнце звезды A и B с Проксимы на расстоянии порядка  $(1/0.747 - 1/0.769)$  пк  $\approx 8000$  а.е. – слабее в 64 000 000, т.е. около  $-7^m$ ) – **5 баллов**;

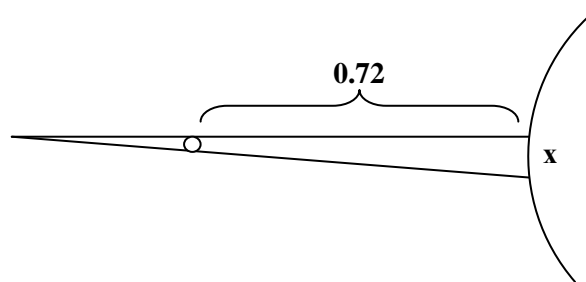
б) определения цвета светил: A – жёлтая, B – оранжевая, C – красная звезды – **5 баллов**;

в) указание на то, что двойная система A и B могут быть видны как днём так и ночью, причем ночью это самые яркие светила – **5 баллов**;

г) остальные звёзды вследствие близости Солнца и  $\alpha$  Cen будут видны практически так же как и с Земли – **5 баллов**.

4. Когда планета Венера оказывается между Землей и Солнцем, мы наблюдаем прохождение диска планеты по диску Солнца. Вычислите размер области на Солнце, закрываемый Венерой. Орбиты планет считать круговыми.

Решение.



$$0.28/1 = 12100/x, \text{ откуда } x = 3.571 \cdot 12100 = 43200 \text{ км}$$

Оценивание.

а) понимание того, что размер закрываемой планетой области на Солнце больше самой планеты и определяется расстояниями Земля-Венера-Солнце (достаточно правильного рисунка) – **10 баллов**;

б) вычисление размера пятна, используя геометрические соображения – **10 баллов**.

5. Главная звезда в системе Сириуса имеет видимую звездную величину  $m_v = -1.47^m$ , температуру поверхности 9940К и радиус  $R = 1.7R_\odot$ . Спутник Сириуса имеет видимую величину  $8.44^m$  и температуру 25200К. Определите радиус спутника. Поясните, что это за звезда и к какой последовательности на диаграмме «температура-светимость» она относится.

Решение: Световой поток от спутника Сириуса меньше в  $E_1 / E_2 = 2.512^{(8.44 - (-1.47))} = 9208.6$  раз. Так как это физически связанная двойная система, то расстояние до компонент практически одинаковое и поэтому отношение потоков будет численно равно отношению светимостей:

$$E_1 / E_2 = L_1 / L_2 = 4\pi R_1^2 \cdot \sigma T_1^4 / 4\pi R_2^2 \cdot \sigma T_2^4 = 9208.6,$$

$$R_2^2 = 9208.6 \cdot R_1^2 / (T_1 / T_2)^4 = 1.72 \cdot (9940/25200)^4 / 9208.6, R_2 = 0.028R_\odot.$$

Таким образом, видим, что это горячая и маленькая звезда, относящаяся к классу «белых карликов». Эта звезда состоит из особого вещества, имеет высокую плотность. Последовательность так и называется «последовательность белых карликов», класс светимости VII.

Оценивание.

а) вычисление отношения освещенностей Сириуса А и Сириуса В по формуле Погсона – **5 баллов**;

б) предположение о равном расстоянии до обеих компонент двойной и переход к отношению светимостей компонент – **5 баллов**;

в) вычисление отношения радиусов компонент по формуле Стефана-Больцмана – **5 баллов**;

г) вывод об особом типе звезды Сириус В и указание на последовательность белых карликов – **5 баллов**.