

Межрегиональная предметная олимпиада КФУ по предмету «Астрономия»

Очный тур
2017-2018 учебный год

11 класс

Решения должны быть подробными и снабжены пояснениями и рисунками

1. Небесный объект имеет горизонтальные координаты $A = 30^\circ$, $h = 30^\circ$. Нанесите его положение на рисунок небесной сферы и оцените его экваториальные координаты через 3 часа. Широта места наблюдения $\varphi = 60^\circ$, точка весеннего равноденствия в момент наблюдения находится в верхней кульминации. (20 баллов)
2. У звезды γ Cas при наблюдении в небольшой телескоп различимы компоненты 2.3^m и 4.7^m на угловом расстоянии $9.3''$. Определите суммарный блеск этой звезды при наблюдении невооруженным глазом. (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 звездной системе α Cen. (20 баллов)

Компонента	α	δ	Видимая m_v	Параллакс π''	T K
α Cen A	$14^h 39.6^m$	$-60^\circ 50'$	0^m	0.747	5750
α Cen B	14 39.6	-60 50	1.35	0.747	5250
α Cen C (Проксима)	14 30.6	-63 00	11.05	0.769	2700

4. Сколько времени понадобится спутнику, чтобы пролететь сквозь тень Земли, если плоскость его орбиты совпадает с эклиптической, а высота орбиты 35800 км ? (20 баллов)
5. Линия водорода H_γ с длиной волны $\lambda_0 = 4340\text{ \AA}$, измеренная в спектре далекой галактики имеет $\lambda = 4774\text{ \AA}$. Измеренные угловые размеры галактики равны $10''$. Определите, с какой скоростью и куда движется эта галактика, на каком расстоянии она находится и каков ее линейный размер в парсеках. Сравните с диаметром Млечного Пути. (20 баллов)

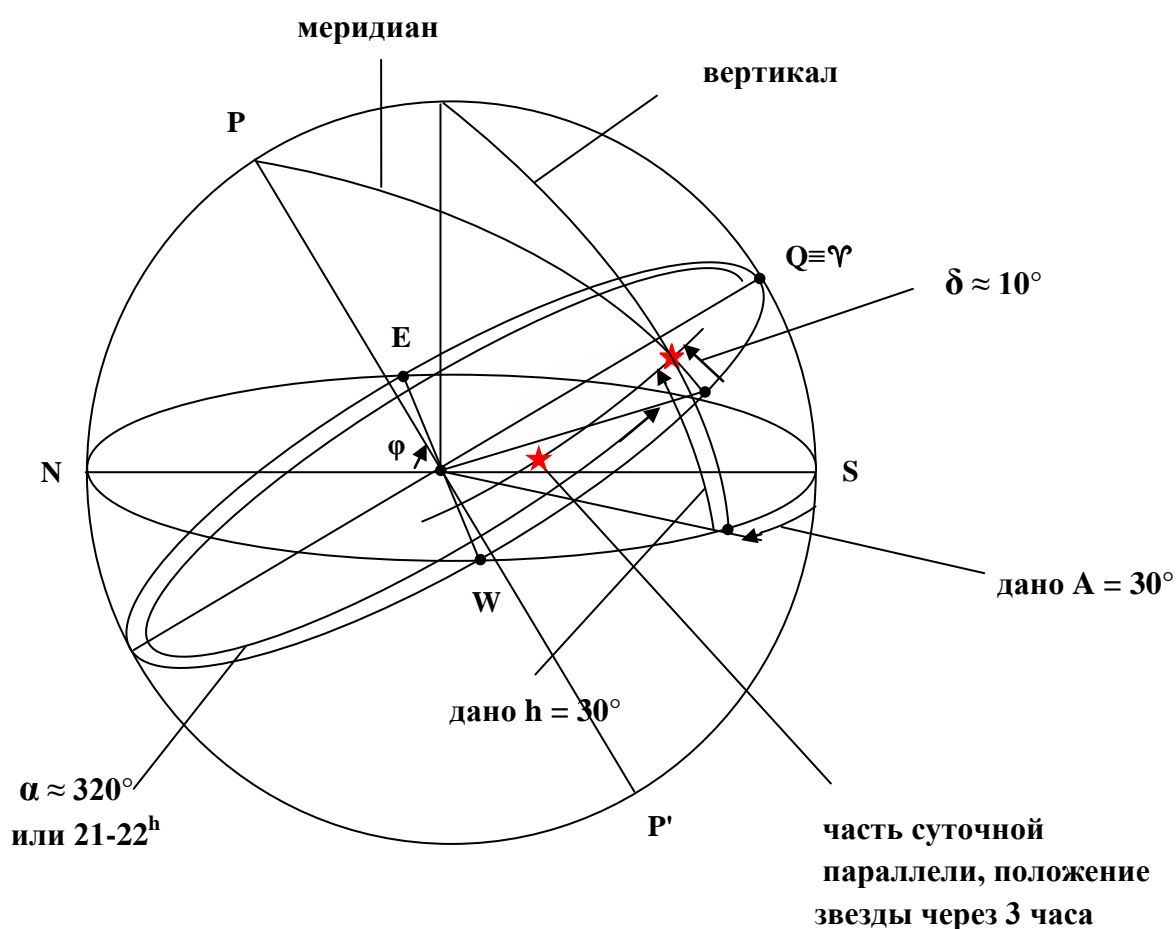
Справочные данные.

Разрешающая способность глаза – $1-2'$; предельная звездная величина для невооруженного глаза – 6^m ; радиус Земли – 6400 км ; масса Земли – $6 \cdot 10^{24}\text{ кг}$; большая полуось орбиты Земли (1 а.е.) – $1.5 \cdot 10^8\text{ км}$; большая полуось орбиты Венеры – 0.72 а.е. ; радиус Венеры – 6050 км ; период обращения Венеры вокруг Солнца – 224.7^d ; наклонение плоскости орбиты Венеры к эклиптике – 3.4° ; радиус Солнца $7 \cdot 10^5\text{ км}$; постоянная Хаббла $H_0 = 70(\text{км/с})/\text{Мпк}$.

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

11 класс

1. Небесный объект имеет горизонтальные координаты $A = 30^\circ$, $h = 30^\circ$. Нанесите его положение на рисунок небесной сферы и оцените его экваториальные координаты через 3 часа. Широта места наблюдения $\varphi = 60^\circ$, точка весеннего равноденствия в момент наблюдения находится в верхней кульминации.



Решение. $Q \equiv \gamma$, $\alpha \approx 21-22^h$ (320°), $\delta \approx 10^\circ$, через три часа координаты α , δ останутся такие же.

К оцениванию – пункт г) (см. 9 класс) дополнить суточной параллелью. Пункт д) заменить на указание, что экваториальные координаты α , δ не меняются со временем.

2. У звезды γ Cas при наблюдении в небольшой телескоп различимы компоненты 2.3^m и 4.7^m на угловом расстоянии $9.3''$. Определите суммарный блеск этой звезды при наблюдении невооруженным глазом.

Решение. Угловое разрешение в 10-см телескоп составляет 1-3" (второе с учетом турбулэнции в атмосфере), поэтому двойную можно увидеть раздельно. Вычислим, во сколько раз освещенность, создаваемая второй звездой E_2 меньше освещенности от первой:

$$E_1/E_2 = 2.512^{-(m_1 - m_2)} = 9.12.$$

Примем освещенность $E_2 = 1$, тогда освещенность, создаваемая двумя звездами будет $E_1 + E_2 = 10.12$. вычислим суммарную звездную величину из соотношения:

$$E_{(1+2)}/E_2 = 10.12/1 = 2.512^{-(m_{(1+2)} - m_2)} ;$$

$$\text{или } \lg 10.12 = -0.4(-(m_{(1+2)} - m_2)),$$

$$\text{откуда } m_{(1+2)} = 2.19.$$

Оценивание:

- а) Указание того, что невооружённым глазом компоненты двойной раздельно не видны – **5 баллов**;
- б) соотношение Погсона - **5 баллов**;
- в) понимание, как складываются освещенности – **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 звёздной системе α Cen.

Компонента	α	δ	Видимая m_v	Параллакс π''	Т К
α Cen A	14 ^h 39.6 ^m	-60° 50'	0 ^m	0.747	5750
α Cen B	14 39.6	-60 50	1.35	0.747	5250
α Cen C (Проксима)	14 30.6	-63 00	11.05	0.769	2700

Решение, оценивание см. задачу 3 для 10 класса.

4. Сколько времени понадобится спутнику, чтобы пролететь сквозь тень Земли, если плоскость его орбиты совпадает с эклиптической, а высота орбиты 35800км?

Решение: $v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R_0 + h}}$. Первая космическая скорость на этой высоте равна 3.07 км/с.

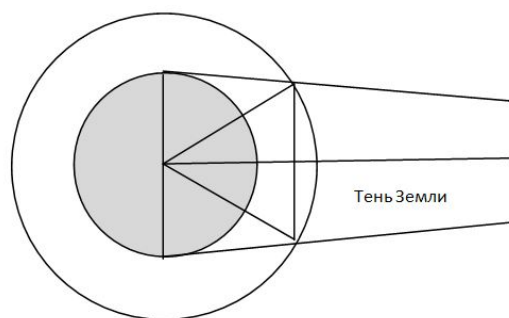
Период обращения спутника $T = 2\pi R/V = 1$ сутки.

Считая, что диаметр тени Земли примерно равен диаметру самой Земли, находим долю окружности, которую нужно пройти спутнику.

$\sin(\alpha) = 6400/42200$, $\alpha = 8.73^\circ$. Доля окружности

$2\alpha/360^\circ = 0.0485$ численно окажется равной доле суток и составит 1 час 28 минут.

Если более точно считать уменьшение диаметра тени с расстоянием, то хорда получится на 3% меньше и время уменьшится до 1 часа 23 минуты.



Оценивание:

- а) Правильный рисунок (со сходящейся тенью) – **5 баллов**;
- б) Нахождение пути (по дуге или хорде) и первой космической скорости - **10 баллов**;
- г) вычисление времени нахождения в тени – **5 баллов**;

5. Линия водорода Н γ с длиной волны $\lambda_0 = 4340\text{А}$, измеренная в спектре далекой галактики имеет $\lambda = 4774\text{А}$. Измеренные угловые размеры галактики равны 10". Определите, с какой

скоростью и куда движется эта галактика, на каком расстоянии она находится и каков ее линейный диаметр в парсеках. Сравните с диаметром Млечного Пути.

*Решение: Галактика движется от нас со скоростью $V = c \cdot (\Delta\lambda/\lambda) = 0.1c = 30000 \text{ км/с}$
Расстояние вычисляется по закону Хаббла $r = V/H_0 = 428 \text{ Мпк}$ (при $H_0 = 70 \text{ (км/с)/Мпк}$)
Зная угол, под которым мы видим диаметр галактики и расстояние до неё, вычисляем диаметр. $D = 2 \cdot \tan(5'') \cdot 428 \text{ Мпк}$ и равен 20.75 кпк , что примерно в 1.5 раза меньше нашей Галактики.*

Оценивание:

- а) Вычисление скорости галактики с использованием эффекта Доплера – 5 баллов;*
- б) Упоминание о красном смещении и указание того, что галактика движется от нас – 5 баллов;*
- в) Знание закона Хаббла и вычисление расстояния до галактики – 5 баллов;*
- г) Вычисление размеров из угловых размеров и расстояния. Сравнение. – 5 баллов.*