

Олимпиада по астрономии. Муниципальный этап
8 класс

Задание 1. (§3.2. Горизонтальные координаты на небесной сфере)

Одна из самых ярких звезд Северного полушария является Денеб (Альфа Лебедя), имеющий склонение $+46^{\circ}17'$. Чему равно его зенитное расстояние и высота верхней кульминации в Курске (широта $51^{\circ}44'$)? Что такое зенитное расстояние и как оно связано с высотой звезды?

Решение

1) (4 балла – по 2 балла за каждый ответ)

Зенитное расстояние – угловое расстояние между зенитом и небесным светилом на небесной сфере.

Сумма величин зенитного расстояния и высоты светила равна 90°

2) (4 балла – по 2 балла за каждый ответ)

Зенитное расстояние: $z = \varphi - \delta = 51^{\circ} 44' - 46^{\circ} 17' = 5^{\circ} 27'$.

Высота: $h = 90^{\circ} - z = 84^{\circ} 33'$.

Задание 2. (§4.5. Видимое движение Солнца и эклиптические координаты)

В зависимости от нахождения Солнца под горизонтом выделяют астрономические сумерки, гражданские и навигационные. Как называются сумерки, если угол нахождения Солнца под горизонтом $0^{\circ}50' - 6^{\circ}$, $6^{\circ} - 12^{\circ}$, $12^{\circ} - 18^{\circ}$? Чем разные типы сумерек отличаются друг от друга? Что такое белая ночь и полярная ночь?

Решение

1) (3 балла, каждый правильный ответ – 1 балл)

$0^{\circ}50' - 6^{\circ}$ – гражданские сумерки

$6^{\circ} - 12^{\circ}$ – навигационные сумерки

$12^{\circ} - 18^{\circ}$ – астрономические сумерки

2) (5 баллов каждый правильный ответ – 1 балл)

Гражданские сумерки – время после захода Солнца, считается, что на открытом месте можно делать любые работы без искусственного освещения, на небе видны только ярчайшие небесные объекты.

Навигационные сумерки – линия горизонта всё ещё видна, но освещение недостаточно для нормальной жизнедеятельности человека, на небе хорошо видны навигационные объекты.

Астрономические сумерки – линия горизонта не видна, астрономы могут проводить астрономические наблюдения за звёздами, но слабо рассеивающие объекты (туманности и галактики) ещё не видны (они будут видны после наступления астрономической ночи).

Белая ночь – период, когда Солнце не опускается низко за горизонт. То есть сумерки не переходят в астрономическую ночь.

Полярная ночь – период, когда Солнце более 24 часов не поднимается из-за горизонта.

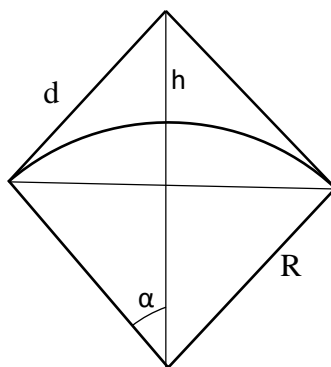
Задание 3. (§4.2. Параллакс и геометрические способы измерений расстояний)

25 сентября 2019 в 20 ч. 57 мин. по местному времени был совершён последний запуск ракеты «Союз-ФГ» с кораблем «Союз МС-15» и тремя членами экипажа с космодрома Байконур. В результате можно было наблюдать конденсационный и аэрозольный след ракеты в виде раскрывающейся небесной «медузы», подсвеченный Солнцем из-за горизонта. Можно ли было наблюдать «медузу» в точке с координатами 58°с.ш. и 70 в.д. при идеальных условиях видимости в момент отделения второй ступени, если считать, что отделение ступени произошло на высоте 84 км над точкой поверхности Земли с координатами 49°с.ш. и 70 в.д.? Сделать рисунок и обосновать с помощью расчётов.

Решение

1) (2 балла – верно сделан рисунок)

Пример рисунка.



2) (2 балла – верная формула для видимого горизонта и верный расчёт)

$$d = \sqrt{(R + h)^2 - R^2} = \sqrt{h(2R + h)}$$
$$d = \sqrt{84 * (2 * 6378 + 84)} = 1038 \text{ км.}$$

3) (3 балла – рассчитаны углы и сделан вывод (по 1 баллу за каждый ответ))

Угол α на, котором виден космический корабль: $\text{tg}\alpha = d/R = 0,162$. Так как угол мал, то $\alpha \approx 0,162$ рад. Долгота точки наблюдения совпадает с долготой сброса второй ступени. Разница в широте – $9^\circ = 9 * \pi / 180 = 0,157$ рад определяет расстояние.

4) (1 балл за верный обоснованный вывод)

Ответ: $0,162 > 0,157$ – «медуза» будет наблюдаться при идеальных условиях видимости.

Задание 4. (§5.1. Кинематика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит))

Вывести формулу, выражающую зависимость орбитальной скорости движения планеты от радиуса круговой орбиты.

Решение

1) (2 балла – записана скорость планеты)

Скорость движения планеты по орбите $v=2\pi R/T$, где R – радиус орбиты, а T – период обращения.

2) (2 балла – применён третий закон Кеплера)

Третий закон Кеплера (за основу берём Землю): $T^2=R^3$

3) (2 балла – отношение орбитальной скорости планеты к орбитальной скорости Земли)

Отношение орбитальной скорости движения планеты к орбитальной скорости Земли $v/v_E=T_E R/TR_E=R/T=1/R^{0.5}$ (из третьего закона Кеплера).

4) (2 балла – получена конечная формула)

Так как орбитальная скорость движения Земли 30 км/с, то скорость движения планеты $v=30/R^{0.5}$, где радиус орбиты выражен в астрономических единицах, а скорость v в км/с.

Задание 5. (§4.1. Угловые измерения на небе)

Существует несколько способов определения границ Солнечной системы. Будем для простоты считать, что радиус Солнечной системы равен радиусу орбиты Нептуна. Чем можно обосновать такой выбор? Найдите угловой диаметр системы с точки зрения наблюдателя, находящегося на орбите ближайшей к Солнцу звезде – Проксиме Центавра (примерно 4,24 св. лет).

Решение

1) (2 балла – объяснён принцип поиска углового размера)

Нептун – последняя известная планета Солнечной системы.

2) (3 балла – перевод световых лет и а.е. в величины одной размерности)

Тогда радиус Солнечной системы примерно равен $30 \text{ а.е.} = 30 \cdot 150 = 4500$ млн км, расстояние до Проксимы Центавра $0,3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 4,24 \approx 40100000$ млн км ($0,3$ млн км/с – скорость света).

3) (3 балла – получен ответ)

Из прямоугольного треугольника с катетами равными радиусу системы и расстоянию до Проксимы имеем: $\text{tg } \alpha \approx 4500/40100000 \approx 0,00011$.

Тогда угловой диаметр $0,00022$ радиана.