

8 класс

Задача 1

Для объяснения того, сколь велико расстояние от Земли до Солнца, поэт Гебель в своей «Сокровищнице» воспользовался таким примером:

Артиллерист, находясь на Солнце, направляет орудийный снаряд как раз на тебя. Ты в испуге убегаешь. Но не волнуйся: тебе нечего спешить, ты имеешь ещё много времени, чтобы избежать снаряда.

Определите, за какое время снаряд, пущенный с поверхности Солнца со скоростью 5000 км/ч, преодолеет расстояние до Земли?

8 баллов

Решение

Чтобы долететь от Солнца до Земли нужно набрать как минимум первую космическую скорость. Она вычисляется по формуле

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}},$$

где M – масса центрального тела, R – расстояние, а G – гравитационная постоянная. Для Земли она равна 7,9 км/с, а для Солнца значительно больше, т.е. масса Солнца (в числителе) в 333000 раз больше массы Земли, а радиус (в знаменателе) – только в 109 раз. В то же время скорость снаряда

$$5000 \text{ км/ч} = 1,4 \text{ км/с}$$

значительно меньше этой величины. Следовательно, снаряд никогда не покинет Солнце.

Оценка

Это задача из серии «сначала убедись, что это возможно». Знание первой космической скорости для Земли или её расчет оценивается в 3 балла. Вывод о скорости для Солнца – 1 балл. Если участник сразу правильно вычисляет первую космическую скорость Солнца, без упоминания Земли, то получает 4 балла.

Перевод скорости снаряда в км/с – 1 балл, равно как и перевод космической скорости в км/ч для сравнения. Окончательный вывод о невозможности достижения Земли – 3 балла.

Участник так же может написать, что для достижения Земли требуется совсем улететь от Солнца, т.е. набрать *вторую* космическую скорость. Строго говоря, это неверно. Но для 8 класса придирается к этому не стоит. В таком случае оценка выполняется по изложенным выше критериям, но для второй космической скорости.

Задача 2

Колонисты, осваивающие Марс, решили определить «марсианскую» астрономическую единицу в терминах орбиты Марса. «Марсианский» парсек колонисты определили идентично определению парсека, которым мы пользуемся на Земле.

Сколько «марсианских» астрономических единиц в «марсианском» парсеке?

Сколько «земных» астрономических единиц в «марсианском» парсеке?

Сколько «земных» парсеков в «марсианском» парсеке?

8 баллов

Решение

Парсек – расстояние, на котором звезда имела бы параллакс, равный $1''$. А параллакс – это угол, под которым со звезды виден радиус земной орбиты. Для «марсианского» параллакса, очевидно, нужно взять радиус орбиты Марса.

Связь параллакса с расстоянием дается хорошо известной формулой (её нетрудно вывести при необходимости):

$$D = \frac{206265''}{p''} a, \quad (1)$$

в которой D – расстояние, p'' – параллакс звезды, выраженный в секундах, a – радиус орбиты планеты, $206265''$ – число секунд в радиане.

По определению астрономической единицы, радиус орбиты Марса составит ровно 1 «марсианскую» астрономическую единицу. Поэтому для параллакса $1''$ расстояние до звезды по формуле (1) будет 206265 «марсианских» астрономических единиц.

Если использовать «земную» астрономическую единицу, то $a = 1,5$, и «марсианский парсек» получается равным $206265 \cdot 1,5 = 309398$ «земных» астрономических единиц.

Наконец, отношение «марсианского» парсека к «земному» парсеку будет равно отношению радиуса орбиты Марса к радиусу орбиты Земли, а именно – 1,5.

Оценка

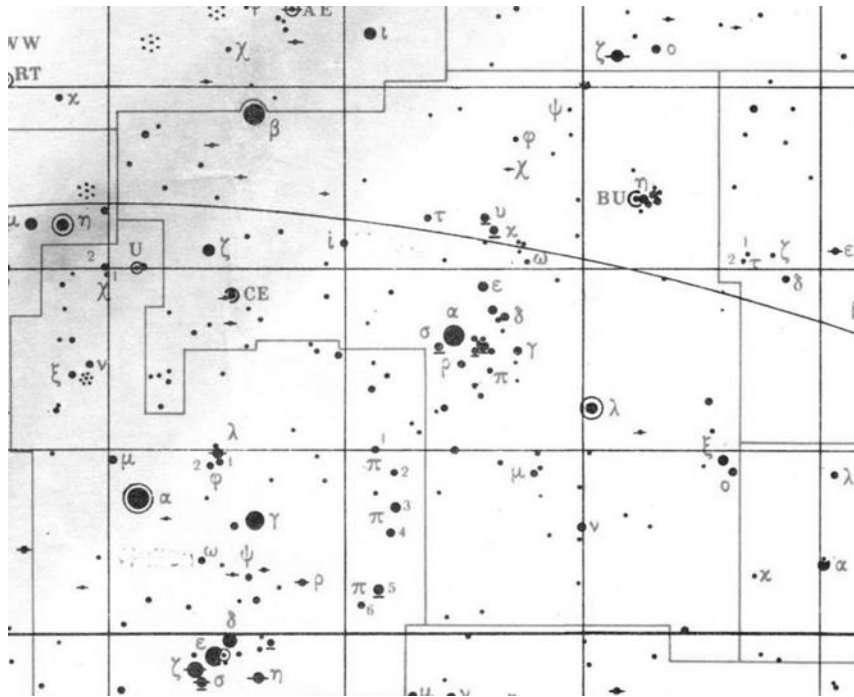
Для ответа на условие задачи достаточно знать определение парсека (любое из двух). Как вариант допускается запись выражения (1). За это выставляется 2 балла. И по 2 балла за правильные найденные значения расстояний. Итого 8 баллов.

Задача 3

Используя немую карту звёздного неба, выполните следующие задания:

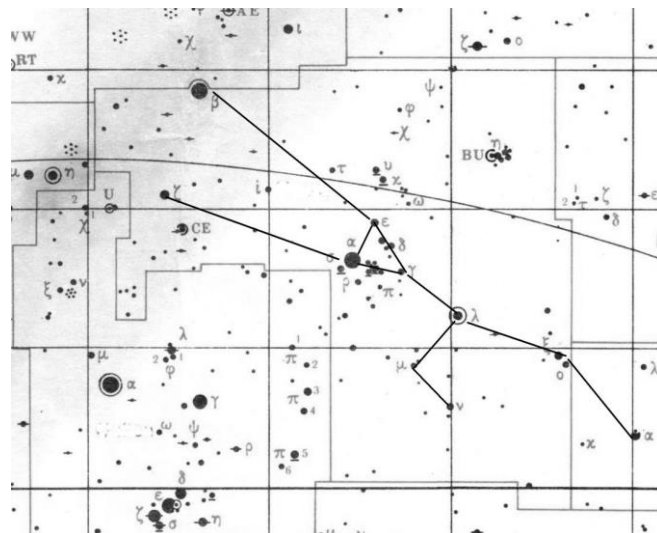
- 1) Напишите русское название созвездия, название самой яркой звезды.
- 2) Соедините звёзды контурами так, чтобы очертания созвездия соответствовало его названию.
- 3) В какое время года это созвездие лучше всего видно в нашей полосе?
- 4) Какие интересные объекты в нём вы знаете?

8 баллов



Решение

- 1) Это созвездие Тельца. Самая яркая звезда – Альдебаран.
- 2) См. рисунок ниже.
- 3) Так как оно расположено по соседству с созвездием Ориона, то их условия видимости совпадают. Это зимнее созвездие.
- 4) В нём расположены рассеянные звёздные скопления Плеяды, Гиады, а также Крабовидная Туманность (M1) – остаток взрыва сверхновой звезды.



Оценка

Первый пункт – максимум 2 балла. Второй пункт - максимум 2 балла. Здесь достаточно изобразить центральный треугольник («голова быка») и «рога». Третий пункт – 1 балл. Четвёртый пункт – по 1 баллу за каждый объект, но не более 3 баллов. Итого за всё задание максимум 8 баллов.

Задача 4

Самолет МиГ-31 может развивать скорость 3000 км/ч. Самолёт вылетел из Хабаровска в Москву 1 сентября в 2 часа 30 минут по местному времени. Какое время должен выставить пилот на своих часах по прибытию в Москву? Расстояние между Москвой и Хабаровском примите равным 9150 км.

Москва расположена во втором часовом поясе, Хабаровск в девятом.

8 баллов

Решение

Самолет находится в пути $t = \frac{S}{v} = \frac{9150 \text{ км}}{3000 \text{ км/ч}} = 3 \text{ ч } 3 \text{ м}$. Значит, по прилету в Москву часы пилота показывают 5 ч 33 м по времени Хабаровска. Разница во времени между Москвой и Хабаровском, как следует из часовых поясов, равна 7 ч. Т.к. Москва западнее Хабаровска, время в ней *меньше* на эту величину и равно 22 ч 33 м **31 августа**.

Оценка

Определение времени перелёта – 3 балла. Определение показаний часов по времени Хабаровска – 1 балл. Определение разницы во времени и понимание, что стрелки часов надо перевести назад – 2 балла. И определение московского времени – 2 балла. Итого 8 баллов.

Задача 5

Радиолокационными методами установлено, что кратчайшее расстояние между Землёй и Венерой равно 0,28 а.е. Каков период обращения Венеры вокруг Солнца? Как часто повторяются такие положения Земли и Венеры?

Орбиты обеих планет считать окружностями, лежащими в одной плоскости.

8 баллов

Решение

Большая полуось орбиты Венеры равна $a_B = a_3 - 0,28 = 0,72$ (а.е.). По третьему закону Кеплера находим период обращения:

$$T_B = \sqrt{a_B^3} = \sqrt{0,72^3} = 0,71 \text{ (года)} = 223 \text{ (сут)}.$$

Положения эти повторяются ровно через синодический период Венеры, который находится по известной формуле:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_B} - \frac{1}{T_3},$$

откуда

$$S = \frac{T_B \cdot T_3}{T_3 - T_B} = \frac{223 \cdot 365}{365 - 223} = 573 \text{ (сут)}.$$

Оценка

Определение большой полуоси орбиты Венеры – 1 балл, запись 3-го закона Кеплера и определение периода обращения Венеры вокруг Солнца – 4 балла, запись синодического уравнения и определение синодического периода – 3 балла. Итого 8 баллов.

Если учащийся определяет период обращения из справочных данных, то за это выставляется только 1 балл, если синодический период определяется из справочных данных, то за это выставляется 2 балла. Максимальная оценка за решение в этом случае 3 балла.

Общее число баллов – 40.