Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

7 класс

Краткие решения

Максимальное количество баллов – 48.

Задача 1.

Как Вы думаете, почему в названиях многих созвездий Южного полушария встречаются приборы и инструменты? Перечислите известные Вам подобные созвездия.

*Решение: Для именования созвездий мы используем традицию Старого Света, поэтому южное небо было «систематизировано» только в эпоху Великих географических открытий **(2 балла)**. И на нём закономерно присутствуют приборы, так или иначе этим открытиям (и вообще научным достижениям того времени) способствовали **(1 балл)**. В качестве примеров можно привести созвездия Телескоп, Микроскоп, Наугольник, Секстант, Октант, Квадрант, Треугольник, Часы и даже Столовая гора (в честь горы, на которой находилась обсерватория французского астронома Никола Луи де Лакайля на Капском полуострове) **(по 1 баллу за каждое верно названное созвездие)**.*

Задача 2.

В западной традиции есть фразеологизм "Once at the Blue Moon", т.е. крайне редко, почти никогда. Голубой Луной (т.е. чем-то, что почти невозможно увидеть- ведь мы не наблюдаем Луну реально голубой) называют второе за календарный месяц полнолуние. Как часто случается «Голубая Луна»?

*Решение: Можно использовать продолжительность года для определения промежутка между периодами «Голубой Луны». В году 365.25/29.51=12.4 лунных месяца. То есть за 2.5 года как раз накопится «лишний» лунный месяц (из-за которого и получается два полнолуния в календарный месяц). Можно рассуждать иначе. Каждый месяц даты полнолуний смещаются примерно на 1 день. Для следующей «Голубой Луны» полнолуние должно сместиться на месяц и опять попасть на 1 и 30 (или 2 и 31) числа. Это произойдёт примерно за 30 месяцев – те же 2.5 года. **(8 баллов за любое приводящее к верному ответу логичное рассуждение)***

Задача 3.

Имеются горизонтальные солнечные часы с вертикальным гномоном. В них циферблатом является горизонтальная плоскость, которой перпендикулярен отбрасывающий тень элемент (гномон).

Где на Земле такие солнечные часы в дни равноденствий «не будут работать»? Обязательно дайте развёрнутый и аргументированный ответ.

Решение: На экваторе Земли в дни равноденствия Солнце движется по первому вертикалу. Поэтому от восхода до полудня тень от вертикального гномона будет на западе, после полудня – на востоке и «классическим» способом время внутри этих промежутков определить невозможно.
(8 баллов за верные рассуждения и ответ).

Примечание 1: на самом деле в такой ситуации время определить всё же можно – по длине тени. Если участник указывает этот вариант (при этом поясняя, что азимут тени будет принимать лишь два значения – 90^o и 270^o, скачкообразно изменяясь в полдень) задачу следует считать полностью и верно решённой (8 баллов).

Примечание 2: если в качестве ответа указан экватор, но не пояснено, почему (нет указания на постоянное положение тени и/или движение по 1-му вертикалу), то за задачу ставится не более 4 баллов.

Примечание 3: Полюса не могут считаться верным ответом, поскольку в дни равноденствий Солнце там уже над горизонтом (из-за конечных размеров диска и рефракции) и гномон вполне будет отбрасывать тень при ясной погоде.

Задача 4.

На каких марсианских широтах наступает полярная ночь и полярный день? Угловыми размерами Солнца и рефракцией пренебречь.

Решение: Если пренебречь размерами Солнца и рефракцией, то полярная ночь (Солнце хотя бы раз в год невосходящее светило) и полярный день (незаходящее) будут наступать между широтами Полярных кругов и полюсами. Для Марса широты Полярных кругов это 64.8^o северной и южной широты. т.е. широты численно равны углу между осью вращения и плоскостью орбиты.

В 3 балла следует оценить вывод или верно записанную фомулу для невосходящих/незаходящих светил и ещё в 2 балла сам факт того, что в периоды п.д. и п.н. Солнце суть незаходящее/невосходящее светило (т.е. аргументацию применения этих формул). Оставшиеся 3 балла даются за верные вычисления. Если указывается только одно полушарие, то задача не может быть оценена выше, чем в 6 баллов.

Задача 5.

Есть семейство комет, «царапающих Солнце». Их перигелийное расстояние сопоставимо с размером нашего центрального светила, потому многие такие кометы разрушаются при прохождении перигелия, как это случилось в конце октября 2024 года с кометой C/2024S1. Полагая, что подобная комета имеет афелийное расстояние 1000 а.е., определите диапазон возможных эксцентриситетов и период её обращения.

Решение: Радиус Солнца R=0.0047 а.е. для таких комет это минимально возможное перигелийное расстояние кометы q=a(1-e), афелийное же Q=a(1+e) это указанные в условии 1000 а.е. (2 ***балла за систему уравнений****). Решая, получим e=(Q+q)/(Q-q), e=0.999991 (****1 балл решение****). При зафиксированном афелийном расстоянии это максимально возможный эксцентриситет, т.е. ответ e<0.999991(****1 балл ответ в виде неравенства****).*
*Из той же системы найдём большую полуось a≈500 а.е. (****2 балла****).*

Задача 6.

Дни солнцестояний в славянской традиции называли «солнцеворот». Поясните этимологию (происхождение) этого слова.

*Решение: В дни стояний Солнце переходит от увеличения (летом) или уменьшения (зимой) полуденной высоты к обратному движению (с т.з. высоты верхней кульминации), как бы разворачивается. Отсюда такое название. (****8 баллов за верные рассуждения и ответ. В рассуждении обязательно должно быть прокомментировано изменение полуденной высоты, иначе полный был не может быть засчитан****).*

Справочные данные:

1а.е.=$1.496\cdot10^8$ км; 1пк=206265 а.е;
Масса Солнца $2\cdot10^{30}$ кг, Земли $6\cdot10^{24}$ кг, Марса $6\cdot10^{23}$ кг Луны $7\cdot10^{22}$ кг;
Радиус Солнца – $6.96\cdot10^5$ км.
Наклон оси вращения Марса к плоскости его орбиты 64.8°.
Продолжительность синодического лунного месяца 29.51 средних солнечных суток, сидерического – 27.32 суток.
Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом $+6^m$.
Гравитационная постоянная $G=6.67\cdot10^{-11}$ Н*м^2/кг^2;
Скорость света $3\cdot10^5$ км/с.

Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

8 класс

Краткие решения

ВАРИАНТ 1

Максимальное количество баллов – 48.

Задача 1.

Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan–ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запоздал относительно момента перигелия кометы?.

*Решение: Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли (**6 баллов**). На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная (**2 балла вывод**).*

Задача 2.

В западной традиции есть фразеологизм "Once at the Blue Moon", т.е. крайне редко, почти никогда. Голубой Луной (т.е. чем-то, что почти невозможно увидеть- ведь мы не наблюдаем Луну реально голубой) называют второе за календарный месяц полнолуние. Как часто случается «Голубая Луна»?

*Решение: Можно использовать продолжительность года для определения промежутка между периодами «Голубой Луны». В году 365.25/29.51=12.4 лунных месяца. То есть за 2.5 года как раз накопится «лишний» лунный месяц (из-за которого и получается два полнолуния в календарный месяц). Можно рассуждать иначе. Каждый месяц даты полнолуний смещаются примерно на 1 день. Для следующей «Голубой Луны» полнолуние должно сместиться на месяц и опять попасть на 1 и 30 (или 2 и 31) числа. Это произойдёт примерно за 30 месяцев – те же 2.5 года. (**8 баллов за любое приводящее к верному ответу логичное рассуждение**)*

Задача 3.

Имеются горизонтальные солнечные часы с вертикальным гномоном. В них циферблатом является горизонтальная плоскость, которой перпендикулярен отбрасывающий тень элемент (гномон).

Где на Земле такие солнечные часы в дни равноденствий «не будут работать»? Обязательно дайте развёрнутый и аргументированный ответ.

Решение: На экваторе Земли в дни равноденствия Солнце движется по первому вертикалу. Поэтому от восхода до полудня тень от вертикального гномона будет на западе, после полудня – на востоке и «классическим» способом время внутри этих промежутков определить невозможно.
(8 баллов за верные рассуждения и ответ).

Примечание 1: на самом деле в такой ситуации время определить всё же можно – по длине тени. Если участник указывает этот вариант (при этом поясняя, что азимут тени будет принимать лишь два значения – 90^o и 270^o, скачкообразно изменяясь в полдень) задачу следует считать полностью и верно решённой (8 баллов).

Примечание 2: если в качестве ответа указан экватор, но не пояснено, почему (нет указания на постоянное положение тени и/или движение по 1-му вертикалу), то за задачу ставится не более 4 баллов.

Примечание 3: Полюса не могут считаться верным ответом, поскольку в дни равноденствий Солнце там уже над горизонтом (из-за конечных размеров диска и рефракции) и гномон вполне будет отбрасывать тень при ясной погоде.

Задача 4.

На каких марсианских широтах наступает полярная ночь и полярный день? Угловыми размерами Солнца и рефракцией пренебречь.

Решение: Если пренебречь размерами Солнца и рефракцией, то полярная ночь (Солнце хотя бы раз в год невосходящее светило) и полярный день (незаходящее) будут наступать между широтами Полярных кругов и полюсами. Для Марса широты Полярных кругов это 64.8^o северной и южной широты. т.е. широты численно равны углу между осью вращения и плоскостью орбиты.

В 3 балла следует оценить вывод или верно записанную фомулу для невосходящих/незаходящих светил и ещё в 2 балла сам факт того, что в периоды п.д. и п.н. Солнце суть незаходящее/невосходящее светило (т.е. аргументацию применения этих формул). Оставшиеся 3 балла даются за верные вычисления. Если указывается только одно полушарие, то задача не может быть оценена выше, чем в 6 баллов.

Задача 5.

Есть семейство комет, «царапающих Солнце». Их перигелийное расстояние сопоставимо с размером нашего центрального светила, потому многие такие кометы разрушаются при прохождении перигелия, как это случилось в конце октября 2024 года с кометой C/2024S1. Полагая, что подобная комета имеет афелийное расстояние 1000 а.е ., определите диапазон возможных эксцентриситетов и период её обращения.

Решение: Радиус Солнца R=0.0047 а.е. для таких комет это минимально возможное перигелийное расстояние кометы q=a(1-e), афелийное же Q=a(1+e) это указанные в условии 1000 а.е. (2 ***балла за систему уравнений****). Решая, получим e=(Q+q)/(Q-q), e=0.999991 (****1 балл решение****). При зафиксированном афелийном расстоянии это максимально возможный эксцентриситет, т.е. ответ e<0.999991(****1 балл ответ в виде неравенства****).*
*Из той же системы найдём большую полуось a≈500 а.е. (****2 балла****).*

Задача 6.

Дни солнцестояний в славянской традиции называли «солнцеворот». Поясните этимологию (происхождение) этого слова.

*Решение: В дни стояний Солнце переходит от увеличения (летом) или уменьшения (зимой) полуденной высоты к обратному движению (с т.з. высоты верхней кульминации), как бы разворачивается. Отсюда такое название. (****8 баллов за верные рассуждения и ответ. В рассуждении обязательно должно быть прокомментировано изменение полуденной высоты, иначе полный был не может быть засчитан****).*

Справочные данные:

1а.е.=$1.496\cdot10^8$ км; 1пк=206265 а.е;
Масса Солнца $2\cdot10^{30}$ кг, Земли $6\cdot10^{24}$ кг, Марса $6\cdot10^{23}$ кг Луны $7\cdot10^{22}$ кг; Радиус Солнца – $6.96\cdot10^5$ км.

Наклон оси вращения Марса к плоскости его орбиты 64.8°.

Продолжительность синодического лунного месяца 29.51 средних солнечных суток, сидерического – 27.32 суток.

Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом $+6^m$.

Гравитационная постоянная G=$6.67\cdot10^{-11}$ Н*м^2/кг^2; Скорость света $3\cdot10^5$ км/с.

Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

8 класс

Краткие решения

ВАРИАНТ 2

Максимальное количество баллов – 48.

Задача 1.

Дни солнцестояний в славянской традиции называли «солнцеворот». Поясните этимологию (происхождение) этого слова.

Решение: В дни стояний Солнце переходит от увеличения (летом) или уменьшения (зимой) полуденной высоты к обратному движению (с т.з. высоты верхней кульминации), как бы разворачивается. Отсюда такое название. ***(8 баллов за верные рассуждения и ответ. В рассуждении обязательно должно быть прокомментировано изменение полуденной высоты, иначе полный был не может быть засчитан)***.

Задача 2.

В западной традиции есть фразеологизм "Once at the Blue Moon", т.е. крайне редко, почти никогда. Голубой Луной (т.е. чем-то, что почти невозможно увидеть- ведь мы не наблюдаем Луну реально голубой) называют второе за календарный месяц полнолуние. Как часто случается «Голубая Луна»?

Решение: Можно использовать продолжительность года для определения промежутка между периодами «Голубой Луны». В году 365.25/29.51=12.4 лунных месяца. То есть за 2.5 года как раз накопится «лишний» лунный месяц (из-за которого и получается два полнолуния в календарный месяц). Можно рассуждать иначе. Каждый месяц даты полнолуний смещаются примерно на 1 день. Для следующей «Голубой Луны» полнолуние должно сместиться на месяц и опять попасть на 1 и 30 (или 2 и 31) числа. Это произойдёт примерно за 30 месяцев – те же 2.5 года. ***(8 баллов за любое приводящее к верному ответу логичное рассуждение)***

Задача 3.

Имеются горизонтальные солнечные часы с вертикальным гномоном. В них циферблатом является горизонтальная плоскость, которой перпендикулярен отбрасывающий тень элемент (гномон).

Где на Земле такие солнечные часы в дни равноденствий «не будут работать»? Обязательно дайте развёрнутый и аргументированный ответ.

Решение: На экваторе Земли в дни равноденствия Солнце движется по первому вертикалу. Поэтому от восхода до полудня тень от вертикального гномона будет на западе, после полудня – на востоке и «классическим» способом время внутри этих промежутков определить невозможно.
***(8 баллов за верные рассуждения и ответ)**.*

Примечание 1: на самом деле в такой ситуации время определить всё же можно – по длине тени. Если участник указывает этот вариант (при этом поясняя, что азимут тени будет принимать лишь два значения – 90^o и 270^o, скачкообразно изменяясь в полдень) задачу следует считать полностью и верно решённой (8 баллов).

Примечание 2: если в качестве ответа указан экватор, но не пояснено, почему (нет указания на постоянное положение тени и/или движение по 1-му вертикалу), то за задачу ставится не более 4 баллов.

Примечание 3: Полюса не могут считаться верным ответом, поскольку в дни равноденствий Солнце там уже над горизонтом (из-за конечных размеров диска и рефракции) и гномон вполне будет отбрасывать тень при ясной погоде.

Задача 4.

На каких марсианских широтах наступает полярная ночь и полярный день? Угловыми размерами Солнца и рефракцией пренебречь.

Решение: Если пренебречь размерами Солнца и рефракцией, то полярная ночь (Солнце хотя бы раз в год невосходящее светило) и полярный день (незаходящее) будут наступать между широтами Полярных кругов и полюсами. Для Марса широты Полярных кругов это 64.8^o северной и южной широты. т.е. широты численно равны углу между осью вращения и плоскостью орбиты.

В 3 балла следует оценить вывод или верно записанную фомулу для невосходящих/незаходящих светил и ещё в 2 балла сам факт того, что в периоды п.д. и п.н. Солнце суть незаходящее/невосходящее светило (т.е. аргументацию применения этих формул). Оставшиеся 3 балла даются за верные вычисления. Если указывается только одно полушарие, то задача не может быть оценена выше, чем в 6 баллов.

Задача 5.

Есть семейство комет, «царапающих Солнце». Их перигелийное расстояние сопоставимо с размером нашего центрального светила, потому многие такие кометы разрушаются при прохождении перигелия, как это случилось в конце октября 2024 года с кометой C/2024S1. Полагая, что подобная комета имеет афелийное расстояние 1000 а.е ., определите диапазон возможных эксцентриситетов и период её обращения.

Решение: Радиус Солнца R=0.0047 а.е. для таких комет это минимально возможное перигелийное расстояние кометы q=a(1-e), афелийное же Q=a(1+e) это указанные в условии 1000 а.е. (2 ***балла за систему уравнений****). Решая, получим e=(Q+q)/(Q-q), e=0.999991 (****1 балл решение****). При зафиксированном афелийном расстоянии это максимально возможный эксцентриситет, т.е. ответ e<0.999991(****1 балл ответ в виде неравенства****).*
*Из той же системы найдём большую полуось a≈500 а.е. (****2 балла****).*

Задача 6

Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan–ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запоздал относительно момента перигелия кометы?.

*Решение: Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли (****6 баллов****). На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная (****2 балла вывод****).*

Справочные данные:

1а.е.=$1.496 \cdot 10^8$ км; 1пк=206265 а.е;

Масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг, Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг, Марса $6 \cdot 10^{23}$ кг Луны $7 \cdot 10^{22}$ кг; Радиус Солнца – $6.96 \cdot 10^5$ км.

Наклон оси вращения Марса к плоскости его орбиты 64.8°.

Продолжительность синодического лунного месяца 29.51 средних солнечных суток, сидерического – 27.32 суток.

Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом $+6^m$.

Гравитационная постоянная G=$6.67 \cdot 10^{-11}$ Н*м^2/кг^2; Скорость света $3 \cdot 10^5$ км/с.

Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

8 класс

Краткие решения

ВАРИАНТ 3

Максимальное количество баллов – 48.

Задача 1.

Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan–ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запоздал относительно момента перигелия кометы?.

*Решение: Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли (**6 баллов**). На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная (**2 балла вывод**).*

Задача 2.

Есть семейство комет, «царапающих Солнце». Их перигелийное расстояние сопоставимо с размером нашего центрального светила, потому многие такие кометы разрушаются при прохождении перигелия, как это случилось в конце октября 2024 года с кометой C/2024S1. Полагая, что подобная комета имеет афелийное расстояние 1000 а.е ., определите диапазон возможных эксцентриситетов и период её обращения.

*Решение: Радиус Солнца R=0.0047 а.е. для таких комет это минимально возможное перигелийное расстояние кометы q=a(1-e), афелийное же Q=a(1+e) это указанные в условии 1000 а.е. (2 **балла за систему уравнений**). Решая, получим e=(Q+q)/(Q-q), e=0.999991 (**1 балл решение**). При зафиксированном афелийном расстоянии это максимально возможный эксцентриситет, т.е. ответ e<0.999991(**1 балл ответ в виде неравенства**).*
*Из той же системы найдём большую полуось a≈500 а.е. (**2 балла**).*

Задача 3.

Имеются горизонтальные солнечные часы с вертикальным гномоном. В них циферблатом является горизонтальная плоскость, которой перпендикулярен отбрасывающий тень элемент (гномон).

Где на Земле такие солнечные часы в дни равноденствий «не будут работать»? Обязательно дайте развёрнутый и аргументированный ответ.

Решение: На экваторе Земли в дни равноденствия Солнце движется по первому вертикалу. Поэтому от восхода до полудня тень от вертикального гномона будет на западе, после полудня – на востоке и «классическим» способом время внутри этих *промежутков определить невозможно.* ***(8 баллов за верные рассуждения и ответ)****.*

Примечание 1: на самом деле в такой ситуации время определить всё же можно – по длине тени. Если участник указывает этот вариант (при этом поясняя, что азимут тени будет принимать лишь два значения – 90^o и 270^o, скачкообразно изменяясь в полдень) задачу следует считать полностью и верно решённой (8 баллов).

Примечание 2: если в качестве ответа указан экватор, но не пояснено, почему (нет указания на постоянное положение тени и/или движение по 1-му вертикалу), то за задачу ставится не более 4 баллов.

Примечание 3: Полюса не могут считаться верным ответом, поскольку в дни равноденствий Солнце там уже над горизонтом (из-за конечных размеров диска и рефракции) и гномон вполне будет отбрасывать тень при ясной погоде.

Задача 4.

На каких марсианских широтах наступает полярная ночь и полярный день? Угловыми размерами Солнца и рефракцией пренебречь.

Решение: Если пренебречь размерами Солнца и рефракцией, то полярная ночь (Солнце хотя бы раз в год невосходящее светило) и полярный день (незаходящее) будут наступать между широтами Полярных кругов и полюсами. Для Марса широты Полярных кругов это 64.8^o северной и южной широты. т.е. широты численно равны углу между осью вращения и плоскостью орбиты.

В 3 балла следует оценить вывод или верно записанную фомулу для невосходящих/незаходящих светил и ещё в 2 балла сам факт того, что в периоды п.д. и п.н. Солнце суть незаходящее/невосходящее светило (т.е. аргументацию применения этих формул). Оставшиеся 3 балла даются за верные вычисления. Если указывается только одно полушарие, то задача не может быть оценена выше, чем в 6 баллов.

Задача 5.

В западной традиции есть фразеологизм "Once at the Blue Moon", т.е. крайне редко, почти никогда. Голубой Луной (т.е. чем-то, что почти невозможно увидеть- ведь мы не наблюдаем Луну реально голубой) называют второе за календарный месяц полнолуние. Как часто случается «Голубая Луна»?

Решение: Можно использовать продолжительность года для определения промежутка между периодами «Голубой Луны». В году 365.25/29.51=12.4 лунных месяца. То есть за 2.5 года как раз накопится «лишний» лунный месяц (из-за которого и получается два полнолуния в календарный месяц). Можно рассуждать иначе. Каждый месяц даты полнолуний смещаются примерно на 1 день. Для следующей «Голубой Луны» полнолуние должно сместиться на месяц и опять попасть на 1 и 30 (или 2 и 31) числа. Это произойдёт примерно за 30 месяцев – те же 2.5 года. ***(8 баллов за любое приводящее к верному ответу логичное рассуждение)***

Задача 6.

Дни солнцестояний в славянской традиции называли «солнцеворот». Поясните этимологию (происхождение) этого слова.

Решение: В дни стояний Солнце переходит от увеличения (летом) или уменьшения (зимой) полуденной высоты к обратному движению (с т.з. высоты верхней кульминации), как бы разворачивается. Отсюда такое название. ***(8 баллов за верные рассуждения и ответ. В рассуждении обязательно должно быть прокомментировано изменение полуденной высоты, иначе полный был не может быть засчитан)****.*

Справочные данные:

1а.е.=$1.496 \cdot 10^8$ км; 1пк=206265 а.е;

Масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг, Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг, Марса $6 \cdot 10^{23}$ кг Луны $7 \cdot 10^{22}$ кг; Радиус Солнца – $6.96 \cdot 10^5$ км.

Наклон оси вращения Марса к плоскости его орбиты 64.8^o.

Продолжительность синодического лунного месяца 29.51 средних солнечных суток, сидерического – 27.32 суток.

Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом $+6^m$.

Гравитационная постоянная G=$6.67 \cdot 10^{-11}$ Н*м^2/кг^2; Скорость света $3 \cdot 10^5$ км/с.

Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

8 класс

Краткие решения

ВАРИАНТ 4

Максимальное количество баллов – 48.

Задача 1.

Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan–ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запоздал относительно момента перигелия кометы?.

*Решение: Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли (**6 баллов**). На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная (**2 балла вывод**).*

Задача 2.

В западной традиции есть фразеологизм "Once at the Blue Moon", т.е. крайне редко, почти никогда. Голубой Луной (т.е. чем-то, что почти невозможно увидеть- ведь мы не наблюдаем Луну реально голубой) называют второе за календарный месяц полнолуние. Как часто случается «Голубая Луна»?

*Решение: Можно использовать продолжительность года для определения промежутка между периодами «Голубой Луны». В году 365.25/29.51=12.4 лунных месяца. То есть за 2.5 года как раз накопится «лишний» лунный месяц (из-за которого и получается два полнолуния в календарный месяц). Можно рассуждать иначе. Каждый месяц даты полнолуний смещаются примерно на 1 день. Для следующей «Голубой Луны» полнолуние должно сместиться на месяц и опять попасть на 1 и 30 (или 2 и 31) числа. Это произойдёт примерно за 30 месяцев – те же 2.5 года. (**8 баллов за любое приводящее к верному ответу логичное рассуждение**)*

Задача 3.

Имеются горизонтальные солнечные часы с вертикальным гномоном. В них циферблатом является горизонтальная плоскость, которой перпендикулярен отбрасывающий тень элемент (гномон).

Где на Земле такие солнечные часы в дни равноденствий «не будут работать»? Обязательно дайте развёрнутый и аргументированный ответ.

Решение: На экваторе Земли в дни равноденствия Солнце движется по первому вертикалу. Поэтому от восхода до полудня тень от вертикального гномона будет на западе, после полудня – на востоке и «классическим» способом время внутри этих промежутков определить невозможно.
***(8 баллов за верные рассуждения и ответ)**.*

Примечание 1: на самом деле в такой ситуации время определить всё же можно – по длине тени. Если участник указывает этот вариант (при этом поясняя, что азимут тени будет принимать лишь два значения – 90^o и 270^o, скачкообразно изменяясь в полдень) задачу следует считать полностью и верно решённой (8 баллов).

Примечание 2: если в качестве ответа указан экватор, но не пояснено, почему (нет указания на постоянное положение тени и/или движение по 1-му вертикалу), то за задачу ставится не более 4 баллов.

Примечание 3: Полюса не могут считаться верным ответом, поскольку в дни равноденствий Солнце там уже над горизонтом (из-за конечных размеров диска и рефракции) и гномон вполне будет отбрасывать тень при ясной погоде.

Задача 4.

На каких марсианских широтах наступает полярная ночь и полярный день? Угловыми размерами Солнца и рефракцией пренебречь.

Решение: Если пренебречь размерами Солнца и рефракцией, то полярная ночь (Солнце хотя бы раз в год невосходящее светило) и полярный день (незаходящее) будут наступать между широтами Полярных кругов и полюсами. Для Марса широты Полярных кругов это 64.8^o северной и южной широты. т.е. широты численно равны углу между осью вращения и плоскостью орбиты.

В 3 балла следует оценить вывод или верно записанную фомулу для невосходящих/незаходящих светил и ещё в 2 балла сам факт того, что в периоды п.д. и п.н. Солнце суть незаходящее/невосходящее светило (т.е. аргументацию применения этих формул). Оставшиеся 3 балла даются за верные вычисления. Если указывается только одно полушарие, то задача не может быть оценена выше, чем в 6 баллов.

Задача 5.

Дни солнцестояний в славянской традиции называли «солнцеворот». Поясните этимологию (происхождение) этого слова.

Решение: В дни стояний Солнце переходит от увеличения (летом) или уменьшения (зимой) полуденной высоты к обратному движению (с т.з. высоты верхней кульминации), как бы разворачивается. Отсюда такое название. ***(8 баллов за верные рассуждения и ответ. В рассуждении обязательно должно быть прокомментировано изменение полуденной высоты, иначе полный был не может быть засчитан).***

Задача 6.

Есть семейство комет, «царапающих Солнце». Их перигелийное расстояние сопоставимо с размером нашего центрального светила, потому многие такие кометы разрушаются при прохождении перигелия, как это случилось в конце октября 2024 года с кометой C/2024S1. Полагая, что подобная комета имеет афелийное расстояние 1000 а.е., определите диапазон возможных эксцентриситетов и период её обращения.

Решение: Радиус Солнца $R=0.0047$ а.е. для таких комет это минимально возможное перигелийное расстояние кометы $q=a(1-e)$, афелийное же $Q=a(1+e)$ это указанные в условии 1000 а.е. (2 ***балла за систему уравнений****). Решая, получим $e=(Q+q)/(Q-q)$, $e=0.999991$ (****1 балл решение****). При зафиксированном афелийном расстоянии это максимально возможный эксцентриситет, т.е. ответ $e<0.999991$(****1 балл ответ в виде неравенства****).*
*Из той же системы найдём большую полуось $a\approx500$ а.е. (****2 балла****).*

Справочные данные:

1а.е.=$1.496\cdot10^8$ км; 1пк=206265 а.е;

Масса Солнца $2\cdot10^{30}$ кг, Земли $6\cdot10^{24}$ кг, Марса $6\cdot10^{23}$ кг Луны $7\cdot10^{22}$ кг;

Радиус Солнца – $6.96\cdot10^5$ км.

Наклон оси вращения Марса к плоскости его орбиты 64.8^o.

Продолжительность синодического лунного месяца 29.51 средних солнечных суток, сидерического – 27.32 суток.

Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом $+6^m$.

Гравитационная постоянная $G=6.67\cdot10^{-11}$ Н*м^2/кг^2;

Скорость света $3\cdot10^5$ км/с.

Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

9 класс

Краткие решения

ВАРИАНТ 1

Максимальное количество баллов – 48.

Задача 1.

Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan–ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запоздал относительно момента перигелия кометы?.

*Решение: Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли (**6 баллов**). На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная (**2 балла вывод**).*

Задача 2.

Рисунок 1. Фото Луны вблизи «микролуния » и «суперлуниия» (негативное изображение).

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

Вам предложено два снимка Луны, сделанные вблизи «микролуния » 25.02.2024 и «суперлуниия» 18.08.2024 на обычный фотоаппарат с помощью объектива с фокусным расстоянием 500мм. Определите эксцентриситет орбиты Луны.

Примечание: Хотя официальных терминов «микролуние» и «суперлуние» нет, так в прессе называют полнолуния, когда Луна, за счёт эллиптичности орбиты, имеет минимальный и максимальный размеры, соответственно.

Решение: Прежде всего, ученик должен догадаться, что «микролуние» соответствует полнолунию вблизи апогея, а «суперлуние» - вблизи перигея луны ***(2 балла)****. Обозначим через Q – апогейное расстояние, q – перигейное; через D- видимый угловой диаметр в «суперлуние», d – оный в «микролуние».*

Угловой размер Луны обратно пропорционален расстоянию до неё, D=l/q, d=l/Q ***(1 балл)****. Тогда соотношение для эксцентриситета e=(Q-q)/(Q+q) эквивалентно e= (D-d)/(D+d)* ***(3 балла)****. Этот факт участник может либо знать, либо вывести на месте.*

*Измеряя (любым способом) диаметр Луны на изображении, получим e=0.05, что весьма близко к реальности. Верным можно считать ответ от 0.04 до 0.06 (****2 балла за ответ в этом диапазоне). Если ответ не укладывается в диапазон, но логика решения верна, задачу следует оценить не выше, чем в 6 баллов****).*

При этом, как видно, знание абсолютного значения диаметра Луны l для решения не требуется.

Задача 3.

Для наблюдателя на Земле звезда 1 имеет экваториальные координаты $\alpha_1=01^h00^m$ и $\delta_1=0^o$, а звезда 2 $\alpha_2=07^h00^m$ и $\delta_2=0^o$.Расстояние до звезды 1 - 30 световых лет, а расстояние до звезды 2 - 40 световых лет. Найдите линейное расстояние между звездами 1 и 2.

Решение: прежде всего заметим, что плоский угол между звёздами для наблюдателя составляет 90^o ***(3 балла)****, поэтому для решения применима простая теорема Пифагора. Тогда расстояние между звёздами l это гипотенуза прямоугольного треугольника* ***(2 балла пояснение или рисунок)****. Поэтому $l=sqrt(30^2+40^2)=50$ св. лет* ***(3 балла верные вычисления)****.*

Задача 4.

Наблюдатель, находясь на экваторе Земли, следит за двумя звёздами. Звезда А имеет экваториальные координаты $\alpha_1=01^h00^m$ и $\delta_1=60^o$, а звезда Б $\alpha_2=01^h00^m$ и $\delta_2=--60^o$. Звезда А взошла в 3^h местного среднего солнечного времени. Во сколько в те же сутки взойдёт звезда Б?

Решение: Поскольку на экваторе Земли все звёзды, находящиеся на одном круге склонений (т.е. имеющие равные прямые восхождения) восходят одновременно, то звезда Б так же взойдёт в 3^h ***(8 баллов за любые верные рассуждения)****.*

Для иллюстрации этого факта можно вспомнить, что при наблюдении на экваторе Земли небесный экватор является первым вертикалом и перпендикулярен мат. горизонту.

Задача 5.

Возьмем 3 Солнца, соединим их в один объект и получим белую звезду с температурой фотосферы 10 000К и средней плотностью 0.5 г/см^3. Вычислите радиус белой звезды . Определите светимость полученной звезды в светимостях Солнца.

Решение: Плотность звезды

$$\rho = M/((4/3)\pi R^3)$$, ***(2 балла)***

откуда

$R = [M/((4/3)\pi\rho)]^{1/3} = [3\cdot 2\cdot 10^{33}/((4/3)\cdot 3.14\cdot 0.5)]^{1/3} = 2.1\cdot 10^{11}$ *см,* ***(2 балла)*** *что составляет* $3R_O$.

Вычислим светимость звезды: $L = 4\pi R^2\sigma T^4 = (R/R_O{}^2)(T/T_O{}^4) = 9\cdot 7.7 = 69\ L_O$. ***(4 балла)***

Задача 6.

Новая звезда в спокойном состоянии имела блеск 13^m, но во время вспышки увеличила яркость на 3^m. Увидит ли наблюдатель в школьный телескоп диаметром 6см эту звезду во время вспышки?

Решение: Для точечных объектов (коими являются звёзды при наблюдении с малым увеличением) проницание пропорционально площади собирающей поверхности или квадрату апертуры, $S \sim D^2$, $S_1/S_2 = (D_1/D_2)^2$ ***(2 балла)****.*

При использовании телескопа выигрыш составит $(60/6)^2 = 100$ *раз* ***(1 балл вычисления)****. 100 раз это* 5^m ***(2 балла)*** *поэтому мы увидим звёзды вплоть до* $6+5=11^m$ ***(1 балл)****. Яркость новой в момент вспышки* $13-3=10^m$ ***(1 балл)****, так что при проницании* 11^m *это будет доступный для наблюдения объект* ***(1 балл вывод)****.*

Справочные данные:

1а.е.=$1.496\cdot 10^8$ км; 1пк=206265 а.е;
Масса Солнца $2\cdot 10^{30}$ кг, Земли $6\cdot 10^{24}$ кг, Марса $6\cdot 10^{23}$ кг Луны $7\cdot 10^{22}$ кг; Радиус Солнца – $6.96\cdot 10^5$ км.
Гравитационная постоянная G=$6.67\cdot 10^{-11}$ Н*м^2/кг^2; Скорость света $3\cdot 10^5$(км/с)
Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом +6^m.

Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

9 класс

Краткие решения

ВАРИАНТ 2

Максимальное количество баллов – 48.

Задача 1.

Рисунок 1. Фото Луны вблизи «микролуния » и «суперлуниия» (негативное изображение).

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

Вам предложено два снимка Луны, сделанные вблизи «микролуния » 25.02.2024 и «суперлунииия» 18.08.2024 на обычный фотоаппарат с помощью объектива с фокусным расстоянием 500мм. Определите эксцентриситет орбиты Луны.

Примечание: Хотя официальных терминов «микролуние» и «суперлуние» нет, так в прессе называют полнолуния, когда Луна, за счёт эллиптичности орбиты, имеет минимальный и максимальный размеры, соответственно.

Решение: Прежде всего, ученик должен догадаться, что «микролуние» соответствует полнолунию вблизи апогея, а «суперлуние» - вблизи перигея луны ***(2 балла)****. Обозначим через Q – апогейное расстояние, q – перигейное; через D- видимый угловой диаметр в «суперлуние», d – оный в «микролуние».*

Угловой размер Луны обратно пропорционален расстоянию до неё, $D=l/q$, $d=l/Q$ ***(1 балл)****. Тогда соотношение для эксцентриситета $e=(Q-q)/(Q+q)$ эквивалентно $e= (D-d)/(D+d)$ (3* ***балла****). Этот факт участник может либо знать, либо вывести на месте.*

*Измеряя (любым способом) диаметр Луны на изображении, получим $e=0.05$, что весьма близко к реальности. Верным можно считать ответ от 0.04 до 0.06 (****2 балла за ответ в этом диапазоне). Если ответ не укладывается в диапазон, но логика решения верна, задачу следует оценить не выше, чем в 6 баллов****).*

При этом, как видно, знание абсолютного значения диаметра Луны l для решения не требуется.

Задача 2.

Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan–ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запоздал относительно момента перигелия кометы?.

Решение: Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли ***(6 баллов)****. На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная* ***(2 балла вывод)****.*

Задача 3.

Для наблюдателя на Земле звезда 1 имеет экваториальные координаты $\alpha_1=01^h00^m$ и $\delta_1=0^o$, а звезда 2 $\alpha_2=07^h00^m$ и $\delta_2=0^o$.Расстояние до звезды 1 - 30 световых лет, а расстояние до звезды 2 - 40 световых лет. Найдите линейное расстояние между звездами 1 и 2.

Решение: прежде всего заметим, что плоский угол между звёздами для наблюдателя составляет 90^o ***(3 балла)****, поэтому для решения применима простая теорема Пифагора. Тогда расстояние между звёздами l это гипотенуза прямоугольного треугольника* ***(2 балла пояснение или рисунок)****. Поэтому $l=sqrt(30^2+40^2)=50$ св. лет* ***(3 балла верные вычисления)****.*

Задача 4.

Наблюдатель, находясь на экваторе Земли, следит за двумя звёздами. Звезда А имеет экваториальные координаты $\alpha_1=01^h00^m$ и $\delta_1=60^o$, а звезда Б $\alpha_2=01^h00^m$ и $\delta_2=-60^o$. Звезда А взошла в 3^h местного среднего солнечного времени. Во сколько в те же сутки взойдёт звезда Б?

*Решение: Поскольку на экваторе Земли все звёзды, находящиеся на одном круге склонений (т.е. имеющие равные прямые восхождения) восходят одновременно, то звезда Б так же взойдёт в 3^h (**8 баллов за любые верные рассуждения**).*

Для иллюстрации этого факта можно вспомнить, что при наблюдении на экваторе Земли небесный экватор является первым вертикалом и перпендикулярен мат. горизонту.

Задача 5.

Возьмем 3 Солнца, соединим их в один объект и получим белую звезду с температурой фотосферы 10 000К и средней плотностью 0.5 г/см^3. Вычислите радиус белой звезды. Определите светимость полученной звезды в светимостях Солнца.

Решение: Плотность звезды

$\rho = M/((4/3)\pi R^3)$, ***(2 балла)***

откуда

$R = [M/((4/3)\pi\rho)]^{1/3} = [3\cdot 2\cdot 10^{33}/((4/3)\cdot 3.14\cdot 0.5)]^{1/3} = 2.1\cdot 10^{11}$ *см,* ***(2 балла)***

что составляет $3R_O$.

Вычислим светимость звезды: $L = 4\pi R^2\sigma T^4 = (R/R_O{}^2)(T/T_O{}^4) = 9\cdot 7.7 = 69\ L_O$. ***(4 балла)***

Задача 6.

Новая звезда в спокойном состоянии имела блеск 13^m, но во время вспышки увеличила яркость на 3^m. Увидит ли наблюдатель в школьный телескоп диаметром 6см эту звезду во время вспышки?

Решение: Для точечных объектов (коими являются звёзды при наблюдении с малым увеличением) проницание пропорционально площади собирающей поверхности или квадрату апертуры, $S \sim D^2$, $S_1/S_2 = (D_1/D_2)^2$ ***(2 балла)****.*

При использовании телескопа выигрыш составит $(60/6)^2 = 100$ *раз* ***(1 балл вычисления)****. 100 раз это* 5^m ***(2 балла)*** *поэтому мы увидим звёзды вплоть до* $6+5=11^m$ ***(1 балл)****. Яркость новой в момент вспышки* $13\text{-}3=10^m$ ***(1 балл)****, так что при проницании* 11^m *это будет доступный для наблюдения объект* ***(1 балл вывод)****.*

Справочные данные:

1а.е.=$1.496\cdot 10^8$ км; 1пк=206265 а.е;

Масса Солнца $2\cdot 10^{30}$ кг, Земли $6\cdot 10^{24}$ кг, Марса $6\cdot 10^{23}$ кг Луны $7\cdot 10^{22}$ кг;

Радиус Солнца – $6.96\cdot 10^5$ км.

Гравитационная постоянная G=$6.67\cdot 10^{-11}$ Н*м^2/кг^2;

Скорость света $3\cdot 10^5$(км/с)

Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом $+6^m$.

Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

10 класс

Краткие решения

ВАРИАНТ 1

Максимальное количество баллов – 48.

Задача 1.

Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan–ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запоздал относительно момента перигелия кометы?.

*Решение: Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли (**6 баллов**). На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная (**2 балла вывод**).*

Задача 2.

Рисунок 1. Фото Луны вблизи «микролуния » и «суперлуниия» (негативное изображение).

Вам предложено два снимка Луны, сделанные вблизи «микролуния » 25.02.2024 и «суперлуниия» 18.08.2024 на обычный фотоаппарат с помощью объектива с фокусным расстоянием 500мм. Определите эксцентриситет орбиты Луны.

Примечание: Хотя официальных терминов «микролуние» и «суперлуние» нет, так в прессе называют полнолуния, когда Луна, за счёт эллиптичности орбиты, имеет минимальный и максимальный размеры, соответственно.

Решение: Прежде всего, ученик должен догадаться, что «микролуние» соответствует полнолунию вблизи апогея, а «суперлуние» - вблизи перигея луны ***(2 балла)****. Обозначим через Q – апогейное расстояние, q – перигейное; через D- видимый угловой диаметр в «суперлуние», d – оный в «микролуние».*

Угловой размер Луны обратно пропорционален расстоянию до неё, $D=l/q$, $d=l/Q$ ***(1 балл)****. Тогда соотношение для эксцентриситета $e=(Q-q)/(Q+q)$ эквивалентно $e= (D-d)/(D+d)$* ***(3 балла)****. Этот факт участник может либо знать, либо вывести на месте.*

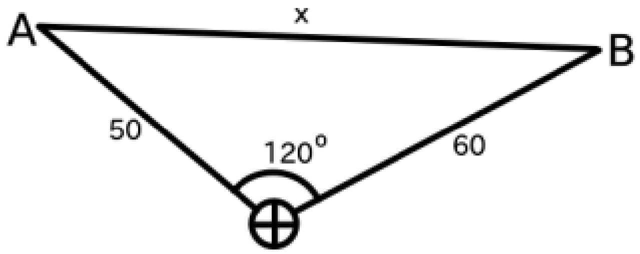
Измеряя (любым способом) диаметр Луны на изображении, получим $e=0.05$, что весьма близко к реальности. Верным можно считать ответ от 0.04 до 0.06 ***(2 балла за ответ в этом диапазоне). Если ответ не укладывается в диапазон, но логика решения верна, задачу следует оценить не выше, чем в 6 баллов****).*

При этом, как видно, знание абсолютного значения диаметра Луны l для решения не требуется.

Задача 3.

Наблюдатель с Земли следит за двумя звездами. Расстояние до звезды А - 50 световых лет, а расстояние до звезды В - 60 световых лет. Угол между звездой А, Землей и звездой В равен 120°. Найти линейное расстояние между звездами А и В.

Решение:



Линейное расстояние между звездами А и В можно найти по теореме косинусов, как третью сторону треугольника.

$c = \sqrt{a^2+b^2-2ab\cdot\cos\alpha}$,

где a и b - известные расстояния до звезд(стороны треугольника); α - угол между ними ***(4 балла)****.*

Тогда, подставив все данные в формулу, получим:

$c = \sqrt{50^2+60^2-2\cdot 50\cdot 60\cdot \cos 120°} = \sqrt{9100} = 95.4$ *световых лет* ***(4 балла вычисления)****.*

Задача 4.

Наблюдатель, находясь на экваторе Земли, продолжает следить за двумя звездами из задачи 3. При этом звезда А имеет экваториальные координаты $\alpha_1=01^h00^m$ и $\delta_1=60^o$, а звезда Б $\alpha_2=01^h00^m$ и $\delta_2=-60^o$. Звезда А взошла в 3^h местного среднего солнечного времени. Во сколько в те же сутки взойдёт звезда Б?

*Решение: Поскольку на экваторе Земли все звёзды, находящиеся на одном круге склонений (т.е. имеющие равные прямые восхождения) восходят одновременно, то звезда Б так же взойдёт в 3^h (**8 баллов за любые верные рассуждения**).*

Для иллюстрации этого факта можно вспомнить, что при наблюдении на экваторе Земли небесный экватор является первым вертикалом и перпендикулярен мат. горизонту.

Задача 5.

Возьмем 3 Солнца, соединим их в один объект и получим белую звезду с температурой фотосферы 10 000К и средней плотностью 0.5 г/см^3. Вычислите радиус белой звезды. Определите светимость полученной звезды в светимостях Солнца.

Решение: Плотность звезды

$$\rho = M/((4/3)\pi R^3)\ ,\ \textbf{(2 балла)}$$

откуда

$$R = [M/((4/3)\pi\rho)]^{1/3} = [3\cdot 2\cdot 10^{33}/((4/3)\cdot 3.14\cdot 0.5)]^{1/3} = 2.1\cdot 10^{11}\ \text{см},\ \textbf{(2 балла)}$$

что составляет $3R_O$.

Вычислим светимость звезды: $L = 4\pi R^2\sigma T^4 = (R/R_O{}^2)(T/T_O{}^4) = 9\cdot 7.7 = 69\ L_O.$ **(4 балла)**

Задача 6.

Одна компонента двойной звезды имеет яркость 5^m, а вторая 7^m. Во сколько раз суммарный блеск двойной звезды ярче второй компоненты?

*Решение: Примем освещенность E, создаваемую слабой компонентой за единицу. Тогда яркая компонента будет давать освещенность в $(2.512)^2$ раза больше – 6.31E. **(4 балла)** Суммарная освещенность 7.31 E, т.е. суммарный блеск двойной в 7.31 раза больше блеска слабой компоненты. **(4 балла)***

.

Справочные данные:

1а.е.=$1.496\cdot 10^8$ км; 1пк=206265 а.е;

Масса Солнца $2\cdot 10^{30}$ кг, Земли $6\cdot 10^{24}$ кг, Марса $6\cdot 10^{23}$ кг Луны $7\cdot 10^{22}$ кг;

Радиус Солнца – $6.96\cdot 10^5$ км.

Гравитационная постоянная $G=6.67\cdot 10^{-11}$ Н*м^2/кг^2;

Скорость света $3\cdot 10^5$(км/с)

Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

10 класс

Краткие решения

ВАРИАНТ 2

Максимальное количество баллов – 48.

Задача 1.

Рисунок 1. Фото Луны вблизи «микролуния » и «суперлуниия» (негативное изображение).

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

Вам предложено два снимка Луны, сделанные вблизи «микролуния » 25.02.2024 и «суперлуниия» 18.08.2024 на обычный фотоаппарат с помощью объектива с фокусным расстоянием 500мм. Определите эксцентриситет орбиты Луны.

Примечание: Хотя официальных терминов «микролуние» и «суперлуние» нет, так в прессе называют полнолуния, когда Луна, за счёт эллиптичности орбиты, имеет минимальный и максимальный размеры, соответственно.

Решение: Прежде всего, ученик должен догадаться, что «микролуние» соответствует полнолунию вблизи апогея, а «суперлуние» - вблизи перигея луны ***(2 балла)****. Обозначим через Q – апогейное расстояние, q – перигейное; через D- видимый угловой диаметр в «суперлуние», d – оный в «микролуние».*

Угловой размер Луны обратно пропорционален расстоянию до неё, $D=l/q$, $d=l/Q$ ***(1 балл)****. Тогда соотношение для эксцентриситета $e=(Q-q)/(Q+q)$ эквивалентно $e= (D-d)/(D+d)$* ***(3 балла)****. Этот факт участник может либо знать, либо вывести на месте.*

Измеряя (любым способом) диаметр Луны на изображении, получим $e=0.05$, что весьма близко к реальности. Верным можно считать ответ от 0.04 до 0.06 ***(2 балла за ответ в этом диапазоне). Если ответ не укладывается в диапазон, но логика решения верна, задачу следует оценить не выше, чем в 6 баллов****).*

При этом, как видно, знание абсолютного значения диаметра Луны l для решения не требуется.

Задача 2.

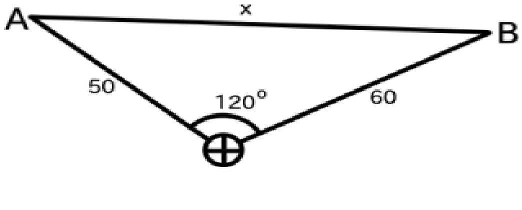
Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan–ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запоздал относительно момента перигелия кометы?.

Решение: Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли ***(6 баллов)****. На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная* ***(2 балла вывод)****.*

Задача 3.

Наблюдатель с Земли следит за двумя звездами. Расстояние до звезды A - 50 световых лет, а расстояние до звезды B - 60 световых лет. Угол между звездой A, Землей и звездой B равен 120°. Найти линейное расстояние между звездами A и B.

Решение:



Линейное расстояние между звездами A и B можно найти по теореме косинусов, как третью сторону треугольника.

$c = \sqrt{a^2+b^2-2ab\cdot\cos\alpha}$,

где a и b - известные расстояния до звезд(стороны треугольника); α - угол между ними ***(4 балла)****.*

Тогда, подставив все данные в формулу, получим:

$c = \sqrt{50^2+60^2-2\cdot 50\cdot 60\cdot\cos 120^\circ} = \sqrt{9100} = 95.4$ *световых лет* ***(4 балла вычисления)****.*

Задача 4.

Наблюдатель, находясь на экваторе Земли, продолжает следить за двумя звездами из задачи 3. При этом звезда А имеет экваториальные координаты α_1=01^{h}00^m и δ_1=60^o, а звезда Б α_2=01^{h}00^m и δ_2=--60^o. Звезда А взошла в 3^h местного среднего солнечного времени. Во сколько в те же сутки взойдёт звезда Б?

Решение: Поскольку на экваторе Земли все звёзды, находящиеся на одном круге склонений (т.е. имеющие равные прямые восхождения) восходят одновременно, то звезда Б так же взойдёт в 3^h ***(8 баллов за любые верные рассуждения)****.*

Для иллюстрации этого факта можно вспомнить, что при наблюдении на экваторе Земли небесный экватор является первым вертикалом и перпендикулярен мат. горизонту.

Задача 5.

Возьмем 3 Солнца, соединим их в один объект и получим белую звезду с температурой фотосферы 10 000К и средней плотностью 0.5 г/см^3. Вычислите радиус белой звезды. Определите светимость полученной звезды в светимостях Солнца.

Решение: Плотность звезды

$$\rho = M/((4/3)\pi R^3) \text{ , } \textbf{(2 балла)}$$

откуда

$$R = [M/((4/3)\pi\rho)]^{1/3} = [3\cdot 2\cdot 10^{33}/((4/3)\cdot 3.14\cdot 0.5)]^{1/3} = 2.1\cdot 10^{11} \text{ см, } \textbf{(2 балла)}$$

что составляет $3R_O$.

Вычислим светимость звезды: $L = 4\pi R^2\sigma T^4 = (R/R_O{}^2)(T/T_O{}^4) = 9\cdot 7.7 = 69\ L_O.$ **(4 балла)**

Задача 6.

Одна компонента двойной звезды имеет яркость 5^m, а вторая 7^m. Во сколько раз суммарный блеск двойной звезды ярче второй компоненты?

Решение: Примем освещенность E, создаваемую слабой компонентой за единицу. Тогда яркая компонента будет давать освещенность в $(2.512)^2$ раза больше – 6.31E. ***(4 балла)*** *Суммарная освещенность 7.31 E, т.е. суммарный блеск двойной в 7.31 раза больше блеска слабой компоненты.* ***(4 балла)***

.

Справочные данные:

1а.е.=1.496·10^8 км; 1пк=206265 а.е;
Масса Солнца 2·10^{30} кг, Земли 6·10^{24} кг, Марса 6·10^{23} кг Луны 7·10^{22} кг;
Радиус Солнца – 6.96·10^5 км.
Гравитационная постоянная G=6.67·10^{-11} Н*м^2/кг^2;
Скорость света 3·10^5(км/с)

Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

11 класс

Краткие решения

Максимальное количество баллов – 48.

Задача 1.

Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan–ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запоздал относительно момента перигелия кометы?.

*Решение: Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли (**6 баллов**). На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная (**2 балла вывод**).*

Задача 2.

Рисунок 1. Фото Луны вблизи «микролуния » и «суперлунииия» (негативное изображение).

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

Вам предложено два снимка Луны, сделанные вблизи «микролуния » 25.02.2024 и «суперлуниия» 18.08.2024 на обычный фотоаппарат с помощью объектива с фокусным расстоянием 500мм. Определите эксцентриситет орбиты Луны.

Примечание: Хотя официальных терминов «микролуние» и «суперлуние» нет, так в прессе называют полнолуния, когда Луна, за счёт эллиптичности орбиты, имеет минимальный и максимальный размеры, соответственно.

Решение: Прежде всего, ученик должен догадаться, что «микролуние» соответствует полнолунию вблизи апогея, а «суперлуние» - вблизи перигея луны ***(2 балла)****. Обозначим через Q – апогейное расстояние, q – перигейное; через D- видимый угловой диаметр в «суперлуние», d – оный в «микролуние».*

Угловой размер Луны обратно пропорционален расстоянию до неё, D=l/q, d=l/Q ***(1 балл)****. Тогда соотношение для эксцентриситета e=(Q-q)/(Q+q) эквивалентно e= (D-d)/(D+d)* ***(3 балла)****. Этот факт участник может либо знать, либо вывести на месте.*

Измеряя (любым способом) диаметр Луны на изображении, получим e=0.05, что весьма близко к реальности. Верным можно считать ответ от 0.04 до 0.06 ***(2 балла за ответ в этом диапазоне). Если ответ не укладывается в диапазон, но логика решения верна, задачу следует оценить не выше, чем в 6 баллов****).*

При этом, как видно, знание абсолютного значения диаметра Луны l для решения не требуется.

Задача 3.

Есть две галактики 1 и 2 с координатами $\alpha_1 = 8^h$, $\delta_1 = +10°$ и $\alpha_2 = 20^h$, $\delta_2 = -10°$ соответственно. Красное смещение для галактики 1 составляет 0.1, а для галактики 2 - 0.2. Найдите расстояние между их центрами.

.

Решение:

Зная координаты галактик из условия задачи, можно сказать, что они лежат в одной плоскости диаметрально противоположно по отношению к Земле ***(3 балла)****.*

Расстояние между центрами галактик можно найти, сложив расстояние до галактики А с расстоянием до галактики Б: $D = d_А + d_Б$.

По закону Хаббла: $V = H_0 \cdot D$ *или* $c \cdot z = H_0 \cdot D$, *где V - скорость удаления галактики, c - скорость света, z - красное смещение галактики,* H_0 *- постоянная Хаббла, D - расстояние до галактики.*

Тогда для галактики А: $d_А = (c \cdot z_А)/H_0$,

а для галактики Б: $d_Б = (c \cdot z_Б)/H_0$.

Формула для нахождения расстояния между центрами галактик примет вид:

$D = ((c \cdot z_А)/H_0) + ((c \cdot z_Б)/H_0) = (c/H_0) \cdot (z_А + z_Б)$. ***(3 балла формулы)***

Подставив значения, получим:

$D = (3 \cdot 10^5/70) \cdot (0.1 + 0.2) = 1.286$ *Мпк.****(2 балла вычисления и ответ)***

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

Задача 4.

Наблюдатель, находясь на экваторе Земли, следит за двумя звездами. Звезда А имеет экваториальные координаты $\alpha_1=01^h00^m$ и $\delta_1=60^o$, а звезда Б $\alpha_2=01^h00^m$ и $\delta_2=-60^o$. Звезда А взошла в 3^h местного среднего солнечного времени. Во сколько в те же сутки взойдёт звезда Б?

Решение: Поскольку на экваторе Земли все звёзды, находящиеся на одном круге склонений (т.е. имеющие равные прямые восхождения) восходят одновременно, то звезда Б так же взойдёт в 3^h ***(8 баллов за любые верные рассуждения)****.*

Для иллюстрации этого факта можно вспомнить, что при наблюдении на экваторе Земли небесный экватор является первым вертикалом и перпендикулярен мат. горизонту.

Задача 5.

Возьмем 3 Солнца, соединим их в один объект и получим белую звезду с температурой фотосферы 10 000К и средней плотностью 0.5 г/см^3. Вычислите радиус белой звезды. Определите светимость полученной звезды в светимостях Солнца.

Решение: Плотность звезды

$$\rho = M/((4/3)\pi R^3)\text{ , }\textbf{(2 балла)}$$

откуда

$$R = [M/((4/3)\pi\rho)]^{1/3} = [3\cdot 2\cdot 10^{33}/((4/3)\cdot 3.14\cdot 0.5)]^{1/3} = 2.1\cdot 10^{11}\text{ см, }\textbf{(2 балла)}$$

что составляет $3R_O$.

Вычислим светимость звезды: $L = 4\pi R^2\sigma T^4 = (R/R_O{}^2)(T/T_O{}^4) = 9\cdot 7.7 = 69\ L_O$. ***(4 балла)***

Задача 6.

Одна компонента двойной звезды имеет яркость 5^m, а вторая 7^m. Во сколько раз суммарный блеск двойной звезды ярче второй компоненты?

Решение: Примем освещенность Е, создаваемую слабой компонентой за единицу. Тогда яркая компонента будет давать освещенность в $(2.512)^2$ раза больше – 6.31Е. ***(4 балла)*** *Суммарная освещенность 7.31 Е, т.е. суммарный блеск двойной в 7.31 раза больше блеска слабой компоненты.* ***(4 балла)***

.

Справочные данные:

1а.е.=$1.496\cdot 10^8$ км; 1пк=206265 а.е;

Масса Солнца $2\cdot 10^{30}$ кг, Земли $6\cdot 10^{24}$ кг, Марса $6\cdot 10^{23}$ кг Луны $7\cdot 10^{22}$ кг;

Радиус Солнца – $6.96\cdot 10^5$ км.

Гравитационная постоянная $G=6.67\cdot 10^{-11}$ Н*м^2/кг^2;

Постоянная Хаббла 70 (км/с)/Мпк

Скорость света $3\cdot 10^5$(км/с)