**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по астрономии**

**2020-2021 уч.год**

**11 класс**

**Возможные решения**

***1.* *Какие из звёзд, собственные названия которых приведены в списке, нельзя наблюдать в Оренбурге?***

***А) Солнце***

***Б) Сириус (альфа Большого Пса)***

***В) Канопус (альфа Киля)***

***Г) Толиман (альфа Центавра)***

***Д) Арктур (альфа Волопаса)***

***Е) Вега (альфа Лиры)***

***Ж) Капелла (альфа Возничего)***

***З) Ригель (бета Ориона)***

***И) Процион (альфа Малого Пса)***

***К) Ахернар (альфа Эридана)***

***Л) Бетельгейзе (альфа Ориона)***

***М) Хадар (бета Центавра)***

***Н) Альтаир (альфа Орла)***

***О) Альдебаран (альфа Тельца)***

***П) Антарес (альфа Скорпиона)***

Ответ: ВГКМ.

Критерии оценивания: за каждую верно указанную звезду по +2 балла (обоснование или объяснение не требуется), за каждую неверно указанную звезду 2 балла вычитаются.

Максимум за задачу – 8 баллов.

***2. Можно ли в Оренбургской области вечером на небе одновременно наблюдать Юпитер в противостоянии и Марс в квадратуре? Какая при этом должна быть квадратура – западная или восточная? Квадратурой в астрономии называют положение планеты, при котором угол между направлениями с Земли на Солнце и на планету равен 90 градусов (если планета при этом находится к западу от Солнца, то квадратура – западная).***Решение. Во время противостояния планета находится на небе в точке, противоположной Солнцу (2 балла). Поэтому вечером, после захода Солнца Юпитер будет над горизонтом и его можно будет наблюдать (2 балла). Если Марс будет расположен восточнее Солнца, то его так же можно будет увидеть в это время (2 балла). Если же Марс находится в западной квадратуре (т.е. отстоит от Солнца на 90 градусов к западу), то он зайдет раньше Солнца и вечером не будет виден (2 балла). Итак, Юпитер и Марс одновременно наблюдать можно только если Марс находится в восточной квадратуре.

Максимум за задачу – 8 баллов.

***3. Если когда-нибудь астронавты высадятся на астероид Церера, с какой наибольшей скоростью смогут они перемещаться по поверхности астероида? Диаметр Цереры 1000 км, средняя плотность 2,5 г/см3.***

Решение. Наибольшая скорость астронавтов *υ* – первая космическая при высоте над поверхностью *h* =0 (2балла).

*υ = (GM/R)1/2 , M = ρV = ρ4/3 𝜋R3* (2 балла).

*υ = R(G ρ π⋅4/3)1/2* (2 балла).

*υ = 830 м/с* (2 балла).

Максимум за задачу – 8 баллов.

***4. Каким телескопам не нужно безоблачное небо? Почему?***

Решение. Безоблачное небо не требуется во время наблюдений с радиотелескопами (4 балла). Это связано с тем, что для радиоволн (в большинстве случаев) облака прозрачны (4 балла). Поэтому радиоастрономы могут наблюдать и через облака (и даже днем).

Максимум за задачу – 8 баллов.

***5. Известно, что орбита Луны наклонена к плоскости эклиптики на угол, примерно равный 5⁰. В каком диапазоне высот во время дня осеннего равноденствия может наблюдаться полная Луна в верхней кульминации в Оренбурге (φ = 52⁰)? Приведите решение.***

Решение. В день осеннего равноденствия Солнце находится в точке осеннего равноденствия – точке пересечения эклиптики и небесного экватора, и его склонение равно 0⁰. В описываемый в условии задачи момент Луна была в фазе полнолуния, а значит, она находилась в окрестности точки весеннего равноденствия. При этом из-за того, что плоскость орбиты Луны наклонена к плоскости эклиптики на угол в 5⁰, склонение Луны лежит в диапазоне от –5⁰ до +5⁰ (мы пренебрегаем некоторым изменением склонения Луны, связанным с тем, что между моментом полнолуния и моментом верхней кульминации могло пройти некоторое время). Как известно, высота объекта в верхней кульминации связана с его склонением и широтой пункта наблюдения формулой: ℎ = 90° − 𝜑 + 𝛿. Подставив значения, получим hmin = 33⁰, hmax = 43⁰.

Критерии оценивания. Указание на то, что Луна в описываемое время находилась в точке весеннего равноденствия (или была близка к небесному экватору) оценивается в +2 балла. За обоснование указания из предыдущего пункта +2 балла. За верную запись или вывод формулы для кульминации +2 балла. Определение высоты Луны оценивается в +1 балл за каждый из случаев (hmin и hmax).

Максимум за задачу – 8 баллов.

***6. Мощность первой в мире атомной электростанции, расположенной в подмосковном Обнинске, была равна 5 МВт. Считая, что КПД солнечных электростанций не превышает 25%, а в среднем в Оренбурге за год бывает около 3000 часов ясной солнечной погоды, оцените минимально необходимую суммарную площадь солнечных батарей, вырабатывающих за год такое же количество энергии, которое вырабатывала Обнинская АЭС. Поглощение в атмосфере считать равным 20%, температура солнечной фотосферы T = 5800 K, радиус Солнца R = 696000 км, светимость Солнца L = 3,9∙1026 Вт.***

Решение. Прежде всего, вычислим количество энергии, вырабатываемой за 1 год Обнинской АЭС: 5МВт ∙ 365,25 ∙ 24 ∙ 3600 с ≈ 1,6 ∙ 1014 Дж (здесь 365,25 – число дней в году; допускается использовать 365 или 366 дней, а также готовое число секунд в году, близкое к 3,14 ∙ 107 с). Для дальнейших действий нам требуется знание величины солнечной постоянной – освещённости, создаваемой Солнцем на внешней границе земной атмосферы. При решении допускается либо 1) использование готового известного значения солнечной постоянной (тогда оно должно лежать в диапазоне от 1350 до 1400 Вт/м2), либо 2) самостоятельное вычисление величины солнечной постоянной (допускается диапазон значений 1300–1600 Вт/м2 – при правильном общем подходе к вычислению). Рассмотрим отдельно второй вариант. Искомая освещённость для указанной в условии величины L и величины a = 1 а.е. = 150 млн км E = L/(4∙π∙a2 ) = 1380 Вт/м2. Если в решении используется не заданная в условии светимость Солнца, а другое численное значение этой величины (в литературе приводится, например, L = 4·1026 Вт, и эта величина часто используется при подготовке к олимпиадам), или светимость вычисляется через формулу 𝐿 = 4𝜋𝑅2𝜎𝑇4 с отличными от заданных в условии числовых значений R и T (или, например, будет использовано более точное значение величины большой полуоси орбиты Земли), то для E может получиться другое значение. Однако оно должно лежать в диапазоне значений 1300-1600 Вт/м2. Итак, известно, что величина солнечной постоянной равна E = 1380 Вт/м2. 80% от этой величины дойдёт до поверхности Земли: т. е. освещённость на поверхности Земли ≈1100 Вт/м2. Только 25% от дошедшей световой энергии будет переработано в электрическую: 275 Вт/м2 (это максимально возможный результат, который достигается для фотоэлементов, поворачивающихся за Солнцем в течение дня; эта величина зависит от использованного значения солнечной постоянной). Таким образом, каждый кв. метр поверхности солнечных батарей за год (т. е. за 3000 часов ясной солнечной погоды) выработал не более 275 ∙ 3000 ∙ 3600 ≈ 3 ∙ 109 Дж энергии. Сравнивая это значение с выработкой АЭС, легко найти требуемую площадь: S = 1,6 ∙ 1014/3 ∙ 109 м2 = 53333 м2 .

Критерии оценивания. Вычисление суммарной выработки АЭС за год оценивается в +2 балла. Запись или вычисление солнечной постоянной оценивается в +2 балла. Учёт поглощения в атмосфере оценивается в +1 балл. Учёт КПД оценивается в +1 балл. Вычисление суммарной выработки батарей за 1 год оценивается в +1 балл. Допускается учёт выработки энергии не только во время ясной солнечной погоды, но с обязательным учётом снижения в несколько раз освещённости в это время. За получение верного финального ответа +1 балл (не выставляется при наличии ошибок на предыдущих стадиях).

Максимум за задачу – 8 баллов.