



Теоретический тур, условия задач

9 класс.

1. Созвездия в Подмосковье.

*«Глянешь на небо в ночные часы –
В небе Медведица и Гончие Псы,
Ворон и Рыбы, Рак и Дракон.
Сколько созвездий, сколько имен».*

Возможно, это стихотворение встречалось вам и раньше. Подумайте, можно ли наблюдать все эти созвездия в Пушино (то есть, в Южном Подмосковье, на широте $+55^\circ$), одновременно? Если нет, то какое максимальное число из этих созвездий можно увидеть на нашем небе в один момент?

2. Полнолуния. Житель одной планетной системы, которая наблюдается с Земли вблизи плоскости эклиптики, непрерывно в течение земного года следит в мощный телескоп за нашей Луной и отслеживает смену её фаз. Сколько полнолуний он насчитает за этот период?

3. Кинетическая энергия. Солнце примерно в 1050 тысяч раз массивнее Юпитера. Оба тела под действием взаимного притяжения обращаются вокруг общего центра масс. Какое тело обладает большей кинетической энергией орбитального движения и во сколько раз? Ответ обоснуйте. Влиянием других планет на движение Солнца и Юпитера не учитывать.

4. Новоюлианский календарь. В начале XX века ряд стран, в которых в то время использовался Юлианский календарь (Россия, Греция, Сербия, Болгария), рассматривали проект введения в своих странах более точного календаря, так называемого "Новоюлианского календаря". По сравнению с Григорианским календарём, в Новоюлианском чередование високосных и невисокосных годов проще: високосными являются 31 из 128 лет, то есть каждый четвёртый (4-й, 8-й, 12-й, 16-й...) за исключением каждого 128-го (128-й, 256-й, 384-й, 512-й...).

Вычислите, насколько (то есть, во сколько раз) более или менее точным является Новоюлианский календарь по сравнению с используемым ныне Григорианским. Длина тропического года составляет 365,242190 суток.

Примечание. Под понятием неточности календаря подразумевается постепенное «сползание» дат начала сезонов (например, даты весеннего равноденствия) со временем. Календарь тем точнее, чем дольше период времени, после которого нужно вводить дополнительную коррекцию (дополнительный високосный, или, наоборот, невисокосный год), дабы дни начала сезонов «не съезжали».

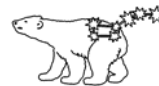
5. Пионер-10. Первым межпланетным аппаратом, запущенным во внешнюю область Солнечной системы, был «Пионер-10» (НАСА США), стартовавший с Земли 3 марта 1972 года. Этот зонд 3 декабря 1973 года прошел мимо Юпитера и, увеличив за счет притяжения гигантской планеты свою скорость, отправился к границам Солнечной системы. В начале 1980-х годов одна из газет сообщила, что:

*“Пионер-10”, пройдя около 5,6 млрд. км, 25 апреля 1983г.
пересек орбиту Плутона, а 13 июня 1983 г. – орбиту Нептуна.*

Какие ошибки или неточности допустила эта газета, и что, может быть, соответствует реальности? Дайте развернутый ответ.

6. Спорадические метеоры. Находясь в средней полосе России, наблюдатель в каждую ясную полночь измеряет среднюю скорость спорадических метеоров. Будет ли эта скорость меняться в течение года, и если да, то в какой сезон она достигнет максимума?

Примечание. Спорадическими называются случайные метеоры, то есть не принадлежащие ни одному метеорному потоку.



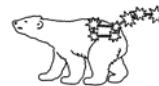
Теоретический тур, условия задач

10 класс.

- 1. Шаровое скопление.** Шаровое звездное скопление имеет возраст около 10 миллиардов лет, радиус 30 пк и состоит из миллиона звёзд. Оцените характерные относительные скорости звёзд скопления.
- 2. Новолуния.** Житель одной планетной системы, которая наблюдается с Земли вблизи плоскости эклиптики, непрерывно в течение земного года следит в мощный телескоп за нашей Луной и отслеживает смену её фаз. Сколько новолуний насчитает наблюдатель за этот период?
- 3. Кинетическая энергия.** Солнце примерно в 1050 тысяч раз массивнее Юпитера. Оба тела под действием взаимного притяжения обращаются вокруг общего центра масс. Какое тело обладает большей кинетической энергией орбитального движения и во сколько раз? Ответ обоснуйте. Влиянием других планет на движение Солнца и Юпитера не учитывать.
- 4. Период обращения планеты.** Центральная звезда планетной системы – красный гигант с температурой $T_1 = 4500$ К, радиусом $R_1 = 15R_{\odot}$, где R_{\odot} – радиус Солнца и массой $M = 1,4 M_{\odot}$, где M_{\odot} – масса Солнца. Определите, период обращения планеты, климат которой такой же, как на Земле.
- 5. Звездная величина Луны.** Насколько может различаться звездная величина Луны в полнолуние?
- 6. Приливная гравитация.** Космический аппарат исследует чёрную дыру массы $M = 3M_{\odot} = 6 \cdot 10^{30}$ кг. Аппарат обращается вокруг чёрной дыры по круговой траектории так, что обращён к ней всё время одной стороной и не деформируется. Найти, на каком расстоянии от центра чёрной дыры должен обращаться этот космический корабль, имеющий "длину" $L = 100$ м (см. рисунок), чтобы за счёт приливных сил была бы создана искусственная гравитация с ускорением силы тяжести (в своей системе отсчёта) "как на Земле":

- а) у нижней поверхности (в точке А).
- б) у верхней поверхности (в точке В).

Примечание: при решении задачи нельзя пользоваться формулами для приливных сил без из вывода.



Теоретический тур, условия задач

11 класс.

1. Созвездия в Подмосковье.

*«Глянешь на небо в ночные часы –
В небе Медведица и Гончие Псы,
Ворон и Рыбы, Рак и Дракон.
Сколько созвездий, сколько имен».*

Возможно, это стихотворение встречалось вам и раньше. Подумайте, можно ли наблюдать все эти созвездия в Подмосковье, на широте $+56^\circ$, одновременно? Если нет, то какое максимальное число из этих созвездий можно увидеть на нашем небе в один момент?

2. Прохождение Луны. Житель одной планетной системы, которая наблюдается с Земли в плоскости эклиптики, регулярно наблюдает прохождение Земли и Луны по диску Солнца. Земля, естественно, пересекает диск Солнца по диаметру. Какую (примерно) долю от диаметра солнечного диска составит ширина той полосы на диске, в пределах которой может наблюдаться Луна?

3. Точка Лагранжа. Вашему вниманию предлагается цитата из научно-фантастического романа Артура Кларка "2010: Одиссея Два":

"... оба корабля благополучно прибыли в точку Лагранжа Л-1, расположенную между Ио и Юпитером на высоте десяти с половиной тысяч километров..."

... Астрономия полна загадочных, хотя и бессодержательных совпадений. Наиболее известно равенство угловых размеров Луны и Солнца, если смотреть с Земли. Здесь, в первой точке Лагранжа ... наблюдалась та же картина. Планета и спутник выглядели одинаковыми по величине...

Рассчитайте положение точки, в которую прибыли корабли. Соответствует ли приведенное А. Кларком значение расчётному? Действительно ли планета и спутник выглядят из этой точки одинаковыми по величине?

Примечание. Точка Лагранжа (точка либрации) в данном контексте – точка, в которой космический аппарат может двигаться (без использования двигателей), оставаясь в неизменном положении по отношению к Ио и Юпитеру.

Примечание. При решении рекомендуется воспользоваться математическим правилом приближенного представления функции типа $(1-x)^n$: если $x \ll 1$, то $(1-x)^n \approx 1 - nx$.

4. Период обращения планеты. Центральная звезда планетной системы – красный гигант с температурой $T_1 = 4500$ К, радиусом $R_1 = 15R_\odot$, где R_\odot – радиус Солнца и массой $M = 1,4 M_\odot$, где M_\odot – масса Солнца. Определите, период обращения планеты, климат которой такой же, как на Земле. Как вы думаете, может ли на этой планете развиваться разумная жизнь, если планета подобна Земле?

5. Меркурий и Венера. 29 марта 2004 года обе внутренние планеты были в наибольшей восточной элонгации: Меркурий – в 19° , Венера – в 46° от Солнца. В это же время Меркурий находился вблизи точки перигелия своей орбиты. Вычислите расстояние между Меркурием и Венерой и фазу Венеры для наблюдателя на Меркурии. Орбиты Венеры и Земли считать окружностями. Наклонением орбит планет к плоскости эклиптики пренебречь.

6. Приливная гравитация. Космический аппарат исследует чёрную дыру массы $M = 3M_\odot = 6 \cdot 10^{30}$ кг. Аппарат обращается вокруг чёрной дыры по круговой траектории так, что обращён к ней всё время одной стороной и не деформируется. Найти, на каком расстоянии от центра чёрной дыры должен обращаться этот космический корабль, имеющий "длину" $L = 100$ м (см. рисунок), чтобы за счёт приливных сил была бы создана искусственная гравитация с ускорением силы тяжести (в своей системе отсчёта) "как на Земле":

- а) у нижней поверхности (в точке А).
- б) у верхней поверхности (в точке В).

Примечание: при решении задачи нельзя пользоваться формулами для приливных сил без из вывода.