

Квалификационный тест № 1

1.1 20:20

Рассмотрим суточное движение *звезды* в *городе*. Географические координаты *города*: φ с. ш., λ в. д.; часовой пояс UTC+TZ. Экваториальные координаты *звезды*: α , δ .

1. На какой высоте наблюдается верхняя кульминация светила?
2. В какой день 2020 года верхняя кульминация светила наблюдается в 20:20 (или максимально близко к этому времени)? Гринвичское звёздное время на 0^h 1 января 2020 года — 6^h 40.5^m.
3. Вычислите время восхода *звезды* в *городе* в этот день без учёта рефракции.

1.2 Milky Way

Северный полюс Галактики имеет экваториальные координаты 12^h 51^m, +27° 8'. Наблюдатель обнаружил, что каждый раз, когда местные звёздные часы показывают 18^h 51^m, в зените кульминирует одна из точек с галактической широтой 0°.

1. Найдите широту места наблюдения.
2. Какую долю Млечного Пути (по долготе) можно в принципе наблюдать из этой точки?

1.3 Mirabile Futurum

Некоторая звезда, имеющая сейчас склонение δ , через некоторое время, меньшее 10 тысяч лет, станет полярной.

1. В каком (примерно) году это произойдёт?
2. Найдите текущее прямое восхождение этой звезды.

1.4 Абсолютизм

Некоторая похожая на Вегу звезда наблюдается вблизи полосы Галактики, её галактическая долгота равна 180°. Если бы она вдруг приблизилась к наблюдателю на p %, то, поярчав в K раз, достигла бы звёздной величины m . Параллакс Веги 129 mas. Определите расстояние до этой звезды.

1.5 Амплификация

Некоторая звезда, имеющая массу \mathcal{M} , демонстрирует колебание лучевой скорости с амплитудой v_A и периодом T .

1. Определите минимально возможную массу предполагаемой экзопланеты, считая, что та обращается вокруг звезды по круговой орбите.
2. Найдите амплитуду колебаний видимой звёздной величины звезды, обусловленную её движением вокруг общего центра масс.

1.6 Звёздный диск

Угловой диаметр некоторой звезды составляет γ , болометрическая видимая звёздная величина равна m .

1. Определите температуру поверхности этой звезды.
2. Оцените тепловую ширину линии водорода $H\alpha$ в спектре этой звезды.

1.7 К-мерная задача

В фокусе телескопа f/n с апертурой D установлена ПЗС-матрица $K \times K$. Размер пиксела матрицы p .

1. Каково аппаратное разрешение снимков на описанной установке?
2. Какую освещённость в расчёте на 1 пиксел можно было бы создать на матрице, направив телескоп на Солнце? Потерями энергии в атмосфере и оптической системе пренебречь.

1.8 Кокосмология

В спектре достаточно далёкой галактики линия $H\alpha$ наблюдается на λ .

1. Найдите расстояние до этой галактики.
2. Какова температура реликтового излучения в эпоху, соответствующую красному смещению этой галактики?

1.9 Марсианские хроники

А. Две горы

Найдите отношение дальностей горизонта для наблюдателей на Эвересте (Земля, 8.8 км) и Олимпе (Марс, 25 км).

В. Задача четырёх тел

В некоторый момент времени при наблюдении с Земли Марс находился в западной квадратуре, а Церера вступила в противостояние с Солнцем, будучи в афелии своей орбиты (2.98 а. е.). Какова разность видимых звёздных величин Цереры при наблюдении с Марса и с Земли? Орбиту Марса считайте круговой.

С. Нечем дышать

Оцените массу атмосферы Марса, если она практически полностью состоит из углекислого газа. Среднее атмосферное давление у поверхности Марса 0.6 кПа.

1.10 Мюонный дождь

Мюоны — короткоживущие элементарные частицы (экспоненциальное время жизни $\tau = 2.2$ мкс), образующиеся на высоте около 20 км над поверхностью Земли в результате столкновений частиц земной атмосферы с космическими лучами. Пусть средняя скорость мюонов при их образовании v ($1 - v/c \ll 1$). Наблюдаемый на уровне моря поток мюонов F .

1. Найдите величину потока мюонов на высоте 20 км, сразу после их образования.
2. Определите плотность электрического тока, переносимого мюонами, на уровне моря.

1.11 Ой, летит частица...

Рассмотрим область постоянного однородного магнитного поля с индукцией B — «стенку» толщиной H . Протон космических лучей попадает в эту область, двигаясь перпендикулярно её границе.

1. При какой минимальной энергии протона он преодолеет «стенку» магнитного поля?
2. За какое время такой протон преодолел бы расстояние от Солнца до Земли? Взаимодействием протона с другими частицами, телами и полями во время движения пренебрегите.

1.12 Привет, Андрей

Однажды после корпоратива масса Солнца увеличилась вдвое, а масса Земли — в N раз. Скорости тел это происшествие не затронуло.

1. Вычислите новый период обращения системы. Исходную орбиту Земли считайте круговой.
2. Найдите элонгацию Венеры при наблюдении с Земли сразу после описанного события, если в этот момент Венера оказалась в неколлинеарной точке Лагранжа системы Солнце–Земля.

1.13 Прощай, комета!

Некоторая комета обращается вокруг Солнца, приближаясь к нему на минимальное расстояние r_p и максимально удаляясь от него на r_a .

1. Вычислите орбитальный период этой кометы.
2. Какую площадь может замести радиус-вектор кометы за половину периода её обращения?
3. После тесного сближения с Юпитером комета приобрела дополнительный импульс.

1.14 Тёмная тема

Максимумы излучения двух звёзд, А и В, с равной средней плотностью, приходятся соответственно на λ_A и λ_B . Отношение гравитационных радиусов этих двух звёзд $R_A^G/R_B^G = K_G$.

1. Найдите отношение светимостей этих звёзд. Тёмная тема.
2. Вычислите среднюю плотность шварцшильдовской чёрной дыры массой \mathcal{M} . Тёмная тема.
3. Оцените базу радиоинтерферометра, способного разрешить объект того же размера, что и чёрная дыра из предыдущего вопроса, на частоте ν с расстояния d . Тёмная тема.

1.15 Тусклая Бетельгейзе

Бетельгейзе — красный сверхгигант (\mathcal{M} , R), яркая переменная звезда в созвездии Ориона со средним блеском 0.6^m . Скорость её вращения на экваторе составляет 5 км/с. В конце 2019 года Бетельгейзе начала тускнеть и к февралю 2020 года достигла минимума в 1.6^m . Будем считать (хотя это, по всей видимости, не так), что изменение блеска обусловлено изотермическим изменением размеров звезды.

1. Найдите в рамках указанной модели радиус Бетельгейзе в минимуме.
2. Оцените экваториальную скорость вращения Бетельгейзе в минимуме, считая, что её коэффициент инерции остался прежним.