

Сборная Москвы
по астрономии

ОБЩАЯ АСТРОНОМИЯ

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ ПРОГРАММА

ФЕВРАЛЬ 2024

Составители:

Аношин А. С., Булыгин И. И., Кованкин А. С., Козлов Д. Е., Суглобов С. А., Федоров В. С.

1 февраля 2024 г.

Необходимый теоретический минимум

Математика

1. Теорема Пифагора, синусов и косинусов.
2. Свойства логарифма.
3. Сферические теоремы синусов и косинусов.
4. Синус и косинус суммы/разности.
5. Эллипс: определение, связь a , b , p и e .
6. Оптические свойства эллипса, параболы и гиперболы.
7. Уравнение гармонического маятника, его решение. Формула частоты и периода колебаний.
8. Бином Ньютона, связь с приближенными вычислениями $(1 + x)^p$.

Астрофизика

1. Модель АЧТ. Закон Стефана-Больцмана, постоянная Стефана-Больцмана. Интенсивность, светимость и поток.
2. Температура: термодинамическая, эффективная, цветовая.
3. Единицы измерения энергии. Джоули и электронвольты — связь между ними.
4. Дефект массы, уравнение Эйнштейна.
5. Эффект Доплера. Для частот и длин волн.
6. Формула Планка.
7. Приближение Вина и Рэлея-Джинса, границы их применимости.
8. Предел Эддингтона.
9. Верхняя и нижняя граница массы звёзды.
10. Диапазон масс белых карликов.
11. Спектральные классы звёзд с характерными массами для звезд главной последовательности.
12. Спектральные классы звёзд с характерными абсолютными величинами.
13. Классификация галактик.
14. Закон Хаббла. Красное смещение.
15. Спектр облака ионизированного водорода, формула Ридберга.
16. Расстояние до звезды при модуле расстояния 5-6. Поглощения нет.

Затмения

1. Максимальное количество лунных затмений в год.
2. Максимальное количество солнечных затмений в год.
3. Кто больше: сидерический или синодический месяц? На сколько суток?
4. Кто больше: сидерический или драконический месяц? На сколько суток?
5. Посчитайте длину конуса тени Земли.
6. Посчитайте максимальное удаление Луны от эклиптики (в километрах).
7. Найдите максимальное склонение Луны из центра Земли.
8. Сколько (по ощущениям, без калькулятора) может максимально длиться полная фаза солнечного затмения?
9. Сколько (по ощущениям, без калькулятора) может максимально длиться полная фаза лунного затмения?
10. С каким периодом кольца Сатурна пропадают на небе для земного наблюдателя? Период Сатурна - 29,5 лет.

Оптика

1. Связь длины электромагнитной волны и её частоты. Импульс и энергия фотона.
2. Поток, освещенность, интенсивность излучения, светимость.
3. Формула Погсона. Связь абсолютной звёздной величины с расстоянием (с учётом поглощения).
4. Закон отражения и преломления. Формула тонкой линзы и сферического зеркала.
5. Увеличение, формула увеличения (в зависимости от параметров телескопа и окуляра). Формула предельной звёздной величины при наблюдении в телескоп (полная, не только для равнозрачкового увеличения).
6. Радиус кружка Эйри. Характерное размытие в атмосфере. Разрешение глаза.
7. Поверхностная яркость неба. Зависимость поверхностной яркости от расстояния.
8. Закон Бугера-Ламберта-Бера, оптическая толщина в однородной среде. Связь поглощения в звёздных величинах с зенитным расстоянием.
9. Хроматическая и сферическая аберрация (определения).
10. Диаметр глаза, диаметр зрачка. Предельная звёздная величина глаза и его разрешение.
11. Показатель цвета, избыток цвета, болометрическая поправка.
12. Принцип работы спектрографа любой конструкции (можно рисунком)
13. Схема телескопа Кеплера и Ньютона.
14. Относительное отверстие. Светосила. Энергетический смысл светосилы.
15. Спектральный диапазон видимого света. ИК и УФ область.

Небесная механика

1. Работа силы. Потенциальная энергия пружины. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия.
2. Момент импульса относительно оси. Секторальная скорость.
3. Законы сохранения в астрономии: энергия, импульс, момент импульса. Центр масс. Теорема о движении центра масс.
4. Законы Кеплера в исторической формулировке.
5. Законы Кеплера в формулировке Ньютона.
6. Эллипс. Большая полуось, малая полуось, фокальный параметр, площадь. Уравнение эллипса.
7. Лучевая и трансверсальная скорость. Трансверсальная скорость и момент импульса в задаче Кеплера. Интеграл энергии в случае эллиптического движения. Скорость в перицентре и апоцентре.
8. I, II космические скорости. Определения, формулы, численные значения для Земли.
9. III космическая скорость. Определение, формула, численное значение для Земли.
10. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.
11. Гомановская орбита. Расчет Δv при переходе между двумя круговыми орбитами, качественно.
12. Задача двух тел. Сведение к задаче Кеплера. Связь орбит в системе отсчета центра масс и относительных орбит, связь скоростей.
13. Обобщенный третий закон Кеплера. Интеграл относительной энергии в задаче двух тел.
14. Критерий гравитационной связности системы. Теорема о вириале. Скорость при движении по параболе и гиперболе в задаче Кеплера.
15. Давление света на поглощающую и отражающую поверхность. Солнечный парус, эффективная масса.
16. Уравнение гармонических колебаний. Периоды математического и пружинного маятника.

Кинематика

1. Уравнение синодического движения. Сидерический и синодический период.
2. Синодический, сидерический, тропический, драконический и аномалистический месяц.
3. Сидерический, тропический и аномалистический год.
4. Конфигурации планет солнечной системы.
5. Фазовый угол, формула фазы. Максимальная фаза внешней планеты.
6. Лучевая скорость звезды, принципы её измерения. Эффект Доплера.
7. Трансверсальная (тангенциальная) скорость звезды. Собственное движение звёзд, звёзды-«рекордсмены».
8. Периоды попятного движения планет солнечной системы.
9. Угловые размеры петель попятного движения планет солнечной системы.
10. Апекс Солнца. Скорость Солнца в галактике.

Сферическая астрономия

1. Теорема о высоте северного полюса мира.
2. Длительность звёздных суток в солнечных.
3. Зависимость звёздного времени от даты.
4. Рефракция: определение и характерная величина. Зависимость от зенитного расстояния.
5. Понижение горизонта: определение и формула.
6. Горизонтальная система координат. Азимут, высота, зенит, надир, стороны света, горизонт.
7. Экваториальная система координат. Склонение, прямое восхождение, ось мира, экватор. Угол между отвесной линией и осью мира.
8. Эклиптическая система координат. Широта, долгота, эклиптика. Угол между осью эклиптики и осью мира. Координаты северного полюса эклиптики.

Математика

Основной уровень

1. Работа с элементарными функциями. Тригонометрические функции и тождества. Свойства логарифмов и показательных (экспоненциальных) функций.
2. Малые приближения для элементарных функций. Геометрический ряд. Элементарная теория пределов.
3. Конические сечения. Эллипс, парабола, гипербола. Вырожденный эллипс. Определения, основные точки и параметры. Оптические свойства кривых второго порядка. Уравнения КВП в полярных и декартовых координатах.
4. Элементарная геометрия. Теоремы синусов и косинусов. Основные теоремы евклидовой геометрии. Плоское приближение.
5. Работа с графиками и погрешностями. Абсолютная и относительная погрешности. Анализ линейных зависимостей. Логарифмическая шкала. Культура построения графиков. Качественно метод наименьших квадратов.
6. Свойства производной. Связь касательная-производная. Качественное понимание связи производная-интеграл. Определенный интеграл как площадь под графиком. Численное интегрирование.

Продвинутый уровень

1. Производная и интеграл элементарных функций. Правила взятия производной. Элементарные техники интегрирования: замена, по частям.
2. Формула Тейлора и ряды Маклорена для элементарных функций. Порядки малости.
3. Качественное понимание дифференциальных уравнений. Дифференциальное уравнение ядерного распада. ДУ с разделяющимися переменными.
4. Общий вид и решение уравнения колебаний. Математический маятник.
5. Дисперсия, среднеквадратичное отклонение, основы статистического анализа. Форма нормального распределения. Закон сложения дисперсий. Метод наименьших квадратов.
6. Численное решение уравнений. Известные трансцендентные уравнения. Метод итераций и условия его сходимости. Метод Ньютона.

Сферическая астрономия

Основной уровень

1. Сферическая система координат. Большие и малые круги. Географические координаты. Понятие небесной сферы. Горизонтальная система координат.
2. Экваториальная система координат и ее связь с горизонтальными координатами. Теорема о высоте полюса мира. Суточные пути светил. Верхняя и нижняя кульминация.
3. Звездное время. Связь 1-ой и 2-ой экваториальной системы координат. Солнечное время, его связь со звездным. Звездные и солнечные сутки. Местное, всемирное, поясное и декретное время.
4. Календари, их виды и отличия в устройстве. Юлианский, григорианский и тропический год. Точность календаря. Юлианский день.
5. Эклиптическая система координат и ее связь с экваториальной. Изменение экваториальных и эклиптических координат Солнца в течение года. Полярный день и ночь. Сумерки.
6. Истинный и математический горизонт. Рефракция, ее зависимость от зенитного расстояния и состояния атмосферы. Понижение горизонта. Плоское приближение.

Высокий уровень

1. Поправки к видимым положениям и координатам светил: годичный и суточный параллакс, абберация. Несферичность Земли (качественно).
2. Понятие прецессии. Период прецессии. Тропический и звездный год. Изменение координат звезд из-за прецессии земной оси. Нутация (качественно).
3. Истинное и среднее солнечное время, причины их различия. Уравнение времени, его характерные значения на протяжении года. Аналемма. Математическое выражение для уравнения времени.
4. Сферические двугольники и треугольники и их площади. Сферическая теорема косинусов и синусов. Вычисление углового расстояния между точками небесной сферы. Уравнения больших и малых кругов. Формула пяти элементов. *Связь основных формул сферической тригонометрии с координатными преобразованиями. Матрица поворота.*
5. Параллактический треугольник. Азимуты и часовые углы восхода и захода светил. Преобразования горизонтальных, экваториальных и эклиптических координат.
6. Площадь сферического сегмента. Границы применимости плоского приближения. Стереографическая проекция.

Кинематика

Основной уровень

1. Уравнение синодического движения. Сидерический и синодический период. Синодический и сидерический месяц.
2. Внутренние и внешние планеты. Видимые движения (качественно) и конфигурации планет. Геоцентрическая и гелиоцентрическая модели Солнечной системы.
3. Прохождения Меркурия и Венеры по диску Солнца. Великие противостояния Марса.
4. Фазовый угол. Фаза произвольного освещённого шара, равенство линейной и площадной фазы. Минимальная фаза внешней планеты.
5. Лучевая и трансверсальная (тангенциальная) компоненты скорости звезды, принципы их измерения. Эффект Доплера. Собственное движение звёзд, звёзды-«рекордсмены».
6. Представление о строении и вращении Галактики. Движение Солнца в Галактике, галактический год.

Высокий уровень

1. Наклонение орбиты, линии узлов и апсид.
2. Максимальная эклиптическая широта планеты.
3. Параллактический и абберационный эллипс.
4. Петли попятного движения, период попятного движения.
5. Суточный параллакс Луны.
6. Пространственное движение Солнца, апекс. Характерная величина пекулярной скорости звёзд.

Небесная механика

Основной уровень

1. Работа силы. Потенциальные силы. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия двух тел. Потенциальная энергия пружины. Законы сохранения импульса и энергии. Сохранение момента импульса в центральном поле.
2. Задача Кеплера. Лучевая и трансверальная скорость. Первый закон Кеплера. Характеристики эллипса. Интеграл энергии в случае эллиптического движения. Секторальная скорость. Второй и третий законы Кеплера.
3. Задача двух тел в астрономии. Сведение к задаче Кеплера. Относительная орбита и относительные скорости движения. Обобщение третьего закона Кеплера.
4. Динамика тел переменной массы. Уравнение Циолковского. Космические скорости. Гомановский эллипс: расчет Δv , оценка времени перелета.
5. Гравитационная связанность системы. Движение по параболе и гиперболе в задаче Кеплера. Движение звезд в скоплении - теорема о вириале.
6. Давление света. Солнечный парус и эффективная масса.

Высокий уровень

1. Уравнение колебаний. Амплитуда, фаза, период. Зависимость от начальных условий. Математический и физический маятники.
2. Эффективный потенциал в задаче Кеплера. Малые колебания вблизи положения равновесия.
3. Геометрия эллипса. Кеплеровы элементы орбиты. Аномалии. Уравнение эллипса в полярных координатах. Связь между истинной и эксцентричной аномалией (формула Утешева). Уравнение Кеплера.
4. Движение по гиперболе в задаче Кеплера. Элементы орбиты, интеграл энергии.
5. Задача трех тел в астрономии. Расположение точек Лагранжа. Полость Роша и сфера Хилла.
6. Приливные силы. Предел Роша.

Оптика и фотометрия

Основной уровень

1. Понятие электромагнитной волны, длина волны и частота, скорость распространения. Основные фотометрические величины. Поверхностная яркость.
2. Звёздные величины. Формула Погсона. Абсолютная звездная величина, модуль расстояния. Проницающая способность глаза и телескопа. Видимые величины основных небесных объектов.
3. Законы геометрической оптики. Формулы тонкой линзы, сферического зеркала. Оптические свойства эллипса, параболы и гиперболы.
4. Схемы телескопов, рефракторы и рефлекторы. Фокальное расстояние. Угловое увеличение, масштаб изображения. Относительное отверстие. Выходной зрачок, равнозрачковое увеличение.
5. Дифракция света, круг Эйри, связь с разрешающей способностью оптического прибора. Атмосферное размытие. Разрешение глаза.
6. Квантовая природа света. Энергия и импульс фотона, давление света. Задача про солнечный парус.
7. Фотометрические фильтры.

Высокий уровень

1. Квантовая природа света. Фотоэффект. Устройство, принцип работы фотопластинки, фотоумножителя, ПЗС-матрицы. Квантовый выход. Шумы приёмника. Отношение сигнал/шум.
2. Волновая природа света. Понятие об интерференции и дифракции, опыт Юнга. Дифракционная решётка (качественно).
3. Поглощение и рассеяние света в среде. Закон Бугера–Ламберта–Бера. Оптическая толщина, пропорциональность поглощению в звёздных величинах.
4. Покраснение света в поглощающей среде, зависимость от длины волны. Избыток цвета.
5. Аберрации света: хроматическая, сферическая, кома. Приёмы коррекции аберрации.
6. Строение глаза, его оптические характеристики. Размер глаза, диаметр зрачка. Понятие о близорукости и дальнозоркости, аккомодации глаза, расстояние наилучшего зрения. Принцип работы очков. Дневное и ночное зрение.

Астрофизика

Основной уровень

1. Что такое модель абсолютно черного тела (АЧТ)? Закон Стефана-Больцмана, способ 5678. Может ли у АЧТ быть альbedo? Почему мы пишем тепловой баланс планет через закон Стефана-Больцмана?
2. Поток излучения, плотность потока излучения, освещенность, интенсивность, поверхностная яркость - описать всех покемонов и разницу между ними. В чем астрономы реально измеряют поток от звезд?
3. Межзвездное поглощение, характерное значение в диске галактики, зависимость звездной видимой величины и освещенности от расстояния с учетом поглощения.
4. Эффективная, цветовая, обычная температура - перечислить, как измерить покемонов и в чем между ними разница. Какая температура у солнечной короны и почему она так отличается от температуры «поверхности» Солнца? Может ли в одном газовом облаке быть разная температура у ядер и электронов?
5. Источники энергии звезды в начале, середине и конце жизни. Опишите все возможные сценарии, которые можете вспомнить. Дефект массы, принцип реакций термоядерного синтеза. Что значит слово «термоядерный»? При чем тут нейтрино и кто это такие?
6. Эффект Доплера для астрофизиков — как выглядит для длин волн и частот? Где его можно наблюдать в астрофизике?
7. Абсолютная звездная величина в различных фильтрах — в чем отличие? Откуда отсчитываются звездные величины? Боллометрическая звездная величина и боллометрическая поправка.

Высокий уровень

1. Что такое модель абсолютно черного тела (АЧТ)? Формула Планка, ее приближения на длинных и коротких волнах. Как они называются? В каком из них не участвует постоянная Планка и почему?
2. Поток излучения, плотность потока излучения, освещенность, интенсивность, спектральная плотность потока излучения, яркость, поверхностная яркость - описать всех покемонов и разницу между ними. В чем астрономы реально измеряют поток от звезд? Есть ли у физиков возможность регистрировать не только фотоны из космоса (что еще)?
3. Межзвездное поглощение, характерное значение в диске галактики, зависимость звездной видимой величины и освещенности от расстояния с учетом поглощения. Зависимость поглощения от длины волны, связь A_V и E_{B-V} . Закон Бугера (уметь выводить!), где в законе Бугера есть длина свободного пробега? Оптическая толщина — для чего нужна?

4. Эффективная, цветовая, яркостная, статистическая, термодинамическая температура - перечислить, как измерить покемонов и в чем между ними разница. Какая температура у солнечной короны и почему она так отличается от температуры «поверхности» Солнца? Может ли в одном газовом облаке быть разная температура у ядер и электронов? Ниже какой температуры не может опуститься межзвездная среда?
5. Какой существует нижний предел на массу звезды? Какой высший предел на светимость звезды при фиксированной массе? Выведите один из этих пределов формулами, а второй объясните качественно, на ваш выбор. Сколько надо гномов, чтобы вкрутить лампочку?
6. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела — нарисовать и подписать оси. Какие есть способы разделения звезд на спектральные классы? Подписать все эти спектральные классы на диаграмме, больше 1 способа классификации. Зависимость $L(M)$ на главной последовательности в окрестностях Солнца и для голубых гигантов — чем отличаются? Где находятся на этой диаграмме Цефеиды и Лириды? Что это за звезды?
7. Источники энергии звезды в начале, середине и конце жизни. Опишите все возможные сценарии, которые можете вспомнить. Дефект массы, принцип реакций термоядерного синтеза. Что значит слово «термоядерный»? До какого элемента идет синтез элементов и почему? Напишите по памяти pp-цикл или CNO-цикл (основную ветку реакций). При чем тут нейтрино и кто это такие?
8. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела — нарисовать и подписать оси. Нарисовать основные варианты эволюции звезды от облака до компактного объекта на этой диаграмме (чем подробнее — тем лучше). В чем отличие при эволюции, есть звезда находится в двойной системе (опишите парадокс Алголя)?
9. Межзвездная среда. Плотность, температура и химический состав межзвездной среды — честно, о чем знаете. Пылевые облака, области II и III, молекулярные облака. Линия 21 см. Газовые и диффузные туманности. Какие туманности бывают в областях звездообразования? Особенности их спектра?
10. Эффект Доплера для астрофизиков — как выглядит для длин волн и частот? Где его можно наблюдать в астрофизике? Нарисуйте профиль линии H_α спустя несколько дней после взрыва сверхновой, а также при образовании звезды. Гравитационное красное смещение.
11. Классификация галактик. Отличия галактик по строению, населению (что такое население? Какие они бывают?), фотометрии, спектроскопии, кривой вращения (причем тут темная материя?). Как определить, что в галактике идет звездообразование?
12. Закон Хаббла. Сопутствующее, фотометрическое и угломерное расстояние. Красное смещение, вид спектра далеких галактик. Что такое Лайман-альфа лес? Время жизни Вселенной, размеры видимой Вселенной. Фотометрический парадокс Ольберса - описать и решить.
13. Спектры астрономических объектов. Различия, схожесть, причины появления именно таких спектров. Как образуется линия поглощения и линия излучения — привести по одному примеру. За счет какого механизма континуум звезд выглядит как АЧТ? Особенность спектра звезда классов А, В (их отличие от АЧТ на малых длинах волн). Спектр водородоподобных атомов и формула Ридберга. Какие серии линий водорода вы знаете?

Солнце и Луна

Основной уровень

1. Движение Солнца и Луны по небесной сфере. Зодиакальные созвездия. Фазы Луны. Терминатор. Высота Луны в зависимости от фазы и времени года.
2. Орбита Луны, ее характеристики. Осевое вращение Луны. Связь синодического и сидерического месяцев, период смены фаз Луны. Либрации Луны (качественно).
3. Солнечные затмения, их виды, условия наступления и видимости. Линейная и площадная фаза солнечного затмения. Примеры решения задач.
4. Лунные затмения, их виды, условия наступления и видимости. Линейная и площадная фаза лунного затмения. Примеры решения задач.
5. Периодичность наступления затмений, сарос. Максимальное и минимальное количество затмений в календарном году. Примеры решения задач.
6. Покрытия Луной звезд и планет, условия их наблюдений. Суточный параллакс Луны.

Высокий уровень

1. Солнечные и лунные затмения: условия наступления, условия видимости, виды тени затмения на Земле в зависимости от типа затмения и времени года.
2. Вращение линии узлов и линии апсид лунной орбиты, тропический, аномалистический и драконический месяцы. Серии покрытий Луной звезд и планет.
3. Либрации Луны: виды, причины возникновения, характерные значения.

Математика. Задачи.

1. Используя любой из известных Вам численных методов решите уравнение

$$x + \ln x = 0.$$

2. Используя формулу синуса суммы и разложение синуса в ряд Маклорена оцените значение (a) $\sin(46^\circ)$,
(b) $\sin(179/57)$ без калькулятора.
3. При выводе формулы значения приливных сил возникает следующее выражение:

$$a_A - a_T = GM \cdot \frac{r^2 - (r - R)^2}{r^2(r - R)^2}$$

Упростите его в предположении $R \ll r$.

Сферическая астрономия. Задачи.

1. Определите высоту горы на широте 68° , где не бывает полярной ночи.
2. Определите максимальное время нахождения Капеллы ($\alpha = 5^h 17^m$, $\delta = 46^\circ$) над горизонтом в Москве.
3. Оцените продолжительности, азимута и времени восхода Солнца в зависимости от даты.
4. Две звезды со склонениями $\delta = \pm 2^\circ$ взошли одновременно для наблюдателя на широте 55° . Определите разницу времени захода этих звезд. Рефракцией пренебречь.
5. В Магадане (широта Магадана $\varphi = 60^\circ$) во время полнолуния Луна прошла верхнюю кульминацию на высоте 53.5° . Какого числа это произошло, если Луна находилась в одном из узлов своей орбиты?

Кинематика. Задачи.

1. Изобразить в проекции на плоскость эклиптики орбиту небесного тела, имеющую элементы: $a = 1.5$ а.е., $e = 0$, $i = 90^\circ$, $\Omega = 45^\circ$. Для сравнения на том же чертеже и в том же масштабе изобразить орбиту Земли.
2. Лучевая скорость звезды -110.8 км/с, скорость по склонению 10300 mas/год, по прямому восхождению -800 mas/год. Расстояние до звезды — 1.8 пк. Когда звезда пройдет минимум расстояния до Земли?
3. В ходе продолжительных измерений выяснилось, что один из спутников Юпитера выходит из его тени с периодом 42.5 часа ± 16 с. Вычислите скорость света.
4. Что происходит чаще и во сколько раз: прохождение Венеры по диску Солнца, прохождение Венеры за диском Солнца?

Механика. Задачи.

1. На сколько примерно градусов сместился Плутон по своей орбите со времени его открытия?
2. Каков предельный размер астероида, с которого еще можно прыгнуть в космос?
3. Поверхность, на которой силы притяжения к Земле и к Солнцу равны, называется сферой притяжения Земли относительно Солнца. Является ли сфера притяжения действительно сферой? При какой массе Земли сфера притяжения была бы плоскостью?
4. Почему у всех без исключения тел Солнечной системы, от Солнца до астероидов и спутников планет включительно, минимальные времена их облета имеют один и тот же порядок величины?
5. Оцените предельную поверхностную плотность солнечного паруса, способного покинуть Солнечную систему.
6. Покажите, что $\langle 1/r \rangle_t = 1/a$ для орбитального движения.

Оптика. Задачи.

1. Можно ли с Луны невооруженным глазом увидеть города на Земле?
2. Покажите, что при малом изменении расстояния до точечного источника, его звездная величина меняется как $\Delta m = 2.17 \Delta r / r$.
3. Звезда класса A имеет период осевого вращения 2 дня. Найдите характерные ширины линий в спектре этой звезды в видимой области спектра.
4. Оценить освещённость от звезды 0^m в фокальной плоскости телескопа с диаметром объектива $D = 200$ мм и фокусным расстоянием $F = 1000$ мм.
5. В солнечную систему влетело однородное облако неотражающих сферических частиц. Оцените, на сколько звёздных величин упадёт блеск Солнца. Радиус частицы $R = 1$ мкм, концентрация $n = 1 \text{ м}^{-1}$.

Астрофизика. Задачи.

1. Как изменится светимость звезды, если ее радиус уменьшить на 2%, а эффективную температуру увеличить на 2%?
2. Для некоторой яркой звезды (болометрическая звёздная величина $m = 0.9^m$) измерения углового диаметра дали значение $\gamma = 10$ mas. Какого она цвета?
3. Запишите уравнение теплового баланса для Земли и оцените её температуру.
4. Запишите уравнение баланса сил для участка вещества на видимой границе Солнца. Найдите градиент давления.
5. Из формулы Планка получите закон Вина и Релея-Джинса (воспользуйтесь формулой Тейлора).
6. Пользуясь формулой Ридберга, вычислите длину волны H_α .
7. На какой длине волны находится максимум реликтового излучения?

Затмения. Задачи.

1. Оцените характерное время прохождения Венеры по диску Солнца. Как она перемещается по диску при наблюдении из средних широт северного полушария — справа налево или слева направо?
2. Диаметр Плутона составляет 2300 км, расстояние от Солнца (до конца текущего тысячелетия) — 30 а.е. Оцените ширину полосы на поверхности Земли, в которой можно наблюдать покрытие звезды Плутон, и его продолжительность.
3. Считая Луну гладким шаром радиуса $R = 1738$ км, определить ширину терминатора на его поверхности в километрах. Под каким углом терминатор будет видно с Земли?
4. Находясь на северном полюсе, вы видите на темном небе растущую Луну, находящуюся у самого горизонта. На верхнем крае ее диска видна звезда. Что это — начало или конец покрытия звезды Луной?
5. Наблюдатель, находящийся в средней полосе России, заметил, что вечером Луна взошла одновременно с заходом Солнца, а утром она зашла одновременно с восходом дневного светила. В середине ночи произошло полутеневое лунное затмение. Какой край диска Луны глубже всего погрузился в земную полутень?
6. Определите максимальное угловое расстояние между двумя звездами, покрытие которых Луной может одновременно наблюдаться на Земле (в разных ее пунктах).
7. Определите максимальное расстояние (по поверхности Земли) между двумя точками нашей планеты, в которых можно одновременно наблюдать покрытие Луной одной и той же звезды.
8. На Земле начинается кольцеобразно-полное солнечное затмение. В начале полосы центрального затмения на поверхности Земли наблюдается кольцеобразное затмение продолжительностью 20 секунд. На какой высоте над горизонтом на Земле будет наблюдаться начало полного затмения (центральное полное затмение с фазой, в точности равной единице)? Рефракцией пренебречь.