

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана физического факультета МГУ

профессор Белокуров В.В.



БИЛЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

Магистерская программа

«ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ И АСТРОФИЗИКА»

Государственный экзамен по физике

Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова

Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "

Билет № 1

1. Динамика системы материальных точек. Уравнения движения в относительной системе координат.
2. Астрономические шкалы времени: звёздное, всемирное. Атомные шкалы времени: Всемирное координированное время, земное время, геоцентрическое координатное время, барицентрическое координатное время.
3. Какое относительное отверстие должен иметь идеальный телескоп для получения оптимальных снимков в визуальной области с матрицей с 15 мкм пикселем при установке телескопа
 - 1) в космосе ?
 - 2) в месте с наиболее вероятным качеством изображения 0.9 угловых секунд ?

Государственный экзамен по физике

Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова

Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "

Билет № 2

1. Решение задачи о движении двух материальных точек. Законы Кеплера
2. Элементарные процессы, ответственные за излучение, рассеяние и поглощение света разреженного газа. Формирование непрерывного спектра и спектральных линий в различных астрономических объектах (планеты, звёзды, области HII и рентгеновский газ).
3. Масса толстого диска Галактики составляет примерно $3 \cdot 10^9 M_{\odot}$. Его радиальная экспоненциальная шкала составляет 3 кпк, а вертикальная – 800 пк. Оцените плотность массы звёздного населения в его центре, а также вклад толстого диска в поверхностную плотность на расстоянии $R = 8$ кпк от центра в предположении, что он населён звёздами типа Солнца.

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "

Билет № 3

1. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения.
2. Активные процессы в ядрах галактик: наблюдаемые проявления, представление о возможных механизмах активности. Радиогалактики. Квазары. Массы сверхмассивных черных дыр и способы их оценки.
3. Неразделимая визуально двойная звезда состоит из двух звезд главной последовательности. Их цвета равны $(B-V)_1 = +0.27^m$ и $(B-V)_2 = -0.10^m$ соответственно. Найти интегральный цвет двойной системы, если первая звезда ярче второй на $\Delta V = 1^m$.

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "

Билет № 4

1. Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение Эйлера.
2. Системы фотоэлектрических звездных величин и показателей цвета. Нормальные цвета звезд, избытки цвета и их учет.
3. Оцените минимальный размер области ускорения частицы космических лучей с зарядом Z и энергией $E=10^{15}$ эВ, если напряженность однородного магнитного поля в этой области $B=10^{-4}$ Гс.

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "

Билет № 5

1. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Число Рейнольдса.
2. Двойные звёзды и оценка звёздных масс. Невидимые спутники звёзд (экзопланеты) и методы их обнаружения.
3. Период изменения блеска одной цефеиды равен $P_1 = 3^d$, расстояние до неё $d_1 = 500$ пк, а её видимая звёздная величина $V_1 = 7.12^m$. У второй цефеиды $P_2 = 6.5^d$, $V_2 = 9.83^m$, расстояние $d_2 = 1200$ пк. Обе цефеиды находятся точно в тонком диске Галактики. Величина удельного поглощения в полосе V, $a_V \approx 2^m$ /кпк. Оцените по этим данным наклон и нуль-пункт зависимости « $M_V - I_g P$ » в полосе V.

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "

Билет № 6

1. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.
2. Вращение Земли: прецессия, нутация, движение полюса, неравномерность осевого вращения.
3. Две звезды главной последовательности с равными массами $M > M_{\text{солнца}}$ сливаются в одну звезду без потери массы. Во сколько раз изменится эффективная температура источника? Принять, что радиус звезд пропорционален $M^{0.8}$.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 7

1. Идеальные бозе- и ферми - газы. Равновесное излучение.
2. Принципы создания инерциальной системы координат методами. Международная небесная опорная координатная система, её реализации в радиодиапазоне и оптическом диапазоне спектра.
3. Оценить длительность события микролинзирования звезды в Магеллановых облаках (расстояние 55 кпк) при пролете тёмного тела солнечной массы в галактическом балдже.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 8

1. Кинетическое уравнение Больцмана. Понятие об H-теореме.
2. Двумерная классификация спектров и физические факторы, определяющие спектральный класс звезды. Диаграмма «цвет-величина» и эволюционные треки звёзд на диаграмме.
3. Спектрограф стоит в главном фокусе телескопа с относительным отверстием 1:5, диаметры коллиматора и камеры 10 см, качество изображения $\sim 1''$. Каковы должны быть фокусные расстояния коллиматора и камеры для согласования качества изображения с размером пикселей приемника, равным 15 мкм?

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "

Билет № 9

1. Плазменное состояние вещества. Собственные колебания плазмы, распространение электромагнитных волн в плазме.
2. Оптические телескопы и их характеристики. Угловое разрешение телескопов и способы его улучшения.
3. Оцените характерные размеры и период эцикла для популяции звёзд старого диска, находящихся на расстоянии $R = 8$ кпк от центра Галактики, с дисперсией радиальных скоростей $\sigma_R = 50$ км/с. Считать кривую вращения диска "плоской" с круговой скоростью, равной $V(R) = V_0 = 250$ км/с/кпк.

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "

Билет № 10

1. Электростатическое поле. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Мультипольное разложение потенциала.
2. Вращение галактик и проблема оценки их массы. Условие гравитационной устойчивости галактических дисков.
3. 2.5 м телескоп КГО ГАИШ имеет относительное отверстие 1/8. Посчитать масштаб изображения в фокальной плоскости и оценить суммарный шум считывания, который войдёт в сигнал от звезды при 1" качестве изображения на матрице с квадратным пикселем 15 мкм и шумом считывания 4 электрона/пиксел.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 11

1. Уравнение Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность.
2. Сверхновые и остатки вспышек сверхновых. Стадии расширения оболочек. Решение Седова.
3. С какой скоростью (в граммах/сек и массах Солнца в год) должна происходить аккреция газа на такую звезду как Солнце, чтобы мощность излучения энергии (светимость) сравнялась с той, которая выделяет Солнце в результате термоядерных реакций?

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 12

1. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
2. Невозмущенное кеплеровское движение. Метод Лагранжа-Гаусса определения орбиты небесного тела по астрономическим наблюдениям. Элементы орбит.
3. Тонкий слой пыли в галактике имеет оптическую толщину $\tau_V = 0.5$ и $\tau_B = 0.9$ и находится в плоскости симметрии толстого звёздного диска. Оценить избыток цвета галактики.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 13

1. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении. Радиационное трение.
2. Принципы спутниковой навигации (системы GPS, ГЛОНАСС).
3. Водородная звезда с $M = 50 M_{\text{Солнца}}$ имеет светимость, близкую к эддингтоновской. Считая, что около половины энергии излучается за лаймановским пределом, грубо оценить, какую массу однородного межзвёздного газа звезда может ионизовать при концентрации частиц, равной 1 атом / см^3 . Коэффициент рекомбинации равен $3 \cdot 10^{-13} \text{ см}^{-3}$. Постоянная Планка $6.6 \cdot 10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{с}$.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 14

1. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
2. Межзвёздное магнитное поле, наблюдаемые проявления в оптическом диапазоне и радиодиапазоне. Представление о "вмороженности" магнитного поля в газ.
3. Космический аппарат движется по круговой орбите радиусом $R=1 \text{ а.е.}$. Аппарату сообщен кратковременный импульс в направлении, обратном движению, в результате которого его орбитальная скорость уменьшилась на 10 км/с . Определите эксцентриситет новой орбиты аппарата.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 15

1. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.
2. Методы оценки расстояний до галактик. Космологическое красное смещение, закон Хаббла.
3. Оценить полную величину термоядерной энергии, которую выделила звезда за всё время жизни, если в начале эволюции она состояла на 70% по массе из водорода и на 30% из гелия, а на конечной стадии масса её ядра равна 1.5 масс Солнца, и в нём преобладают атомы группы железа. Энергия связи атома железа ^{56}Fe – около 8 МэВ на нуклон, гелия ^4He – 6 МэВ на нуклон.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 16

1. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Дифракционное разрешение оптических приборов.
2. Различные наблюдаемые состояния межзвёздной среды: области HI, HII, рентгеновский- газ, молекулярные облака, мазерные конденсации.
3. Оценить максимально возможную скорость падения кометы из облака Оорта на Землю.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 17

1. Излучение света атомами и молекулами. Ширина линии излучения. Спонтанные и вынужденные переходы.
2. Гравитационная неустойчивость. Критическая (джинсовская) масса. Продолжительность свободного сжатия и процессы, тормозящие сжатие облака (тепловое давление, вращение, намагниченность). Протозвёзды.
3. Сферически симметричная галактика с нулевым красным смещением имеет маломассивный спутник на круговой орбите, в котором области ионизованного водорода излучают линию H α на длине волны 6568 А. Найдите нижний предел массы галактики, если спутник находится на расстоянии 20 кпс от неё (в проекции).

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 18

1. Взаимодействие света и вещества. Излучение абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана.
2. Подсистемы Галактики, структурно-кинематические различия между ними. Химический состав звёзд подсистем. Пространственное распределение и кинематика звёзд.
3. Дана однородная сферическая планета с плотностью ρ и радиусом R . Найти силу, с какой притягиваются друг к другу полушария планеты.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 19

1. Описание эволюции квантово-механических систем. Уравнения Гейзенберга и Шредингера. Стационарные состояния.
2. Атмосфера Солнца: фотосфера, хромосфера, корона. Физическое состояние вещества, наблюдаемая структура и спектр излучения этих слоев.
3. Найти средний интервал времени между парными сближениями звезды, существенно меняющими вектор ее скорости в эллиптической галактике. Принять, что масса каждой звезды равна массе Солнца, средняя концентрация – 1 звезда на куб. парсек. Средняя относительная скорость звезд до сближения – 200 км/с.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 20

1. Линейный квантовый гармонический осциллятор. Энергии и волновые функции стационарных состояний.
2. Космические лучи: энергия, состав, происхождение. Синхротронное излучение.
3. Какой плотностью должен обладать полностью ионизованный межгалактический водород в скоплениях галактик, чтобы, не имея источников нагрева, сохранять высокую температуру (10^8 К) с эпохи образования галактик (10^{10} лет назад) до настоящего времени? Функция охлаждения для свободно-свободных переходов равна $1.4 \cdot 10^{-27} T^{1/2}$ [эрг·см³/с].

Государственный экзамен по физике

Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова

Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "

Билет № 21

1. Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии.
2. Однородные изотропные модели Вселенной и представление об их наблюдательных проверках. Реликтовое излучение и флуктуации его яркости.
3. На компактный объект с радиусом $R=5R_g$ (R_g – гравитационный радиус) происходит аккреция с темпом $dM/dt = \text{const}$. Если считать, что вся выделяемая энергия уходит на излучение, то во сколько раз масса, уносимая фотонами за единицу времени, меньше массы выпадающего на объект вещества?

Государственный экзамен по физике

Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова

Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "

Билет № 22

1. Частицы и взаимодействия. Взаимодействие как обмен квантами калибровочного поля (калибровочными бозонами). Фундаментальные частицы - лептоны и кварки. Античастицы.
2. Конечные стадии звёздной эволюции для звезд разных масс. Белые карлики, нейтронные звезды, чёрные дыры.
3. Геродот рассказывает о солнечном затмении 28 мая 585 г. до н.э., остановившем войну между древними государствами Мидией и Лидией. Полоса затмения проходила через Египет, Сирию. При условии постоянства скорости вращения Земли полоса затмения проходила бы западнее на 5,8 часов по долготе от места, где оно в действительности наблюдалось. Требуется оценить вековое замедление скорости вращения Земли.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 23

1. Происхождение химических элементов. Ядерные реакции в звёздах.
2. Нестационарные звезды. Цефеиды. Механизмы вспышек карликовых Новых и Новых звёзд.
3. Оценить необходимое время экспозиции для оценки потока от звезды $V=23^m$ с точностью 10% с телескопом, имеющим диаметр объектива 2.5 м, при изображении 2". Фон неба – $21^m/\text{кв.сек}$. Ширина фотометрической полосы равна 1000 Å. Шумами приёмника пренебречь.

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 24

1. Гамма-излучение ядер. Эффект Мессбауэра.
2. Полная плотность материи во Вселенной и барионная плотность. Понятие критической плотности, космологической постоянной и возраста Вселенной.
3. Оценить характерную продолжительность явления покрытия звезды астероидом (с учетом волновых эффектов) в полосе V если известно, что астероид принадлежит главному поясу астероидов, и что явление происходит в местную полночь в меридиане

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Магистерская программа "Фундаментальная астрономия и астрофизика "*

Билет № 25

1. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия выполнимости принципа вмороженности поля.
2. Вырожденный ферми-газ, уравнение состояния. Белые карлики и нейтронные звезды, наблюдаемые характеристики и предельная масса.
3. Планета массой две массы Земли обращается вокруг звезды типа Солнца на расстоянии 0.3 а.е. Плоскость орбиты наклонена к лучу зрения под углом 2 градуса. Оцените возможность наблюдения транзитов. Оцените амплитуду вариации лучевой скорости звезды. Сделайте вывод о возможности обнаружения планеты, если точность измерений соответствует скорости 40 см в секунду.