

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 1

1. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.
2. Астрономические шкалы времени: звездное, 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 0.7 угл сек

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 2

1. Движение в центрально-симметричном поле. 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, звезды, газовые облака, области HII и полностью ионизованного газа).
3. Как относятся высоты однородных водородных атмосфер h_2/h_1 для двух белых карликов с массами $M_1=0.5$ и $M_2=1$ масса Солнца и одинаковыми эффективными температурами?

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 3

1. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек.
Интегралы движения.
2. Активные процессы в ядрах галактик: наблюдаемые проявления, представление возможных механизмах активности. Радиогалактики. Квазары.
3. Неразделимая визуально двойная звезда состоит из двух звёзд 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 $\Delta V = 1^m$.

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

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 $B=10^{-4}$ Г

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"*

Билет № 5

1. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Число Рейнольдса.
2. Двойные звезды и оценка звездных масс. Невидимые спутники звезд (планеты). Особенности эволюции звезд в тесных двойных системах.
3. Синхротронный джет от объекта VL Lac наблюдается в радиодиапазоне вблизи максимума спектра. Измеряемая яркостная температура $T_b = 2 \cdot 10^{13}$ К. Красное смещение объекта $z=1$. Оцените Лоренц-фактор джета, считая яркостную температуру в области максимума в собственной системе равной 10^{12} К.

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

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. В рамках модели Бора сравнить энергию основного состояния системы из электрона и позитрона (позитроний) с энергией основного состояния атома водорода.

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"*

Билет № 7

- 1 Идеальные бозе- и ферми - газы. Равновесное излучение.
2. Принципы создания инерциальной системы координат астрометрическими 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 темного тела солнечной массы в галактическом балдже

Зав. астрономическим отделением
академик



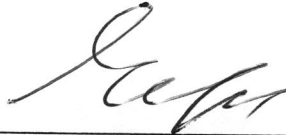
А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 8

1. Кинетическое уравнение Больцмана. Понятие об Н-теореме.
2. Двумерная классификация спектров и факторы, определяющие спектральный класс звезды. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела и эволюционные треки звезд на диаграмме.
3. Имеется идеальный космический телескоп, снабженный широкополосным матричным приемником с 100% квантовым выходом. Производится измерение потока от звезды спектрального класса В5 в полосе, центрированной на 500 нм относительной шириной $\Delta\lambda/\lambda = 0.01$. Фон неба пренебрежим, но шум приемника для слабого объекта существенен. Во сколько раз изменится отношение сигнал/шум при измерениях в полосе с такой же относительной шириной на 1500 нм с такой же экспозицией? Рассмотреть 2 случая: 1) яркий объект, 2) слабый объект. Телескоп длиннофокусный (изображение имеет размер больше размера пикселя).

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 9

1. Плазменное состояние вещества. Уравнение Власова. Понятие о самосогласованном поле.
2. Оптические телескопы и их характеристики. Астрономические спектрографы. Угловое разрешение телескопов и способы его улучшения.
3. Две одинаковых звезды солнечной массы составляют пару. Кривая лучевых скоростей каждой звезды имеет амплитуду 10 км/с и период $T=1$ год. Найти угол наклона орбиты к лучу зрения

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М. Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 10

1. Электростатическое поле. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Мультипольное разложение потенциала.
2. Представление о спиральных ветвях галактик как о волнах плотности. Вращение галактик и проблема оценки их массы.
3. Строящийся 2.5 м телескоп ГАИШ имеет относительное отверстие 1/8. Посчитать масштаб изображения в фокальной плоскости и оценить суммарный шум считывания, который войдет в сигнал от звезды при 1" качестве изображения на матрице с квадратным пикселем 15 мкм и шумом считывания 4 электрона/пиксел

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия "*

Билет № 11

1. Уравнение Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность.
2. Сверхновые и остатки сверхновых. Физические причины взрывов.
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?

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

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 $\tau_B = 0.8$ и находится в плоскости симметрии толстого звездного диска. Оценить избыток цвета галактики.

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 13

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

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 14

1. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
2. Межзвездное магнитное поле, наблюдаемые проявления в оптическом и радиодиапазонах. Представление о "вмороженности" магнитного поля в газ.
3. Космический аппарат движется по круговой орбите радиусом $R=1$ 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.

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

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 все время жизни, если в начале эволюции она состояла на 70% по массе из водорода и на 30% из гелия, а на конечной стадии ее масса равна 5 масс Солнца, и в ней преобладают атомы группы железа. Энергия связи атома железа ^{56}Fe – около 8 МэВ на нуклон, гелия ^4He – 6 МэВ на нуклон.

Зав. астрономическим отделением
академик

 А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия "

Билет № 16

1. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы.
2. Различные наблюдаемые состояния межзвездной среды: области HI, HII, горячий ("корональный") газ, молекулярные облака, мазерные конденсации.
3. Оценить максимально возможную скорость падения кометы из облака Оорта на Землю

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

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). Протозвезды.
3. Массивная галактика имеет небольшой спутник, 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 нее.

Зав. астрономическим отделением
академик

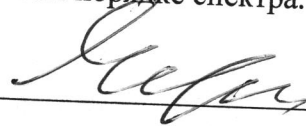


А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 18

1. Взаимодействие света и вещества. Законы фотоэффекта. Закон Стефана-Больцмана.
 2. Подсистемы Галактики, структурно-кинематические различия между ними. Химический состав звезд подсистем. Пространственное распределение и кинематика звезд.
 3. Строящийся 2.5 м телескоп ГАИШ имеет относительное отверстие $1/8$. Используется спектрограф, фокусное расстояние коллиматора которого - 240 мм. Ширина щели соответствует размеру изображения звезды в фокальной плоскости. Качество изображения - $1''$. В спектрографе стоит решетка диаметром 100 мм, на которой нанесено 60 тыс штрихов. Определить потенциальную (максимально возможную) разрешающую силу в третьем порядке спектра.
- Зав. астрономическим отделением
академик



А.М. Черепашук

*Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"*

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 среднюю длину свободного пробега между парными сближениями, существенно меняющими вектор скорости звезд одинаковой массы в эллиптической галактике (в парсеках). Принять, что масса одной звезды равна массе Солнца, их средняя концентрация -- 1 звезда на куб. парсек. Средняя относительная скорость звезд до сближения -- 200 км/с.

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

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].

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 21

1. Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии.
2. Пульсары. Конечные стадии звездной эволюции. Представление о черных дырах.
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?

Зав. астрономическим отделением
академик


 А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 22

1. Частицы и взаимодействия. Взаимодействие как обмен квантами калибровочного поля (калибровочными бозонами). Фундаментальные частицы - лептоны и кварки. Античастицы.
2. Однородные изотропные модели Вселенной и представление об их наблюдательных проверках. Реликтовое излучение и флуктуации его яркости.
3. Рассеянное скопление состоит из **500** звезд главной последовательности в интервале масс от 0.3 до 30 масс Солнца. Оценить полную массу, светимость в полосе **V** и интегральное отношение массы к светимости (в солнечных единицах) этого скопления. (Для простоты принять степенную функцию масс $f(m) \sim m^{-2.3}$ и связь светимости и массы на главной последовательности в виде $L_V(m) \sim m^{10/3}$).

Зав. астрономическим отделением
академик


 А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 23

1. Происхождение химических элементов. Ядерные реакции в звездах.
2. Нестационарные звезды. Цефеиды. Катаклизмические переменные. Новые звезды.
3. Имеется идеальный космический телескоп, снабженный широкополосным матричным приемником с 100% квантовым выходом. Производится измерение потока от звезды спектрального класса B5 в полосе, центрированной на 500 нм относительной шириной 0.01. Фоном неба можно пренебречь, но шум приемника для слабого объекта существенен. Во сколько раз изменится отношение сигнал/шум при измерениях в полосе с такой же относительной шириной на 1500 нм с такой же экспозицией? Рассмотреть 2 случая: 1) яркий объект, 2) слабый объект. Телескоп короткофокусный (размер изображения звезды меньше размера пикселя).

Зав. астрономическим отделением
академик

 А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

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 в полосе V и полосе J если известно что 1) астероид принадлежит поясу астероидов
2) явление происходит в местную полночь в меридиане

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук

Государственный экзамен по физике
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
Специальность "Астрономия"

Билет № 25

1. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения. Комплексная диэлектрическая проницаемость и показатель преломления, их пространственная и временная дисперсия.
2. Вырожденный ферми-газ, уравнение состояния. Белые карлики и нейтронные звезды, наблюдаемые характеристики и предельная масса.
3. Показать, что при столкновении со свободным электроном фотон не может передать ему всю свою энергию, а при аннигиляции «электрон-позитрон» образуется не менее двух гамма-квантов.

Зав. астрономическим отделением
академик



А.М.Черепашук