**БИЛЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

**Отделение ядерной физики**

**Направление подготовки магистров 011200.68 «Физика»**

**Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»**

**гр. 214МБ**

|  |  |
| --- | --- |
| Составлены кафедрой физики космоса | февраль 2023 года |
| Зав. кафедрой физики космоса,  профессор | С.И. Свертилов |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №1** | |
| 1. Вариации космических лучей, классификация и методы исследования. Модуляция космических лучей в гелиосфере. Метеорологические и геомагнитные эффекты, определяющие вариации космических лучей. 2. Поляризация света в атмосфере. Параметры Стокса. Поляризация света дневного неба. 3. Изобразить диаграммы распадов заряженных пионов (+ и -). Почему сильно подавлены распады ( е + )? | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №2** | |
| 1. Первичное космическое излучение (ПКИ) в магнитном поле Земли. Теория Штермера. Широтный, азимутальный, долготный и высотный эффекты. 2. Ядерный состав первичных космических лучей и его особенности. Распространенность элементов во Вселенной и в космических лучах. Интерпретация различий. Электроны, позитроны, фотоны и антипротоны в составе первичного космического излучения при разных энергиях. 3. α-xастица с кинетической энергией *T*α = 10 МэВ испытывает упругое лобовое столкновение с ядром 12С. Определить кинетическую энергию в л.с. ядра 12C TC после столкновения. | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №3** | |
| 1. Движение заряженных частиц в регулярном магнитном поле. Адиабатические инварианты. Питч-угловое распределение. Питч-угловая диффузия. Конус потерь. 2. Показатель преломления и учет поглощения в среде. Поток электромагнитной энергии и вектор Умова-Пойтинга. 3. При каких относительных орбитальных моментах количества движения протона возможна ядерная реакция p + 7Li → 8Be\* →α + α? | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №4** | |
| 1. Взаимодействие солнечного ветра с магнитосферой Земли. Процессы формирования земной магнитосферы. Стоячая ударная волна. Переходный слой, магнитопауза. Основные плазменные домены магнитосферы. Авроральный овал. Полярная шапка. 2. Диэлектрическая проницаемость приземных слоев атмосферы. Формула Бина-Даттона. Границы ее применимости космических лучей на неоднородностях магнитного поля Галактики. 3. В результате поглощения ядром γ-кванта вылетает нейтрон с орбитальным моментом ln = 2. Определить мультипольность γ-кванта, если конечное ядро образуется в основном состоянии. | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №5** | |
| 1. Радиационные пояса Земли (РПЗ), их состав, структура. Спектры протонов и электронов РПЗ (по энергии и интенсивности). Механизмы формирования и потерь частиц РПЗ. 2. Уравнения геометрической оптики, их физический смысл. Границы применимости подхода. 3. Определить энергию возбуждения составного ядра, образующегося при захвате α-частицы с энергией T = 7 МэВ неподвижным ядром 10В. | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №6** | |
| 1. Радиационные условия в околоземном и межпланетном космическом пространстве. Эмпирические модели солнечных и галактических космических лучей. Влияние радиации на космонавтов и на системы космических аппаратов. 2. Солнечные, планетарные и локальные геомагнитные индексы. Физический смысл и построение оценок. 3. Оценить гирочастоту электрона и иона водорода в слоях *E* и *F*2 ионосферы Земли. | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №7** | |
| 1. Основные параметры межпланетной плазмы (плотность, скорость, температура, ионный состав). Гелиосфера. Процессы формирования солнечного ветра. Взаимодействие солнечного ветра с межзвездной средой. Теоретические модели солнечного ветра и гелиосферы. Модель Паркера. 2. Плазма в атмосфере Земли и ее характеристики. Частота собственных колебаний и радиус Дебая. Понятие о дебаевской экранировке. 3. Барионы Σ− и Δ− имеют близкие массы и распадаются одинаково:   Σ− → n + π−, Δ− → n + π−.  Нарисовать кварковые диаграммы распадов. За счет каких взаимодействий происходят эти распады? | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №8** | |
| 1. Межпланетное магнитное поле. Происхождение. Гелиосферный токовый слой. Токовая система Альфвена в гелиосфере. Секторная структура межпланетного магнитного поля. 2. Звуковые волны в слоистой атмосфере. Определение скорости звука. Модели распространения звука по Ньютону и Лапласу. Зависимость скорости звука от высоты. 3. Реакция π− + p → Λ + K0 происходит за время ~10-23. Каждая из рожденных частиц Λ и K0 распадается за время ~10-10 сек. За счет каких сил происходят реакции рождения и распадов? Нарисовать кварковые диаграммы. | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №9** | |
| 1. Магнитное поле Земли и его изменение. Экранирующее свойство магнитосферы Земли. Жесткость обрезания. Геомагнитные возмущения. Проникновение космических лучей на различные орбиты космических аппаратов и в атмосферу Земли. 2. Рассеяние света в атмосфере. Матрица рассеяния света. Рассеяние света малыми частицами. 3. Определить относительный орбитальный момент p и π+, образующихся при распаде Δ+ → p + π+. | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №10** | |
| 1. Магнитосфера Земли. Гидродинамическая модель обтекания магнитного диполя. Внутренние и внешние источники геомагнитного поля. Постоянное и переменное магнитное поле. 2. Траектория оптического луча в плоскослоистой среде. Зависимость траектории от рефракционных свойств среды. Примеры. 3. На Солнце из протонов синтезируются ядра 4He2, с выделением энергии Q=26.7 МэВ на одно ядро гелия. Это основной источник энергии Солнца. 90% выделенной энергии определяет светимость Солнца, составляющую L=3.8\*1026 Вт. Масса Солнца M=1.98\*1030 кг. Какую массу ΔM Солнце теряет за один год? Какая масса водорода ΔMH сгорает на Солнце за 1 год? | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №11** | |
| 1. Сравнительная характеристика магнитосфер планет солнечной системы. Особенности строения и генерации. 2. Зависимость скорости звука от температуры и влажности в атмосфере. 3. Оценить отношение сечений двух- и трехфотонной аннигиляции электрон-позитронной пары. | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №12** | |
| 1. Основные представления о физике Солнца – звезды главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела. Строение Солнца. Источники энергии. Дифференциальное вращение. Конвективные движения. Атмосфера Солнца. Магнитное поле Солнца. 2. Уравнения Максвелла. Упрощения для случаев различных геофизических сред. 3. Оценить максимальную массу частиц, которые могут родиться при столкновении протона с энергией 10 ГэВ с покоящимся ядром лития. | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №13** | |
| 1. Ускорение частиц на Солнце. Солнечные вспышки, корональные выбросы массы, солнечные космические лучи. Цикличность солнечной активности. 2. Фоновое (диффузное) излучение Галактики в рентгеновском и гамма-диапазонах. Проблемы Галактического диффузного фона гамма-излучения. Метагалактический диффузный фон гамма-излучения. 3. Из уравнений Максвелла получить волновое уравнение для вектора Е в проводящей среде | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №14** | |
| 1. Солнечно-Земные связи. Циклы солнечной активности и вариации радиации в околоземном пространстве. Проникновение солнечных космических лучей в магнитосферу Земли. Вариации потоков космических лучей вблизи Земли. Эффект Форбуша. 2. Основные характеристики ионосферы Земли. 3. Оценить размер на земле первой зоны Френеля для электромагнитной волны частотой 2ГГц, используемой в современной навигационной системе типа ГЛОНАСС | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №15** | |
| 1. Ускорение частиц индукционными электрическими полями при пересоединении магнитных силовых линий. Ускорение заряженных частиц в крупномасштабных нестационарных магнитных полях. Бетатронный механизм. 2. Поляризация света в атмосфере. Параметры Стокса. Поляризация света дневного неба. 3. Найти величину индекса рефракции в нормальных условиях для сухой атмосферы при 0°С. | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №16** | |
| 1. Радиационные условия в космическом пространстве. Радиационные поля. Усредненные параметры потоков космической радиации на различных типах орбит космических аппаратов. 2. Диэлектрическая проницаемость приземных слоев атмосферы. Формула Бина-Даттона. Границы ее применимости 3. Найдите энергию квантов, соответствующих максимуму спектра синхротронного излучения в радиационном поясе Земли для электронов с энергией Ее(макс) ~ 7106 эВ (H ~ 0.5 Гс). | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №17** | |
| 1. Факторы космической погоды, влияющие на Землю и околоземное космическое пространство. Геоэффективные события на Солнце и в гелиосфере. 2. Межпланетное магнитное поле. Происхождение. Гелиосферный токовый слой. Токовая система Альфвена в гелиосфере. Секторная структура межпланетного магнитного поля. 3. Вычислить порог реакции: 14N + α → 17О + p, в двух случаях, если налетающей частицей является: 1) α-частица, 2) ядро 14N. Энергия реакции Q = 1.18 МэВ. Объяснить результат. | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №18** | |
| 1. Плазма в атмосфере Земли и ее характеристики. Частота собственных колебаний и радиус Дебая. Понятие о дебаевской экранировке. 2. Адронные, лептонные и электромагнитные процессы в космических источниках излучений и в атмосфере Земли. Основные механизмы и примеры. 3. Найти произведение фазовой и групповой скоростей для непоглощающей диспергирующей среды с показателем преломления n2(ω)=1-α/ω2. | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №19** | |
| 1. Методы регистрации проникающих заряженных частиц (ЗЧ). Особенности построения спектрометров, методы разделения частиц по видам. Способы идентификации тяжелых ЗЧ. спектрометры электронов. 2. Рассеяние света в атмосфере. Матрица рассеяния света. Рассеяние света малыми частицами. 3. Вычислите пороговую энергию протонов Епор для фоторождения нейтральных пионов (m = 139 МэВ) при взаимодействии с реликтовыми фотонами (температура 2,73 К). | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |

|  |  |
| --- | --- |
| *Государственный экзамен по физике*  *Физический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  *Магистерская программа «Физика атмосферы и ближнего космоса»* | |
| **Билет №20** | |
| 1. Солнечные нейтроны. Нейтроны альбедо. Принципы детектирования нейтронов на космических аппаратах. Нейтронные мониторы для регистрации космических лучей высоких и сверхвысоких энергий. 2. Уравнения Максвелла. Упрощения для случаев различных геофизических сред. 3. Какой будет средняя энергия фотонов реликтового излучения после комптоновского рассеяния на электронах с энергией 100 ГэВ? | |
| Заведующий отделением ядерной физики,  профессор, чл.-кор. РАН | Боос Э. Э. |