

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

6 Семестр

Раздел 1 Основные представления микрофизики. Взаимодействие заряженных частиц с веществом.

1.1 Контрольная работа (к.р) - 8 Неделя

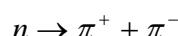
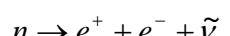
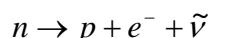
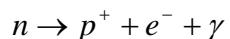
Контрольная работа № 1

Вариант № 1.

1. Какие частицы являются переносчиком взаимодействия для трех видов взаимодействия? Оцените радиусы этих взаимодействий.
2. Напишите кварки, составляющие протон, нейtron, пион.
3. От каких параметров налетающих частиц и характеристик среды зависят удельные ионизационные потери?
4. Какое ядро получится в результате ядерной реакции ${}_3^5Li + {}_{26}^{56}Fe \rightarrow n + p + X$
5. Нарисуйте кривую Брэгга (для энергии T). Что отложено по осям x и y? Изобразите кривую Брегга для энергии T/2.
6. Из каких соображений выбирается величина энергии бомбардирующих электронов-зондов для поиска частиц внутри нуклона размером порядка $R=10^{-16}$ см? Чему равна эта энергия?
7. Оцените толщину мишени из Pb для полной остановки пионов (масса 140 МэВ) с начальной энергией 10 ГэВ, если они будут терять свою энергию только за счет ионизации вещества-мишени.
8. Как от параметров частицы и среды зависит среднеквадратичный угол многократного рассеяния?
9. Изобразите на одном графике удельных ионизационных потерь для p^+ , α^{++} , π^+ -мезонов.
10. При какой минимальной кинетической энергии пиона (масса 140 МэВ) будет наблюдаться черенковское излучение в плексигласе ($n = 1.5$). Под каким углом к траектории пиона будет направлено излучение, если энергия пиона в 5 раз превышает пороговую энергию.

Вариант № 2.

1. Что такое 1 атомная ед. энергии? Вычислите ее величину (эрг, МэВ).
2. Доказать, что массивная частица ($m \neq 0$) всегда движется со скоростью $\beta < 1$, а гамма квант (в вакууме) – со скоростью $\beta=1$.



3. Какие из реакций распада нейтрона разрешены:
$$n \rightarrow p^+ + e^- + \gamma$$
$$n \rightarrow p + e^- + \tilde{\nu}$$
$$n \rightarrow e^+ + e^- + \tilde{\nu}$$
$$n \rightarrow \pi^+ + \pi^-$$
4. Объясните поведение графика удельных ионизационных потерь, в зависимости от энергии налетающей частицы. Почему кривая удельных ионизационных потерь выходит на константу при больших энергиях ?
5. Напишите кварки, составляющие: *нейтрон, π^+ .*
6. Изобразите на одном графике удельных ионизационных потерь для p^+ , α^{++} , π^+ -мезонов.
7. Что такое кривая и пик Брэгга? Как кривая Брэгга связана с графиком удельных ионизационных потерь?
8. Во сколько раз отличаются удельные ионизационные потери протона (p) и дейтона (p,n) при энергии 10 МэВ в тонком слое вещества ${}_{13}^{26}Al$

9. Свободный электрон движется с кинетической энергией $T_e=100$ кэВ. Оцените длину волны де-Бройля этого электрона.
10. Вычислите пороговое значения энергии налетающего протона (T) для реакции рождения пиона на покоящемся протоне в процессе: $p + p \rightarrow n + p + \pi$

Раздел 2 Взаимодействие э/м излучения с веществом. Модели ядер.

2.1 Контрольная работа (к.р) - 15 Неделя

Контрольная работа № 2.

Вариант № 1.

1. Как зависит вероятность тормозного излучения от характеристик налетающей частицы и характеристик мишени?
2. Изобразите графики удельных радиационных потерь энергии электронов в алюминии и свинце.
3. Возможен ли фотоэффект на свободном электроне? Докажите из кинематики 4-импульсов.
4. Изобразите график зависимости сечения фотоэффекта от энергии γ кванта. Как зависит сечение фотоэффекта от заряда ядра мишени?
5. Что такое характеристическое излучение и электроны Оже.
6. Ядро гелия 4_2He с кинетической энергией 3000 МэВ попадает в перпендикулярное магнитное поле с напряженностью 5 кГс. Оцените радиус круговой орбиты движения протона в этом поле.
7. Электроны с энергией 100 МэВ падают на свинцовую пластинку толщиной 2 см. Вычислить потерянную энергию электронов внутри пластиинки.
8. Гамма квант с энергией 10 ГэВ падает на свинцовую мишень. Оцените характеристики возникающего электромагнитного каскада.
9. Как в капельной модели отражена симметрия между числом протонов и нейтронов?
10. Воспользовавшись оболочечной моделью, рассмотрите заполнение оболочек протонов и нейтронов в ядре Азот-15 и определите спин и четность основного состояния ядра азота.

Вариант № 2.

1. Что представляет собой процесс многократного рассеяния?
2. Как зависит сечение тормозного излучения от энергии испущенных гамма квантов и энергии налетающей частицы?
3. Как зависит E_{kp} и x_0 от характеристик среды и параметров налетающей частиц?
4. Оцените соотношение между ионизационными потерями заряженной частицы и потерями энергии на черенковское излучение? Что такое черенковский счетчик? Два типа счетчиков. Чем они отличаются?
5. Когда возникает синхротронное излучение? Опишите его основные характеристики?
6. Возможно ли тормозное излучение электрона в вакууме? Докажите из кинематики 4-импульсов.
7. Какова связь сечения комптон-эффекта на электроне и на протоне?
8. Оцените длину свободного пробега гамма кванта с энергией порядка 10 МэВ до взаимодействия в железе, если сечение взаимодействия при этой энергии составляет величину $5 \times 10^{-23} \text{ см}^2$.
9. Ядро гелия (4_2He) с кинетической энергией 1000 МэВ проходит через жидколоводородную камеру толщиной 30 см. Вычислите среднеквадратичный угол многократного рассеяния на выходе камеры.
10. Под каким углом наблюдается черенковское излучение в воде ($n = 1.33$), если протоны имеют кинетическую энергию 0.7 ГэВ?

7 Семестр

Раздел 1 Закономерности ядерных реакций. Нейтронная и прикладная физика

1.1 Контрольная работа (к.р) - 8 Неделя

Контрольная работа № 1.

Вариант № 1.

1. Что такое энергия реакции (Q). Что означает $Q=0$, $Q>0$, $Q<0$.
2. Напишите формулу вычисления $T_a^{p\text{орог.}}$ для ядерной реакции: $a+B=c+D$.
3. Что такое дефект массы. Приведите математическую формулу для вычисления дефекта массы (в энергетических единицах).
4. Что такое длина взаимодействия. Как выражается $L[\text{г/см}^2]$.
5. На какое минимальное расстояние может приблизиться дейтон к ядру $^{203}_{82}Pb$, если энергия дейтона равна 1 МэВ.
6. Написать формулу для фотоядерных реакций.
7. Почему ядерные реакции через образование промежуточного ядра происходят за большое время $\tau \square 10^{-23} \text{ сек}$. Приведите качественный расчет.
8. Оцените пороговую энергию нейтрона в реакции $n + ^{10}B \rightarrow ^4He + ^7Li$
9. Дописать реакцию, с минимально допустимым числом частиц в конце $p + p \rightarrow \tilde{n} + \dots$
10. Ядро гелия сталкивается с ядром железа при энергии 50 МэВ. Оцените максимальное значение орбитального момента, с которым ядро гелия может поглотиться ядром Fe.

Вариант № 2.

1. Почему при $Q>0$ ядерная реакция происходит при маленьких (тепловых значениях) энергии налетающей частицы (T_1).
2. Как вычисляется энергия реакции Q . Приведите три способа.
3. Напишите формулу для вычисления энергии возбуждения промежуточного ядра под действием налетающей частицы.
4. Что означает длина взаимодействия в ядерной реакции. Как выражается $L[\text{см}]$.
5. Оценить минимальную кинетическую энергию ядер свинца для поглощения ядром урана.
6. При какой характерной энергии гамма квантов будет наблюдаться максимум в сечении фотоядерной реакции на тяжелых ядрах (Ядра ≈ 10 ферми).
7. Что такое прямая ядерная реакция. Оцените ее характерное время протекания.
8. Дописать реакцию, с минимально допустимым числом частиц в конце $p + n \rightarrow \tilde{p} + \dots$

9. Ядро дейтерия (дейтон) сталкивается с ядром свинца при энергии 20 МэВ. Оцените максимальное значение орбитального момента, с которым дейтон может поглотиться ядром-мишенью Pb.
10. Ядро лития сталкивается с ядром меди при энергии 50 МэВ. Оцените максимальное значение орбитального момента, с которым ядро гелия может поглотиться ядром-мишенью Fe.

Раздел 2.2. Закономерности радиоактивных распадов. Различные виды радиоактивности.

2.1 Контрольная работа (к.р) - 16 Неделя

Контрольная работа № 2.

Вариант № 1.

1. Для каких налетающих на ядра частиц можно вводить понятие геометрического сечения.
2. Оцените поведение сечения $\sigma(n, n)$ из формулы Брейта-Вигнера в зависимости от T_n при $T_n \rightarrow 0$.
3. Напишите энергетическое условие возможности р/а превращения:
$$(A_1, Z_1) \rightarrow (A_2, Z_2) + (A_3, Z_3)$$
4. Напишите (получите) диф. и интегральное уравнения для цепочки р/а превращений $1 \rightarrow 2 \rightarrow \dots$, если при $t=0$ $N_{01} \neq 0$; $N_{02} = 0$.
5. Напишите реакцию α – распада. Напишите энергетическое условие возможности α – распада.
6. Почему в классической физике нельзя объяснить явление α – распада ядер?
7. Как определяется четность мультиполей гамма излучения магнитного типа?
8. Алюминиевая фольга толщиной 0.1 мм облучается пучком протонов током 100 мкА.
Происходит реакция $^{27}_{13} Al(p, \alpha) Mg$. Сечение реакции 50 барн. Сколько времени надо облучать фольгу, чтобы образовался 1 мкг Mg.
9. Оцените геометрическое сечение поглощение нейтронов в реакции
$$n + ^{203}_{92} Pb \rightarrow ^{203}_{92} Pb^*$$
, если энергия нейтронов 1 МэВ.
10. Пучек тепловых нейтронов из реактора пролетает расстояние 200 м. Какая доля нейтронов распадается на этом расстоянии.

Вариант № 2.

1. В каких случаях можно использовать формулы $\sigma = \pi \lambda^2$ и $\sigma = \pi R^2$
2. Оцените поведение сечения $\sigma(n, \gamma)$ из формулы Брейта-Вигнера в зависимости от T_n при $T_n \rightarrow 0$.
3. Вывести (получить) дифференциальное и интегральное уравнение для р/а распада вещества.
4. Что такое вековое уравнение? Для чего его обычно применяют?
5. Как можно вычислить энергию α – распада (E_α)?
6. Сколько существует видов β – распада. Напишите примеры реакции β – распада.
7. Какова активность 1 грамма 40-К? (Кюри, Беккерель).
8. Как определяется четность мультиполей гамма излучения электрического типа?

9. Медная мишень толщиной 0.05 мм облучается пучком протонов током 10 мкА. Происходит реакция $^{63}_{29}\text{Cu}(p, \alpha)^{60}_{28}\text{Ni}$. Сечение реакции 100 барн. Сколько времени надо облучать фольгу, чтобы образовался 10 мкг Ni.
10. Пучек закадмневых нейтронов ($T_n = 0.1$ эВ) из реактора пролетает расстояние 500 м. Какая доля нейтронов распадается на этом расстоянии.

6 Семестр

Экзамен

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Единицы измерения в ядерной физике.
2. Основные представления ядерной физики.
3. Квантовые числа B , Q , L для описания законов сохранения в ядерных реакциях.
4. Релятивистские формулы. Описание и константы в разных видах взаимодействия.
5. Ионизационные потери энергии заряженных частиц.
6. Зависимость уд. ионизационных потерь от параметров частицы и характеристик среды.
7. Эффект плотности для больших энергий.
8. Кривые Брегга, Ландау. Страгглинг при пробеге.
9. Пробег частиц разных энергий.
10. Понятие о диаграммах Фейнмана. Описание разных процессов.
11. Многократное рассеяние заряженных частиц.
12. Движение заряженных частиц в поперечном магнитном поле.
13. Черенковское излучение.
14. Синхротронное излучение и его свойства.
15. Взаимодействие гамма-квантов с веществом.
16. Зависимость сечений взаимодействия (фото-, комптон-, рождение пар) от E и параметров среды.
17. Радиационное торможение заряженных частиц.
18. Зависимость сечения тормозного излучения от E , m , Z -частицы и параметров среды.
19. Критическая энергия и рад. ед. длины. Зависимость от характеристик частицы и среды.
20. Каскадные ливни. Критическая энергия. Радиационная единица длины.
21. Выход формулы $E'_\gamma = f(E_\gamma, 9)$ для Комpton-эффекта.
22. Характеристики атомных ядер.
23. Измерение масс ядер с помощью масс-спектрометра. Изотопы.
24. Электрический заряд. Кварки. Сохранение электрического заряда в яд. реакциях.
25. Методы измерения электрического заряда.
26. Методы измерения размеров ядер. Связь радиуса ядра с массовым числом A .
27. Форма ядер. Квадрупольный момент. Методика измерения Q .
28. Закон сохранения пространственной четности в яд. реакциях. Четность сложной системы.
29. Закон сохранения момента количества движения в ядерных реакциях.
30. Энергия связи ядер.
31. Удельная энергия связи. Зависимость уд. энергии от массового числа A .
32. Выделение энергии в реакциях деления и синтеза.
33. Капельная модель ядра. Формула для вычисления энергии связи ядер $E_{\text{св}}(A, Z)$.
34. Оболочечная модель ядра.
35. Вычисление спина ядра и четности для основного состояния ядер.

Методика оценки результатов сдачи экзамена

Максимальная сумма баллов за экзамен – 50.

“Отлично” (45-50 баллов) – обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

“Хорошо” (35-44 баллов) – обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

“Удовлетворительно” (30-34 баллов) - обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильно формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

“Неудовлетворительно” (ниже 30 баллов) – обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практическими задания, задачи.

7 Семестр

Зачет

Вопросы к зачету

1. Правила написания ядерных реакций с учетом сохранения квантовых чисел (B,L,Z).
2. Барьеры при осуществлении ядерных реакций (кулоновский, центробежный, квантовый).
3. Механизмы ядерных реакций, их особенности.
4. Модель промежуточного ядра.
5. Ядерные реакции: порог, энергия возбуждения. Типы реакций.
6. Длина взаимодействия. Каналы реакций.
7. Формула Брейта-Вигнера, ее применение.
8. Особенности поведения сечений реакций в области малых энергий (упругие, $Q>0$, $Q<0$) на примере взаимодействия нейtronов, с использованием формулы Брейта-Вигнера.
9. Получить поведение сечений для реакций (n,n) , (n,γ) на основе формулы Брейта-Вигнера при $T_n \rightarrow 0$.
10. Геометрическое сечение взаимодействия нейtronов.
11. Модель составного ядра: угловые и энергетические характеристики продуктов реакции.
12. Импульсная диаграмма для упругого рассеяния частиц
13. Ядерные реакции при высоких энергиях. Энергетический порог рождения частиц, например пи-мезонов.
14. Гамма излучение ядер.
15. Правила перехода при гамма излучении.
16. Метастабильное состояние ядер. Явление внутренней конверсии.
17. Альфа радиоактивность: основные закономерности, тонкая структура альфа спектров.
18. Слабое взаимодействие. Три вида бета распада.
19. Энергетическое условие осуществления бета распада. Разрешенные и запрещенные переходы.
20. Бета спектр. Нейтрино при бета распаде.
21. Характеристики нейtronов. Качественные закономерности процессов замедления, диффузии.
22. Особенности процессов замедления нейtronов на легких и тяжелых ядрах.
23. Методы регистрации одиночных нейtronов и больших потоков нейtronов.
24. Получение нейtronов разных энергий.
25. Физика деления ядер.
26. Особенности деления ядер урана-235 и урана-238 под действием нейtronов разных энергий.
27. Запаздывающие нейtronы и их роль в управлении реактором.

28. Цепная ядерная реакция. Ядерный реактор.

Методика оценки результатов сдачи зачета

Максимальная сумма баллов за зачет – 50.

«ОТЛИЧНО» (45-50 баллов) - студент владеет знаниями предмета в соответствии с рабочей программой, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на вопрос, четко формулирует ответ и решает задачу в полном объеме.

«ХОРОШО» (35-44 баллов) - студент владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценный ответ на вопрос; не допускает серьезных ошибок при решении задачи.

«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» (30-34 баллов) - студент владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов; способен решать задачу не в полном объеме.

«НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» (ниже 30 баллов) - студент не освоил обязательного минимума знаний предмета; не способен ответить на вопрос даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора; не может решить задачу.