

## Вопросы к экзаменам

1. Основные ядерные реакции УТС. Скорости термоядерных реакций  $\langle\sigma v\rangle$ : определение, вывод зависимости от температуры.
2. Пробеги быстрых нейтронов — продуктов DT и DD реакций. Оценка нагрева термоядерного топлива быстрыми нейтронами в оптически тонком приближении.
3. Вывод формулы для кулоновских потерь энергии в приближении быстрого пролёта; кулоновский логарифм  $L$  неопределён.
4. Модель Бора для вычисления кулоновской тормозной способности и вывод формулы Бора для кулоновского логарифма  $L$ .
5. Вывод формулы для кулоновских потерь в горячей плазме при фиксированном значении кулоновского логарифма  $L$ .
6. Вывод формулы для кулоновской тормозной способности холодной плазмы (формула Бора-Крамерса).
7. Квантовые формулы Бете и Блоха для кулоновской тормозной способности: в каких приближениях получены и как соотносятся друг с другом и с классической формулой Бора.
8. Обмен энергии между фотонным и электронным газами при комптоновском рассеянии; уравнение Компанейца и его свойства.
9. Тормозное излучение в плазме: зависимость коэффициента поглощения  $k_{ff}$  и спектральной излучательной способности  $j_{ff}$  от основных физических величин; связь между  $k_{ff}$  и  $j_{ff}$ . Скорость охлаждения тормозным излучением в оптически тонком пределе.
10. Критерий Лоусона.
11. Оценка доли выгорания термоядерного топлива и критерий инерциального удержания.
12. Теория термоядерной искры.
13. Сжатие вещества ударными волнами, в падающей и отражённой. Отличие от изэнтропического сжатия. Общая стратегия квази-изэнтропического сжатия.
14. Теория сверхплотного сжатия ограниченным внешним давлением при сферической имплозии тонких оболочек.

## Дополнительные вопросы

1. Что такое DT- и DD-топливо?
2. Какие четыре основные ядерные реакции синтеза протекают в дейтерии?
3. Какова характерная величина кулоновского барьера для ядерной реакции  $Z_1 + Z_2$ ?
4. При низких значениях энергии  $E$  относительного движения ядер в системе центра инерции зависимость сечения реакции синтеза определяется фактором проницаемости кулоновского барьера (фактором Гамова). Как фактор Гамова зависит от  $E$ ?
5. Какая термоядерная реакция обладает максимальной скоростью  $\langle\sigma v\rangle$  при температурах  $T \simeq 1\text{--}50$  кэВ?
6. Какова функциональная зависимость скоростей термоядерных реакций синтеза  $\langle\sigma v\rangle$  от температуры  $T$  в пределе низких температур?
7. Как соотносятся скорости  $\langle\sigma v\rangle$  реакций D+T и D+D (по порядку величины) в интервале температур  $T \simeq 1\text{--}50$  кэВ?
8. Написать выражение для числа термоядерных реакций в ед. объёма в ед. времени.
9. Допустим, что в термоядерном (т.я.) топливе созданы условия для протекания т.я. реакции. Характерным временем реакции называется время, за которое прореагирует около половины ядер топлива. Как при прочих равных условиях это время зависит от плотности т.я. топлива?
10. Чему равен массовый пробег 14-мэвного нейтрона в DT-топливе?
11. Какую долю энергии быстрый нейтрон в среднем теряет при упругом рассеянии на протоне (дифференциальное сечение рассеяния можно считать изотропным в системе центра инерции)?
12. Какую долю своей энергии термоядерные нейтроны оставляют в однородной сфере радиуса  $R$ ?
13. Какая физическая величина называется эффективным торможением?
14. Как кулоновская тормозная способность  $dE/dx$  в общем случае зависит от скорости проекtilя  $v$ ?
15. Что такое пик Брэгга?
16. Каковы два основных упрощающих предположения приближения быстрого пролёта?
17. На каком пределе появляется кулоновская расходимость при вычислении кулоновской тормозной способности  $dE/dx$  в строгой теории парных столкновений со свободными зарядами среды?

18. Какое предположение Бора в его модели явилось ключевым для устранения кулоновской расходимости при вычислении эффективного торможения быстрых заряженных частиц?
19. Что такое адиабатический прицельный параметр при столкновении с электроном, связанным в осцилляторе с собственной частотой  $\omega$ ? Чему он равен?
20. В чём состоит суть дипольного приближения при описании столкновения быстрого иона со свободным и (или) связанным электроном среды?
21. Чем отличаются формулы Бора и Бете для кулоновского логарифма  $L$ ?
22. Как формула Бете для торможения на атомных электронах отличается от той же формулы для торможения на электронах, связанных в квантовом осцилляторе?
23. В каком отношении к формулам Бора и Бете для кулоновского торможения находится формула Блоха?
24. Чем отличаются формулы для кулоновских потерь энергии  $dE/dx$  в нейтральном газе и в холодной плазме?
25. Чем отличаются формулы для кулоновских потерь энергии  $dE/dx$  в холодной ( $v \gg \sqrt{2T_e/m_e}$ ) и горячей ( $v \ll \sqrt{2T_e/m_e}$ ) плазме?
26. Что происходит с фотоном  $h\nu$ , если его запустить в газ горячих электронов с температурой  $T$  при учёте одного только процесса рассеяния?
27. Что такое росселандов пробег?
28. Что нам мешает сжать вещество в 1000 000 раз по плотности?
29. Что называют, и чему равна температура зажигания в ДТ-топливе?
30. Какие параметры надо обеспечить в т.я. искре, чтобы ДТ-топливо разгорелось?
31. Каков рецепт достижения как угодно высоких степеней сжатия вещества, если прикладываемое давление фиксировано?
32. Во сколько раз можно сжать вещество в сильной ударной волне?