

1	2	3	4	5	Σ

## Задачи для вступительного экзамена в аспирантуру

Физика плазмы

**Фамилия** \_\_\_\_\_

Пишите кратко и содержательно.

В задачах, содержащих численные данные, решение необходимо довести до численного значения с **обязательным** указанием размерности. При получении ответа необходимо указать численные значения величин, подставляемых в формулы.

Пользование литературой и электронными средствами связи во время экзамена запрещено

- Гелиевая плазма с температурой 1 эВ состоит из электронов и однократно ионизированных ионов гелия ( $\text{He}^{+1}$ ). Температура плазмы (электронов и ионов) увеличивается до 100 эВ, при этом ионы гелия полностью ионизируются и становятся двукратно ионизированными ( $\text{He}^{+2}$ ). Как при этом изменится плазменная частота и дебаевский радиус плазмы?
- В хорошо проводящей камере диаметром 10 см в магнитном поле 1 Тл удерживается плазменный столб с диаметром 1 см. Концентрация плазмы поддерживается постоянной и равной  $10^{14} \text{ см}^{-3}$ . Плазма быстро нагревается до температуры 1 кэВ. Найти изменение радиуса плазмы.
- В оптически прозрачной водородной плазме с температурой 1 эВ и концентрацией электронов  $10^{12} \text{ см}^{-3}$  скорость ионизации электронным ударом равна  $\langle \sigma_{\text{ion}} v \rangle = 7,5 \cdot 10^{-15} \text{ см}^3/\text{с}$ , скорость фоторекомбинации  $\langle \sigma_{\text{ph}} v \rangle = 4,3 \cdot 10^{-13} \text{ см}^3/\text{с}$ , константа тройной рекомбинации  $\beta = 4,3 \cdot 10^{-27} \text{ см}^6/\text{с}$ . Найти степень ионизации плазмы. Какой тип равновесия реализуется в такой плазме?
- При быстром радиовсплеске внегалактический источник, находящийся на расстоянии 1 гигапарсек от земли, в течение сотен микросекунд испускает электромагнитное излучение с широким спектром на частотах около 1 ПГц. Астрономы на Земле регистрируют узкополосное излучение, частота которого уменьшается со временем со скоростью 0,5 ГГц/с.
  - Объясните причину наблюдаемой зависимости спектра от времени
  - Определите среднюю концентрацию плазмы между источником и Землей

*1 парсек равен 3,26 светового года*
- В термоядерном реакторе с DT плазмой система управления поддерживает постоянную температуру плазмы  $T_e = T_i = 10 \text{ кэВ}$ , концентрацию электронов  $n_e = 10^{14} \text{ см}^{-3}$  и соотношение концентраций ионов дейтерия и трития  $n_D = n_T$ . В реакторе открылась вакуумная течь, в результате чего в плазму поступил азот с концентрацией ионов  $n_N = 10^{12} \text{ см}^{-3}$ . Как изменится выделяемая реактором термоядерная мощность? Чему эта мощность равна (приведите ответ в единицах Вт/см<sup>3</sup>)?
 

*Принять  $\langle \sigma v \rangle_{DT} = 10^{-22} \text{ м}^3/\text{с}$ , энергия, выделяющаяся при одной реакции синтеза  $E_{DT} = 17,6 \text{ МэВ}$*