1. Общие свойства Н. п.

Низкотемпературной наз. плазму, у к-рой ср. энергия электронов меньше характерного потенциала ионизации атома (< 10 эВ); темп-ра её обычно не превышает 10^5К. Плазма с более высокой темп-рой наз. горячей или высокотемпературной. Обычно Н. п. слабоионизованная, т. е. число нейтральных атомов и молекул значительно превышает число заряж. частиц — электронов и ионов. Отношение числа ионизов. атомов к полному их числу в единице объёма наз. степенью ионизации плазмы. Поскольку кулоновское взаимодействие

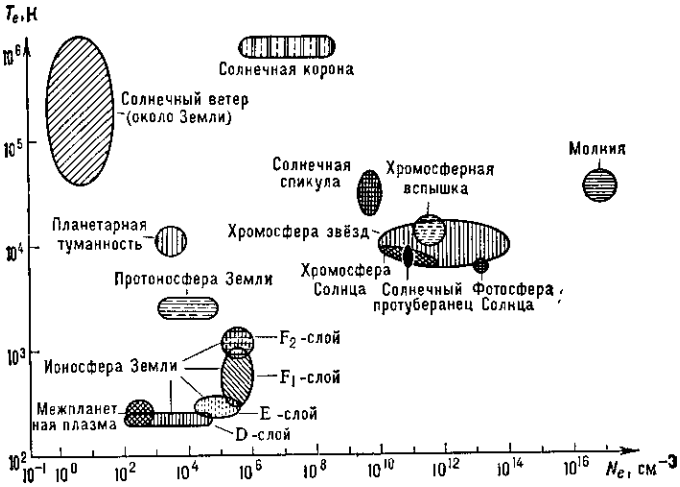

Рис. 1. Низкотемпературная плазма в природе.

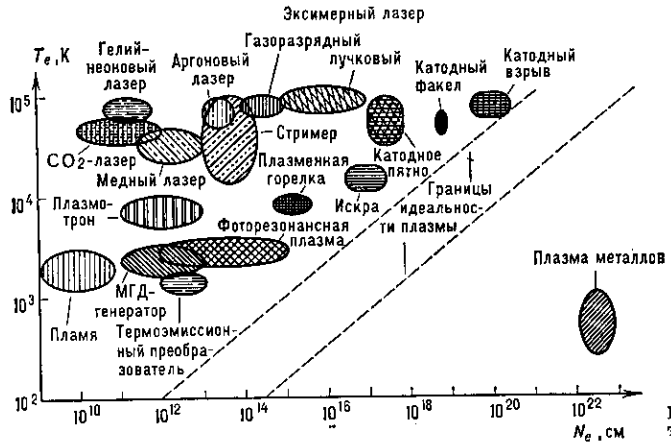

Рис. 2. Параметры лабораторной низкотемпературной плазмы.

между заряж. частицами значительно сильнее, чем взаимодействие между нейтральными частицами, и это взаимодействие дальнодействующее, то наличие заряж. частиц в Н. п. в большой степени определяет её свойства, в т. ч. электрические и эл.-магнитные. Много видов Н. п. существует в природе (рис. 1), создают Н. п. и в разл. спец. лабораторных системах (рис. 2). Н. п. в соответствии с физ. свойствами может быть стационарной, нестационарной, равновесной, неравновесной, идеальной, неидеальной.

Стационарная и нестационарная Н. п. Стационарная Н. п. обладает большим временем жизни по сравнению с временами релаксации в ней. Нестационарная (импульсная) Н. п. живёт огранич. время, определяемое как временем установления равновесия в плазме, так и внеш. условиями. Плазма, время жизни к-рой превышает характерное время переходных процессов, наз. квазистационарной. Напр., плазма в канале молнии образуется и поддерживается в результате прохождения через него электрич. тока. Характерное время установления равновесия в проводящем канале $\sim 10^{-5}$ с, характерное время расширения (т. е. разрушения) этого проводящего канала $\sim 10^{-3}$ с, поэтому в течение прохождения осн. части тока через проводящий канал плазму в нём можно считать квазистационарной.

Равновесная и неравновесная Н. п. Низкотемпературная плазма наз. равновесной, если её компоненты находятся в термодинамич. равновесии, т. е. темп-ра электронов, ионов и нейтральных частиц совпадает. В Н. п. легко создаются неравновесные условия в результате селективного действия внеш. электрич. полей: электрич. энергия от них передаётся заряж. частицам, а те отдают её частицам газа при столкновениях. При таком способе введения энергии ср. энергия заряж. частиц может значительно отличаться от тепловой энергии нейтральных частиц. В первую очередь это относится к электронам, к-рые из-за малой массы неэффективно обмениваются энергией при упругом столкновении с нейтральными частицами газа. При этом не только ср. энергия электронов, но и вид распределения электронов по энергиям может существенно отличаться от равновесного.

Равновесная плазма обычно реализуется в газе при высоком давлении, где столкновения частиц происхо-

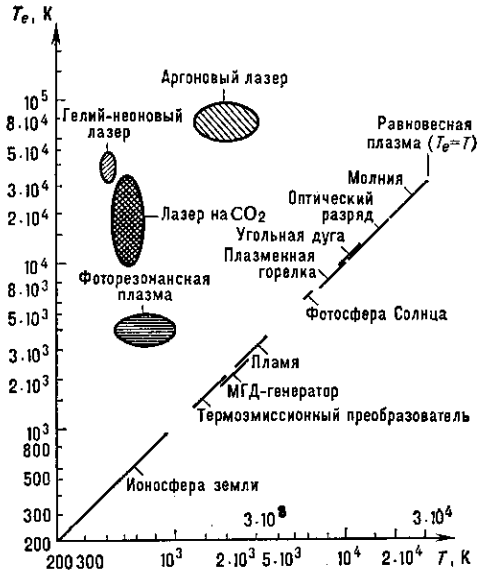

Рис. 3. Параметры равновесной и неравновесной низкотемпературной плазмы; T — температура газа; T_e — температура электронов.

дят часто и скорость установления равновесия относительно велика. Примерами такой плазмы являются плазма дугового разряда при атм. давлении, плазма искрового разряда или молнии в атмосфере.

Характерным примером неравновесной плазмы является плазма *тлеющего разряда* или плазма *дугового разряда* низкого давления; напр., в плазме гелий-неонового лазера при давлении газа ~ 10 тор темп-ра газа в центре разрядной трубки ≈ 400 К, тогда как ср. энергия электронов неск. эВ (рис. 3).

Идеальная и неидеальная плазма. Плазма считается идеальной, если ср. кинетич. энергия заряж. частиц $(3/2)kT$ много больше ср. энергии её взаимодействия с окружающими частицами:

$$\frac{3}{2}kT \gg \frac{e^2}{r_D},$$

где e — заряд электрона, T — темп-ра, r_D — *дебаев-*