

Основанные на Т. э. оптич. методы обнаружения, определения размера и концентрации коллоидных частиц [ультрамикроскопия (см. *Ультрамикроскоп*), нефелометрия] широко применяются в науч. исследованиях и промышл. практике.

Лит. см. при статьях *Рассеяние света*, *Мутные среды*, *Ультрамикроскоп*.  
Л. А. Шиц.

**ТИРАТРОН** — газоразрядный прибор с сеточным управлением моментом возникновения (зажигания) несамостоятельного дугового или самостоятельного тлеющего разряда. В зависимости от вида газового разряда в Т. используется либо накаливаемый, либо холодный катод. В отличие от вакуумного триода, в Т. после возникновения электрич. тока между анодом и катодом сетка теряет своё управляющее действие, т. к. вблизи её отверстий образуется слой положит. ионов, нейтрализующий отрицат. заряд сетки. Чтобы погасить разряд в Т., анодное напряжение необходимо снизить до значения, меньшего, чем напряжение горения разряда. Т. изобретён А. Халлом (А. Hull) в 1929. Подробнее о Т. см. в ст. *Ионные приборы*.

**ТИРИНГ-НЕУСТОЙЧИВОСТИ** — неустойчивости неоднородной плазмы с током, находящейся в магн. поле, к-рые развиваются в окрестности *нейтральных токовых слоёв* либо *X-линий* и сопровождаются изменением топологии магн. поля, заключающимся в разрыве и *пересоединении* магн. силовых линий. По этой причине Т.-н. (tearing instabilities) наз. также разрывными. В результате развития Т.-н. в плазме возбуждаются тиринг-моды — возмущения плазмы, соответствующие пинчеванию равновесного тока, и, в частности, образованию т. н. магн. островов (областей плазмы с замкнутыми магн. силовыми линиями). Типичные конфигурации равновесного магн. поля для случаев нейтрального слоя и нейтральной X-линии приведены соответственно на рис. 1 и 2.

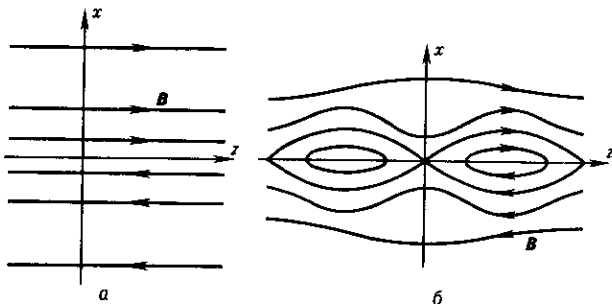


Рис. 1. Конфигурация равновесного магнитного поля нейтрального слоя (а); образование магнитных островов (б).

В случае идеальной проводимости магн. поле вморожено в плазму и пересоединение магн. силовых линий невозможно. Для развития Т.-н. условие вмороженности должно быть нарушено. Это возможно при действии след. факторов: столкновения частиц плазмы, рассеянии частиц на турбулентных пульсациях, обусловленных микронеустойчивостями, с эфф. частотой столкновений  $\nu_{эф}$ . В зависимости от соотношения между *инкрементом* неустойчивости  $\gamma$  и частотой столкновений резонансных частиц  $\nu$  различают бесстолкновительный ( $\gamma > \nu$ ) либо столкновительный ( $\gamma < \nu$ ) режимы Т.-н.

Простейший пример Т.-н. реализуется в модели Харриса, описывающей неустойчивость плоского слоя плазмы толщиной  $L$  с плотностью равновесного тока  $j_y(x) = -(cB_0/4\pi L)/ch^2(x/L)$ , к-рый создаёт конфигурацию с обращённым магн. полем  $B_z(x) = B_0 \text{th}(x/L)$  (рис. 1, а). В бесстолкновит. плазме раскачка тиринг-моды за счёт черенковского резонанса с электронами происходит с характерным инкрементом

$$\gamma(k) \sim (\nu_T/L)(r_B/L)^{3/2}(1-k^2L^2)$$

для возмущений с продольными длинами волн  $\lambda_z > 2\pi L$ . При возбуждении одной тиринг-моды конфигурация магн. поля в окрестности нейтрального слоя эволюционирует к образованию магн. островов (рис. 1, б). На уровне нелинейного насыщения Т.-н. ширина магн. острова становится

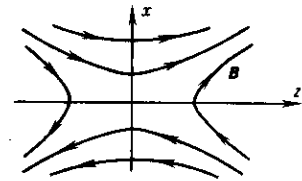


Рис. 2. Равновесное магнитное поле для нейтральной X-линии.

порядка ширины слоя пересамыкания для тепловых ионов  $\delta x \sim (Lr_B)^{1/2}$ , где  $r_B$  — ларморовский радиус ионов. В бесстолкновительной плазме Т.-н. стабилизируется при достаточно сильном размытии нейтрального слоя, когда выполнено условие  $L \gg r_B$ .

В плоских слоях с широким магн. полем вида  $B = B_z(x)e_z + B_y e_y$  место локализации Т.-н.  $x \sim x_0$  определяется условием  $k_{||}(x) = kB/B = 0$ , где  $k$  — волновой вектор тиринг-моды. Ширина магн. острова, создаваемого отдельной тиринг-модой с амплитудой магн. поля  $\delta B_{xk}$ , равна  $\Delta x_k = 2(\delta B_{xk}/\kappa B)^{1/2}$ , здесь  $\kappa = dk_{||}/dz$ . При этом тиринг-мода не является чисто поперечной, а содержит примесь дрейфовой моды и может быть застabilизирована на линейном уровне за счёт перекачки своей энергии в дрейфовые колебания. Устойчивость тиринг-моды повышается также при наложении на плазму дополнит. магн. поля  $B_x$ , направленного поперёк нейтрального слоя.

При возбуждении тиринг-турбулентности либо отдельных тиринг-мод с перекрывающимися магн. островами происходит стохастизация магн. силовых линий и, как следствие, повышение диффузии плазмы через нейтральный слой.

Нелинейное насыщение Т.-н. обусловлено захватом резонансных частиц в магн. острова, квазилинейной релаксацией анизотропной ф-ции распределения частиц плазмы по скоростям и уширением магн. островов до размеров токового слоя.

Лит.: Furth H., Killeen Y., Rosenbluth M., Finite-resistivity instabilities of a sheet pinch, «Physics of Fluids», 1963, v. 6, p. 459; Zeleny L. M., Taktakishvili A. L., Spontaneous magnetic reconnection mechanisms in plasma, «Astrophys. and Space Science», 1987, v. 134, p. 185; Арцимович Л. А., Сагдеев Р. З., Физика плазмы для физиков, М., 1979; Основы физики плазмы, под ред. А. А. Галева, Р. Судана, т. 2, М., 1984.

Н. С. Ерохин, Л. М. Зелёный.

**ТИРИСТОР** — трёхэлектродный полупроводниковый прибор, состоящий из трёх  $p-n$ -переходов, взаимодействие между к-рыми приводит к тому, что прибор может находиться в одном из двух устойчивых состояний: выключённом — с высоким сопротивлением и включённом — с низким. Полупроводниковая структура Т. состоит из четырёх слоёв чередующегося типа проводимости ( $n^+pnp^+$ ; рис. 1), образующих три расположенных друг над другом  $p-n$ -перехода. Внутренний базовый  $p$ -слой обычно выполняется сильнолегированным (концентрация примеси  $N = 10^{17} - 10^{18} \text{ см}^{-3}$ ) и тонким, чтобы обеспечить достаточно высокий (0,7—0,9) коэф. переноса  $\beta$   $n$ -транзистора (см. *Транзистор биполярный*). Базовый  $n$ -слой выполняется относительно толстым и слаболегированным ( $N = 10^{13} - 10^{15} \text{ см}^{-3}$ ). При приложении внеш. напряжения указанной на рис. 1 полярности (прямое смещение) крайние переходы  $\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$  (эмиттеры) смещены в проводящем, а центральный  $K_1$  (коллектор) — в запиорном направлениях; его область пространственного заряда (ОПЗ) расположена почти полностью в  $n$ -базе. Эмиттер  $\mathcal{E}_1$  обычно имеет распределённые по всей площади шунтирующие каналы, выполненные в виде выходов  $p$ -слоя сквозь  $n^+$ -слой к металлическому контакту. Процессы, определяющие возможность переключения, протекают след. образом. Электроно-дырочные пары, генерируемые, напр., теплом в ОПЗ, разделяются полем; дырки и электроны выбрасываются в  $p$ - и  $n$ -