

Когда частица переходит в др. среду, её поле меняется, что сопровождается излучением эл.-магн. волн. Расчёты показали, что назад излучаются эл.-магн. волны видимого диапазона независимо от скорости частицы, интенсивность этого излучения мала (примерно 1 фотон при пересечении границы раздела 100 частицами). При малых энергиях \mathcal{E} частицы энергия, теряемая ею при П. и. назад, растёт пропорц. \mathcal{E} , при высоких \mathcal{E} этот рост замедляется.

Первое сообщение об эксперим. обнаружении П. и. назад появилось в 1958. П. и. от пучка частиц, падающего на металлич. поверхность в вакууме, наблюдается визуально в виде яркого белого светящегося пятна в том месте, куда падает пучок. Характеристики П. и., полученные экспериментально, оказались в хорошем согласии с теорией. С развитием эксперим. методов измерения определение П. и. в оптич. области стало настолько точным, что по его параметрам (спектру, поляризации, угл. распределению) можно судить об оптич. свойствах поверхностей.

Исследования П. и. вперёд показали, что при больших значениях \mathcal{E} энергия этого излучения пропорц. \mathcal{E} , а распространяется оно под очень малыми (обратно пропорц. \mathcal{E}) углами к направлению движения частицы. Частота П. и. вперёд (в отличие от П. и. назад) занимает очень широкую спектральную область, причём макс. частота $\omega_{\text{макс}}$ пропорц. \mathcal{E} :

$$\omega_{\text{макс}} = \omega_0 \frac{\mathcal{E}}{m_0 c^2},$$

где $\omega_0 = \frac{4\pi n e^2}{m}$, n — число электронов в единице объёма среды, m — масса электрона, m_0 — масса излучающей частицы. Потери энергии на П. и. при высоких энергиях также пропорц. энергии:

$$W \approx \frac{e^2 \omega_0}{c^2} \left(\frac{\mathcal{E}}{m_0 c^2} \right).$$

Напр., электрон с $\mathcal{E} = 10$ ГэВ, пересекающий границу раздела плотной среды и газа, излучает вперёд фотон с энергией 10 кэВ.

Линейный рост потерь на П. и. с увеличением \mathcal{E} позволяет использовать его для определения энергии быстрых заряж. частиц (см. *Переходного излучения детекторы*).

П. и. на одной границе раздела представляет собой частный случай излучения, возникающего при движении заряж. частиц в неоднородной среде. Излучение, возникающее в сильно неоднородной среде, в принципе может быть использовано для детектирования заряж. частиц; П. и. может быть использовано также для определения свойств среды (плотности, периода кристаллич. решётки и т. д.). При движении быстрых заряж. частиц в определ. области углов имеет место интерференция между П. и. и Черенкова — Вавилова излучением.

Лит.: Гинзбург В. Л., Франк И. М., Излучение равномерно движущегося электрона, возникающее при его переходе из одной среды в другую, «ЖЭТФ», 1946, т. 16, с. 15; Гарибьян Г. М., К теории переходного излучения и ионизационных потерь энергии частицы, там же, 1959, т. 37, в. 2, с. 527; Барсуков К. А., Переходное излучение в волноводе, там же, в. 4, с. 1106; Германьян М. Л., Влияние среды на электромагнитные процессы при высоких энергиях, Ер., 1969; Гарибьян Г. М., Ян ШИ, Рентгеновское переходное излучение, Ер., 1983; Гинзбург В. Л., Цытович В. Н., Переходное излучение и переходное рассеяние, М., 1984. Б. М. Болотовский.

ПЕРЕХОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ — хим. элементы побочных подгрупп (b -подгрупп) *периодической системы элементов*. К ним относятся d - и f -элементы, т. е. элементы, у которых происходит заполнение $3d$ -, $4d$ -, $5d$ -оболочки (переходные металлы) или $4f$ - и $5f$ -оболочки (лантаноиды и актиноиды соответственно). Общее число П. э. 61. Все П. э. — металлы, особенности строения электронных оболочек П. э. определяют также их свойства, как ферромагнетизм и антиферромагнетизм, аномалию в изменении упругих констант, изменение теплот суб-

лимации и темп-р плавления при увеличении номера элемента. К П. э. обычно относят также Cu, Ag и Au, т. к. в соединениях, где их степень окисления больше 1 (напр., CuO), их d -оболочки заполнены не полностью и свойства соответствующих ионов (напр., Cu^{2+}) аналогичны свойствам ионов П. э.

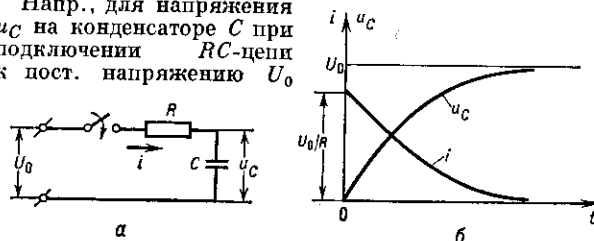
Лит.: Вонсовский С. В., Изюмов Ю. А., Курмаев Э. Э., Сверхпроводимость переходных металлов, их сплавов и соединений, М., 1977; Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Физика металлов, М., 1978. С. С. Бердосов.

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС в электрической цепи — процесс установления нового режима в электрич. цепи, возникающий в момент её коммутации. Коммутация и её наз. любые скачкообразные переключения пассивных элементов цепи, её ветвей или источников энергии. П. п. является промежуточным между прежним, установившимся процессом, существовавшим до коммутации, и новым, устанавливающимся в цепи теоретически через бесконечно большое время после коммутации. Практически значения токов и напряжений в П. п. становятся близкими к установившимся через конечные промежутки времени. Физ. причина П. п. — перераспределение энергии в реактивных элементах цепи (катушках индуктивности и конденсаторах), происходящее вследствие коммутации.

Обычно необходимо наименьшее время П. п. (импульсная техника, системы автоматич. регулирования и др.), однако имеются и исключения (напр., при ударном возбуждении колебат. контура для получения меток времени). При анализе линейных цепей применяют классический, операторный и суперпозиционный методы.

Классический метод анализа основан на решении системы интегро-дифференц. ур-ний для исследуемой цепи; полученную систему ур-ний сводят к линейному неоднородному ур-нию n -го порядка, где n определяется числом реактивных элементов в цепи. Решение этого ур-ния ищут в виде суммы двух ф-ций — вынужденной и свободной составляющих. Далее находят нач. условия, используя непрерывность тока в катушках индуктивности и напряжения на конденсаторах (эти величины не могут измениться скачком при коммутации). По нач. условиям определяют амплитуды вынужденной и свободной составляющих, причём момент коммутации принимают обычно за начало отсчёта ($t = 0$).

Напр., для напряжения u_C на конденсаторе C при подключении RC -цепи к пост. напряжению U_0



(рис., а) система интегро-дифференц. ур-ний такова: $iR + C^{-1} \int i dt = U_0$, $C^{-1} \int i dt = u_C$, где i — ток через сопротивление R . Отсюда получаем ур-ние

$$RC du_C/dt + u_C = U_0,$$

решение к-рого, описывающее П. п., имеет вид

$$u_C(t) = U_0 + A \exp(-t/\tau),$$

где первое слагаемое соответствует вынужденной, а второе — свободной составляющим, A — постоянная интегрирования, $\tau = RC$ — постоянная времени RC -цепи. Используя нач. условие $u_C(0) = 0$, получаем

$$u_C(t) = U_0 [1 - \exp(-t/\tau)],$$

$$i(t) = U_0 R^{-1} \exp(-t/\tau).$$

Графики зависимостей $u_C(t)$ и $i(t)$ приведены на рис., б. Для более сложных систем используют численные методы решения.