Из Л. п. (1) вытекают ф-лы преобразования скоростей:

$$v_x = \frac{v'_x + V}{1 + v'_x V/c^2}, \quad v_y = \frac{v'_y \sqrt{1 - V^2/c^2}}{1 + v'_x V/c^2},$$

$$v_z = \frac{v'_z \sqrt{1 - V^2/c^2}}{1 + v'_x V/c^2}, \tag{2}$$

где v'_x, v'_y, v'_z и v_x, v_y, v_z — компоненты скорости объекта соответственно в системах K' и K. В частности, для частицы, движущейся вдоль оси x ($v'_x = v'$, $v_x = v$), $v = (v' + V)/(1 + v'V/c^2)$. Отсюда следует, что для частицы, движущейся с досветовой скоростью, $v' < c$, всегда (в любой системе отсчёта) $v < c$, а скорость частицы, движущейся со скоростью света, $v' = c$, всегда равна c, $v = c$. Ф-лы (1) не имеют смысла при $V \geqslant c$, что соответствует невозможности движения материальных тел со скоростью, превышающей или равной скорости света.

Исходя из преобразований (2), можно получить формулу для релятивистской *аберрации света*. Если луч света распространяется в системе K под углом ϑ ($v_x = c\cos\vartheta$, $v_y = c\sin\vartheta$, $v_z = 0$), то относительно системы K' он распространяется под углом ϑ', связанным с ϑ формулой

$$\operatorname{tg}\vartheta = \frac{\sqrt{1 - V^2/c^2}}{V/c + \cos\vartheta'} \cdot \sin\vartheta'.$$

При $V/c \ll 1$ для угла аберрации $\Delta\vartheta = \vartheta' - \vartheta$ получается обычная зависимость: $\Delta\vartheta \approx (V/c)\sin\vartheta'$.

Ф-лы (1) указывают на относительность промежутков времени и отрезков длины между событиями, однако оставляют инвариантной (не зависящей от выбора системы отсчёта) их комбинацию, наз. *интервалом* (s). Квадрат интервала между событиями равен:

$$s^2 = c^2(t_2 - t_1)^2 - (x_2 - x_1)^2 - (y_2 - y_1)^2 - (z_2 - z_1)^2.$$

Для бесконечно близких событий интервал ds между ними определяется равенством

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2. \tag{3}$$

Величина ds^2 имеет смысл квадрата элемента длины в четырёхмерном мире (мире Минковского), объединяющем пространство и время в неразрывное целое — пространство-время (см. *Минковского пространство-время*). Объединение пространственных и временного измерений не означает их тождественности. Физ. различие между ними выражается тем, что dt^2 входит в (3) с др. знаком.

Геометрически преобразования (1) можно рассматривать как поворот четырёхмерной системы координат t, x, y, z в плоскости tx. Три преобразования, подобные (1) (по числу трёх возможных поворотов в плоскостях tx, ty, dz), вместе с тремя пространств. поворотами и четырьмя постоянными сдвигами начала координат (по осям t, x, y, z) образуют 10-параметрич. группу преобразований, называемую *Пуанкаре группой*. Это наиб. широкая группа непрерывных преобразований, оставляющих форму (3) неизменной. Три Л. п. вместе с тремя пространств. поворотами образуют 6-параметрич. *Лоренца группу*. Но сами Л. п. не образуют группу, т. к. три последоват. Л. п. могут привести к и. с. о., неподвижной по отношению к исходной, но отличающейся пространств. поворотом (т. н. *томасовская прецессия*).

Различные физ. величины преобразуются под действием Л. п. в зависимости от их свойств ковариантности. Наиб. употребительными являются четырёхмерные скаляры, векторы, тензоры, спиноры. Примером (антисимметричного) тензора второго ранга является тензор эл.-магн. поля, элементы к-рого представляют собой пространств. компоненты напряжённостей электрич. $\boldsymbol{E}$ и магн. $\boldsymbol{H}$ полей. Под действием Л. п. $\boldsymbol{E}$ и $\boldsymbol{H}$ преобразуются след. образом:

$$E_x = E'_x, \quad E_y = \frac{E'_y + (V/c)H'_z}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}, \quad E_z = \frac{E'_z - (V/c)H'_y}{\sqrt{1 - V^2/c^2}},$$

$$H_x = H'_x, \quad H_y = \frac{H'_y - (V/c)E'_z}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}, \quad H_z = \frac{H'_z + (V/c)E'_y}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}.$$

Т. о., чисто электрич. или чисто магн. поле в одной системе отсчёта может обладать соответственно магн. или электрич. компонентами в другой.

Как отмечалось, ур-ния Максвелла инвариантны относительно Л. п. (нештрихованные величины лишь заменяются штрихованными или наоборот). Приведение ур-ний механики к виду, инвариантному относительно Л. п., потребовало уточнения понятий энергии и импульса. Энергия тела (частицы) $\mathscr{E} = mc^2/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ и его импульс $\boldsymbol{p} = m\boldsymbol{v}/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ [где m — масса (масса покоя) тела] объединяются в 4-вектор энергии-импульса с компонентами ($\mathscr{E}/c$, p_x, p_y, p_z). Под действием (1) они преобразуются след. образом:

$$\mathscr{E} = \frac{\mathscr{E}' + Vp'_x}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}, \quad p_x = \frac{p'_x + (V/c^2)\mathscr{E}'}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}, \quad p_y = p'_y, \quad p_z = p'_z.$$

Квадрат 4-вектора энергии-импульса является инвариантом:

$$\frac{\mathscr{E}^2}{c^2} - \boldsymbol{p}^2 = \frac{\mathscr{E}'^2}{c^2} - \boldsymbol{p}'^2 = m^2c^2.$$

Для частиц, движущихся со скоростью света, он, очевидно, равен нулю.

Л. п. играет важную роль не только в классич. (неквантовой), но и в квантовой физике. Под действием Л. п. преобразуются волновые ф-ции (*векторы состояния*) квантовой системы, удовлетворяющие соответствующим ур-ниям движения, обеспечивая их инвариантность.

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Теория поля, 7 изд., М., 1988; Принцип относительности, [Сб. ст.], М., 1973; Медведев Б. В., Начала теоретической физики, М., 1977.

Л. П. Грищук.

ЛОРЕНЦА СИЛА — сила, действующая на точечный электрич. заряд во внешнем эл.-магн. поле. Выражение для Л. с. было получено в кон. 19 в. Х. А. Лоренцем путём обобщения опытных данных. В *Гаусса системе единиц* Л. с. $\boldsymbol{F}$ определяется выражением

$$\boldsymbol{F} = q\boldsymbol{E} + \frac{q}{c}[\boldsymbol{vB}], \tag{1}$$

где $\boldsymbol{E}$ — напряжённость электрич. поля, $\boldsymbol{B}$ — магн. индукция, q — величина заряда, $\boldsymbol{v}$ — его скорость относительно системы координат, в к-рой вычисляются величины $\boldsymbol{F}$, $\boldsymbol{E}$ и $\boldsymbol{B}$. Первый член в (1) — сила, действующая на заряд в электрич. поле, второй — в магн. поле. Магн. часть Л. с. подобна силе Кориолиса в механике (если поле B сопоставить с вектором угл. скорости соответствующей системы отсчёта) — она действует лишь на движущийся заряд в направлении, перпендикулярном его скорости, и, т. о., не совершает работы над зарядом, оставляя неизменной его энергию и меняя лишь направление импульса.

Во взаимно ортогональных однородных статич. электрич. и магн. полях при $|\boldsymbol{E}| < |\boldsymbol{B}|$ существует класс движений заряж. частиц, для к-рых Л. с. обращается в нуль,— это движения с пост. скоростью

$$\boldsymbol{V} = \frac{c[\boldsymbol{EB}]}{B^2} + V_0\frac{\boldsymbol{B}}{B}, \tag{2}$$

где скорость V_0 произвольна. Скорость $c[\boldsymbol{EB}]/\boldsymbol{B}^2$ наз. скоростью дрейфа заряж. частиц в скрещённых $\boldsymbol{E}$-, $\boldsymbol{B}$-полях. Соотношение (2) определяет также скорости инерциальных систем отсчёта, в к-рых в соответствии с преобразованиями Лоренца для эл.-магн. поля электрич. поле обращается в нуль.

Лит.: Лоренц Г. А., Теория электронов и ее применение к явлениям света и теплового излучения, пер. с англ., 2 изд.,