СКАЛЯРНОЕ ПОЛЕ — *поле физическое*, к-рое описывается ф-цией координат пространства-времени $x = (\mathbf{x}, t)$, не изменяющейся при поворотах системы координат. Свободные (невзаимодействующие) поля подчиняются *Клейна — Гордона уравнению*

$$(\Box + m^2)\varphi(x) = 0, \qquad (*)$$

где $\Box$ — *Д'Аламбера оператор*, а параметр m наз. массой (ур-ние записано в системе $\hbar = c = 1$). Общее решение (*) имеет вид суперпозиции плоских волн с волновым вектором $\mathbf{k}$ и частотой $k_0 = \sqrt{\mathbf{k}^2 + m^2}$ (нулевой компонентой 4-вектора k):

$$\varphi(x) = \left(\frac{1}{2\pi}\right)^{-3/2} \int \frac{d\mathbf{k}}{\sqrt{2k_0}} [a^+(\mathbf{k}) e^{ikx} + a^-(\mathbf{k}) e^{(-ikx)}].$$

В *квантовой теории поля* ф-ции $a^\pm(\mathbf{k})$ представляют собой операторы рождения и уничтожения свободных скалярных частиц с импульсом $\mathbf{k}$, массой m и нулевым спином, являющихся квантами С. п. Для взаимодействующего С. п. в правой части ур-ния (*) стоит выражение, нелинейно зависящее от самого поля $\varphi(x)$ (случай самодействия, напр.: $g\varphi^2(x)$, где g — константа взаимодействия) или от др. физ. полей. По поведению относительно *пространственной инверсии* С. п. делят на собственно скалярные $[\varphi(-x) = \varphi(x)]$ и псевдоскалярные $[\varphi(-x) = -\varphi(x)]$. Отвечающие им *элементарные частицы* имеют соответственно положительную и отрицательную *внутреннюю чётность* и наз. *скалярными частицами* и псевдоскалярными частицами (напр., π, K, η, η').

А. В. Ефремов.

СКАЛЯРНОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ — отображение, сопоставляющее каждой паре e_1, e_2 векторов к.-л. *векторного пространства* L нек-рое число (e_1, e_2), причём выполняются след. условия: а) $(e_2, e_1) = (e_1, e_2)^*$ (* означает комплексное сопряжение); б) $(e_1, \lambda' e_2' + \lambda'' e_2'') = \lambda'(e_1, e_2') + \lambda''(e_1, e_2'')$; в) $(e, e) \geqslant 0$, $(e, e) = 0$ лишь при $e = 0$. Из этих аксиом следуют неравенство Коши — Буняковского — Шварца

$$|(e_1, e_2)| \leqslant \sqrt{(e_1, e_1)(e_2, e_2)}$$

и антилинейность С. п. по первому аргументу, т. е.

$$\left(\lambda' e_1' + \lambda'' e_1'', e_2\right) = \lambda'^* \left(e_1', e_2\right) + \lambda''^* \left(e_1'', e_2\right).$$

С.п. порождает в L н о р м у, т. е. операцию, сопоставляющую каждому вектору e вещественное неотрицательное число $\|e\|$, к-рое служит обобщением понятия длины вектора e, $\|e\| = \sqrt{(e, e)}$. Т. о., пространство L оказывается н о р м и р о в а н н ы м. Норма задаёт топологию пространства L, т. е. определяет в нём понятие близости: последовательность $e_1, e_2, \ldots, e_n, \ldots$ векторов считается сходящейся к вектору e, если $\|e_n - e\| \to 0$ при $n \to \infty$. Пространство L наз. п о л н ы м, если любая последовательность векторов $e_1, \ldots, e_n \ldots$ (такая, что $\|e_n - e_m\| \to 0$ при $n, m \to \infty$) имеет предел e, являющийся вектором того же L. Если $(e_1, e_2) = 0$, то векторы e_1 и e_2 наз. о р т о г о н а л ь н ы м и. Если $\|e\| = 1$, то вектор наз. нормированным. Совокупность $e_1, e_2, \ldots, e_n$ наз. *ортонормированной системой векторов*, если она состоит из нормированных, попарно ортогональных векторов.

Конечномерное пространство L, снабжённое С. п., наз. *евклидовым пространством*. Если L является бесконечномерным и полным, то оно наз. *гильбертовым пространством*. С. п. (e_1, e), где вектор e_1 фиксирован, а вектор e рассматривается как переменная, определяет числовую ф-цию $f(e) = (e_1, e)$ на гильбертовом пространстве. Эта ф-ция линейно зависит от e и обладает свойством непрерывности [если $e \to e_0$, то $f(e) \to f(e_0)$], её называют л и н е й н ы м ф у н к ц и о н а л о м. В гильбертовом пространстве всякий линейный функционал $f(e)$ порождается С. п., т. е. всегда найдётся такой вектор e_1, что $f(e) = (e_1, e)$.

Лит.: Д и р а к П. А. М., Принципы квантовой механики, пер. с англ., 2 изд., М., 1979; К о с т р и к и н А. И., М а н и н Ю. И., Линейная алгебра и геометрия, 2 изд., М., 1986.

О. И. Завьялов.

СКАЛЯРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ — скалярная ф-ция, описывающая безвихревые (потенциальные) векторные поля. В общем случае n-мерного пространства это ф-ция n переменных (координат). В трёхмерном пространстве безвихревыми (потенциальными) являются векторные поля $\boldsymbol{a}(\boldsymbol{r})$, удовлетворяющие условию $\nabla \times \boldsymbol{a}(\boldsymbol{r}) = 0$; они могут быть представлены в виде $\boldsymbol{a}(\boldsymbol{r}) = -\nabla\psi(\boldsymbol{r})$. Величина $\psi(\boldsymbol{r})$, определяемая полем $\boldsymbol{a}(\boldsymbol{r})$ с точностью до произвольной постоянной, наз. С. п. векторного поля $\boldsymbol{a}(\boldsymbol{r})$.

Впервые С. п. был введён как потенциал ньютоновского поля тяготения распределённой гравитирующей массы, затем стал применяться как потенциал обобщённой силы в лагранжевой механике. В связи с этим для характеристики любых физ. полей часто используют понятия, заимствованные из механики, такие, как потенц. рельеф, потенц. яма, потенц. барьер и т. п.

Особую роль С. п. играет в теории эл.-магн. поля, где вместе с *векторным потенциалом* он позволяет получить полное описание эл.-магн. поля. В частном случае статических эл.-магн. полей С. п. используется независимо от векторного потенциала. Так, электростатич. поле $\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r})$ является потенциальным ($\nabla \times \boldsymbol{E} = 0$) и описывается электростатическим С. п. $\varphi(\boldsymbol{r})$: $\boldsymbol{E} = -\nabla\Phi$. В среде с заданным распределением *диэлектрической проницаемости* $\varepsilon(\boldsymbol{r})$ электрич. С. п. удовлетворяет ур-нию $\nabla(\varepsilon\nabla\varphi) = -4\pi\rho$, где ρ — объёмная плотность сторонних электрич. зарядов. В однородных средах $[\varepsilon(\boldsymbol{r}) = \text{const}]$ это ур-ние сводится к *Пуассона уравнению*, а в областях, свободных от зарядов ($\rho = 0$),— к *Лапласа уравнению*. Решения ур-ний для С. п. существенно зависят от распределения сторонних и связанных электрич. зарядов, а также от граничных условий. Подбирая распределения $\rho(\boldsymbol{r})$, можно получать любые распределения С. п. $\varphi(\boldsymbol{r})$ — любые потенц. рельефы. В областях пространства, свободных от источников поля, распределение С. п. не может иметь абс. минимумов или максимумов (см. *Ирншоу теорема*). Для нек-рых сферически симметричных распределений С. п. существуют «собственные имена»; так, С. п. вида $1/r$ наз. кулоновским потенциалом, С. п. вида $(1/r)\exp(-r/a)$, где $a = \text{const}$, наз. дебаевским потенциалом (иногда потенциалом Дебая — Хюккеля).

В областях пространства, где отсутствуют сторонние электрич. токи, статич. магн. поле $H(\boldsymbol{r})$ также является потенциальным ($\nabla \times \boldsymbol{H} = 0$) и может быть описано при помощи магн. С. п.: $\boldsymbol{H} = -\nabla\varphi^{(m)}$. Особенно удобно использование магн. С. п. при расчётах магн. полей, создаваемых постоянными магнитами; С. п. при этом подчиняется ур-нию Пуассона

$$\Delta\varphi^{(m)} = 4\pi\nabla \cdot \boldsymbol{M},$$

где $\boldsymbol{M}$ — заданная сторонняя *намагниченность*. Использование этого ур-ния для $\varphi^{(m)}$ эквивалентно введению эфф. «магн. зарядов» с объёмной плотностью $\rho^{(m)} = -\nabla \cdot \boldsymbol{M}$.

Лит. см. при ст. *Максвелла уравнения*.

М. А. Миллер, Е. В. Суворов.

СКАМЬЯ ОПТИЧЕСКАЯ — см. *Оптическая скамья*.

СКАНДИЙ (Scandium), Sc,— хим. элемент III группы периодич. системы элементов, ат. номер 21, ат. масса 44,95591, редкоземельный элемент. В природе представлен одним стабильным нуклидом ^{45}Sc. Конфигурация внеш. электронных оболочек $3s^2p^6d^14s^2$. Энергии последоват. ионизации 6,562; 12,80; 24,75; 74,2; 93,9 эВ соответственно. Радиус атома 0,164 нм, радиус иона Sc^{3+} 0,083 нм. Значение электроотрицательности 1,20.

В свободном виде мягкий серебристый металл с жёлтым оттенком, в интервале темп-р от комнатной до