

СИЛОВОЕ ПОЛЕ — часть пространства (ограниченная или неограниченная), в каждой точке к-рой на помещённую туда материальную частицу действует определённая по численной величине и направлению сила, зависящая только от координат x, y, z этой точки. Такое С. п. наз. **стационарным**; если сила поля зависит и от времени, то С. п. наз. **нестационарным**; если сила во всех точках С. п. имеет одно и то же значение, т. е. не зависит ни от координат, ни от времени, С. п. наз. **однородным**.

Стационарное С. п. может быть задано ур-ниями

$$F_x = f_1(x, y, z), F_y = f_2(x, y, z), F_z = f_3(x, y, z), \quad (1)$$

где F_x, F_y, F_z — проекции силы поля F .

Если существует такая ф-ция $U(x, y, z)$, называемая **силовой ф-цией**, что элементарная работа сил поля равна полному дифференциалу этой ф-ции, то С. п. наз. **потенциальным**. В этом случае С. п. задаётся одной ф-цией $U(x, y, z)$, а сила F может быть определена через эту ф-цию равенствами:

$$F_x = -\frac{\partial U}{\partial x}, F_y = -\frac{\partial U}{\partial y}, F_z = -\frac{\partial U}{\partial z}, \quad (2)$$

или $F = \text{grad } U$. Условие существования силовой ф-ции для данного С. п. состоит в том, что

$$\frac{\partial F_x}{\partial y} = \frac{\partial F_y}{\partial x}, \frac{\partial F_y}{\partial z} = \frac{\partial F_z}{\partial y}, \frac{\partial F_z}{\partial x} = \frac{\partial F_x}{\partial z}, \quad (3)$$

или $\text{rot } F = 0$. При перемещении в потенциальном С. п. из точки $M_1(x_1, y_1, z_1)$ в точку $M_2(x_2, y_2, z_2)$ работа сил поля определяется равенством

$$A_{12} = U(x_2, y_2, z_2) - U(x_1, y_1, z_1)$$

и не зависит от вида траектории, по к-рой перемещается точка приложения силы.

Поверхности $U(x, y, z) = \text{const}$, на к-рых ф-ция сохраняет пост. значение, наз. **поверхностями уровня**. Сила в каждой точке поля направлена по нормали к проходящей через эту точку поверхности уровня; при перемещении вдоль поверхности уровня работа сил поля равна нулю.

Примеры потенциального С. п.: однородное поле тяжести, для к-рого $U = -mgz$, где m — масса движущейся в поле частицы, g — ускорение силы тяжести (ось z направлена вертикально вверх); ньютоново поле тяготения, для к-рого $U = km/r$, где $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ — расстояние от центра притяжения, k — постоянный для данного поля коэффициент. Вместо силовой ф-ции в качестве характеристики потенциального С. п. можно ввести **потенциальную энергию** Π , связанную с U зависимостью $\Pi(x, y, z) = -U(x, y, z)$. Изучение движения частицы в потенциальном С. п. (при отсутствии других сил) существенно упрощается, т. к. в этом случае имеет место закон сохранения механич. энергии, позволяющий установить прямую зависимость между скоростью частицы и её положением в С. п.

СИЛОВЫЕ ЛИНИИ — семейство кривых, характеризующих пространственное распределение векторного поля сил; направление вектора поля в каждой точке совпадает с касательной к С. л. Т. о., ур-ния С. л. произвольного векторного поля $A(x, y, z)$ записываются в виде:

$$\frac{dx}{A_x(x, y, z)} = \frac{dy}{A_y(x, y, z)} = \frac{dz}{A_z(x, y, z)}$$

Плотность С. л. характеризует интенсивность (величину) силового поля. Область пространства, ограниченная С. л., пересекающими к.-л. замкнутую кривую, наз. **силовой трубкой**. С. л. вихревого поля замкнуты. С. л. потенциального поля начинаются на источниках поля и заканчиваются на его стоках (источниках отрицат. знака).

Понятие С. л. введено М. Фарадеем при исследовании магнетизма, а затем получило дальнейшее развитие в работах Дж. К. Максвелла по электромагнетизму. Согласно представлениям Фарадея и Максвелла, в пространстве, пронизываемом С. л. электрич. и магн. полей, существуют механич. напряжения, соответствующие натяжению вдоль С. л. и давлению поперёк них. Математически эта концепция выражена в *Максвелла теореме натяженный эл.-магн. поля*.

Наряду с использованием понятия С. л. чаще говорят просто о линиях поля: напряжённости электрич. поля E , индукции магн. поля B и т. п., не делая спец. акцента на отношение этих полей к силам.

СИЛЬНАЯ ФОКУСИРОВКА — *фокусировка частиц в ускорителе*, при к-рой частота бетатронных (поперечных) колебаний частицы больше частоты обращения. Примером С. ф. является *знакопеременная фокусировка*, фокусировка магн. полем со знакопеременным градиентом.

СИЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ — одно из фундам. взаимодействий элементарных частиц, интенсивность к-рого, характеризуемая константой связи (*константой взаимодействия*), значительно больше, чем у др. типов взаимодействий — эл.-магн., слабого и гравитационного.

Вообще говоря, интенсивность взаимодействия зависит от характерных для процесса взаимодействия пространственных и временных масштабов, и выделение С. в. в особый класс имеет фактически более глубокие основания — оно обусловлено участием во взаимодействии специфич. физ. полей. Более того, взаимодействия, к-рые наблюдаются и рассматриваются как не зависящие друг от друга, могут оказаться разл. проявлениями более общего единого взаимодействия. Примером может служить объединение эл.-магн. и слабого взаимодействий в рамках теории *электрослабого взаимодействия*. Существуют также модели *великого объединения*, в к-рых делается попытка объединить сильное, эл.-магн. и слабое взаимодействия. Имеется надежда на объединение всех фундам. взаимодействий, включая гравитационное, в рамках единой суперсимметричной теории (см. *Супергравитация*).

До 1930-х гг. для описания наблюдаемых физ. явлений достаточно было рассматривать гравитац. и эл.-магн. взаимодействия. Первые играют решающую роль в явлениях космич. масштабов, а вторые ответственны за строение атомов, молекул и за всё многообразие внутр. свойств твёрдых тел, жидкостей и газов. Наличие С. в. проявилось, когда была открыта сложная структура атомных ядер, состоящих из протонов и нейтронов (нуклонов). Эксперимент показывал, что взаимодействие между нуклонами гораздо сильнее электромагнитного, поскольку типичные энергии связи нуклонов в ядрах порядка неск. МэВ, в то время как энергии связи в атомах порядка неск. эВ. Кроме того, эти силы, в отличие от электромагнитных и гравитационных, обладают малым радиусом действия $\sim 10^{-13}$ см. В квантовой теории радиус действия сил обратно пропорционален массе частиц, обмен к-рыми обуславливает взаимодействие. Поэтому Х. Юкава (H. Yukawa) в 1935 высказал предположение о существовании «тяжёлых квантов» — *мезонов*, переносчиков С. в. В 1947 в *космических лучах* были открыты первые, наиб. лёгкие из таких частиц — π -мезоны.

Сильно взаимодействующие частицы получили назв. *адронов*. Их общее кол-во исчисляется неск. сотнями. Адроны разделяются на *барионы*, обладающие *барионным числом* (B), и мезоны, для к-рых $B = 0$. В природных условиях, в промышленных применениях и в ядерных лабораториях обычно имеют дело с барионами (протонами, нейтронами) и атомными ядрами) сравнительно небольших энергий, гораздо меньших, чем их масса (в системе единиц, в к-рой $c = 1$). Мезоны рождаются при столкновениях частиц, когда энергия столкновения достаточно велика (сотни МэВ и выше).