Точность выполнения эмпирич. закона сохранения Л. ч. и сама природа этой характеристики элементарных частиц требуют дальнейшего, более углублённого изучения.

Лит.: Окунь Л. Б., Лептоны и кварки, М., 1981.
А. А. Комар.

ЛЕПТО́НЫ (от греч. leptós — лёгкий) — группа элементарных частиц, обладающих только слабым и (при наличии электрич. заряда) эл.-магн. взаимодействиями, но не обладающая, в отличие от адронов, сильным взаимодействием. Все Л. имеют спин $^1/_2$, т. е. являются фермионами. К их числу относятся: электрон (e^-) и электронное нейтрино (ν_e), мюон (μ^-) и мюонное нейтрино (ν_μ), τ-лептон (τ^-) и τ-нейтрино (ν_τ), а также их *античастицы*. Не ясно, существуют ли другие элементарные частицы спина $^1/_2$, относящиеся к группе Л. Возникновение термина «Л.» относится к 1950 и связано с тем, что массы известных тогда Л.— электронов, мюонов, нейтрино — были существенно меньше масс других изучавшихся в тот период элементарных частиц. Открытие в 1975 τ-лептона с массой около двух протонных масс показало, что величина массы не является определяющей для свойств Л. Лептоны подразделяют на три семейства (поколения): (e^-, ν_e) (μ^-, ν_μ) и (τ^-, ν_τ), с каждым из к-рых связывают равное 1 значение особого, присущего только ему квантового числа — *лептонного числа* L_e, L_μ, L_τ. Эксперимент показал, что с высокой степенью точности во всех процессах взаимодействия элементарных частиц лептонные числа сохраняются.
А. А. Комар.

ЛЕ ШАТЕЛЬЕ́ — БРА́УНА ПРИ́НЦИП — термодинамич. принцип, отражающий влияние разл. факторов на положение термодинамич. равновесия: внеш. воздействие, выводящее систему из положения термодинамич. равновесия, вызывает в ней такие процессы, к-рые стремятся ослабить результат воздействия. Напр., повышение темп-ры хим. реакции благоприятствует накоплению тех веществ, к-рые образуются в данной реакции с поглощением тепла, а понижение темп-ры действует в противоположном направлении. Вещества, растворимость к-рых при повышении давления увеличивается (при пост. темп-ре), растворяются с уменьшением объёма, а при обратной зависимости от давления — с увеличением объёма.

Принцип смещения равновесия при изменении темп-ры установил Я. Вант-Гофф (J. van't Hoff) в 1884. Общий принцип, отражающий влияние разл. факторов на положение термодинамич. равновесия, сформулировали А. Ле Шателье (H. Le Chatelier) в 1884 и К. Браун (C. Braun) в 1887. Они исходили из аналогии с *Ленца правилом* в электродинамике и рассматривали разл. примеры термодинамич. равновесий, к-рые можно представить в форме, похожей на правило Ленца.

Удобство Ле Ш.—Б. п. состоит в том, что он позволяет определить направление смещения термодинамич. равновесия без детального анализа условий равновесия (иногда очень сложных). Ле Ш.—Б. п. строго выводится из общих условий термодинамич. равновесия, установленных Дж. Гиббсом (J. Gibbs).

Лит.: Эпштейн П. С., Курс термодинамики, пер. с англ., М.—Л., 1948, гл. 21; Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Статистическая физика, ч. 1, 3 изд., М., 1976, § 22.
Д. Н. Зубарев.

ЛИ А́ЛГЕБРА — *векторное пространство*, на к-ром определена операция, называемая коммутированием. Для элементов алгебры определены линейные операции — сложение и умножение на число. Если допускается умножение на вещественные числа, то Л. а. наз. вещественной; если допускается умножение на комплексные числа, то Л. а. наз. комплексной. Операция коммутирования сопоставляет любым двум элементам алгебры X, $Y \in A$ третий элемент $[X, Y] \in A$. Эта операция билинейна (т. е. линейна по каждому аргументу), антисимметрична $[Y, X] = -[X, Y]$ и удовлетворяет тождеству Якоби

$$[X, [Y, Z]] + [Y, [Z, X]] + [Z, [X, Y]] = 0.$$

Понятие «Л. а.» возникло в связи с изучением групп Ли, т. к. элементы группы Ли можно представлять в виде экспонент от элементов Л. а. (см. *Группа*). Если группа Ли реализована как группа матриц, то соответствующая ей Л. а. также является матричной. Это значит, что каждый элемент алгебры является матрицей, а операция коммутирования определяется как обычный коммутатор: $[XY] = XY - YX$.

Основные понятия. Если в векторном пространстве A выбран базис $X_1, \ldots, X_n$ (т. е. полный набор линейно независимых элементов), то для определения на A структуры Л. а. достаточно задать попарные коммутаторы базисных элементов, т. е. коэф. C_{ij}^k в ф-ле $[X_i, X_j] = \sum_k C_{ij}^k X_k$. Тогда коммутаторы произвольных элементов пространства A однозначно определяются тем, что каждый такой элемент можно представить в виде линейной комбинации базисных элементов $X = \sum_i x^i X_i$ и что операция коммутирования является билинейной. Коэф. C_{ij}^k наз. структурными константами данной Л. а. Они зависят от выбора базиса, но при любом выборе являются антисимметричными по нижним индексам и удовлетворяют условию

$$C_{im}^l C_{jk}^m + C_{jm}^l C_{ki}^m + C_{km}^l C_{ij}^m = 0.$$

Гомоморфизмом или представлением алгебры Ли A_1 в алгебру Ли A_2 наз. такое линейное отображение φ: $A_1 \to A_2$ (т. е. отображение, сохраняющее линейные операции), к-рое согласовано с операциями коммутирования в обеих алгебрах: $\varphi([X, Y]) = [\varphi(X), \varphi(Y)]$. Ядром гомоморфизма наз. подмножество в алгебре A_1, к-рое под действием φ переходит в нулевой элемент алгебры A_2. Если отображение φ взаимно однозначно, то оно наз. изоморфизмом или точным представлением. В этом случае ядро отображения равно нулю. Всякая конечномерная Л. а. допускает точное представление в алгебру матриц (теорема Адо). Ввиду тесной связи, существующей между Л. а. и группами Ли, задача изучения представлений групп Ли в большой мере сводится к изучению представлений Л. а. Именно этим объясняется прикладное значение теории Л. а. и их представлений (см. *Представление группы*).

Если ввести в рассмотрение матрицы C_i с матричными элементами, равными структурным константам, $(C_i)_j^k = C_{ij}^k$, то условие на структурные константы, приведённое выше, можно переписать в виде $[C_i, C_j] = \sum_k C_{ij}^k C_k$, где скобки обозначают обычный коммутатор двух матриц. Т. о., матрицы C_i осуществляют n-мерное представление базисных элементов X_i, а их линейные комбинации — представление всей Л. а. Это т. н. присоединённое представление $\mathrm{ad}X$. Совокупность элементов, коммутирующих со всеми элементами алгебры, наз. центром Л. а.

Подмножество $B \subset A$ в Л. а. наз. подалгеброй Ли, если оно само является Л. а. относительно тех же операций. Это значит, что B — линейное подпространство, и операция коммутирования не выводит из B. Последнее можно записать символически: $[B, B] \subset B$. Если для подпространства $B \subset A$ выполняется более сильное условие $[A, B] \subset B$, то B наз. идеалом в A. Если B — идеал, то фактор-пространство A/B, элементами к-рого являются классы $X + B$ (т. е. множества элементов вида $X + Y$, где Y пробегает всё B), само является Л. а. Операции в этой фактор-