ношение, связывающее N_A с *Фарадея постоянной* F и др. известными Ф. ф. к.:

$$N_A=\frac{F}{e}=\frac{1}{2}F\cdot\frac{2e}{h}\cdot\frac{h}{e^2}=6{,}0221445(80)\cdot 10^{23}\ \text{моль}^{-1},\ (1{,}33\ ppm),$$

что согласуется с табличным значением ($1\ ppm=10^{-6}$).

В настоящее время (1994) значительно возросла точность измерения постоянной Ридберга

$$R_\infty=10973731,6834(24)\ \text{м}^{-1},\ (2{,}2\cdot 10^{-11})$$

за счёт применения метода двухфотонной бездоплеровской спектроскопии и замены интерферометрич. измерений измерениями оптич. частот атома водорода. Приведённое выше значение R_∞ не было использовано при согласовании значений Ф. ф. к.

Ниже приведён ряд новых результатов, не отражённых в табл. Получено (1989) на порядок более точное значение для отношения магн. моментов дейтрона и протона: $\mu_d/\mu_p=0{,}3070122081(4)$. Соответственно изменятся все др. отношения, включающие μ_d. Измерено (1989) гиромагн. отношение протона в воде:

$$\gamma'_p=26751{,}5427(29)\cdot 10^4\ \text{с}^{-1}\text{Т}^{-1},\ (0{,}11\ ppm).$$

Повышена (1987) точность измерения аномальных магн. моментов электрона и позитрона:

$$a_{e^-}=1159652188{,}4(4{,}3)\cdot 10^{-12},$$

$$a_{e^+}=1159652187{,}9(4{,}3)\cdot 10^{-12},\ (0{,}0037\ ppm);$$

столь близкое значение этих величин, в частности, подтверждает тождественность свойств частицы и античастицы. Сравнение вычисленного (1996) аномального магн. момента электрона a_{e^-} с его эксперим. значением дало возможность уточнить значение постоянной тонкой структуры: $\alpha^{-1}=137{,}03599993(52)$, $(0{,}0038 ppm)$.

Измерение скорости звука в аргоне (1988) позволило установить новое значение молярной газовой постоянной: $R=8{,}314471(14)$ Дж $\cdot$ моль$^{-1}$ К$^{-1}$, (1,7 *ppm*).

Нек-рые космологич. модели эволюции Вселенной [П. Дирак (P. Dirac), 1938; Дж. Гамов, 1967] предсказывают возможность медленного изменения Ф. ф. к. со временем, отнесённым к возрасту Вселенной. В настоящее время (1996) нет никаких эксперим. или наблюдательных (в т. ч. астр.) данных, свидетельствующих о таких изменениях (по крайней мере, линейных) для большей части истории Вселенной (трудно сказать ч.-л. определённое о значениях Ф. ф. к. на ранней стадии эволюции Вселенной вплоть до этапа *нуклеосинтеза*).

Лит.: Квантовая метрология и фундаментальные константы. Сб. ст., пер. с англ., М., 1981; Cohen E. R., Taylor B. N., The 1986 adjustment of the fundamental physical constants, «Rev. Mod. Phys.», 1987, v. 59, p. 1121; Proc. of the 1988 Conference on precision electromagnetic measurements, «IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement», 1989, v. 38, № 2, p. 145; Двоеглазов В. В., Тюхтяев Ю. Н., Фаустов Р. Н., Уровни энергии водородоподобных атомов и фундаментальные константы, «ЭЧАЯ», 1994, т. 25, с. 144.

Р. Н. Фаустов.

ФУНКЦИОНА́Л — обобщение понятия ф-ции. Ф. представляет собой величину, зависящую от вида нек-рой ф-ции, напр. Ф. $I=\int_a^b f(x)\,dx$ зависит от вида $f(x)$. Ф. можно рассматривать как оператор, отображающий пространство ф-ций в числовое множество.

ФУНКЦИОНА́ЛЬНАЯ ПРОИЗВО́ДНАЯ — обобщение понятия производной на случай функционалов. Если $I(f)$ — непрерывный функционал от нек-рой ф-ции $f(x)$, а $\delta f(x)$ — малая вариация $f(x)$ в окрестности точки x_0: $f_1(x)=f_0(x)+\delta f(x)$, то предел

$$\lim_{\sigma\to 0;\ a,\ b\to x_0}\frac{I(f_1)-I(f_0)}{\sigma},$$

где $\sigma=\int_a^b \delta f dx$, называется Ф. п. функционала I в точке x_0.

ФУНКЦИОНА́ЛЬНОГО ИНТЕГРА́ЛА МЕ́ТОД — метод квантования физ. систем, альтернативный волновой механике Шрёдингера и операторному методу Гейзенберга (см. *Квантовая механика*). В основе этого метода, предложенного в 40-х гг. Р. Фейнманом (R. Feynman), лежит предположение о том, что амплитуда вероятности перехода механич. системы из нач. состояния, характеризуемого координатами x_a, в состояние с координатами x_b пропорц. сумме амплитуд, отвечающих всевозможным траекториям, связывающим точки a и b. При этом вклад данной траектории равен

$$\exp\left\{\frac{i}{\hbar}S\left[x(t)\right]\right\}, \tag{1}$$

где S — классич. *действие* на траектории $x(t)$. Т. о., вероятность того, что система, находившаяся в момент времени t_a в состоянии с координатами x_a, перейдёт в момент t_b в состояние с координатами x_b, равна

$$P(b,a)=|K(b,a)|^2, \tag{2}$$

$$K(b,a)=C\sum\exp\left\{iS\left[x(t)\right]\right\}; \tag{3}$$

суммирование ведётся по всем возможным траекториям, связывающим x_a и x_b, C — нормировочная константа.

Этому выражению можно придать более наглядный смысл, если аппроксимировать траектории $x(t)$ ломаными линиями, состоящими из отрезков прямых, соединяющих точки x_i, в к-рых система находится в моменты времени

$$t_i=t_a+\varepsilon i,\ \varepsilon=(t_b-t_a)/N,\ i=1,\ 2,\ \ldots,\ N.$$

Переходя к пределу при $N\to\infty$, сумму (3) можно записать в виде интеграла

$$K(b,a)\equiv\langle x_a,\ t_a|x_b,\ t_b\rangle=$$

$$=\lim_{N\to\infty}C\int\ldots\int dx_1\ldots dx_{N-1}\exp\left\{\frac{i}{\hbar}S(b,a)\right\}, \tag{4}$$

где

$$S(b,a)=\int_{t_a}^{t_b}L(x,\dot{x},t)\,dt \tag{5}$$

— классич. действие на траектории, состоящей из отрезков прямых, соединяющих точки x_i; интегрирование ведётся по всем траекториям, проходящим в моменты t_a и t_b соответственно через точки x_a и x_b, L — классич. *Лагранжа функция*. Ф-ла (4) — определение ф у н к ц и о н а л ь н о г о, или к о н т и н у а л ь н о г о, и н т е г р а л а. Функциональный интеграл Фейнмана является обобщением и н т е г р а л о в п о т р а е к т о р и я м, введённых в работах А. Эйнштейна и М. Смолуховского (M. Smoluchowski) по теории *броуновского движения*. Основы матем. теории интегралов по траекториям были заложены в 20-х гг. Н. Винером (N. Wiener), однако строгая матем. теория функциональных интегралов, встречающихся в ряде физ. задач, до сих пор отсутствует. Существование предела в ф-ле (5) и его независимость от способа аппроксимации траекторий (т. е. вопрос о существовании интегральной меры) в общем случае не доказаны. Тем не менее функциональные интегралы с успехом применяются к широкому кругу задач. Фейнман показал, что, приняв за исходную ф-лу (4), выражающую амплитуду перехода через функциональный интеграл, можно развить стандартный аппарат квантовой механики. В частности, если принять естеств. определение волновой ф-ции как амплитуды вероятности перехода в состояние (x, t) из всевозможных нач. состояний, то волновая ф-ция, определяемая ф-лой (4), будет удовлетворять *Шрёдингера уравнению*.

Представление амплитуды вероятности в виде функционального интеграла делает наглядным переход к квазиклассич. случаю (см. *Квазиклассическое приближение*). В этом случае характерные параметры системы велики по сравнению с постоянной Планка $\hbar$. Подынтегральное выражение в (4) представляет собой быстро осциллирующую ф-цию, и, в соответствии с принципом стационарной фазы, существенный вклад дают лишь траектории, для к-рых небольшие изменения x не меняют действия S, т. е. траектории, для к-рых $\delta S/\delta x=0$. Это условие определяет, как