

лувоины),  $m$ -е тёмное кольцо образуется, если  $\Delta_m = 2\delta_m + \lambda/2 = (2m + 1)\lambda/2$ , т. е. при толщине зазора  $\delta_m = m\lambda/2$ . Радиус  $r_m$   $m$ -го кольца определяется из треугольника  $A'O'C$ :  $r_m^2 = R^2 - (R - \delta_m)^2 \approx 2R\delta_m$ .

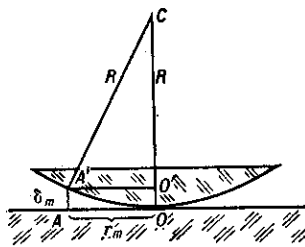


Рис. 2. Схема образования колец Ньютона:  $O$  — точка касания сферы радиуса  $R$  и плоской поверхности;  $\delta_m$  — толщина воздушного зазора в области образования кольца радиуса  $r_m$ .

Откуда  $r_m = \sqrt{2R\delta_m}$ , для тёмного  $m$ -го кольца  $r_m = \sqrt{Rm\lambda}$ . Это соотношение позволяет с хорошей точностью определять  $\lambda$  по измерениям  $r_m$ . Если  $\lambda$  известна, Н. к. можно использовать для измерения радиусов поверхностей линз и контроля правильности формы сферич. и плоских поверхностей. При освещении немонахроматич. (напр., белым) светом Н. к. становятся цветными. Наиб. отчётливо Н. к. наблюдаются при малой толщине зазора (т. е. при использовании сферич. поверхностей больших радиусов).

Лит.: Шишловский А. А., Прикладная физическая оптика, М., 1961; Дитчберн Р., Физическая оптика, пер. с англ., М., 1965. А. П. Гагарин.

**НЬЮТОНОВСКАЯ ЖИДКОСТЬ** — вязкая жидкость, подчиняющаяся при своём течении закону вязкого трения Ньютона. Для прямолинейного ламинарного течения этот закон устанавливает наличие линейной зависимости между касат. напряжением  $\tau$  в плоскостях соприкосновения слоёв жидкости и производной от скорости течения  $v$  по направлению нормали  $n$  к этим плоскостям, т. е.  $\tau = \eta dv/dn$ , где  $\eta$  — динамич. коэф. вязкости. В общем случае пространств. течения для Н. ж. имеет место линейная зависимость между тензорами напряжений  $\sigma_{ij}$  и скоростей деформаций  $\epsilon_{ij}$ . Свойствами Н. ж. обладают большинство жидкостей (вода, смазочное масло и др.) и все газы. Течение Н. ж. изучается в гидроаэромеханике (см. Ньютона закон трения). Жидкости, для к-рых указанные выше зависимости не являются линейными, наз. *ньютоновскими жидкостями*. К ним относится ряд суспензий и растворов полимеров. Такие течения изучает реология.

качеств. окраску, или *тембр звука*. Анализ колебаний и выделение  $O$ . относится не только к акустическим, но и к электрич. колебаниям; в последнем случае их обычно наз. гармониками.

**ОБЛУЧЕННОСТЬ** — то же, что *энергетическая освещённость*.

**ОБМЕННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ** — специфич. взаимное влияние одинаковых (тождественных) частиц, эффективно проявляющееся как результат нек-рого особого взаимодействия.  $O$ . в. — чисто квантовомеханич. эффект, не имеющий аналога в классич. физике (см. *Квантовая механика*).

Вследствие квантовомеханич. принципа неразличимости одинаковых частиц (*тождественности принципа*) волновая ф-ция системы должна обладать определённой симметрией относительно перестановки двух таких частиц, т. е. их координат и проекций спинов: для частиц с целым спином — бозонов — волновая ф-ция системы не меняется при такой перестановке (является симметричной), а для частиц с полуцелым спином — фермионов — меняет знак (является антисимметричной). Если силы взаимодействия между частицами не зависят от их спинов, волновую ф-цию системы можно представить в виде произведения двух ф-ций, одна из к-рых зависит только от координат частиц, а другая — только от их спинов. В этом случае из принципа тождественности следует, что координатная часть волновой ф-ции, описывающая движение частиц в пространстве, должна обладать определённой симметрией относительно перестановки координат одинаковых частиц, зависящей от симметрии спиновой части волновой ф-ции. Наличие такой симметрии означает, что имеет место определённая согласованность, корреляция движения одинаковых частиц, к-рая сказывается на энергии системы (даже в отсутствие силовых взаимодействий между частицами). Поскольку обычно влияние частиц друг на друга является результатом действия между ними к.-л. сил, о взаимном влиянии одинаковых частиц, вытекающем из принципа тождественности, говорят как о проявлении специфич. взаимодействия —  $O$ . в.

Возникновение  $O$ . в. можно проиллюстрировать на примере атома гелия [впервые это было сделано В. Гейзенбергом (W. Heisenberg) в 1926]. Спиновые взаимодействия в лёгких атомах малы, поэтому волновая ф-ция двух электронов в атоме гелия может быть представлена в виде

$$\Psi = \Phi(r_1, r_2)\chi(s_1, s_2), \quad (1)$$

где  $\Phi(r_1, r_2)$  — ф-ция координат электронов,  $\chi(s_1, s_2)$  — ф-ция проекций их спинов на нек-рое направление. Т. к. электроны являются фермионами, полная волновая ф-ция должна быть антисимметричной. Если суммарный спин  $S$  обоих электронов равен нулю (спины антипараллельны — парагелий), то спиновая ф-ция  $\chi$  антисимметрична относительно перестановки спиновых переменных  $s$ , следовательно, координатная ф-ция  $\Phi$  должна быть симметрична относительно перестановки координат электронов. Если же  $S = 1$  (спины параллельны — ортогелий), то  $\chi$  симметрична, а  $\Phi$  антисимметрична. Обозначая через  $\Psi_n(r_1)$ ,  $\Psi_m(r_2)$  волновые ф-ции отд. электронов в атоме гелия (индексы  $n, m$  означают набор квантовых чисел, определяющих состояние электрона в атоме), можно, пренебрегая сначала взаимодействием между электронами, записать координатную часть волновой ф-ции в виде

$$\begin{aligned} \Phi_a &= \frac{1}{\sqrt{2}} [\Psi_n(r_1)\Psi_m(r_2) - \Psi_m(r_1)\Psi_n(r_2)] \text{ для } S = 1, \\ \Phi_c &= \frac{1}{\sqrt{2}} [\Psi_n(r_1)\Psi_m(r_2) + \Psi_m(r_1)\Psi_n(r_2)] \text{ для } S = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

(множитель  $1/\sqrt{2}$  введён для нормировки волновой ф-ции). В состоянии с антисимметричной координатной ф-цией  $\Phi_a$  ср. расстояние между электронами оказывается большим, чем в состоянии с симметричной



**ОБЕДНЕННЫЙ СЛОЙ** — то же, что *запорный слой*. **ОБЕРТОН** (от нем. Oberton — высокий тон, высокий звук) — синусоидальная составляющая периодич. колебания сложной формы с частотой, более высокой, чем *основной тон*. Любое периодич. колебание можно представить как сумму осн. тона и  $O$ ., причём частоты и амплитуды этих  $O$ . определяются как физ. свойствами колебат. системы, так и способом её возбуждения. Если частоты всех  $O$ . — целые кратные осн. частоте, то такие  $O$ . наз. гармоническими или *гармониками*. Если же частоты зависят от осн. частоты более сложным образом, то говорят о негармонич.  $O$ . В этом случае представление периодич. колебания в виде суммы гармоник будет приближённым, но тем более точным, чем большее число гармоник взято. Если частота осн. тона  $f$  (первая гармоника), то частота второй гармоники равна  $2f$  или близка к этому значению, частота третьей  $3f$  и т. д. Состав и кол-во  $O$ . сложного звука определяет его