

где μ — приведённая масса. Характерный пример — p - p -система в состоянии с равным единице полным спином. См. *Рассеяние микрочастиц*.

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Квантовая механика, 3 изд., М., 1974; Тейлор Д. Р., Теория рассеяния, пер. с англ., М., 1975. С. М. Биленький.

ДЛИНА СВОБОДНОГО ПРОБЕГА (точнее, средняя длина свободного пробега) — ср. расстояние, к-рое проходит частица между двумя последоват. столкновениями. Д. с. п. — важное понятие *кинетической теории газов*, введённое Р. Клаузиусом (R. Clausius) в 1858.

Д. с. п. равна $l = \bar{v}\tau$, где \bar{v} — ср. скорость молекул, τ — ср. время между столкновениями, причём $\tau = 1/\nu$, ν — частота столкновений, т. е. ср. число столкновений, испытываемых молекулой за единицу времени в единице объёма. Следовательно, $l = \bar{v}/\nu$. Для газа упругих сфер радиуса a частота столкновений $\nu = n\bar{v}\sigma\sqrt{2}$, где n — число молекул в единице объёма, $\sigma = 4\pi a^2$ — полное эфф. сечение столкновения, $l = 1/n\sigma\sqrt{2}$.

В общем случае частота столкновений равна $\nu = 1/\tau = n\langle u\sigma(u) \rangle$, где u — модуль относит. скорости, $\sigma(u) = \int \sigma(u, \vartheta) d\Omega$ — полное эфф. сечение столкновений, угл. скобки означают усреднение по *Максвелла распределению* относительных скоростей с приведённой массой $\mu = m/2$, $\sigma(u, \vartheta)$ — дифференц. эфф. сечение столкновения. При вычислении кинетических коэф. оказываются существенными т. н. транспортные Д. с. п. Напр., для диффузии вводят транспортное эфф. сечение

$$\sigma_{tr}(u) = \int \sigma(u, \vartheta) (1 - \cos \vartheta) d\Omega,$$

а для вязкости

$$\sigma_{tr}(u) = \int \sigma(u, \vartheta) (1 - \cos^2 \vartheta) d\Omega.$$

Понятие Д. с. п. удобно для качеств. рассмотрения явлений переноса в газах, оно обобщено на случай систем слабозаимодействующих частиц: электронный газ в металлах и полупроводниках, нейтроны в слабопоглощающих средах и т. п.

Лит.: Чепмен С., Каулинг Т., Математическая теория неоднородных газов, пер. с англ., М., 1960, гл. 5; Ферцигер Дж., Капер Г., Математическая теория процессов переноса в газах, пер. с англ., М., 1976, гл. 2, 14. Д. Н. Зубарев.

Д. с. п. заряженных частиц (электронов и ионов). При классич. рассмотрении понятия полного эффективного сечения и Д. с. п. по отношению к упругим столкновениям заряж. частиц теряют смысл, поскольку заряж. частицы взаимодействуют между собой на сколь угодно больших расстояниях r . Квантовая механика, основываясь на соотношениях неопределённостей, даёт конечное значение для σ и l , если взаимодействие убывает быстрее, чем $1/r^3$. В плазме существен эффект экранирования кулоновского поля заряда на расстояниях, определяемых *дебаевским радиусом экранирования*.

В плазме с электронной темп-рой T_e и плотностью электронов N (плотность ионов при этом равна N/Z_i , где Z_i — ср. заряд ионов) Д. с. п. электронов по отношению к электрон-электронным столкновениям равна $l_{ee} \approx \frac{(kTe)^2}{4\pi e^2 N L_e}$, здесь e — заряд электрона и L_e — *кулоновский логарифм*, зависящий от T_e и дебаевского радиуса. Д. с. п. электронов по отношению к электронным столкновениям в Z_i раз меньше и составляет $l_{ei} \approx \frac{(kTe)^2}{4\pi e^2 N Z_i L_e}$. Д. с. п. ионов по отношению к ионным столкновениям: $l_{ii} \approx \frac{(kTi)^2}{4\pi e^2 N Z_i^2 L_i}$, где T_i — ионная темп-ра, L_i — кулоновский логарифм с ионными величинами вместо электронных.

С помощью Д. с. п. производятся аналитич. оценки кинетических коэф. газов и плазмы.

Лит.: Смирнов Б. М., Физика слабоионизованного газа, М., 1972; Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П., Физическая кинетика, М., 1979. Л. П. Прыляков.

ДЛИННЫЕ ВОЛНЫ — радиоволны с длиной волны λ от 10^4 до 10^3 м (диапазон частот 30—300 кГц). *Загоризонтное распространение радиоволн* ДВ-диапазона осуществляется в виде *земной волны* (на расстоянии до 2000 км) или благодаря их многократному отражению от стенок сферич. волновода (нижняя — поверхность Земли, верхняя — ионосферный слой D в дневные и слой E в ночные часы). На больших расстояниях существенно волноводное распространение Д. в., к-рое зависит от анизотропии ионосферной плазмы, её неоднородности и т. п.

Д. в. используют в радиовещании ($1000 < \lambda < 2000$ м), дальней связи, системах радионавигации, они являются одним из средств изучения параметров ниж. ионосферы.

Л. М. Ерухимов. **ДЛИННЫЕ ЛИНИИ** — то же, что *линии передачи*.

Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров.
 Ф50 Ред. кол. Д. М. Алексеев, А. М. Балдин, А. М. Бонч-Бруевич, А. С. Боровик-Романов и др. — М.: Сов. энциклопедия. Т. I. Ааронова — Бома эффект — Длинные линии. 1988. 704 с., ил.

Ф 3802010000—003
 007(01)—88 св. пл. подписных изд. 1988

53(03)

ИБ № 133

Сдано в набор 11.08.87. Подписано в печать 28.01.88. Т-03852. Формат 84×108 1/16. Бумага типографская № 1. Гарнитура обыкновенно-новая. Печать высокая. Усл.-печ. л. 73,92; уч.-изд. л. 121,98; усл. кр.-отг. 74,76. Тираж 100 000 экз. Зак. №1318. Цена 8 руб. 40 коп.

Отпечатано с матриц, изготовленных в ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО «Первая Образцовая типография» имени А. А. Жданова.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Советская энциклопедия». 109817, Москва, Покровский бульвар, д. 8. Ордена Трудового Красного Знамени Московская типография № 2 «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 129085, Москва, Проспект Мира, 105.