Средняя скорость теплового движения молекул. Уравнение (9.16) даёт возможность найти средний квадрат скорости движения молекулы. Подставив в это уравнение, получим выражение для среднего значения квадрата скорости.

Средней квадратичной скоростью называется величина.

Вычисляя по формуле (9.19) скорость молекул, например азота при, получаем. Молекулы водорода при той же температуре имеют среднюю квадратичную скорость. Эти скорости велики, но так как молекулы газа движутся хаотично, непрерывно сталкиваясь друг с другом, и время между двумя столкновениями мало, то расстояние, которое пролетают молекулы также невелико. Из-за столкновения траектория каждой молекулы представляет собой запутанную ломаную линию (рис. 9.6). Большие скорости молекула имеет на прямолинейных отрезках ломаной. Как видно из рисунка, при перемещении молекулы из точки А в точку В пройденный ею путь оказывается гораздо больше расстояния АВ. При атмосферном давлении это расстояние порядка 1-0 5 см.

Когда впервые были получены эти числа (вторая половина XIX в.), многие физики были ошеломлены. Скорости молекул газа по расчётам оказались больше, чем скорости артиллерийских снарядов! На этом основании высказывали даже сомнения в справедливости кинетической теории. Ведь известно, что запахи распространяются довольно медленно: нужно время порядка десятков секунд, чтобы запах духов, пролитых в одном углу комнаты, распространился до другого угла.

Экспериментальное определение скоростей молекул. Опыты по определению скоростей молекул доказали справедливость формулы (9.19). Один из опытов был предложен и осуществлён О. Штерном в 1920 г.

Прибор Штерна состоит из двух коаксиальных цилиндров А и В, жёстко связанных друг с другом (рис. 9. 7, а). Цилиндры могут вращаться с постоянной угловой скоростью. Вдоль оси малого цилиндра натянута тонкая платиновая проволочка С, покрытая слоем серебра.

По проволочке пропускают электрический ток. В стенке этого цилиндра имеется узкая щель О. Воздух из цилиндров откачан. Цилиндр В находится при комнатной температуре. Вначале прибор не­ подвижен. При прохождении тока по нити она нагревается и при температуре 1200 °С атомы серебра испаряются. Внутренний цилиндр заполняется газом из атомов серебра. Некоторые атомы пролетают через щель О и, достигнув внутренней поверхности цилиндра В, осаждаются на ней. В результате прямо против щели образуется узкая полоска D серебра (рис. 9. 7, 6).

Затем цилиндры приводят во вращение с большим числом оборотов в секунду.

Теперь за время t, необходимое атому для прохождения пути, равного разности радиусов цилиндров, цилиндры повернутся на некоторый угол. В результате атомы, движущиеся с постоянной скоростью, попадают на внутреннюю поверхность большого цилиндра не прямо против щели О (рис. 9.7, в), а на некотором расстоянии s от конца радиуса, проходящего через середину щели (рис. 9.7, г): ведь атомы движутся прямолинейно.

Если через обозначить модуль скорости вращения точек поверхности внешнего цилиндра, то.

В действительности атомы серебра имеют разные скорости. Поэтому расстояния для различных атомов будут несколько различаться. Под s следует понимать расстояние между участками на полосках D и D' с наибольшей толщиной слоя серебра. Этому расстоянию будет соответствовать средняя скорость атомов, которая равна.

Подставляя в эту формулу значение времени t из выражения (9.20), получаем.

Зная и измеряя среднее смещение полоски серебра, вызванное вращением прибора, можно найти среднюю скорость атомов серебра.

Модули скоростей, определённые из опыта, совпадают с теоретическим значением средней квадратичной скорости. Это служит экспериментальным доказательством справедливости формулы (9.19), а следовательно, и формулы (9.16), согласно которой средняя кинетическая энергия молекулы прямо пропорциональна абсолютной температуре.