

кванты» $h\nu$ и соответствуют значениям kT при температурах T порядка десятков тысяч градусов.

Во-вторых, при высоких температурах значительную роль начинает играть процесс диссоциации молекул газа, а также их ионизации, что приводит к увеличению теплоемкости газа.

В заключение отметим, что квантовая теория теплоемкостей газов хорошо согласуется с результатами опытов, проведенных с различными газами и в различных интервалах температур.

§ 11. 7. Явления переноса в газах

1. Беспорядочность теплового движения молекул газа, непрерывные соударения между ними приводят к постоянному перемешиванию частиц и изменению их скоростей и энергий. Если в газе существует пространственная неоднородность плотности, температуры или скорости упорядоченного перемещения отдельных слоев газа, то движение молекул выравнивает эти неоднородности. При этом в газе появляются особые процессы, объединенные общим названием **явлений переноса**. К этим явлениям относятся теплопроводность, внутреннее трение и диффузия.

2. **Теплопроводность** имеет место тогда, когда в газе существует разность температур, вызванная какими-либо внешними причинами. Молекулы газа в разных местах его объема имеют разные средние кинетические энергии. Поэтому при хаотическом тепловом движении молекул происходит **направленный перенос энергии**. Молекулы, попавшие из нагретых частей газа в более холодные, отдают избыток своей энергии окружающим частицам. Наоборот, медленно движущиеся молекулы, попадая из холодных частей в более горячие, увеличивают свою энергию за счет соударений с молекулами, обладающими большими скоростями.

Явление **внутреннего трения (вязкости)** связано с возникновением сил трения между слоями газа или жидкости, перемещающимися параллельно друг другу с различными по величине скоростями. Со стороны слоя, движущегося быстрее, на более медленно движущийся слой действует ускоряющая сила. Наоборот, медленно перемещающийся слой тормозит более быстро движущиеся слои газа. Силы трения, которые при этом возникают, направлены по касательной к поверхности соприкосновения слоев. С точки зрения кинетической теории газов, причиной внутреннего трения является наложение упорядоченного движения слоев газа с различными скоростями v и хаотического теплового движения молекул, интенсивность которого зависит от температуры. Благодаря тепловому движению молекулы переходят из слоя B (рис. 11.12), движущегося со скоростью v_2 , в слой A движущийся со скоростью v_1 . При этом молекулы из слоя B «переносят» в слой A импульсы mv_2 своего упорядоченного движения. Если $v_1 > v_2$, то такие молекулы при столкновениях с частицами слоя A ускоряют свое упорядоченное движение, а молекулы слоя A — замедляют. На-

оборот, при переходе молекул из быстрее движущегося слоя A в слой B они переносят большие импульсы mv_1 и соударения между молекулами приводят к ускорению упорядоченного движения молекул слоя B .

Третье явление переноса — **диффузия**, т. е. явление самопроизвольного взаимного проникновения и перемешивания частиц двух соприкасающихся газов, жидкостей и даже твердых тел. В химически чистых газах диффузия возникает вследствие неодинаковой плотности в различных частях объема газа. В случае смеси газов причиной диффузии является различие в концентрациях отдельных газов в разных частях объема смеси. Если это явление не осложнено изменением температуры по объему газа, то оно заключается в переносе массы газа

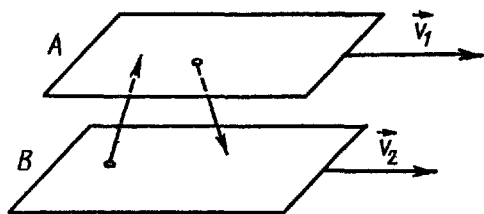


Рис. 11.12.

из мест с большей концентрацией данного газа в места с меньшей концентрацией.

3. Общим для всех процессов переноса является то, что они возникают в газах в результате нарушения полной хаотичности движения молекул. Эти нарушения вызваны направленным воздействием на газ: в случае диффузии должна быть создана неоднородность плотности, в случае теплопроводности — неоднородность температуры, в случае внутреннего трения — упорядоченность движения молекул газа со скоростями, неодинаковыми в разных его слоях.

Возникновение явлений переноса, связанное с нарушением полной хаотичности в движении молекул, сопровождается нарушением максвелловского распределения молекул по скоростям. Именно отклонениями от закона Д. К. Максвелла объясняется **направленный перенос** массы, импульса или энергии в газах. Это очень затрудняет строгий молекулярно-кинетический анализ явлений переноса. В каждом конкретном случае внешнего воздействия на газ вначале необходимо найти отклонения от максвелловского распределения и лишь затем можно перейти к изучению закономерностей явления переноса, вызываемого этим воздействием.

В нашу задачу не входит изложение строгих методов расчета явлений переноса в газах. Впервые такой расчет провел Д. К. Максвелл, основываясь на детальном рассмотрении динамики молекулярных столкновений. Мы рассмотрим только основные закономерности явлений переноса и их приближенное качественное обоснование. Изучение явления переноса представляет особый интерес в связи с тем, что эти явления позволяют опытным путем определить такие важнейшие характеристики молекул, как среднюю длину свободного пробега и эффективный диаметр.