

3.6. КАПЛЯ МАСЛА НА ВОДЕ

Капля масла на поверхности воды. Что с ней произойдет? Ну, конечно, будет растекаться. Конечно, растечется и практически перестанет быть видимой. И почему растечется, понятно. Потому что понизится поверхностная энергия. И все же, несмотря на кажущуюся ясность явления, о нем стоит поговорить, поскольку на этом явлении основан один из выдающихся экспериментов атомной физики. Растекающаяся по воде капля масла помогла определить размер молекулы.

Когда лорд Рэлей (в начале XX в.) ставил опыты по растеканию капель масла на поверхности воды, о возможности непосредственно определить размер молекулы естествоиспытатели если и



мечтали, то очень робко: строили сложные последовательности косвенных соображений и умозаключений, которые должны были привести к оценке этого размера. Скованные традиционными приемами экспериментирования, мыслящие прямолинейно, довольствовались умозаключениями, а непредубежденный Рэлей поставил прямой опыт, простой и убедительный. Он рассуждал так (или примерно так): каждая молекула капли масла, расположенной на воде, будет пытаться коснуться воды. Молекуле масла это необходимо, так как один ее конец к воде относится безразлично, а другой, с иным химическим строением, имеет большое сродство к воде и поэтому обязательно постарается к ней прикоснуться. Капля как бы распадется на отдельные молекулы, которые, одним концом уткнувшись в воду, расположатся на ее поверхности частоколом. У молекул капли масла сродство друг к другу слабее, чем сродство к воде активного конца молекулы.

Если знать площадь поверхности воды S (это определить очень просто) и быть уверенным в том, что капля масла определенного объема V (и его определить просто) полностью «заселила» поверхность воды своими молекулами, которые расположены в один слой, то толщину этого слоя, т. е. длину молекул l , можно определить по простейшей формуле

$$l = \frac{V}{S}.$$

В последовательности этих рассуждений есть одно тонкое место. Как убедиться в том, что молекулы капли масла закрыли собой всю поверхность воды, нигде не оставив пятачка водной поверхности и нигде не образовав слоя более толстого, чем одномолекулярный? Лорд Рэлей сумел убедиться в этом удивительно простым способом. Зная, что частички камфоры на поверхности воды совершают активное, беспорядочное движение, а на поверхности масла спокойны, он поставил следующий опыт: в таз с водой капал капли оливкового масла разной массы, ждал пока они растекутся, а затем бросал туда немного пылицы камфоры. Пыльца переставала «плясать», когда масса капли достигала определенной величины m^* — необходимой и достаточной, чтобы одномолекулярным слоем закрыть всю поверхность воды. Если масса капли превышает эту величину, на поверхности воды образуются масляные пятачки, как на жирном бульоне.



То, что происходит при растекании капли масла по поверхности воды, удобно пояснить, воспользовавшись аналогией. Табун коней пьет воду из длинного желоба. Если число коней таково, что они умещаются вдоль желоба, у воды образуется один ряд (слой) коней, и каждый из них стоит перпендикулярно желобу. Если коней в табуне больше, часть их будет стоять в стороне, представляя собой аналог жирных пятачков на бульоне. (Эту аналогию придумал американский физик Эрик Роджерс. Только у него не кони у желоба с водой, а свиньи у кормушки; мне же кони нравятся больше, чем свиньи.)

Рэлей заполнял водой таз радиусом $R = 41$ см, т. е. площадью $S = 5,27 \cdot 10^3$ см². В его опытах с каплями оливкового масла величина $m^* = 8 \cdot 10^{-4}$ г, т. е. объем капли

$$V = \frac{m^*}{\rho} = 8,88 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3,$$

где $\rho = 0,9$ г/см³ — удельный вес масла. Теперь легко определить длину молекулы оливкового масла:

$$l = \frac{m^*}{\pi R^2 \rho} = 1,7 \cdot 10^{-7} \text{ см}.$$

На расстоянии l см можно расположить цепочкой 6 млн таких молекул (рис. 3.7).

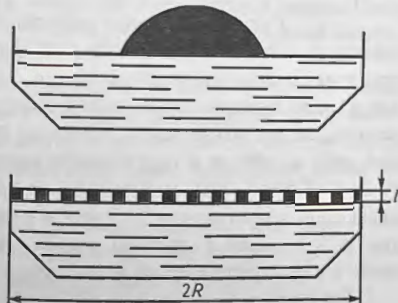


Рис. 3.7. Схема растекания капли масла на воде с образованием одномолекулярного слоя

Каждый физик-экспериментатор, думая об опыте Рэрея, должен испытывать чувство зависти. Разумеется, белой.