



§ 29.

Давление газа

Газы, как и твердые тела, тоже производят давление. Но твердые тела передают давление в том направлении, в котором действует сила давления. Кнопка (см. рис. 167) передает давление перпендикулярно доске, лопата (рис. 174) — в направлении силы давления ноги и т. д.

А вот газы передают давление по всем направлениям. Чем обусловлена такая особенность газов? От чего зависит давление газа?



Рис. 174

Вам уже известно, что газы, как жидкости и твердые тела, состоят из частиц (атомов, молекул). Но промежутки между частицами у газов больше, чем у жидкостей и твердых тел. Поэтому силы взаимодействия между частицами у газов практически отсутствуют (кроме процессов столкновения). Двигаясь хаотично, они сталкиваются между собой и со стенками сосуда. Так как число частиц газа в сосуде чрезвычайно велико (в 1 см^3 их примерно $2,7 \cdot 10^{19}$), то стенка воспринимает удары частиц как действие вполне ощутимой силы давления.

В газах среднее число ударов хаотично движущихся частиц и средняя сила ударов на единицу площади поверхности стенки по всем направлениям одинаковы. Значит, и среднее давление по всем направлениям одинаково.

Подтвердим это опытом. Под стеклянный колокол поместим завязанную оболочку резинового шара, внутри которой находится газ (рис. 175). Будем откачивать воздух из-под колокола. Объем шара по мере откачки воздуха увеличивается. Это связано с тем, что давление газа под колоколом становится меньше, чем внутри шара.

Форма оболочки в виде шара — доказательство того, что давление газа по всем направлениям одинаково.

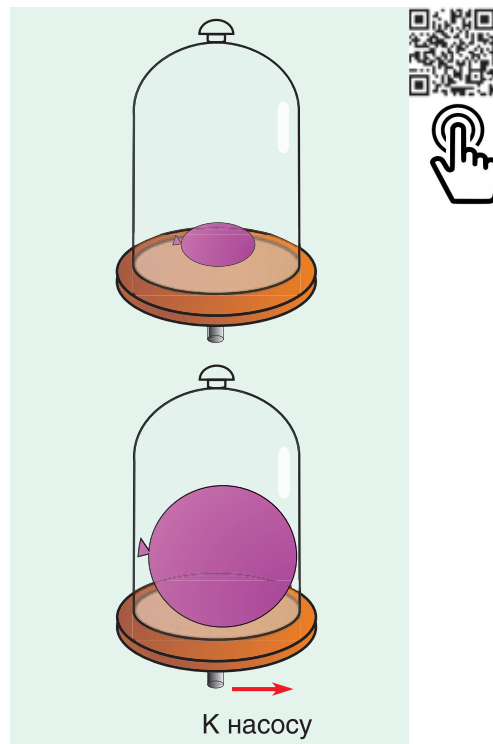


Рис. 175

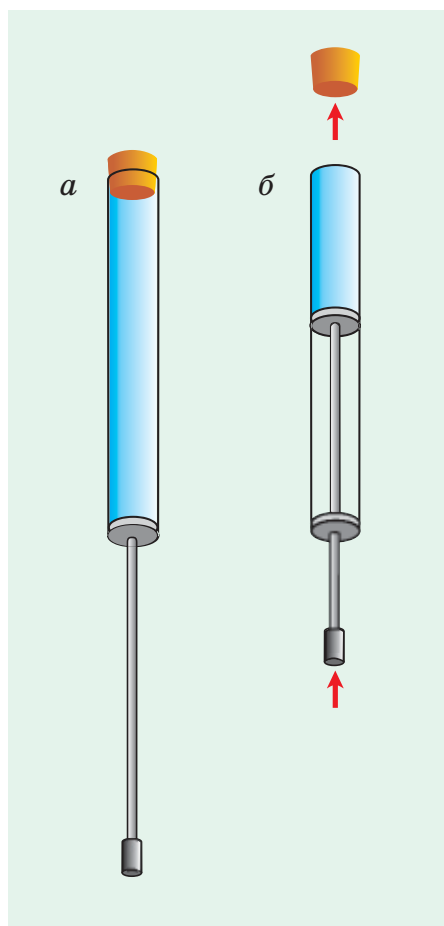


Рис. 176

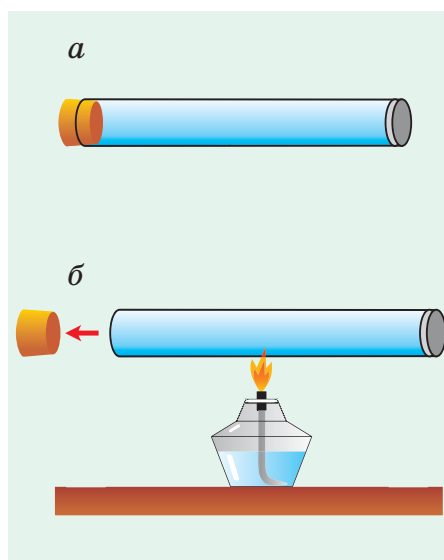


Рис. 177

Каким образом можно изменить давление газа? Поскольку давление обусловлено числом ударов частиц и силой удара каждой частицы о стенку, то есть два пути его изменения. Первый из них — изменить число частиц в единице объема.

Подтвердим сказанное опытом. В пробковом пистолете между пробкой и поршнем находится газ (воздух) (рис. 176, а). Он оказывает давление по всем направлениям. Если поршнем сжимать газ (воздух), не меняя его температуры, то пробка вылетит из пистолета (рис. 176, б). Почему?

Уменьшая объем газа, мы увеличиваем число частиц в единице объема. Это приводит к увеличению числа ударов о стенки и о пробку. Давление газа возрастает. А с увеличением давления растет сила давления газа на пробку, и она вылетает из пистолета. Если увеличивать объем газа при постоянной температуре, то давление будет уменьшаться.

Итак, при уменьшении объема (сжатии) газа при постоянной температуре его давление увеличивается, а при увеличении объема (расширении) газа давление уменьшается.

Второй путь изменить (например, увеличить) давление газа — это изменить силу удара частиц о стенки. Для этого газ нужно нагреть. Тогда скорость хаотического движения частиц увеличится. Следовательно, увеличится и сила ударов их о стенки.

Зависимость давления от температуры можно подтвердить опытом. Будем объем газа в пробковом пистолете (рис. 177, а) сохранять постоянным. Повысим температуру газа, подогревая его на спиртовке (рис. 177, б). Пробка вылетит вследствие увеличения давления. Значит, чем выше температура газа, тем больше его давление; чем ниже температура, тем меньше давление.

■ Главные выводы

1. Давление газа есть результат ударов частиц о стенки сосуда, в котором он находится.
2. Давление газа можно увеличить, если уменьшить его объем при постоянной температуре или, сохраняя объем газа, увеличить его температуру.
3. Давление газа можно уменьшить, если увеличить его объем при постоянной температуре или охладить газ, сохранив его объем.

? Контрольные вопросы

1. Вследствие чего возникает давление газа?
2. Как и почему меняется давление газа при изменении его объема?
3. Как и почему меняется давление газа при его нагревании или охлаждении?
4. Почему баллоны с газом рекомендуется хранить под навесом, куда не попадают солнечные лучи?
5. Из баллона израсходовали часть газа. Изменилось ли давление газа в баллоне, если температура осталась прежней?

▼ Для любознательных

Возрастание давления газа при его нагревании вызвано не только увеличением силы отдельных ударов. В холодном и горячем газе будет неодинаковым и среднее число ударов частиц о стенки сосуда за единицу времени (т. е. частота ударов). Подумайте, как влияет этот фактор на давление газа.

На баллоне с лаком для волос написано: «Предохранять от воздействия прямых солнечных лучей и нагревания выше $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$!» Объясните необходимость таких мер предосторожности с точки зрения физики.





§ 30.

Передача давления газами и жидкостями. Закон Паскаля

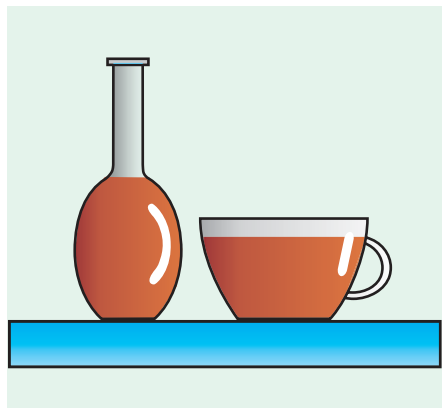


Рис. 178

Вы уже знаете, что частицы твердых тел (атомы, молекулы) жестко связаны между собой и могут совершать лишь хаотические колебательные движения около положений равновесия. У газов частицы движутся по всему объему хаотически поступательно. У жидкостей они совершают и хаотическое колебательное, и хаотическое поступательное движения. Значит, у газов и жидкостей подвижность частиц значительно выше, чем у твердых тел. Поэтому жидкости и газы не сохраняют своей формы, а принимают форму сосуда, в котором находятся (рис. 178).

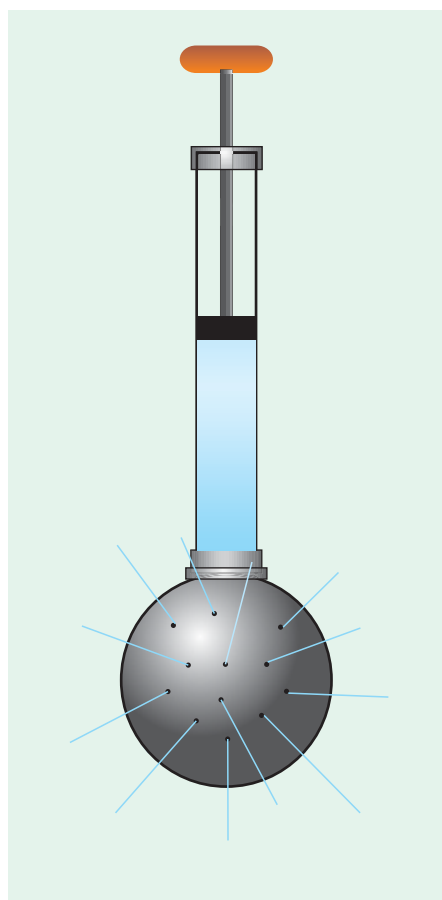


Рис. 179

Кроме того, некоторые законы для жидкостей и газов одинаковы. Рассмотрим один из них. Проведем опыт. Шар с отверстиями напомним водой и присоединим к трубке с поршнем. Будем перемещать поршень вниз. Мы заметим, что из всех отверстий начнут вытекать струйки воды (рис. 179). Как объяснить это явление?

Подвижность молекул воды приводит к тому, что они распределяются равномерно по всему объему. Сталкиваясь со стенками шара, молекулы воды действуют на стенки, создавая давление. Сжимая воду, мы уменьшаем объем и тем самым увеличиваем вначале давление непосредственно под поршнем. Благодаря подвижности молекул давление передается водой во все точки шара, и вода вытекает из отверстий во всех направлениях.

Аналогичный опыт можно провести с газом, например с воздухом. При нажатии на поршень струйки воздуха через отверстия шара будут вытекать по всем направлениям.

Проведем еще один опыт. Через пробку в банку с водой вставим четыре трубки (рис. 180). Через

трубку 1 будем накачивать в банку воздух, увеличивая там его давление. **Увеличение внешнего давления (давления воздуха) на поверхность воды передается водой от слоя к слою по всем направлениям.** В результате вода во всех трубках поднимается, причем на одну и ту же высоту. Значит, давление в воде сбоку (трубка 2), снизу (трубка 3), сверху (трубка 4) на одной глубине одинаково.

А вспомните, как с одинаковым напором вытекают струйки воды из всех дыр, появившихся в шланге для полива огорода (рис. 181).

Давление, производимое внешней силой на жидкость (газ), находящуюся в сосуде, передается жидкостью (газом) во все точки жидкости (газа) без изменения. К такому выводу еще в XVII веке пришел французский ученый Блез Паскаль (см. форзац). Этот вывод называют *законом Паскаля*.

В твердых телах подвижность частиц ограничена. Эти тела не подчиняются закону Паскаля. Если вы поставите на стол гирю, то ее вес создаст давление лишь на площадь поверхности стола под гирей, т. е. только в направлении действия силы.

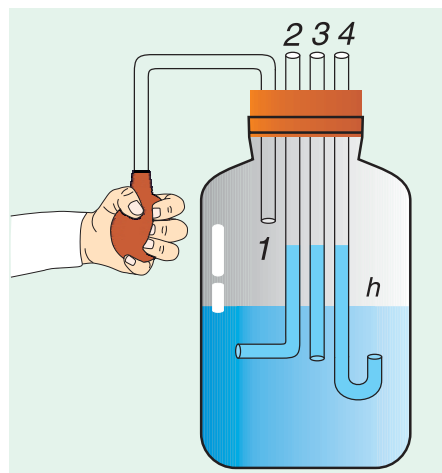


Рис. 180



Рис. 181

■ Главные выводы

1. Частицы жидкости и газа обладают подвижностью.
2. Благодаря подвижности частиц жидкости и газы передают производимое на них давление во все точки без изменения.
3. Твердые тела передают давление только в направлении действия силы давления.

? Контрольные вопросы

1. Какими общими свойствами обладают жидкости и газы?
2. Как жидкости и газы передают производимое на них давление?
3. Почему к твердым телам не применим закон Паскаля?
4. Как будет протекать опыт с шаром (см. рис. 179), если маленькое отверстие сделать и в самом поршне?
5. Объясните, будет ли закон Паскаля выполняться в условиях невесомости.

