

# **ЗАВИСИМОСТЬ ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА ВНУТРИ ШАРИКА ОТ ЕГО ОБЪЕМА**

**Работа ученика 8-Ф класса Решельевского лицея г. Одессы  
Бондаря Ильи**

---

Как известно, вещества могут находиться в твердом, жидком и газообразном состоянии. При этом они характеризуются различными свойствами. Так свойства газов определяются такими параметрами, как давление, температура, занимаемый объем, масса и т.д. В отличие от твердых тел и жидкостей газы заполняют весь сосуд, в котором они находятся (например, стальной баллон для хранения газов, камеру автомобильной шины, шар из латекса и т. д.). При этом газ оказывает давление на стенки, дно и крышку баллона или камеры, в которых он находится. Газы легко сжимаемы.

Причина давления газов связана с хаотичным быстрым движением молекул. Беспорядочно двигаясь, они сталкиваются друг с другом, а также со стенками сосуда, в котором находится газ. Газ состоит из огромного количества молекул, поэтому и число их ударов очень велико.

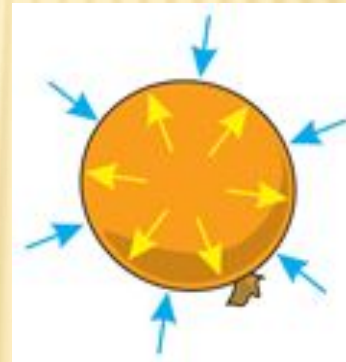
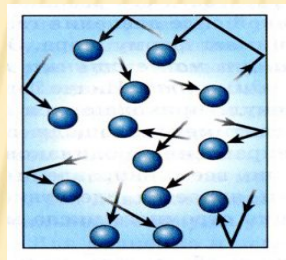
Таким образом, в газах давление создается множественными ударами беспорядочно движущихся молекул.

Газы занимают весь предоставленный им объем, так как их молекулы не связаны между собой. Понятно, что чем объем больше, тем количество молекул в единице объема будет меньше. Следовательно, меньше молекул будет ударять по поверхности, и, значит, давление газа будет меньше.

Следовательно, давление и объем газа находятся в обратно пропорциональной зависимости: чем больше объем, тем меньше давление, и чем меньше объем, тем больше давление.

При этом надо иметь в виду, что это справедливо в случае, когда масса газа и температура считаются неизменными.

Шарик заполненный воздухом или просто воздушный шарик является хорошим объектом для исследования зависимости давления газа от его занимаемого объема. Рассмотрим шарик с воздухом. Возьмем шарик и будем его надувать. Объем шарика растет до тех пор, пока сила давления воздуха внутри шарика не сравняется с силой упругости оболочки. При этом оболочка шарика принимает форму шара, то есть газ давит на его стенки по всем направлениям в среднем одинаково. Таким образом, в случае воздушного шарика давление газа на стенки вызывается ударами молекул газа и направлено во все стороны одинаково.



Что происходит с давлением воздуха внутри шарика при изменении его объема? Это можно определить с помощью различных экспериментов. Рассмотрим один из таких экспериментов.

Тема: исследование зависимости давления воздуха внутри шарика от его объема.

Цель: определить зависимость давления воздуха внутри шарика от его объема.

Оборудование: шарик, линейка, жидкостный манометр.

Для исследования зависимости давления воздуха внутри шарика от его объема поместим в него некоторую массу воздуха (шарик находится в помещении при постоянной комнатной температуре). Для измерения давления используем жидкостный манометр, который состоит из двухколенной стеклянной трубки, в которую налита какая-нибудь жидкость. На правое колено U-образной трубки, в которую налита однородная жидкость, наденем шарик. Слегка сожмем шарик – высота жидкости в правом колене уменьшится, а в левом увеличится (рис.3). На уровне АВ давление в жидкости будет одинаковым. В точке В это будет давление воздуха  $p_в$  в правом колене, а в точке А – атмосферное давление  $p_а$  плюс давление  $\rho g \Delta h$  столба жидкости  $\Delta h$ . Следовательно,  $p_в = p_а + \rho g \Delta h$ .

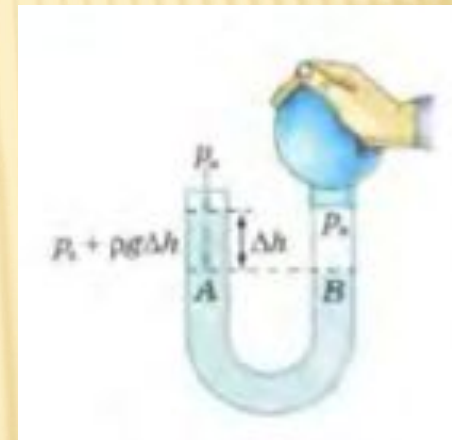
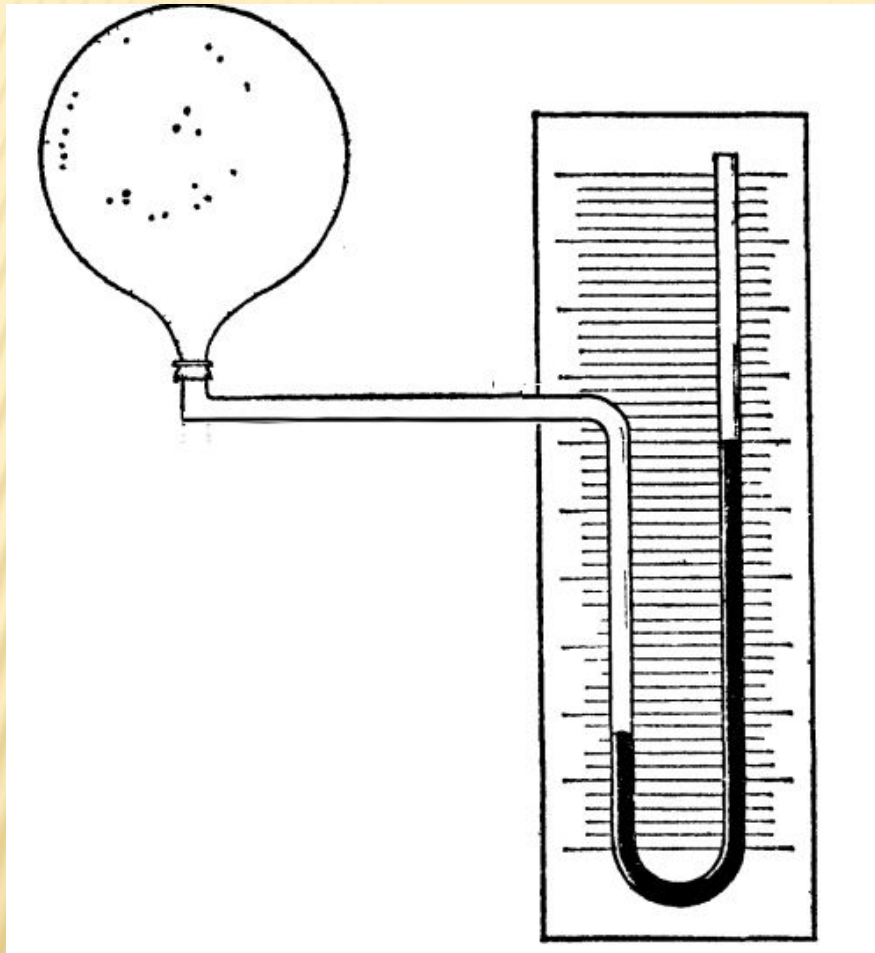
Таким образом, с помощью U-образной трубки, заполненной однородной жидкостью, и линейки для измерения разности уровней жидкости в коленах трубки можно определить разницу  $\Delta p$  между давлением воздуха в сосуде и атмосферным давлением:  $\Delta p = p_в - p_а = \rho g \Delta h$ , т.е. разница компенсируется давлением столба жидкости.

Что происходит с давлением воздуха внутри шарика при изменении его объема? Это можно почувствовать, сжимая воздушный шарик в руке. Чтобы шарик становился меньше, необходимо давить сильнее. Таким образом, по мере уменьшения объема давление внутри шарика возрастает. Что и следует из показаний манометра.

Две величины, давление  $p$  и объем  $V$  обратно пропорциональны друг другу. Если между значениями давления и объема существует обратно пропорциональная зависимость:  $p = k/V$ , то их произведение остается неизменным, даже если эти величины будут изменяться:  $pV = k$  (где  $k$  – константа в обоих уравнениях).

Для воздуха и других газов эта зависимость называется законом Бойля–Мариотта. Данный закон справедлив для постоянной массы и неизменной температуры газа.

# Измерение давления в воздушном шарике



# Для изучения зависимости давления газа в воздушном шаре от его объема можно также провести следующий эксперимент.

---

Несильно надутый воздушный шарик положим в герметичную емкость, из которой можно откачать воздух.

Например, под колокол воздушного насоса помещают завязанный резиновый шарик. Он содержит небольшое количество воздуха и имеет неправильную форму (рис.а). Затем насосом откачивают воздух из-под колокола. Оболочка шарика, вокруг которой воздух становится все более разреженным, постепенно раздувается и принимает сферическую форму.

В эксперименте мы можем, как уменьшать, так и увеличивать внешнее давление, изменяя тем самым давления внутри шарика.

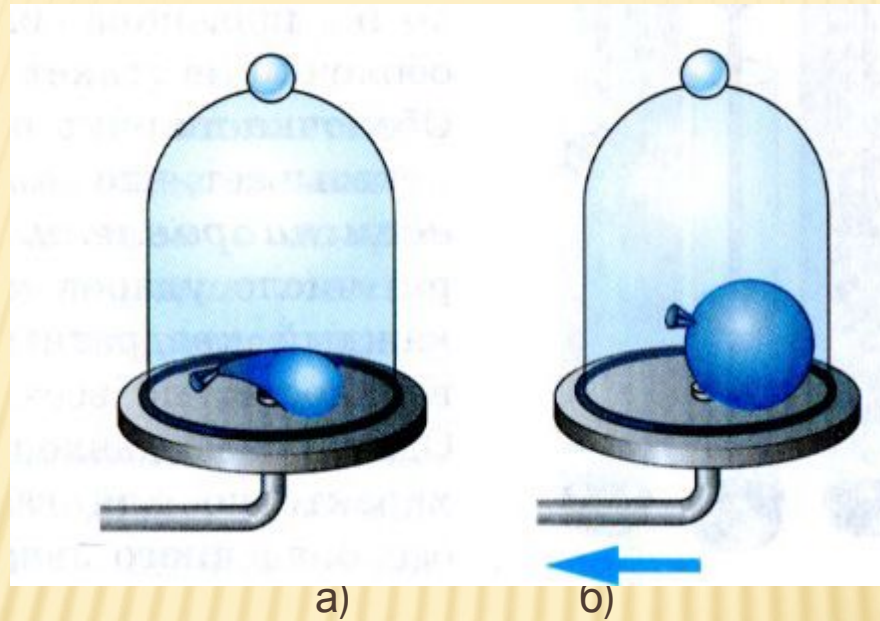
Как можно объяснить изменение давления в шарике от его объема в данном опыте? Температуру газа в данном опыте можно считать постоянной. Молекулы воздуха движутся и потому непрерывно ударяют о стенки шарика внутри и снаружи. При откачивании воздуха число молекул под колоколом вокруг оболочки шарика уменьшается. Но внутри шарика их число не изменяется, так как масса газа внутри шарика осталась неизменной. Поэтому число ударов молекул о внешнюю поверхность оболочки становится меньше числа ударов о внутреннюю поверхность. Из-за этого шарик растет (раздувается) и принимает такие размеры, при которых сила упругости его резиновой оболочки становится равной силе давления газа, находящегося внутри его. При увеличении объема этой же массы газа шарика число молекул в каждом кубическом сантиметре, а значит, и число их ударов о стенки сосуда станет меньше. При этом давление газа внутри шарика становится меньше.

При этом оболочка шарика принимает сферическую форму (рис.б).

При увеличении внешнего давления объем шарика и соответственно ли объем газа в нем соответственно уменьшить, но так как его масса осталась неизменной, то в каждом кубическом сантиметре газа молекул станет больше. Это означает, что плотность газа увеличится. Тогда число ударов молекул о стенки сосуда возрастет, и давление газа станет больше.

# Опыт, демонстрирующий зависимость давления газа от объема.

---



# ВЫВОД: ПРИ НЕИЗМЕННОЙ МАССЕ И ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА ВНУТРИ ВОЗДУШНОГО ШАРИКА:

---

- уменьшение объема воздушного шарика, т.е. уменьшение объема занимаемого газом, приводит к увеличению давления внутри него;
  - $V \downarrow \Rightarrow$  удары чаще  $\Rightarrow p \uparrow$
- и наоборот, при увеличении объема воздушного шарика давление в шарике уменьшается.
  - $V \downarrow \Rightarrow$  удары чаще  $\Rightarrow p \uparrow$

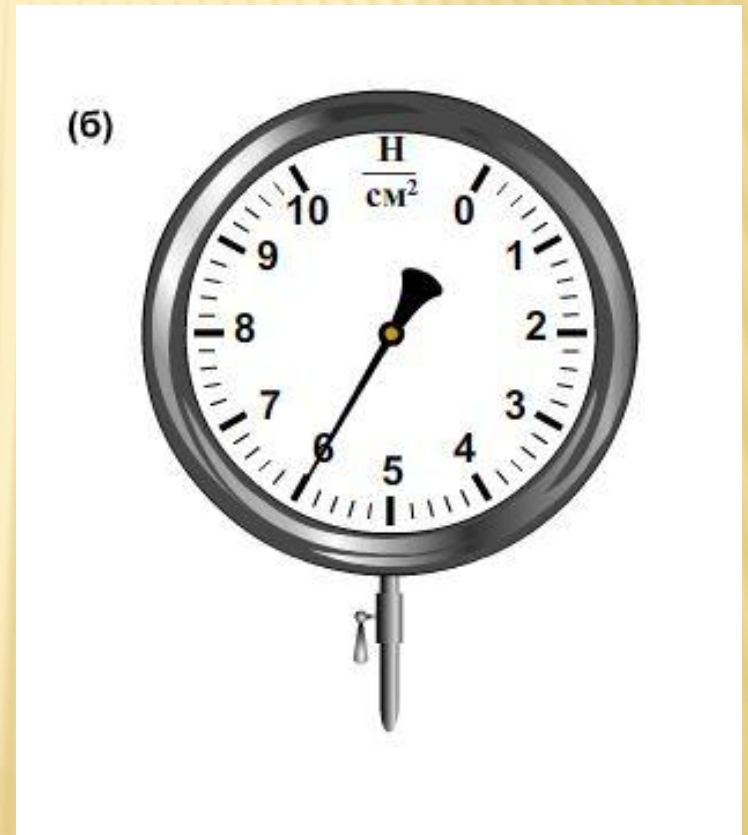
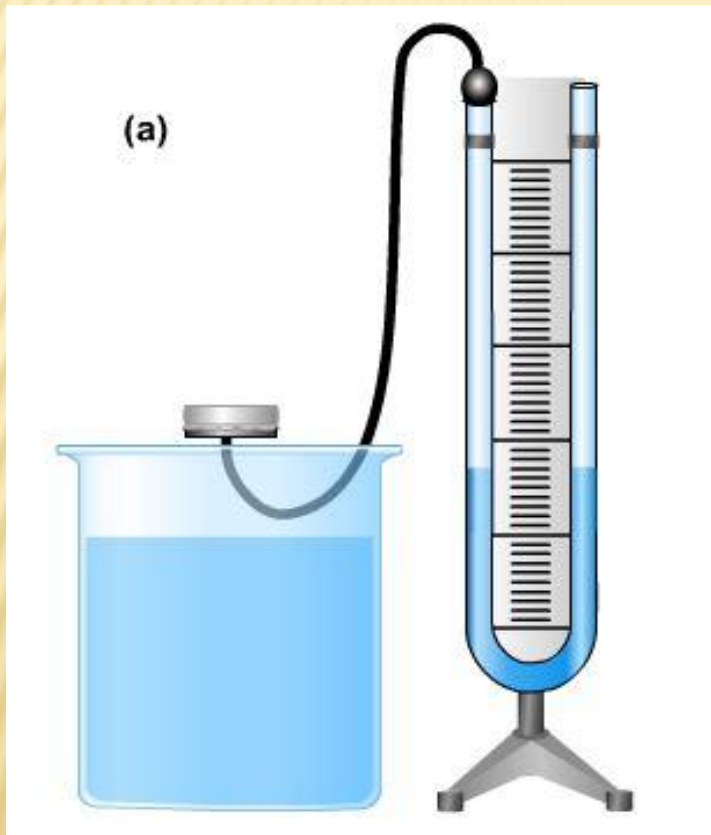


# Манометры – приборы для измерения давлений.

## Манометры бывают:

а) жидкостные

б) металлические



**Жидкостный манометр** состоит из двухколенной стеклянной трубки, в которую налита какая –нибудь жидкость.

**Металлический манометр** состоит из согнутой в дугу металлическая трубки, рычага, зубчатки, стрелки и крана.

