**Тема: «Газовые законы»**

Определение. **Изотермический процесс**– процесс перехода идеального газа из одного состояния в другое без изменения температуры. Закон, описывающий связь меду параметрами газа при таком процессе, называется закон Бойля-Мариотта в честь двух учёных, практически одновременно выведших его: англичанина Роберта Бойля и француза Эдма Мариотта (рис. 2). Запишем его:

Для начала запишем уравнения состояния идеального газа при постоянном количестве вещества:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325950/a5cf6ee8353e2644ae5064694e71b8bf.png

А теперь учитывая: https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325951/4be4edd83bd740d65d1b3e84a3504494.png и https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325952/64896f1284a56b4bae50f91310ad40da.png

Получаем: https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325953/e09a60f57e84fdf9bdbe09a574983f76.png  для любых различных состояний газа, или же просто:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325954/8952add9714e7a6298dc875f67047449.png - закон Бойля-Мариотта

Из этого закона очевидно следует обратно пропорциональная связь давления и объёма: при увеличении объёма наблюдается уменьшение давления, и наоборот. График зависимости меняющихся величин в уравнении, то есть P и V, имеет следующий вид и называется изотермой (рис. 1):



Рис. 1. Графики изотермических процессов в координатах P-V

Такая кривая в математике называется гиперболой. Также следствием закона Бойля-Мариотта является то, что площади показанных на графике прямоугольников равны между собой.

[](http://elementy.ru/trefil/15) [](http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/History/Persones/Mariotte.html)

Рис. 2. Роберт Бойль и Эдм Мариотт соответственно ([Источник](http://elementy.ru/trefil/15)), ([Источник](http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/History/Persones/Mariotte.html))

Рассмотрим следующий изопроцесс – изобарный процесс.

[Изобарные процессы](https://interneturok.ru/lesson/physics/10-klass/osnovy-molekulyarno-kineticheskoy-teorii/gazovye-zakony-izoprotsessy#mediaplayer)

Определение. **Изобарный**(или **изобарический**) **процесс**– процесс перехода идеального газа из одного состояния в другое при постоянном значении давления. Впервые такой процесс рассмотрел французский учённый Жозеф-Луи Гей-Люссак (рис. 4), поэтому закон носит его имя. Запишем этот закон

Снова запишем обычное уравнение состояния: https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325955/402580177fcec7c29a4412a6712d9525.png

А теперь учитывая: https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325951/4be4edd83bd740d65d1b3e84a3504494.png и https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325956/e320770517a70645aa7a4fdab5c0004b.png

Получаем: https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325957/f7f2c965987bc84ab45fe20e2e2c9f0d.png  для любых различных состояний газа, или же просто:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325958/629f79e19c002724f03f5fdc39979acd.png - закон Гей-Люссака

Из этого закона очевидно следует прямо пропорциональная связь между температурой и объёмом: при увеличении температуры наблюдается увеличение объёма, и наоборот. График зависимости меняющихся величин в уравнении, то есть T и V, имеет следующий вид и называется изобарой (рис. 3):

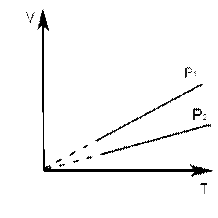
[](http://www.beluo.ru/u/taranov/MKT/gaz_zakon.html)

Рис. 3. Графики изобарных процессов в координатах V-T ([Источник](http://www.beluo.ru/u/taranov/MKT/gaz_zakon.html))

Следует обратить внимание на то, что, поскольку мы работаем в системе СИ, то есть с абсолютной шкалой температур, на графике присутствует область, близкая к абсолютному нулю температур, в которой данный закон не выполняется. Поэтому прямую в области, близкой к нулю, следует изображать пунктирной линией.

[](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/GE-LYUSSAK_ZHOZEF_LUI.html)

Рис. 4. Жозеф Луи Гей-Люссак ([Источник](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/GE-LYUSSAK_ZHOZEF_LUI.html))

Рассмотрим, наконец, третий изопроцесс.

[3. Изохорные процессы](https://interneturok.ru/lesson/physics/10-klass/osnovy-molekulyarno-kineticheskoy-teorii/gazovye-zakony-izoprotsessy#mediaplayer)

Определение. **Изохорный**(или **изохорический**) **процесс**– процесс перехода идеального газа из одного состояния в другое при постоянном значении объёма. Процесс рассмотрен впервые французом Жаком Шарлем (рис. 6), поэтому закон носит его имя. Запишем закон Шарля:

Снова запишем обычное уравнение состояния: https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325955/402580177fcec7c29a4412a6712d9525.png

А теперь учитывая: https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325951/4be4edd83bd740d65d1b3e84a3504494.png и https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325959/a3cc99e4ca62d2d3d1be177a7f07900a.png

Получаем: https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325960/94783590341278ae41fb13409df31653.png  для любых различных состояний газа, или же просто:

https://static-interneturok.cdnvideo.ru/content/static_image/325961/5f435e069e222f60de8ea14a3ee2ba52.png - закон Шарля

Из этого закона очевидно следует прямо пропорциональная связь между температурой и давлением: при увеличении температуры наблюдается увеличение давления, и наоборот. График зависимости меняющихся величин в уравнении, то есть T и P, имеет следующий вид и называется изохорой (рис. 5):

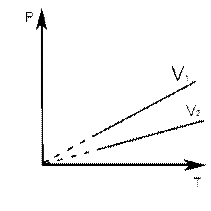


Рис. 5. Графики изохорных процессов в координатах V-T

В районе абсолютного нуля для графиков изохорного процесса также существует лишь условная зависимость, поэтому прямую также следует доводить до начала координат пунктиром.

[](http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/1a012730-2ac6-f300-873f-1b6c32ac7554/00149187515085378/00149187515085378.htm)

Рис. 6. Жак Шарль ([Источник](http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/1a012730-2ac6-f300-873f-1b6c32ac7554/00149187515085378/00149187515085378.htm))

Стоит обратить внимание, что именно такая зависимость температуры от давления и объёма при изохорных и изобарных процессах соответственно определяет эффективность и точность измерения температуры с помощью газовых термометров.

Интересен также тот факт, что исторически первыми были открыты именно рассматриваемые нами изопроцессы, которые, как мы показали, являются частными случаями уравнения состояния, а уже потом уравнения Клапейрона и Менделеева-Клапейрона. Хронологически сначала были исследованы процессы, протекающие при постоянной температуре, затем при постоянном объёме а последними – изобарические процессы.

[. Обобщение газовых законов](https://interneturok.ru/lesson/physics/10-klass/osnovy-molekulyarno-kineticheskoy-teorii/gazovye-zakony-izoprotsessy#mediaplayer)

Теперь для сравнения всех изопроцессов мы собрали их в одну таблицу (см рис. 7). Обратите внимание, что графики изопроцессов в координатах, содержащих неизменяющийся параметр, собственно говоря, и выглядят как зависимость константы от какой-либо переменной.

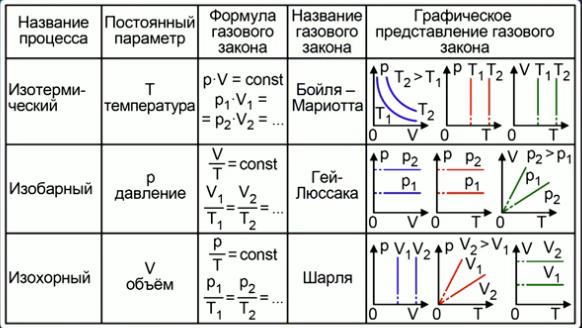


Рис. 7.

**Дополнительные рекомендованные ссылки на ресурсы сети Интернет**

1. <https://resh.edu.ru/subject/lesson/6292/start/> ( просмотреть видео по ссылке)
2. Slideshare.net.
3. E-science.ru
4. Mathus.ru

**Домашнее задание**

1. Составить конспект по данной лекции. Заполнить таблицу по газовым законам.
2. Какова зависимость между температурой и плотностью идеального газа при изобарном процессе?
3. При надувании щёк и объём, и давление во рту возростают пр неизменной температуре. Противоречит ли это закону Бойля-Мариотта? Почему?