

Вывод уравнения состояния идеального газа

$$p = nkT$$

$$n = \frac{N}{V}$$

$$p = \frac{N}{V} kT$$

$$\frac{pV}{T} = Nk$$

$$\frac{pV}{T} = \frac{m}{m_0} k$$

$$m_0 = \frac{M}{N_A}$$

$$pV = \frac{m}{M} kN_A T$$

$$R = kN_A = 8,31 \text{ Дж / (моль} \cdot \text{К)}$$

Универсальная
газовая
постоянная

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

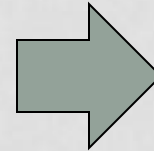
Уравнение Менделеева-Клапейрона

если $m = \text{const}$ и
 $M = \text{const}$, то ...

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

Если $\bigcirc = \text{const}$, то

$$\frac{\bigcirc pV}{\bigcirc T} = \text{const}$$



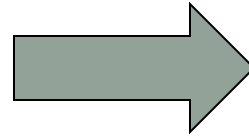
$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \text{const}$$

Уравнение
Клапейрона

Газовый закон –
количественная
зависимость между двумя
параметрами газа при
фиксированном значении
третьего

Изопроцесс – процесс, при котором один из
макроскопических параметров состояния
данной массы газа остается постоянным

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \text{const}$$



$$pV = \text{const}$$

Если $T = \text{const}$ (не
изменяется)

Изотермич

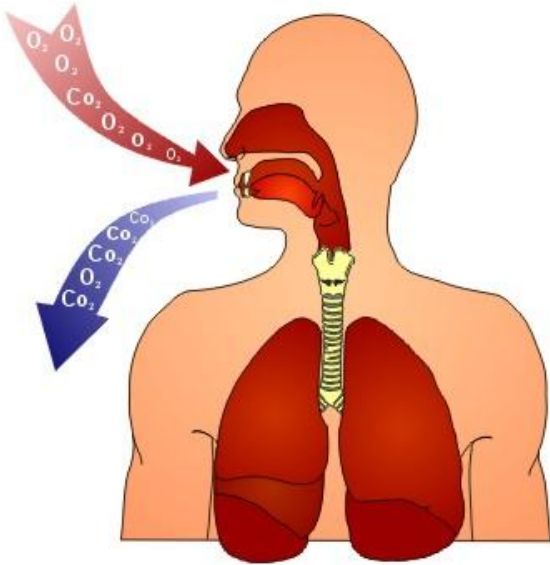
Закон Бойля-Мариотта: для данной
массы газа при постоянной
температуре произведение давления
газа на его объем есть величина
постоянная

отношение было открыто в 1662 году Робертом Бойлем



При изотермическом процессе
плотность газа изменяется
прямо пропорционально
давлению

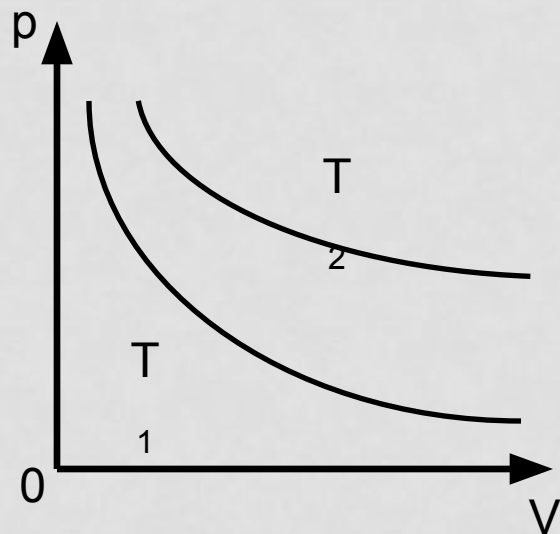
Переоткрыто в 1676 г. Эдмоном Мариоттом



Дыхание можно объяснить так: межреберные мышцы и диафрагма изменяют объем грудной клетки. При ее расширении давление воздуха в легких уменьшается и за счет перепада давления происходит вдох

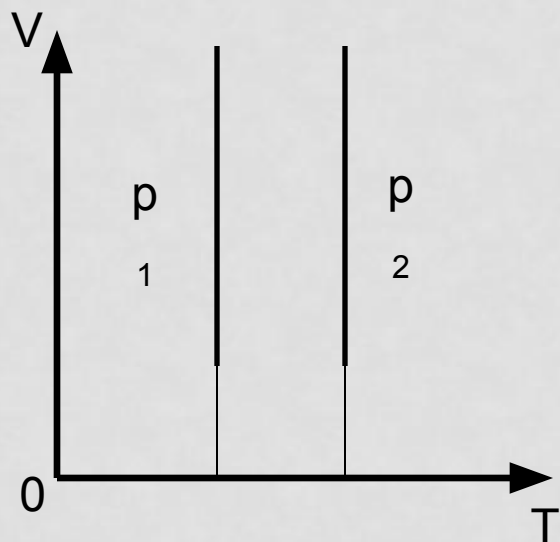


Увеличение объема пузырьков воздуха, когда они поднимаются в воде объясняется так: на глубине давление жидкости больше, чем у поверхности воды

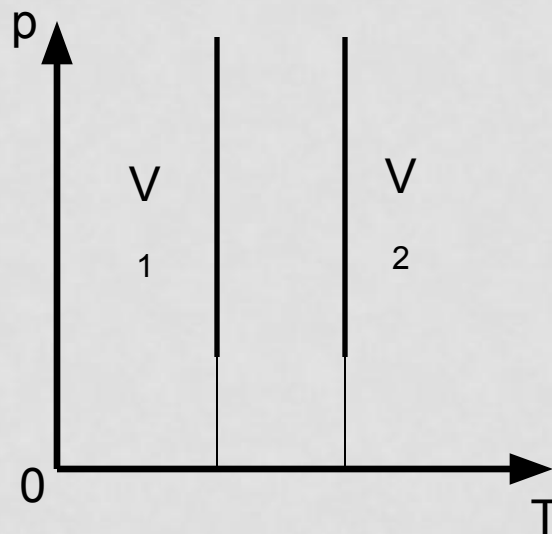


$$T_1 < T_2$$

Изотерма

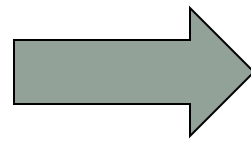


$$p_1 < p_2$$



$$V_1 < V_2$$

$$\frac{\cancel{p_1}V_1}{T_1} = \frac{\cancel{p_2}V_2}{T_2} = const$$



$$\frac{V}{T} = const$$

Если $p=const$ (не
изменяется)

Изобарн

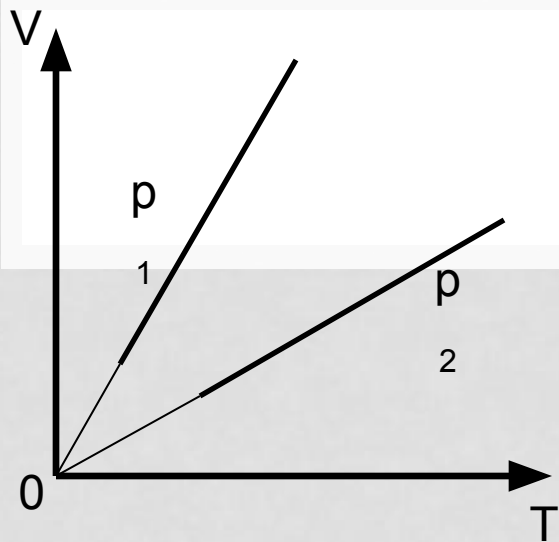
Закон Гей-Люссака: объем данной
массы газа при постоянном давлении
изменяется линейно с температурой



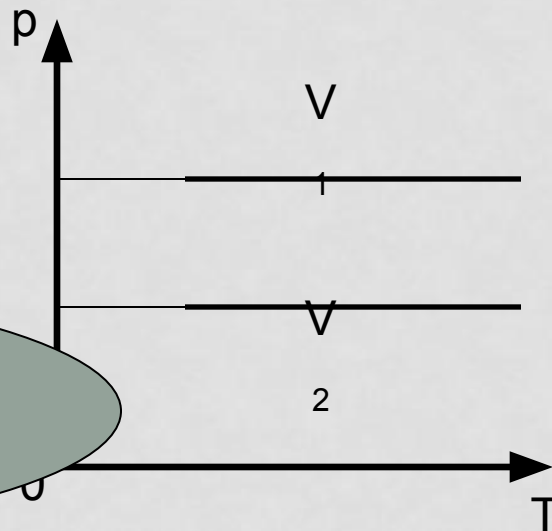
Соотношение было открыто в 1802 г. Жоржем Гей-Люссаком

Расширение газа при
изобарном процессе не
зависит от его природы

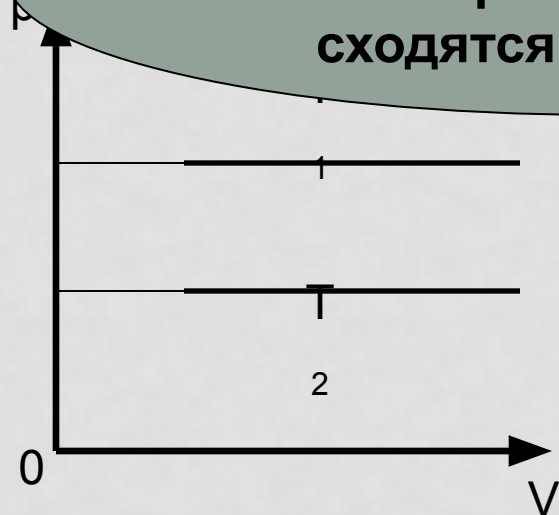
Изобара



$$p_1 < p_2$$



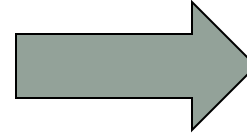
В области низких температур
все изобары идеального газа
сходятся в точке $T = 0$



$$T_1 < T_2$$

$$V_1 < V_2$$

$$\frac{p_1 \cancel{V_1}}{T_1} = \frac{p_2 \cancel{V_2}}{T_2} = const$$



$$\frac{p}{T} = const$$

Если $V=const$ (не
изменяется)

Изохорн

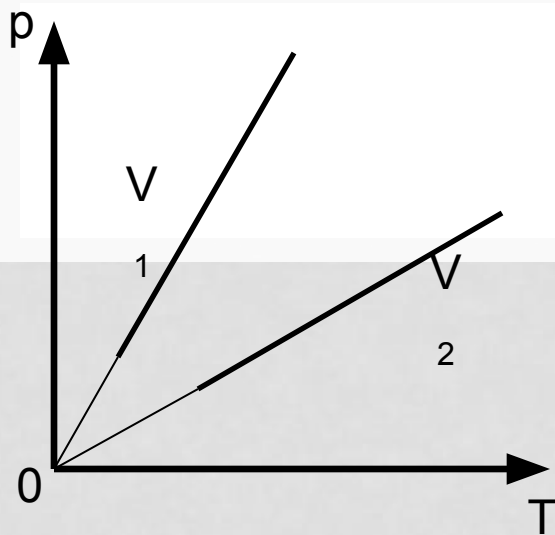
Закон Шарля: для газа данной массы отношение давления к температуре постоянно, если объем не меняется

Соотношение было открыто в 1787 г. Жаком Шарлем

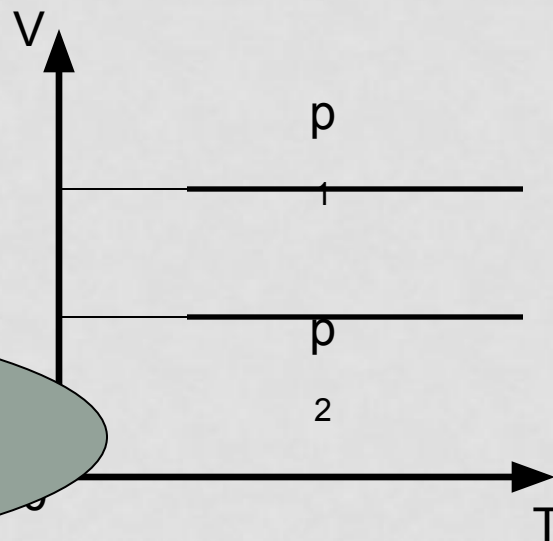
Глубоководные рыбы при подъеме на поверхность погибают от разрыва внутренних органов, т.к. внешнее давление уменьшается, внутреннее давление остается прежним



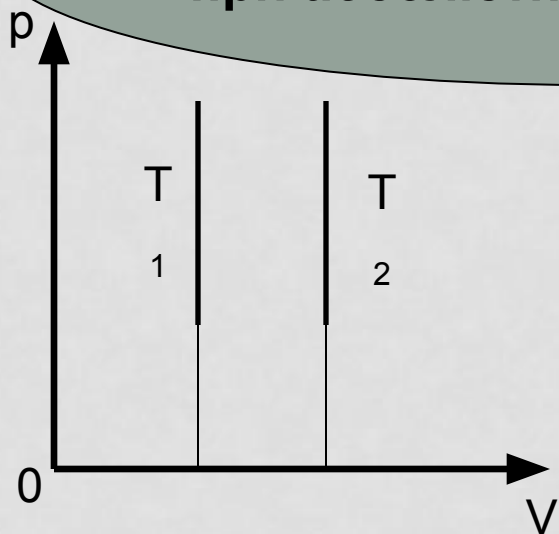
Изохора



$$V_1 < V_2$$



Давление идеального газа при абсолютном нуле равно 0



$$T_1 < T_2$$

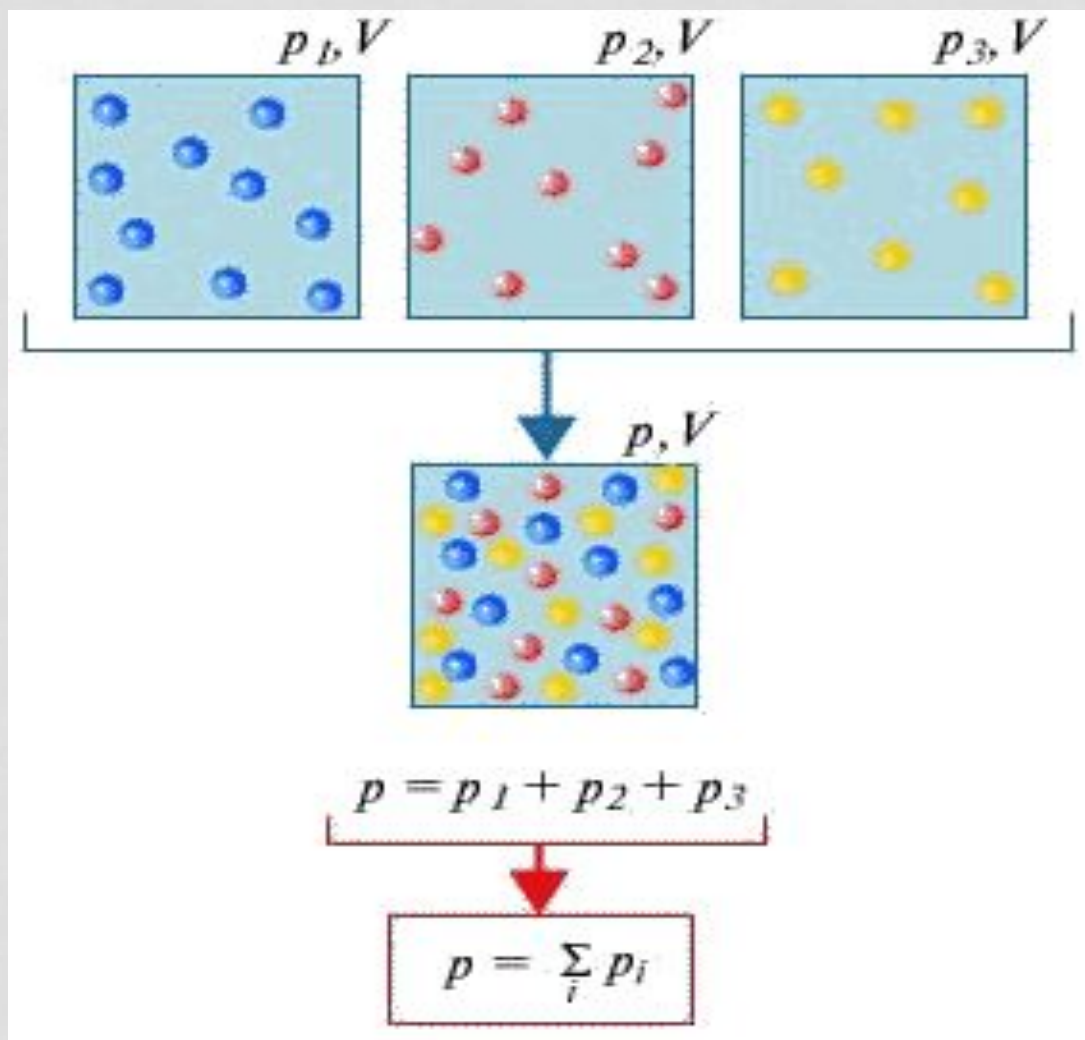
$$p_1 < p_2$$

ЗАКОН ДАЛЬТОНА

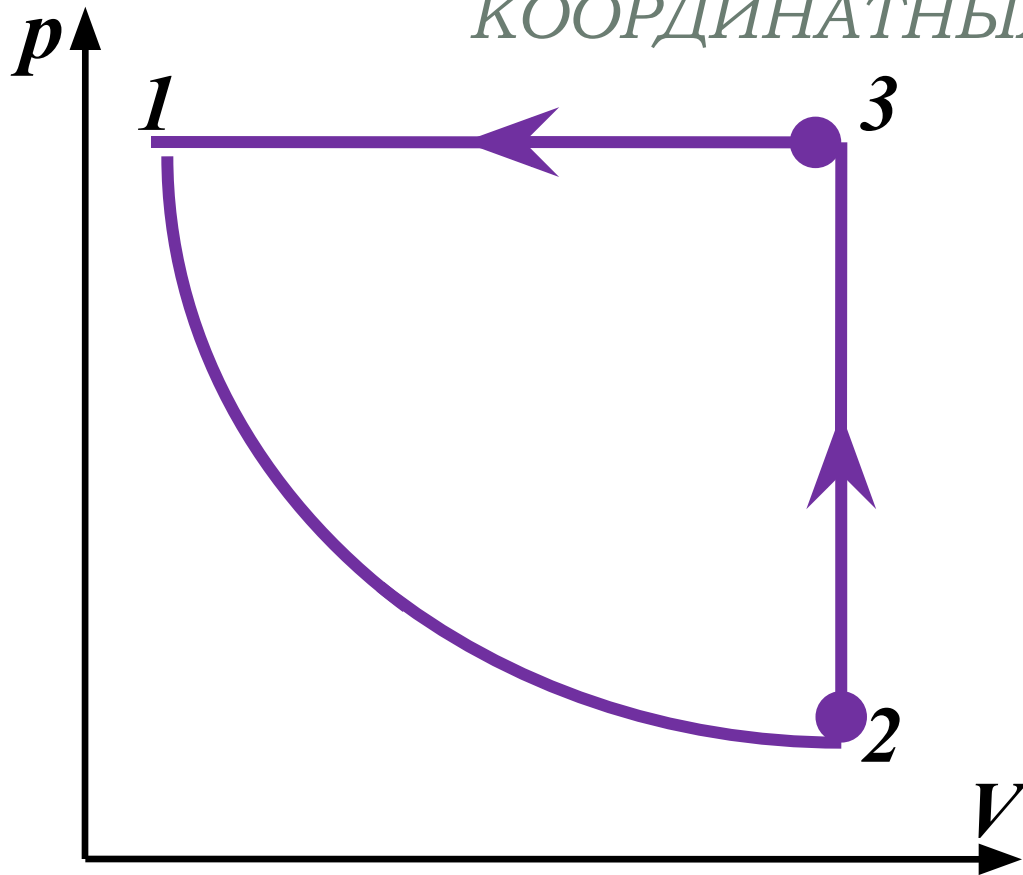
Если идеальный газ является смесью нескольких газов, давление смеси идеальных газов равно сумме парциальных давлений входящих в нее газов.

Парциальное давление - это такое давление, которое производил бы газ, если бы он один занимал весь объем, равный объему смеси.

ИЛЛЮСТРАЦИЯ К ЗАКОНУ ДАЛЬТОНА



ПОСТРОИТЬ ЗАМКНУТЫЙ ЦИКЛ В
КООРДИНАТНЫХ ОСЯХ pT , Tv





АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ

- 1. Определите процесс, соответствующий данному участку графика, по виду этого участка (изотерма, изобара, изохора).*
- 2. Запишите формулу закона.*
- 3. Назовите процесс (например, изотермическое сжатие, изохорное охлаждение, изобарное расширение и т. д.).*
- 4. Укажите, какой закон выполним на данном участке графика.*
- 5. Постройте указанный цикл в других координатных осях. (Помните, если на исходном графике изменения состояния идеального газа цикл был замкнут, то при построении его в других координатных осях должен тоже получиться замкнутый цикл.)*

ПОСТРОИТЬ ЗАМКНУТЫЙ ЦИКЛ В
КООРДИНАТНЫХ ОСЯХ pT , $V T$

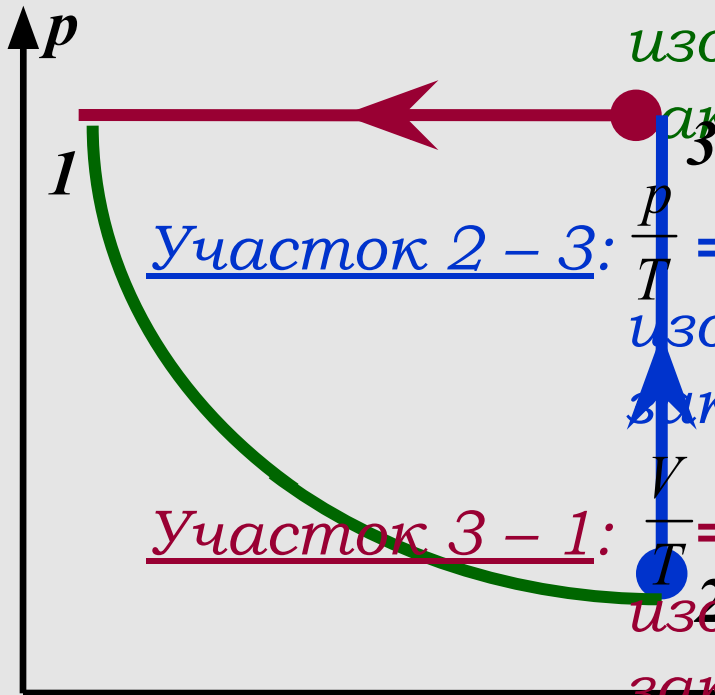
Участок 1 – 2: $pV = \text{const}$, $T = \text{const}$, $p \downarrow$, $V \uparrow$ –
изотермическое расширение,

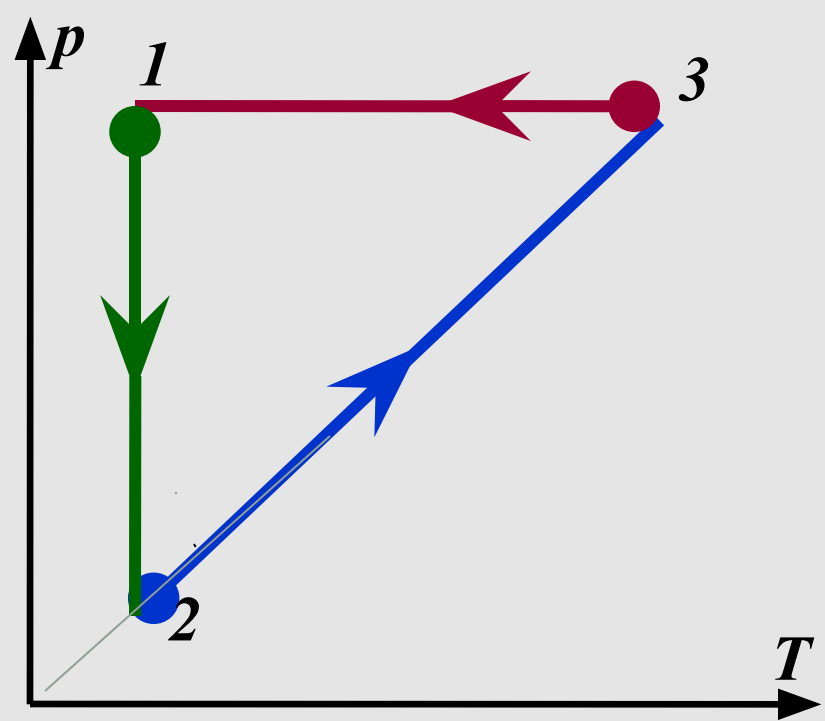
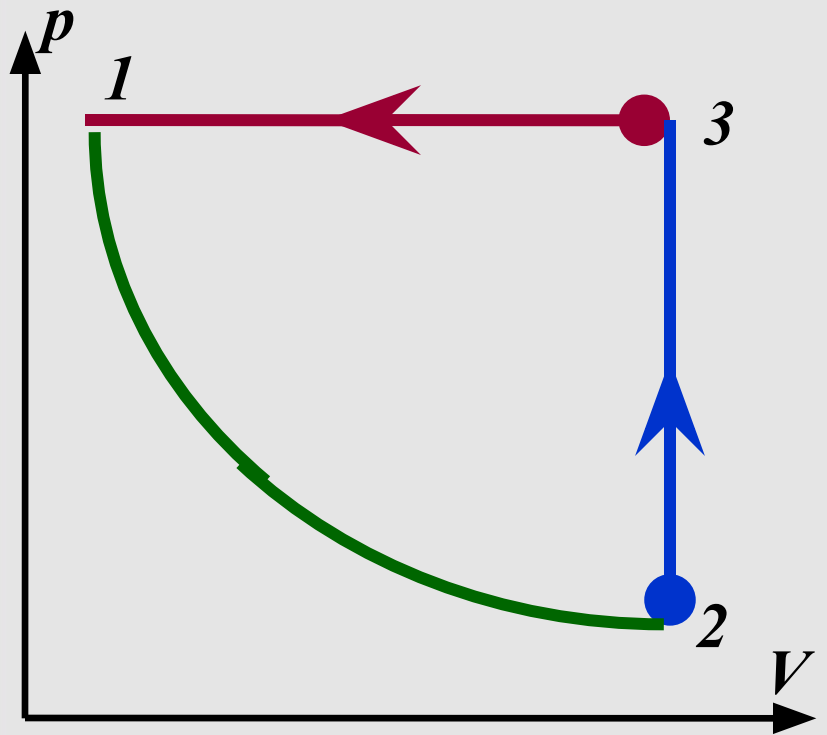
закон Бойля-Мариотта

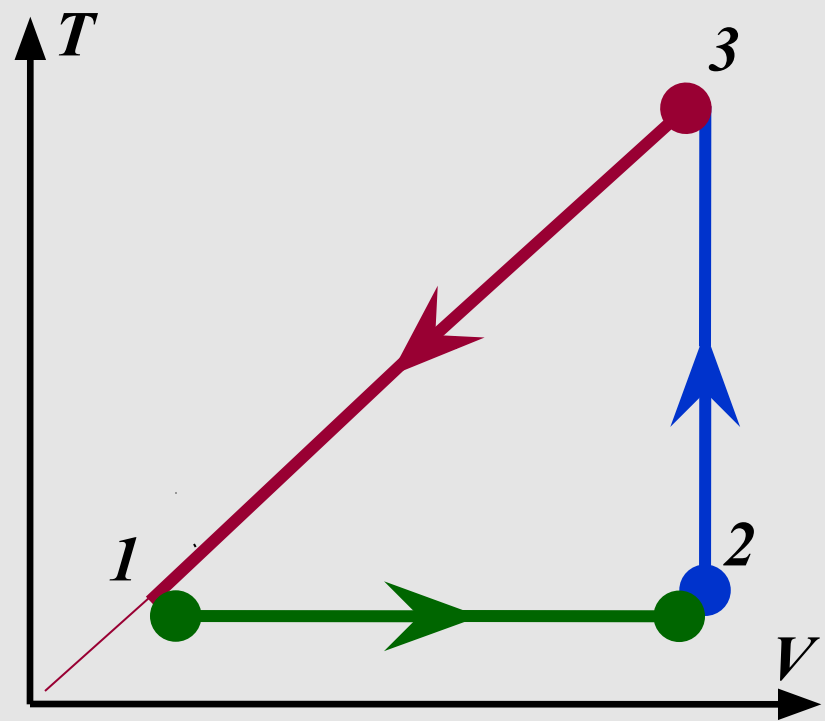
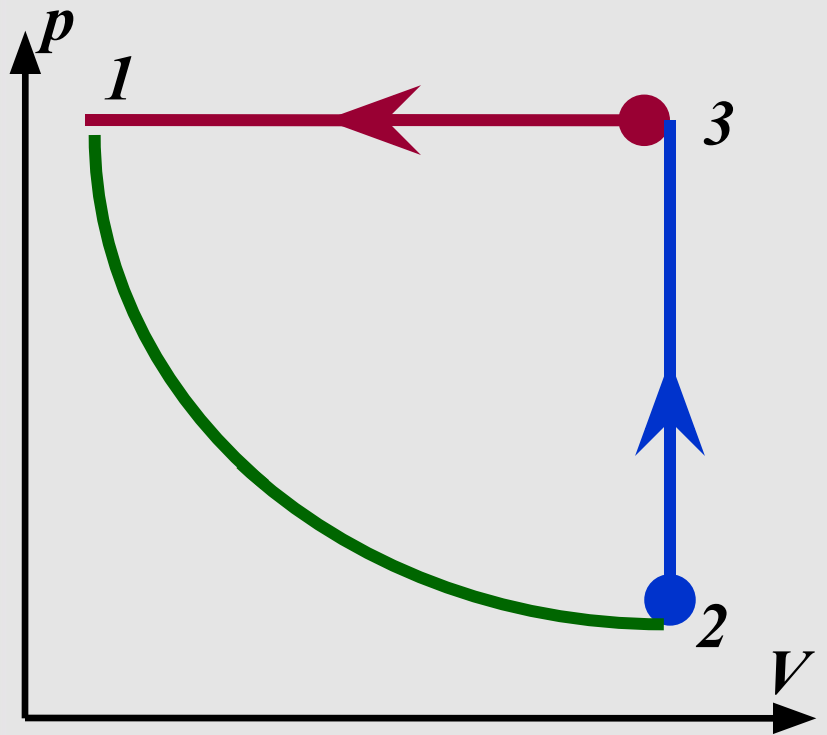
Участок 2 – 3: $\frac{p}{T} = \text{const}$, $V = \text{const}$, $p \uparrow$, $T \uparrow$ –
изохорное нагревание,

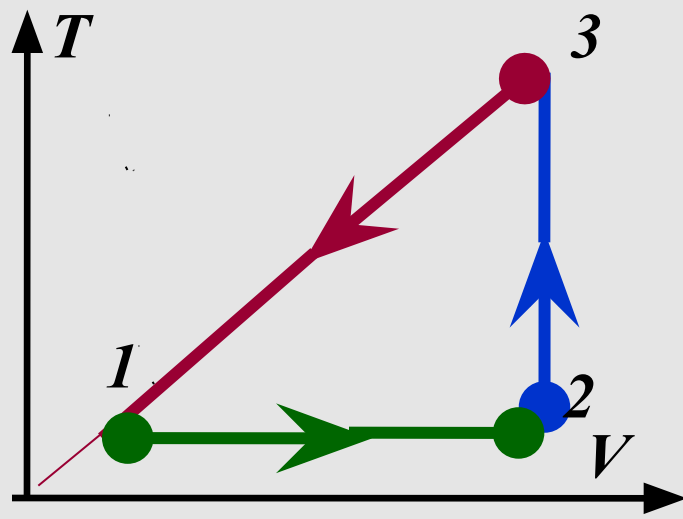
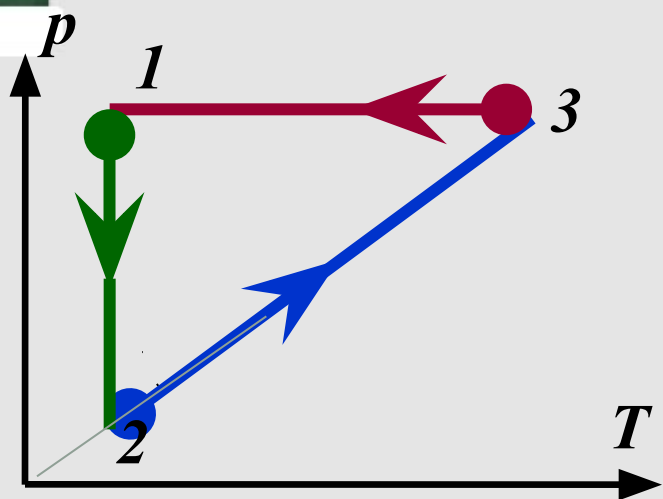
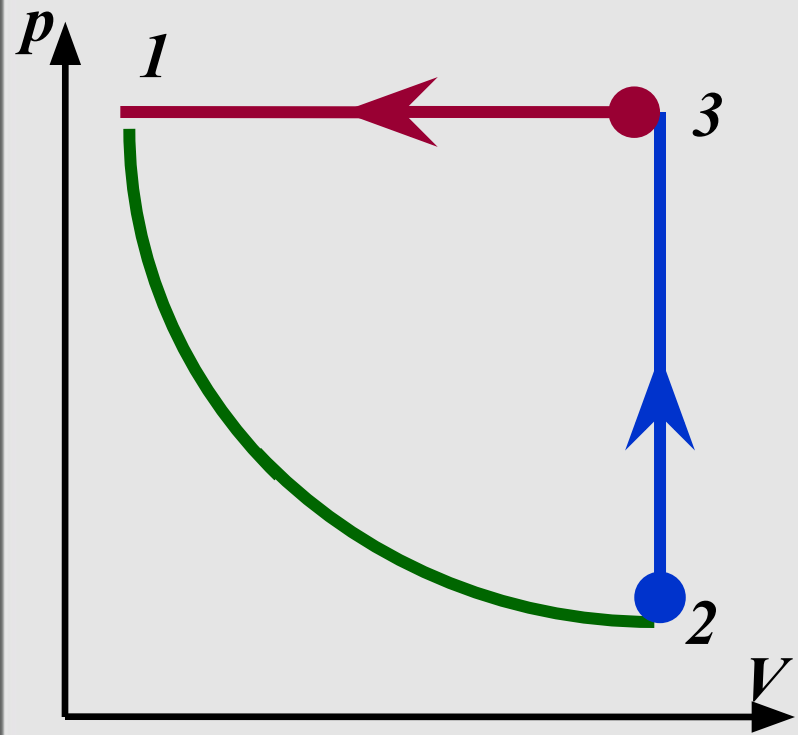
закон Шарля

Участок 3 – 1: $\frac{p}{T} = \text{const}$, $p = \text{const}$, $p \uparrow$, $V \downarrow$ –
изобарное охлаждение (сжатие),
закон Гей-Люссака









Построить замкнутый цикл в координатных осях pT , $V T$

