

Тема занятия: **Изопроцессы в газах. Газовые законы.**

Состояние газа характеризуется тремя термодинамическими параметрами:

P (Па) – давление;

V (м³) – объём;

T (К) – термодинамическая температура.

При изменении одного из параметров газа, меняются все оставшиеся параметры. Свидетельством тому является уравнение Клапейрона:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Где, напоминая, P_1, V_1, T_1 – параметры 1 – го состояния;

P_2, V_2, T_2 – параметры 2 – го состояния

Однако существуют частные случаи изменения состояния газа.

Процесс перехода газа из одного состояния в другое при постоянной массе и неизменном одном из термодинамических параметров (p, V, T) называется *изопроцессом*.

Следовательно, два других параметра изменяются.

Математическая зависимость двух параметров газа при неизменном третьем называется *газовым законом*.

1 *Изотермический процесс* – процесс, протекающий при постоянной температуре ($T = \text{const}$).

Следовательно, меняются давление и объём газа. Математическая зависимость давления газа от его объема выражается *законом Бойля-Мариотта*.

Формулировка *закона Бойля-Мариотта*: При постоянной температуре и неизменной массе газа произведение давления газа на его объем есть величина постоянная.

$$P \cdot V = \text{const};$$

Таким образом, при изотермическом процессе давление обратно пропорционально объему газа.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Данный закон можно изобразить графически, график закона называется *изотерма*.

Рассмотрим три изотермы в различных системах координат.

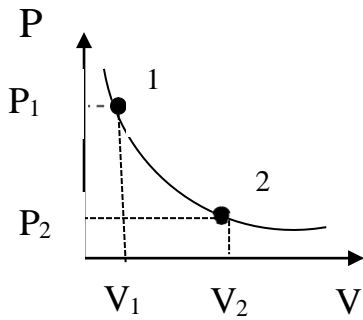


Рис. а

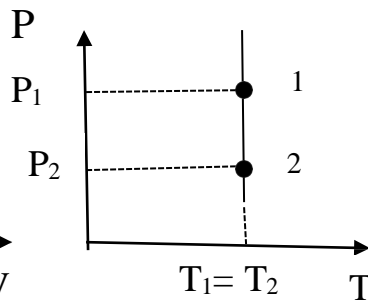


Рис. б

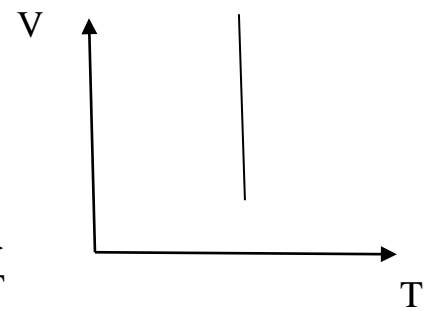


Рис.в

На рис. а изображена изотерма в основной системе координат $P(V)$. Здесь газ переходит из состояния 1 в состояние 2. При этом увеличивается его объем $V_2 > V_1$, но $P_2 < P_1$.

В этом случае говорят, что происходит изотермическое расширение с увеличением давления.

На рис. б и в изображены изотермы в дополнительных системах координат $P(T)$ и $V(T)$. Из этих графиков можно сделать вывод о том, что температура газа при изотермическом процессе не зависит ни от давления, ни от объема.

2.Изобарный процесс – процесс, протекающий при постоянном давлении ($P = \text{const}$).

Следовательно, меняются объем и температура газа. Математическая зависимость объема газа от его температуры выражается *законом Гей-Люссака*

Формулировка закона Гей-Люссака: *При постоянном давлении и неизменной массе газа объем газа пропорционален температуре.*

Таким образом,

$$V \sim T;$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Данный закон можно изобразить графически, график закона называется *изобара*.

Рассмотрим три изобары в различных системах координат.

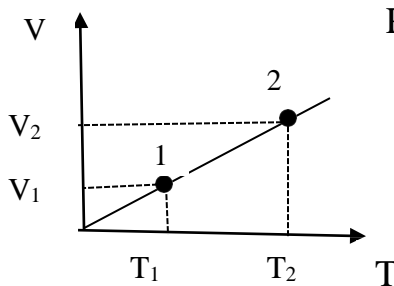


Рис.а

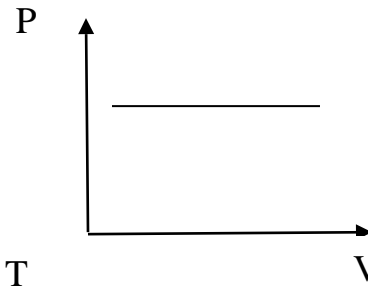


Рис. б

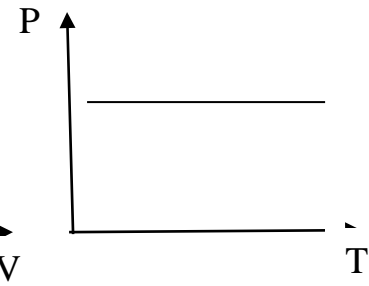


Рис. в

На рис. а изображена изобара в основной системе координат $V(T)$. Здесь газ переходит из состояния 1 в состояние 2. При этом увеличивается его объем $V_2 > V_1$ и температура $T_2 > T_1$.

В этом случае говорят, что происходит изобарное расширение с увеличением температуры.

На рис. б и в изображены изобары в дополнительных системах координат $P(V)$ и $P(T)$. Из этих графиков можно сделать вывод о том, что давление газа при изобарном процессе не зависит ни от температуры, ни от объема.

3 *Изохорный процесс* – процесс, протекающий при постоянном объеме ($V = \text{const}$).

Следовательно, меняются давление и температура газа. Математическая зависимость давления газа от его температуры выражается *законом Шарля*.

Формулировка закона Шарля: *При постоянном объеме и неизменной массе газа давление газа пропорционально температуре.*

$$P \sim T;$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Таким образом

Данный закон можно изобразить графически, график закона называется *изохора*.

Рассмотрим три изохоры в различных системах координат.

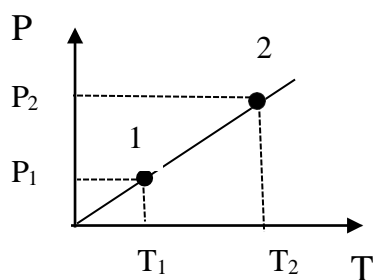


Рис.а

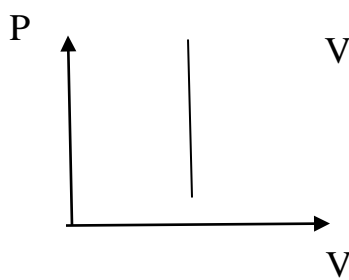


Рис. б

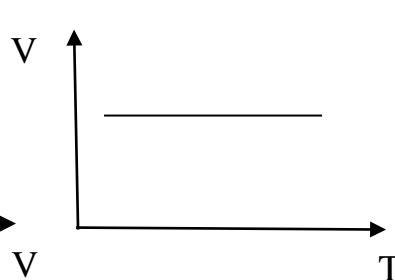


Рис. в

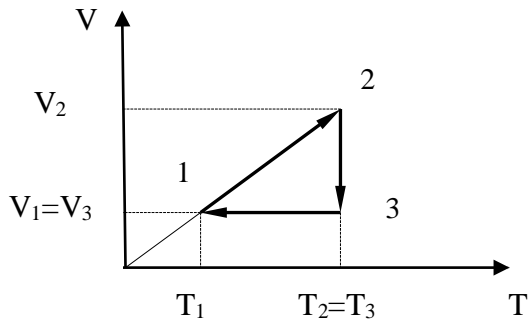
На рис. а изображена изохора в основной системе координат $P(T)$. Здесь газ переходит из состояния 1 в состояние 2. При этом увеличивается его давление $P_2 > P_1$ и температура $T_2 > T_1$.

В этом случае говорят, что происходит изохорное нагревание с увеличением давления.

На рис. б и в изображены изохоры в дополнительных системах координат $P(V)$ и $V(T)$. Из этих графиков можно сделать вывод о том, что объем газа при изохорном процессе не зависит ни от температуры, ни от давления.

Пример решения графической задачи.

Задан термодинамический цикл, состоящий из нескольких изопроцессов. Криволинейные участки циклов - изотермы. Охарактеризуйте каждый участок в отдельности и перечертите в недостающих системах координат.



Решение:

участок 1-2 – изобара ($P=const$) в основной системе координат $V-T$

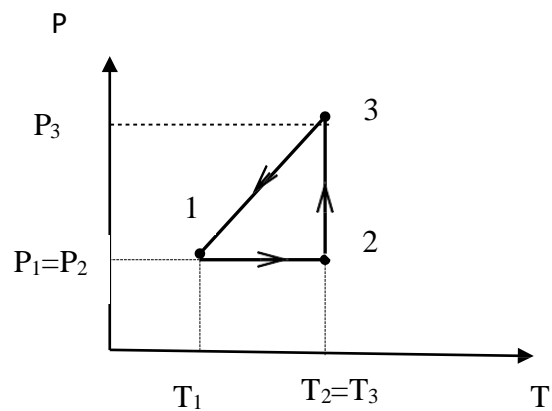
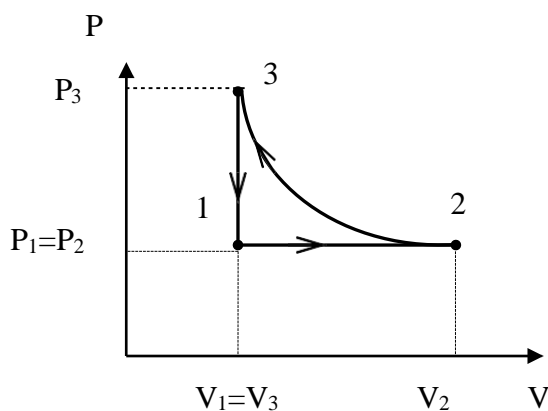
Из графика $V_2 > V_1$, $T_2 > T_1$. На участке 1-2 произошло изобарное расширение.

участок 2-3 – изотерма ($T=const$) т.к. $T_2 = T_3$

Из графика $V_2 > V_3$, по закону Бойля-Мариотта давление газа обратнопропорционально объему, следовательно, $P_2 < P_3$. На участке 1-2 произошло изотермическое сжатие.

участок 3-1 – изохора ($V=const$) т.к. $V_3 = V_1$

Из графика $T_3 > T_1$, по закону Шарля давление газа пропорционально изохорное охлаждение.



Задача для самостоятельного решения.

Задан термодинамический цикл, состоящий из нескольких изопроцессов. Криволинейные участки циклов - изотермы. Охарактеризуйте каждый участок в отдельности и перерисуйте в недостающих системах координат.

