1 Политропа

Процесс с постоянной теплоемкостью называется политропным. Уравнение политропного процесса(политропы):

$$PV^n = const,$$

где n — показатель политропы.

$$n = \frac{C - C_P}{C - C_V},$$

где C_V и C_P — теплоемкости газа при постоянном объеме и давлении соответственно. Зная уравнение процесса, мы можем попробовать подобрать n. Если n существует, то процесс политропный, если нет — то теплоемкость во время процесса меняется. Рассмотрим два процесса:

1. Процесс $P = \alpha\sqrt{V}$ проводят над молем аргона. Подставим в уравнение политропы:

$$\alpha V^{n+\frac{1}{2}} = const.$$

Методом пристального взгляда замечаем, что при $n = -\frac{1}{2}$ левая часть уравнения будет константой. Теперь найдем теплоемкость данного процесса:

$$-\frac{1}{2} = \frac{C - \frac{5}{2}}{C - \frac{3}{2}};$$

$$C = \frac{7}{2}.$$

2. Процесс $P = \alpha V + \beta$, $\alpha \neq 0$, $\beta \neq 0$. Проделываем те же самые операции

$$\alpha V^{n+1} + \beta V^n = const.$$

Но тут нас ждет неожиданный поворот событий, ни при каких n левая часть уравнения не будет постоянна. Значит такой процесс не политропа.

2 Работа газа

Температуру одного моля гелия увеличивают с T до $2T$. Какую работу совершает газ, если процесс политропный с теплоемкостью $2R$. Постройте график этого процесса в PV — координатах.

3 Максимальный КПД

Одноатомный идеальный газ в количестве $\nu = 1$ моль участвует в прямом циклическом процессе, составленном из двух изобар и двух изохор. Найдите максимально возможный КПД цикла, если суммарная работа газа за цикл равна A, а минимальная температура равна $A/\nu R$.

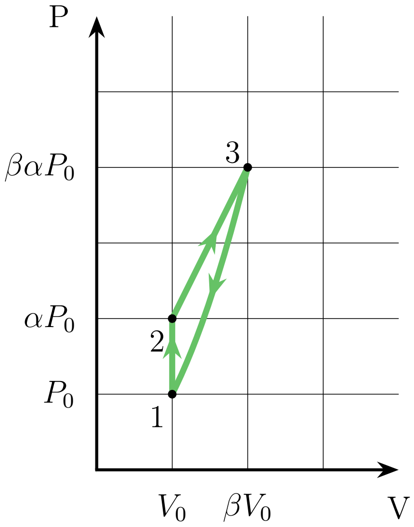
4 Решение параболы

Зная уравнения процессов, найдем теплоемкости процессов(метод был описан выше) $2-3$ и $3-1$:

$$C_{23} = 2R,$$

$$C_{31} = \frac{11}{6}R.$$

Введем координаты, как показано на рисунке ниже.



Для процесса $3-1$:

$$\frac{P}{V^2} = const.$$

Подставив координаты точек 1 и 3, находим $\beta = \alpha$. Тогда соотношения температур:

$$T_3 : T_2 : T_1 = \alpha^3 : \alpha : 1.$$

Найдем зависимость КПД цикла от α:

$$\eta = \frac{Q^+ - Q^-}{Q^+};$$

$$\eta = \frac{\frac{3}{2}R(\alpha T - T) + 2R(\alpha^3 T - \alpha T) - \frac{11}{6}R(\alpha^3 T - T)}{\frac{3}{2}R(\alpha T - T) + 2R(\alpha^3 T - \alpha T)};$$

$$\eta = \frac{1}{12}\left[1 - \frac{7}{2\alpha^2 + 2\alpha + 3}\right].$$

Так как $\alpha \in (1; \infty)$, КПД в зависимости от α может принимать значения

$$0 < \eta < \frac{1}{12}.$$