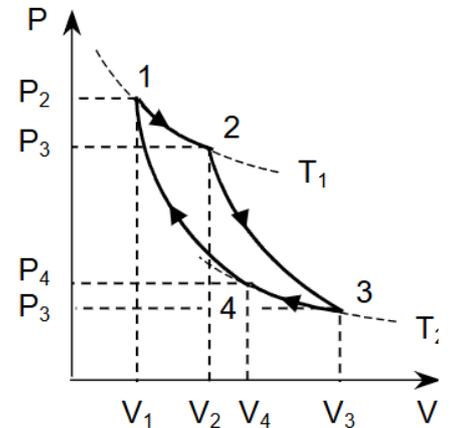


## Второе начало термодинамики. Энтродия

### Практическое занятие

1 Тепловая машина работает по некоторому обратимому прямому циклу, КПД которого  $\eta = 25\%$ . Каков будет холодильный коэффициент этой машины, если она будет совершать тот же цикл в обратном направлении?

2  $m = 1$  кг воздуха совершает цикл Карно в диапазоне температур  $t_1 = 327^\circ\text{C}$  и  $t_2 = 27^\circ\text{C}$ , причем максимальное давление в цикле  $p_1 = 26 \cdot 10^5$  Па, а минимальное  $p_2 = 10^5$  Па. Определить объёмы газа для характерных точек цикла и недостающие значения давления. Молярная масса воздуха  $M = 29 \cdot 10^{-3}$  кг/моль

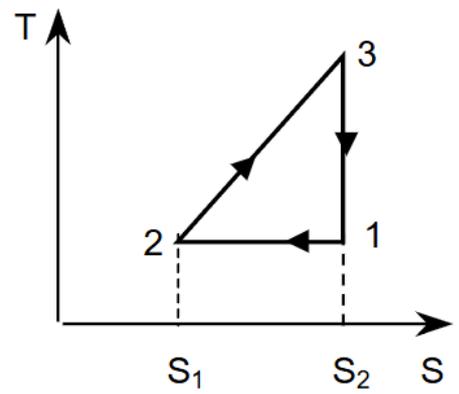


3 Тепловая машина работает по циклу Карно. Температура нагревателя  $t_1 = 400^\circ\text{C}$ , холодильника  $t_2 = 20^\circ\text{C}$ . Рабочим телом служат  $m = 2$  кг воздуха. Давление в конце изотермического расширения  $p_2$  равно давлению  $p_4$  в начале адиабатического сжатия. Время выполнения цикла  $\tau = 1$  с. Построить цикл Карно в координатах  $(S - T)$  энтропия–температура и найти мощность двигателя, работающего по этому циклу. Молярная масса воздуха  $M = 0,029$  кг/моль

4 Тепловой двигатель работает по циклу, состоящему из изотермического, изобарического и адиабатического процессов. В изобарическом процессе рабочее тело – идеальный газ – нагревается от температуры  $T_1 = 200$  К до температуры  $T_2 = 500$  К. Определить коэффициент полезного действия данного теплового двигателя и двигателя, работающего по циклу Карно, происходящему между максимальной и минимальной температурами данного цикла

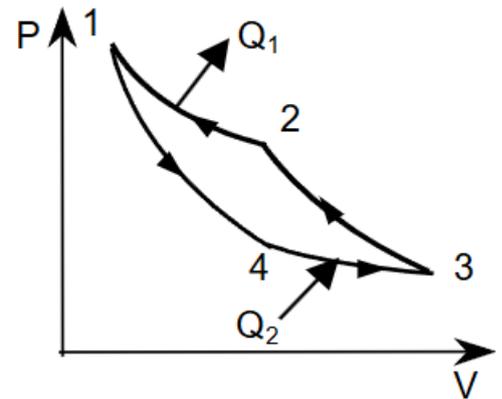
5 Кислород массой  $m = 0,4$  кг нагревают при постоянном давлении от температуры  $t_1 = 17^\circ\text{C}$  до температуры  $t_2 = 97^\circ\text{C}$ . Найти изменение энтропии газа. Молярная масса кислорода  $M = 0,032$  кг/моль

6 Идеальный газ совершает цикл 1-2-3-1, в пределах которого абсолютная температура изменяется в  $n$  раз, а сам цикл имеет вид, показанный на рис., где  $T$  – температура,  $S$  – энтропия. Найти КПД цикла



## Домашнее задание

- 1 Холодильная машина работает по обратному циклу Карно 1-4-3-2-1 в диапазоне температур  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  и  $t_2 = -3^\circ\text{C}$ . Рабочее тело – азот массой  $m = 2$  кг. Найти количество теплоты  $Q_2$ , отбираемое у охлаждаемого тела, и работу внешних сил за цикл, если отношение максимального объема к минимальному  $n = 5$ . Молярная масса азота  $M = 28 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.



- 2 Найти КПД цикла, состоящего из двух изохор и двух адиабат, если в пределах цикла объем идеального газа изменяется в  $n = 10$  раз. Рабочим веществом является азот.
- 3 Во сколько раз следует изотермически увеличить объем идеального газа в количестве  $\nu = 5$  моль, чтобы приращение его энтропии составило  $S = 45,65$  Дж/К?
- 4 Теплоизолированный сосуд разделен на две равные части перегородкой, в которой имеется закрывающееся отверстие. В одной части сосуда находится водород массой  $m = 10$  г. Другая часть сосуда откачана до глубокого вакуума. Отверстие в перегородке открывают, и газ заполняет весь объем. Считая газ идеальным, найти приращение его энтропии. Молярная масса водорода  $M = 2 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

## Задачи для контрольной

- 1 Газ, совершающий цикл Карно  $2/3$  теплоты  $Q_1$ , полученной от нагревателя, отдает холодильнику. Температура холодильника  $T_2 = 280$  К. Определить температуру нагревателя.
- 2 Один киломоль кислорода совершает цикл Карно в диапазоне температур от  $T_1 = 627$  °С до  $T_2 = 327$  °С. Отношение максимального давления к минимальному для этого цикла составляет  $P_{max}/P_{min} = 60$ . Вычислить: а) КПД этого цикла  $\eta$ ; б) количество теплоты  $Q_1$ , полученное от нагревателя за цикл; в) количество тепла  $Q_2$ , отданное холодильнику за цикл; г) работу  $A$ , совершаемую газом за цикл.
- 3 Идеальный трехатомный газ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар, причем максимальное давление газа в  $n = 2$  раза больше минимального, а максимальный объем в  $k = 4$  раза больше минимального. Найти КПД цикла.
- 4 Идеальный газ с показателем адиабаты  $\gamma$  совершает прямой цикл, состоящий из адиабаты, изобары и изохоры. Построить график процесса и найти КПД цикла, если в адиабатическом процессе объем газа уменьшился в  $n$  раз.
- 5 Идеальный газ с показателем адиабаты  $\gamma$  совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Найти КПД цикла, если температура газа возрастает в  $n$  раз, как при изохорном нагреве, так и при изобарном расширении.
- 6 Во сколько раз следует изотермически увеличить объем идеального газа в количестве  $\nu = 4$  моля, чтобы его энтропия увеличилась на  $\Delta S = 23$  Дж/К?