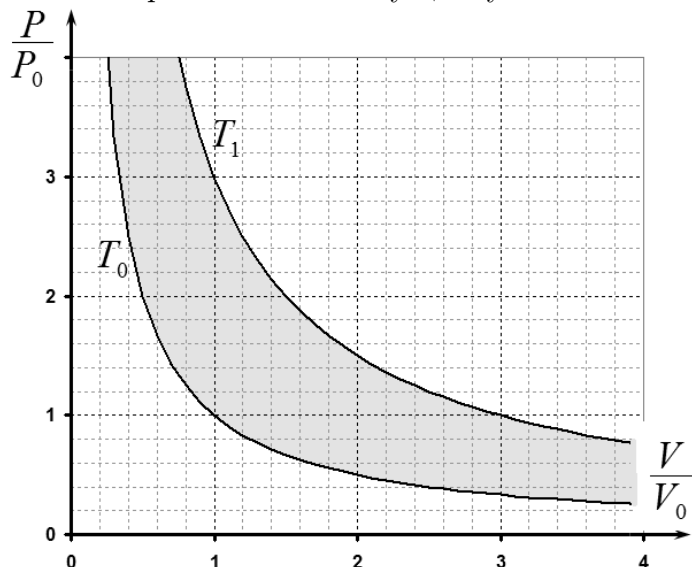


Условие

Задача 11-1 Почему цикл Карно лучше других?

Все знают, что цикл Карно лучше всех других циклов! Но ни один реальный тепловой двигатель не работает по этому циклу. Так в чем же преимущество этого цикла?



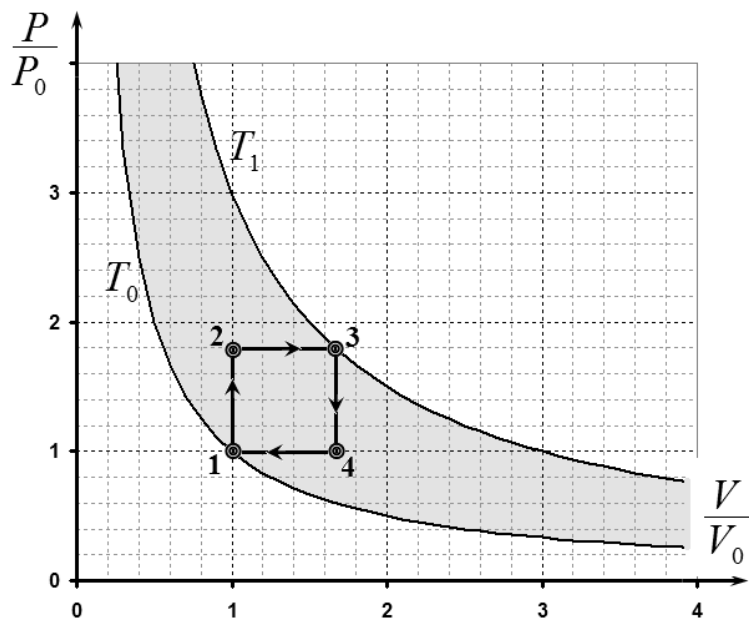
В данной задаче Вам предстоит рассмотреть несколько циклов, рабочим телом которых является один моль одноатомного идеального газа. Все циклы лежат в одном и том же температурном интервале от минимальной температуры T_0 до максимальной T_1 . Иными словами, на диаграмме (P, V) располагаются внутри полосы между двумя изотермами. Обратите внимание, что по осям координат отложены относительные величины $\left(\frac{P}{P_0}, \frac{V}{V_0}\right)$, где (P_0, V_0) - параметры газа в некотором состоянии. Все процессы следует считать равновесными. Вам предстоит рассчитать КПД всех циклов и проанализировать их зависимость от отношения температур $\beta = \frac{T_1}{T_0}$. Поверьте, КПД этих зависит только от этого параметра.

Подсказка. Уравнение адиабаты идеального газа имеет вид

$$PV^\gamma = \text{const},$$

где γ - показатель адиабаты, для одноатомного газа $\gamma = \frac{5}{3}$.

Для облегчения вашей работы (и работы жюри!) Вам выдается отдельный бланк с подписанными и оцифрованными осями, на котором Вы должны построить требуемые графики. Не забудьте вложить его в вашу тетрадь!



1. Квадратный цикл. На приведенной диаграмме цикл имеет вид квадрата. Начальное состояние газа (P_0, V_0) - точка 1. Цикл состоит из двух изобар и двух изохор. 1.1 Рассчитайте КПД этого цикла. Рассчитайте предельное значение КПД при $\beta \rightarrow \infty$. 1.2 Постройте график зависимости КПД этого цикла от отношения минимальной к максимальной температуре² $\frac{T_0}{T_1} = \frac{1}{\beta}$. График построьте на отдельном бланке (диаграмма 1).

² Эта зависимость более удобна, так как β изменяется от единицы до бесконечности, а обратная величина β^{-1} от единицы до нуля.

2. Треугольный цикл.

На приведенной диаграмме цикл имеет вид прямоугольного треугольника. Начальное состояние газа (P_0, V_0) - точка 1. 2.1 Рассчитайте КПД этого цикла. Рассчитайте предельное значение КПД при $\beta \rightarrow \infty$. 2.2 Постройте график зависимости КПД этого цикла от отношения минимальной к максимальной температуре $\frac{T_0}{T_1} = \frac{1}{\beta}$.

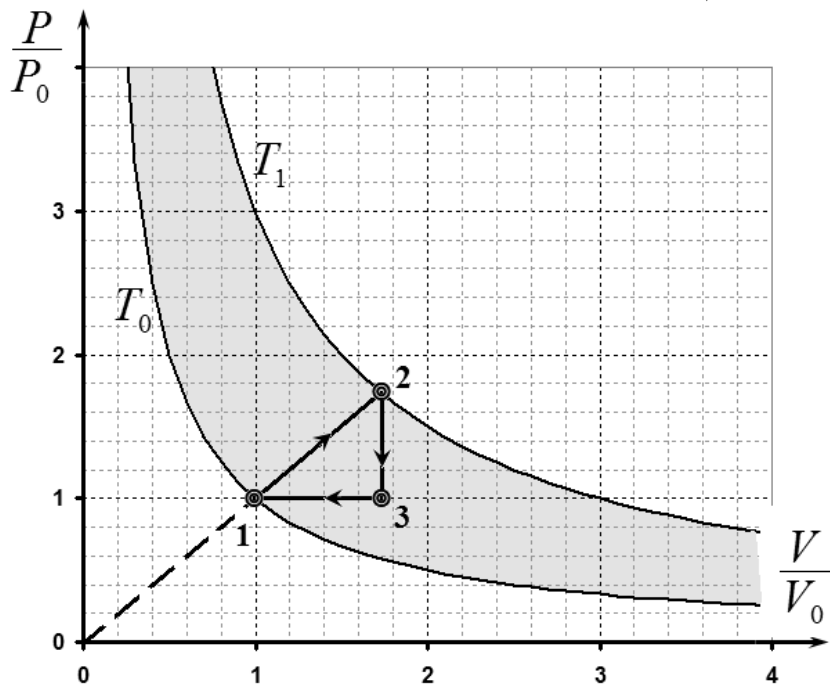


График постройте на отдельном бланке (диаграмма 1).

3. Криволинейно-треугольный цикл. Цикл состоит из изохоры 1-2, адиабаты 2-3, изобары 3-1. Начальное состояние газа (P_0, V_0) - точка 1. 3.1 Рассчитайте КПД этого цикла. Рассчитайте предельное значение КПД при $\beta \rightarrow \infty$. 3.2 Постройте график зависимости КПД этого цикла от отношения минимальной к максимальной температуре $\frac{T_0}{T_1} = \frac{1}{\beta}$.

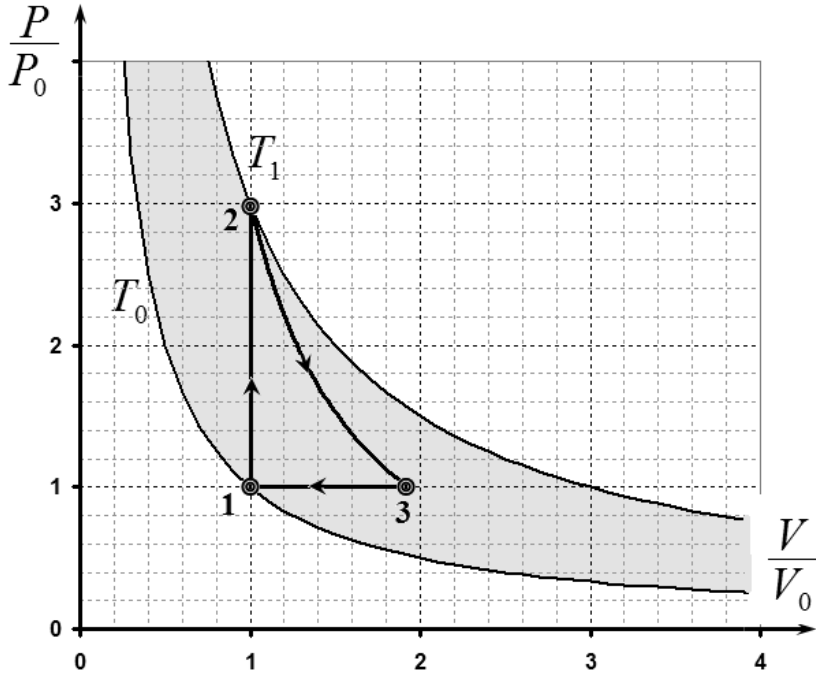


График постройте на отдельном бланке (диаграмма 1).

4. Цикл Карно. 4.1 Постройте цикл Карно (не схематически, а точно), если заданы две точки этого цикла 1 и 3, лежащие на изотермах. 4.2 Постройте график зависимости КПД этого цикла от отношения минимальной к максимальной температуре $\frac{T_0}{T_1} = \frac{1}{\beta}$.

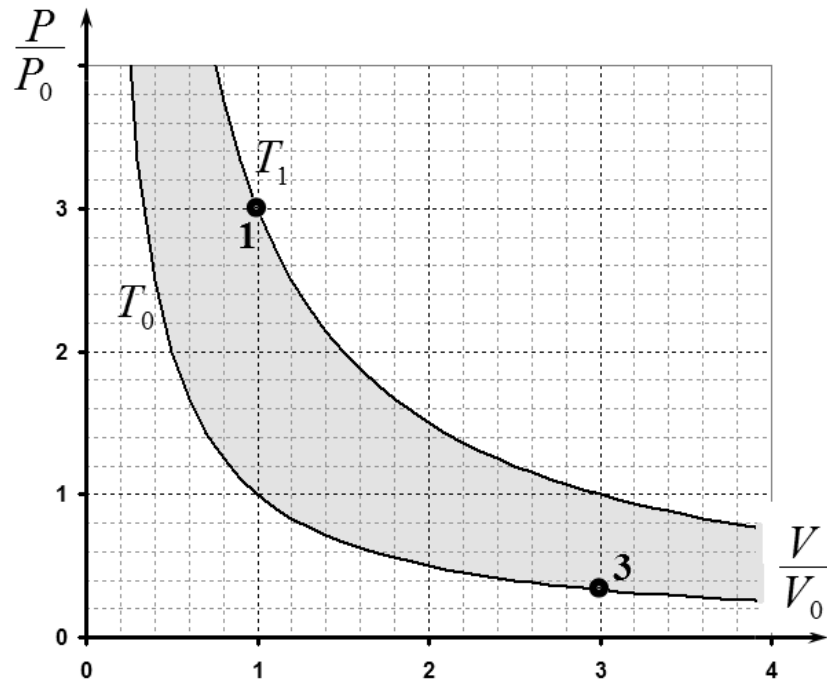
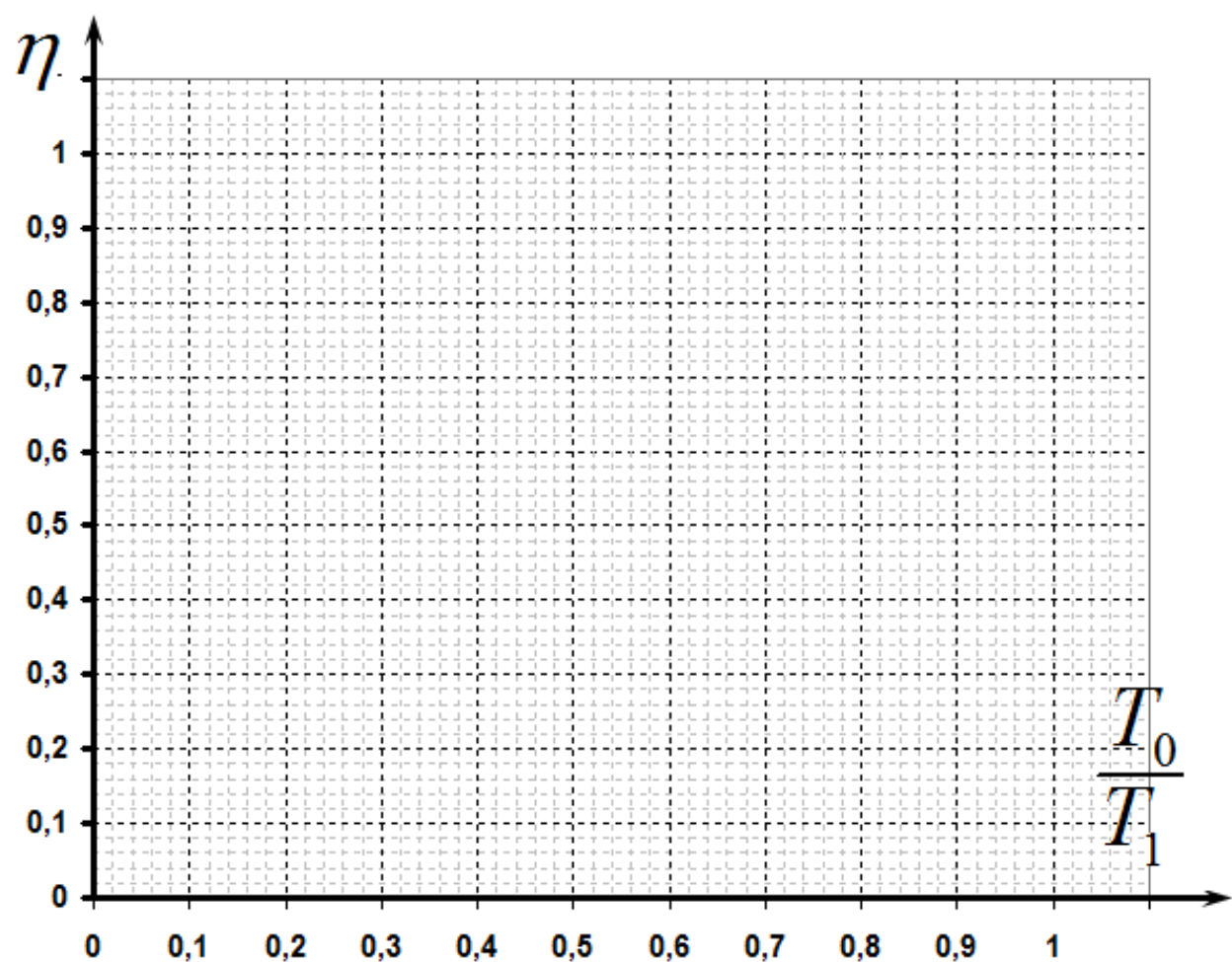


График постройте на отдельном бланке (диаграмма 2).

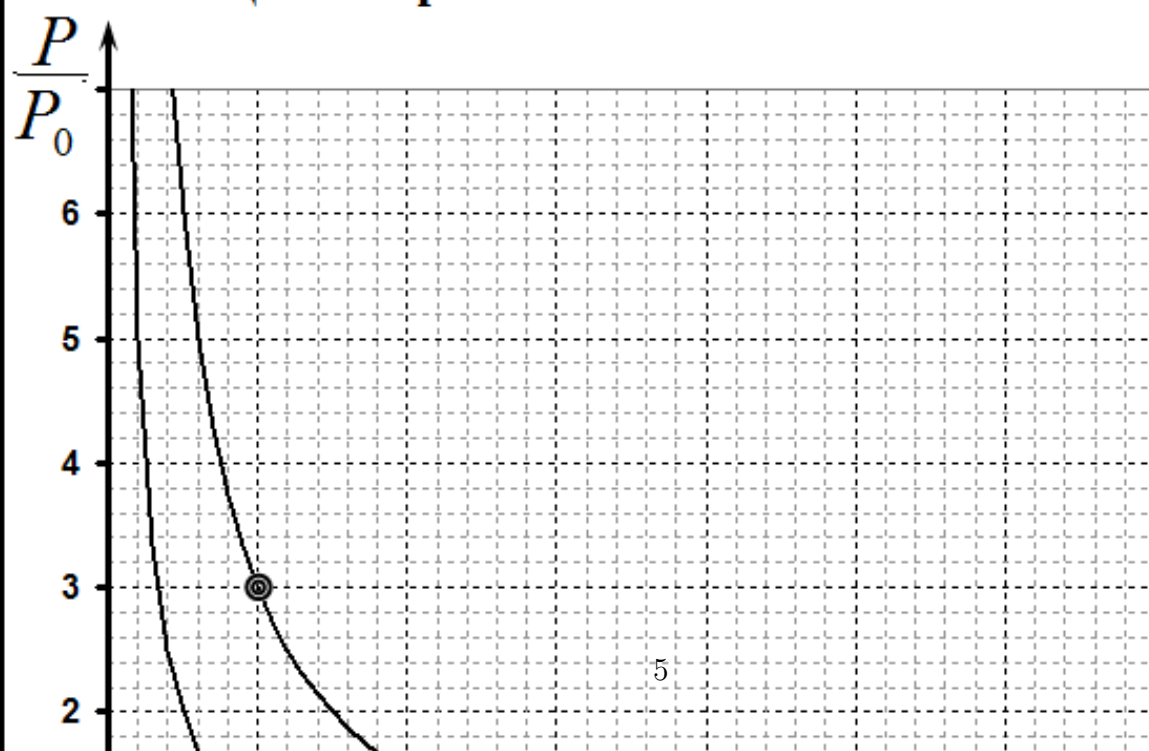
5. Заключение. Четко и кратко сформулируйте, в чем заключается преимущество цикла Карно.

Бланк задачи 11-1

Зависимости КПД от отношения температур



Цикл Карно



², β , Эта зависимость более удобна так как изменяется от единицы до бесконечности обратная $\beta-1$ величина от единицы до нуля.