1. Ни у какого вещества две адиабаты не могут пересекаться.

2. Ни у какого вещества адиабата и изотерма на могут пересекаться более чем в одной точке.

3. Ни у какого вещества две политропы не могут пересекаться более чем в одной точке.

4. Покажите, что КПД цикла, составленного из политроп, не зависит от вещества, с которым его проводят. (Частным случаем политроп являются изотермы и адиабаты.)

5. Как изменяется площадь картинки при перерисовывании её из PV в TS.

6. Докажите, что если максимальная и минимальная температуры в цикле равны соответственно T_{max} и T_{min}, то КПД этого цикла не превышает $\frac{T_{max}-T_{min}}{T_{max}}$. Поясните различие этого утверждения с теоремой Карно.

7. Произвольная термодинамическая система квазистатически переходит из равновесного состояния 1 в равновесное состояние 2 двумя способами. В первом варианте система адиабатически охлаждается до температуры T_0, затем изотермически получает тепло и, наконец, адиабатически переходит в состояние 2. Во втором варианте переход осуществляется по произвольному пути, однако так, что на каждом участке этого пути система получает тепло, а ее температура остается выше T_0. Показать, что в первом способе для перевода системы из состояния 1 в состояние 2 требуются меньшие затраты тепла, чем во втором.

8. Коэффициент объемного расширения α, изотермическая сжимаемость β и температурный коэффициент давления λ определяются следующим образом:
$$\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \qquad \beta = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \qquad \lambda = \frac{1}{P}\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$$
Покажите, что у любого вещества они связаны соотношением: $\alpha = P\beta\lambda$.
Вычислите эти величины для идеального газа.

9. Коэффициент объемного расширения ртути при 0°C и атмосферном давлении равен $1{,}8 \cdot 10^{-4}$ °C^{-1}. Сжимаемость $3{,}9 \cdot 10^{-6}$ атм$^{-1}$. На сколько надо увеличить внешнее давление, чтобы сохранить постоянным объем ртути при нагревании ее от 0 до 10°C?

10. Внешнее давление, действующее на воду, увеличивают, одновременно подводя или отводя тепло таким образом, что объем воды остается неизменным. Нагреется или охладится вода, если начальная температура была: 1) ниже 4°C; 2) выше 4°C?

11. Найдите энтропию идеального газа.

12. Докажите, что для любого вещества выполнено соотношение:
$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P$$
Проверьте его справедливость для идеального газа.

13. Докажите соотношение
$$c_p - c_v = -T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P^2\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$$
из которого с учётом неравенства $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T \leqslant 0$ следует, что у любого вещества $c_p \geqslant c_v$.

14. Газ Ван-дер-Ваальса подчиняется уравнению состояния (для одного моля)
$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$
Предполагая, что c_v — известная постоянная величина, найдите внутреннюю энергию газа Ван-дер-Ваальса.

15. Цикл состоит из двух изохор и двух изобар. Показать, что для любого вещества с постоянными теплоемкостями c_v и c_p температуры в вершинах прямоугольника связаны соотношением $T_1T_3 = T_2T_4$.

16. Определить работу, совершаемую произвольным веществом в цикле, состоящем из изотермического расширения 1–2, политропы 2–3 и адиабаты 3–1. Известно, что теплоемкость тела на политропе 2–3 равна c, а температуры на изотерме 1–2 и в состоянии 3 равны соответственно T_1 и T_3.

17. Обратимый цикл состоит из изотермического расширения, изобарического сжатия и адиабатического сжатия. Определить КПД, если отношение максимальной и минимальной температур равно α. Уравнение состояния рабочего вещества не задано, но известно, что внутренняя энергия зависит только от температуры. Теплоемкости c_v и c_p — постоянные величины.

18. Термодинамическая система с произвольным веществом совершает круговой процесс, состоящий из изотермического расширения при температуре T_1, изобарического сжатия и адиабатического сжатия. Температура в точке, где пересекаются изобара и адиабата, равна T_2. Теплоемкость системы c_p на изобаре постоянна. Вычислить работу A, совершаемую системой в этом цикле.

19. Обратимый цикл тепловой машины с произвольным рабочим веществом состоит из политропического нагревания, политропического охлаждения (оба процесса происходят с увеличением энтропии) и замыкается изотермой. Определить КПД цикла, если отношение максимальной и минимальной абсолютных температур в цикле равно $\alpha = 1{,}2$.

20. Обратимый цикл состоит из процесса 1–2, в котором теплоемкость растет прямо пропорционально температуре от значения $c_1 = 20$ Дж/(К·моль) до $c_2 = 50$ Дж/(К·моль), адиабаты 2–3 и изотермы 3–1. Вычислить КПД этого цикла. Уравнение состояния рабочего вещества не задано.

21. Холодильная машина работает по обратимому циклу, состоящему из двух ветвей: процесса I, в котором энтропия уменьшается с ростом температуры как линейная функция квадрата абсолютной температуры и политропы II. Уравнение состояния рабочего вещества неизвестно. Определить количество тепла, отобранное из холодильной камеры при затраченной работе 1 кДж, если отношение максимальной и минимальной абсолютных температур рабочего вещества в цикле $\alpha = 1{,}2$.

22. Доказать, что если во всех точках изотермы температурный коэффициент расширения равен нулю, то такая изотерма совпадает с адиабатой.

23.* В цикле Карно в качестве холодильника выбрана вода при 4°С. Так как температурный коэффициент расширения при этой температуре равен нулю, то для осуществления цикла Карно не надо сообщать тепла холодильнику (см. предыдущую задачу), т.е. КПД цикла равен единице. В чем ошибочность этого рассуждения?