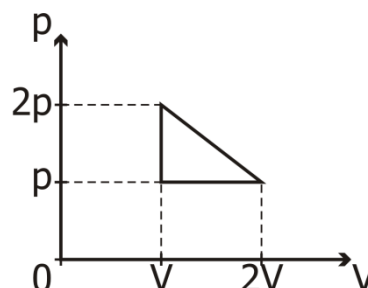
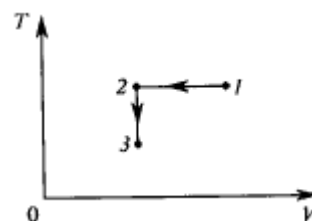


Домашнее задание №1.

Термодинамика.

Фото/сканы ваших решений соберите в один pdf-файл.
Загрузите его в Google Classroom до 20 мая

1. Найти скорость испарения с единицы поверхности воды в вакуум при температуре $20\text{ }^\circ\text{C}$. Давление насыщенных паров при этой температуре равно $17,5\text{ мм рт. ст.}$
2. У основания небоскреба высотой 1 км температура уличного воздуха $30\text{ }^\circ\text{C}$. Найдите температуру воздуха у шпиля небоскреба, считая атмосферу адиабатической. Адиабатической называется атмосфера, в которой порции газа, перемещаясь по вертикали без теплообмена, все время остаются в механическом равновесии.
3. В тропосфере, т.е. до высоты $H = 11,5\text{ км}$, температура воздуха убывает со скоростью $\alpha = 6,5\text{ К/км}$. Определить длину свободного пробега молекул на верхней границе тропосферы. Температура на уровне моря $T_0 = 288\text{ К}$, давление $P_0 = 10^5\text{ Па}$. Газокинетический диаметр молекул $d = 3,6 \cdot 10^{-10}\text{ м}$.
4. В вакууме находится тонкостенный масляный пузырек радиуса R_1 с идеальным газом, внутри которого находится такой же пузырек радиуса R_2 с таким же газом. Внутренний пузырек лопается. Найдите новый радиус внешнего пузыря, если температура газа поддерживается постоянной. Масляная пленка создает внутри пузыря давление, обратно пропорциональное его радиусу.
5. Прямоугольный сосуд с непроницаемыми стенками разделен легким вертикальным подвижным поршнем на две части: слева находится ртуть, справа – воздух. В начальный момент поршень находится в равновесии и делит сосуд на две части равной длины. На сколько сместится поршень после увеличения температуры (по шкале Кельвина) в три раза? Длина сосуда $2L$. Тепловым расширением ртути и сосуда, а также трением пренебречь.
6. При температурах ниже 5 К теплоемкость металлов изменяется по закону $C = \gamma T + \alpha T^3$, где $\alpha = \frac{1944}{\theta^3}\text{ Дж/(моль} \cdot \text{К}^4)$ (θ — температура Дебая металла). 1 моль меди находится в термостате при температуре $T_1 = 4\text{ К}$. Какая минимальная работа потребуется для того, чтобы охладить медь до температуры $T_2 = 1\text{ К}$ за счет передачи тепла данному термостату? Для меди известны $\theta = 347\text{ К}$ и коэффициент $\gamma = 6,9 \cdot 10^{-4}\text{ Дж/(моль} \cdot \text{К}^2)$.
7. Газ фотонов из начального состояния 1 сжимают в изотермическом процессе 1-2, а затем охлаждают в изохорическом процессе 2-3. В процессе перехода 1-2-3 над газом совершена работа A ($A > 0$), а его температура и объем уменьшились в два раза. Какое количество теплоты пришлось отвести от газа фотонов в процессе всего перехода 1-2-3?
Указание. В пустом сосуде переменного объема V , температура стенок которого T , возникает равновесный газ фотонов, которые излучаются и поглощаются стенками сосуда. Внутренняя энергия этого газа $U = \alpha \cdot T^4 \cdot V$, где $\alpha = \text{const}$. Давление газа фотонов определяется только его температурой $P = \alpha \cdot T^4/3$.
8. Определите КПД цикла над идеальным одноатомным газом (рис). Направление цикла – по часовой стрелке.
9. В летний день температура воздуха на улице, сначала равная $26\text{ }^\circ\text{C}$, повысилась на $5\text{ }^\circ\text{C}$. Считая кондиционер идеальной тепловой машиной (работающей между комнатой и улицей) определить, во сколько раз при этом изменились затраты



энергии для поддержания температуры в комнате, равной $21\text{ }^\circ\text{C}$.

10. Имеются два тела с начальными температурами T_1 и T_2 . Теплоемкости этих тел равны C_1 и C_2 соответственно и не зависят от температуры. Найдите максимальную работу, которую может произвести тепловая машина, в которой одно из тел используется как нагреватель, другое – как холодильник. Проведите расчет для случая, когда первое тело – 1 кг кипящей воды, второе – 1 кг воды при температуре $0\text{ }^\circ\text{C}$.
11. Цилиндр прикреплен вверх дном к стенке открытого сосуда с водой. Верхняя часть цилиндра заполнена воздухом, давление которого равно атмосферному давлению. Высота цилиндра над уровнем воды $h = 1\text{ см}$. Вода имеет температуру $t_0 = 0\text{ }^\circ\text{C}$. На сколько сместится уровень воды в цилиндре, если воду и воздух нагреть до $100\text{ }^\circ\text{C}$ (но не доводить воду до кипения)? Тепловым расширением воды и цилиндра, а также давлением водяного пара при $t_0 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ пренебречь. Сосуд широкий.
12. Оценить расстояние L , на котором еще будет слышен гром, если он образовался на высоте $H = 4\text{ км}$. Температура атмосферы T линейно уменьшается с высотой $T = T_0 - \gamma z$, где температура воздуха на поверхности Земли $T_0 = 300\text{ К}$, $\gamma = 10^{-2}\text{ К/м}$. Состав воздуха не зависит от высоты, и его можно считать идеальным газом. Рассеянием звука на атмосферных неоднородностях пренебречь, а источник грома считать точечным.

