

Д32.3(8)

1. С помощью электрической плитки мощностью  $W=1$  кВт в комнате поддерживается температура  $t_1=17^\circ\text{C}$  при температуре наружного воздуха  $t_2= -23^\circ\text{C}$ . Какая мощность потребовалась бы для поддержания в комнате той же температуры с помощью идеальной тепловой машины, работающей по обратному циклу? Можно пользоваться только формулой для КПД прямого цикла Карно!

2. Найдите КПД цикла, изображенного на рисунке, если рабочим телом тепловой машины является одноатомный идеальный газ (1-2 – изохора; 2-3 – адиабата; 3-1 – изобара). Найдите числовое значение КПД при  $V_2/V_1=8$ .

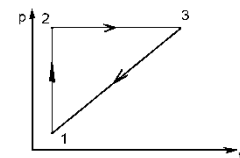
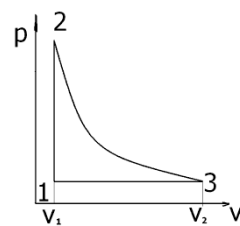
3. Тепловой двигатель использует замкнутый цикл с одноатомным идеальным газом (1-2 – изохорический процесс, при котором температура увеличивается в  $n$  раз, 2-3 – изобарический процесс, 3-1 – процесс, при котором давление прямо пропорционально объему). Определите коэффициент полезного действия цикла.

4. Два сосуда сообщаются при помощи узкой трубки с краном. Отношение объемов сосудов  $V_1/V_2=2$ . Первоначально кран закрыт, давление в обоих сосудах одинаковое, в первом сосуде находится гелий при температуре  $T_1=300$  К, а во втором сосуде – водород при температуре  $T_2$ . После открытия крана в результате перемешивания газов происходит выравнивание температур. Найти температуру  $T_2$ , если конечная температура смеси газов  $T=350$  К. Теплообменом газа со стенками сосуда пренебречь.

5. Моль идеального двухатомного газа переводят из состояния 1 в состояние 3 по изохоре 1-2, и затем по изобаре 2-3. На изохоре газу сообщают такое же количество теплоты  $Q=3675$  Дж, какое выделяется газом на изобаре. Найти конечную температуру газа, если начальная температура  $t_1=27^\circ\text{C}$ .

6. Вертикально расположенный сосуд разделен на две равные части тяжелым теплонепроницаемым поршнем, который может скользить без трения. В верхней половине сосуда находится водород при температуре  $T$  и давлении  $p$ . В нижней части – кислород при температуре  $2T$ . Сосуд перевернули. Чтобы поршень по-прежнему делил сосуд на две равные части, пришлось охладить кислород до температуры  $T/2$ . Температура водорода осталась прежней. Определить давление кислорода в первом и во втором случаях.

7. В комнате объемом  $V=50\text{ м}^3$  затопили печь, и температура воздуха поднялась с  $t_1=11^\circ\text{C}$  до  $t_2=23^\circ\text{C}$ . Давление воздуха не изменилось и осталось равным 1 атм. Какая часть воздуха ушла при этом из комнаты? Какую работу совершил при расширении воздух, оставшийся в комнате?



Д32.3(8)

1. С помощью электрической плитки мощностью  $W=1$  кВт в комнате поддерживается температура  $t_1=17^\circ\text{C}$  при температуре наружного воздуха  $t_2= -23^\circ\text{C}$ . Какая мощность потребовалась бы для поддержания в комнате той же температуры с помощью идеальной тепловой машины, работающей по обратному циклу? Можно пользоваться только формулой для КПД прямого цикла Карно!

2. Найдите КПД цикла, изображенного на рисунке, если рабочим телом тепловой машины является одноатомный идеальный газ (1-2 – изохора; 2-3 – адиабата; 3-1 – изобара). Найдите числовое значение КПД при  $V_2/V_1=8$ .

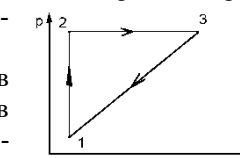
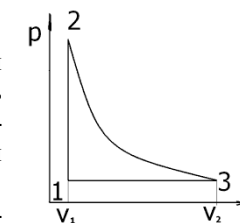
3. Тепловой двигатель использует замкнутый цикл с одноатомным идеальным газом (1-2 – изохорический процесс, при котором температура увеличивается в  $n$  раз, 2-3 – изобарический процесс, 3-1 – процесс, при котором давление прямо пропорционально объему). Определите коэффициент полезного действия цикла.

4. Два сосуда сообщаются при помощи узкой трубки с краном. Отношение объемов сосудов  $V_1/V_2=2$ . Первоначально кран закрыт, давление в обоих сосудах одинаковое, в первом сосуде находится гелий при температуре  $T_1=300$  К, а во втором сосуде – водород при температуре  $T_2$ . После открытия крана в результате перемешивания газов происходит выравнивание температур. Найти температуру  $T_2$ , если конечная температура смеси газов  $T=350$  К. Теплообменом газа со стенками сосуда пренебречь.

5. Моль идеального двухатомного газа переводят из состояния 1 в состояние 3 по изохоре 1-2, и затем по изобаре 2-3. На изохоре газу сообщают такое же количество теплоты  $Q=3675$  Дж, какое выделяется газом на изобаре. Найти конечную температуру газа, если начальная температура  $t_1=27^\circ\text{C}$ .

6. Вертикально расположенный сосуд разделен на две равные части тяжелым теплонепроницаемым поршнем, который может скользить без трения. В верхней половине сосуда находится водород при температуре  $T$  и давлении  $p$ . В нижней части – кислород при температуре  $2T$ . Сосуд перевернули. Чтобы поршень по-прежнему делил сосуд на две равные части, пришлось охладить кислород до температуры  $T/2$ . Температура водорода осталась прежней. Определить давление кислорода в первом и во втором случаях.

7. В комнате объемом  $V=50\text{ м}^3$  затопили печь, и температура воздуха поднялась с  $t_1=11^\circ\text{C}$  до  $t_2=23^\circ\text{C}$ . Давление воздуха не изменилось и осталось равным 1 атм. Какая часть воздуха ушла при этом из комнаты? Какую работу совершил при расширении воздух, оставшийся в комнате?



Д32.3(9)

1. С какой скоростью растёт толщина покрытия стенки серебром при его напылении с помощью перпендикулярного стенке пучка атомов, если атомы серебра с энергией  $10^{-17}$  Дж производят давление на стенку, равное 0,1 МПа? Плотность серебра  $10,5 \text{ г/см}^3$ . Молекулярная масса серебра 108.
2. Исходя из молярных представлений, оцените линейный размер и массу молекул спирта и ртути. Формула спирта  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (его плотность  $0,79 \text{ г/см}^3$ ). Плотность ртути  $13,6 \text{ г/см}^3$ . Численные ответы обязательны.
3. На пути молекулярного пучка стоит «зеркальная» стенка. Найти давление пучка на стенку, если скорость молекул в пучке  $V=1000 \text{ м/с}$ , их концентрация -  $n=5 \cdot 10^{17} \text{ 1/м}^3$ , а масса одной молекулы -  $m=3,32 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ . Рассмотреть три случая: 1) стенка перпендикулярна скорости молекул и неподвижна; 2) молекулы падают на стенку под углом  $\alpha=30^\circ$  к ее поверхности; 3) стенка перпендикулярна скорости молекул и движется им на встречу со скоростью  $U=50 \text{ м/с}$ .
4. Оцените скорость молекул водорода, входящего в состав воздуха в комнате. Численный ответ обязателен.
5. Оцените среднее расстояние между молекулами азота и их тепловую скорость при н.у. ( $t=0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $p=760 \text{ мм.рт.ст.}$ ). Численный ответ обязателен.
6. Две трубы с сечениями  $S_1$  и  $S_2$  расположены соосно и последовательно, герметично соединены друг с другом, заполнены гремучим газом и закрыты поршнями массами  $m$  и  $M$ . После взрыва газа поршни вылетают из труб. Первый из них вылетел со скоростью  $V_1$ . С какой скоростью  $V_2$  вылетел второй? Трением поршней о стенки труб и массой газа можно пренебречь. Поршни вылетают из труб одновременно. Рассмотрите 2 случая: 1) трубы закреплены; 2) масса труб равна  $M_0$  и они не закреплены. Какую скорость во втором случае будут иметь трубы?
7. Сколько молекул содержится в  $1 \text{ см}^3$  воды? Численный ответ обязателен.

Д32.3(9)

1. С какой скоростью растёт толщина покрытия стенки серебром при его напылении с помощью перпендикулярного стенке пучка атомов, если атомы серебра с энергией  $10^{-17}$  Дж производят давление на стенку, равное 0,1 МПа? Плотность серебра  $10,5 \text{ г/см}^3$ . Молекулярная масса серебра 108.
2. Исходя из молярных представлений, оцените линейный размер и массу молекул спирта и ртути. Формула спирта  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (его плотность  $0,79 \text{ г/см}^3$ ). Плотность ртути  $13,6 \text{ г/см}^3$ . Численные ответы обязательны.
3. На пути молекулярного пучка стоит «зеркальная» стенка. Найти давление пучка на стенку, если скорость молекул в пучке  $V=1000 \text{ м/с}$ , их концентрация -  $n=5 \cdot 10^{17} \text{ 1/м}^3$ , а масса одной молекулы -  $m=3,32 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ . Рассмотреть три случая: 1) стенка перпендикулярна скорости молекул и неподвижна; 2) молекулы падают на стенку под углом  $\alpha=30^\circ$  к ее поверхности; 3) стенка перпендикулярна скорости молекул и движется им на встречу со скоростью  $U=50 \text{ м/с}$ .
4. Оцените скорость молекул водорода, входящего в состав воздуха в комнате. Численный ответ обязателен.
5. Оцените среднее расстояние между молекулами азота и их тепловую скорость при н.у. ( $t=0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $p=760 \text{ мм.рт.ст.}$ ). Численный ответ обязателен.
6. Две трубы с сечениями  $S_1$  и  $S_2$  расположены соосно и последовательно, герметично соединены друг с другом, заполнены гремучим газом и закрыты поршнями массами  $m$  и  $M$ . После взрыва газа поршни вылетают из труб. Первый из них вылетел со скоростью  $V_1$ . С какой скоростью  $V_2$  вылетел второй? Трением поршней о стенки труб и массой газа можно пренебречь. Поршни вылетают из труб одновременно. Рассмотрите 2 случая: 1) трубы закреплены; 2) масса труб равна  $M_0$  и они не закреплены. Какую скорость во втором случае будут иметь трубы?
7. Сколько молекул содержится в  $1 \text{ см}^3$  воды? Численный ответ обязателен.

Д32.3(10)

1. Расстояние между вертикальными стенками равно  $L$ . Какой длины жесткий стержень, **вставленный** наискось между стенками, не будет опускаться, если коэффициент трения между стержнем и стенками равен  $\mu$ ?

2. Мыльный пузырь надувается воздухом, температура которого выше комнатной. При диаметре  $d=0,3$  мм он начинает всплывать (в комнате). На сколько процентов температура воздуха в пузыре выше комнатной? Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора  $\sigma=0,038$  Н/м. Силой тяжести пленки пренебречь.

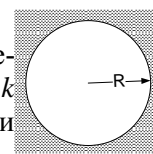
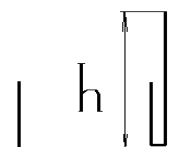
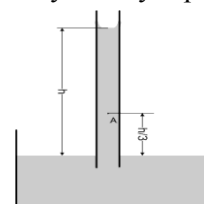
3. Капиллярная трубка диаметром  $d=0,2$  мм опущена в воду. Вода абсолютно смачивает трубку. Чему равно давление воды внутри капилляра на высоте  $h/3$ , где  $h$  – полная высота поднятия воды в капилляре? Снаружи – нормальное атмосферное давление. Коэффициент поверхностного натяжения воды  $\sigma=7,4 \cdot 10^{-2}$  Н/м.

4. Высокий и широкий сосуд сообщается с капилляром радиуса  $r$  и высоты  $h$ . Какой максимальной высоты столб жидкости может удерживаться в широком сосуде? Коэффициент поверхностного натяжения жидкости  $\sigma$ , плотность  $\rho$ .

5. Найдите поверхностное натяжение жидкости, если петля из резиновой нити длины  $l$  жесткости  $k$ , положенная на пленку этой жидкости, растянулась по окружности радиуса  $R$ , после того, как пленка была проколота внутри петли.

6. В закрытом цилиндрическом сосуде с площадью основания  $S$  находится газ, разделенный поршнем массы  $M$  на два равных отсека. Масса газа под поршнем при этом в  $k$  раз больше массы газа над ним. Температуры газов одинаковы. Пренебрегая трением и массой газа по сравнению с массой поршня, найти давление газа в каждом отсеке.

7. В холодильник через стенки проникает в 1 час количество теплоты  $Q = 7,6 \cdot 10^3$  Дж. Температура внутри холодильника  $t_2 = +5^\circ\text{C}$ , а в комнате  $t_1 = +20^\circ\text{C}$ . Какую минимальную мощность должен потреблять холодильник от сети, если он работает по обратному циклу Карно? Можно пользоваться только формулой для КПД прямого цикла Карно!



Д32.3(10)

1. Расстояние между вертикальными стенками равно  $L$ . Какой длины жесткий стержень, **вставленный** наискось между стенками, не будет опускаться, если коэффициент трения между стержнем и стенками равен  $\mu$ ?

2. Мыльный пузырь надувается воздухом, температура которого выше комнатной. При диаметре  $d=0,3$  мм он начинает всплывать (в комнате). На сколько процентов температура воздуха в пузыре выше комнатной? Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора  $\sigma=0,038$  Н/м. Силой тяжести пленки пренебречь.

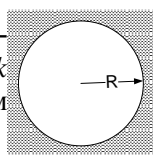
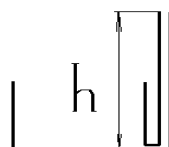
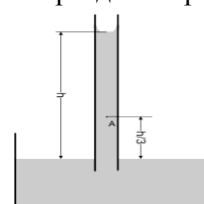
3. Капиллярная трубка диаметром  $d=0,2$  мм опущена в воду. Вода абсолютно смачивает трубку. Чему равно давление воды внутри капилляра на высоте  $h/3$ , где  $h$  – полная высота поднятия воды в капилляре? Снаружи – нормальное атмосферное давление. Коэффициент поверхностного натяжения воды  $\sigma=7,4 \cdot 10^{-2}$  Н/м.

4. Высокий и широкий сосуд сообщается с капилляром радиуса  $r$  и высоты  $h$ . Какой максимальной высоты столб жидкости может удерживаться в широком сосуде? Коэффициент поверхностного натяжения жидкости  $\sigma$ , плотность  $\rho$ .

5. Найдите поверхностное натяжение жидкости, если петля из резиновой нити длины  $l$  жесткости  $k$ , положенная на пленку этой жидкости, растянулась по окружности радиуса  $R$ , после того, как пленка была проколота внутри петли.

6. В закрытом цилиндрическом сосуде с площадью основания  $S$  находится газ, разделенный поршнем массы  $M$  на два равных отсека. Масса газа под поршнем при этом в  $k$  раз больше массы газа над ним. Температуры газов одинаковы. Пренебрегая трением и массой газа по сравнению с массой поршня, найти давление газа в каждом отсеке.

7. В холодильник через стенки проникает в 1 час количество теплоты  $Q = 7,6 \cdot 10^3$  Дж. Температура внутри холодильника  $t_2 = +5^\circ\text{C}$ , а в комнате  $t_1 = +20^\circ\text{C}$ . Какую минимальную мощность должен потреблять холодильник от сети, если он работает по обратному циклу Карно? Можно пользоваться только формулой для КПД прямого цикла Карно!



Д32.3(11) Внимание: в задачах 1-4 численные ответы обязательны!

1. В интервале температур между  $20^{\circ}\text{C}$  и  $30^{\circ}\text{C}$  давление насыщенного пара воды меняется на  $\eta=6\%$  при увеличении температуры на один градус. На сколько градусов должна изобарически понизиться температура влажного воздуха в указанном интервале, чтобы выпала роса, если влажность воздуха  $\varphi=96\%$ ?
2. В закрытом с обоих концов цилиндре объемом  $V=2\text{ л}$  свободно ходит невесомый тонкий поршень. В пространстве с одной стороны поршня вводится  $m_1=2\text{ г}$  воды, с другой стороны  $m_2=1\text{ г}$  азота. На какой части длины цилиндра установится поршень при  $t=100^{\circ}\text{C}$ ?
3. В сосуд объемом  $V=20\text{ л}$ , наполненный сухим воздухом при давлении  $P=1\text{ атм.}$  и температуре  $t_1=0^{\circ}\text{C}$ , вводят  $m=3\text{ г}$  воды и нагревают сосуд до  $t_2=100^{\circ}\text{C}$ . Определить давление влажного воздуха в сосуде при этой температуре.
4. При изотермическом сжатии  $m=9\text{ г}$  водяного пара при температуре  $T=373\text{ К}$  его объем уменьшился в  $n=3$  раза, а давление возросло в  $k=2$  раза. Найти начальный объем пара.
5. В закрытом цилиндре объема  $V=1\text{ л}$  свободно ходит невесомый тонкий поршень. В пространстве под поршнем вводится  $m_1=1\text{ г}$  воды, в пространство над поршнем -  $m_2=2\text{ г}$  азота. Какую часть объема цилиндра займет азот при температуре  $T=373\text{ К}$ ?
6. Определите КПД цикла Карно, совершаемого одноатомным идеальным газом, если при адиабатическом расширении объем газа увеличивается от  $V_1=10\text{ дм}^3$  до  $V_2=80\text{ дм}^3$ .
7. В цилиндре под легким поршнем находится  $m = 58\text{ г}$  воздуха при  $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ . Внешнее давление равно  $P_0 = 760\text{ мм рт.ст.}$  Какую работу надо совершить, надавливая на поршень, чтобы изотермически изменить объем воздуха на  $\eta V_0$ , где  $V_0$  – начальный объём воздуха,  $\eta = 0,01$ . Молярную массу воздуха принять равной  $\mu = 29\text{ г/моль}$ . Членами порядка  $\eta^2$  можно пренебречь.

Д32.3(11) Внимание: в задачах 1-4 численные ответы обязательны!

1. В интервале температур между  $20^{\circ}\text{C}$  и  $30^{\circ}\text{C}$  давление насыщенного пара воды меняется на  $\eta=6\%$  при увеличении температуры на один градус. На сколько градусов должна изобарически понизиться температура влажного воздуха в указанном интервале, чтобы выпала роса, если влажность воздуха  $\varphi=96\%$ ?
2. В закрытом с обоих концов цилиндре объемом  $V=2\text{ л}$  свободно ходит невесомый тонкий поршень. В пространстве с одной стороны поршня вводится  $m_1=2\text{ г}$  воды, с другой стороны  $m_2=1\text{ г}$  азота. На какой части длины цилиндра установится поршень при  $t=100^{\circ}\text{C}$ ?
3. В сосуд объемом  $V=20\text{ л}$ , наполненный сухим воздухом при давлении  $P=1\text{ атм.}$  и температуре  $t_1=0^{\circ}\text{C}$ , вводят  $m=3\text{ г}$  воды и нагревают сосуд до  $t_2=100^{\circ}\text{C}$ . Определить давление влажного воздуха в сосуде при этой температуре.
4. При изотермическом сжатии  $m=9\text{ г}$  водяного пара при температуре  $T=373\text{ К}$  его объем уменьшился в  $n=3$  раза, а давление возросло в  $k=2$  раза. Найти начальный объем пара.
5. В закрытом цилиндре объема  $V=1\text{ л}$  свободно ходит невесомый тонкий поршень. В пространстве под поршнем вводится  $m_1=1\text{ г}$  воды, в пространство над поршнем -  $m_2=2\text{ г}$  азота. Какую часть объема цилиндра займет азот при температуре  $T=373\text{ К}$ ?
6. Определите КПД цикла Карно, совершаемого одноатомным идеальным газом, если при адиабатическом расширении объем газа увеличивается от  $V_1=10\text{ дм}^3$  до  $V_2=80\text{ дм}^3$ .
7. В цилиндре под легким поршнем находится  $m = 58\text{ г}$  воздуха при  $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ . Внешнее давление равно  $P_0 = 760\text{ мм рт.ст.}$  Какую работу надо совершить, надавливая на поршень, чтобы изотермически изменить объем воздуха на  $\eta V_0$ , где  $V_0$  – начальный объём воздуха,  $\eta = 0,01$ . Молярную массу воздуха принять равной  $\mu = 29\text{ г/моль}$ . Членами порядка  $\eta^2$  можно пренебречь.

ДЗ2015(1)2.3(12)

1. Маятниковые часы, маятник которых состоит из груза малых размеров и легкой латунной нити, идут правильно при температуре  $t_0=0$  °С. Найти коэффициент линейного расширения латуни, если при повышении температуры до  $t=20$  °С часы отстают за сутки на время  $\tau=16$  секунд. Период колебаний математического маятника равен  $2\pi(L/g)^{1/2}$ , где  $L$  – длина нити маятника.
2. В калориметре находится два слоя одной и той же жидкости: внизу более холодная (масса  $m_1$ , объем  $V_1$ , температура  $t_1$ ), сверху – теплая ( $m_2, t_2, V_2$ ). Насколько изменится общий объем жидкости при выравнивании температур. Теплообменом с окружающей средой пренебречь. Считать, что объем данной массы жидкости линейной зависит от температуры во всем температурном диапазоне от  $t_1$  до  $t_2$ . Удельная теплоемкость постоянна и равна  $C$ .
3. Конец капиллярной трубки радиуса  $r$  опущен в воду. Какое количество теплоты выделится при поднятии жидкости по капилляру, если вода поднялась на высоту  $h$ ?
4. Две линейки – одна медная, другая железная – положены одна на другую так, что они совпадают только одним концом. Определить длины линеек при  $t=0$  °С, зная, что разность их длин при любой температуре составляет  $L=10$  см. Коэффициент линейного расширения меди  $\alpha_1=17\cdot 10^{-6}$  К<sup>-1</sup>, а железа  $\alpha_2=12\cdot 10^{-6}$  К<sup>-1</sup>.
5. Два сообщающихся сосуда соединены длинной тонкой трубкой пренебрежимо малого объема и заполнены до высоты  $h$  жидкостью плотности  $\rho$ . Правый сосуд имеет постоянное сечение  $S$ , а левый сосуд до высоты  $h$  – сечение  $2S$ , а выше –  $S$ . Поддерживая температуру жидкости в правом сосуде постоянной, температуру жидкости в левом сосуде повысили на  $\Delta T$ . Определить, на какой высоте установится жидкость в правом сосуде. Коэффициент объемного теплового расширения жидкости  $\alpha$ , изменением объема сосуда пренебречь.
6. Пустую открытую бутылку полностью погрузили в воду горлышком вниз на некоторую глубину  $h$  и отпустили. При этом бутылка не всплывала и не опускалась, а находилась в положении равновесия. Будет ли это равновесие устойчивым? Определить глубину погружения, если емкость бутылки  $V=0,5$  л, масса  $m=0,4$  кг. Давление атмосферы  $P=101$  кПа, температура в процессе погружения не меняется.
7. Тело тянут по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью  $V$  в течение времени  $\tau$ . При этом температура тела увеличивается на  $\Delta t$ . Считая, что вся работа внешних сил пошла на увеличение внутренней энергии тела, и пренебрегая теплоотдачей, найдите угол между силой, с которой тянут тело, и горизонтом. Удельная теплоемкость тела  $C$ , коэффициент трения между телом и поверхностью  $\mu$ .

ДЗ2015(1)2.3(12)

1. Маятниковые часы, маятник которых состоит из груза малых размеров и легкой латунной нити, идут правильно при температуре  $t_0=0$  °С. Найти коэффициент линейного расширения латуни, если при повышении температуры до  $t=20$  °С часы отстают за сутки на время  $\tau=16$  секунд. Период колебаний математического маятника равен  $2\pi(L/g)^{1/2}$ , где  $L$  – длина нити маятника.
2. В калориметре находится два слоя одной и той же жидкости: внизу более холодная (масса  $m_1$ , объем  $V_1$ , температура  $t_1$ ), сверху – теплая ( $m_2, t_2, V_2$ ). Насколько изменится общий объем жидкости при выравнивании температур. Теплообменом с окружающей средой пренебречь. Считать, что объем данной массы жидкости линейной зависит от температуры во всем температурном диапазоне от  $t_1$  до  $t_2$ . Удельная теплоемкость постоянна и равна  $C$ .
3. Конец капиллярной трубки радиуса  $r$  опущен в воду. Какое количество теплоты выделится при поднятии жидкости по капилляру, если вода поднялась на высоту  $h$ ?
4. Две линейки – одна медная, другая железная – положены одна на другую так, что они совпадают только одним концом. Определить длины линеек при  $t=0$  °С, зная, что разность их длин при любой температуре составляет  $L=10$  см. Коэффициент линейного расширения меди  $\alpha_1=17\cdot 10^{-6}$  К<sup>-1</sup>, а железа  $\alpha_2=12\cdot 10^{-6}$  К<sup>-1</sup>.
5. Два сообщающихся сосуда соединены длинной тонкой трубкой пренебрежимо малого объема и заполнены до высоты  $h$  жидкостью плотности  $\rho$ . Правый сосуд имеет постоянное сечение  $S$ , а левый сосуд до высоты  $h$  – сечение  $2S$ , а выше –  $S$ . Поддерживая температуру жидкости в правом сосуде постоянной, температуру жидкости в левом сосуде повысили на  $\Delta T$ . Определить, на какой высоте установится жидкость в правом сосуде. Коэффициент объемного теплового расширения жидкости  $\alpha$ , изменением объема сосуда пренебречь.
6. Пустую открытую бутылку полностью погрузили в воду горлышком вниз на некоторую глубину  $h$  и отпустили. При этом бутылка не всплывала и не опускалась, а находилась в положении равновесия. Будет ли это равновесие устойчивым? Определить глубину погружения, если емкость бутылки  $V=0,5$  л, масса  $m=0,4$  кг. Давление атмосферы  $P=101$  кПа, температура в процессе погружения не меняется.
7. Тело тянут по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью  $V$  в течение времени  $\tau$ . При этом температура тела увеличивается на  $\Delta t$ . Считая, что вся работа внешних сил пошла на увеличение внутренней энергии тела, и пренебрегая теплоотдачей, найдите угол между силой, с которой тянут тело, и горизонтом. Удельная теплоемкость тела  $C$ , коэффициент трения между телом и поверхностью  $\mu$ .

## Д32.3(13)

1. В теплоизолированном сосуде содержится смесь воды массой  $m_1=500$  г и льда массой  $m_2=500$  г при температуре  $t_1=0$  °С. В сосуд вводится сухой насыщенный пар массой  $m_3=80$  г при температуре  $t_2=100$  °С. Какой будет температура после установления теплового равновесия? Удельная теплота плавления льда  $r=0,33$  МДж/кг, удельная теплоемкость воды  $C=4,2$  кДж/кг К, удельная теплота парообразования  $\lambda=2,3$  МДж/кг.
2. На сколько градусов нагреется стальная гайка площадью  $S=4$  см<sup>2</sup> при нарезании в ней резьбы с шагом  $h=1$  мм, если при нарезке к воротку нужно приложить момент сил  $M=7,8$  Н\*м? Удельная теплоемкость стали  $C=450$  Дж/кг К, ее плотность  $\rho=7,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Считать, что  $\eta=60\%$  выделяющегося тепла получает гайка.
3. Найти, какая часть  $\eta$  затраченной на парообразование энергии идет на совершение внешней работы (т.е. работы при расширении против сил внешнего давления), если принять теплоту парообразования воды при  $t=100$  °С равной  $q=2258$  кДж/кг.
4. Идеальная тепловая машина, работающая по обратному циклу Карно, берет тепло от воды при температуре  $t_1=0$  °С и передает тепло воде при температуре  $t_2=100$  °С. Удельная теплота кристаллизации воды  $\lambda$ , удельная теплота парообразования –  $r$ . Найдите массы образовавшегося льда и пара, после потребления машиной механической энергии  $W$ .
5. В теплоизолированном сосуде содержится смесь воды массой  $m_1=500$  г и льда массой  $m_2=55$  г при температуре  $t_1=0$  °С. В сосуд вводится сухой насыщенный пар массой  $m_3=6,6$  г при температуре  $t_2=100$  °С. Какой будет температура после установления теплового равновесия? Удельная теплота плавления льда  $r=0,33$  МДж/кг, удельная теплоемкость воды  $C=4,2$  кДж/кг К, удельная теплота парообразования  $\lambda=2,3$  МДж/кг.
6. В цилиндрическом вертикально расположенном сосуде под невесомым поршнем площади  $S=4$  см<sup>2</sup> находится воздух влажности  $f=40$  %. Какой наименьшей массы груз необходимо медленно опустить на поршень, чтобы в сосуде началась конденсация воды при неизменной температуре? Атмосферное давление  $P=100$  кПа.
7. На какую высоту поднимется жидкость между двумя вертикальными пластинами, расстояние между которыми  $d$ , если краевой угол у первой пластины  $\theta_1$ , а у второй -  $\theta_2$ ? Плотность жидкости  $\rho$ , ее коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$ .

## Д32.3(13)

1. В теплоизолированном сосуде содержится смесь воды массой  $m_1=500$  г и льда массой  $m_2=500$  г при температуре  $t_1=0$  °С. В сосуд вводится сухой насыщенный пар массой  $m_3=80$  г при температуре  $t_2=100$  °С. Какой будет температура после установления теплового равновесия? Удельная теплота плавления льда  $r=0,33$  МДж/кг, удельная теплоемкость воды  $C=4,2$  кДж/кг К, удельная теплота парообразования  $\lambda=2,3$  МДж/кг.
2. На сколько градусов нагреется стальная гайка площадью  $S=4$  см<sup>2</sup> при нарезании в ней резьбы с шагом  $h=1$  мм, если при нарезке к воротку нужно приложить момент сил  $M=7,8$  Н\*м? Удельная теплоемкость стали  $C=450$  Дж/кг К, ее плотность  $\rho=7,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Считать, что  $\eta=60\%$  выделяющегося тепла получает гайка.
3. Найти, какая часть  $\eta$  затраченной на парообразование энергии идет на совершение внешней работы (т.е. работы при расширении против сил внешнего давления), если принять теплоту парообразования воды при  $t=100$  °С равной  $q=2258$  кДж/кг.
4. Идеальная тепловая машина, работающая по обратному циклу Карно, берет тепло от воды при температуре  $t_1=0$  °С и передает тепло воде при температуре  $t_2=100$  °С. Удельная теплота кристаллизации воды  $\lambda$ , удельная теплота парообразования –  $r$ . Найдите массы образовавшегося льда и пара, после потребления машиной механической энергии  $W$ .
5. В теплоизолированном сосуде содержится смесь воды массой  $m_1=500$  г и льда массой  $m_2=55$  г при температуре  $t_1=0$  °С. В сосуд вводится сухой насыщенный пар массой  $m_3=6,6$  г при температуре  $t_2=100$  °С. Какой будет температура после установления теплового равновесия? Удельная теплота плавления льда  $r=0,33$  МДж/кг, удельная теплоемкость воды  $C=4,2$  кДж/кг К, удельная теплота парообразования  $\lambda=2,3$  МДж/кг.
6. В цилиндрическом вертикально расположенном сосуде под невесомым поршнем площади  $S=4$  см<sup>2</sup> находится воздух влажности  $f=40$  %. Какой наименьшей массы груз необходимо медленно опустить на поршень, чтобы в сосуде началась конденсация воды при неизменной температуре? Атмосферное давление  $P=100$  кПа.
7. На какую высоту поднимется жидкость между двумя вертикальными пластинами, расстояние между которыми  $d$ , если краевой угол у первой пластины  $\theta_1$ , а у второй -  $\theta_2$ ? Плотность жидкости  $\rho$ , ее коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$ .