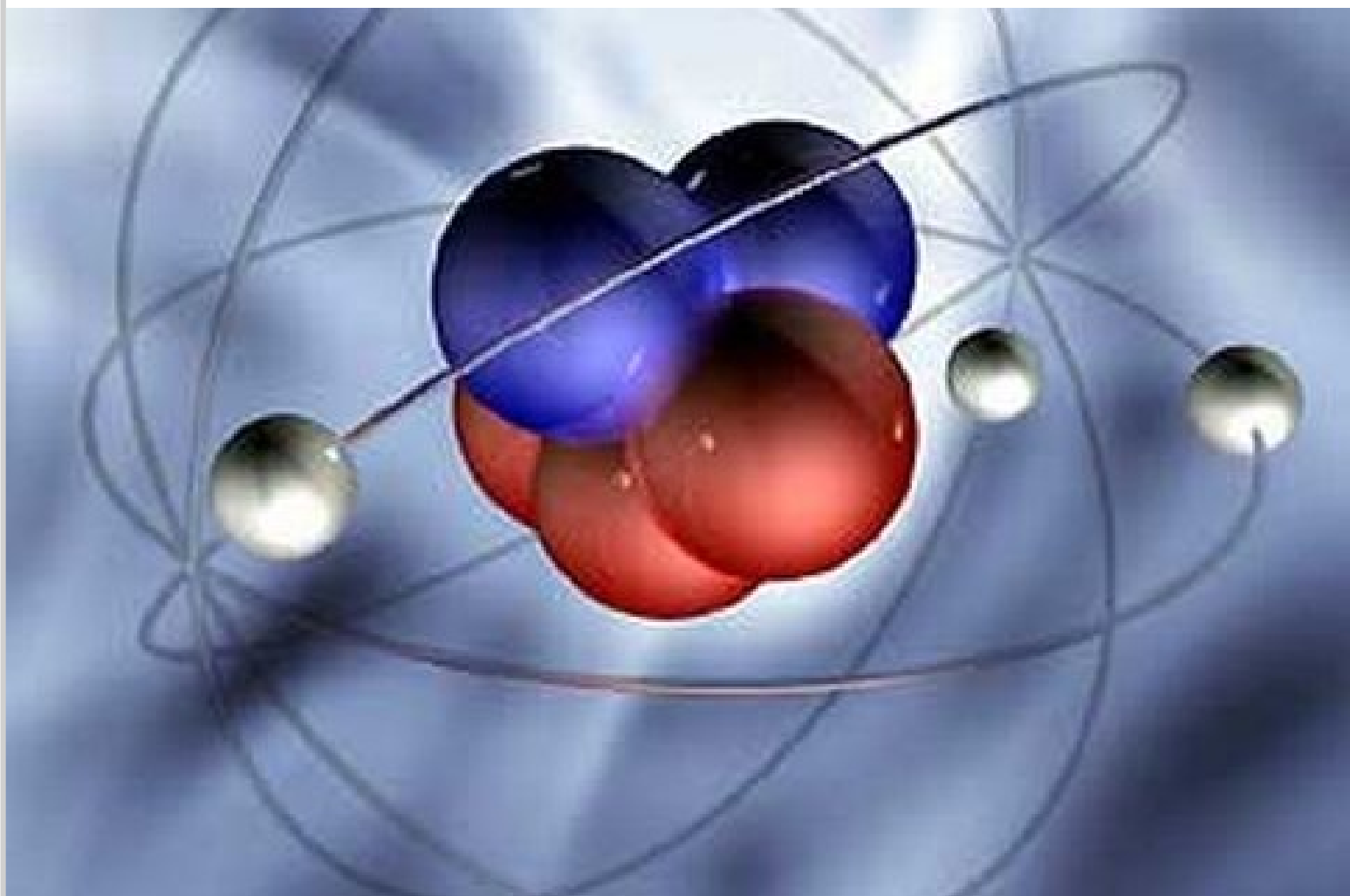


# **Виртуальный курс физики**

## **СБОРНИК**

### **КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

**Контрольная работа №4, №5**



ервый

**Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I**



## Контрольная работа № 4, №5

### Вариант 1

1. Вычислить массу одной молекулы кислорода и азота.
2. Сосуд, содержащий газ под давлением  $2,5 \cdot 10^5$  Па, соединили с пустым сосудом объемом 6 л. Найти объем первого сосуда, если в обоих сосудах установилось давление  $10^5$  Па, а процесс происходил при постоянной температуре.
3. Сколько молекул воздуха выходит из комнаты объемом  $100 \text{ м}^3$  при повышении температуры от  $15^\circ\text{C}$  до  $25^\circ\text{C}$ ? Атмосферное давление нормальное.
4. В вертикальной стеклянной трубке с запаянным нижним концом находится столбик воздуха, запертый столбиком ртути. При переворачивании трубки высота столбика воздуха увеличивается вдвое. Определить высоту столбика ртути, если атмосферное давление нормальное, а плотность ртути равна  $13600 \text{ кг/м}^3$ .
5. Три жидкости одинаковой удельной теплоёмкости, но разной массы смешали в пропорции  $m_1: m_2: m_3=2:3:1$ . Температуры жидкостей равны  $310 \text{ К}$ ,  $260 \text{ К}$  и  $340 \text{ К}$ , соответственно. Найти температуру образовавшейся смеси.
6. При изохорном процессе давление идеального одноатомного газа увеличивается от  $10^5$  Па до  $6 \cdot 10^5$  Па. Изменение внутренней энергии газа при этом равно  $6 \text{ кДж}$ . Найти объем газа.
7. На диаграмме  $P$  (давление),  $V$  (объем) график процесса, совершаемого одноатомным газом, представляет собой прямую, соединяющую точки  $(200 \text{ кПа}; 0,1 \text{ м}^3)$ ,  $(400 \text{ кПа}; 0,2 \text{ м}^3)$ . Найти КПД этого процесса.
8. В идеальном тепловом двигателе из каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя,  $650 \text{ Дж}$  отдается холодильнику. Найти температуру холодильника, если температура нагревателя равна  $327^\circ \text{C}$ .

## Вариант 2

1. Вычислить число молекул, содержащихся в объеме газа равном  $5\text{см}^3$  при нормальных условиях.
2. Найти плотность воздуха на высоте полета реактивных самолетов, если температура на этой высоте равна  $-50^\circ\text{C}$ , а давление составляет 40% от нормального давления атмосферы. Средняя молярная масса воздуха равна  $0,029\text{ кг/моль}$ .
3. При нагревании идеального газа от  $200\text{ K}$  до  $350\text{ K}$  оказалось, что давление изменилось от  $1\text{ кПа}$  до  $5\text{ кПа}$ . Как и насколько изменился объем газа, если начальный объем был равен  $2\text{ м}^3$ ?
4. Какую часть газа, находящегося под давлением  $1,2\text{ МПа}$  и имевшего температуру  $27^\circ\text{C}$ , выпустили из баллона, если давление упало до  $0,5\text{ МПа}$ , а температура снизилась до  $-23^\circ\text{C}$ ?
5. В ванне емкостью  $100\text{ л}$  лежат  $30\text{ кг}$  льда при температуре  $-20^\circ\text{C}$ . Какой температуры нужно взять воду, чтобы полностью заполнив ванну, получить в ней воду температуры  $30^\circ\text{C}$ ? Удельные теплоемкости воды и льда равны  $4200\text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$  и  $2100\text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ , а удельная теплота плавления льда равна  $330\text{ кДж/кг}$ .
6. Найти начальную и конечную температуры четырех молей газа, если известно, изобарически расширившись втрое, газ совершил работу  $20\text{ кДж}$ .
7. В баллоне емкостью  $1\text{ л}$  находится гелий под давлением  $10^7\text{ Па}$  при температуре  $300\text{ K}$ . К газу подводят  $5\text{ кДж}$  теплоты. Определить температуру и давление газа после нагревания.
8. Найти работу, совершаемую идеальной тепловой машиной за 1 цикл, в котором газ получает от нагревателя  $100\text{ кДж}$  теплоты, если известно, что абсолютная температура нагревателя вчетверо больше абсолютной температуры холодильника.

### Вариант 3

1. Сколько времени требуется для полного испарения 100 г воды из стакана, если в среднем ежесекундно с поверхности воды вылетает  $3,872 \cdot 10^{18}$  молекул?
2. Найти температуру газа в закрытом сосуде, если давление в нем увеличивается на 0,4% от первоначального при нагревании на  $1^\circ \text{C}$ .
3. В закрытом сосуде находятся 56 г азота и 12 г гелия при температуре 500 К и давлении 500 кПа. Найти объем сосуда.
4. Сосуд разделен перегородками на три части, объемы которых 10 л, 15 л и 25 л. В них находятся газы при давлениях 200 кПа, 100 кПа и 300 кПа, соответственно. Какое давление установится в сосуде, если перегородки убрать? Процесс считать изотермическим.
5. В ведро налито 6 л холодной воды при температуре  $10^\circ \text{C}$ . Сколько литров кипятка при температуре  $100^\circ \text{C}$  нужно долить в ведро, чтобы получить теплую воду при температуре  $40^\circ \text{C}$ ? Теплоемкость ведра 460 Дж/К. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг·К.
6. В комнате включили нагреватель и температура воздуха увеличилась на  $20^\circ \text{C}$ . На сколько изменилась внутренняя энергия воздуха в комнате, если окна были открыты?
7. В цилиндре под невесомым поршнем при температуре  $0^\circ \text{C}$  находятся 4 кг воздуха. Какая работа будет совершена при изобарическом нагревании воздуха до  $100^\circ \text{C}$ ? Средняя молярная масса воздуха равна 0,029 кг/моль.
8. В идеальном тепловом двигателе за счет каждого килоджоуля энергии, полученной от нагревателя, производится работа, равная 400 Дж. Во сколько раз абсолютная температура нагревателя больше абсолютной температуры холодильника?

#### Вариант 4

1. Вычислить массу кислорода в сосуде ёмкостью 10 л, если концентрация молекул в нем равна  $9,41 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ .
2. При подъеме воздушного пузырька со дна озера на поверхность его объём увеличился в три раза. Найти глубину озера. Атмосферное давление нормальное, температура всей воды одинакова.
3. Какова плотность воздуха в камере сгорания дизельного двигателя при температуре  $503^\circ\text{C}$ , если давление в камере равно 400 кПа? Средняя молярная масса воздуха  $0,029 \text{ кг/моль}$ .
4. Цилиндрический сосуд делится подвижным поршнем на две части. В левой части находится кислород, а в правой – углекислый газ. Масса кислорода в два раза больше массы углекислого газа. Найти расстояние от левого края сосуда до поршня, если длина сосуда равна 1 м.
5. С какой высоты падает на стальную болванку массы 1 кг молот массы 2 т, если болванка после удара нагрелась на  $130^\circ\text{C}$ ? Известно, что на нагревание идет 50% всей энергии молота. Удельная теплоемкость стали  $460 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ .
6. На диаграмме  $V$  (объем),  $T$  (температура) график процесса представляет собой прямую, соединяющую точки  $(250 \text{ K}; 1 \text{ л})$ ,  $(750 \text{ K}; 3 \text{ л})$ . Определить работу двух молей идеального газа при расширении от 1 литра до 3 литров (задачу решить аналитически и графически).
7. Какое количество теплоты выделяется при изобарическом охлаждении  $0,16 \text{ г}$  гелия от  $300^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$ ?
8. Идеальный тепловой двигатель совершает за один цикл работу 100 Дж. Температура нагревателя равна  $227^\circ\text{C}$ , а холодильника -  $27^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты получает за один цикл холодильник?

## Вариант 5

1. Найти объем сосуда, в котором при нормальном давлении находится 1,2 кг газа, если средняя квадратичная скорость его молекул составляет 500 м/с.
2. В баллоне емкостью 78 л содержится 3,76 кг углекислого газа при 0°C. Баллон выдерживает давление 3 МПа. До какой максимальной температуры можно нагреть баллон, чтобы он не разорвался?
3. В начале такта сжатия в дизеле температура воздуха равна 27°C, давление 70 кПа. Во время сжатия объем воздуха уменьшился в 15 раз, а температура возросла до 727°C. Найти давление воздуха в конце такта сжатия.
4. Сосуд, содержащий некоторое количество кислорода, движется со скоростью 300 м/с. На сколько градусов изменится температура газа в сосуде, если сосуд внезапно остановить? Сосуд теплоизолирован, а его теплоемкостью следует пренебречь.
5. Какую минимальную скорость имела свинцовая пуля, которая, не упруго ударившись о преграду, полностью расплавилась? Начальная температура пули 100°C, удельная теплоемкость свинца 130 Дж/кг·К, удельная теплота плавления 25 кДж/кг, температура плавления 327°C. Считать, что на нагревание пули идет 75% выделившегося тепла.
6. На сколько градусов можно изобарно нагреть 6 м<sup>3</sup> воздуха, находящегося в цилиндре при 27°C, чтобы при поднятии поршня газ совершил работу 200 кДж? Давление воздуха под поршнем первоначально равно 200 кПа.
7. При адиабатическом расширении пяти молей гелия его температура изменилась от 0° до 17°C. Какую работу совершили внешние силы?
8. Идеальный тепловой двигатель с температурой нагревателя 527°C и температурой холодильника 41°C получил от нагревателя 10 кДж теплоты. Какую работу совершил двигатель?

## Вариант 6

1. В водоём глубиной 20 м и площадью  $100 \text{ км}^2$  бросили кристаллик соли массой 0,01 г. Соль, растворившись, равномерно распределилась в водоёме. Сколько молекул соли находится в  $1 \text{ мм}^3$  воды? Молярная масса соли равна 40 г/моль.
2. Какое давление на стенки сосуда производит газ, если средняя квадратическая скорость его молекул 500 м/с, масса газа 3 г, а объём 0,5 л?
3. Колесо детского велосипеда объёмом 2,5 л накачивают воздухом с помощью ручного насоса, забирающего при каждом качании 0,15 л воздуха при давлении 100 кПа. Определить в килопаскалях давление в колесе после 50 качаний насосом, если сначала оно было пустым. Температура постоянна.
4. Бутылка, наполненная газом, плотно закрыта пробкой площадью сечения  $2,5 \text{ см}^2$ . До какой температуры надо нагреть газ, чтобы пробка вылетела из бутылки, если сила трения, удерживающая пробку, 12 Н? Первоначальное давление воздуха в бутылке и наружное давление  $10^5 \text{ Па}$ , а температура  $-3^\circ\text{C}$ .
5. Наполненный водородом воздушный шар объёмом  $0,2 \text{ м}^3$  находится во взвешенном состоянии в воздухе плотностью  $1,45 \text{ кг/м}^3$ . Определить массу оболочки шара. Молярная масса воздуха равна 29 г/моль.
6. Деталь из стали массой 1 кг, нагретую до  $500^\circ\text{C}$ , охлаждают, опустив в сосуд, содержащий 10 л воды при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Определить массу испарившейся воды, если окончательная температура оставшейся воды  $25^\circ\text{C}$ . Удельная теплоёмкость стали 460 Дж/кг·К, удельная теплота парообразования 2,26 МДж/кг. Теплоёмкостью сосуда пренебречь. Ответ привести в граммах с точностью до целых.
7. Определить давление идеального одноатомного газа, занимающего объём 2 л, если его внутренняя энергия равна 300 Дж?
8. Идеальная тепловая машина имеет полезную мощность 50 кВт. Температура нагревателя 400 К, холодильника 300 К. Определить количество теплоты, получаемое тепловой машиной от нагревателя за 1 ч работы. Ответ дать в МДж.



### Вариант 7

1. Плотность меди и свинца –  $8,4 \text{ г/см}^3$  и  $13 \text{ г/см}^3$ , а молярные массы – 64 и 208 г/моль соответственно. Во сколько раз число атомов меди в  $1 \text{ м}^3$  больше числа атомов свинца в  $0,5 \text{ м}^3$ ?
2. Во сколько раз увеличится давление идеального двухатомного газа, находящегося в баллоне, если половина молекул этого газа распадается на атомы? Температура постоянна.
3. Сколько баллонов газа объёмом 5 л каждый при давлении 600 кПа необходимо подсоединить к оболочке аэростата объёмом  $0,5 \text{ м}^3$ , чтобы наполнить её до атмосферного давления, равного 100 кПа?
4. В цилиндре под поршнем массой 10 кг и площадью основания  $100 \text{ см}^2$  находится 0,5 моля азота при температуре  $0^\circ\text{C}$ . На какую высоту поднимется поршень при нагревании газа в цилиндре до  $100^\circ\text{C}$ ? Атмосферное давление принять равным 100 кПа.
5. Какая масса воздуха выйдет из аудитории при повышении температуры от  $17^\circ\text{C}$  до  $27^\circ\text{C}$ ? Объём аудитории равен  $49,8 \text{ м}^3$ . Молярная масса воздуха равна 29 г/моль. Атмосферное давление равно 100 кПа.
6. В воду с температурой  $20^\circ\text{C}$  влили ртуть, масса которой равна массе воды. Найти начальную температуру ртути в градусах Цельсия, если установившаяся температура  $21^\circ\text{C}$ . Удельная теплоёмкость ртути  $140 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ , воды  $4200 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ .
7. При подведении к двум молям идеального одноатомного газа 300 Дж теплоты его температура увеличилась на 10 К. Какую работу совершил при этом газ?
8. В идеальной тепловой машине  $2/3$  теплоты, полученной от нагревателя, отдаётся холодильнику. Определить температуру холодильника, если температура нагревателя 435 К.

## Вариант 8

1. Найти объём воды плотностью  $1 \text{ г/см}^3$ , в котором столько же молекул, сколько и в  $200 \text{ м}^3$  водорода при давлении  $166 \text{ кПа}$  и температуре  $360 \text{ К}$ .
2. Определить в  $\text{кПа}$  давление идеального газа, если средняя квадратическая скорость его молекул равна  $300 \text{ м/с}$ , а плотность –  $1,3 \text{ кг/м}^3$ .
3. Стакан объёмом  $300 \text{ см}^3$  и массой  $100 \text{ г}$  погружают в воду плотностью  $1000 \text{ кг/м}^3$ , держа его вверх дном. На какой минимальной глубине стакан начнет погружаться без помощи внешней силы? Атмосферное давление –  $100 \text{ кПа}$ , температура воды постоянна. Глубину отсчитывать от уровня воды в стакане.
4. Когда объём, занимаемый идеальным газом, уменьшили на  $10 \%$ , а температуру увеличили на  $24 \text{ К}$ , давление газа возросло на  $20 \%$ . Определить в градусах Кельвина начальную температуру газа, если масса газа остается постоянной.
5. В открытом сосуде находится  $90 \text{ г}$  газа. Температуру газа увеличили от  $300$  до  $450 \text{ К}$  при постоянном давлении  $166 \text{ кПа}$ . Сколько молей газа выйдет из сосуда, если его плотность в начале процесса равна  $1 \text{ кг/м}^3$ ?
6. В калориметр теплоёмкостью  $100 \text{ Дж/К}$ , содержащий  $500 \text{ г}$  масла при температуре  $15^\circ\text{C}$ , опустили стальной резец массой  $250 \text{ г}$  при температуре  $258^\circ\text{C}$ . Через некоторое время установилась температура, равная  $38^\circ\text{C}$ . Какова удельная теплоёмкость масла, если удельная теплоёмкость стали  $460 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ ?
7. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа, находящегося в баллоне объёмом  $0,02 \text{ м}^3$ , равна  $600 \text{ Дж}$ . Определить в  $\text{кПа}$  давление газа.
8. В идеальной тепловой машине рабочим веществом является пар с начальной температурой  $337^\circ\text{C}$ , температура отработанного пара  $137^\circ\text{C}$ . Определить среднюю полезную мощность машины, если от нагревателя поступает в среднем  $132 \text{ кДж}$  теплоты в минуту.

## Вариант 9

1. Во сколько раз число молекул в 270 г углерода больше числа Авогадро? Молярная масса углерода равна 12 г/моль.
2. Найти среднюю квадратическую скорость движения молекул газа, если, имея массу 6,1 кг, он занимает объем  $5 \text{ м}^3$  при давлении 0,2 МПа.
3. В вертикальном цилиндре под невесомым поршнем сечением  $10 \text{ см}^2$  находится газ. Во сколько раз уменьшится объем, занимаемый газом, если на поршень поставить гирю массой 10 кг? Атмосферное давление равно 100 кПа. Температура постоянна.
4. В открытом сосуде нагревают газ при постоянном давлении. При изменении температуры от  $27^\circ\text{C}$  до  $127^\circ\text{C}$  К из сосуда выходит 15 молей газа. Найти молярную массу газа, если в начале процесса в сосуде находилось 1,8 кг газа.
5. Сколько граммов воздуха находится в пузырьке объемом  $0,83 \text{ см}^3$  на глубине 7990 м? Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ , молярная масса воздуха  $0,029 \text{ кг/моль}$ , температура  $17^\circ\text{C}$ , атмосферное давление 100 кПа.
6. Стальную гирю массой 250 г, нагретую до температуры  $750^\circ\text{C}$ , опускают в сосуд, содержащий 900 г воды теплоемкостью  $4200 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$  при температуре  $10^\circ\text{C}$ . Чему равна удельная теплоемкость стали, если вода нагрелась до  $30^\circ\text{C}$ ?
7. Найти силу тяги двигателя реактивного самолета при полете со скоростью 900 км/ч. КПД двигателя 30%, расход топлива 10 т/ч, удельная теплота сгорания топлива 45 МДж/кг. Ответ привести в килоньютонах.
8. Тепловая машина совершает за цикл работу 100 Дж. Сколько теплоты получено при этом от нагревателя, если КПД машины 0,2?

## Вариант 10

1. Найти в кубических сантиметрах объем 10 молей меди. Плотность меди равна  $8,4 \text{ г/см}^3$ . Молярную массу меди принять равной  $63 \text{ г/моль}$ .
2. Найти концентрацию молекул азота, находящегося при давлении  $100 \text{ кПа}$ , если средний квадрат скорости поступательного движения его молекул равен  $2 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$ . Молярная масса азота  $0,028 \text{ кг/моль}$ .
3. Во сколько раз увеличится объем пузырька воздуха, поднявшегося при постоянной температуре с глубины  $80 \text{ м}$  на поверхность водоема? Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ , а атмосферное давление равно  $100 \text{ кПа}$ .
4. В дизеле в начале такта сжатия температура воздуха равна  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ , давление  $70 \text{ кПа}$ . Во время сжатия объем воздуха уменьшается в  $15$  раз, давление возрастает до  $3,5 \text{ МПа}$ . Найти температуру воздуха при этих условиях.
5. Воздушный шар наполняется водородом при  $20^\circ\text{C}$  и давлении  $750 \text{ мм рт. ст.}$  до объема  $300 \text{ м}^3$ . Сколько времени будет производиться наполнение, если из баллона каждую секунду переходит в шар  $2,5 \text{ г}$  водорода?
6. В калориметре находится  $400 \text{ г}$  льда при  $0^\circ\text{C}$ . Какая часть льда растает, если в сосуд налить  $100 \text{ г}$  воды при температуре  $66^\circ\text{C}$ ? Удельная теплота плавления льда  $330 \text{ кДж/кг}$ . Теплоемкостью калориметра пренебречь. Ответ дать в процентах.
7. На сколько градусов увеличится температура  $30$  молей одноатомного идеального газа, если ему сообщить  $2490 \text{ Дж}$  теплоты при постоянном давлении?
8. Во сколько раз увеличится КПД идеальной тепловой машины, если температура нагревателя повысится от  $400$  до  $600 \text{ К}$ ? Температура холодильника  $300 \text{ К}$ .

