

Толчёный мел размешали в воде, каплю полученной взвеси поместили под микроскоп и увидели, что частички мела размером в несколько микрометров беспорядочно движутся в воде. Какое утверждение объясняет это явление?

- 1) Сила тяжести, действующая на мелкие частицы мела, меньше архимедовой силы.
- 2) Силы взаимодействия между молекулами мела и молекулами воды существенно больше сил взаимодействия между молекулами воды.
- 3) Мел плохо смачивается водой, и частицы удерживаются поверхностным натяжением воды.
- 4) Молекулы воды движутся хаотически и толкают мелкие частицы мела.

Иногда аморфное тело превращается в кристаллическое. При этом

- 1) существенно уменьшается расстояние между частицами вещества
- 2) частицы вещества перестают хаотично двигаться
- 3) увеличивается упорядоченность в расположении частиц вещества
- 4) существенно увеличивается расстояние между частицами вещества

Какое из утверждений справедливо для кристаллических тел?

- 1) существенно увеличивается расстояние между его молекулами
- 2) молекулы начинают притягиваться друг к другу
- 3) существенно увеличивается упорядоченность в расположении его молекул
- 4) существенно уменьшается расстояние между его молекулами

В жидкостях частицы совершают колебания возле положения равновесия, сталкиваясь с соседними частицами. Время от времени частица совершает «прыжок» к другому положению равновесия. Какое свойство жидкостей можно объяснить таким характером движения частиц?

- 1) малую сжимаемость
- 2) текучесть
- 3) давление на дно сосуда
- 4) изменение объема при нагревании

В процессе плавления кристаллического тела происходит

- 1) уменьшение размеров частиц
- 2) изменение химического состава
- 3) разрушение кристаллической решетки
- 4) уменьшение кинетической энергии частиц

При повышении давления на жидкость температура ее кипения... 1) повышается 2) понижается 3) не изменяется 4) для одних жидкостей повышается, для других понижается

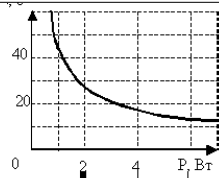
Как изменяется внутренняя энергия вещества при его переходе из газообразного состояния в жидкое при постоянной температуре и постоянном давлении?

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) у разных веществ по-разному
- 4) остается постоянной

Кипение жидкости происходит при постоянной температуре. Для кипения необходим постоянный приток энергии. Подводимая к жидкости энергия расходуется на

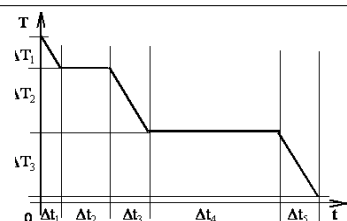
- 1) увеличение средней кинетической энергии молекул жидкости
- 2) уменьшение средней кинетической энергии молекул жидкости
- 3) установление динамического равновесия между жидкостью и паром
- 4) совершение работы выхода молекул с поверхности жидкости

Экспериментально исследовалась зависимость времени закипания некоторого количества воды от мощности кипятильника. По результатам измерений построен график, приведенный на рисунке. Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?



- 1) Время нагревания прямо пропорционально мощности нагревателя.
- 2) С ростом мощности нагревателя вода нагревается быстрее.
- 3) Мощность нагревателя с течением времени уменьшается.
- 4) Теплоемкость воды равна 4200 Дж/(кг×°С).

На рисунке представлен график зависимости абсолютной температуры  $T$  воды массой  $m$  от времени  $t$  при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью  $P$ . В момент времени  $t=0$  вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость жидкой воды по результатам этого опыта?



В цилиндре под поршнем первоначально находилось твёрдое вещество. Цилиндр сначала нагревали в печи, а затем он охлаждался. На рисунке показан график изменения температуры  $t$  вещества с течением времени  $\tau$ .

Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.

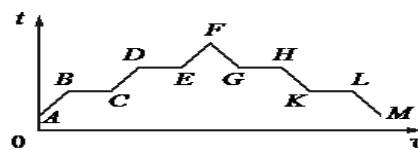
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**УЧАСТКИ**  
**ГРАФИКА**

- А) EF  
Б) GH

**ПРОЦЕССЫ**

- 1) конденсация  
2) нагревание пара  
3) нагревание жидкости  
4) охлаждение твёрдого вещества



В стакан калориметра, содержащий 75 г воды, опустили кусок льда при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Начальная температура калориметра с водой  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После того как наступило тепловое равновесие, температура калориметра с водой стала равной  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Определите массу льда в граммах (г), округлив до целого. Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Горячее вещество, первоначально находившееся в жидком состоянии, медленно охлаждали. Мощность теплоотвода постоянна. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени.

Выберите из предложенного перечня **два** утверждения.

- 1) Температура плавления вещества в данных условиях равна  $232\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 2) Через 20 мин. после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость вещества в жидком и твёрдом состояниях одинакова.
- 4) Через 30 мин. после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии.
- 5) Процесс кристаллизации вещества занял более 25 мин.

Время, мин.	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, $^{\circ}\text{C}$	250	242	234	232	232	232	230	216

Для того, чтобы человек мог существовать при температуре окружающей среды ( $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), внутренние регуляторные механизмы жизнедеятельности организма человека действуют так, что

- 1) между человеческим организмом и окружающей средой при любой температуре поддерживается тепловое равновесие
- 2) при более высокой температуре окружающей среды увеличивается теплоотдача организма человека, а при более низкой – уменьшается
- 3) при более высокой температуре окружающей среды уменьшается теплоотдача организма человека, а при более низкой – увеличивается
- 4) уровень теплоотдачи от организма поддерживается постоянным независимо от температуры окружающей среды

На стол поставили две одинаковые бутылки, наполненные равным количеством воды комнатной температуры. Одна из них завернута в мокрое полотенце, другая – в сухое. Измерив через некоторое время температуру воды в обеих бутылках, обнаружили, что температура воды в

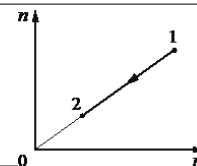
- 1) обеих бутылках осталась прежней
- 2) бутылке, обернутой мокрым полотенцем, оказалась выше комнатной
- 3) бутылке, обернутой мокрым полотенцем, оказалась ниже комнатной
- 4) бутылке, обернутой сухим полотенцем, оказалась ниже, чем в другой

Вода может испаряться 1) только при кипении 2) только при нагревании  
3) при любой температуре, если пар в воздухе над поверхностью воды является ненасыщенным  
4) при любой температуре, если пар в воздухе над поверхностью воды является насыщенным

При переводе одноатомного идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул  $n$  пропорциональна давлению  $p$  (см. рисунок).

Масса газа в процессе остаётся постоянной.

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения,



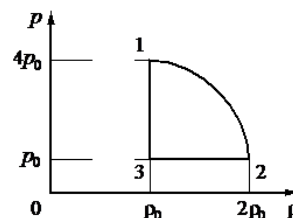
характеризующих процесс 1–2, и укажите их номера.

- 1) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа остаётся неизменной.
- 2) Плотность газа уменьшается.
- 3) Абсолютная температура газа увеличивается.
- 4) Происходит изотермическое сжатие газа.
- 5) Среднеквадратическая скорость теплового движения молекул газа увеличивается.

В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 3 моль первого газа. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и суммарное давление газов, если температура в сосуде поддерживалась неизменной?

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

На рисунке показана зависимость давления газа  $p$  от его плотности  $\rho$  в циклическом процессе, совершаемом 2 моль идеального газа в идеальном тепловом двигателе. Цикл состоит из двух отрезков прямых и четверти окружности. На основании анализа этого циклического процесса выберите **два** верных утверждения.



- 1) В процессе 1–2 температура газа уменьшается.
- 2) В состоянии 3 температура газа максимальна.
- 3) В процессе 2–3 объём газа уменьшается.
- 4) Отношение максимальной температуры к минимальной температуре в цикле равно 8.
- 5) Работа газа в процессе 3–1 положительна.

В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно сделать насыщенным,

- 1) повышая температуру
- 2) уменьшая объём сосуда
- 3) увеличивая внутреннюю энергию
- 4) добавляя в сосуд другой газ

Жидкости могут испаряться

- 1) только при низком давлении
- 2) только при нормальном атмосферном давлении
- 3) только при температуре, близкой к температуре ее кипения
- 4) при любых внешних условиях

При увеличении плотности водяных паров в воздухе при неизменной температуре их парциальное давление

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается
- 4) может как увеличиваться, так уменьшаться

В сосуде, содержащем только пар и воду, поршень двигают так, что давление остается постоянным. Температура при этом

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается
- 4) может как уменьшаться, так и увеличиваться

В герметичном сосуде с жёсткими стенками насыщенный пар и небольшое количество воды находятся в тепловом равновесии. В сосуде медленно повысили абсолютную температуру в 2 раза так, что пар остался насыщенным. Как изменилось давление пара?

- 1) уменьшилось в 2 раза
- 2) увеличилось в 2 раза
- 3) увеличилось более чем в 2 раза
- 4) не изменилось

Половину закрытого сосуда занимает жидкость; другую половину её насыщенный пар. Если медленно увеличить объём пара над жидкостью в 2 раза, не изменяя температуры, то давление пара

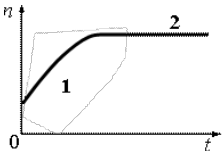
- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) уменьшится более чем в 2 раза

В герметичном сосуде с жёсткими стенками насыщенный пар и небольшое количество воды находятся в тепловом равновесии. В сосуде медленно повысили абсолютную температуру в 2 раза так, что пар остался насыщенным. Как изменилось давление пара?

- 1) уменьшилось в 2 раза
- 2) увеличилось в 2 раза
- 3) увеличилось более чем в 2 раза
- 4) не изменилось

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

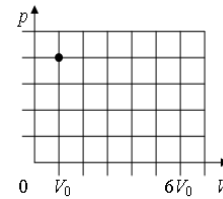
В стеклянную колбу налили немного воды и закрыли её пробкой. Вода постепенно испарялась. В конце процесса на стенках колбы осталось лишь несколько капель воды. На рисунке показан график зависимости от времени концентрации  $n$  молекул водяного пара внутри колбы.



Какое утверждение можно считать правильным?

- 1) на участке 1 пар насыщенный, а на участке 2 – ненасыщенный
- 2) на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 – насыщенный
- 3) на обоих участках пар насыщенный
- 4) на обоих участках пар ненасыщенный

В цилиндре под поршнем при комнатной температуре  $t_0$  долгое время находится только вода и её пар. Масса жидкости в два раза больше массы пара. Первоначальное состояние системы показано точкой на  $pV$ -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём  $V$  под поршнем изотермически увеличивают от  $V_0$  до  $6V_0$ .



Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 60%. Какой будет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 1,5 раза?

В субботу температура воздуха была выше, чем в воскресенье. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в эти дни оставалось постоянным. В какой из дней относительная влажность воздуха была больше?

В закрытом сосуде с сухими стенками воздух немного нагрели. Как при этом изменились концентрация молекул воды и относительная влажности воздуха в сосуде?

- 1) концентрация не изменилась, а относительная влажность уменьшилась
- 2) концентрация уменьшилась, а относительная влажность увеличилась
- 3) и концентрация молекул, и относительная влажность уменьшились
- 4) концентрация увеличилась, а относительная влажность не изменилась

Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 50%. Объём сосуда за счёт движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объём сосуда в 4 раза меньше начального. Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) Плотность пара в сосуде всё время увеличивается.
- 2) Давление пара сначала увеличивается, а затем остаётся постоянным.
- 3) В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.
- 4) После уменьшения объёма в 3 раза относительная влажность воздуха в сосуде равна 150%.
- 5) В конечном состоянии масса пара в сосуде в 2 раза меньше начальной массы пара.

В кубическом метре воздуха в помещении при температуре  $20^\circ\text{C}$  находится  $1,12 \times 10^{-2}$  кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t_v, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho, 10^{-2}\text{г/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

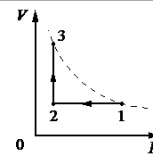
В сосуде, разделённом перегородкой на две равные части, находится влажный воздух. Температура и давление воздуха в обеих частях сосуда одинаковы. Его относительная влажность в одной половине сосуда 20%, а в другой – 80%. Какой станет влажность воздуха, если перегородку убрать?

При изучении процессов, происходящих с гелием, ученик занёс в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях. Какие **два** из утверждений, приведённых ниже, соответствуют результатам этих опытов?

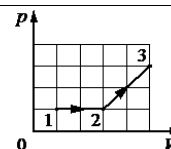
№ состояния	1	2	3	4	5	6	7
$p, \text{кПа}$	100	90	75	50	55	75	100
$t, ^\circ\text{C}$	277	27	27	27	57	177	327

- 1) Объём газа в состоянии 4 в 2 раза меньше объёма газа в состоянии 1.
- 2) В состояниях 4–7 объём газа был одинаковым.
- 3) Внутренняя энергия газа в состоянии 6 в 3 раза больше, чем в состоянии 5.
- 4) При переходе от состояния 2 к состоянию 3 в ходе изотермического процесса газ получал тепло.
- 5) При переходе от состояния 5 к состоянию 6 в ходе изохорного процесса газ совершал работу.

1 моль идеального одноатомного газа участвует в процессе 1–2–3, график которого представлен на рисунке в координатах  $V-p$ , где  $V$  – объём газа,  $p$  – его давление. Температуры газа в состояниях 1 и 3  $T_1=T_3=300$  К. В процессе 2–3 газ увеличил свой объём в 3 раза. Какое количество теплоты отдал газ в процессе 1–2?



На  $pV$ -диаграмме (см. рисунок) показано, как изменялось давление газа при его переходе из состояния 1 в состояние 3. каково отношение  $A_{12}A_{23}$  работ газа в процессах 1–2 и 2–3?



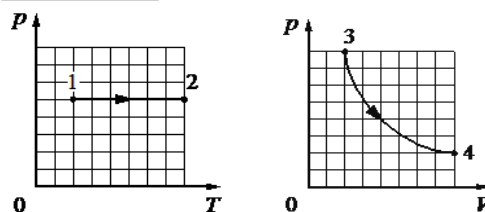
В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. Из сосуда медленно выпускается половина массы газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого объём газа и сила, действующая на поршень со стороны газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 8 г гелия, в правой – 1 моль аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул аргона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной. Выберите **два** верных утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.

- 1) Давление в обеих частях сосуда одинаково.
- 2) Концентрация гелия и аргона в правой части сосуда одинакова.
- 3) Внутренняя энергия гелия в сосуде больше, чем внутренняя энергия аргона.
- 4) Внутренняя энергия гелия в сосуде в конечном состоянии больше, чем в начальном.
- 5) В правой части сосуда общее число молекул газов в 2 раза меньше, чем в левой части.

На графиках А и Б приведены диаграммы  $p-T$  и  $p-V$  для процессов 1–2 и 3–4 (гипербола), проводимых с 1 моль гелия. На диаграммах  $p$  – давление,  $V$  – объём и  $T$  – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

### ГРАФИКИ



### УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты.
- 2) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 4) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия не изменяется.

Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Объём сосуда за счёт движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объём сосуда в 4 раза меньше начального. Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) При уменьшении объёма сосуда в 2,5 раза на стенках появляется роса.

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой  $M$  и площадью основания  $S$  покоится на высоте  $h$ , опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа  $p_0$  равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты  $Q$  нужно сообщить газу при

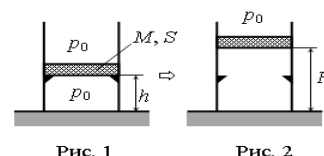
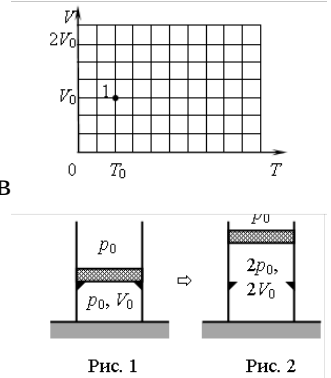


Рис. 1

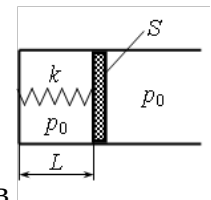
Рис. 2

медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте  $H$  (см. рис. 2)? Потерями тепла пренебречь.

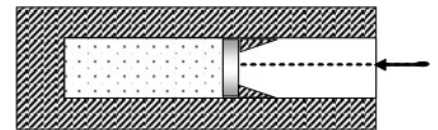
В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным металлическим поршнем находится идеальный газ. В первоначальном состоянии 1 поршень опирается на жёсткие выступы на внутренней стороне стенок цилиндра (рис. 1), а газ занимает объём  $V_0$  и находится под давлением  $p_0$ , равным внешнему атмосферному. Его температура в этом состоянии равна  $T_0$ . Газ медленно нагревают, и он переходит из состояния 1 в состояние 2, в котором давление газа равно  $2p_0$ , а его объём равен  $2V_0$  (рис. 2). Количество вещества газа при этом не меняется. Постройте график зависимости объёма газа от его температуры при переходе из состояния 1 в состояние 2. Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью  $S$  находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью  $k$ . В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра равно  $L$ , а давление газа в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению  $p_0$  (см. рисунок). Какое количество теплоты  $Q$  передано затем газу, если в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние  $b$ ?



В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр (см. рисунок). В цилиндре находится гелий, запёртый поршнем. Поршень массой 90 г удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения.



В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нём. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К. Чему равно количество вещества гелия в цилиндре? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с цилиндром и поршнем.

В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещён столбик ртути длиной 7,5 см, который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально, запаянным концом вниз. На сколько градусов следует нагреть воздух в трубке, чтобы объём, занимаемый воздухом, стал прежним? Температура воздуха в лаборатории 300 К, а атмосферное давление составляет 750 мм рт. ст.

Тепловая машина работает по циклу Карно. Температуру нагревателя тепловой машины увеличили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное рабочим телом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы
---------------------	--

**9.76.** Два баллона соединены непроводящей тепло тонкой трубкой. Объёмы баллонов  $V_1 = 12 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ ,  $V_2 = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ . В баллонах находится идеальный газ в количестве  $\nu = 3$  моля. Первый баллон поддерживается при температуре  $t_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ . До какой температуры нужно нагреть второй баллон, чтобы в нём осталась одна треть общего количества газа? Каким будет давление в сосудах?

**9.62.** Две одинаковые колбы с одинаковым количеством молекул водорода в них соединены трубкой с краном. Средняя квадратичная скорость молекул в первой колбе  $v_1 = 400 \text{ м/с}$ , а во второй —  $v_2 = 600 \text{ м/с}$ . Какая установится средняя квадратичная скорость, если открыть кран, соединяющий колбы? Теплообмена с окружающей средой нет.

**9.190.** Сосуд разделен пополам полупроницаемой перегородкой. Объем каждой части  $V = 1$  л. В левую половину введены водород массой  $m_1 = 2$  г и азот массой  $m_2 = 28$  г. Справа от перегородки — вакуум. Какие давления установятся в обеих частях сосуда, если перегородка пропускает только водород, а температура остается постоянной  $T = 373$  К?

**9.206.** Тонкостенный резиновый шар массой  $m_1 = 50$  г наполнен азотом и погружен в озеро на глубину  $h = 100$  м. Найти массу азота, если шар находится на этой глубине в положении равновесия. Атмосферное давление  $p_0 = 760$  мм рт. ст. Температура на глубине озера  $t = 4$  °С. Силы упругости, возникающие в резине, не учитывать.

**9.120°.** В цилиндрическом сосуде с газом находится в равновесии тяжелый поршень (рис. 9.4). Масса газа и температура под поршнем и над ним одинаковы. Отношение объема над поршнем к объему под поршнем равно 3. Каким будет это отношение, если температуру в сосуде увеличить в 2 раза?

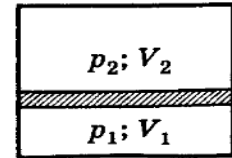


Рис. 9.4

**9.121°.** Найти период малых колебаний поршня массой  $m$ , разделяющего гладкий цилиндрический сосуд сечения  $S$  на две части, длиной  $l$  каждая (рис. 9.5). По обе стороны от поршня находится газ при давлении  $p_0$  и температуре  $T_0$ . При колебаниях температура газа не меняется.

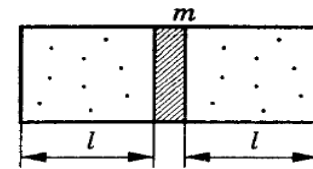


Рис. 9.5

**9.122.** Идеальный газ расширяется по закону  $pV^2 = \text{const}$ , где  $p$  — давление газа,  $V$  — занимаемый им объем. Найти первоначальную температуру газа  $T_1$ , если при увеличении его объема в  $\eta = 3$  раза температура оказалась равной  $T_2 = 100$  К.

**9.229.** В пробирке (рис. 9.26) находится идеальный газ при температуре  $T_1 = 300$  К. При нагревании до температуры  $T_2 = 500$  К, газ расширяется и выходит из пробирки в количестве  $\Delta m = 4$  г. Плотность жидкости  $\rho = 13,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, атмосферное давление  $p_0 = 0,1$  МПа. Найти первоначальную массу газа в пробирке, если:  $a = 10$  см,  $b = 5$  см,  $l = 75$  см. Давлением насыщенных паров жидкости пренебречь.

