

1. Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объём каждого сосуда $V=1$ м³. В первом сосуде находится $\nu_1=1$ моль гелия при температуре $T_1=400$ К; во втором – $\nu_2=3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p=5,4$ кПа. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

2. Атмосфера Венеры состоит в основном из двуокиси углерода с молярной массой $M_B = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, имеет температуру (у поверхности) около 700 К и давление 90 земных атмосфер. Для атмосферы Земли температура у поверхности близка к 300 К. Каково отношение плотностей атмосфер у поверхностей Венеры и Земли? Ответ округлите до целых.

9.99. При нагревании некоторой массы идеального газа на один градус при постоянном давлении его объём увеличился на $\alpha = \frac{1}{350}$ часть. Найти первоначальную температуру газа.

3* два сосуда 3 состояния с изменением температуры7

Два сосуда вместимости 200 и 100 см³ разделены подвижным поршнем, не проводящим тепло.

Сначала температура газа в сосудах 300 К, а его давление 101,3 кПа, затем меньший сосуд охладили льдом до 273 К, а больший нагрели паром до 373 К. Какое давление установится в сосудах?

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 2 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной

2

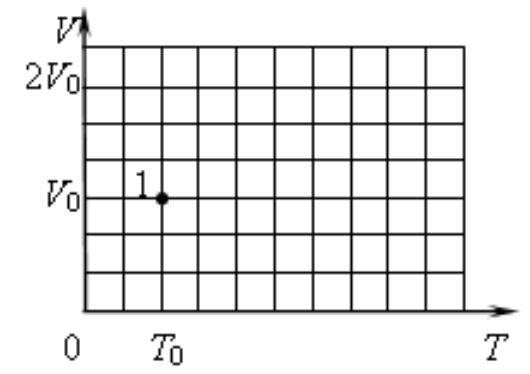
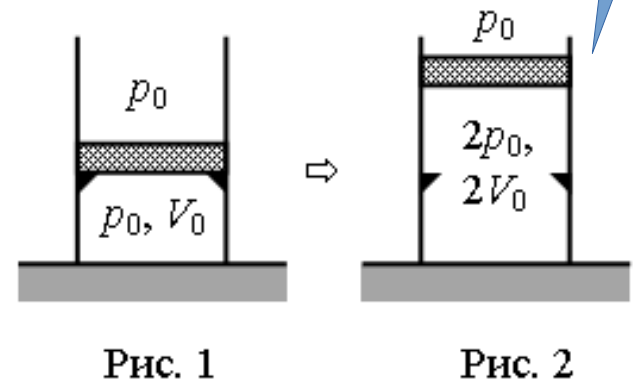
Парциальное давление первого газа	Парциальное давление второго газа	Давление смеси газов в сосуде

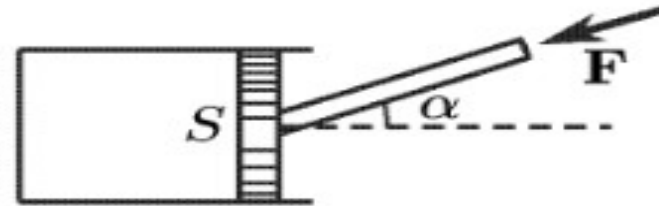
В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным металлическим поршнем находится идеальный газ.

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.





- 420. Каково давление газа в цилиндре под поршнем, если поршень удерживается в равновесии при помощи стержня, вдоль которого действует сила $F = 9,8 \text{ Н}$?
Площадь поршня $S = 7 \text{ см}^2$, стержень составляет с нормалью к поршню угол $\alpha = 30^\circ$. Атмосферное давление $p_0 = 0,1 \text{ МПа}$. Трением пренебречь.

9.116. Идеальный газ при температуре T_0 занимает объем V_0 и создает давление p_0 . Определить давление газа при температуре T_1 , если коэффициент объемного расширения равен α . (По определению $\alpha = \frac{\Delta V}{V \Delta T}$.)

9.100. Газовый термометр состоит из шара с припаянной к нему горизонтальной стеклянной трубкой (рис. 9.3). Капелька ртути, помещенная в трубку, отделяет объем шара от внешнего пространства. Площадь поперечного сечения трубки $S = 0,1 \text{ см}^2$. При температуре $T_1 = 273 \text{ К}$ капелька находилась на расстоянии $l_1 = 30 \text{ см}$ от поверхности шара, при температуре $T_2 = 278 \text{ К}$ — на расстоянии $l_2 = 50 \text{ см}$. Найти объем шара и зависимость $T(l)$. Давление считать постоянным.

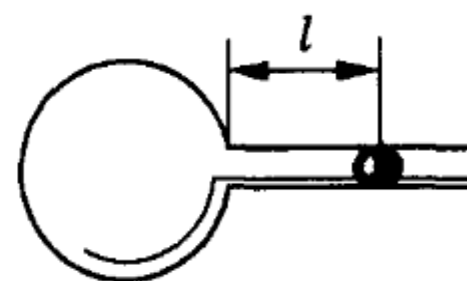


Рис. 9.3

Хорошо откачанная лампа накаливания объемом 10 см^3 имеет трещину, в которую ежесекундно проникает 10^6 молекул.

Сколько времени понадобится для ее наполнения до нормального давления, если скорость проникновения молекул считать постоянной?

9.123. Во время сжатия идеального газа его давление p и объем V изменяются по закону $p/V = \text{const}$. Температура газа уменьшилась при этом в $\eta = 4$ раза. Каково было начальное давление газа p_1 , если после сжатия

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.

3. Сосуд объёмом 10 л содержит смесь водорода и гелия общей массой 2 г при температуре 27°C и давлении 200 кПа. Каково отношение массы водорода к массе гелия в смеси?

В стальном баллоне находятся $m_1 = 0,2$ г водорода и $m_2 = 3,2$ г кислорода при температуре 27°C . Водород соединяется с кислородом и, после окончания реакции, давление в баллоне увеличивается в 3 раза. Какая при этом установится температура?

9.118. В закрытом цилиндрическом сосуде находится газ при нормальных условиях. Сосуд расположен горизонтально и разделен подвижным поршнем в отношении $V_1 : V_2 = 1 : 2$. В каком отношении поршень будет делить сосуд, если его меньшую часть нагреть до $t_1 = 127^\circ\text{C}$, а большую охладить до $t_2 = -123^\circ\text{C}$?

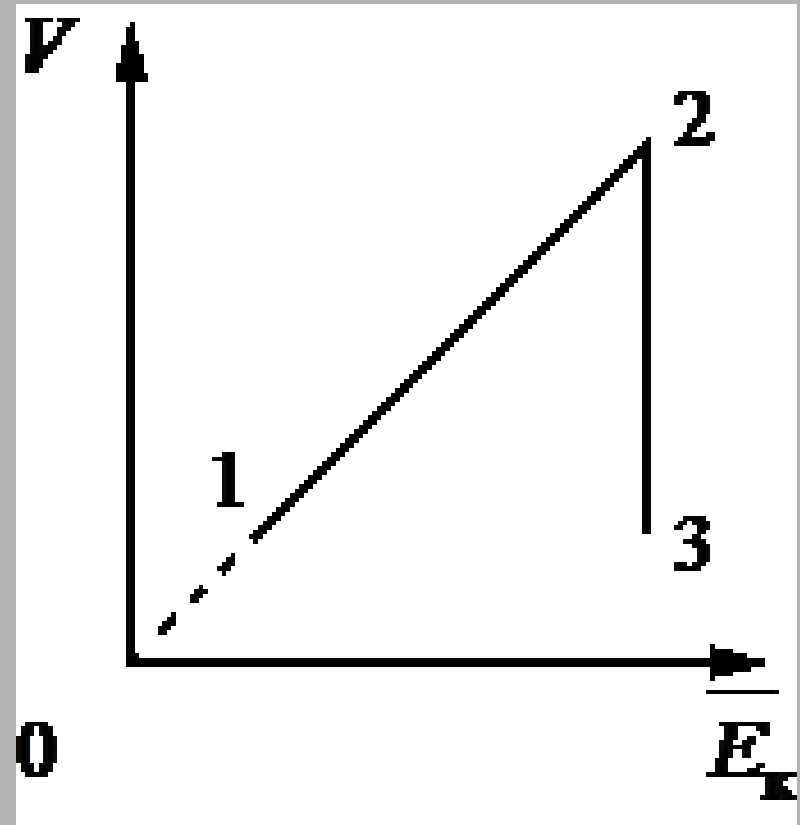
2. Чтобы изотермически уменьшить объем газа в цилиндре с поршнем в n раз, на поршень поместили груз массы m .

Какой массы груз следует добавить, чтобы объем газа изотермически уменьшился еще в k раз?

3. Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделен подвижным поршнем весом 110 Н на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество идеального газа при температуре 361 К. Сколько молей газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.

На графике представлена зависимость объёма постоянного количества молей одноатомного идеального газа от средней кинетической энергии теплового движения молекул газа.

Опишите, как изменяются температура и давление газа в процессах 1–2 и 2–3. Укажите, какие закономерности Вы использовали для объяснения.



Не изопроцессы

9.123. Во время сжатия идеального газа его давление p и объем V изменяются по закону $p/V = \text{const}$. Температура газа уменьшилась при этом в $\eta = 4$ раза. Каково было начальное давление газа p_1 , если после сжатия $p_2 = 10^5$ Па?

9.156°. Состояние идеального газа массой m изменяется в соответствии с законом $\frac{p^2}{T} = a$, где a — известная константа. Определить зависимость давления газа от его объема в этом процессе. Молярная масса газа равна M .

Нарисовать график $p(V)$

9.157°. Процесс в идеальном газе идет так, что давление и объем связаны равенством $p\sqrt{V} = B$. Когда температура газа достигает значения T , процесс продолжается при другом характере зависимости давления от объема: $p = -\frac{D}{V^2}$. Найти температуру T , считая константы B и D , а также количество молей газа известными.

Два теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объем первого сосуда $V=1 \text{ м}^3$, объем второго – в 3 раза больше.

В первом сосуде находится $\nu_1=1$ моль гелия при температуре $T_1=400 \text{ К}$;

во втором – $\nu_2=3$ моль аргона при температуре T_2 .

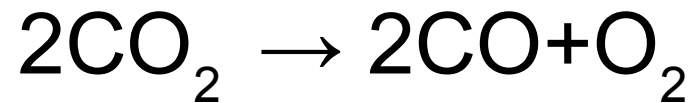
Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p=5,4 \text{ кПа}$.

Определите конечную температуру аргона T_3 .

602. В баллоне вместимостью 1,64 л содержится смесь кислорода и азота общей массой 12 г. При температуре 20 °С давление смеси равно $5,86 \cdot 10^5$ Па. Смесь газов пропускается через ловушку, содержащую раскаленные медные стружки, и затем перекачивается в другой баллон вместимостью 30 л. Каково давление во втором баллоне при температуре 360 К, если весь кислород соединится с медью?

В сосуде объемом 1л находится 0,2г углекислого газа.

При температуре 2600°K часть молекул диссоциировала на атомы:



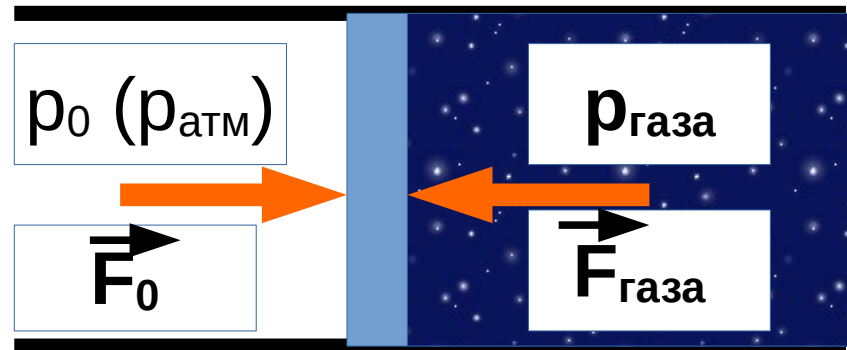
При этом давление в сосуде стало 108кПа.
Найти степень диссоциации.

Смесь

601. Определите плотность смеси, состоящей из 4 г водорода и 32 г кислорода, при температуре 7°C и давлении 700 мм рт. ст.

605. Сосуд вместимостью 100 л разделен на две равные части полупроницаемой перегородкой. В одной половине сосуда находится водород массой 2 г, в другой — азот в количестве 1 моль. Определите давление, установившееся по обе стороны перегородки, если она может пропускать только водород. Температура в обеих половинах одинакова и равна $127\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура остается постоянной.

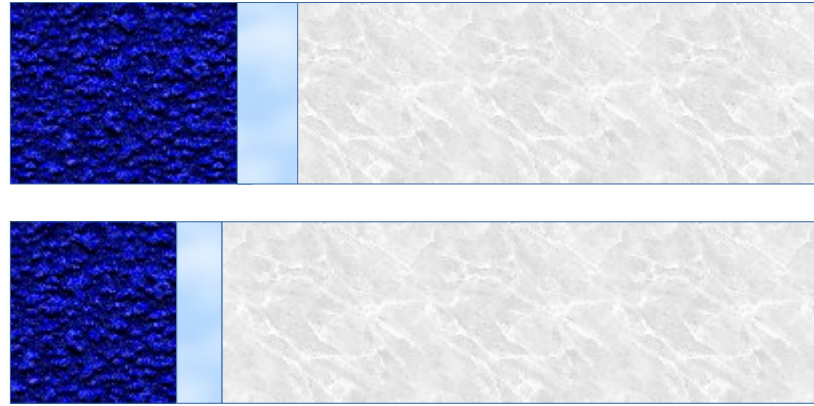
Поршень вертикальный



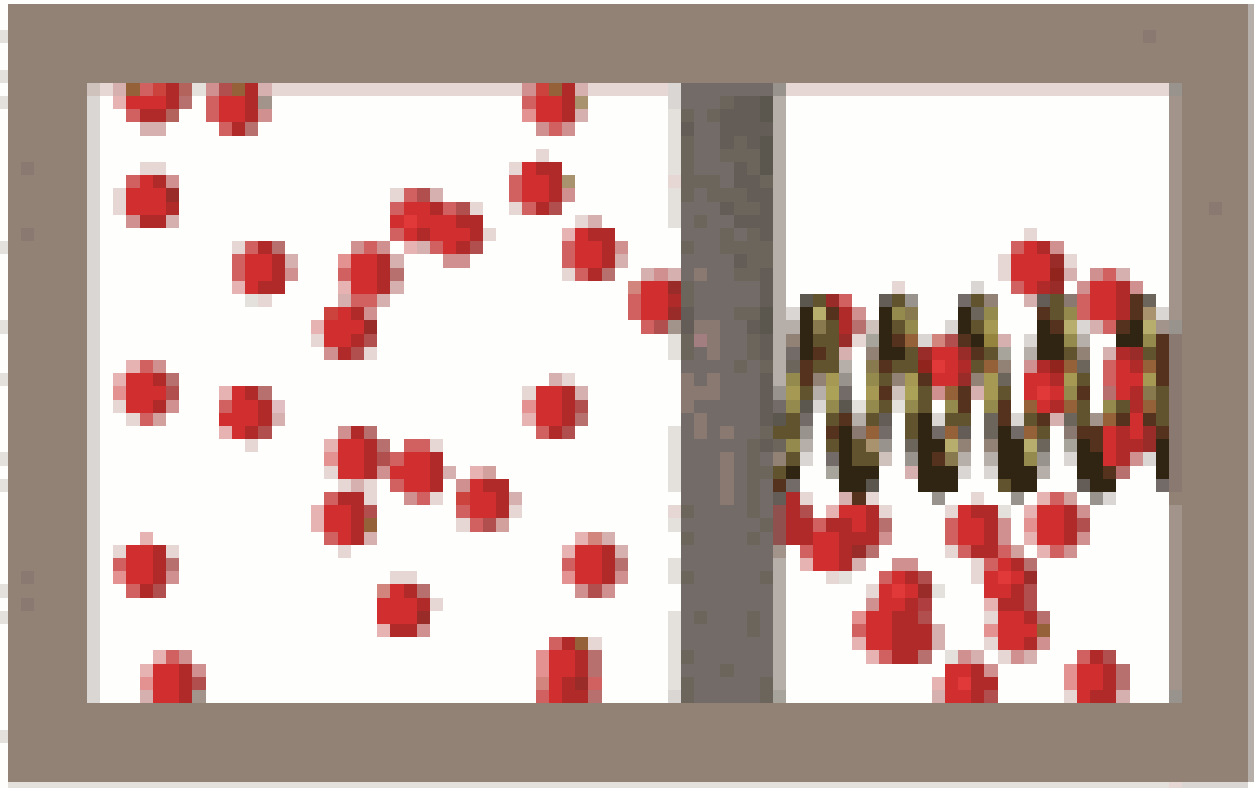
1У

9.98. Температура воздуха в горизонтальном цилиндре с поршнем $t_1 = 7^\circ\text{C}$. На какое расстояние переместится поршень при нагревании воздуха на $\Delta T = 20\text{ K}$, если вначале он находился на расстоянии $l = 14\text{ см}$ от торца цилиндра?

Поршень вертикальный
2 части



9.119. В закрытом сосуде цилиндрической формы находится газ при температуре $t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$. Внутри сосуд перегороден легким, не проводящим тепло поршнем радиуса $r = 2\text{ см}$ на две части объемами $V_1 = 10\text{ см}^3$ и $V_2 = 50\text{ см}^3$. Поршень находится в равновесии. На какое расстояние переместится поршень, если большую часть газа нагреть на 30 К ? Температура в другой части не меняется.



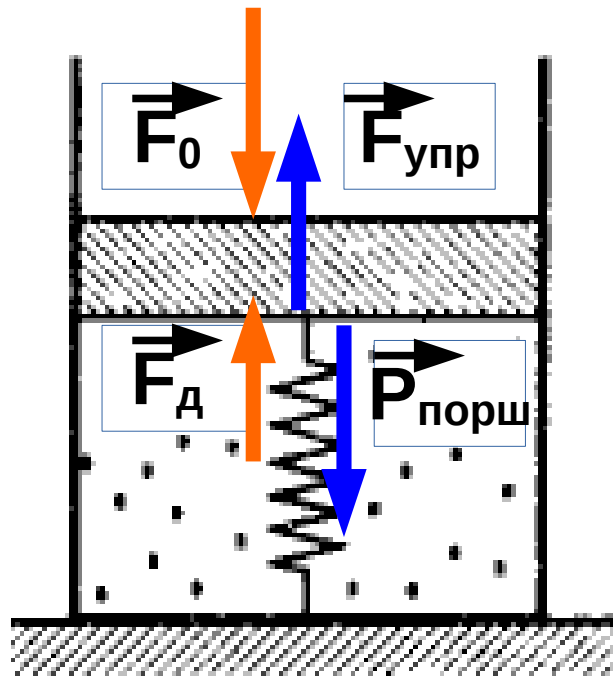


В вертикальном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения 5 см^2 , ограниченном сверху подвижным поршнем массой 1 кг , находится воздух при комнатной температуре. Первоначально поршень находился на высоте $H = 13 \text{ см}$ от дна сосуда. На какой высоте h от дна сосуда окажется поршень, если на него положить груз массой $0,5 \text{ кг}$?

(Воздух считать идеальным газом, а его температуру – неизменной.

Атмосферное давление принять равным 10^5 Па .)

Трение между стенками сосуда и поршнем не учитывать.



9.124°. В цилиндре под легким поршнем, соединенным с дном цилиндра невесомой пружиной (рис. 9.6), находится газ под давлением $p = 0,1$ МПа, равным внешнему атмосферному давлению, и с температурой $t_1 = 0$ °С. До какой температуры надо нагреть газ, чтобы его объем увеличился в $n = 1,2$ раза? Если газ под поршнем полностью откачать, поршень будет находиться в равновесии у дна сосуда.

Рис. 9.6

1. Посередине откачанной и запаянной с обоих концов горизонтально расположенной трубки длины $L = 1$ м находится столбик ртути длины $h = 20$ см.

Если трубку поставить вертикально, столбик ртути сместится на расстояние $l = 10$ см.

До какого давления p была откачана трубка? Плотность ртути $\rho = 13,6 \cdot 10^3$ кг/м³.

2. В баллоне объема 10 л находится кислород, масса которого 12,8 г. Давление в баллоне измеряется U-образным манометром, заполненным водой.

Какова разность уровней h воды в трубках манометра при температуре газа $t = 27$ °С? Атмосферное давление $p_0 = 0,1$

МПа. Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, молярная масса кислорода = 0,032 кг/моль.

3. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

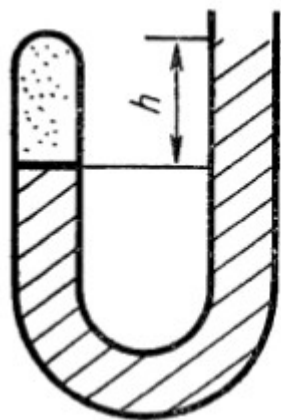
4. Воздушный шар объёмом 2500 м³ с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой до температуры 77°C . Какой должна быть максимальная температура окружающего воздуха плотностью $1,2$ кг/м³, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплавателем) массой 200 кг? Оболочку шара считать нерастяжимой.

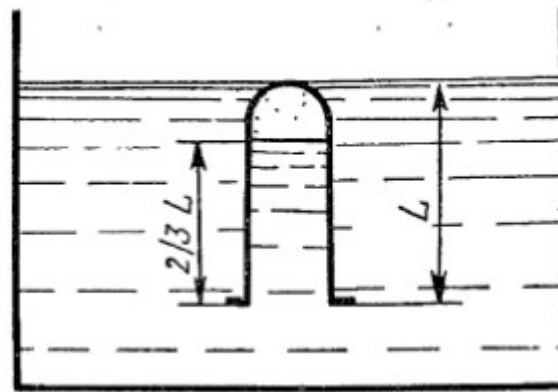
5.5.6. На какую глубину в жидкость плотности ρ надо погрузить открытую трубку длины L , чтобы, закрыв верхнее отверстие, вынуть столбик жидкости высоты $L/2$?
Атмосферное давление P_0

Давление жидкости

рисунок вымышленный не проверять

608. В запаянную с одного конца симметричную U-образную трубку налита вода, причем за счет присутствия в трубке воздуха разность уровней воды у ее концов оказалась равной h (рис. 89). Во сколько раз надо изменить температуру воздуха в трубке, чтобы разность уровней воды у ее концов уменьшилась вдвое? Атмосферное давление p_0 .





609. Запаянная с одного конца цилиндрическая трубка длиной L погружается в воду до тех пор, пока ее запаянный конец не окажется на одном уровне с поверхностью воды (рис. 90). Когда температуры воздуха в трубке и воды уравнились, оказалось, что вода поднялась в трубке на высоту $2/3L$. Найдите начальную температуру воздуха в трубке, если температура воды T , а атмосферное давление p_0 .

425. Посередине откачанной и запаянной с обоих концов горизонтально расположенной трубки длины $L = 1$ м находится столбик ртути длины $h = 20$ см.

Если трубку поставить вертикально, столбик ртути сместится на расстояние $l = 10$ см.

До какого давления p была откачана трубка?
Плотность ртути $\rho = 13,6 \cdot 10^3$ кг/м³.

641. Стеклянная трубка, запаянная с одного конца, расположена горизонтально. В трубке находится воздух, отделенный от атмосферы столбиком ртути длиной l . Длина трубки $2l$, длина столбика воздуха $l/2$, атмосферное давление p_0 . На какое расстояние сместится ртуть в трубке, если:

а) трубку поставить вертикально открытым концом вверх;

б) трубку поставить вертикально открытым концом вниз;

в) горизонтально расположенную трубку вращать вокруг вертикальной оси, проходящей через открытый конец, с угловой скоростью $\omega = \sqrt{g/l}$;

г) горизонтально расположенную трубку вращать вокруг вертикальной оси, проходящей через закрытый конец, с угловой скоростью $\omega = \sqrt{g/l}$?

5.27. Во сколько изменится подъемная сила воздушного шара, если наполняющий его гелий заменить водородом?

Весом оболочки шара пренебречь.

9.205. На дне сосуда, заполненного воздухом, лежит полый стальной шарик радиусом $r = 2$ см и массой $m = 5$ г. До какого давления нужно сжать воздух в сосуде, чтобы шарик поднялся вверх? Температура постоянна, $t = 20$ °С.

Воздушный шар объемом 2500 м^3 с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Какова максимальная масса груза, который может поднять шар, если воздух в нем нагреть до температуры 77°C ? Температура окружающего воздуха 7°C , его плотность $1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.

612. Сферическая оболочка воздушного шара, сообщаящаяся с атмосферой, имеет диаметр 10 м и массу 10 кг. На сколько градусов надо нагреть воздух в шаре, чтобы он взлетел? Температура воздуха равна 27°C , атмосферное давление 735 мм рт. ст.

613. Сферическая оболочка воздушного шара сделана из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполнен гелием при нормальном атмосферном давлении, температура воздуха и гелия 0°C . При каком минимальном радиусе шара он будет подниматься?

5.5.29. При каком наименьшем радиусе станет подниматься воздушный шар, наполненный гелием, если поверхностная плотность материала оболочки 50 г/м^2 , давление воздуха 105 Па , а температура 27°C ?

614. Сколько балласта должен выбросить аэростат объемом 300 м^3 , для того чтобы подняться с высоты, на которой барометр показывал давление 730 мм рт. ст. при температуре $-15 \text{ }^\circ\text{C}$, до высоты, на которой барометр показывает давление 710 мм рт. ст. , а температура равна $-20 \text{ }^\circ\text{C}$?