

Базовый уровень.

1. Трубку длиной $h=1$ м, запаянную с одного конца, полностью заполняют маслом с плотностью $\rho=0,9 \cdot 10^3$ кг/м³, переворачивают и открытым концом трубки вниз погружают в бассейн с водой так, что масло из трубки не вытекает, трубка вертикальна и ее открытый конец располагается на глубине $H = 3$ м от поверхности воды в бассейне. Определите давление масла в трубке непосредственно у запаянного конца. Атмосферное давление $p_0=0,1$ Мпа, плотность воды $\rho_0= 10^3$ кг/м³. Поверхностным натяжением пренебречь.
2. На горизонтальное дно бассейна с водой опирается одним концом стержень из сплава алюминия с магнием с постоянным вдоль всей его длины круглым сечением площади $S=2\text{см}^2$. Стержень полностью находится в воде. Длина стержня равна 2 м. Стержень составляет с горизонталью острый угол. Ко второму концу стержня привязана легкая вертикальная веревка, с помощью которой стержень удерживают в положении равновесия. Найдите силу натяжения веревки. Плотность сплава алюминия с магнием 2 г/см³. Поверхностным натяжением пренебречь.
3. Два одинаковых цилиндра соединены внизу трубкой, частично заполнены жидкостью плотности ρ и герметично закрыты поршнями так, что между поверхностью жидкости и поршнем в каждом сосуде имеется прослойка воздуха высоты H , давление воздуха в каждом из цилиндров равно p . Один поршень закрепляют, а другой поднимают так, что разность уровней жидкости в сосудах становится равной H . На какое расстояние h переместили поршень? Температуру считать неизменной, испарением жидкости можно пренебречь.
4. С фиксированным количеством (4 моль) разреженного газа с молярной массой 4 г/моль проводят эксперимент. Сначала при фиксированном давлении объем газа увеличили в 4 раза. После этого при фиксированном объеме давление газа увеличили в 4 раза. Каково отношение температуры газа в конце эксперимента к начальной температуре?
5. Теплоизолированный цилиндр, расположенный горизонтально, заполнен идеальным газом и разделен на две части в отношении 2:3 теплопроводным поршнем, который может скользить вдоль стенок цилиндра без трения. Начальные температуры газа в меньшей и большей частях $t_1=177^\circ\text{C}$ и $t_2=267^\circ\text{C}$. Давления в обеих частях одинаковы и равны p . Найти отношение объемов, когда температуры газа в частях цилиндра сравняются и движение поршня прекратится. Теплоемкостью стенок цилиндра и поршня можно пренебречь.
6. В сосуде объёмом 16 литров находится 16 молей разреженного газ под давлением 16 атм. Во втором сосуде с объёмом 4 кубометра находятся 4 килограмма такого же газа под давлением 40 кПа. Температуры газов в обоих сосудах одинаковы. Какова плотность газа в меньшем сосуде?

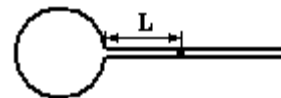
Стандартный уровень.

1. Трубку длиной $h=1$ м, запаянную с одного конца, полностью заполняют маслом с плотностью $\rho=0,9 \cdot 10^3$ кг/м³, переворачивают и открытым концом трубки вниз погружают в бассейн с водой так, что масло из трубки не вытекает, трубка вертикальна и ее открытый конце располагается на глубине $H = 3$ м от поверхности воды в бассейне. Определите давление масла в трубке непосредственно у запаянного конца. Атмосферное давление $p_0=0,1$ Мпа, плотность воды $\rho_0= 10^3$ кг/м³. Поверхностным натяжением пренебречь.

2. В аквариум с водой опустили плавать круглую коробочку из цинка, в результате чего уровень воды в аквариуме поднялся на $h = 14$ мм. На какую величину (от нового уровня) опустится уровень, если коробочка зачерпнет воды и утонет? Плотность цинка $\rho_{ц} = 7$ г/см³, плотность воды $\rho_0 = 1$ г/см³.

3. Два одинаковых цилиндра соединены внизу трубкой, частично заполнены жидкостью плотности ρ и герметично закрыты поршнями так, что между поверхностью жидкости и поршнем в каждом сосуде имеется прослойка воздуха высоты H , давление воздуха в каждом из цилиндров равно p . Один поршень закрепляют, а другой поднимают так, что разность уровней жидкости в сосудах становится равной H . На какое расстояние h переместили поршень? Температуру считать неизменной, испарением жидкости можно пренебречь.

4. Необходимо произвести градуировку газового термометра, который представляет собой шар с припаянной к нему горизонтальной стеклянной трубкой. Объем шара отделен от внешнего пространства гладким поршнем. При температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$ поршень находился от поверхности шара на расстоянии $L_0 = 3$ см. Площадь поперечного сечения трубки равна $S = 1$ см², объем шара равен $V = 106$ см³. Установите, какому значению температуры t ($^\circ\text{C}$) будет соответствовать положение поршня на расстоянии $L = 7$ см от поверхности шара.

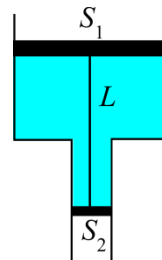


5. Теплоизолированный цилиндр, расположенный горизонтально, заполнен идеальным газом и разделен на две части в отношении 2:3 теплопроводным поршнем, который может скользить вдоль стенок цилиндра без трения. Начальные температуры газа в меньшей и большей частях $t_1=177^\circ\text{C}$ и $t_2=267^\circ\text{C}$. Давления в обеих частях одинаковы и равны p . Найти отношение объемов, когда температуры газа в частях цилиндра сравняются и движение поршня прекратится. Теплоемкостью стенок цилиндра и поршня можно пренебречь.

6. Рассчитайте плотность смеси, состоящей из $m_r = 30$ г гелия и $m_k = 80$ г кислорода при температуре $t = 27^\circ\text{C}$ и давлении $P = 0,5$ атм. Молярная масса гелия $M_r=4$ г/моль, молярная масса кислорода $M_k =32$ г/моль.

Углубленный уровень.

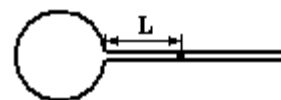
1. Жидкость плотности ρ находится между двумя невесомыми поршнями, связанными невесомой нитью, в вертикальном сосуде, сечение которого показано на рисунке. Определите силу натяжения нити, полагая, что трение между поршнями и стенками отсутствует. Площади сечений верхней и нижней части S_1 и S_2 , соответственно, длина нити L . Над верхним поршнем и под нижним поршнем находится газ с одинаковым давлением.



2. В аквариум с водой опустили плавать круглую коробочку из цинка, в результате чего уровень воды в аквариуме поднялся на $h = 14$ мм. На какую величину (от нового уровня) опустится уровень, если коробочка зачерпнет воды и утонет? Плотность цинка $\rho_{\text{ц}} = 7$ г/см³, плотность воды $\rho_0 = 1$ г/см³.

3. В середину трубки длиной $L=1$ м, расположенной горизонтально, поместили ртуть, после чего с обеих сторон от нее частично откачали воздух и запаляли концы трубки. Длина столбика ртути составляет $h=20$ см, объем воздуха по обеим сторонам от него одинаков. После того как трубку перевели в вертикальное положение, столбик ртути переместился на $d=10$ см. Определите давление, которое было в запалянной трубке в горизонтальном положении. Ответ выразите в мм ртутного столба. Температуру считать постоянной.

4. Необходимо произвести градуировку газового термометра, который представляет собой шар с припаянной к нему горизонтальной стеклянной трубкой. Объем шара отделен от внешнего пространства гладким поршнем. При температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$ поршень находился от поверхности шара на расстоянии $L_0 = 3$ см. Площадь поперечного сечения трубки равна $S = 1$ см², объем шара равен $V = 106$ см³. Установите, какому значению температуры t ($^\circ\text{C}$) будет соответствовать положение поршня на расстоянии $L = 7$ см от поверхности шара.



5. Первоначально пустой баллон с предохранительным клапаном заполняют идеальным газом при температуре $T_0=300$ К до тех пор, пока давление не станет равным $p_0=150$ кПа. Затем баллон нагревают до температуры $T_1=600$ К. Клапан выпускает газ из баллона, если давление внутри $p_{\text{max}}=200$ кПа. В результате описанного нагрева из баллона вышло $\Delta m = 10$ г газа. Определите массу газа, закачанного в баллон.

6. Рассчитайте плотность смеси, состоящей из $m_{\text{г}} = 30$ г гелия и $m_{\text{к}} = 80$ г кислорода при температуре $t = 27^\circ\text{C}$ и давлении $P = 0,5$ атм. Молярная масса гелия $M_{\text{г}}=4$ г/моль, молярная масса кислорода $M_{\text{к}}=32$ г/моль.