

**Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных
образовательных организаций (2020 г.)
Физика. 9 класс**

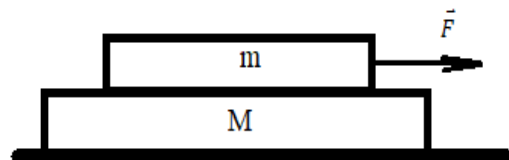
Вариант 1

Задача 1. (15 баллов). Два шара массами M и m ($M > m$), имеющих одинаковые объемы, связали невесомой и нерастяжимой нитью и опустили в сосуд с жидкостью. «Легкий» шар всплыл так, что в жидкости осталась лишь его η -я часть. «Тяжелый» шар, не касаясь дна, «повис» на вертикально ориентированной нити. Найти силу натяжения нити F , считая, что плотность жидкости неизменна от поверхности жидкости до дна сосуда.

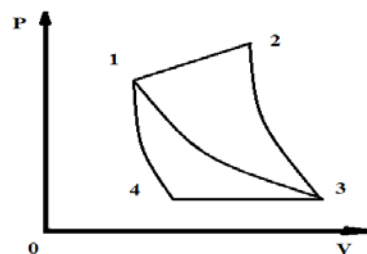
Задача 2. (15 баллов). В закрытом с обоих концов теплоизолированном горизонтально расположенном цилиндре есть тонкий теплопроводящий невесомый поршень, делящий цилиндр на две части, и могущий двигаться без трения. В одной части цилиндра находится молекулярный водород массы $m_v = 3$ г. В другой части цилиндра находится молекулярный кислород массы $m_k = 16$ г. Найти отношение объемов η ($\eta = V_v/V_k$), занимаемых газами. Молекулярные массы газов: $\mu_v = 2$ г/моль, $\mu_k = 32$ г/моль.

Задача 3. (15 баллов). Какое количество теплоты Q нужно сообщить $m = 2.0$ кг льда, взятого при температуре $t_n^0 = -10^0\text{C}$, чтобы лед расплавить ($t_{пл}^0 = 0^0\text{C}$), а полученную воду нагреть до кипения ($t_{пр}^0 = 100^0\text{C}$) и выпарить? Удельная теплоемкость льда $c_l = 2,10 \cdot 10^3$ Дж/(кг К). Удельная теплоемкость воды $c_v = 4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг К). Удельная теплота плавления льда $\lambda_l = 3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг. Удельная теплота парообразования воды $r_v = 22,60 \cdot 10^5$ Дж/кг.

Задача 4. (25 баллов). На горизонтальной поверхности стола покоится доска массы M . На горизонтальной верхней поверхности этой доски покоится другая доска массы m . Коэффициент трения скольжения между досками равен μ . Коэффициент трения скольжения между нижней доской и столом равен нулю. К верхней доске приложили горизонтальную силу F (см. рис). Найти ускорения a_n и a_v нижней и верхней досок и силу трения $F_{тр.}$, возникающую между досками.



Задача 5. (30 баллов). КПД цикла ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$), состоящего из процесса с линейной зависимостью давления от объема ($1 \rightarrow 2$), адиабаты ($2 \rightarrow 3$) и изотермы ($3 \rightarrow 1$) равен η_1 . КПД цикла ($1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$), состоящего из изотермы ($1 \rightarrow 3$), изобары ($3 \rightarrow 4$) и адиабаты ($4 \rightarrow 1$) равен η_2 . Чему равен КПД η цикла ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$)? Рабочим веществом тепловой машины является идеальный газ. Циклы показаны на рисунке.



Примечание. В задачах, в которых даны числовые значения, необходимо сначала получить аналитический (буквенный) ответ; и только потом надо использовать численные данные из условия задачи для получения численного ответа.

**Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных
образовательных организаций (2020 г.)
Физика. 9 класс**

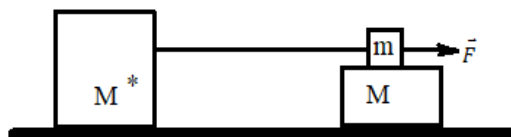
Вариант 2

Задача 1. (15 баллов). Шар висит, не колеблясь, на невесомой пружине. После того, как под шар подставили сосуд с жидкостью плотности ρ_0 , было отмечено, что удлинение пружины уменьшилось в η раз ($\eta > 1$). При этом заметили, что лишь μ -я часть объема шара погружена в жидкость. Найти плотность материала шара ρ .

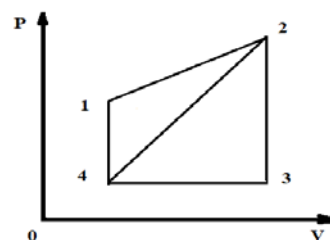
Задача 2. (15 баллов). На пути молекулярного пучка есть вертикально расположенный экран. Считая столкновение молекул пучка с экраном абсолютно упругими, найти давление P , испытываемое экраном. Масса одной молекулы $m = 3,32 \cdot 10^{-27}$ кг. Скорость молекул пучка перпендикулярна поверхности экрана и равна $v = 500$ м/с. Концентрация молекул в пучке $n = 10^6$ м⁻³.

Задача 3. (15 баллов). В латунный калориметр массой $m_{\text{л}} = 128$ г, содержащей $m_{\text{в}} = 240$ г воды при температуре $t_{\text{нв}}^0 = 8,4^0\text{C}$, опущено металлическое тело $m_{\text{м}} = 192$ г, нагретое до температуры $t_{\text{нм}}^0 = 100,0^0\text{C}$. Окончательная температура, установившаяся в калориметре $t_{\text{к}}^0 = 21,5^0\text{C}$. Определить удельную теплоемкость $c_{\text{ит}}$ испытуемого тела. Удельная теплоемкость воды $c_{\text{в}} = 4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг К). Удельная теплоемкость латуни $c_{\text{л}} = 0,38 \cdot 10^3$ Дж/(кг К).

Задача 4. (25 баллов). На горизонтальной поверхности стола покоится груз массы M . На горизонтальной верхней поверхности этого груза покоится другой груз массы m . Коэффициент трения скольжения между этими грузами равен μ . К верхнему грузу с помощью невесомой и нерастяжимой нити прикрепили третий груз массы M^* , покоящийся на столе. Коэффициент трения скольжения между столом и находящимися на нем грузами равен нулю. К верхнему грузу приложили горизонтальную силу F (см. рис). Найти ускорения $a_{\text{н}}$, $a_{\text{н}}^*$ и $a_{\text{в}}$ нижних (находящихся на поверхности стола) и верхнего грузов, и силу трения $F_{\text{тр}}$, возникающую между грузами.



Задача 5. (30 баллов). КПД цикла ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1$), состоящего из двух процессов с линейной зависимостью давления от объема ($1 \rightarrow 2$) и ($2 \rightarrow 4$) и изохоры ($4 \rightarrow 1$), равен η_1 . КПД цикла ($2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 2$), состоящего из изохоры ($2 \rightarrow 3$), изобары ($3 \rightarrow 4$) и процесса с линейной зависимостью давления от объема ($4 \rightarrow 2$), равен η_2 . Чему равен КПД η цикла ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$)? Рабочим веществом тепловой машины является идеальный газ. Циклы показаны на рисунке.



Примечание. В задачах, в которых даны числовые значения, необходимо сначала получить аналитический (буквенный) ответ; и только потом надо использовать численные данные из условия задачи для получения численного ответа.

**Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных
образовательных организаций (2020 г.)
Физика. 9 класс**

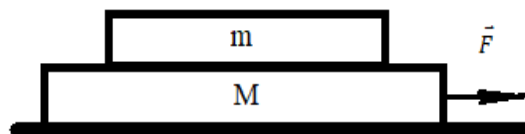
Вариант 3

Задача 1. (15 баллов). Ко дну сосуда прикрепили невесомую и нерастяжимую нить. К другому концу нити прикрепили шар массой m и плотностью ρ . В сосуд налили жидкость плотности ρ_0 . Шар всплыл (натянув нить) так, что η -я часть объема шара находится в воде. Найти силу натяжения нити F .

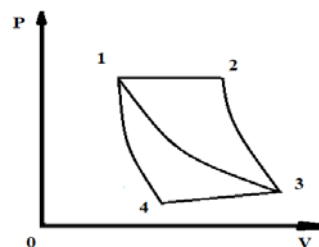
Задача 2. (15 баллов). В закрытом с обоих концов теплоизолированном горизонтально расположенном цилиндре есть тонкий теплопроводящий невесомый поршень, делящий цилиндр на две части, и могущий двигаться без трения. В одной части цилиндра находится молекулярный водород. В другой части цилиндра находится молекулярный кислород. Массы газов одинаковы. Найти отношение высот η ($\eta = H_B/H_K$) цилиндров, занимаемых газами по разные стороны поршня. Молекулярные массы газов: $\mu_B = 2$ г/моль, $\mu_K = 32$ г/моль.

Задача 3. (15 баллов). Найти массу $m_{пл}$ воды, превратившейся в пар, если в латунный калориметр массы $m_{л} = 0,5$ кг, содержащий воду массы $m_{в} = 1,0$ кг при температуре $t_{нв}^0 = 20,0^0\text{C}$, влили расплавленный свинец массы $m_{с} = 10,0$ кг при температуре его плавления $t_{пл}^0 = 327,0^0\text{C}$. Удельная теплоемкость воды $c_{в} = 4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг К). Удельная теплота парообразования воды $r_{в} = 22,60 \cdot 10^5$ Дж/кг. Удельная теплоемкость латуни $c_{л} = 0,38 \cdot 10^3$ Дж/(кг К). Удельная теплота плавления свинца $\lambda_{с} = 0,25 \cdot 10^5$ Дж/кг. Удельная теплоемкость свинца $c_{с} = 0,13 \cdot 10^3$ Дж/(кг К).

Задача 4. (25 баллов). На горизонтальной поверхности стола покоится доска массы M . На горизонтальной верхней поверхности этой доски покоится другая доска массы m . Коэффициент трения скольжения между досками равен μ . Коэффициент трения скольжения между нижней доской и столом равен нулю. К нижней доске приложили горизонтальную силу F (см. рис). Найти ускорения a_n и a_v нижней и верхней досок, и силу трения $F_{тр.}$, возникающую между досками.



Задача 5. (30 баллов). КПД цикла ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$), состоящего из изобары ($1 \rightarrow 2$), адиабаты ($2 \rightarrow 3$) и изотермы ($3 \rightarrow 1$) равен η_1 . КПД цикла ($1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$), состоящего из изотермы ($1 \rightarrow 3$), процесса с линейной зависимостью давления от объема ($3 \rightarrow 4$) и адиабаты ($4 \rightarrow 1$) равен η_2 . Чему равен КПД η цикла ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$)? Рабочим веществом тепловой машины является идеальный газ. Циклы показаны на рисунке.



Примечание. В задачах, в которых даны числовые значения, необходимо сначала получить аналитический (буквенный) ответ; и только потом надо использовать численные данные из условия задачи для получения численного ответа.

Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных образовательных организаций (2020 г.)
Физика. 9 класс

Вариант 4

Задача 1. (15 баллов). Шарик массы m всплывает с постоянным ускорением a в жидкости, плотность которой в η раз больше плотности материала шарика ($\eta > 1$). Определить силу сопротивления жидкости F движению шарика, считая ее постоянной.

Задача 2. (15 баллов). Определить отношение η ($\eta = v_B/v_K$) среднеквадратичных скоростей движения молекул водорода и кислорода при одинаковой температуре. Молекулярные массы газов: $\mu_B = 2$ г/моль, $\mu_K = 32$ г/моль.

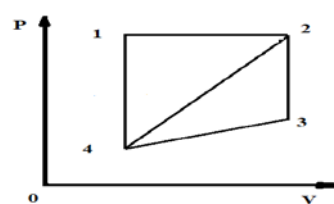
Задача 3. (15 баллов). В сосуде, теплоемкость которого $C = 0,63$ кДж/К, находится вода массы $m_B = 0,5$ кг и лед массы $m_L = 0,25$ кг при температуре $t_{\text{нв}}^0 = 0,0^\circ\text{C}$. Какая установится температура T в сосуде, если через воду пропустить водяной пар массы $m_{\text{п}} = 0,09$ кг, нагретый до температуры $T_{\text{п}} = 373$ К? Удельная теплоемкость воды $c_B = 4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг К). Удельная теплота парообразования воды $r_B = 22,60 \cdot 10^5$ Дж/кг. Удельная теплота плавления льда $\lambda_L = 3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг.

Задача 4. (25 баллов). На горизонтальной поверхности стола покоится груз массы M . На горизонтальной верхней поверхности этого груза покоится другой груз массы m . Коэффициент трения скольжения между этими грузами равен μ .



К верхнему грузу с помощью невесомой и нерастяжимой нити прикрепили третий груз массы M^* , покоящийся на столе. Коэффициент трения скольжения между столом и находящимися на нем грузами равен нулю. К нижнему грузу приложили горизонтальную силу F (см. рис). Найти ускорения a_n , a_n^* и a_B нижних (находящихся на поверхности стола) и верхнего грузов, и силу трения $F_{\text{тр}}$, возникающую между грузами.

Задача 5. (30 баллов). КПД цикла ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1$), состоящего из процесса с линейной зависимостью давления от объема ($2 \rightarrow 4$), изохоры ($4 \rightarrow 1$) и изобары ($1 \rightarrow 2$), равен η_1 . КПД цикла ($2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 2$), состоящего из изохоры ($2 \rightarrow 3$), и процессов с линейной зависимостью давления от объема ($3 \rightarrow 4$) и ($4 \rightarrow 2$), равен η_2 .



Чему равен КПД η цикла ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$)? Рабочим веществом тепловой машины является идеальный газ. Циклы показаны на рисунке.

Примечание. В задачах, в которых даны числовые значения, необходимо сначала получить аналитический (буквенный) ответ; и только потом надо использовать численные данные из условия задачи для получения численного ответа.