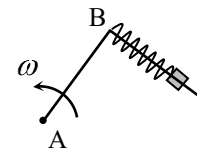
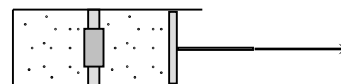


## Отборочный Интернет-тур Инженерной олимпиады школьников 2018-2019 учебного года (некоторые задачи из базы заданий, насчитывающей около 200 задач)

1.1 Стержень, изогнутый под углом  $90^\circ$ , вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через точку А (см. рисунок). Маленькая шайба массой  $m = 0,1$  кг прикреплена с помощью пружины с коэффициентом жесткости  $k = 120$  Н/м в точке В. Известно, что при вращении стержня с некоторой угловой скоростью  $\omega$  пружина растянута в  $n = 6/5$  раз по сравнению с недеформированным состоянием. Найти  $\omega$ . Угловую скорость в  $\text{с}^{-1}$  округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле.



2.1 Цилиндрический сосуд разделен на два равных отсека неподвижной перегородкой с отверстием, закрытым пробкой. Пробка вылетает, если перепад давлений в отсеках составляет  $\Delta p = 10^5$  Па. С одной стороны цилиндр закрыт, с другой стороны ограничен подвижным поршнем. В отсеках содержится одинаковый идеальный газ под давлением  $p = 4 \cdot 10^5$  Па. Поршень начинают медленно вытаскивать, а после того, как пробка вылетит, вытаскивание прекращают. Найти установившееся давление газа. Температура газа неизменна. Установившееся давление в паскалях разделить на  $10^5$ , округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле.

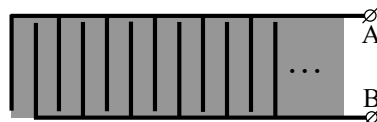


3.1 КПД двигателя внутреннего сгорания зависит от степени сжатия смеси воздуха с парами бензина (чем больше степень сжатия, тем выше КПД). С другой стороны при сжатии смеси она нагревается, и может произойти ее самопроизвольное воспламенение. Считая, что температура воспламенения смеси составляет  $700^\circ \text{C}$ , а сжатие происходит адиабатически от комнатной температуры  $20^\circ \text{C}$ , посчитать предельную степень сжатия смеси (степенью сжатия называется отношение начального и конечного объемов  $V_{\text{нач}}/V_{\text{кон}}$ ). Ответ округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле. **Указание.** Считать, что давление и объем смеси воздуха с парами бензина связаны в адиабатическом процессе соотношением  $pV^k = \text{const}$ , где  $k = 1,4$ .

4.1 Космическая станция представляет собой черную сферу, температура которой в результате постоянной работы научного оборудования внутри станции поддерживается равной  $500 \text{ K}$ . Станцию полностью окружают тонким черным сферическим экраном. Найти новую температуру оболочки станции. Считать, что количество теплоты, излучаемого единицей площади черного тела, пропорционально четвертой степени температуры (в абсолютной шкале). Температуру в кельвинах округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле.

5.1 Космический корабль имеет форму шара, внутри которого равномерно распределены источники тепла, обеспечивающие тепловыделение постоянной мощности. Во сколько раз изменится температура поверхности корабля, если его радиус (вместе с источниками тепла) увеличить вдвое? Считать, что количество теплоты, излучаемого единицей площади черного тела, пропорционально четвертой степени температуры (в абсолютной шкале). Отношение новой и старой температур поверхности корабля округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле.

**6.1.** Все промышленные конденсаторы сейчас делают многослойными:  $2N$  металлических пластин, соединенных через одну друг с другом и разделенных диэлектриком (см. рисунок). Найти емкость такой системы, если  $N = 8$ , площадь пластин  $S = 1 \text{ см}^2$ , расстояние между любыми ближайшими пластинами  $d = 20 \text{ мкм}$ . Промежутки между пластинами заполнены титанатом бария – диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 5000$ . Электрическая постоянная  $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ . Искомую емкость в микрофарадах округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле.



**7.1.** К источнику с ЭДС  $\varepsilon = 10 \text{ В}$  и сопротивлением  $r = 1 \text{ Ом}$  подключают соединенные последовательно резистор с сопротивлением  $R = 10 \text{ Ом}$  и нелинейный элемент с вольтамперной характеристикой  $U = \alpha I^2$  (где  $\alpha = 10 \text{ В/А}^2$ ). Найти ток через источник. Ток в амперах округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле.

**8.1.** Чтобы снабжать дачный дом горячей водой были сконструированы: теплоизолированный бак для горячей воды, из которого потребители получают воду порциями, масса которых много меньше массы воды в баке, и кипятильник, который сразу же наполняет бак кипятком. По результатам многочисленных измерений выяснилось, что при обычном потреблении воды температура воды в баке равна  $65^\circ \text{ С}$  при температуре на улице  $15^\circ \text{ С}$ . Какова будет температура воды в баке при двукратном увеличении расхода и той же температуре на улице. Температура кипятка  $100^\circ \text{ С}$ . Считать, что теплоотдача пропорциональна разности температур. Температуру воды в градусах Цельсия округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле.

**9.1.** Испытательная камера для проведения лабораторных взрывов заполняется смесью метана и кислорода при давлении  $p_0 = 720 \text{ мм рт ст}$ . Парциальные давления метана и кислорода одинаковы. После герметизации камеры в ней происходит взрыв. Найти установившееся давление внутри камеры после охлаждения продуктов сгорания до первоначальной температуры, при которой давление насыщенных паров воды  $p_0 = 17 \text{ мм рт ст}$ . Указание: реакция горения метана имеет вид:  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ , объем сконденсировавшейся воды мал по сравнению с объемом камеры). Ответ в миллиметрах ртутного столба записать в предложенное поле.

**10.1.** Доменная печь представляет собой вертикальную кирпичную трубу (шахту) высотой до 100 метров, заполненную чугуном. Нижний конец трубы поддерживается при температуре  $T_1 = 1800^\circ \text{ С}$ , верхний при температуре  $T_2 = 200^\circ \text{ С}$ , температура плавления чугуна  $T_3 = 1200^\circ \text{ С}$ . Известно, что теплопроводность жидкого чугуна в 2 раза меньше теплопроводности твердого. Какая часть печи заполнена жидким чугуном? Считать, что нагревание чугуна происходит только внизу шахты, потерь тепла через стенки печи не происходит. Указание. Количество тепла  $q$ , переносимого в единицу времени через единицу площади тонкого слоя толщиной  $\Delta x$ , одна поверхность которого поддерживается при температуре  $t_1$ , вторая – при температуре  $t_2$ , определяется законом:  $q = \lambda(t_2 - t_1)/\Delta x$ , где  $\lambda$  - коэффициент теплопроводности (закон Фурье). Отношение длины заполненной жидким чугуном части печи к ее полной длине округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле.

**11.1.** Тепловая машина работает по циклу, состоящему из двух изотерм и двух изохор. Найти КПД цикла, если КПД цикла Карно с тем же нагревателем и холодильником равен

$\eta = 32,1 \%$ , а изменение внутренней энергии газа при изохорическом нагревании равно его работе при изотермическом расширении. Ответ в процентах округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле. Рабочее тело машины – идеальный газ).

**12.1.** Тепловая машина, работающая по обратному циклу Карно, передает тепло от холодильника с водой при температуре  $0^\circ \text{C}$  кипятивнику с водой при температуре  $100^\circ \text{C}$ . Сколько воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар 1 кг воды в кипятивнике? Удельная теплота плавления льда -  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5$  Дж/кг, удельная теплота парообразования воды -  $r = 2,3 \cdot 10^6$  Дж/кг. Массу замороженной воды в килограммах округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле.