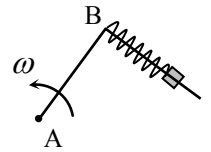


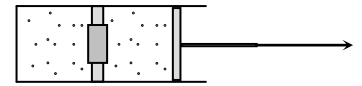
### 7.1.7. Отборочный Интернет-тур Инженерной олимпиады школьников 2016-2017 учебного года (некоторые задачи из базы заданий, насчитывающей около 200 задач)

**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.



(Ответ - 14,1. Все ответы от 14,0 до 15,0 считаются правильными).

**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.

(Ответ - 3,43. Все ответы от 3,4 до 3,5 считаются правильными).

**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  $k = 1,4$ .

(Ответ: 20,1. Все ответы от 20 до 21 считаются правильными)

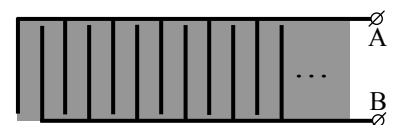
**4.1** Космическая станция представляет собой черную сферу, температура которой в результате постоянной работы научного оборудования внутри станции поддерживается равной  $500$  К. Станцию полностью окружают тонким черным сферическим экраном. Найти новую температуру оболочки станции. Считать, что количество 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.

(Ответ - 595. Все ответы от 590 до 600 считаются правильными).

**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.

(Ответ - 1,19. Все ответы от 1,1 до 1,2 считаются правильными).

**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  $d = 20$  мкм. Промежутки между пластинами заполнены титаном бария - диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 5000$ . Электрическая постоянная  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м. Искомую емкость в микрофарадах округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле.



(Ответ – 3,32. Все ответы от 3,3 до 3,4 считаются правильными).

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

(Ответ – 0,591. Все ответы от 0,59 до 0,60 считаются правильными).

**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  $65^\circ$  С при температуре на улице  $15^\circ$  С. Какова будет температура воды в баке при двукратном увеличении расхода и той же температуре на улице. Температура кипятка  $100^\circ$  С. Считать, что теплоотдача пропорциональна разности температур. Температуру воды в градусах Цельсия округлить до трех значащих цифр и записать в предложенное поле.

(Ответ – 78,0. Все ответы от 77,5 до 78,5 считаются правильными).

**9.1.** Испытательная камера для проведения лабораторных взрывов заполняется смесью метана и кислорода при давлении  $p_0 = 720$  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  $p_0 = 17$  мм рт. ст. Указание: реакция горения метана имеет вид:  $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ , объем сконденсировавшейся воды мал по сравнению с объемом камеры). Ответ в миллиметрах ртутного столба записать в предложенное поле.

(Ответ - 377)

**10.1.** Доменная печь представляет собой вертикальную кирпичную трубу (шахту) высотой до 100 метров, заполненную чугуном. Нижний конец трубы поддерживается при температуре  $T_1 = 1800^\circ$  С, верхний при температуре  $T_2 = 200^\circ$  С, температура плавления чугуна  $T_3 = 1200^\circ$  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, потеря 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.

(Ответ 0,231. Все ответы от 0,23 до 0,24 считаются правильными)

**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).

(Ответ 16,1 %. Все ответы от 16 до 17 считаются правильными).

**12.1.** Тепловая машина, работающая по обратному циклу Карно, передает тепло от холодильника с водой при температуре  $0^\circ$  С кипятильнику с водой при температуре  $100^\circ$  С. Сколько воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар 1 кг воды в кипятильнике? 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.

(Ответ – 9,24. Все ответы от 9,2 до 9,3 считаются правильными)