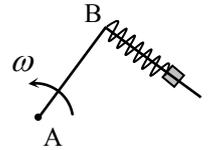


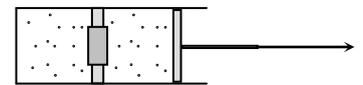
2014-2015 учебный год,

Дистанционный отборочный тур (Интернет). 9-11 класс. Некоторые задачи из базы заданий

1.1 Стержень, изогнутый под углом 90° , 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 ω пружина растянута в $n = 6/5$ раз по сравнению с недеформированным состоянием. Найти ω . Угловую скорость в 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.

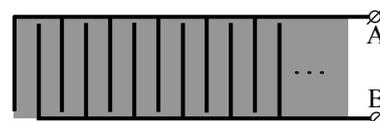


3.1. КПД двигателя внутреннего сгорания зависит от степени сжатия смеси воздуха с парами бензина (чем больше степень сжатия, тем выше КПД). С другой стороны при сжатии смеси она нагревается, и может произойти ее самопроизвольное воспламенение. Считая, что температура воспламенения смеси составляет 700°C , а сжатие происходит адиабатически от комнатной температуры 20°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 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.

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° С при температуре на улице 15° С . Какова будет температура воды в баке при двукратном увеличении расхода и той же температуре на улице. Температура кипятка 100° 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:

$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$, объем сконденсировавшейся воды мал по сравнению с объемом камеры). Ответ в миллиметрах ртутного столба записать в предложенное поле.

10.1. Доменная печь представляет собой вертикальную кирпичную трубу (шахту) высотой до 100 метров, заполненную чугуном. Нижний конец трубы поддерживается при температуре $T_1 = 1800^\circ \text{C}$, верхний при температуре $T_2 = 200^\circ \text{C}$, температура плавления чугуна $T_3 = 1200^\circ \text{C}$. 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 Δx , одна поверхность которого поддерживается при температуре t_1 , вторая – при температуре t_2 , определяется законом: $q = \lambda(t_2 - t_1)/\Delta x$, где λ - 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°C кипятильнику с водой при температуре 100°C . 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.