

Олимпиада «Высшая проба» проводится при поддержке Сбера, приветствуем участников соревнования!



Поздравляем — ты являешься участником заключительного этапа олимпиады по профилю «Физика». Сбер, как и ты, всегда стремится к амбициозным задачам и гениальным прорывам. Желаем тебе блистательной победы!

Время выполнения заданий — 240 минут.

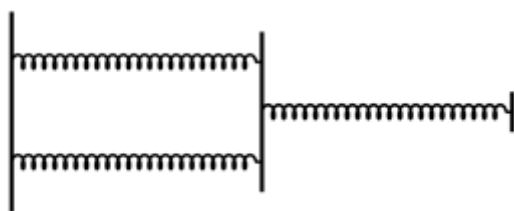
Приступая к выполнению заданий, вы подтверждаете, что профиль и класс заданий соответствуют сведениям, указанным вами при регистрации.

Пишите разборчиво. В работе не должно быть никаких пометок, не относящихся к ответам на вопросы. Если Вы не знаете ответа, ставьте прочерк. Проверяться будет как сам ответ в бланке, так и черновики, по которым будет восстанавливаться логика получения результата.

Максимальное количество баллов — 100.

Задача 1. (20 баллов) Два горных племени враждуют между собой. В рамках гонки вооружений они разработали аналогичные по характеристикам пушки и установили их у хижин вождей. После очередного конфликта аборигены первого племени выстрелили из своей пушки под углом 30° к горизонту, в результате чего через время $t_1 = 14$ с после выстрела ядро попало точно в хижину вождя второго племени. При этом задержка между звуком выстрела и попаданием ядра для жителей второй деревни составила $t_2 = 11$ с. Раздосадованные жители второго племени горят желанием нанести ответный удар. Определить, во сколько раз необходимо увеличить энергию выстрела, чтобы попасть в хижину вождя первого племени, если выстрел будет производиться под углом 60° к горизонту таким же ядром. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с², скорость звука $c = 333$ м/с. Хижины вождей находятся в зоне прямой видимости.

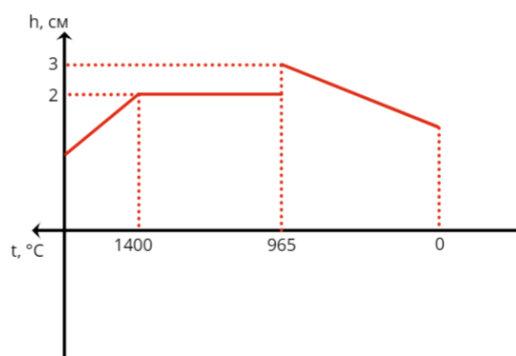
Задача 2. (20 баллов) Негуковский упругий элемент изготовили следующим образом. Сначала обычную пружину последовательно соединили с нерастяжимой нитью, а затем полученную конструкцию параллельно соединили с еще одной пружиной. Длины каждой из пружин и нити равны $l = 2$ см. Коэффициент жесткости одной пружины $k = 100$ Н/м. Далее, три таким образом изготовленных одинаковых упругих элемента соединяют в систему так: два соединяют параллельно, и к ним последовательно присоединяют третий (см. рисунок). Найдите зависимость удлинения от приложенной силы для упругого элемента, который надо параллельно подсоединить к получившейся системе, чтобы она оказалась эквивалентна пружине с коэффициентом жесткости $2k$. Можно ли такую пружину получить из гуковских пружин и нерастяжимых нитей? Если можно, найдите коэффициенты жесткости и длины этих пружин.



Задача 3. (20 баллов) В рамках электрификации планеты были проложены кабели по меридианам с шагом 30 градусов и по экватору. Михаил решил определить сопротивление получившейся электрической цепи между полюсами планеты, а Микаэль решил определить сопротивление цепи между диаметрально противоположными концами экватора. Определите, во сколько раз сопротивление, измеренное Микаэлем, будет больше, чем сопротивление, измеренное Михаилом. Все кабели изготовлены из одного и того же проводника и имеют одинаковое сечение. В точках пересечения кабелей имеются соединительные контакты, а также разъемы для подключения измерительного прибора. Землю считать идеальным шаром.

Задача 4. (20 баллов) В калориметре плавает лёд в форме цилиндра так, что его основания параллельны дну калориметра. Сверху на этот лёд кладут на основание нагретый цилиндр из никеля массой 17,8 г. На графике приведена зависимость высоты h верхнего основания ледяного цилиндра над поверхностью воды от температуры никелевого цилиндра. Определите по этим данным:

- 1) начальную температуру никеля;
- 2) начальную массу льда;
- 3) начальную и конечную высоту h на графике.



Удельная теплота плавления льда $330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, удельная теплоёмкость никеля $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$, плотность льда $900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плотность никеля $8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плотность воды $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Считать, что процесс теплопередачи идет только через основание цилиндра (передачей тепла через боковую поверхность пренебречь), а вода стекает с поверхности льда мгновенно.

Задача 5. (20 баллов) Наблюдая за работой профессионального пиццайоло, юный физик заметил, что повар раскручивает диск из теста в воздухе, чтобы придать ему нужную форму. Однако, если раскрутить тесто слишком сильно или попытаться сделать пиццу слишком большого диаметра, диск разрывается в полете. Известно, что тесто ведет себя как неньютоновская жидкость, но при быстрых деформациях (как при раскрутке) оно проявляет свойства твердого тела и имеет определенный предел прочности на разрыв.

Оцените величину этого предела прочности (механического напряжения) σ в Паскалях. Для оценки используйте разумные параметры, взятые из жизненного опыта.