

Время выполнения заданий – 240 минут

Максимальное количество баллов – 100

Задание 1 (20 баллов)

На симметричном клине располагаются два бруска с одинаковой массой, которые соединены через идеальный неподвижный блок невесомой и нерастяжимой нитью. Клины начинают вращать с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси симметрии. Определите при каком взаиморасположении грузы будут покоиться? Коэффициент трения между грузами и клином $\mu = 1/6$, угол наклона сторон клина к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Бруски не отрываются от поверхности клина, ускорение свободного падения равно g , длина нити равна $L = g \omega^2 / \sqrt{2}$. Размером блока пренебречь.

Задание 2 (20 баллов)

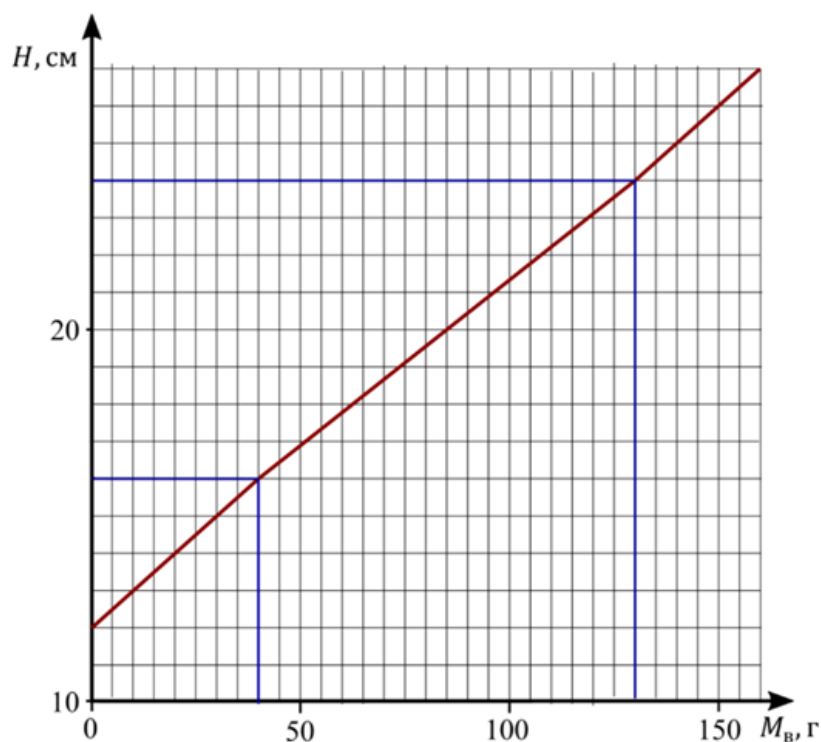
В далеком 1958 году маленький воробей пролетал над военной базой в Китае. Местные жители решили избавиться от «вредителя» с помощью старинной пушки. Воробей увидел, как из пушки вылетело ядро. Направление скорости ядра к горизонту в момент выстрела он определил равным $\alpha = 45^\circ$. Ровно через $t_1 = 2$ с он услышал оглушающий хлопок. Если бы он не сменил вовремя траекторию, то через $t_2 = 10$ с после выстрела снаряд поразил бы его. Определите, с какой скоростью вылетел снаряд из пушки, и на каком расстоянии он приземлился. Считать, что воробей летел строго параллельно горизонту по направлению к пушке с постоянной скоростью $V = 46$ км/ч. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², скорость распространения звука в воздухе 330 м/с. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Задание 3 (20 баллов)

Внутри цилиндрического стакана находится лёд, плотно прилегающий к стенкам стакана и дну, внутри которого находится кусочек свинца. В данный стакан медленно начинают заливать теплую воду. График зависимости уровня воды (H) в стакане от количества залитой воды представлен на рисунке. На графике выделены две точки излома. Определите по данному графику:

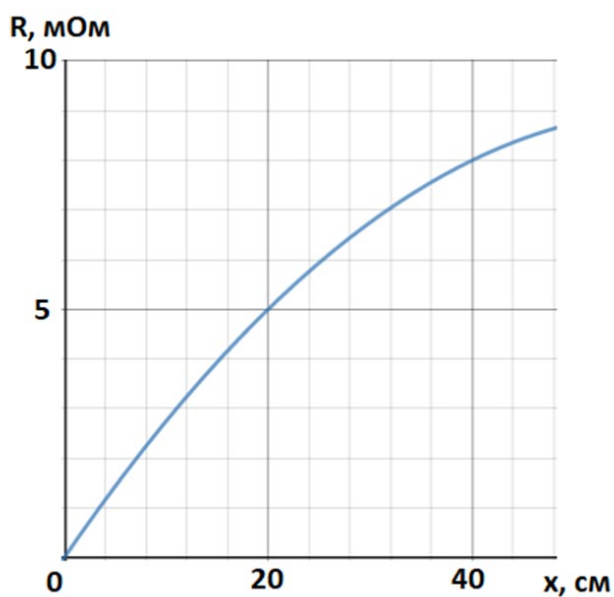
- 1) Начальную массу льда в стакане
- 2) Массу свинца
- 3) Начальную температуру заливаемой воды и льда

Считать, что теплопроводность достаточно высокая и потери в окружающую среду отсутствуют. Плотность воды $\rho_v = 1000$ кг/м³, плотность льда $\rho_l = 900$ кг/м³, плотность свинца $\rho_c = 11350$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c_v = 4200$ Дж/(кг·°С), удельная теплоемкость льда $c_l = 2100$ Дж/(кг·°С), удельная теплоемкость свинца $c_c = 140$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг.



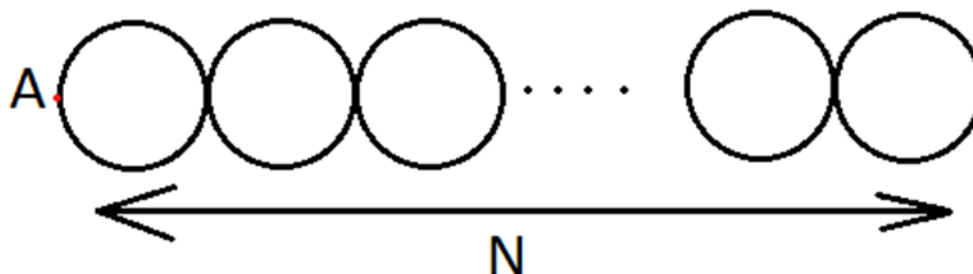
Задание 4 (20 баллов)

Юному школьнику дали задание – измерить зависимость сопротивления провода от его длины. Школьник решил начать делать измерения, не доставая из коробки провод. Он вытащил часть провода из коробки таким образом, что концы провода остались внутри. Один контакт омметра он расположил на произвольном участке вытянутого провода, а второй начал плавно отодвигать от первого. Результаты данного эксперимента вы можете увидеть на графике зависимости показания омметра от расстояния между клеммами вдоль провода:



Объясните, почему на графике зависимость нелинейна? Какова минимально возможная длина провода в коробке?

Учитель, который увидел данную работу и условия её выполнения, после небольшого шока дал ученику другое задание: взять оголенный провод длины L и сопротивления R и скрутить из него N одинаковых колечек не разрывая провод, как показано на рисунке. Первый контакт омметра он велел ему расположить в точке A , располагающейся на оси симметрии, а второй начать плавно отодвигать от точки A вдоль провода. Изобразите схематично график зависимости показаний омметра от расстояния по горизонтали между клеммами прибора $R(x)$ в данном случае. Укажите характерные точки и масштабы графика.



Задание 5 (20 баллов)

Юный экспериментатор Алексей решил почувствовать себя первооткрывателем фотографии: в кубической коробке с длиной стороны около 30 см он проделал небольшое отверстие диаметра d , поместил чувствительную к свету фотоплёнку на противоположную отверстию внутреннюю стенку камеры и решил сфотографировать свой пятиэтажный дом, см. рис. Фотоплёнка заслоняет собой почти всю стенку. Оцените, какого размера d отверстие в стенке камеры Алексей должен произвести и на каком расстоянии L следует поместить камеру от дома, чтобы получилась его качественная фотография? Предлагаем вам определить параметр качества фотографии самостоятельно – и обязательно подсчитать его при ваших выбранных параметрах. В решении опишите все, на ваш взгляд, необходимые рассуждения и допущения, а также преимущества и недостатки выбранных вами параметров. Разрешение используемой Алексеем фотоплёнки составляет около 100 мкм.

