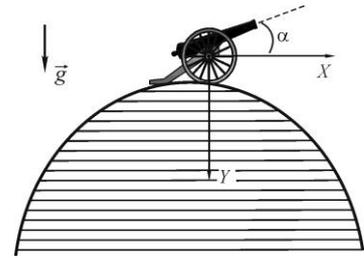
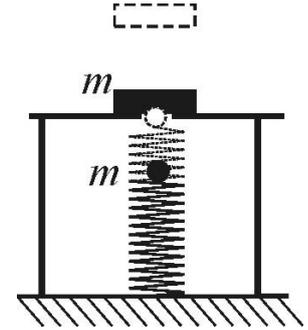


11 класс

Задача 1 (10 баллов). Пушка стоит на самом верху горы, лобовое вертикальное сечение которой есть парабола $y = ax^2$. При какой минимальной начальной скорости снаряда, выпущенного под углом α к горизонту, он никогда не упадет на поверхность горы. Ускорение свободного падения равно g .



Задача 2 (10 баллов). Маленький шарик массой m , закрепленный на вертикальной пружине, расположили под столом с отверстием. В положении равновесия шарик находится посередине отверстия. Обнаружилось, что если шарик отклонить вниз на произвольное расстояние и отпустить, он колеблется вокруг положения равновесия, возвращаясь в крайнее нижнее положение через промежуток времени T_0 (иначе говоря, колеблется с периодом T_0). Над отверстием поставили тело массой m и снова вывели шарик из положения равновесия. Определите период колебаний шарика в новых условиях, если известно, что максимальная скорость шарика v_m . Шарик и тело соударяются абсолютно упруго; тело, подскакивая, движется строго вертикально. Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения g .



Задача 3 (10 баллов). Имеются три цилиндрических сосуда, отличающихся только по высоте. Емкости сосудов равны 1, 2 и 4 литра. Сосуды заполнены водой до краев. Воду в сосудах греют с помощью кипятильника. Из-за потерь тепла в атмосферу мощности кипятильника не хватает, чтобы вскипятить воду. В первом сосуде можно нагреть воду до $t_1 = 80^\circ\text{C}$, во втором – до $t_2 = 60^\circ\text{C}$. До какой температуры можно нагреть воду в третьем сосуде, если комнатная температура $t_0 = 20^\circ\text{C}$? Считайте, что теплоотдача тепла в атмосферу с единицы площади поверхности пропорциональна разности температур воды и окружающей среды. Вода в сосуде прогревается равномерно.

Задача 4 (10 баллов). Экспериментатор Глюк собрал схему из трех одинаковых резисторов, подключил ее к источнику постоянного напряжения (который можно считать идеальным) и измерил вольтметром напряжение сначала между точками A и D , а потом между точками A и B – получилось $U_1 = 3$ В и $U_2 = 0,9$ В соответственно. Тогда экспериментатор Глюк соединил точки A и C проводом (сопротивление которого можно пренебречь) и измерил напряжение между точками B и D . Что он получил?



Задача 5 (10 баллов). В 1841 году Робертом Майером был предложен метод расчета механического эквивалента теплоты – величины α , показывающей, сколько энергетических единиц ($\text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}^2$) содержится в единице количества теплоты (калории). Майер рассмотрел циклический процесс, совершаемый над идеальным газом (воздухом) и состоящий из следующих этапов:

1-2 – расширение воздуха в пустоту без совершения работы и изменения состояния других тел (к тому времени Джоуль установил, что при расширении идеального газа в пустоту его температура не меняется);

2-3 – сжатие газа при постоянном давлении;

3-1 – нагревание газа при постоянном объеме.

Майер определил α , измерив работу, совершенную газом за цикл, и общее количество теплоты, подведенное к газу за цикл. С помощью приведенных ниже данных вычислите, какое значение α получил Майер в своем опыте. Уравнение состояния идеального газа в то время было известно в виде

$$\frac{pV}{m(t+t_0)} = B = \text{const},$$

где m – масса газа, t – его температура (в $^{\circ}\text{C}$), $t_0 \approx 270^{\circ}\text{C}$. Удельная теплоемкость воздуха при постоянном объеме $c_v = 0,186$ кал/(г $\cdot^{\circ}\text{C}$), а при постоянном давлении $c_p = 0,26$ кал/(г $\cdot^{\circ}\text{C}$). При нормальных условиях ($t = 0^{\circ}\text{C}$, $p = p_0 = 10^5$ Па) плотность воздуха $\rho_0 = 1,3$ кг/м 3 .

Примечание. Внесистемная единица калория (кал) – это количество теплоты, которое требуется для нагревания воды массой 1 г на 1°C .