

11 класс

Задача 1. Колебания

По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы равномерно распределён положительный электрический заряд. Ось симметрии полусферы вертикальна. В точке O , совпадающей с центром кривизны полусферы, закреплён математический маятник в виде небольшого шарика с зарядом q_1 , висящего на нити, длина которой меньше радиуса полусферы (рис. 9). Период гармонических колебаний шарика вблизи положения равновесия, в котором нить вертикальна, равен T . После того, как заряд шарика изменили так, что он стал равен q_2 , причем $|q_2/q_1| = 2$, период гармонических колебаний шарика вблизи нового положения равновесия, в котором нить тоже вертикальна, снова оказался равным T . Найдите числовое значение T , если известно, что период гармонических колебаний маятника в незаряженной чаше $T_0 = 1,0$ с. Поле поляризационных зарядов не учитывайте.

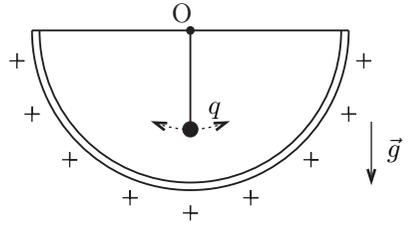


Рис. 9

Задача 2. Проводящий кубик

Кубик составлен из шести одинаковых проводящих пластин с просверленными по центру одинаковыми отверстиями. В вершины кубика вставлены одинаковые маленькие хорошо проводящие шарики, к которым можно присоединять провода. Диаметры отверстий таковы, что электрическое сопротивление кубика между его соседними вершинами A и B оказалось равным $R_{AB} = r = 32$ кОм. Если через эти вершины пропустить ток $I = 1$ мА в направлении, указанном на рисунке, то разность потенциалов между точкой M (серединой ребра AB) и вершиной C будет равна $U_{MC} = \varphi_M - \varphi_C = U = 2,0$ В. Определите сопротивление R_{AC} между точками A и C . Как изменятся сопротивления R_{AB} и R_{AC} , если, не изменяя толщину пластин, увеличить их размеры и размер отверстий в 2 раза?

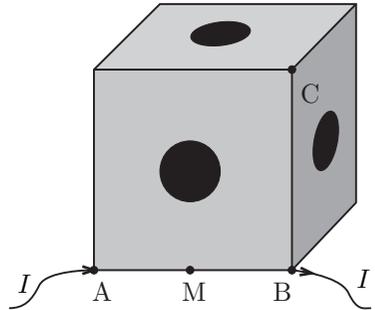


Рис. 10

Задача 3. Реактивная трубка

В середине длинной трубки, открытой с обоих концов, перпендикулярно к её оси закреплён нагреватель в виде тонкой вольфрамовой сеточки. Система находится в воздухе при температуре $t = 20^\circ\text{C}$, её общая масса $M = 17$ г. В начальный момент трубке сообщается скорость $v_0 = 1$ см/с вдоль её оси, к нагревателю начинает подводиться мощность $q = 20$ Вт, и трубка начинает разгоняться. Какой скорости достигнет трубка на пути разгона $S = 20$ м?

Сопротивлением воздуха пренебрегите. Давление внутри трубки считайте одинаковым, силу тяжести и теплообмен через стенку трубки не учитывайте. Считайте, что изменение кинетической энергии потока воздуха при пересечении сеточки мало по сравнению с изменением его внутренней энергии. Считайте воздух двухатомным газом с молярной массой $\mu = 29$ г/моль.

Задача 4. Космический объект

Космический объект, движущийся вдоль некоторой прямой с постоянной скоростью, испускает периодические радиоимпульсы. Астроном установил, что за время наблюдения Δt видимое направление на этот объект изменилось на малый угол $\Delta\varphi$, а период между моментами прихода радиоимпульсов изменился от T до $T + \Delta T$, где $\Delta T \ll T$. Найдите расстояние от наблюдателя до объекта. Скорость радиоимпульсов равна скорости света c .

Задача 5. «Миллиавтомобиль»

Очень маленький, размером с муравья, автомобиль, едет по ровной горизонтальной поверхности вдоль главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием f . На его крыше закреплён точечный источник света S , находящийся на главной оптической оси линзы. Скорость автомобиля изменяется так, что скорость изображения S_1 точечного источника S остаётся постоянной и равной v_0 . Определите на каких расстояниях от линзы возможно такое движение «автомобиля». Коэффициент трения между колёсами автомобиля и дорогой равен μ .