

## 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.

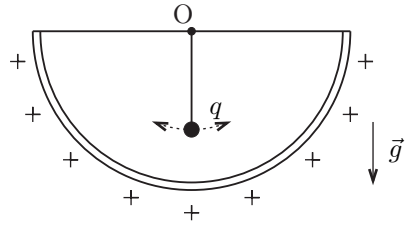


Рис. 9

### 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?

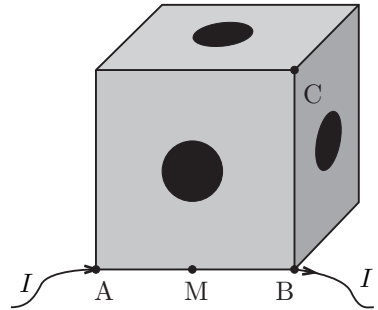


Рис. 10

### 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  $\Delta t$  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  $\mu$ .