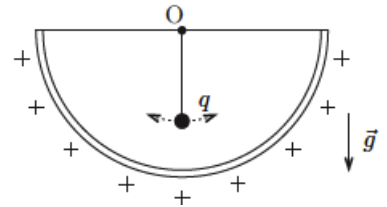


Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, заключительный этап, 2014/15 год

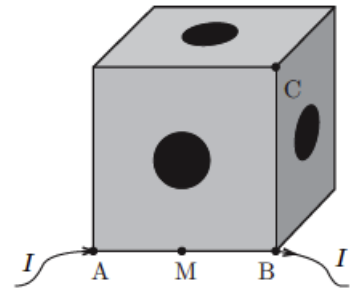
ЗАДАЧА 1. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы равномерно распределён положительный электрический заряд. Ось симметрии полусферы вертикальна. В точке O , совпадающей с центром кривизны полусферы, закреплён математический маятник в виде небольшого шарика с зарядом q_1 , висящего на нити, длина которой меньше радиуса полусферы (см. рисунок). 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 , причём $|q_2/q_1| = 2$, 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 поляризованных зарядов не учитывайте.

$$\text{Если } q_1 > 0, \text{ то } T = T_0 \sqrt{3} = 1,73 \text{ с; если } q_1 < 0, \text{ то } T = T_0 / \sqrt{3} = 0,58 \text{ с}$$

ЗАДАЧА 2. 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?



$$R_{AC} = r + \frac{r}{2} = 48 \text{ кОм; не изменяется}$$

ЗАДАЧА 3. 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.

$$v = \sqrt{\frac{2qS}{\mu}} + v_0 = 10 \text{ м/с}$$

ЗАДАЧА 4. 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 .

$$\frac{c(\Delta\varphi)L}{4\pi L^2} = \Delta$$

ЗАДАЧА 5. 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 .

$$\left. \begin{array}{l} \frac{v_0}{f} \lambda \geq 0 \text{ и т.д.} \\ \frac{v_0}{f} \lambda < 0 \text{ и т.д.} \end{array} \right\} \text{ или } \left(\frac{v_0}{f} \lambda \right) + 1 \geq l > f$$