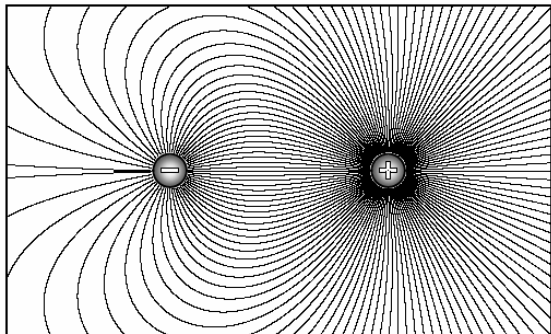


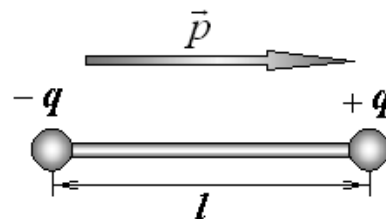
Условие

Задача 2. До какой же степени..?



Простейшей моделью заряженного тела является точечный заряд. Помимо этой модели в прикладной электростатике широко используются и другие модели заряженных тел (диполи, квадруполь и т.д.), получившие название мультиполей.

Диполи электрически нейтральны, поскольку их суммарный заряд равен нулю. Но, несмотря на это, между ними возникают силы притяжения, рассмотрению которых и посвящена эта задача.



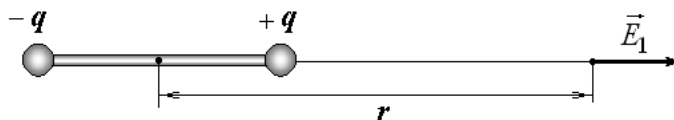
Электрический диполь, представляет собой совокупность двух равных по величине разноименных точечных зарядов $+q$ и $-q$, находящихся на некотором расстоянии l друг от друга.

Дипольным моментом p системы называется произведение заряда $+q$ на расстояние l между зарядами

$$p = ql.$$

Вектор $\vec{p}$ дипольного момента направлен от отрицательного заряда к положительному.

1. Найдите напряженность электростатического поля E_1 , создаваемого диполем на больших расстояниях r ($r \gg l$) вдоль линии, соединяющей заряды (см. рис.).



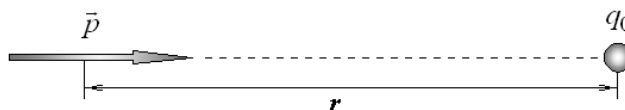
Выразите E_1 через дипольный момент системы p и расстояние r до центра диполя.

*Примечание: при малых x ($x \rightarrow 0$) справедливо приближенное равенство

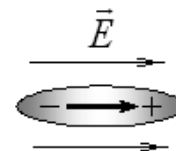
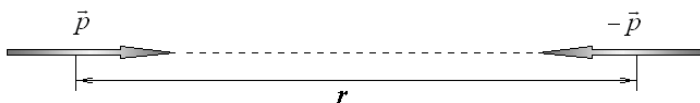
$$(1 + x)^\alpha \approx 1 + \alpha \cdot x.$$

2. Пробный заряд q_0 находится в вакууме на расстоянии r от точечного заряда $-q_1$. Найдите силу притяжения между зарядами. Запишите полученную формулу в виде $F_1 \sim \frac{1}{r^n}$ и найдите значение n в данном пункте задачи.

3. Пробный заряд q_0 находится в вакууме на расстоянии r ($r \gg l$) от центра диполя с моментом p (см. рис.). Найдите силу $\vec{F}_2$ взаимодействия пробного заряда с диполем. Запишите полученную формулу в виде $F_2 \sim \frac{1}{r^n}$ и найдите значение n в данном пункте задачи.



4. Найдите силу взаимодействия $\vec{F}_3$ двух одинаковых диполей с дипольным моментом p каждый, расположенных на расстоянии r ($r \gg l$) друг от друга вдоль прямой, соединяющей заряды, так как показано на рисунке (см. рис.). Запишите полученную формулу в виде $F_3 \sim \frac{1}{r^n}$ и найдите значение n в данном пункте задачи.

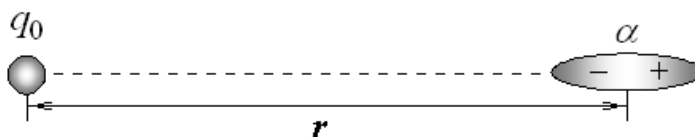


5. Эксперименты показывают, что под действием внешнего электрического поля напряженностью $\vec{E}$ диэлектрики (отдельные молекулы) поляризуются и приобретают наведенный (индуцированный) дипольный момент

$$p = \alpha \epsilon_0 E,$$

ориентированный по полю (см. рис.). Коэффициент α , имеющий в данном случае размерность объема, называется поляризуемостью молекулы диэлектрика.

Точечный заряд q_0 находится на расстоянии r от молекулы диэлектрика с поляризуемостью α . Найдите силу $\vec{F}_4$ взаимодействия заряда с молекулой. Запишите полученную формулу в виде $F_4 \sim \frac{1}{r^n}$ и найдите значение n в данном пункте задачи.



6. Диполь с моментом p находится на расстоянии r от молекулы с поляризуемостью α (см. рис.). Найдите силу $\vec{F}_5$ взаимодействия заряда с молекулой. Запишите полученную формулу в виде $F_5 \sim \frac{1}{r^n}$ и найдите значение n в данном пункте задачи.

