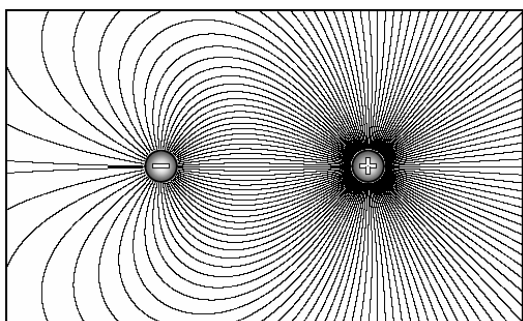


## Задача 2. До какой же степени..?



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.

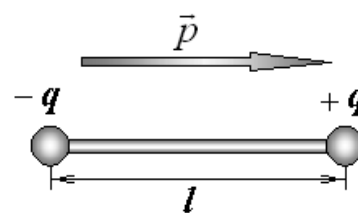
Диполи электрически нейтральны, поскольку их суммарный заряд равен нулю. Но, несмотря на это, между ними возникают силы притяжения, рассмотрению которых и посвящена эта задача.

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

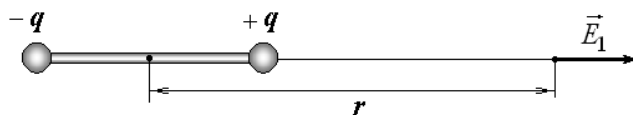
$$p = ql.$$

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.

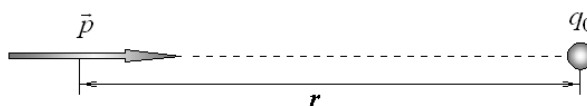


Примечание: при малых  $x$  ( $x \rightarrow 0$ ) справедливо приближенное равенство

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

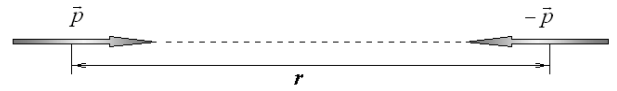
2. Пробный заряд  $q_0$  находится в вакууме на расстоянии  $r$  от точечного заряда  $-q_1$ . Найдите силу притяжения между зарядами. Запишите полученную формулу в виде  $F_1 \sim \frac{1}{r^n}$  и найдите значение  $n$  в данном пункте задачи.

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.

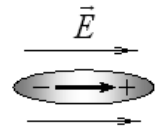
4. Найдите силу взаимодействия  $\vec{F}_3$  двух одинаковых диполей с дипольным моментом  $p$  каждый, расположенных на расстоянии  $r$  ( $r \gg l$ ) друг от друга вдоль прямой, соединяющей заряды, так как показано на рисунке (см. рис.). Запишите полученную формулу в виде  $F_3 \sim \frac{1}{r^n}$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



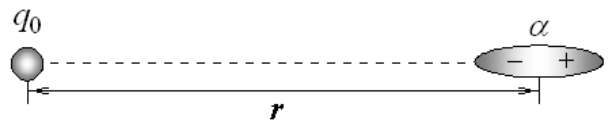
5. Эксперименты показывают, что под действием внешнего электрического поля напряженностью  $\vec{E}$  диэлектрики (отдельные молекулы) поляризуются и приобретают наведенный (индуцированный) дипольный момент

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

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



Точечный заряд  $q_0$  находится на расстоянии  $r$  от молекулы диэлектрика с поляризуемостью  $\alpha$ . 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  $\alpha$  (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.

