

Рис.5

концентрической полусферой радиусом R и зарядом Q будет равна $2F$. Но эту силу легко вычислить, зная напряженность электрического поля на поверхности боль-

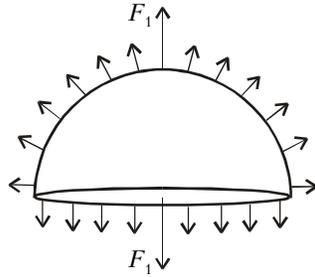


Рис.6

шой полусферы (рис.5):

$$E = k \frac{2q}{R^2},$$

а следовательно, можно вычислить и давление:

$$p = E\sigma,$$

где $\sigma = \frac{Q}{2\pi R^2}$ – поверхностная плотность заряда. Результирующая сила равна по величине силе давления на плоскость, замыкающую полусферу (рис.6):

$$F_1 = \pi R^2 p.$$

Принимая во внимание, что $F_1 = 2F$, получим

$$F = k \frac{qQ}{2R^2} = \frac{qQ}{8\pi\epsilon_0 R^2}.$$

Г.Григорян

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТАТИВ

Дайте мне разбежаться!

С.ВАРЛАМОВ

ДВИЖЕНИЕ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ в газе под действием электрического поля, как известно, приводит к возникновению различных типов газовых разрядов. Некоторые из них нашли практическое применение. Так, с помощью дугового газового разряда производят сварку металлических деталей, а газоразрядные лампы используются для освещения помещений и в рекламных целях. Но и огни «святого Эльма», и молнии – это тоже разряды в газе.

Что предшествует началу грозового разряда, т.е. молнии? Как возникает электрическое поле в воздухе? Если вам интересны эти вопросы, прочтите сначала статью «Электрическая машина в атмосфере» в этом номере журнала. А здесь мы обсудим, как движутся заряженные частицы до того, как начнется газовый разряд. Понятно, что эти частицы должны двигаться не так, как нейтральные частицы.

Даже в отсутствие внешнего электрического поля в газах всегда имеются заряженные частицы, концентрация которых мала по сравнению с концентрацией нейтральных частиц – атомов и молекул, если температура ниже 1000 К. Эти заряженные частицы непрерывно образуются под действием космического излучения и излучений радиоактивных веществ и исчезают в результате рекомбинации при встречах частиц с разными знаками зарядов. Если газ поместить в электрическое поле, то под его действием заряженные частицы приобретают (в среднем) дополнительную кинетическую энергию. Эта энергия может быть передана другим частицам при столкновениях.

Электрическое поле заставляет заряженные частицы пробираться сквозь «нестройные» ряды нейтральных частиц и соударяться с ними. Ситуация может быть описана простой моделью: среди плотного газа

нейтральных частиц находится разреженный газ заряженных частиц. Столкновения заряженных частиц друг с другом тоже происходят, но очень редко, и их можно (пока) не рассматривать. В среднем плотность зарядов в газе равна нулю, т.е. концентрации отрицательно и положительно заряженных частиц равны друг другу (нейтральный газ).

Между двумя последовательными столкновениями частицы успевают пролететь некоторое расстояние, которое характеризуется средней длиной свободного пробега λ . Пока заряженная частица летит свободно, она движется с ускорением под действием внешнего электрического поля, в котором находится газ. Если газ имеет низкую температуру, то нейтральные частицы газа перед столкновением с разогнавшейся заряженной частицей можно считать покоящимися.

Упругие столкновения двух частиц (неважно, что одна из них заряжена) происходят так, что энергия между частицами перераспределяется. Пусть масса нейтральной частицы M , а масса заряженной частицы m (меньшая, чем M), тогда за один упругий удар энергичная заряженная частица, имевшая до удара энергию W , передаст нейтральной частице энергию в диапазоне от нуля до $8WmM/(M+m)^2$ (при лобовом столкновении). Проверьте это самостоятельно.