

“В ПОМОЩЬ РАДИОКРУЖКУ” — ВЕДЕТ Б. С. ИВАНОВ

## ТЕОРИЯ: ПОНЕМНОГУ — ОБО ВСЕМ

В. ПОЛЯКОВ, г. Москва

**Освоить основы электроники, глубже изучить процессы, протекающие в цепях электронных устройств, без необходимых знаний в области электростатики, магнетизма, электрического тока и много другого просто невозможно. Поэтому редакция начинает публикацию своеобразных коротких лекций, которые не только помогут лучше усвоить школьную программу по физике, но, будучи собранными в единую брошюру, станут настольным справочником. Просим читателей присылать свои отзывы о наших публикациях в этом разделе, предложения по освещению тех или иных тем.**

### 1. Электричество.

#### 1.1. Электростатика.

Вы, надеемся, знаете, что все окружающие нас предметы и наше собственное тело состоят из атомов, объединенных в молекулы. Когда-то атом считался неизменным и неделимым “кирпичиком” мироздания, но теперь известно, что и атомы состоят из еще более мелких элементарных частиц. Главные из них — протоны и нейтроны, находящиеся в ядре атома, и электроны, образующие как бы “облачко” вокруг ядра или электронную оболочку. Каждый протон несет положительный элементарный заряд, а электрон — отрицательный (рис. 1,а).

Разноименные заряды притягиваются, и атом представляет собой очень устойчивую конструкцию, в целом электрически нейтральную, потому что число протонов в каждом атоме равно числу электронов. Разрушить, расщепить ядро атома очень трудно, для этого нужны гигантские ускорители элементарных частиц или ядерные реакторы. Гораздо легче добавить или отнять один-два электрона из оболочки атома. Получится отрицательный или положительный ион, электрически заряженный. Кристалл поваренной соли, например, состоит из положительных ионов натрия и отрицательных — хлора. Их взаимное притяжение и придает прочность кристаллу.

Таким образом, твердые тела оказываются твердыми именно благодаря электрическим связям — вот как велика роль электричества в природе! Если электрические заряды в твердом, жидком или газообразном веществе жестко прикреплены к “своим” атомам, оно является диэлектриком, если же заряды могут перемещаться — они становятся проводниками. В металлах, например, внешние электроны атомов (слабее всех связанные с ядром) становятся “свободными”, т. е. могут перемещаться по всему объему металлического предмета, поэтому металлы — хорошие проводники электричества. Проводимость жидкостей (электролитов) обусловлена наличием ионов, образующихся при

растворении (добавлении к воде) солей, щелочей или кислот.

Явление электризации тел наблюдали еще древние. При трении стеклянной или эбонитовой палочки о шерстяную ткань палочка заряжается отрицательно (избыток электронов), а ткань — положительно (недостаток электронов). Наэлектризованные тела приобретают способность притягивать другие легкие предметы, например, мелкие клочки бумаги (рис. 1,б). Проведите такой опыт, воспользовавшись обыкновенной пластмассовой расческой.

Почему притягиваются электрически нейтральные предметы? Потому что заряд на них перераспределяется — ближе к отрицательно заряженной палочке концентрируются положительные, а на дальней стороне — отрицательные заряды.

Шарль Кулон (1736–1806) установил, что сила притяжения прямо пропорциональна произведению зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между зарядами:  $F = q_1 q_2 / 4\pi\epsilon_0 R^2$  (**закон Кулона**).

Но в каких единицах измерять заряд? Можно числом элементарных

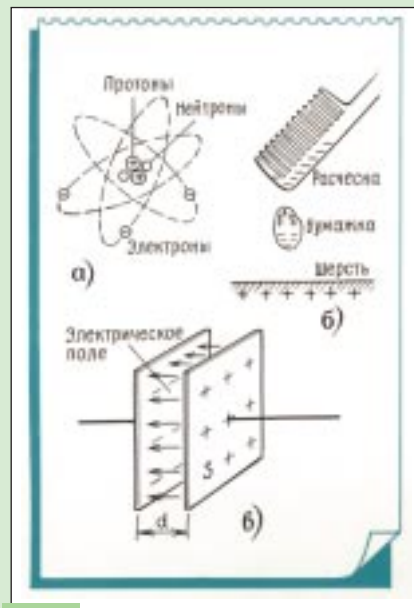


Рис. 1

зарядов, равных заряду электрона (меньше не бывает), но число получится очень большим. В системе СИ, на которую перешли теперь все страны и государства, заряд измеряют в кулонах (догадываетесь, в честь кого?), а один элементарный заряд (заряд электрона) равен  $1,6 \cdot 10^{-19}$  К. Все формулы мы и будем писать в этой системе, обозначая  $q$  — заряд,  $\epsilon$  — относительная диэлектрическая проницаемость среды (для вакуума  $\epsilon = 1$ ),  $\epsilon_0$  — электрическая постоянная, измеряемая в фарадах на метр ( $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м),  $R$  — расстояние.

Накопить большой заряд можно следующим образом: надо помещать разноименные заряды на двух проводящих пластинках, разделенных диэлектриком, чтобы заряды притягивались друг к другу (рис. 1,в). В такой системе, называемой конденсатором, заряды могут сохраняться очень долго. Исторически первым конденсатором была лейденская банка (изобретенная в немецком городе Лейдене) — стеклянный сосуд, выложенный изнутри и снаружи металлической фольгой. Фольга служила обкладками (пластинами) конденсатора, а стекло — диэлектриком. Емкость конденсатора тем больше, чем больше площадь пластин и чем меньше расстояние между ними:  $C = \epsilon\epsilon_0 S/d$  (**емкость плоского конденсатора**).

Промышленно выпускаемые бумажные конденсаторы изготавливают из двух слоев металлической фольги, разделенных тонкой пропарафинированной бумагой. Полученную ленту сворачивают в рулон, делают выводы и помещают в цилиндрической или прямоугольной корпус.

Каким же образом взаимодействуют заряды? Современная наука объясняет это так. Вокруг каждого заряда образуется электрическое поле, которое и воздействует на другие заряды. Сила воздействия пропорциональна напряженности поля, которая измеряется в вольтах на метр (В/м). Для однородного поля, которое существует между обкладками конденсатора (рис. 1,в), напряженность найти очень просто:  $E = U/d$  (напряженность поля), где  $U$  — разность потенциалов или напряжение между обкладками,  $d$  — расстояние между ними.

У нас появилось новое понятие — разность потенциалов или напряжение, измеряемое в вольтах в честь создателя первого гальванического элемента Алессандро Вольта (1745–1827). Оно прямо пропорционально заряду конденсатора:  $U = q/C$  (**связь заряда и напряжения**).

До каких же пор можно заряжать конденсатор? По мере увеличения заряда растет напряжение на конденсаторе, а вместе с ним и напряженность поля. При определенном значении напряженности диэлектрик