

ВЪПРОС:

Коя е причината за посока на тока в ел. верига да се приеме посоката на движение на положителните заряди (или посоката на тока е от положителния към отрицателния полюс на източника?)

Силвия Попова – учител по химия и физика в СУ “Иван Вазов”,
Благоевград.

ОТГОВОР:

На всеки учител, който преподава “Човекът и Природата” в 6. клас, може да се наложи да отговаря на този въпрос. Краткият отговор обаче: защото в началото, при изучаване на електричните явления учените не са знаели, че токът по една жичка представлява насочено движение на електрони, чиито заряд е отрицателен, едва ли би задоволил един шестокласник. Пълният отговор може да се даде само ако се върнем във времената на Кулон, Галвани, Волта и чак до Ампер и Ом и проследим историческото развитие на представите за електричните явления, което обаче не може да се направи в 6. клас.

Преди 6–7 десетилетия подобен въпрос в училище не възникваше, защото тогава разширяването на обема и задълбочаването на знанията за електричеството общо взето следваха хода на историята. Грубо казано, логиката бе следната.

Започвахме с наелектризиране на телата, т.е. с това, че при натриване на някои тела около тях се проявяват сили, които **наричаме** електрични, а за телата **казваме**, че имат електричен заряд. Това не обяснява явленията, то просто ги снабдява с определени названия, с имена, които използваме при описанията им.

След това констатираме опитно, че зарядите са два вида, като заряди от един и същи вид се отблъскват, а от различен вид се привличат. И вместо да нарече двата вида бели заряди и черни заряди, или горещи и студени или по някакъв друг начин, Бенджамин Франклин ги **нарича** положителни и отрицателни. Причината? Причината се крие във факта, че двата вида имат свойство, характерно за алгебричните числа: както модулът на сумата от положително и отрицателно число е по-малък от по-големия от модулите на събираемите, така и силата, породена от два разноименни заряда, поставени на едно място, е по-малка от силата, по-

родена от по-големия от тях¹. С други думи заряди от различен вид взаимно се неутрализират. Дотук с електростатиката.

По-нататък забелязваме, че когато доближим един до друг заредените кондуктори на електростатичната машина, между тях прескача искра и в околното пространство вече електрични сили не се проявяват, т.е. зарядите са се неутрализирали взаимно. Същият процес протича и когато съединим кондукторите с метална жичка, и когато ги потопим в солен разтвор. Това вече е ново явление, различно от наелектризирането, и като такава се нуждае от ново име. **Наричаме** го протичане на електричен ток – и, без да знаем каква е същността му, започваме да го изучаваме. Откриваме, че токът има топлинно действие, светлинно действие, магнитно действие, химично действие, механично действие. Тези действия имат количествени характеристики: и отделеното количество топлина, и ъгълът на отклонение на стрелката на компаса, поднесена към проводник, по който тече ток, и количествата на отделените в солния разтвор вещества могат да се измерят. А, за да можем да установим от какво зависят тези количества, се налага да въведем количествена характеристика на самото явление – появява се **величината** големина на тока.

Оказва се обаче също така, че някои от проявите на тока, например посоката на отклонение на стрелката на компаса, зависят още и от това, кой край на проводника е свързан с положителния и кой – с отрицателния кондуктор на електростатичната машина (или по-точно и по-ясно – с кой полюс на волтовия стълб, който използваме като източник на ток). Оттук и необходимостта от втора, вече не количествена, а качествена характеристика на тока – неговата посока. И точно на това място възниква дилемата: как да изберем посоката на тока, от (+) към (-) или обратно. Нито една от двете възможности няма никакво очевидно предимство. Затова по онова време (преди 60–70 години), когато не се обясняваше какво се движи в проводниците, по които тече ток, в учебниците пишеше просто: **условно приемаме**, че токът тече от положителния полюс на източника, през консуматора към отрицателния полюс. Наличието на точно тази думичка *условно* отнема възможността някой да пита защо, по каква причина приемаме, че токът тече от плюс към минус. С други думи, ние спокойно бихме могли да приемем, че токът тече и от минус към плюс, и със същия успех бихме могли да обясним всички наблюдавани явления (само някои от правилата, които използваме в обясненията трябва да се прередактират).

¹За разлика например от силите, с които си взаимодействат кварките. Кварките са три вида и са наречени червен, зелен и син, а не положителен, отрицателен и неутрален, защото техните комбинации имат свойствата на комбинациите от трите основни цвята.

Днес положението в училище е различно по две причини. Първо, във времената, за които ставаше дума дотук, до изучаването на електричните явления достигаше относително малка част от всички деца, докато днес за тях учат **всички**. И, второ, и вероятно по-важно: за едно и също време количеството знания, които днес трябва да усвоят учениците е несравнимо по-голямо от онова количество, което трябваше да се усвои на времето. Тези две причини ни принуждават да подходим по съвсем различен начин, както се казва, от самото начало “да хванем бика за рогата”. Така в 6. клас, още във втория урок за електричните явления, ние обясняваме наелектризирането чрез строежа на телата, с наличието в тях на два вида електрични заряди и с нарушаването на техния баланс чрез отнемане или добавяне на електрони. А по-нататък вече всички явления обясняваме с поведението на градивните частици, най-често – на електроните.

Този подход наистина пести време, но той вече допуска коварния въпрос: защо сме приели, че токът тече от плюс към минус? Защото се оказва, че това приемане води до сериозен недостатък: от една страна знаем, че токът в медната жичка представлява движение на електрони, но посока на тока наричаме посоката, обратна на движението на електроните. Ако бяхме приели, че токът тече от минус към плюс, всичко щеше “да бъде наред” – посоката на тока щеше да съвпада с посоката на движение на токовите носители.

Аз всъщност не знам как учителят може да обоснове пред един шестокласник защо приемаме, че токът тече от “плюс към минус”. Както вече бе отбелязано, строго погледнато, ние спокойно бихме могли да приемем и обратното и отново да обясним всичко, което наблюдаваме. Може би учителят следва да съобрази отговора си със степента на развитие на абстрактното мислене на питащия го ученик. Ако прецените, че това мислене е достатъчно развито, опитайте да обясните на ученика **условността** на това приемане и в какво се състои тя, т.е., че е възможно да приемем и обратното. Вероятно е излишно напомнянето, че може да насочите ученика да потърси в интернет ресурси, свързани с историята на физиката, от които да си изясни процеса на изграждане на понятията, който процес се опира на опитите на Галвани, Волта, Ампер, Ом, та дори чак до Фарадей.

В противен случай, т.е., ако ученикът няма склонност към по-абстрактни разсъждения, може да се окаже полезно да се позовете на някаква аналогия: например така, както водата на реките тече от по-високите към по-ниските места, ако “по-високо” смятаме аналог на “плюс”, а “по-ниско” – аналог на “минус”, така и токът тече от плюс към

минус. Ако приемете за нулева височината на Благоевград, то височината на витошките извори на Струма ще се изрази с положително число, а височината на устието ѝ в Гърция – с отрицателно, поради което може да се каже, че както Струма тече “от плюс към минус”, така и токът... (За съжаление, в 6. клас не можем да използваме понятия като потенциал или напрежение, които биха направили аналогията много по-убедителна.)

В заключение може би си струва да се отбележи, че “вината” за възникването на обсъждания въпрос всъщност принадлежи на самия Франклин, по-точно – на неговия неудачен избор на това, кои заряди да нарече положителни и кои – отрицателни. Ако беше нарекол зарядите на натритата стъклена пръчка отрицателни, а не положителни, тогава покъсно физиците щяха да установят, че електроните имат положителен заряд и посоката на тяхното движение щеше да съвпада с посоката на тока.

Хр. Попов

