

Анод – катод?

Христо ПОПОВ

Софийски университет Св. Климент Охридски, Физически факултет,
София 1164, бул. Джеймс Баучер 5

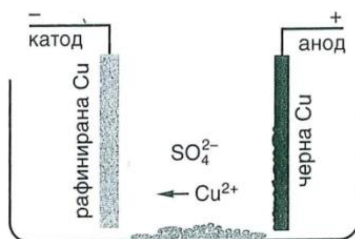
Настоящата бележка третира един терминологичен проблем, пред който може да се изправи учителят по физика, особено ако той преподава и химия – проблемът, кой електрод в едно устройство наричаме *анод*, кой – *катод* и **защо**. Вярно, откакто радиолампите излязоха от употреба, тези два термина все по-рядко се срещат в учебната документация по физика за средното училище. Причина за подобна тенденция е и постоянното намаляване на часовете за задължителна подготовка по физика, заради което все по-малко внимание отделяме на явленията, свързани с протичането на ток в електролити и газове, както и с възникването на електродвижещо напрежение (ЕДН)¹. Съществува обаче един електровакуумен прибор – фотоклетката, чието място в учебната програма поне засега изглежда гарантирано, защото фотоефектът е ключ към квантовата физика. А фотоклетката има и анод, и катод ...

За нас, физиците, проблем няма: и при електровакуумните и газоразрядните прибори, и при разглеждане на електролизата, ние наричаме *анод* електродът, който е свързан с положителния полюс на източника на ток, т.е. – чиито потенциал е по-висок (в подобни случаи обикновено се цитират учебниците, които разглеждаме като еталон за коректност, затова вж. например [1, с. 231, с. 245, с. 250]). В съответствие с това отрицателните токови носители, които се привличат от анода наричаме *аниони*, а положителните, които се привличат от катода – *катиони*. Когато разглеждаме процеса на възникване на ЕДН в един галваничен елемент, обаче, говорим само за положителен и отрицателен полюс на източника и избягваме термините *анод* и *катод*, те просто не са ни необходими (вж. отново [1, с. 235]).

¹В новите учебни програми за общообразователна подготовка по физика, които за 9. и 10. клас ще влязат в сила от 2018 г., съответно 2019 г. изучаване на процесите, свързани с протичане на електричен ток през електролити изобщо не се предвижда. Това означава, че знанията за електролиза и приложенията ѝ за галваничните елементи и пр., с които един випусник ще излезе от средното училище, изцяло ще зависят от изученото по химия.

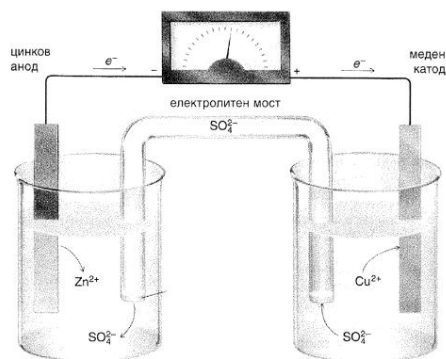
Проблем за учителя по физика се появява, ако той отвори учебник по химия – например [2]. Областта, в която се пресичат интересите и на физици, и на химици, обхваща процесите, свързани с протичане на електричен ток в електролити. Фактът, че при изучаването им използваме различни подходи и различен език може да се оцени и положително, защото погледът от различни страни към един и същ обект осигурява по-дълбоко вникване в неговата същност. Когато става дума за обучение обаче, по-различна е оценката за случаите, в които за едни и същи неща се използва различна терминология. А такъв точно е случаят с термините *анод* и *катод*.

Всъщност, при изучаване на електролизата разминаване няма – в този случай и в химията анод се нарича електродът, свързан с положителния полюс на външния източник на напрежение [2, с. 15] (Фиг. 1). Същата фигура може да се намери и в учебниците по физика, в които се изучават процесите в една електролизна клетка за пречистване на сурова мед.



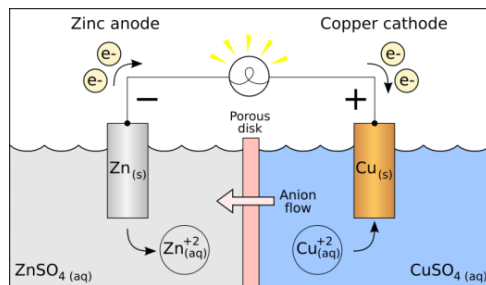
Фиг. 1.

Разминаването между химията и физиката е при изучаване на галваничните елементи. Както бе отбелязано по-горе, във физиката описваме процесите в тях без да използваме термините анод и катод – за нас е достатъчно, че в резултат на химичните процеси в елемента върху единия му електрод се натрупват положителни, а върху другия – отрицателни заряди. Въпросът, кои са причините, поради които в една батерия отрицателните заряди се движат **към** отрицателния електрод в часовете по физика вече въобще не се поставя (по-рано поне двамаме име на тези причини, наричайки ги *електродвижещи сили*). Този въпрос обаче се разглежда достатъчно подробно в профилираната подготовка по химия и опазване на околната среда в 10. клас [2, с. 178]. От приведената там схема на галваничен елемент (Фиг. 2) ясно се вижда, че във външната верига електроните се движат от анода към катода, т.е. от електрода, който според нашите (на физиците) представи трябва да ги привлича, към електрода, който би трябвало да ги отблъсква.



Фиг. 2.

Макар и в друго изпълнение, същата схема фигурира и в днес най-популярния източник на информация – в Уикипедия (Фиг. 3), като на нея вече съвсем ясно до цинковия електрод има и знак минус, и надпис *анод*, т.е. наистина анодът е отрицателен полюс на източника (съответно катодът – положителен). При това авторите с право отбелязват, че “При описване на галваничните елементи се ползва химическа терминология, която може да обърка човек с електротехническо образование.” (к.м.)



Фиг. 3.

Как трябва да реагира един учител по физика, ако ученик го запита “Грешка ли има в учебника по химия, където “минусът” на източника на ток е наречен анод?” Предполагам, че такъв въпрос няма да затрудни завършилите специалност *учител по химия и физика*, защото те са изучавали университетски курсове и по химия, и по физика и знаят, че грешка няма, просто двете науки използват различна терминология. Затруднение може да изпита учител със специалност физика и математика, който е свикнал с мисълта, че “анодът е плюс, а катодът – минус”. И точно тази е целта на настоящата бележка – да обърне внимание на факта, че става дума не за грешка, а за **разлика в използваните в двете науки терминологии**.

С това бележката би могла да приключи, но към проблема може да се подходи и малко по-общо, като за основа на разглеждането се използват определенията за анод и катод от две авторитетни енциклопедии – [3] и [4]. Така в [3] те гласят:

АНОД – 1) полюс (или клемма) на източник на ток (акумулатор, галваничен елемент), чиито потенциал при работа на този източник е положителен по отношение на потенциала на другия полюс на същия източник – *катода*. 2) Електрод на електровакуумен, газоразряден, електронен или йонен прибор, свързан в електрическа верига с анода на източника на хранване. 3) В електрохимията – електрод в електролита, около който протича окисление на йоните или молекулите, влизащи в състава на електролита.

КАТОД – 1) отрицателен полюс (или клемма) на източник на ток (акумулатор, галваничен елемент и др.). 2) Отрицателен електрод в електровакуумен или газоразряден прибор, който служи като източник на електрони, обезпечаващи проводимостта на междуелектродното пространство във вакуума или в газа. 3) В електрохимията – електрод в електролита, около който протича възстановяването на йоните, влизащи в състава на електролита.

За същите термини определенията в [4] са съответно:

АНОД – клемата или електродът, от който електроните напускат системата. В една батерия или друг източник на постоянен ток *анодът е отрицателен полюс* (к.м.), но в един консуматор той е положителен полюс. Например, в една електронно-лъчева тръба електроните се движат от катода към анода, а в една вана за галванопластика отрицателните йони се отлагат върху анода.

КАТОД – отрицателната клемма или електрода, през който при протичане на постоянен ток електроните постъпват в един консуматор като електролитна вана или електронно-лъчева тръба, и *положителната клемма на батерия* (к.м.) или друг източник на електрична енергия, през която те се връщат. В електрохимията тази клемма съответства на електрода, върху който става редукцията. В една газоразрядна тръба електроните се отдалечават от катода, а положителните йони (токовите носители) се движат към катода.

И така: според [3] анодът на един източник има по-висок, а според [4] – по-нисък потенциал от катода. Сравнението между двата източника ясно показва на какво се дължи разликата: в [3] критерий за определяне кой електрод е анод и кой – катод е **потенциалът** на електродите, а електрохимията се сочи като изключение, което не се подчинява на този

критерии. В [4] критерият за различаване на анода от катода се свързва с **посоката** на движение на зарядите – анод наричаме електродът, от който електроните напускат устройството.

Така, ако трябва още веднъж кратко да формулираме на какво се дължи разликата между терминологията, използвана от физиците и от химиците, можем да кажем: **физиците различават анода от катода по техните потенциали, а химиците – по посоката на тока.**

Смята се, че макар и не безпринципни, споровете по терминологични въпроси са безсмислени, защото използваните в тях доводи (свързани с традиции, с удобства и др.п.) трудно могат да се отнесат към арсенала на науката². Ето защо и в случая не може да се поставят въпроси от рода на това, кой критерий (или кое определение) е по-правилно, по-коректно, по-вярно и др.п. Когато става въпрос за дефиниции, може да се обсъждат само удобства, област на приложимост и т.н.

От тази гледна точка определенията в [4], които се използват в електрохимията, са общовалидни, те се прилагат и за източници, и за консуматори на ток и този факт представлява преимущество. Техен недостатък обаче се проявява в случаите, когато разглеждаме устройства, в които токът може да тече в една или в друга посока. Такова устройство например е акумулаторът. Според критерия от [4], когато черпим ток от акумулатор, анод е клемата, която е означена с “-”, а когато го зареждаме, анод е клемата, означена с “+”. Това факт възприемаме като неудобство заради подсъзнателното желание названията на частите на едно устройство да не зависят от начина, по който го използваме. Така, както кое наричаме дръжка и кое – острие на един нож не зависи от това, дали с ножа режем, или го заточваме, така ни се иска местата на анода и катода на акумулатора да не зависят от това, дали го зареждаме или го използваме като източник на ток.

²Че не всеки е съгласен с подобно твърдение личи от следната полуанекдотична случка, популярна сред математиците и физиците от по-старото поколение. Герои в нея са моите учители – математикът проф. Ярослав Тагамлицки и физикът-теоретик проф. Христо Христов, както и някакъв полупиян, полузаспал шоп, случаен свидетел на един техен спор. Действието се развива в годините непосредствено след 1944 г., когато обръщението *другарю* още не е заменило *господине*, Физико-математическият факултет на Университета се намира на ул. Московска 49, а преподавателите обикновено обядвали в някоя от близките гостилнички. По време на такъв обяд на една маса разговарят двамата професори. Постепенно разговорът се разгорещява и в един момент над всички се извисява фалцетът на проф. Тагамлицки: “Господин Христов, когато кажа думата *магаре*, аз мога да имам предвид произволно реално число!” Чул това, от съседната маса надига натежалата си глава шопът, поглежда Тагамлицки и философски отсъжда: “Я, го па тоа! Нищо не пи, ма глей как се е докарал!”

Тази случка, по своя си неподражаем начин, разказваше друг математик, проф. Алипи Матеев (между другото, самият той – шоп).

На последното условие отговаря критерият, използван в [3] и основаващите се на него определения. Негов недостатък обаче е ограничената област на приложимостта му – в [3] изрично е уговорено изключението, което се отнася до електрохимията.

Може би няма да бъде безинтересно да се проследи как исторически са се формирали двете терминологии и **защо** физици и електротехници предпочитат едната, а химици – другата, но за това вероятно е необходимо връщане във времената на Фарадей и съвременниците му – нещо, което излиза далеч извън рамките на поставената тук цел.

Литература

- [1] М. Борисов и др., *Физика за 10. клас на общообразователните трудово-политехнически училища*, София, Народна просвета, 1972.
- [2] Ст. Манев и др., *Химия и опазване на природната среда за 10. клас – профилирана подготовка*, С., Просвета, 2002.
- [3] Физическая энциклопедия, М., *Советская энциклопедия*, т. 1, 1988; т. 2, 1990.
- [4] Encyclopedia Britannica, Standard Edition CD, 2004.