

[illegible]

L	U	L		P	E	R	I	O	D	I	C		A	L
E	L	E	M	E	N	T	E	L	O	R				

Traducere din engleză de Constantin Vlad

Respectiv Titlul original al acestei cărți este *Disappering Spoon And Other True Tales of Madness, Love, and the History of the World from The Periodic Table of Elements* de Sam Kean.

Copyright © 2010 by Sam Kean
All rights reserved.

© Publica, 2019, pentru ediția în limba română

Toate drepturile rezervate. Nicio parte din această carte nu poate fi reprodusă sau difuzată în orice formă sau prin orice mijloace, scris, foto sau video, exceptând cazul unor scurte citate sau recenzii, fără acordul scris din partea editorului.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
KEAN, SAM

Lingura care dispare : și alte povestiri adevărate de nebunie, dragoste și istorie a lumii din tabelul periodic al elementelor / Sam Kean ; trad. din engleză de Constantin Vlad. - București : Publica, 2019

Conține bibliografie
ISBN 978-606-722-343-9

I. Vlad, Constantin (trad.)

821.111

EDITORI: Cătălin Muraru, Silviu Dragomir

DESIGN: Alexe Popescu

REDACTOR: Laura Davidescu

CORECTORI: Paula Rotaru, Liliana Duță

DTP: Florin Teodoru

CUPRINS

Introducere 9

Partea întâi

Orientare: coloană cu coloană, rând cu rând

1. Geografia e destin	19
2. Aproape gemeni și oi negre – genealogia elementelor	43
3. Galapagosul tabelului periodic	61

Partea a doua

Facerea atomilor, desfacerea atomilor

4. De unde vin atomii: „Suntem toți pulbere de stele”	83
5. Elemente în vremuri de război	103
6. Completăm tabelul cu un... bang	123
7. Mărirea tabelului, extinderea Războiului Rece	143

Partea a treia

Confuzii periodice: apariția complexității

8. De la fizică la biologie	165
9. Galeria otrăvitoare: „Au-au”	185
10. Ia două elemente și sună-mă dimineață	203
11. Cum ne păcălesc elementele	225

Partea a patra

Elementele de caracter uman

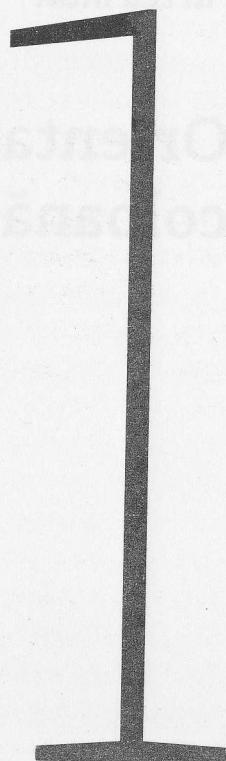
12. Elemente politice	243
13. Elemente monetare	265
14. Elemente artistice	285
15. Un element de nebunie	305

Partea a cincea

Știința elementelor: prezent și viitor

16. Chimie mult, mult sub zero	329
17. Sfere ale splendorii: știința bulelor	349
18. Instrumente ridicol de precise	371
19. Mai presus (și dincolo) de tabelul periodic	393
Aprecieri și mulțumiri	411
Note și erate	415
Bibliografie	461
Despre autor	465

O conversație cu Sam Kean	467
Întrebări și subiecte de discuție	473
Top 5 elemente favorite ale lui Sam Kean	477
Sugestiile lui Sam Kean pentru lecturi suplimentare	481



Geografia e destin

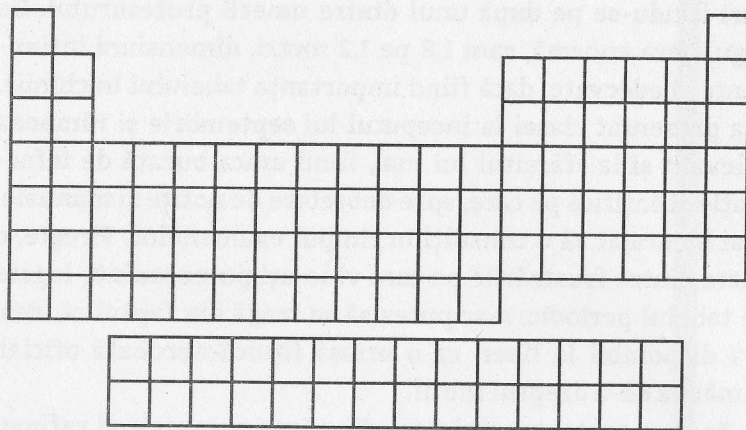
He ² 4.003	B ⁵ 10.812	Sb ⁵¹ 121.760	Tm ⁶⁹ 168.934	O ⁸ 15.999	Ho ⁶⁷ 164.930
--------------------------	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------	-----------------------------

Când se gândesc la tabelul periodic, cei mai mulți oameni își amintesc o diagramă atârnată pe peretele din față al laboratorului de chimie, o expansiune asimetrică de coloane și rânduri ițindu-se pe după unul dintre umerii profesorului. De regulă era enormă, cam 1,8 pe 1,2 metri, dimensiuni intimidante și adecvate, dată fiind importanța tabelului în chimie. Era prezentat clasei la începutul lui septembrie și rămânea relevant și la sfârșitul lui mai, fiind unica bucată de informație științifică pe care, spre deosebire de notițe și manuale, erai încurajat să o consulți în timpul examenelor. Firește, o parte dintre frustrările pe care vi le-ați putea aminti, legate de tabelul periodic, s-ar putea să se tragă din faptul că, deși era disponibil la liber, ca o uriașă fițuică aprobată oficial, rămânea de-a dreptul inutil.

Pe de o parte, tabelul periodic părea organizat și rafinat, aproape fabricat de nemți într-o utilitate științifică maximă. Pe de altă parte, era o asemenea amestecătură de nume lungi, abrevieri și ceea ce tuturor le păreau a fi erori de computer ([Xe]6s²4f¹5d¹) încât era greu să nu te simți neliniștit. Și, cu toate că tabelul periodic era evident legat de alte științe, cum ar fi biologia și fizica, nu era limpede în ce mod. Probabil

cel mai frustrant pentru mulți elevi era că persoanele care pricepeau tabelul periodic, care înțelegeau cu adevărat cum funcționa, puteau extrage din el foarte multe informații, cu nonșalanța specifică tocilarilor. Este aceeași iritare pe care trebuie să o simtă daltoniștii când toți ceilalți găsesc cifrele ascunse în acele cartonașe cu diagrame punctiforme multicolore – informații cruciale, dar ascunse, care nu se încheagă niciodată în ceva coerent. Oamenii își amintesc de tabel cu un amestec de fascinație, afecțiune, stânjenală și aversiune.

Înainte de a prezenta tabelul periodic, toți profesorii ar trebui să înlăture întreg conținutul și să-i facă pe elevi să contemple doar pătrățelele albe.



Cu ce seamănă? Aduce a un soi de castel, cu zidul frontal inegal, de parcă zidarii regali n-ar fi terminat încă partea stângă, și cu turnuri de apărare înalte la ambele capete. Are optsprezece coloane zigzagate și șapte rânduri orizontale, plus o „pistă de aterizare” cu încă două rânduri suplimentare,

la bază. Castelul e făcut din „cărămizi”, iar cel mai important aspect nonevident al acestora este că nu sunt interschimbabile. Fiecare cărămidă este un *element* sau tip de substanță (până la data scrierii acestei cărți, tabelul este alcătuit din 112 elemente, alte câteva fiind în curs de evaluare*), iar castelul s-ar prăbuși dacă oricare dintre cărămizi nu s-ar afla exact acolo unde este. Nu-i nicio exagerare: dacă oamenii de știință ar determina că un element s-ar potrivi cumva în alt loc sau că două elemente pot fi schimbate între ele, întregul edificiu s-ar dărâma.

O altă curiozitate arhitectonică este că zidurile castelului sunt făcute din materiale diferite în zone diferite. Altfel spus, nu toate cărămizile sunt făcute din aceeași substanță și nici nu au aceleași caracteristici. De fapt, 75% dintre cărămizi sunt metale, ceea ce înseamnă că majoritatea elementelor sunt solide reci și cenușii, cel puțin la temperaturile cu care sunt obișnuiți oamenii. Câteva coloane din aripa de est conțin gaze. Doar două elemente, mercurul și bromul, sunt lichide la temperatura camerei. Între metale și gaze, cam pe unde vine Kentucky pe o hartă a Statelor Unite, se află câteva elemente greu de definit, a căror natură amorfă le conferă proprietăți interesante, cum ar fi abilitatea de a forma acizi de miliarde de ori mai puternici decât orice ar fi de găsit într-un depozit de chimicale. În ansamblu, dacă fiecare cărămidă ar fi făcută din substanța pe care o reprezintă, castelul elementelor ar putea fi descris ca o himeră cu adăugiri și aripi din ere incongruente sau, mai blajin spus, ca o clădire Daniel Libeskind**, realizată din materiale aparent incompatibile, altoite într-un tot elegant.

* În prezent (2018), numărul elementelor confirmate este de 118 (n.t.).

** Daniel Libeskind – arhitect de origine poloneză, renumit pentru clădirile sale futuriste (n.r.).

Motivul pentru care zăbovesc asupra planurilor castelului este că indicatoarele unui element determină aproape tot ce este interesant din punct de vedere științific despre acesta. Geografia fiecărui element reprezintă destinul său. De fapt, acum, că știți cum arată în mare tabelul, pot folosi o metaforă mai utilă: tabelul periodic ca hartă. Și pentru a schița ceva mai multe detalii, voi desena această hartă de la est la vest, zăbovind atât asupra elementelor arhicunoscute, cât și asupra celor neobișnuite.

Mai întâi, în coloana a optsprezecea, pe marginea dreaptă, avem un set de elemente cunoscute drept gaze nobile. *Nobil* este un cuvânt arhaic și nostim, ținând mai mult de etică și de filosofie decât de chimie. Și, într-adevăr, noțiunea de „gaze nobile” își are originea în locul de naștere al filosofiei occidentale, Grecia antică. Acolo, după ce conașionalii săi, Leucip și Democrit, au născocit ideea de atomi, Platon a creat cuvântul „elemente” (*stoicheia*, în greacă) ca termen general pentru diferitele particule de materie. Platon – care, pentru propria siguranță, a părăsit Atena după moartea mentorului său, Socrate, în jurul anului 400 î.e.n., pribegind mulți ani în care a scris lucrări filosofice – bineînțeles că nu știa ce este de fapt un element din perspectiva chimiei. Dar, dacă ar fi știut, fără îndoială că le-ar fi ales ca favorite pe cele din partea estică a tabelului, în special heliul.

În dialogul său asupra dragostei și a erotismului, *Banchetul*, Platon afirma că toate făpturile caută să-și găsească jumătatea lipsă, complementul. Aplicat la oameni, acest principiu implică pasiune, sex și toate necazurile care vin la pachet cu acestea. În plus, Platon a subliniat în toate dialogurile sale că lucrurile abstracte și imuabile sunt intrinsec mai nobile decât cele ieșite din pământ și care interacționează cu materia imundă. Asta explică de ce adora geometria, cu ale ei cuburi

și cercuri idealizate, obiecte perceptibile doar pentru rațiunea noastră. Pentru obiectele nematematice, Platon a dezvoltat o teorie a „formelor”, potrivit căreia toate obiectele sunt umbre ale unui tip ideal. Toți pomii, de pildă, sunt copii imperfecte ale unui pom ideal, la a cărui „pomiciune” perfectă ar aspira. La fel cu peștii și „peșticiunea”, ba chiar cu cânilor și „căniciunea”. Platon era convins că astfel de forme nu sunt doar teoretice, ci și reale, chiar dacă ființează într-un tărâm celest, dincolo de percepția directă a oamenilor. Ar fi fost și el șocat, ca oricine, când știința a început să scoată la iveală forme ideale pe Pământ, odată cu heliul.

Pe când răcea mercur cu heliu lichid, în 1911, un cercetător olandezo-german a descoperit că sub valoarea de -269 de grade Celsius, sistemul a pierdut orice urmă de rezistență electrică și a devenit un conductor ideal. Ceea ce-i ca și cum am răci un iPod aproape de zero absolut și am constata că bateria rămâne încărcată la maximum, indiferent de cât de mult sau cât de tare am asculta muzică, la infinit, câtă vreme heliul păstrează temperatura scăzută în circuite. O echipă ruso-canadiană a realizat un truc și mai spectaculos cu heliu pur. Răcit la -271 de grade Celsius, heliul s-a transformat într-un superfluid, cu exact zero vâscozitate și zero rezistență la curgere – fluiditate perfectă. Heliul superfluid sfidează gravitația și curge în sus, chiar și pe pereți. La vremea respectivă, aceste descoperiri au fost uluitoare. Oamenii de știință se mint adesea și pretind că efecte precum frecarea ar fi zero, dar fac asta doar pentru simplificarea calculelor. Nici măcar Platon nu a putut prezice că într-o zi cineva va descoperi una dintre formele sale ideale.

Heliul este și cel mai bun exemplu de „elementiciune” – o substanță care nu poate fi descompusă sau alterată prin mijloace normale, chimice. Savanții au avut nevoie de 2 200 de ani, de la Grecia anilor 400 î.e.n. la Europa anilor 1800, pentru

a înțelege ce sunt de fapt elementele, dat fiind că majoritatea lor sunt foarte schimbătoare. A fost greu de stabilit ce face carbonul *carbon*, când acesta apărea în mii de compuși, toți cu proprietăți diferite. Astăzi am spune că bioxidul de carbon, spre exemplu, nu este un element, întrucât o moleculă a sa se divide în carbon și oxigen. Dar carbonul și oxigenul *sunt* elemente deoarece nu mai pot fi divizate fără a le distruge. Revenind la tema *Banchetului* și la teoria lui Platon despre tânjirea erotică după jumătatea lipsă, aflăm că practic toate elementele caută alți atomi cu care să formeze legături care le maschează natura. Chiar și elementele „pure”, cum ar fi moleculele de oxigen din aer (O_2), apar în natură întotdeauna în formă compozită. Și totuși oamenii de știință ar fi putut realiza mult mai devreme ce sunt elementele dacă ar fi cunoscut heliul, care nu a reacționat niciodată cu o altă substanță și care nu a fost nicicând altceva decât un element pur.¹

Heliul are un motiv să se comporte astfel. Toți atomii conțin particule negative, numite electroni, care se află pe palier – sau niveluri energetice – diferite, în interiorul atomului. Nivelurile sunt dispuse concentric unul în interiorul celuilalt, iar fiecare nivel are nevoie de un anumit număr de electroni pentru a se umple și a se simți satisfăcut. Pe nivelul cel mai apropiat de centru, numărul este doi. Pe alte niveluri – de obicei opt. În mod normal, elementele conțin numere egale de electroni și particule pozitive (protoni), fiind neutre din punct de vedere electric. Cu toate acestea, electronii pot fi tranzacționați liber între atomi, iar când atomii pierd sau câștigă electroni, capătă o sarcină electrică (pozitivă sau negativă) și se numesc ioni.

Important de reținut este că atomii caută să-și umple nivelurile joase, de energie scăzută, la maximumul posibil cu electroni proprii, după care fie abandonează, împărtășesc sau fură

electroni pentru a-și asigura un număr potrivit pe nivelul cel mai înalt. Unele elemente împărtășesc sau tranzacționează electroni cu diplomatie, în timp ce altele se comportă foarte, foarte obraznic. Asta-i jumătate din chimie într-o singură propoziție: atomii care nu au destui electroni pe nivelul exterior se vor bate, vor negocia, vor cerși, vor face și desface alianțe – vor „face totul” pentru a-și asigura numărul potrivit.

Heliul, elementul numărul doi, are exact numărul de electroni care să-i umple unicul nivel. O astfel de configurație „închisă” îi dă o independență extraordinară, întrucât nu este nevoit să interacționeze cu alți atomi, să împărtășească sau să fure electroni pentru a se simți satisfăcut. Heliul și-a găsit complementul erotic în sine însuși. Mai mult, fix aceeași configurație se întinde în jos pe întreaga coloană a optsprezecea, sub heliu: gazele neon, argon, kripton, xenon și radon. Toate aceste elemente au „carapace” închise, cu efective complete de electroni, deci niciunul dintre ele nu reacționează cu altceva în condiții normale. Din acest motiv, în ciuda eforturilor febrile de a identifica și a eticheta elemente în anii 1800 – inclusiv dezvoltarea tabelului periodic însuși –, nimeni nu a izolat nici măcar un gaz din coloana a optsprezecea înainte de 1895. Acea detașare de experiența de zi cu zi, atât de asemănătoare cu sferile și triumphiurile sale ideale, l-ar fi încântat pe Platon. Și exact acest sentiment au încercat să-l evoce oamenii de știință care au descoperit heliul și pe frații pământeni ai acestuia prin numele „gaze nobile”. Sau, reformulat în stil platonice, „cel care adoră perfectul și imuabilul și disprețuiește coruptibilul și ignobilul va prefera gazele nobile, de departe, tuturor celorlalte elemente. Pentru că ele nu variază niciodată, nu șovăie, nu se lasă influențate de alte elemente, precum plebeii care oferă prețuri avantajoase prin piețe. Ele sunt incoruptibile și ideale”.

Pacea gazelor nobile este totuși rară. În coloana de imediat mai spre vest stau cele mai energetice și mai reactive gaze din tabelul periodic – halogenii. Iar dacă ar fi să privim tabelul răsucit într-un cilindru, ca o hartă Mercator, astfel încât estul să întâlnească vestul și coloana a optsprezecea să o întâlnească pe prima, pe latura vestică vor apărea elemente încă și mai violente – metalele alcaline. Pacifistele gaze nobile sunt ca o zonă demilitarizată, înconjurată de vecini instabili. În ciuda faptului că în anumite feluri sunt metale normale, cele alcaline, în loc să ruginească sau să se corodeze, se pot aprinde spontan în apă sau în aer. Totodată, ele formează o alianță de interese cu gazele halogene. Halogenele au șapte electroni pe stratul exterior, cu unul mai puțin decât octetul de care au nevoie, în timp ce alcalinele au un electron pe nivelul superior și un octet complet pe nivelul imediat următor. Deci e natural pentru cele din urmă să cedeze un electron celor dintâi și pentru ionii pozitivi și negativi rezultați să formeze legături puternice.

Astfel de legături se formează tot timpul, motiv pentru care electronii sunt partea cea mai importantă a unui atom. Ei ocupă practic tot spațiul atomului, ca niște nori care se învârt în jurul miezului compact al acestuia, nucleul. Afirmația rămâne valabilă chiar dacă părțile componente ale nucleului, protonii și neutronii, sunt mult mai mari decât electronii individuali. Dacă am mări un atom la dimensiunea unui stadion de fotbal, nucleul bogat în protoni ar fi cât o minge de tenis pe punctul de centru al terenului. Electronii ar fi cât gămăliile de ac, învârtindu-se în jurul mingii – dar ar zbura atât de repede și s-ar lovi de tine de atât de multe ori pe secundă încât n-ai putea intra pe stadion: s-ar simți ca un zid compact. Prin urmare, când se „ating” atomii, nucleul lor îngropat este mut; doar electronii contează.²

Un singur avertisment rapid: nu vă atașați prea tare de imaginea electronilor ca gămălii de ace care se învârt în jurul unui nucleu solid. Sau, cum pune problema o metaforă mai populară, nu vă gândiți la electroni ca la planete care orbitează un soare nucleic. Analogia cu planetele este utilă, dar, ca în orice analogie, riscăm să exagerăm cu ușurință, cum au pățit mulți oameni de știință, spre dezamăgirea lor.

Formarea de legături între ioni explică de ce combinațiile între halogeni și alcaline sunt atât de întâlnite, cum ar fi clorura de sodiu (sarea de masă). Similar, elemente din coloane cu doi electroni în plus, precum calciul, și elemente din coloane care au nevoie de doi electroni, precum oxigenul, se aliniază adesea. Este cea mai facilă cale de a satisface nevoile tuturor. Elemente din coloane nonreciproce se combină și ele în virtutea aceleiași legi. Doi ioni de sodiu (Na^+) primesc unul de oxigen (O^{2-}) și formează oxidul de sodiu, Na_2O . Clorura de calciu se combină în CaCl_2 din aceleași motive. Per ansamblu, de obicei poți spune dintr-o privire cum se vor combina elementele dacă ții seama de numărul coloanei din care fac parte și de sarcina lor. Tiparul reiese din mulțumitoarea simetrie stânga-dreapta a tabelului.

Din păcate, nu toate zonele tabelului periodic sunt atât de clare și de simple. Dar tocmai neregularitatea unor elemente le face pe acestea să fie mai interesant de explorat.

O glumă veche spune că un asistent laborant năvălește în biroul cercetătorului principal, bucuros până aproape de isterie, deși lucrase toată noaptea. Asistentul ținea în mână o sticlă cu dop, în care spumega și şuiera un lichid verde – „Solventul universal!”, a exclamat el. Șeful lui, optimist, îl întreabă:

- Ce este acela un solvent universal?
- Un acid care dizolvă orice substanță!

Respect pentru Sam Kean
 Șeful cumpănește noutatea – n-ar fi doar un miracol științific, ci i-ar face pe amândoi multimiliardari. Și pune o ultimă întrebare:

— Dar atunci cum îl poți ține într-o sticlă?

* * *

Este o glumă bună și mi-l pot imagina lesne pe Gilbert Lewis zâmbind, probabil sarcastic. Electronii conduc tabelul periodic și nimeni nu a făcut mai mult decât Lewis pentru a elucida cum se comportă electronii și cum formează legături în atomi. Cercetările sale au vizat îndeosebi acizii și bazele, deci s-ar fi amuzat de afirmația absurdă a asistentului din banc. Mai personal, poanta i-ar fi reamintit cât de efemeră poate fi gloria științifică.

Drumeț de felul lui, Lewis a crescut în Nebraska, a făcut facultatea și masterul în Massachusetts, în jurul anilor 1900, apoi a continuat să studieze în Germania, sub aripa chimistului Walther Nernst. Traiul sub Nernst s-a dovedit a fi atât de mizerabil, din motive legitime și greu de înțeles, încât Lewis s-a întors în Massachusetts după numai câteva luni, pe un post academic. Și această carieră îl făcea nefericit, așa că a fugit să lucreze pentru guvernul SUA în Filipine, teritoriu proaspăt cucerit de americani. A luat cu sine o singură carte, *Chimia teoretică* a lui Nernst, pe care a disecat-o ani de-a rândul, publicând obsesiv studii pe tema până și a celor mai banale erori descoperite în ea.³

În cele din urmă, pe Lewis l-a copleșit dorul de casă și s-a stabilit la Universitatea California, Berkeley, unde, în decursul a 40 de ani, a ridicat departamentul de chimie al universității până la statutul de cel mai bun din lume. Chiar dacă situația sună ca un final fericit, n-a fost. Ca fapt divers, Lewis

a fost probabil cel mai valoros om de știință care nu a câștigat niciodată vreun premiu Nobel, iar el știa asta. Niciun altul nu a fost nominalizat de mai multe ori, însă ambiția lui ostentativă și mulțimea de dispute internaționale în care a fost implicat i-au subminat șansele de a căpăta suficient de multe voturi. În scurtă vreme și-a dat demisia (sau a fost forțat să o facă) în semn de protest, devenind izolat și plin de obidă.

Excluzând motivele personale, Lewis nu a fost laureat Nobel și pentru că lucrările sale erau mai degrabă de anvergură, decât profunde. Nu a descoperit niciodată vreun lucru uluitor, ceva spre care să arăți și să exclami: uau! În loc să facă asta, el și-a petrecut viața deslușind felurile în care se comportă electronii unui atom în diferite contexte, mai ales din clasa de molecule cunoscute drept acizi și baze. În general, de câte ori atomii schimbă electroni și rup sau formează legături, chimiștii spun că aceștia „reacționează”. Reacțiile acide și bazice oferă cele mai clare și adesea cele mai violente exemple de „trocure”, iar Lewis nu a reușit să lămurească mai mult decât alții ce înseamnă schimbul de electroni la nivel submicroscopic.

Cu puțin înainte de 1890, savanții deosebeau acizii de baze după gust sau prin încercarea cu degetul – nici cele mai sigure, nici cele mai de încredere metode. În câteva decenii, cercetătorii și-au dat seama că acizii sunt în esență donatori de protoni. Mulți acizi conțineau hidrogen, un element simplu, alcătuit dintr-un electron care orbitează în jurul unui proton (asta-i tot ce are hidrogenul drept nucleu). Când un acid, precum cel clorhidric (HCl), este diluat cu apă, el se descompune în H^+ și Cl^- . Acizii slabi, cum este cel acetic, lasă în soluție doar câțiva protoni, în timp ce acizii tari, ca acidul sulfuric, inundă soluția cu ei.