

Libris .RO

Respect pentru oameni și cărți

MICHIO KAKU

FIZICA IMPOSIBILULUI

O EXPLORARE ȘTIINȚIFICĂ A LUMII FAZERELOR,
CÂMPURILOR DE FORȚE, TELEPORTĂRII ȘI
CĂLĂTORIILOR ÎN TIMP

Traducere din engleză de
Constantin Dumitru-Palcus



Prefață	11
Mulțumiri	27
Imposibilități de clasa I.....	33
1. Câmpurile de forță.....	33
Imposibilități de clasa I.....	53
2. Invizibilitatea.....	53
Imposibilități de clasa I.....	81
3. Fazerele și stelele morții.....	81
Imposibilități de clasa I.....	109
4. Teleportarea.....	109
Imposibilități de clasa I.....	135
5. Telepatia.....	135
Imposibilități de clasa I.....	163
6. Psihokinezia.....	163
Imposibilități de clasa I.....	185
7. Roboții.....	185
Imposibilități de clasa I.....	219
8. Extraterestrii și OZN-urile.....	219
Imposibilități de clasa I.....	259
9. Navele spațiale.....	259
Imposibilități de clasa I.....	297
10. Antimateria și antiuniversurile	297
Imposibilități de clasa a II-a	321
11. Mai rapid decât lumina	321

Imposibilități de clasa a II-a	351
12. Călătoria în timp.....	351
Imposibilități de clasa a II-a	371
13. Universurile paralele	371
Imposibilități de clasa a III-a.....	407
14. Dispozitivele perpetuum mobile	407
Cele trei legi și simetriile	422
Imposibilități de clasa a III-a.....	429
15. Precogniția.....	429
Epilog.....	447
Viitorul imposibilului	447
Critica teoriei stringurilor	466
Este teoria stringurilor netestabilă?.....	467
Bibliografie	477

PREFAȚĂ

- I. Când un om de știință distins, dar mai vârstnic, declară că un lucru este posibil, aproape sigur are dreptate. Când declară că e imposibil, cu mare probabilitate, se înșală.
- II. Singura cale de a descoperi limitele posibilului este să ne aventurăm cu puțin dincolo de ele în imposibil.
- III. Orice tehnologie îndeajuns de avansată nu poate fi distinsă de magie.

CELE TREI LEGI
ALE LUI ARTHUR C. CLARKE

— Ridicați scuturile!

În nenumărate episoade din *Star Trek*, acesta este primul ordin pe care căpitanul Kirk îl dă echipajului, generându-se astfel câmpul de forțe ce protejează nava *Enterprise* de focul inamic.

Atât de vitale sunt câmpurile de forțe în *Star Trek*, încât evoluția luptei poate fi apreciată după cum rezistă respectivele câmpuri de forță. Ori de câte ori puterea se scurge din câmpurile de forță, *Enterprise* suferă lovituri din ce în ce mai distrugătoare în carenă până când, în cele din urmă, capitularea devine inevitabilă.

Așadar, ce e un câmp de forțe? În science-fiction, e ceva înșelător de simplu: o barieră subțire, invizibilă și totuși impenetrabilă, capabilă să devieze atât fascicule laser, cât și rachete. La prima vedere, un câmp de forțe pare atât de simplu, încât crearea sa ca scut de folosit în luptă pare iminentă. Ai zice că, de la o zi la alta, vreun inventator întreprinzător va anunța descoperirea unui

câmp de forțe defensiv. Dar adevărul este cu mult mai complicat.

În aceeași manieră în care becul electric al lui Edison a revoluționat civilizația modernă, un câmp de forțe ar putea afecta în mod profund toate aspectele vieții noastre.

Militarii ar putea folosi câmpurile de forțe pentru a deveni invulnerabili, creând un scut impenetrabil împotriva proiectilelor și gloanțelor inamice. Podurile, autostrăzile și șoselele ar putea fi construite, teoretic, printr-o simplă apăsare de buton. Orașe întregi ar putea răsări instantaneu în deșert, cu zgârie-nori construiți întru totul din câmpuri de forțe. Câmpurile de forță înălțate deasupra orașelor ar putea să permită modificarea efectelor climei acestora — vânturi puternice, viscole, tornade — după bunul plac. La adăpostul cupolei protectoare a unui câmp de forțe, orașele ar putea fi construite sub apele oceanului. Sticla, oțelul și mortarul ar putea fi înlocuite în întregime.

Și totuși oricât de curios ar părea, câmpul de forță este unul dintre dispozitivele cel mai dificil de creat în laborator. De fapt, unii fizicieni cred că ar putea fi de-a dreptul imposibil, dacă nu i se modifică proprietățile.

MICHAEL FARADAY

Conceptul câmpurilor de forță își are originea în opera marelui savant britanic din secolul al XIX-lea Michael Faraday.

Faraday s-a născut într-o familie de muncitori (tatăl lui era fierar) și ducea o existență precară ca ucenic într-o legătorie de cărți la începutul secolului al XIX-lea. Tânărul Faraday a fost fascinat de uriașele progrese realizate

în descoperirea proprietăților misterioase ale celor două noi forțe: electricitatea și magnetismul. Faraday a devorat tot ce-a putut găsi referitor la aceste domenii și a luat parte la conferințele profesorului Humphrey Davy de la Institutul Regal din Londra.

Într-o zi, profesorul Davy a suferit un grav accident la ochi în laboratorul de chimie și l-a angajat pe Faraday ca secretar personal. Încetul cu încetul, Faraday a început să câștige încrederea oamenilor de știință de la Institutul Regal și a căpătat permisiunea să desfășoare experimente importante proprii, deși era adeseori disprețuit. De-a lungul anilor, profesorul Davy a devenit tot mai invidios pe calitățile excepționale demonstrate de tânărul său asistent, care era o stea în ascensiune în cercurile experimentatorilor, eclipsând în cele din urmă faima lui Davy însuși. După moartea acestuia din urmă, survenită în 1829, Faraday a avut libertatea să efectueze o serie de descoperiri uluitoare care au condus la crearea generatoarelor ce vor alimenta cu energie orașe întregi și vor schimba cursul civilizației mondiale.

Elementul esențial al celor mai mari descoperiri ale lui Faraday l-au constituit „câmpurile de forță”. Dacă se așază pilitură de fier deasupra unui magnet, se constată că pilitura de fier se distribuie după modelul unei pânze de păianjen care umple tot spațiul. Acestea sunt liniile de forță ale lui Faraday, care descriu grafic distribuția spațială a câmpurilor de forță ale electricității și ale magnetismului. Dacă se trasează graficul câmpurilor magnetice ale Pământului, de exemplu, se constată că liniile pornesc din regiunea Polului Nord, pentru a pătrunde din nou în Pământ în regiunea polară sudică. În mod similar, dacă ar fi să reprezentăm grafic liniile câmpului electric ale unui

paratrăsnet în timpul unei furtuni, s-ar constata că liniile de forță se concentrează în vârful paratrăsnetului. Pentru Faraday, spațiul înconjurător nu era deloc gol, ci plin de linii de forță care puteau face să se miște obiecte îndepărtate. (Din cauza sărăciei îndurate în prima parte a vieții, Faraday nu avea niciun fel de cunoștințe matematice și, în consecință, caietele sale de însemnări nu erau pline de ecuații, ci de diagrame ale acestor linii de forță. În mod paradoxal, lipsa de cunoștințe în domeniul matematicii l-a făcut să creeze aceste frumoase diagrame ale liniilor de forță care pot fi întâlnite acum în orice manual de fizică. În știință, o imagine fizică este adeseori mai importantă decât aparatul matematic folosit pentru a o descrie.)

Istoricii au făcut speculații cu privire la modul în care Faraday a ajuns să descopere câmpurile de forță, unul dintre cele mai importante concepte din întreaga știință. De fapt, *totalitatea fizicii moderne* este scrisă în limbajul câmpurilor lui Faraday. În 1831, el a făcut descoperirea esențială privind câmpurile de forță care a schimbat pentru totdeauna civilizația. Într-o zi, în timp ce deplasa un magnet de jucărie pe deasupra unei bobine din sârmă, a observat că reușea să genereze un curent electric în acea sârmă, fără s-o atingă câtuși de puțin. Prin urmare, câmpul invizibil al magnetului poate să pună în mișcare electronii din sârmă, prin spațiul gol, creând astfel un curent.

„Câmpurile de forță“ ale lui Faraday, care până atunci fuseseră considerate niște mazăgăleli inutile, erau, de fapt, niște forțe reale, materiale, care puteau muta obiecte și genera putere. În zilele noastre, lumina cu ajutorul căreia puteți citi această pagină este probabil alimentată energetic de descoperirea lui Faraday referitoare la electromagnetism. Un magnet care se rotește creează un câmp de forță care

pune în mișcare electronii dintr-o sârmă, făcându-i să se deplaseze sub forma unui curent electric. Electricitatea creată în sârmă poate fi apoi folosită pentru a aprinde un bec electric. Același principiu e folosit pentru generarea electricității folosite de orașele din întreaga lume. De exemplu, apa care trece printr-un baraj face să se rotească un magnet uriaș dintr-o turbină, care apoi împinge electronii dintr-o sârmă, formând un curent electric ce ajunge la locuințele noastre prin intermediul cablurilor de înaltă tensiune.

Cu alte cuvinte, câmpurile de forță ale lui Michael Faraday sunt forțele care pun în mișcare civilizația modernă, de la buldozerele electrice la computerele, internetul și iPod-urile din zilele noastre.

Câmpurile de forță ale lui Faraday au constituit un model de inspirație pentru fizicieni vreme de un secol și jumătate. Einstein a fost atât de influențat de aceste câmpuri de forță, încât a scris teoria referitoare la gravitație în termenii acestora. Și eu am fost inspirat de opera lui Faraday. Cu ani în urmă, am reușit să scriu teoria stringurilor în termenii câmpurilor de forță ale lui Faraday, fundamentând astfel teoria câmpurilor de stringuri. În fizică, atunci când se spune despre cineva că „gândește ca o linie de forță“, se consideră a fi un mare compliment.

CELE PATRU FORȚE

În ultimii două mii de ani, una dintre realizările de frunte ale fizicii a fost izolarea și identificarea celor patru forțe care guvernează universul. Toate pot fi descrise în limbajul câmpurilor introdus de Faraday. Totuși din păcate, niciuna dintre ele nu are acele proprietăți ale câmpurilor

de forță descrise în majoritatea operelor de science-fiction.

Aceste forțe sunt:

1) *Gravitația*, forța tăcută care ne ține picioarele lipite de sol, previne dezintegrarea Pământului și a stelelor și menține laolaltă sistemul solar și galaxia. În absența gravitației, mișcarea de rotație a Pământului ne-ar arunca în spațiul cosmic cu o viteză de aproximativ 1 600 de kilometri pe oră. Problema e că gravitația are exact proprietățile opuse câmpurilor de forță întâlnite în science-fiction. Gravitația este atractivă, nu repulsivă, este extrem de slabă, în termeni relativi, și acționează la distanțe uriașe, astronomice. Este aproape opusul barierei plate, subțiri și impenetrabile din science-fiction. De exemplu, este nevoie de întreaga planetă pentru a atrage un fulg la podea, dar putem contracara gravitația terestră ridicând fulgul cu un deget. Acțiunea degetului nostru poate contracara gravitația unei întregi planete care cântărește peste șase trilioane de trilioane de kilograme.

2) *Electromagnetismul*, forța care ne luminează orașele. Laserele, radioul, televiziunea, electronica modernă, computerele, internetul, electricitatea, magnetismul — toate sunt consecințe ale forței electromagnetice. Este, probabil, cea mai utilă dintre forțele stăpânite vreodată de om. Spre deosebire de gravitație, ea poate fi și atractivă, și repulsivă. Cu toate acestea, există câteva motive pentru care este neadevătată în calitate de câmp de forțe. Mai întâi, poate fi neutralizată cu ușurință. Materialele plastice și alți izolatori, de exemplu, pot penetra ușor un câmp electric sau magnetic, oricât ar fi de puternic. O bucată de material plastic aruncată într-un câmp magnetic va trece fără probleme prin acesta.

În al doilea rând, acționează pe distanțe mari și nu poate fi focalizată cu ușurință asupra unui plan. Legile forței electromagnetice sunt descrise de ecuațiile lui James Clerk Maxwell, iar aceste ecuații nu par să admită drept soluții câmpurile de forță.

3) și 4) *Forțele nucleare slabă și tare*. Forța slabă este forța dezintegrării radioactive. Ea încălzește nucleul Pământului, care este radioactiv. E forța din spatele vulcanilor, a cutremurelor de pământ și a derivei continentale. Forța tare este cea care ține laolaltă nucleele atomice. Energia soarelui și a stelelor își are originea în forța nucleară, care este responsabilă pentru iluminarea universului. Problema e că forța nucleară are o rază de acțiune mică, acționând în principal pe distanța nucleului. Pentru că e atât de legată de proprietățile nucleelor, este extrem de dificil de manipulat. În prezent, singura modalitate pe care o avem de a manipula această forță este să descompunem particulele atomice în dezintegratoare atomice sau să detonăm bombe atomice.

Deși câmpurile de forță utilizate în science-fiction s-ar putea să nu se conformeze legilor cunoscute ale fizicii, există anumite șanse ca astfel de câmpuri de forță să fie posibile. Mai întâi, s-ar putea să existe o a cincea forță, încă neobservată în laboratoare. O astfel de forță ar putea, de exemplu, să acționeze doar la distanțe cuprinse între câțiva centimetri și câteva zeci de centimetri, și nu la distanțe astronomice. (Totuși primele încercări de a măsura prezența acestei a cincea forțe au avut rezultate negative.)

În al doilea rând, s-ar putea să fie posibilă folosirea plasmei pentru a mima unele dintre proprietățile unui câmp de forță. Plasma este „cea de-a patra stare de

agregare a materiei. Solidele, lichidele și gazele alcătuiesc cele trei stări familiare ale materiei, dar forma cea mai răspândită a materiei în univers este plasma, care este un gaz alcătuit din atomi ionizați. Întrucât atomii plasmă sunt descompuși, cu electronii separați de atom, aceștia sunt încărcăți electric și pot fi manipulați cu ușurință prin intermediul unor câmpuri electrice și magnetice.

Plasmele sunt cele mai răspândite forme de materie vizibilă din univers, alcătuiind soarele, stelele și gazul interstelar. Plasmele nu ne sunt familiare, pentru că se întâlnesc rareori pe Pământ, dar le putem observa sub forma fulgerelor, a soarelui și a interiorului televizorului cu plasmă.

FERESTRELE DIN PLASMĂ

După cum remarcam mai sus, dacă un gaz este încălzit la o temperatură suficient de mare, creând prin urmare o plasmă, poate fi modelat și modificat de câmpurile magnetice și electrice. De exemplu, poate să capete forma unui cearșaf sau a unei ferestre. Mai mult, această „ferastră din plasmă” poate fi folosită pentru a separa vidul de aerul obișnuit. În principiu, se poate împiedica împrăștierea în spațiu a aerului dintr-o navă spațială, creându-se astfel o interfață transparentă convenabilă între spațiul cosmic și navă.

În serialul de televiziune *Star Trek*, un astfel de câmp de forță este folosit pentru a separa Puntea Navetei, care adăpostește micul echipaj al navetei, de vidul din spațiul cosmic. Nu numai că e o modalitate inteligentă de a economisi banii de recuzită, dar e și un dispozitiv a cărui realizare este posibilă.

Fereastra din plasmă a fost inventată în 1995 de către fizicianul Ady Herscovitch, de la Laboratorul

Național Brookhaven din Long Island, New York. Prin această invenție, el a dorit să rezolve problema sudării metalelor prin utilizarea fasciculelor de electroni. Aparatul de sudură cu acetilenă folosește un curent de gaz fierbinte pentru a topi și apoi a suda laolaltă piesele metalice. Dar un fascicul de electroni poate suda metalele mai rapid, mai curat și mai ieftin decât metodele obișnuite. Totuși la sudura cu fascicul de electroni problema constă în faptul că necesită un spațiu vidat în care să funcționeze. Acest amănunt este foarte incomod, deoarece presupune crearea unei incinte vidate care poate fi de mărimea unei camere de locuit.

Dr. Herscovitch a inventat fereastra din plasmă ca soluție a acestei probleme. Având doar 90 de centimetri înălțime și mai puțin de 30 de centimetri în diametru, fereastra din plasmă încălzește gazul până la peste 6 600 de grade Celsius, sau de circa 300 de ori mai fierbinte decât aerul, creând o plasmă care este ținută în loc de câmpuri electrice și magnetice. Aceste particule exercită presiune, ca în orice gaz, împiedicând aerul să pătrundă în incinta vidată și separând astfel aerul de vid. (Când se folosește argonul în fereastra din plasmă, aceasta devine albastră, la fel ca și câmpul de forțe din *Star Trek*.)

Fereastra din plasmă are numeroase aplicații în industria și în călătoriile spațiale. De multe ori, procesele de fabricare au nevoie de vid pentru a realiza microfabricația și gravarea uscată în scopuri industriale, ceea ce poate costa foarte mult. Dar cu fereastra din plasmă, se poate menține vidul într-o incintă, printr-o simplă apăsare de buton.

Dar poate fi folosită această fereastră și ca un scut impenetrabil? Poate rezista la impactul unui proiectil expedit de un tun? În viitor, ne putem imagina o fereastră din plasmă de putere și temperatură mult mai

Resurse mari, suficiente pentru a distruge sau vaporiza proiectilele atacatoare. Dar ca să creăm un câmp de forță mai realist, precum cel găsit în science-fiction, am avea nevoie de o combinație a mai multor tehnologii așezate în straturi. Fiecare strat în parte s-ar putea să nu aibă forța necesară pentru a opri ghiuleaua, dar combinația lor ar putea să fie suficientă.

Stratul exterior ar putea fi o fereastră din plasmă supraîncărcată, încălzită la temperaturi îndeajuns de mari pentru a vaporiza metalele. Un al doilea strat ar putea fi o perdea de fascicule laser de mare energie. Această perdea, conținând mii de fascicule laser încrucișate, ar crea o rețea ce ar încălzi obiectele care ar trece prin ea, vaporizându-le efectiv. Vom vorbi mai mult despre lasere în capitolul următor.

Iar în spatele acestei perdele din lasere s-ar putea imagina o rețea alcătuită din „nanotuburi din carbon”, tuburi minuscule făcute din atomi individuali din carbon care au pereții de grosimea unui atom și care sunt de multe ori mai rezistente decât oțelul. Cu toate că actualul record mondial în materie de nanotuburi din carbon este de numai 15 milimetri lungime, se poate închipui că într-o zi am putea fi capabili să creăm nanotuburi din carbon de lungime arbitrară. Presupunând că nanotuburile din carbon pot fi întreșute într-o rețea, s-ar crea un ecran protector de o rezistență uriașă, capabil de a respinge majoritatea obiectelor. Ecranul ar fi invizibil, pentru că fiecare nanotub din carbon ar avea dimensiuni atomice, dar tăria rețelei astfel constituite ar fi mai mare decât orice material obișnuit.

Așadar, printr-o combinație a ferestrei din plasmă, a perdelei din laser și a ecranului din nanotuburi de carbon se poate imagina crearea unui zid invizibil care să fie de nepătruns prin majoritatea mijloacelor.

Și totuși nici măcar asta nu ar respecta în întregime toate proprietățile câmpului de forță din operele de science-fiction. Deoarece scutul multistratificat pe care tocmai l-am descris este transparent, nu poate opri un fascicul laser. Într-o luptă în care sunt folosite tunuri laser, scutul multistratificat ar fi inutil.

Pentru a opri un fascicul laser, scutul ar mai avea nevoie să posede și o formă avansată de „fotocromatică”. Acesta este procesul folosit la lentilele ochelarilor de soare, care se închid singure la culoare atunci când sunt expuse la radiația ultravioletă. Fotocromatica se bazează pe molecule care pot exista în cel puțin două stări. Într-una dintre stări, molecula este transparentă. Dar atunci când este expusă la radiație UV, ea trece instantaneu în cea de-a doua formă, care este opacă.

Într-o zi, nanotehnologia ar putea fi în stare să producă o substanță cu rezistența nanotuburilor din carbon, care să-și modifice proprietățile optice atunci când este expusă la radiația laser. În acest fel, un scut ar putea fi capabil să oprească o explozie laser, precum și un fascicul de particule sau o salvă de tun. Totuși, în momentul de față nu există paravane fotocromatice care să oprească fasciculele laser.

LEVITAȚIA MAGNETICĂ

În science-fiction, câmpurile de forță au și un alt scop pe lângă devierea fasciculelor distrugătoare, și anume să acționeze ca platformă pentru sfidarea gravitației. În filmul *Înapoi în viitor*, Michael J. Fox se deplasează cu o așa-numită „hover board” care seamănă cu un skateboard, numai că plutește pe deasupra străzii. Un astfel de dispozitiv antigravitațional este imposibil în virtutea legilor fizicii așa