

Libris.RO

Respect pentru oameni și cărți

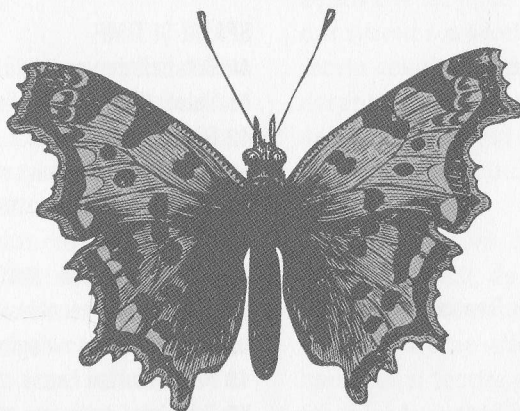
50

DE IDEI

PE CARE TREBUIE SA LE CUNOȘTI

FIZICĂ

Joanne Baker



BUCUREȘTI, 2017

## Cuprins

### Introducere 3

### MATERIA ÎN MIȘCARE

- 01 Principiul lui Mach 4
- 02 Legile mișcării ale lui Newton 8
- 03 Legile lui Kepler 12
- 04 Legea gravitației a lui Newton 16
- 05 Conservarea energiei 20
- 06 Mișcarea armonică simplă 24
- 07 Legea lui Hooke 28
- 08 Legea gazului ideal 32
- 09 Legea a doua a termodinamicii 36
- 10 Zero absolut 40
- 11 Mișcarea browniană 44
- 12 Teoria haosului 48
- 13 Ecuația lui Bernoulli 52

### ÎN SPATELE UNDELOR

- 14 Teoria culorilor a lui Newton 56
- 15 Principiul lui Huygens 60
- 16 Legea lui Snell 64
- 17 Legea lui Bragg 68
- 18 Difracția Fraunhofer 72
- 19 Efectul Doppler 76
- 20 Legea lui Ohm 80
- 21 Regula mâinii drepte a lui Fleming 84
- 22 Ecuațiile lui Maxwell 88

### ENIGME CUANTICE

- 23 Legea lui Planck 92
- 24 Efectul fotoelectric 96
- 25 Ecuația undei a lui Schrödinger 100

- 26 Principiul incertitudinii al lui Heisenberg 104
- 27 Interpretarea Copenhaga 108
- 28 Pisica lui Schrödinger 112
- 29 Paradoxul EPR 116
- 30 Principiul de excludere al lui Pauli 120
- 31 Superconductivitatea 124

### DISECÂND ATOMII

- 32 Atomul lui Rutherford 128
- 33 Antimateria 132
- 34 Fisiunea nucleară 136
- 35 Fuziunea nucleară 140
- 36 Modelul standard 144
- 37 Diagramele Feynman 148
- 38 Particula lui Dumnezeu 152
- 39 Teoria stringurilor 156

### SPAȚIU ȘI TIMP

- 40 Relativitatea specială 160
- 41 Relativitatea generalizată 164
- 42 Găurile negre 168
- 43 Paradoxul lui Olbers 172
- 44 Legea lui Hubble 176
- 45 Big Bang 180
- 46 Inflația cosmică 184
- 47 Materia întunecată 188
- 48 Constanta cosmologică 192
- 49 Paradoxul lui Fermi 196
- 50 Principiul antropoc 200

Glosar 204

Indice 206

# Principiul lui Mach

Un copil care se rotește într-un carusel este atras înspre exterior de stelele îndepărtate. Acesta este principiul lui Mach, potrivit căruia „masa de acolo influențează inerția de aici“. Prin intermediul gravitației, obiecte îndepărtate afectează modul în care lucrurile se mișcă și se învârt în apropiere.

Dar de ce este așa și cum putem spune dacă un lucru se mișcă sau nu?

**D**acă ați stat vreodată într-un tren, într-o gară, și ați privit prin fereastră un vagon care pleacă de lângă al vostru, știți că uneori este greu de spus dacă se mișcă vagonul vostru sau celălalt. Există vreo modalitate prin care să puteți determina cu siguranță care din ele pleacă?

Ernst Mach, filosof și fizician austriac, și-a pus această întrebare în secolul al XIX-lea. Pășea pe urmele marelui Isaac Newton, care credea, spre deosebire de Mach, că spațiul este un cadru de referință absolut. Ca o coală de hârtie gradată, spațiul lui Newton conține un set de coordonate imprimare, iar mișcările sunt determinate în raport cu acea grilă. Mach, însă, nu era de acord, argumentând că noțiunea de mișcare are semnificație doar dacă este măsurată în raport cu alt obiect, nu cu cadrul de referință. Ce înseamnă că te miști, dacă nu te miști față de altceva? În acest sens, Mach, care era influențat de ideile rivalului lui Newton, Gottfried Leibniz, a fost un precursor al lui Albert Einstein, preferând ideea că există doar mișcări relative. Mach a argumentat că, deoarece o bilă se rostogolește în același mod fie că este în Franța, fie în Australia, cadrul spațial de referință este irelevant. Singurul lucru despre care se poate spune că afectează modul în care se rostogolește bila este gravitația. Pe Lună, bila s-ar putea rostogoli în mod diferit, pentru că forța

## CRONOLOGIE

**cca 335 î.Hr.**

Aristotel afirmă că obiectele se mișcă datorită acțiunii forțelor.

**1640 d.Hr.**

Galileo formulează principiul inerției.

gravitațională care atrage masa bilei este mai slabă acolo. Dat fiind că fiecare obiect din univers exercită o atracție gravitațională asupra tuturor celorlalte, fiecare obiect va resimți prezența celorlalte obiecte, prin intermediul forțelor de atracție reciprocă. Prin urmare, mișcarea depinde, în cele din urmă, de distribuția materiei sau de masa acesteia, nu de proprietățile spațiului în sine.

**Masa** Ce anume este masa? Este o măsură a cât de multă materie conține un obiect. Masa unei bucăți de metal ar fi egală cu suma maselor tuturor atomilor din ea. Masa este într-o măsură diferită de greutate. Greutatea este o măsură a forței gravitației care trage o masă în jos – un astronaut cântărește mai puțin pe Lună decât pe Pământ, pentru că forța gravitațională exercitată de către Lună este mai mică. Dar masa astronautului este aceeași – numărul de atomi pe care el îi conține nu s-a schimbat. Potrivit lui Albert Einstein, care a arătat că energia și masa sunt interschimbabile, masa poate fi transformată în energie pură. Așadar, masa este, în final, energie.

**Inerția** Inerția, denumită după cuvântul latin care înseamnă „lene”, este foarte asemănătoare masei, dar ne spune cât de greu este să miști ceva aplicând o forță. Un obiect cu o inerție mare opune rezistență la mișcare. Chiar și în spațiul cosmic, este nevoie de o mare forță pentru a muta un obiect masiv. Pentru a devia un asteroid uriaș, din roci solide, pe o traiectorie de coliziune cu Pământul, ar fi nevoie de o forță de gigant, obținută printr-o explozie nucleară, sau de o forță mai mică, aplicată un timp mai îndelungat.

Astronomul italian Galileo Galilei a elaborat principiul inerției în secolul al XVII-lea: dacă un obiect este lăsat în pace și asupra lui nu se aplică nici o forță, atunci starea sa de mișcare nu se schimbă. Dacă se mișcă, va continua să se miște cu aceeași viteză și în aceeași direcție. Dacă stă pe loc, va continua să stea. Newton a prelucrat această idee pentru a formula prima sa lege a mișcării.

” SPAȚIUL ABSOLUT,  
CONSIDERAT ÎN ESENȚA  
LUI ȘI FĂRĂ NICI O  
LEGĂTURĂ CU CEVA EXTERN,  
RĂMÂNE ÎNTOTDEAUNA  
ASEMENEA ȘI IMOBIL. “

Isaac Newton, 1687

1687

Newton publică demonstrația cu găleata.

1893

Mach publică *Știința mecanicii*.

1905

Einstein publică teoria relativității restrânse.

**Găleata lui Newton** Newton a studiat și el gravitația. A văzut că masele se atrag una pe alta. Un măr cade dintr-un pom pe pământ, pentru că este atras de masa Pământului. La fel, Pământul este atras de masa mărului, dar ar fi foarte dificil să măsurăm mișcarea microscopică a întregului Pământ spre măr.

Newton a dovedit că forța gravitației scade rapid odată cu distanța, așa că forța gravitațională a Pământului este mult mai slabă dacă plutim la mare înălțime față de el decât la suprafața lui. Dar, cu toate acestea, tot am simți atracția redusă a Pământului. Cu cât mai departe mergem, cu atât mai slabă va fi, dar tot ar putea să ne devieze mișcarea. De fapt, toate obiectele din univers pot exercita o mică atracție gravitațională, care ar putea să afecteze subtil mișcarea noastră.

Newton a încercat să înțeleagă relația dintre obiecte și mișcare analizând o găleată cu apă care este rotită. La început, când găleata este rotită, apa rămâne nemișcată, chiar dacă găleata se mișcă. Apoi începe să se rotească și apa. Suprafața ei se curbează, deoarece lichidul încearcă să se scurgă, înălțându-și marginile, dar este ținut în loc de forța constrângătoare a găleții. Newton a argumentat că rotația apei poate fi înțeleasă doar dacă este analizată în cadrul fix de referință al spațiului absolut, în raport cu o grilă. Putem spune dacă găleata se rotește doar privind-o, pentru că am vedea forțele în acțiune, generând suprafața concavă a apei.

Secole mai târziu, Mach a revizuit acest argument. Ce ar fi dacă găleata plină cu apă ar fi singurul lucru din univers? Cum ai putea să știi dacă găleata este cea care se rotește? N-ai putea să spui la fel de bine că apa se rotește în raport cu găleata? Singura modalitate de a înțelege ar fi să plasezi un alt obiect în universul găleții, cum ar fi peretele unei camere sau chiar o stea îndepărtată. Atunci găleata s-ar roti, evident, în raport cu acel obiect. Dar, fără cadrul unei camere staționare și al stelelor fixe, cine ar putea să spună dacă se rotește găleata sau apa? Avem același sentiment când privim Soarele și bolta de stele. Stelele sau pământul se rotesc? Cum putem ști?

După părerea lui Mach și a lui Leibniz, mișcarea are nevoie de obiecte de referință exterioare pentru ca noi să ne dăm seama de ea și, prin urmare, inerția este un concept fără sens într-un univers cu un singur obiect în el.

## Ernst Mach 1838-1916

În afară de Principiul lui Mach, fizicianul austriac Ernst Mach este cunoscut și pentru lucrările sale din domeniul opticii și al acusticii, al fiziologiei percepției senzoriale, al filosofiei științei și, mai ales, pentru cercetările sale privind viteza supersonică. A publicat în 1877 o lucrare ce i-a influențat pe mulți, în care a descris cum un proiectil care se mișcă având o viteză mai mare decât a sunetului generează o undă de șoc similară cu un jet de curent de elice. Această undă de șoc în aer este cea care produce bubuitul de la trecerea pragului sonic al unui avion supersonic. Raportul dintre viteza proiectilului sau a avionului și cea a sunetului este denumit acum numărul Mach, deci Mach 2 înseamnă de două ori viteza sunetului.

Astfel încât, dacă universul ar fi fost lipsit de stele, nu am fi știut niciodată că Pământul se învâрте. Stelele ne spun că noi ne rotim în raport cu ele.

Noțiunile de mișcare relativă *versus* mișcare absolută exprimate în Principiul lui Mach au inspirat, de atunci, mulți fizicieni, cel mai remarcabil fiind Einstein (care, de fapt, a încetățenit denumirea „Principiul lui Mach“). Einstein a preluat ideea că orice mișcare este relativă pentru a-și construi teoriile relativității restrânse și generalizate. El a rezolvat, de asemenea, una dintre problemele evidente ale ideilor lui Mach: rotația și accelerația trebuie să creeze forțe suplimentare, dar unde sunt acestea? Einstein a arătat că, dacă toate lucrurile din univers se rotesc în raport cu Pământul, ar trebui să resimțim, într-adevăr, o mică forță care ar face planeta să se clatine într-o anumită măsură.

Natura spațiului i-a intrigat de milenii pe savanți. Fizicienii moderni care studiază particulele cred că există un cazan în clocot de particule subatomice care sunt create și distruse continuu. Masa, inerția, forțele, mișcarea ar putea fi toate, în final, manifestări ale unei supe cuantice în clocot.

**Idee de bază  
masa contează pentru mișcare.**

# Legile mișcării ale lui Newton

Isaac Newton a fost unul dintre cei mai importanți, controversați și influenți savanți ai tuturor timpurilor. El a contribuit la inventarea calculului diferențial și integral, a explicat gravitația și a identificat spectrul de culori care alcătuiesc lumina albă. Cele trei legi ale mișcării pe care le-a elaborat arată de ce o bilă de golf urmează o traiectorie curbă, de ce suntem presați spre latura unei mașini care ia curba și de ce simțim o forță printr-o bătă de baseball în timp ce lovim mingea.

**D**eși motocicletele nu fuseseră inventate pe vremea lui Newton, cele trei legi ale mișcării pe care el le-a elaborat explică modul în care un motociclist-acrobat urcă zidul vertical al morții și cel în care cicliștii pedalează la olimpiadă pe piste înclinate.

Newton, care a trăit în secolul al XVII-lea, este considerat una dintre cele mai vizionare minți ale științei. A fost nevoie de firea lui profund iscoditoare pentru a înțelege unele dintre aspectele aparent banale, dar profunde ale lumii noastre, cum ar fi de ce o bilă aruncată își curbează traiectoria în aer, de ce lucrurile cad în jos și nu în sus și cum se mișcă planetele în jurul Soarelui.

Student mediocru la Cambridge, în anii 1660, Newton a început prin a citi marile lucrări de matematică. Prin intermediul lor, el a fost atras de la dreptul civil spre legile fizicii. Apoi, în timpul unui an sabatic petrecut acasă, în timp ce universitatea era închisă din cauza unei epidemii de ciumă, Newton a făcut primii pași spre elaborarea celor trei legi ale mișcării.

## CRONOLOGIE

**cca 350 î.Hr.**

Aristotel afirmă, în *Fizica*, faptul că mișcările sunt datorate schimbărilor care au loc.

**1640 d.Hr.**

Galileo formulează Principiul inerției.