

## SADRŽAJ

Predgovor autora čitaocu . . . . .	7
Predgovor autora za drugo izdanje . . . . .	10
Predgovor autora za treće izdanje . . . . .	10
Definicije . . . . .	11
Aksiomi ili zakoni kretanja . . . . .	22

### KNJIGA I

O KRETANJU TELA . . . . .	37
Odeljak I. O metodi prvih i poslednjih odnosa veličina, pomoću kojih dokazujemo propozicije koje slede . . . . .	37
Odeljak II. O pronalasku centripetalnih sila . . . . .	47
Odeljak III. O kretanju tela po ekscentričnim konusnim presecima . . . . .	61
Odeljak IV. O pronalaženju eliptičnih, paraboličnih i hiperboličnih orbita iz date žiže . . . . .	71
Odeljak V. Kako pronaći orbite kada nije data nijedna žiža? . .	77
Odeljak VI. Kako se pronalaze kretanja po datim orbitama? . .	103
Odeljak VII. U vezi sa pravolinijskim usponom i silaskom tela . . . . .	110
Odeljak VIII. O pronalasku orbita po kojima kruže tela pod dejstvom bilo koje centripetalne sile . . . . .	119
Odeljak IX. O kretanjima tela po pokretnim orbitama i o kretanjima apsida . . . . .	124
Odeljak X. O kretanju tela po datim površinama i o recipročnom kretanju okačenih tela . . . . .	134

Odeljak XI. O kretanju tela koja teže jedno drugom sa centripetalnim silama . . . . .	147
Odeljak XII. O privlačnim silama sfernih tela . . . . .	173
Odeljak XIII. O silama privlačenja tela koja nisu sfernog oblika . . . . .	190
Odeljak XIV. O kretanju veoma malih tela koja, pod dejtvom centripetalnih sila, teže ka nekoliko delova bilo kog veoma velikog tela . . . . .	200

## KNJIGA II

O KRETANJU TELA . . . . .	208
Odeljak I. O kretanju tela na koje deluje otpor koji je proporcionalan sa brzinom . . . . .	208
Odeljak II. O kretanju tela na koja deluje otpor proporcionalan kvadratu njihovih brzina . . . . .	216
Odeljak III. O kretanju tela pri otporu koji je delimično proporcionalan sa brzinama i delimično sa kvadratom tih brzina . . . . .	237
Odeljak IV. O kružnom kretanju tela u otpornim sredinama . .	245
Odeljak V. O gustini i sabijanju tečnosti i o hidrostatici . . . .	251
Odeljak VI. O kretanju klatna pri otporu . . . . .	263
Odeljak VII. O kretanju tečnosti i o otporu koji deluje na bačena tela . . . . .	285
Odeljak VIII. O kretanju koje se prostire kroz tečnost . . . . .	321
Odeljak IX. O kružnom kretanju tečnosti . . . . .	335

## KNJIGA III

SISTEM SVETA . . . . .	347
Pravila rasuđivanja u filozofiji . . . . .	348
Fenomeni ili pojave . . . . .	350
Propozicije . . . . .	354
Opšta sholija . . . . .	481

## PREDGOVOR AUTORA ČITAOCU

Dok su stari (prema autoru Papu) u istraživanjima prirodnih stvari pridavali veliki značaj mehanici, to su i noviji, odbacivši supstancijalne forme i okultne sadržaje, nastojali da prirodne pojave podrede zakonima matematike. Očito je da se u ovom traktatu matematika brižljivo usavršava u onoj meri koliko se to odnosi na filozofiju. Stari su zaista dvojako postavili mehaniku: racionalnu, koja se razvija preciznim dokazivanjima, i praktičnu. Na praktičnu se odnose sve manuelne veštine po kojima je mehanika i dobila ime. Ipak, pošto majstori imaju običaj da rade sa malom preciznošću, dešava se da se celokupna mehanika tako razlikuje od geometrije da se ono što je sasvim precizno odnosi na geometriju, a ono što je manje precizno na mehaniku. Međutim, greške nisu u veštini, već u izvođačima radova. Onaj koji radi manje precizno, manje je savršen mehaničar, i ako bi neko mogao da radi sa najvećom preciznošću, taj bi bio od svih najsavršeniji mehaničar. Jer se i crtanje pravih linija i krugova, na čemu se zasniva geometrija, tiče i mehanike. Geometrija ne podučava kako se povlače ove linije, ona to zahteva. Ona, naime, traži da nedovoljno upućen najpre sam izuči da ih precizno povlači pre nego što stupi na prag geometrije, zatim podučava kako se putem ovih operacija rešavaju problemi. Povuci prave linije i nacrtati krugove jeste problem, ali ne geometrijski. Od mehanike se zahteva rešenje ovog problema, a u geometriji se uči kako da se ta rešenja koriste. I zasluga je geometrije što sa toliko malo principa, preuzetih od drugih znanja, toliko mnogo stvari pokazuje. Geometrija se, stoga, zasniva na delovanju mehanike i nije ništa drugo do onaj deo opšte mehanike koji precizno izlaže i demonstrira veštinu preciznog merenja. No, pošto se manuelne veštine naročito odnose na kretanje tela, proizilazi da se u kretanju tela geometrija obično odnosi na veličinu, a mehanika na kretanje. U tom smislu racionalna mehanika će biti nauka o

kretanju, proizvedenog iz bilo kojih sila potrebnih za bilo koje kretanje, tačno izložena i dokazana. Ovaj deo mehanike stari su obradili u oblasti pet sila koje se odnose na manuelne veštine za ručna merenja koja nisu gravitaciju (budući da ne sadrži silu proizvedenu rukama) razmatrala kao silu, već samo kao teret za pokretanje pomenutih sila. Nas, pak, koji se ne bavimo zanatima već filozofijom, i opisujemo ne manuelne već prirodne sile, najviše zanimaju stvari koje se tiču gravitacije, levitacije, elastične sile, otpora tečnosti i sličnih sila bilo privlačnih bilo odbojnih. Upravo zato ovo naše delo izlažemo kao matematičke principe filozofije. Jer, čini se da se sva teškoća filozofije nalazi u ovome – da od pojava kretanja istražimo prirodne sile, a zatim da pomoću ovih sila dokažemo ostale pojave. U tom pravcu su usmerene opšte propozicije koje smo obradili u prvoj i drugoj knjizi. U trećoj knjizi dajemo primer za to u objašnjenju sistema sveta. Onda se iz nebeskih pojava, pomoću propozicija dokazanih u prethodnim knjigama, matematički izvode sile gravitacije tela ka suncu i planetama. Zatim se po ovim silama, takođe pomoću matematičkih propozicija, izvode kretanja planeta, kometa, Meseca i mora. Kamo sreće da se i druge prirodne pojave mogu izvesti iz istih mehaničkih principa istom vrstom argumentacije. Naime, mnogo toga me navodi da posumnjam da su sve ove pojave uslovljene nekim silama pomoću kojih se čestice tela, iz još uvek nepoznatih razloga, ili uzajamno privlače i potom spajaju u pravilne oblike ili se, naprotiv, odbijaju jedni od drugih i udaljuju. Budući da su te sile još nepoznate, filozofi su do sada uzalud istraživali prirodu. Nadam se da će se ili ovim načinom rasuđivanja, ili nekim pravilnijim, ovde izloženi principi delimično rasvetliti.

Na objavljivanju ovog dela svesrdno je radio vrlo oštromni i svestrano obrazovani erudita, Edmund Halej (Edmund Halley), koji nije samo ispravio štamparske greške i pobrinuo se za shematske prikaze, već je bio i glavni podstrekač da ovo delo i objavim. Jer, od kada je od mene dobio dokaze oblika orbita nebeskih tela, nije odustao od zahteva da ih saopštim Kraljevskom društvu, koje me je zatim bodrenjem i dobronamernim podsticajima navelo na razmišljanje o njihovom objavljivanju. Ali kada sam prionuo na posmatranje nepravilnosti kretanja Meseca i zatim započeo druga istraživanja koja se tiču zakonâ i merenja gravitacije i drugih sila, putanja koje treba da opisuju tela privučena datim silama, kretanja mnogobrojnih tela usled uzajamnog delovanja, kretanja tela u

otpornim sredinama pod uticajem sila, gustina i kretanja sredina, orbita kometa i sličnog, smatrao sam da objavljivanje dela treba odgoditi za neko vreme, kako bih mogao tačno ispitati ostale stvari i sve zajedno dati u javnost. Ono što se odnosi na kretanja Meseca (premda nije završeno) sam zajedno obuhvatio korolarima u 66 propozicija, da ne bih pribegao pojedinim dokazima i složenim metodama, te da se ne bih rasplinjavao više nego što tema zaslu-  
žuje, i tako prekinuo niz ostalih propozicija. Neke stvari koje sam otkrio kasnije radije sam ubacivao na manje pogodna mesta, nego da sam menjao numeracije propozicija i referenci. Usrdno molim da se ovde izloženo iskreno pročita i da se nedostaci u ovako teškoj materiji toliko ne osuđuju, koliko da se dopune novim istraživa-  
njima čitalaca.

Kembridž, Triniti Koledž, 8. maj 1686.

Is. Njutn