

## ПОВЕЗАНОСТ БОШКОВИЋЕВЕ ТЕОРИЈЕ И ТЕОРИЈЕ САВИЋ-КАШАНИН\*

ДРАГОСЛАВ СТОИЉКОВИЋ

*Технолошки факултет, Нови Сад, Бул. Цара Лазара 1*  
e-mail: dragos@uns.ns.ac.yu

**Резиме.** У уобичајеним савременим приказима историје открића структуре атома се по правилу изоставља чињеница да је Бошковићева "Теорија природне филозофије" (прво издање 1758. г., Беч) имала пресудан утицај на Џозеф Џон Томсона да предложи модел структуре атома, који је потом разрадио Нилс Бор и који се данас обично назива "Боров модел атома". Тај модел атома, усавршен и научно потврђен, је послужио Савићу и Кашанину да развију своју теорију о понашању материје при високим притисцима какви се јављају у дубинама планета у Сунчевом систему. Имајући у виду ту историјску повезаност (Бошковић→Томсон→Бор→Савић и Кашанин), сасвим је разумљиво да постоји велика сличност Бошковићеве теорије и теорије Савић-Кашанин. Указано је да су други страни научници, потпуно независно од Бошковића, Савића и Кашанина, експериментално и теоријски потврдили исправност обе теорије наших научника.

### УВОД

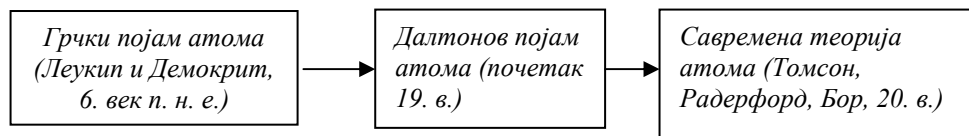
Обично се каже да су старогрчки мислиоци Леукип и Демокрит први дошли на помисао да је све направљено од атома, сићушних недељивих честица. Међутим, њихова је мисао била религиозно забрањена и мировала дуже од 1500 година. У том периоду је било људи који су размишљали о атомској структури (Кеплер, Галилеј, Њутн и др.), али ипак читав период до 19. века био је само велика припрема која ће створити основу за даље. Затим се често наводи Џон Далтон који је на самом почетку 19. века дошао на идеју да сваки хемијски елемент има своје најситније делиће. Верујући да су ти делићи недељиви, Далтон их је, по узору на Грке, назвао атомима.

Ипак, нешто касније се испоставило да би ти Далтонови атоми ипак морали бити дељиви, тј. да атом има структуру, да је састављен од ситнијих

---

\* Посвећено 250-тој годишњици првог објављивања Бошковићеве "Теорије природне филозофије"

честица, атомског језгра и електрона. Та истина се откривала током 19. и 20. века и обично се наводе многи познати научници који су допиринели сазнавању структуре атома: Фарадеј, Максвел, В. Томсон (позантији као Лорд Келвин), Џ. Томсон, Радерфорд и Бор. Посебно се истичу доприноси последње тројице, па би према овој савременој "причи са западне стране" историјски пут открића структуре атома изгледао као на шеми 1.



**Шема 1:** Уобичајени приказ историјског пута открића структуре атома према савременој "причи са западне стране".

Међутим, није било сасвим тако. Део приче је изостављен. Неоспорно је да су наведени научници изузетно допринели тумачењу структуре атома. Међутим, сви они своја достигнућа темеље на схватањима Руђера Бошковића (1711-1787). Фарадеј је 1844. г. изјавио да "по мени Бошковићеви атоми имају велику предност у односу на уобичајене представе о њима" (Williams, 1960). Слично схватање је изрекао и Максвел 1877. г. Менделејејев је 1870. г. изјавио да је Бошковић оснивач модерног атомизма и да су он и Коперник најславнији Западни Словени. "Моја садашња претпоставка је право правцато бошковићанство" - изјављује Лорд Келвин 1907. г.

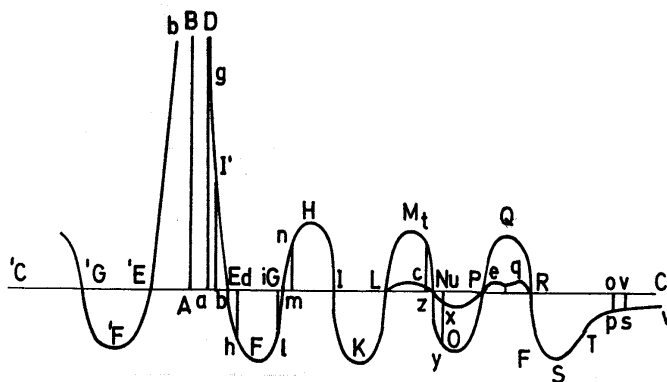
Мада се раније у западној литератури редовно наводио значај Бошковића за откриће структуре атома, од 1920. г. се његово име најчешће изоставља (White, 1957, 1961). За похвалу је што неки наши научници по правилу наводе и име овог великана науке, али нажалост без довољно података о његовом утицају на откриће структуре атома. Стога у овом чланку желимо читаоце да укратко упознамо са доприносом Бошковића открићу структуре атома, а детаљни прикази се могу наћи у литератури (Gill, 1941; Dadić, 1987, Димитрић, 2006).

## ПУТОКАЗИ РУЂЕРА БОШКОВИЋА КА ОТКРИЋУ СТРУКТУРЕ АТОМА

Кад је откривено да постоји електрон и да је он део атома, постављало се питање како је он повезан са осталим деловима атома. Обично се наводи да је Џ. Томсон предложио модел атома по коме су електрони распоређени у маси позитивног наелектрисања као грожђице у колачу (тзв. "Томсонов модел"). Међутим, он је такође указао и на други модел по коме се електрони крећу око позитивног језгра атома. Да би утврдио и објаснио на који начин електрони опстају око језгра атома, Томсону нису могле много да помогну идеје старих Грка и Далтона. Он је помоћ добио од Бошковића, који је још средином 18. века своје схватање структуре материје објавио у више

радова, а све их објединио у књизи "Теорија природне филозофије сведена на један једини закон сила које постоје у природи" (Bošković, 1758, 1763, 1974). А, сада да погледамо шта је то Бошковић написао и шта је од тога Томсон искористио...

Бошковићева схватања се делом ослањају на схватања Лајбница и Њутна, а делом одступају од њих. Од Лајбница прихвата претпоставку да су основни елементи материје сићушни као тачке (монаде), које немају величину и које су недељиве. Међутим, Бошковић не прихвата Лајбницову претпоставку да се тачке додирују. Сматра да су тачке међусобно удаљене неким размаком, који се може бесконачно повећавати или смањивати, али не може потпуно нестати. Од Њутна прихвата постојање узајамних сила између ових тачака. Међутим, док Њутн сматра да при веома малим удаљеностима влада привлачна сила између честица, Бошковић сматра да тад постоји велика одбојна сила, која је утолико већа уколико је растојање мање. Слично схватањима Емпедокла да постоје силе љубави и силе мржње, Бошковић сматра да силе могу бити атрактивне (привлачне) или репулзивне (одбојне) које се смењују зависно од растојања између тачака (слика 1).



**Слика 1:** Бошковићева крива која описује промену привлачних (доња ордината) и одбојних (горња ордината) сила са променом растојања (апсциса) између две тачке или било које две честице материје.

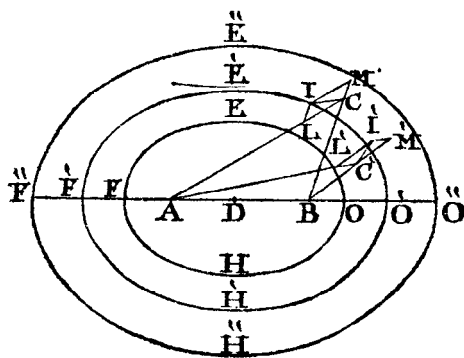
Бошковић прихвата Њутново схватање да се спајањем тачака добијају сложеније честице првог реда, спајањем ових добијају се честице другог, па затим трећег реда итд., те тако даљим спајањем настају атоми, који нису елементарне честице већ се састоје од делова. *(Пажња!!! Бошковић указује да атоми имају делове и то пола века пре Далтона!)* За молекуле сматра да су још крупније честице састављене од атома. *(Пажња!!! Бошковић указује да постоје молекули састављени од атома и то више од пола века пре Авогадра и Канизара, којима се обично приписује откриће молекула!)* Штавише, Бошковић је први који још 1758. г. указује на могућност постојања макромолекула као низова атома, описује њихову спиралну структуру и својства! А данас се обично наводи да је макромолекулску

хипотезу први предложио Штаудингер тек 1920 . године! (Stoiljković,1983, 2006, 2007).

По Бошковићу су елементарне тачке, честице првог, потом другог реда... атоми, молекули, читав Сунчев систем само поједини ступњевци у хијерархији материје. Указује да би "сви светови мањих димензија, узети заједно, били као једна једина тачка у односу на онај већи" свет. (Силе које владају између честица нижих редова веће су него силе између честица виших редова. Указује да се честице нижих редова теже могу раставити него честице виших редова.) Сматра да за сваки пар честица на било ком ступњу хијерархије материје важи крива приказана на слици 1. Међутим, број лукова, њихова величина и облик, могу бити различити. Приказује криву са само једним привлачним и одбојним луком, са два привлачна и два одбојна лука, као и са већим бројем лукова.

Бошковић нарочито истиче да постоје растојања при којима су одбојна и привлачна сила изједначене (тачке E, G, I, L, N, P и R на слици 1). Међутим, у неким случајевима (тачке E, I, N и R) при повећању растојања расте привлачна, а при смањивању растојања расте одбојна сила. У том случају се честице налазе у постојаној равнотежи. Те положаје је назвао **границама кохезије**. Али ако растојање одговара тачкама G, L и P, тада су честице у непостојаној равнотежи, јер најмање повећање или смањивање растојања доводи до растављања или приближавања честица. Ове положаје је Бошковић назвао **границама некохезије**.

Бошковић указује да ако се неке две честице А и В налазе у близини центра D, тада нека трећа честица може да се креће на одстојањима који одговарају границама кохезије, а те положаје приказује у виду елипси (слика 2).



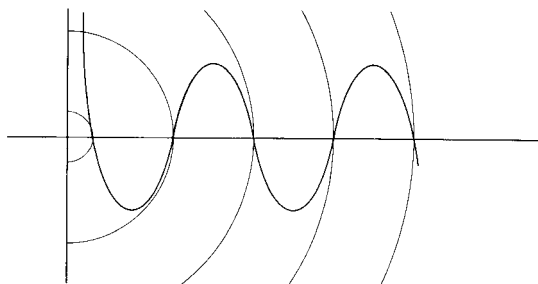
Слика 2: Орбитале у које је Бошковић приказао у својој Теорији.

Бошковић указује да је у механици доказано да површина кривих, чије апсцисе изражавају удаљености, а ординате силе, представља пораст или пад квадрата брзине. (Познато је да је  $F = -dE/dr$ , где је F сила, r је растојање, а кинетичка енергија честице масе m које се креће брзином v је  $E = mv^2/2$ . Одатле следи да површина лукова на слици 1 представља енергију.). Стога

су поједине површине омеђене одбојним и привлачним луковима мера умањења или увећања квадрата брзина честица које се приближавају. Након приближавања, две честице ће се зауставити на неком растојању чија величина зависи од њихових почетних брзина и од површина омеђеним привлачним и одбојним луковима. Бошковић објашњава да ако су површине одбојних лукова мање од површине привлачних, честице ће доћи до прве границе кохезије (тачка Е на слици 1) неком брзином која је сразмерна површини првог привлачног лука (EFG) и крећући се по кругу полупречника АЕ непрекидно ће осциловати око те границе.

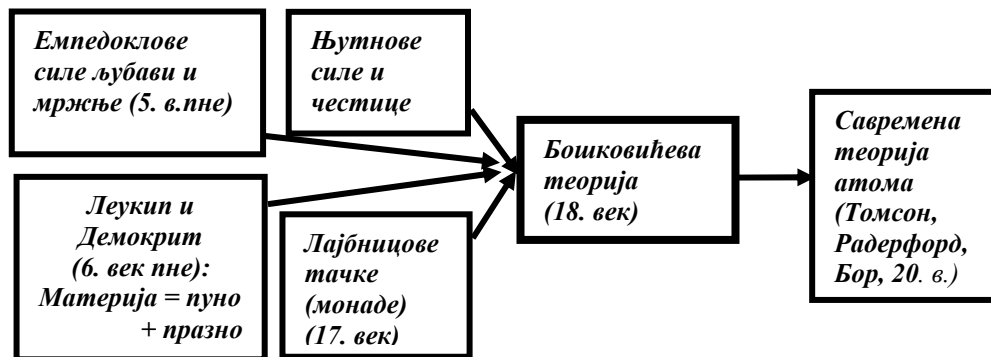
Штавише, из Бошковићеве теорије произилази да ако се нека честица приближава другој и при томе прелази са једне на другу границу кохезије, она губи или добија тачно одређену количину енергије. Тај квант енергије, како се то данас назива, једнак је разлици површина одбојних и привлачних лукова између две границе кохезије. Тиме је Бошковићева теорија заправо прва квантна теорија (Stoiljković, 2005a).

Тражећи теоријску подлогу за своју идеју да се електрони крећу само по неким стазама око језгра атома Џ. Томсон је закључио да за ту сврху може да послужи само Бошковићева теорија (слике 1 и 2) те је у свом делу "The Corpuscular Theory of Matter" (Лондон, 1907. г. ), написао: "Претпоставимо да наелектрисани јон посматрамо као Бошковићев атом који делује на једну честицу средишњом силом, која се мења од одбојне до привлачне и од привлачне до одбојне неколико пута... Таква је сила, на пример, приказана графички на слици где апсцисе представљају удаљености од атома, а ординате силе које делују од атома на честицу..." (слика 3) (Gill, 1941; Dadić, 1987). Тај модел атома је експериментално потврдио Радерфорд 1911. г., а потом је Нилс Бор израчунао могуће стазе електрона.



**Слика 3:** Томсонова теорија кружних стаза обједињује Бошковићеву криву (слика 1) и Бошковићеве орбитале (слика 2): на апсциси је растојање електрона од језгра, а на ординати су силе: одбојна (горе) и привлачна (доле). У координатном почетку се налази језгро атома, а кругови представљају стабилне и нестабилне положаје електрона, односно границе кохезије и некохезије на Бошковићевој кривој (Gill, 1941; Dadić, 1987).

Имајући у виду да је Бошковићева теорија непосредно утицала на стварање овог Томсоновог модела, Гил (Gill, 1941) указује да је Бошковић дао "суштински елемент модерном схватању атома" и стога овај модел назива "Бошковић-Томсонов" модел атома и указује да када се буде писала историја атомске теорије, не би било исправно да се занемари допринос Руђера Бошковића. Стога сматрамо да би било исправније да се историјски пут открића структуре атома прикаже као на шеми 2.



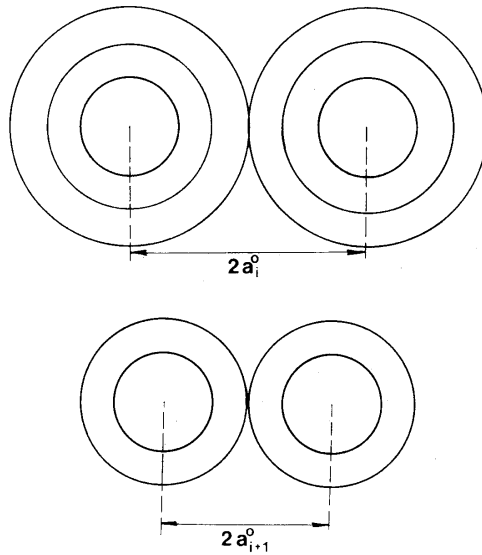
**Шема 2:** Стварни историјски пут открића савремене структуре атома, тј. "пут којим се ређе иде".

## ПРОМЕНА ГУСТИНЕ МАТЕРИЈЕ ПРЕМА ТЕОРИЈИ САВИЋ-КАШАНИН

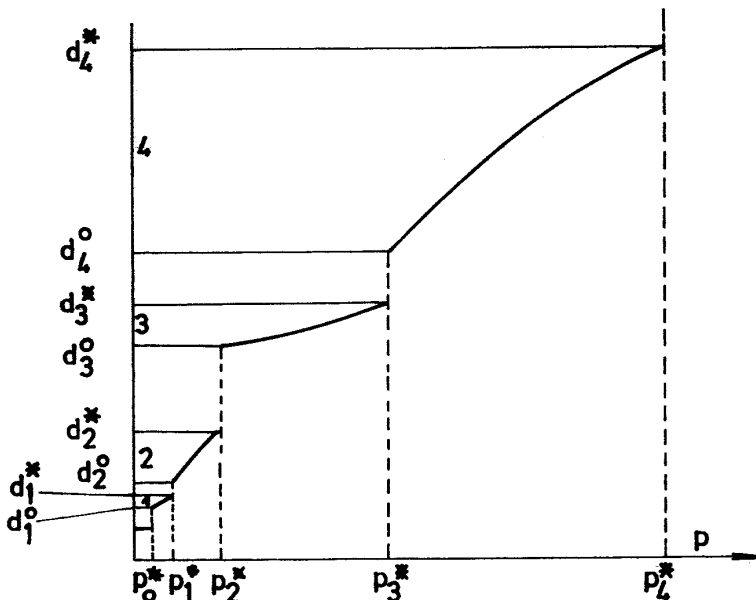
Да би објаснили порекло ротације и густину планета у Сунчевом систему, Савић и Кашанин разматрају понашање материје при њеном сажимању при великим притисцима (Savić, 1978). Полазећи од Боровог модела атома, указују да при приближавању атома настаје тренутак када су атоми довољно близу један другом да им се путање спољних електрона "додирну" (слика 4). Даље сажимање је могуће само ако електрони напусте дотадашњу путању и отисну се од атома тражећи нова пространства за сопствено кретање. А атоми, огољени због одбеглих електрона, могу се даље зближавати све док се поново не "додирну" преосталим спољним електронима.

На основу тога, Савић и Кашанин сматрају да се при компримовању материје наизменично смењују интервали постепене и интервали скоковите промене густине (слика 5). Густина материје се постепено мења од  $d_1^0$  до  $d_1^*$  у интервалу притиска од  $p_0^*$  до  $p_1^*$ . Затим при притиску  $p_1^*$  настаје скоковита промена густине од  $d_1^*$  до  $d_2^0$ . Поново следи интервал постепене промене густине све до притиска  $p_2^*$ , а потом опет скоковита промена густине итд. Материја може имати само оне вредности густине које одговарају интервалима 1, 2, 3, 4... Сваком интервалу одговара једно фазно стање материје. Густина се постепено мења у оквиру једног фазног стања. Међутим, прелазак из једне фазе у другу је скоковит у погледу промене

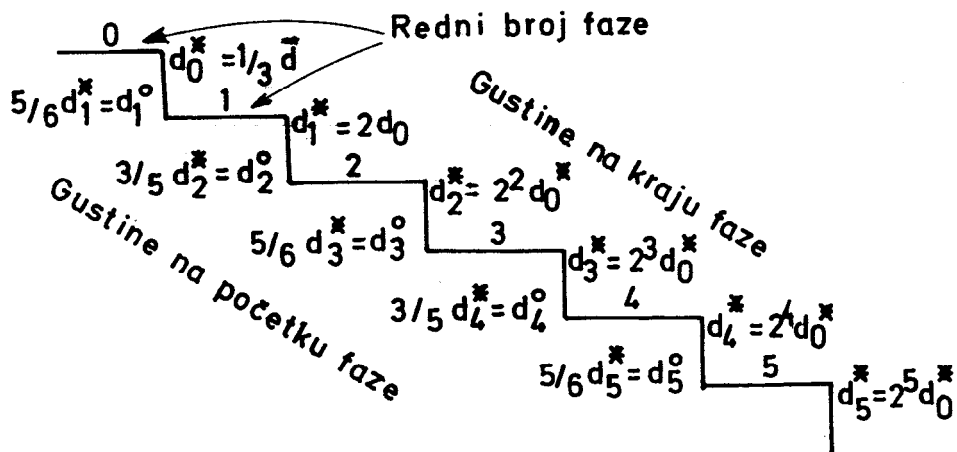
густине. Савић и Кашанин приказују промену густине материје на почетку и на крају појединих фаза у виду једног степенастог дијаграма (слика 6). Они су овај дијаграм користили за израчунавање просечне густине планета у Сунчевом систему, као и густине слојева у Земљи.



Слика 4: Приказ скоковитог приближавања атома под притиском, где се уочава скоковита промена полупречника дејства ( $a_i^0 > a_{i+1}^0$ ).



Слика 5: Промена густине материје  $d$  са променом притиска  $p$  према теорији Савић-Кашанин.



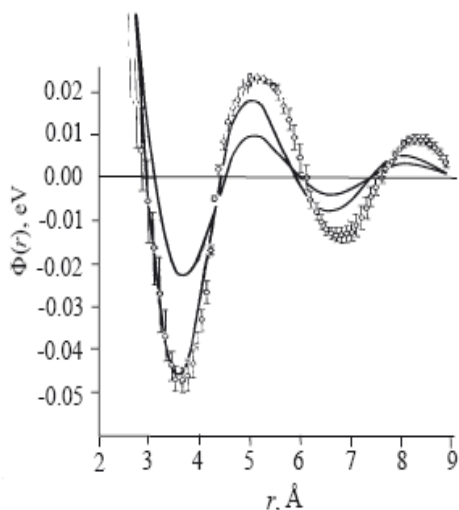
Слика 6: Густине на почетку  $d_i^0$  и на крају  $d_i^*$  појединих фаза према теорији Савић-Кашанин.

### ВЕЗА БОШКОВИЋЕВЕ ТЕОРИЈЕ И ТЕОРИЈЕ САВИЋА И КАШАНИНА

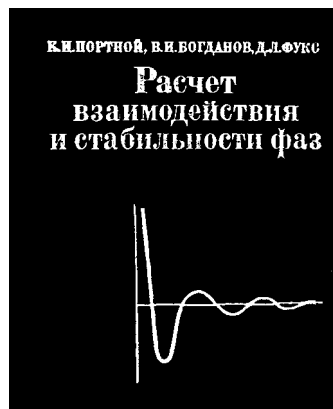
Иако се Савић и Кашанин при развоју своје теорије не позивају на Бошковићеву теорију, ипак посредством Боровог модела атома постоји повезаност ове две теорије. Заиста, ако анализирамо како Бошковићева крива (слика 1) описује сажимање материје, тада запажамо у њој интервале удаљености при којима се материја спонтано сажима и интервале при којима је сажимање могуће само ако постоји спољни притисак. Рецимо, ако су два атома на растојању  $R$  (слика 1), тада је даље зближавање ових атома могуће само ако се делује спољним притиском, довољно великим да се савлада одбојни лук  $RQP$  Бошковићеве криве. А када атоми дођу на растојање мање од  $P$ , међу њима делује привлачна сила. Атоми се даље спонтано приближавају и није потребан никакав додатни спољни притисак. Скоковито се мења размак између атома, док не дођу на растојање мање  $N$ , када се опет јавља одбојна сила и поново је потребно деловати спољним притиском да би дошло до сажимања материје. Бошковићева крива недвосмислено показује да се наизменично смењују интервали спонтаног и присилног приближавања честица материје. Очигледна је сличност смисла Бошковићеве слике 1 са сликама 5 и 6 које су дали Савић и Кашанин. Границе кохезије и границе некохезије на Бошковићевој кривој ( $E, G, I, L, N, P, R$ ) су заправо почетци и завршетци појединих степеника у дијаграму Савића и Кашанина (слика 6). На тај начин, **сваком луку Бошковићеве криве одговара један степеник у дијаграму Савића и Кашанина**.

Наравно, Бошковићева теорија и теорија Савића и Кашанина би стекле прави научни значај и смисао, тек ако би савремена наука потврдила да се деловање између атома може описати Бошковићевом кривом (слика 1).





**Слика 7:** Промена потенцијалне енергије  $\Phi(r)$  у зависности од растојања  $r$  између два атома натријума (Croxtton, 1974). (Пуна линија - различити теоријски прорачуни; тачке - експерименталне вредности).

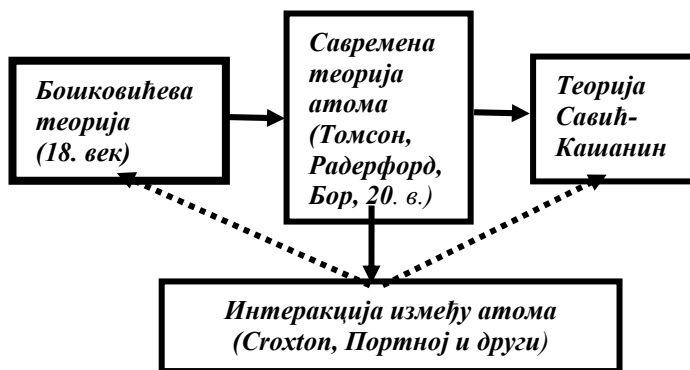


**Слика 8:** Насловна страна књиге Портноја и сарадника.

Заиста, након објављивања теорије Савић-Кашанин, објављене су књиге (Croxtton, 1974; Портној et al., 1981) у којима се приказује прорачун и експериментални резултати промене потенцијалне енергије при приближавању два атома (слика 7). Ови аутори не наводе радове Бошковића, Савића и Кашанина. Међутим, показало се да се промена потенцијалне енергије при приближавању два атома, уз уважавање њихове дискретне квантно-механичке структуре (управо оне појаве коју узимају у обзир Савић и Кашанин), описује Бошковићевом кривом! До које мере Портној и сарадници дају значај добијеној кривој указује и чињеница да су је ставили на насловну страну своје књиге (Слика 8).

Да би проверили исправност Бошковићевих схватања и њихову присутност у савременој науци прегледали смо на који се начин данас тумачи узајамно дејство честица материје - од елементарних честица и нуклеона, до атома, молекула, макромолекула и колоидних честица. Идући тим путем, на десетак нивоа у хијерархији материје, стално смо наилазили на потврду Бошковићеве криве и трагове његових схватања (Стоиљковић, 2005б), мада се на њега готово нико не позива.

Тиме је заправо потврђено схватање Савића и Кашанина о скоковитој промени растојања при приближавању атома, а истовремено и потврда исправности Бошковићеве криве. Имајући наведено у виду, повезаност Бошковићеве теорије и теорије Савић-Кашанин се може приказати као на шеми 3.



**Шема 3:** Повезаност Бошковићеве теорије и теорије Савић-Кашанин што је потврђено савременим тумачењем интеракције атома (испрекидане стрелице).

## ЗАКЉУЧАК

Тумачећи скоковите промене у густини материје скоковитим преласком електрона са једне путање на другу, Савић и Кашанин су, додуше несвесно, у своју теорију уградили и Бошковићев закон о узајамном деловању честица материје. Сваком степену у дијаграму Савића и Кашанина одговара један лук Бошковићеве криве. Ова сличност, као и заједничко дијалектичко-материјалистичко језгро обе теорије (Стоиљковић, 1979, 1989), даје обема ону универзалност која је својствена само оним општим законима природе на чијим темељима почива то велелепно здање савремене науке. И док је Бошковићева теорија еволуирала од узајамног деловања "непротежних тачака материје" па до Боровог модела атома, одатле теорија Савића и Кашанина наставља описујући како ти исти атоми граде небеска тела и Сунчев систем.

## Литература

- Bošković, R.: 1758 (prvo izdanje, Beč), 1763 (drugo izdanje, Venecija), *Philosophiae naturalis theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium*, (1974, Teorija prirodne filozofije svedena na jedan jedini zakon sila koje postoje u prirodi, Liber, Zagreb).
- White, L. L.: 1957, "Boscovich and Particle Theory", *Nature*, **179**, 284; 1961, *Roger Joseph Boscovich*, George Allen and Unwin Ltd., London.
- Williams, L. P.: 1960, "Faraday and the Structure of Matter", *Contemporary Physics*, **2**, 93; 1960, "Michael Faraday and the Evolution of the Concept of Electric and Magnetic Fields", *Proceeding of the Royal Institution of Great Britain*, **38**, 235.
- Gill, H. V.: 1941, *Roger Boscovich, S. J. - Forerunner of Modern Physical Theories*, M. H. Gill and Son, Ltd., Dublin.
- Dadić, Ž.: 1987, *Ruder Bošković*, Školska knjiga, Zagreb.
- Димитрић, Р.: 2006, *Пућер Бошковић*, Хелиос, Питсбург-Београд

- Порнтой, К. И., Богданов, В. И., Фукс, Д. Л.: 1981, *Расчет взаимодействия и стабильности фаз*, "Металлургия", Москва.
- Savić, P.: 1978, *Od atoma do nebeskih tela - poreklo rotacije nebeskih tela*, drugo izdanje, "Radivoj Ćirpanov", Novi Sad.
- Stoiljković, D.: 1979, "Dijalektičko-materijalistička osnova teorije Savić-Kašarin o ponašanju materije pri visokim pritiscima i o nastanku rotacije nebeskih tela", *Dijalektika*, **14**, 137.
- Stoiljković, D.: 1983, "Od elementarnih čestica do makromolekula - tragovima Ruđera Boškovića", *Polimeri*, **4**, 289.
- Stoiljković, D.: 1989, "Atrakcija i repulzija - shvatanja Boškovića, Hegela i Engelsa", *Filozofska istraživanja*, **32-33**, 1567.
- Stoiljković, D.: 2005a, "Teorija Ruđera Boškovića kao putokaz ka kvantnoj mehanici", *Arhe*, 2 (4) 181.
- Стоилјковић, Д.: 2005б, "Актуелност Бошковићеве »Теорије природне филозофије сведене на један једини закон сила које постоје у природи«, *Васиона*, **53**, 77.
- Stoiljković, D.: 2006, "Makromolekulska hipoteza Ruđera Boškovića", *Svet polimera*, **9**, 225.
- Stoiljković, D.: 2007, "Importance of Boscovich's theory of natural philosophy for polymer science", *Polimery (Polland)*, **28**, 29.
- Croxton, C. A.: 1974, *Liquid State Physics - A Statistical Mechanical Introduction*, Cambridge University Press, Cambridge, p. 227.

## RELATIONSHIP OF BOSCOVICH'S THEORY AND SAVICH-KASHANIN THEORY

In the current presentation of the history of atomic structure discovery, the fact that Boscovich's "Theory of natural philosophy" had a crucial influence on Joseph John Thomson to suggest a model of atomic structure, which was further developed by Niels Bohr, has been neglected. That model is named as "Bohr's model of atom", although there are opinions that "Boscovich-Thomson model" is more appropriate. Savich and Kashanin used that model of atom, improved and confirmed, to develop the own theory on the behavior of matter under the high pressures occurred in the interior of planets in Solar system. Having in mind the historical linkage "Boscovich → Thomson → Bohr → Savich and Kashain" it is quite reasonable that there is a high similarity between Boscovich's theory and theory of Savich-Kashanin. It is shown in the paper that other scientists, quite independently, theoretically and experimentally have confirmed the both theories of our scientists.