

Teoria formării particulelor elementare

Coliziunile granulare și simularea lor numerică

Laurențiu Mihăescu

București, Romania

Ediția a doua, Februarie 2019

www.1theory.com

Cuprins

1. Caracteristici granulare
2. Ciocniri granulare
3. Formarea particulelor elementare
4. Concluzii
5. Referințe

1. Caracteristici granulare

Toate ipotezele și postulatele Teoriei Primare [1] sunt considerate valabile și în acest articol, împreună cu caracteristicile granulelor și ale fluidului special pe care acestea îl formează. Totul va avea la bază dinamica granulară specifică, care va fi analizată în cadrul unui SRA (sistem de referință absolut, natural pentru universul nostru) și care va fi descrisă pe larg ca o extindere a capitolelor corespunzătoare din lucrările [1] și respectiv [2].

Încep printr-o reluare sumară a caracteristicilor granulare fundamentale:

- granula liberă are o formă sferică perfectă; diametrul sferei este notat cu **D** și are o valoare constantă, posibil foarte apropiată de lungimea Planck.
- toate granulele au o *viteză absolută constantă C* - estimată la minim 140% din valoarea actuală a lui **c** - indiferent dacă acestea sunt libere sau dacă aparțin unor anumite structuri.
- în mod implicit, toate granulele au și aceeași valoare a impulsului și energiei cinetice (elementare).
- toate granulele sunt formate din așa-zisa *esență*, materialul primordial cu *elasticitate perfectă*.
- ciocnirile intergranulare vor fi prin urmare ciocniri elastice perfecte ce vor conserva impulsul granular total al granulelor implicate.
- nu există nicio altă formă de influențare reciprocă sau de legătură între granule distincte, în afară de ciocnirile perfect elastice de natură mecanică.
- granulele libere pot avea orice direcție de deplasare în spațiul tridimensional, iar traiectoria lor va fi considerată în continuare o linie dreaptă *absolută*. Spațiul fizic este practic *discret* ca și constituție (fiind format din granule distincte), dar are, din punct de vedere al direcțiilor de deplasare posibile, o caracteristică de mediu continuu, "*analogic*".

Trebuie remarcată aici o caracteristică specială a ciocnirilor intergranulare: în urma lor nu se schimbă mărimea vitezei absolute pentru nicio granulă implicată, ci doar direcția acestui vector. De asemenea trebuie precizat că toate denumirile de *impuls*, *moment*, *masă* și *energie* ce sunt folosite în legătură cu caracteristicile granulare reflectă mărimi fizice similare cu cele de la scară cuantică și macroscopică, iar din acest motiv vor purta aceleași nume. Ele sunt însă mărimi de o factură diferită și poartă amprenta modului în care a apărut spațiul și materia - adică a nașterii universului; analogia cu mecanica normală (clasică) și principiile ei este însă perfectă și poate fi folosită pentru a se elabora toate teoriile aferente mediului de la scară granulară.

Dacă ne vom limita analiza doar la scară granulară și la granule libere, nu va mai fi neapărat necesar să implicăm teoria relativității; avem totuși o viteză de deplasare maximală, constantă și unică (cu sau fără considerarea ciocnirilor granulare), dar nu vom putea discrimina între diverse sisteme de referință și nici timpul granular nu este variabil ca rată de trecere. Aici putem lucra doar cu viteza granulară C (pentru că în spațiul perfect gol nu există în mod normal și structuri multi-granulare), iar pentru un interval de timp cosmic relativ scurt, în care densitatea granulară nu a variat semnificativ, vom putea lucra cu viteza luminii din acel moment, c (variația în timp a acestei viteze maxime este descrisă cantitativ în articolul [5]).

Foarte interesant ar fi însă de aflat răspunsul la această întrebare: cum a fost posibil ca în interiorul acestui fluid amorf să apară, chiar la momentul de început al universului, aceste structuri granulare stabile - binecunoscutele particule elementare? Singurele ipoteze suplimentare ce vor fi folosite în acest context sunt evoluția descrescătoare a densității granulare de-a lungul timpului (circa 13.8 miliarde ani, Capitolul 3 din [5]) și păstrarea *neschimbată* pe această durată a tuturor caracteristicilor granulare fundamentale. Pentru a determina întregul parcurs al acestui fenomen complex voi continua acum cu o analiză detaliată a fenomenului ciocnirilor granulare, încercând să stabilesc legea lor fundamentală de "funcționare" pornind de la exemple concrete și simulări.

Este evident că spațiul, văzut în acest context ca un mediu format (ipotetic) dintr-un număr cvasi-infinit de componente identice și cu aceleași caracteristici, ar putea fi asimilat cu un tip special de automat, a cărui evoluție ar deveni astfel predictibilă prin metode matematice simple. Câteva lucruri punctuale, însă, fac ca acest model să nu fie utilizabil în analiza de mai departe:

- dimensiunea finită (dar foarte mare) sau infinită a sistemului, dar și distribuția lui inițială de densitate (hazardul și neuniformitatea).
- mărimile fizice ce caracterizează granulele, imposibilitatea determinării valorii lor absolute, identificarea stărilor și discretizarea timpului la acest nivel.
- incertitudinea intrinsecă a coordonatelor granulare spațiu/timp în mediul acesta devenit cvasi-uniform.

Prin urmare voi încerca o "izolare" a unei părți *semnificative* din acest sistem, suficient de mare însă pentru a putea permite orice analiză statistică și pentru a identifica orice evoluție posibilă în timp - de exemplu declanșarea procesului de auto-organizare și apoi creația unor structuri noi, complexe de tip particule elementare și a interacțiunilor acestora. Mai menționez aici că această zonă spațială distinctă nu va fi izolată complet, ci va moșteni și va permite propagarea normală a tuturor fluxurile granulare locale.

2. Ciocniri granulare

Mediul prezentat mai sus poate fi descris în mod teoretic doar prin relativizarea majorității mărimilor lui fizice specifice, atât ale granulelor individuale cât și ale sistemului creat de acestea, păstrând totuși ca lucru fundamental cel puțin *absolutul vitezei granulare*. Trebuie să identificăm mai întâi o mărime geometrică pe care o vom presupune *constantă absolută*, de exemplu **diametrul granular**, și vom avea mai departe o scară uniformă pentru orice dimensiuni și distanțe, într-o metrică liniară. Timpul granular se scurge uniform, fiind o mărime ce derivă din existența vitezei absolute pentru mișcarea granulară și din existența spațiului gol liniar, uniform și izotrop. Mișcarea unei granule este

deci uniformă, continuă, și aceasta ocupă toate pozițiile intermediare de pe traiectoria sa absolut rectilinie. În sistemul cu un număr imens - dar finit - de granule pe care îl analizăm acum vom presupune un hazard "absolut" prezent în distribuția direcțiilor de deplasare (distribuția acestora devine practic continuă), dar și existența fluxurilor granulare (grupuri de granule ce se deplasează exact pe aceeași direcție). Indiferent de presupusa scădere a densității granulare în timp și de valoarea considerată pentru diametrul granulelor - acestea vor suferi coliziuni în mod continuu. Ciocnirile lor au astfel următoarele caracteristici importante:

- Se produc îndeosebi doar între două granule libere, foarte rar între trei sau mai multe simultan.
- Probabilitatea de existență sau de apariție pe cale naturală a două sau mai multe granule libere alăturate cu exact aceeași direcție a traiectoriei este extrem de mică.
- Coliziunile dintre granule sunt perfect elastice, energia/impulsul granular își păstrează valorile neschimbate.
- Ciocnirea a două granule, indiferent de direcția lor, se face numai frontal, pe direcția ce le unește simetric centrele (Figura 1, unde sunt arătate trei cazuri distincte). Orice altă posibilă ciocnire, să-i zicem tangențială, nu va produce schimbări în mișcarea și traiectoria granulelor implicate (datorită proprietății lor speciale de elasticitate).

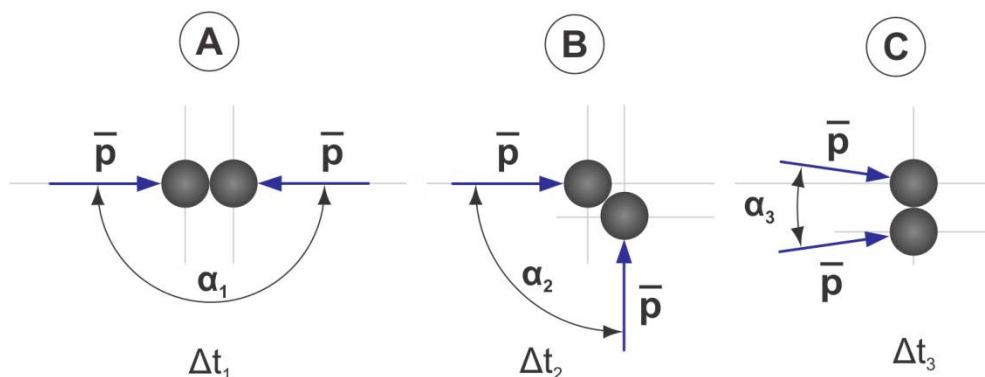


Figura 1 - Tipuri generale de coliziuni granulare

- Ciocnirea a două granule nu este instantanee, ci se petrece pe o anumită durată de timp; această valoare de timp va depinde semnificativ de unghiul format de traiectoriile granulelor implicate în coliziune (vezi Figura 3, A).

- Pe toată durata de ciocnire, granulele implicate stau într-un contact perfect (Figura 2, B) și creează astfel o "supergranulă" temporară, cu o durată de viață mai scurtă sau mai lungă. Ipoteza ce o emit acum este că granulele nu se contopesc în acest proces, iar supergranula va conține cele două (sau mai multe) granule deformate - dar separate pe întreaga durată a ciocnirii. Indiferent însă de tipul contopirii, granulele se vor despărți într-un final, fiecare dintre ele preluând direcția impulsului celeilalte.

- Pe durata lor de viață, supergranulele pot avea orice viteză absolută, de la **0** până la maxim **C**; cu cât viteza lor este mai mare, cu atât este și durata lor de viață. Probabilitatea de existență a supergranulelor *libere* ce posedă o viteză apropiată de **C** este însă extrem de redusă.

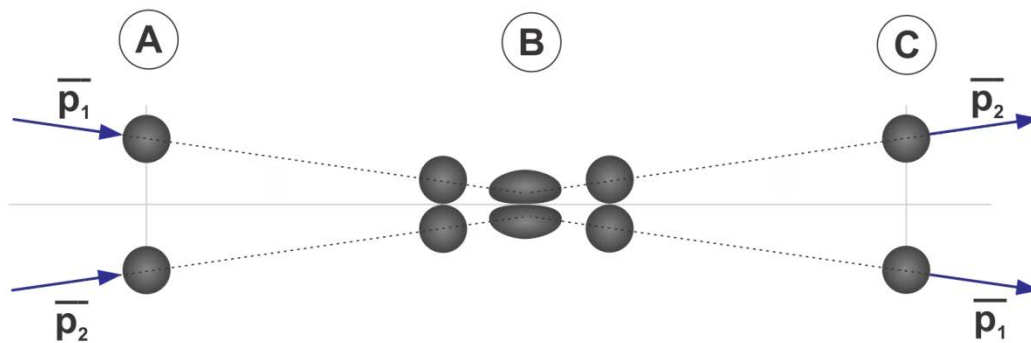


Figura 2 - Coliziune granulară lentă

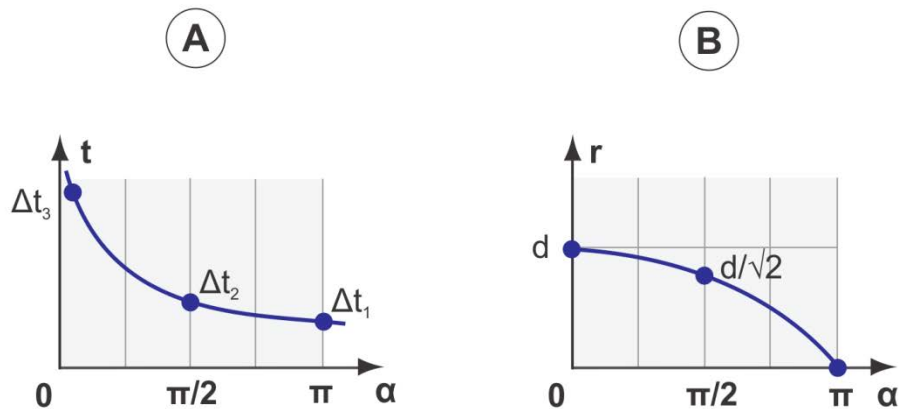


Figura 3 - Durata și abaterea spațială a coliziunilor granulare

Ciocnirile granulare sunt guvernate de **legea conservării impulsului global**, dar trebuie făcute aceste precizări:

- impulsul se conservă în orice moment al procesului tranzitoriu de ciocnire.
- legea se aplică indiferent de elementele ce se ciocnesc: granulă-granulă, granulă-supergranulă sau supergranulă-supergranulă.
- ciocnirile ce implică supergranule pot avea ca rezultat despărțirea totală sau parțială a acestora în granulele componente.
- granula ce preia impulsul alteia va continua mișcarea acesteia pe aceeași direcție absolută, devenind astfel o granulă echivalentă. Cu alte cuvinte, direcția unei granule se va păstra în urma unor ciocniri normale ale acesteia cu câte o singură altă granulă. În acest proces apar însă două fenomene noi:
 - a) o întârziere variabilă, ce scade viteza efectivă absolută a oricărei granule.
 - b) o abatere de maxim un diametru granular în traiectoria granulară (vezi cazul din Figura 3, B).

Aceste fenomene se mediază de-a lungul timpului pe un număr mare de ciocniri și vor avea ca rezultat final o viteză granulară efectivă mai mică $c \ll C$ și o abatere medie *nulă* a direcției (într-un mediu spațial ideal, considerat uniform și izotrop).

Dacă privim statistic lucrurile, cele mai frecvente ciocniri vor fi cele granulă-granulă, și, în mod previzibil, urmează cele granulă-supergranulă (dar în care supergranulele sunt formate din granule ce se deplasează pe aproape aceeași direcție și au viața relativ mai lungă, cum au fost în universul timpuriu). Supergranulele acestea cu durata de viață mai lungă, indiferent de forma lor (filament, cilindru, tub, sferă, tor, grup neregulat) se vor dezintegra totuși într-un final în urma ciocnirilor repetate cu granule libere. Numai aceste tipuri de ciocniri vor fi descrise în continuare, fiind reprezentative pentru crearea unui model funcțional al spațiului granular și al evoluției lui.

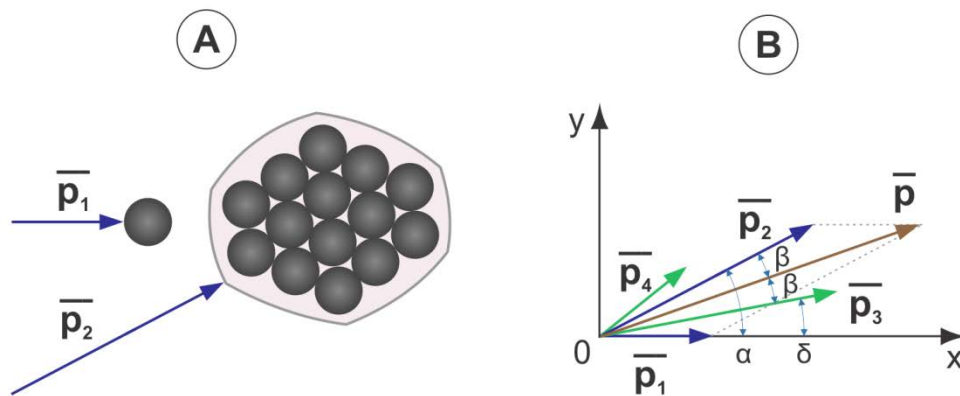


Figura 4 - Ciocnirea granulă - supergranulă

În cazul general prezentat în Figura 4 (ciocnirea unei granule de o supergranulă cu durata mare de viață) se poate observa că impulsul total \mathbf{p} se conservă (ca sumă a impulsurilor inițiale, ale căror valori sunt multipli ai impulsului elementar). Impulsurile finale sunt, în principiu, de aceeași valoare cu cele inițiale pentru fiecare dintre părțile ciocnirii, dar noua lor direcție este una

simetrică față de cea a impulsului total. În acest proces tranzitoriu, supergranula se poate desface în mai multe componente sau poate îngloba granula separată și emite apoi o alta - lucruri ce depind de direcțiile impulsurilor inițiale. Orice situație ar fi, impulsurile finale sunt tot multipli ai impulsului granular elementar, iar suma lor vectorială va fi mereu egală cu impulsul total. În cazul nostru concret impulsul \bar{p}_1 se schimbă în \bar{p}_4 , iar \bar{p}_2 în \bar{p}_3 .

$$\bar{p} = \bar{p}_1 + \bar{p}_2 = \bar{p}_3 + \bar{p}_4$$

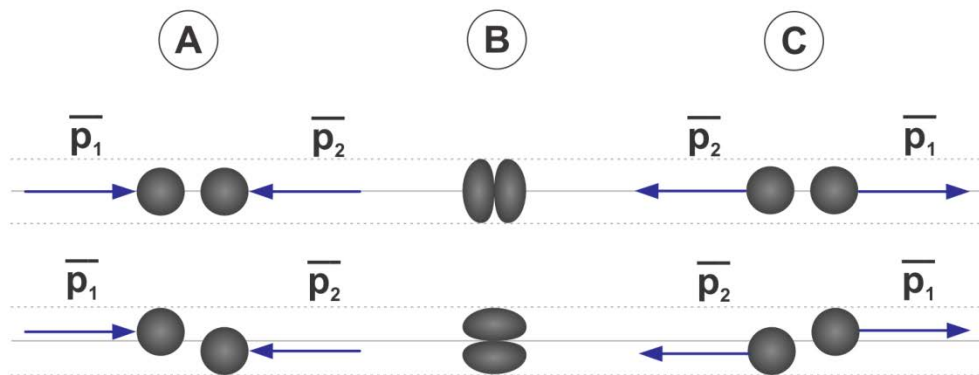


Figura 5 - Ciocnirile granulare axiale și tangențiale

În partea de sus a Figurii 5 este arătată o ciocnire frontală a două granule (A), în care acestea se "turtesc" pe perioada de ciocnire (B) și în final își schimbă impulsurile între ele (C), continuând pe același drum ca granule echivalente. În partea de jos observăm ce se întâmplă în cazul unei ciocniri tangențiale: granulele se turtesc pe direcție longitudinală (B), *alunecă* una pe lângă cealaltă și își continuă drumul inițial neschimbat, păstrând aceeași valoare și direcție a impulsurilor lor inițiale.

Cunoscând toate aceste elemente particulare ale ciocnirilor granulare, putem trece acum la analiza unei imagini de ansamblu asupra comportamentului diverselor fluxuri la întâlnirea și traversarea altor fluxuri, uniforme sau nu (vom

considera aici că au existat neuniformități granulare mari în universul timpuriu, ca și o densitate granulară mare și variabilă).

Presupunem acum că un flux scurt traversează o zonă în care există un flux intens pe o anumită direcție; în funcție de densitatea acestui flux scurt vom avea următoarele două cazuri distincte:

a) dacă fluxul scurt este mai puțin dens, să zicem câteva zeci de diametre granulare ca distanță medie între granulele componente, acesta se va îndrepta către sursa fluxului puternic (din cauza abaterii granulare), adică *pe direcția lui inversă de curgere*.

b) dacă acesta este compact, granulele fiind practic lipite una de alta (oscilând de fapt la o distanță medie de circa un diametru granular), va fi împins (și eventual curbat) *pe aceeași direcție* cu fluxul puternic.

Cazul din urmă este aplicabil fotonilor care traversează un câmp gravitațional intens (trec pe lângă o stea), atunci când se produce *efectul de lentilă gravitațională*. Straturile granulare succesive din foton sunt compacte pe direcții radiale, iar astfel de structuri își vor schimba traiectoria în direcția fluxului mai intens. Primul caz se aplică fotonilor ce se deplasează pe direcția gradientului unui câmp gravitațional, când aceștia sunt afectați pe lungime (ca flux mai puțin dens) și astfel vor suferi o variație de frecvență (numită deplasare spre roșu sau spre albastru, depinzând de gradientul gravitațional).

3. Formarea particulelor elementare

Universul primar a avut toate condițiile necesare formării și combinării ulterioare a particulelor elementare, și anume:

- o densitate granulară inițială mare, descrescătoare rapid în timp.
- fluxuri granulare uniforme și neuniforme, omnidirecționale.
- prezența supergranulelor temporare și a celor cu viață lungă, stabile, într-un număr extraordinar de mare.

Structurile granulare au traversat multe zone în care geometria lor a fost modificată, generându-se astfel fluxuri concentrate curbate. Programul "Elementary Particles" încearcă o simulare a comportamentului unei structuri granulare compacte (grup, filament, supergranulă) la trecerea acesteia printr-un flux adițional neuniform (cu densitate variabilă). Pentru micșorarea numărului de calcule matematice se va limita simularea la o "cutie" bidimensională de arie 10x10 unități, cadru în care fluxul local omnidirecțional prezent în fluidul spațial real nu mai este inclus. Acest lucru nu distorsionează mult rezultatele, doar că structurile compacte și toate combinațiile lor își vor pierde proprietatea de adeziune internă. Aspectele funcționale ale aplicației sunt descrise pe larg în această pagină web (de acolo se poate descărca și programul executabil):

<http://www.1theory.com/software.htm#2>

acolo unde se află și cele patru imagini capturate din program la scara lor originală (faceți click pe pozele A..D). Notă: în meniu au fost selectate fluxuri constante sau fluxuri cu diferite valori ale gradientului vertical.

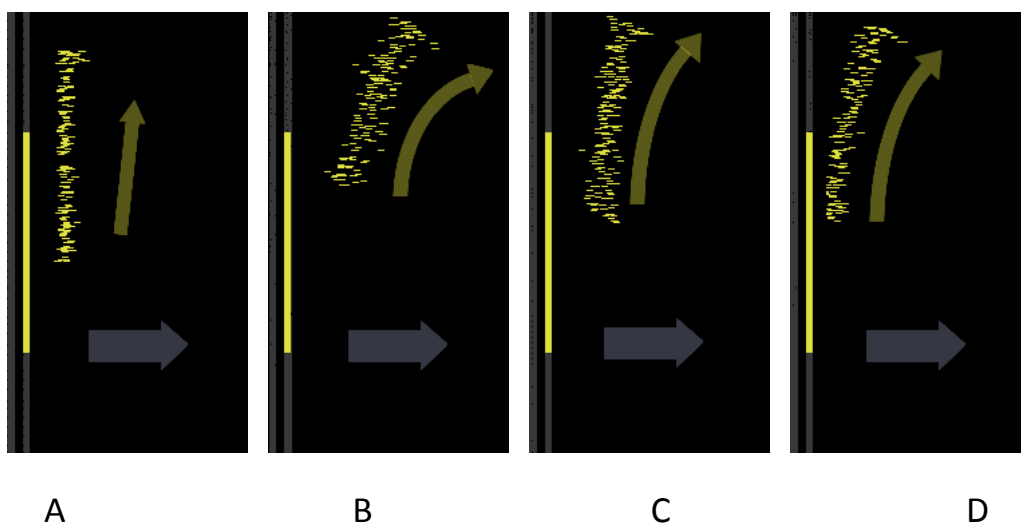


Figura 6 - *Evoluția structurilor granulare în fluxuri neuniforme*

Se poate observa cu ușurință că fluxul compact (culoare galbenă) se înclină și se curbează în urma "presiunii" granulare neuniforme exercitate de fluxurile orizontale ce au un anumit gradient al densității. Fiecare filament (ce conține n

granule și este asimilat unei supergranule ce are viteza C) este ciocnit la un anumit moment de o granulă a fluxului orizontal și își schimbă direcția puțin spre dreapta, conform formulei de conservare a impulsului global.

Dacă analizăm Figura 4, putem deduce cu ușurință formula pentru unghiul impulsului supergranulei ($p_2 \rightarrow p_3$); unghiul inițial α se va transforma deci în unghiul δ , a cărei formulă este:

$$\delta = 2 * \arctan (n \sin (\alpha) / (1 + n \cos (\alpha))) - \alpha$$

adică impulsul final are o poziție simetrică cu cel inițial față de impulsul global al sistemului în cauză.

Structura compactă își va pierde astfel coeziunea și elasticitatea internă a filamentelor granulare (în lipsa simulării fluxului local) - iar vectorii lor viteză vor avea direcții ușor diferite. Pozele de mai sus ilustrează totuși tendința clară de *curbare* a unui flux compact la trecerea prin zone neuniforme.

După cum am arătat la Capitolul 1, fluxuri granulare neuniforme au fost generate la începuturile universului pe toate direcțiile posibile. O zonă oarecare din densul fluid primordial a fost traversată de aceste fluxuri și a putut produce, conform cu această simulare, un număr foarte mare de formațiuni embrionare curbate. Acestea au rămas în formă compactă suficient de mult timp pentru a se putea uni unele cu altele și a crea astfel mici vortexuri granulare ce se roteau într-un sens aleator, dar unic. Formațiunile acestea discoidale (concave sau convexe în egală măsură) s-au dovedit stabile ca structură; ele se deplasau liber prin fluidul spațial și în același timp executau mișcarea lor specială de *precesie*. Stabilitatea lor (ca formă geometrică) s-a dovedit a fi extraordinar de persistentă în timp, chiar dacă vorbim despre particule elementare ce au rămas libere sau despre cele ce s-au unit prin diferite câmpuri în structuri mai complexe. Ce este de remarcant aici este numărul imens de granule cuprinse într-o asemenea particulă, număr ce a putut scădea totuși semnificativ odată cu scăderea presiunii granulare în timp. În procesul de formare al acestor particule prin modelul de *auto-organizare* descris mai sus (particule tip electroni și pozitroni, dar cu masă mult mai mare) hazardul este acela ce a determinat modelul de curbura a suprafețelor lor laterale, deci

sarcina electrică. Masa lor, masă ce este dată într-un sens de numărul de granule componente, s-a stabilizat *dinamic* în urma echilibrării presiunii fluxurilor externe (gravitației) cu suma momentelor granulare interne. Ulterior acestui proces de creare a unor *particule generice* și odată cu micșorarea densității granulare, s-au mai petrecut alte două fenomene distincte ce au fost determinante pentru configurația viitoare a materiei în univers:

1. Combinarea în grupe de câte trei a acestor particule generice cu masă mare (particule ce nu au putut accelera suficient de mult în câmpurile lor electrice de semne opuse și astfel anihila prin ciocnire).
2. Particulele rămase în "libertate" au scăzut ca masă într-un timp cosmic relativ scurt și astfel s-a produs anihilarea electrică a mării lor majorități (ca reacție materie-antimaterie, proces ce a generat fotoni și care în final a condus la succesul materiei, adică al electronilor - ce au fost în număr puțin mai mare).

Trebuie menționat la primul punct că grupele de câte trei particule s-au menținut împreună datorită câmpului gluonic; aceste grupări compuse din trei *quarci*, adică protonii și neutronii ce constituie materia barionică de azi, s-au dovedit a fi foarte stabile în timp. Quarcii din aceste combinații au rămas cu o masă mai mare tocmai din cauza puternicelor legături gluonice ce le-au menținut structura internă și le-au asigurat stabilitatea perfectă. Procesul *spontan* de formare a particulelor generice în universul timpuriu s-a putut petrece din cauza densității granulare mari a spațiului și a neuniformității fluxurilor la acel moment. Acest proces s-a desfășurat ca o "reacție în lanț", particulele nou apărute producând la rândul lor și mai multe variații ale fluxului local. Fenomenul a condus la scăderea densității medii a spațiului într-un ritm rapid și astfel reacția s-a oprit la o atingerea unei anumite valori de prag, când apariția spontană a particulelor se încheie definitiv.

4. Concluzii

Particulele elementare s-au format în urma unui proces *natural* complex, în care un rol important au avut variația densității granulare și neuniformitățile fluxurilor granulare din universul timpuriu (rezultante directe ale mecanismului nașterii acestuia) împreună cu hazardul aferent acestor condiții inițiale. Granulele, cărămizile cu proprietăți speciale de la baza spațiului și materiei, au putut forma în acest mediu primordial neuniform un număr aproape infinit de structuri de rotație ce s-au dovedit extrem de stabile de-a lungul timpului. Este remarcabil aici cum fluidul granular a permis apariția tuturor acestor mecanisme de auto-generare, auto-organizare și auto-echilibrare a materiei. Iar câmpurile granulare, câmpuri ce au apărut imediat și au acționat între toate aceste particule elementare, au continuat "opera" de construcție a unor componente și mai complicate, anume atomii și moleculele - viitoare cărămizi pentru cele mai mari structuri din univers. Acest proces fundamental de structurare a esenței în formă granulară induce automat o relativizare dimensională globală, de natură intrinsecă, pentru arhitectura universului nostru. Mărimile fizice ce vor caracteriza materia astfel formată și evoluția ei nu vor fi absolute, ci toate vor varia ca valoare mai mult sau mai puțin de-a lungul timpului. Prin urmare, orice analiză comparativă se va face între datele măsurate din diverse epoci cosmice, aceasta va trebui precedată de o operație de normalizare cu formula variației lor în timp, foarte probabil de tip neliniar.

5. Referințe

- [1] Laurențiu Mihăescu, 2014. *Teoria Primară*, Editura Premius
- [2] Laurențiu Mihăescu, 2016. *Universul*, Editura Premius
- [3] Laurențiu Mihăescu, 2016, *Teoria gravitației granulare*, articol
- [4] Programul "*Particle Simulation*", Microsys Com, 2015,
<http://www.1theory.com/software.htm>
- [5] Laurențiu Mihăescu, 2016, *Primele banguri*, articol
- [6] Programul "*Elementary Particles*", Microsys Com, 2017,
<http://www.1theory.com/software.htm#2>