

# Echivalența masă - energie

Masa dinamică direcțională

*Laurențiu Mihăescu*

București, Romania

Ediția a doua, Martie 2019

[www.1theory.com](http://www.1theory.com)

## Cuprins

1. Masa
2. Energia
3. Timpul
4. Fotonul
5. Particule compuse
6. Concluzie
7. Anexa 1
8. Anexa 2
9. Referințe

Încerc acum o reaşezare a câtorva concepte teoretice aferente mărimilor fizice numite masă și energie, pornind de la modul special în care acestea au fost definite în Teoria Primară [1]. Toate explicațiile se vor situa în continuare tot în cadrul generat de mecanica granulară - un dat al universului nostru actual ce determină absolut toate legile fizicii, la orice scară.

## 1. Masa

Ce este masa de fapt? Este masa bine definită de către fizica modernă?

Dacă ne întoarcem o clipă la modul în care am definit masa în Teoria Primară ([1], Cap. 6.2), considerând și faptul că fiecare granulă se află într-o continuă stare de mișcare (fiind văzută din SRA), va părea absolut firească ideea că masa structurilor granulare este legată într-un fel de mișcare și că valoarea ei ar putea varia în anumite condiții. Dar toți parametrii granulelor, inclusiv impulsul și energia elementare, rămân constanți în timp, indiferent de faptul că acestea sunt libere sau că fac parte dintr-o anumită structură!

*Masă simbolică, masa de repaus și cea dinamică*

Cum granulele sunt cantități elementare de esență, având un volum bine definit și o formă stabilă în timp, am putea să le atașăm o masă simbolică notată cu  $\mu$ , constantă, care să aibe acum un sens clasic de cantitate de substanță și pentru care să nu conteze mișcarea și direcția acesteia.

Pentru a asigura o perspectivă unitară asupra masei structurilor granulare, indiferent de forma lor, încerc acum să dau o definiție completă ce să fie folosită mai departe în toată mecanica granulară:

*Oricărei structuri granulare, definită ca un grup finit de granule ce are o densitate mai mare decât densitatea granulară locală și care se comportă ca o entitate distinctă (simplă sau compusă) cu o anumită stabilitate în timp, i se poate asocia un set de mărimi fizice similare masei:*

- o **masă simbolică**, dată numai de numărul de granule componente, mărime scalară, constantă, invariantă la sistemul de referință ales.

- o **masă de repaus**, dată de cea simbolică și de valoarea impulsului granular.

- o **masă dinamică**, dată de distribuția spațială a impulsurilor granulare interne, ce se poate considera acum o mărime dependentă de direcție (tensor) și ale cărei valori variază odată cu viteza absolută a structurii.

*Observație 1:* Nu am mai luat în considerare aici faptul că granulele structurii pot fi alipite unele de altele sau separate, cu toate că și acest lucru este semnificativ în cadrul unor interacțiuni cuantice.

*Observație 2:* Masa, cea dinamică în special, nu mai pare chiar o mărime fizică fundamentală, așa cum este masa în sens clasic. Ceea ce dă însă un sens clar noii mase și îi prezervă rolul de mărime fundamentală este impulsul granular (energia) elementar. Masa dinamică se manifestă ca o caracteristică a structurilor granulare doar în timp ce acestea interacționează prin intermediul diferitelor câmpuri.

*Observație 3:* În structurile (atomi, molecule) formate din particule elementare legate prin diferite câmpuri, masa totală se obține prin medierea în timp a maselor componentelor, rezultatul fiind diferit de o însumare matematică normală; mișcările intrinseci ale particulelor sunt "îngrădite", se pierde din gradele lor de libertate și astfel masele lor dinamice se modifică. La acest lucru contribuie și distribuția de masă a câmpurilor locale, manifestată sub diverse forme de energie, dar într-o măsură mai mică.

*Observație 4:* Pentru corpurile macroscopice (compuse din atomi), la fel, masa totală se mediază.

*Observație 5:* Masa de repaus a unui corp este un caz particular al masei dinamice la o viteză absolută nulă.

O particulă elementară formată din  $N$  granule ar putea avea atunci o masă simbolică totală  $N \mu$ , o energie totală (cinetică, cu  $\epsilon$  fiind notată energia granulară)  $N \epsilon$  și un impuls total  $N p$ . Atenție, ultimele două mărimi depind de referențialul din care sunt observate; de asemenea, formulele acestea sunt valabile într-un caz particular, doar atunci când observăm particula din SRA și doar dacă, în mod imaginar, toate granulele s-ar deplasa pe o aceeași direcție.

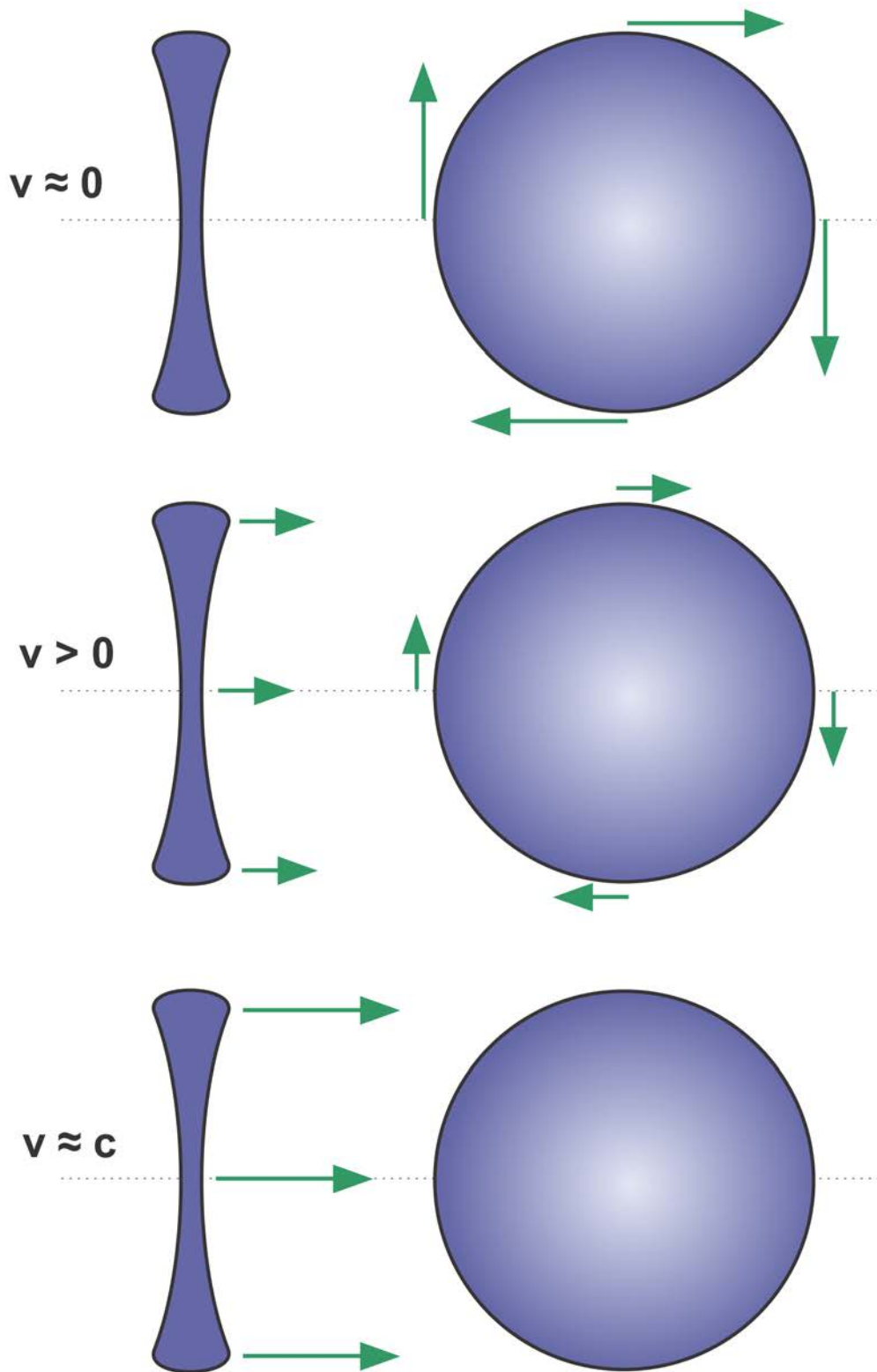
Primul tip de masă de mai sus, *masa simbolică* absolută, a fost introdus pentru a se păstra perspectiva clasică de dependență a masei particulelor doar de

cantitatea lor de substanță (numărul de granule din care acestea sunt formate), și aceasta nu va depinde de viteză.

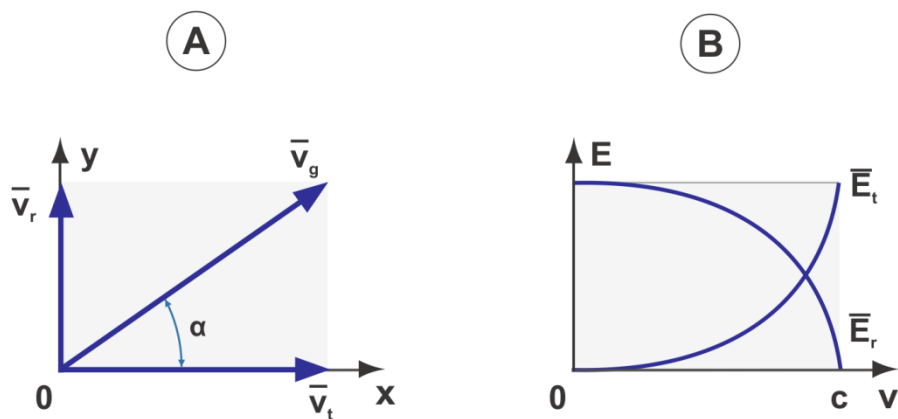
Dacă am considera că particula stă nemișcată în SRA și că doar granulele constitutive se rotesc pe diverse straturi cu vectorul viteză paralel cu suprafețele ei laterale, am putea introduce și o *masă de repaus* absolut, corelată în mod dual cu masa văzută ca și cantitate de substanță și cu impulsul extern necesar pentru aducerea particulei la o mișcare globală cu viteza  $v$ . Aceasta masă de repaus ar fi o mărime constantă ce ar depinde în principiu doar de numărul de granule constitutive ale particulei și de impulsul lor granular elementar.

La fel se poate introduce și *masa dinamică*, o mărime dependentă atât de numărul de granule cât și de *distribuția* vectorilor impuls în interiorul structurii considerate (deci de viteza ei globală, ce poate fi relativistă). Cum structurile în discuție nu sunt sferice, se va înregistra automat și o anumită dependență a masei dinamice de orientarea spațială (de direcția globală), așa cum este prezentat în Figura 3 pentru electron și proton. Aceasta va trebui deci să fie exprimată ca funcție de direcția unui flux ideal (foarte subțire și uniform) ce acționează asupra particulei, dar în practică se vor putea folosi totuși valori scalare **mediate** pe durata mișcării intrinseci de precesie. *Notă*: masa dinamică direcțională tinde să se uniformizeze odată cu precesia la viteze globale mici, valoarea ei medie devenind constantă.

Dacă analizăm masa dinamică pe o singură direcție, aceasta va înregistra un minim când particula se află în repaus absolut (deci egal cu masa de repaus); în acest caz putem presupune *în mod simplificat* că toți vectorii interni de impuls granular au o aceeași orientare, perpendiculară pe o eventuală direcție de deplasare. Astfel, variația unui impuls extern ce ar produce o aceeași accelerație particulei într-un anumit interval de timp ar avea o valoare *minimă* (acesta este modul natural în care trebuie privită masa, sau ca impuls extern ce ar putea produce o anumită viteză - vezi Anexa 1).



**Figura 1** - Distribuția vitezelor de rotație și translație pentru un electron



**Figura 2 - Distribuția vitezelor și a energiei cinetice**

Masa dinamică se manifestă aproximativ similar în cazul accelerării și în cel al frânării unei particule, pe intervale de timp și la impulsuri infinitesimale, generând o anumită simetrie. Dacă particula are viteza limită  $c$ , ea mai poate fi doar frânată, și pe această direcție de deplasare masa ei este *finită*.

Nu mai facem aici și o departajare masă inerțială / masă gravitațională, căci această diferențiere este valabilă numai pentru corpurile cerești foarte mari sau foarte dense.

## 2. Energia

Energia cinetică, căci despre ea vorbim acum, este asociată unei anumite entități, adică unei structuri granulare în mișcare. Dacă vom considera particula de mai sus în SRA și analizăm directivitatea mișcării ei granulare versus cea globală simplificată, discernem trei cazuri posibile (așa ca în Figura 1) de distribuție a energiilor cinetice elementare:

- doar mișcare de rotație cu viteza absolută  $c$ .
- mișcare de rotație plus mișcare de translație.
- doar mișcare de translație cu viteza absolută  $c$ .

Aceste cazuri (similare cu cele descrise mai sus, la capitolul despre masă) presupun o particulă ideală simplificată, ce nu descrie și mișcarea de precesie (oricum, în [1] am presupus că vectorul viteză globală nu poate fi nici paralel nici perpendicular pe suprafața unei particule). O forță externă (cauzată de particule încărcate prin câmpul lor electric și magnetic, sau de un câmp gravitațional) ce acționează un anumit timp asupra particulei ideale va transfera acesteia un anumit impuls, lucru ce va avea ca rezultat final o schimbare de direcție a tuturor impulsurilor granulare interne. Energia "transferată" de fluxurile câmpului respectiv se transmite particulei și are ca efect real schimbarea distribuției, a raportului dintre energia ei de rotație și cea de translație, timp în care energia ei totală rămâne de fapt neschimbată. Particula "afișează" astfel prin mișcarea ei de translație o parte mai mare sau mai mică din energia ei internă totală, atât cât i s-a cedat dinspre exterior prin acțiunea impulsurilor granulare. Odată ce a ajuns la viteza luminii, particula nu mai poate primi impuls din exterior pe acea direcție pentru că, pe de o parte, viteza ei este egală cu cea a sursei impulsului extern și, pe de altă parte, ciocnirile granulare din zona ei frontală i-ar bloca complet înaintarea.

În Figura 2 este prezentată (stânga) descompunerea (clasică) vitezei globale  $\mathbf{v}_g$  a unei particule în componentele ei de rotație și de translație  $\mathbf{v}_t$  și respectiv  $\mathbf{v}_r$ , valoarea acestora respectând formula:

$$\mathbf{v}_g^2 = \mathbf{v}_r^2 + \mathbf{v}_t^2 \text{ unde } \mathbf{v}_g = \mathbf{c} = \text{constant}$$

Energia cinetică în sistemul considerat închis flux/particulă *se conservă*; fluxul își va schimba direcția, iar particula va avea o altă viteză globală absolută și o altă viteză de rotație.

În acest context cred că este natural să redefinim energia cinetică, făcând abstracție momentan de lucrul mecanic și de forțele ce-l produc în sistem, ca și de masă în sensul clasic. Energia cinetică  $\mathbf{E}_k$  va fi astfel văzută ca un parametru de stare al unei particule ce a ajuns la o anumită viteză globală absolută - o energie de mișcare absolută, așa ca în [2], Capitolul 3.4 - mărime scalară ce este proporțională cu pătratul vitezei absolute, cu numărul de granule și cu energia elementară. Particula are energia cinetică de rotație  $\mathbf{E}_r$  și cea de translație  $\mathbf{E}_t$ , energii ce se însumează astfel:

$$\mathbf{E}_k = \mathbf{E}_r + \mathbf{E}_t \text{ unde } \mathbf{E}_k = \mathbf{N} \epsilon = \text{constant}$$

Din cele două formule de mai sus deducem în mod simplu formula  $E_t$ :

$$E_t = k v_t^2 = N \epsilon v_t^2 / c^2 \text{ unde } k = \text{constant}$$

funcție care este reprezentată grafic în Figura 2, în partea dreaptă.

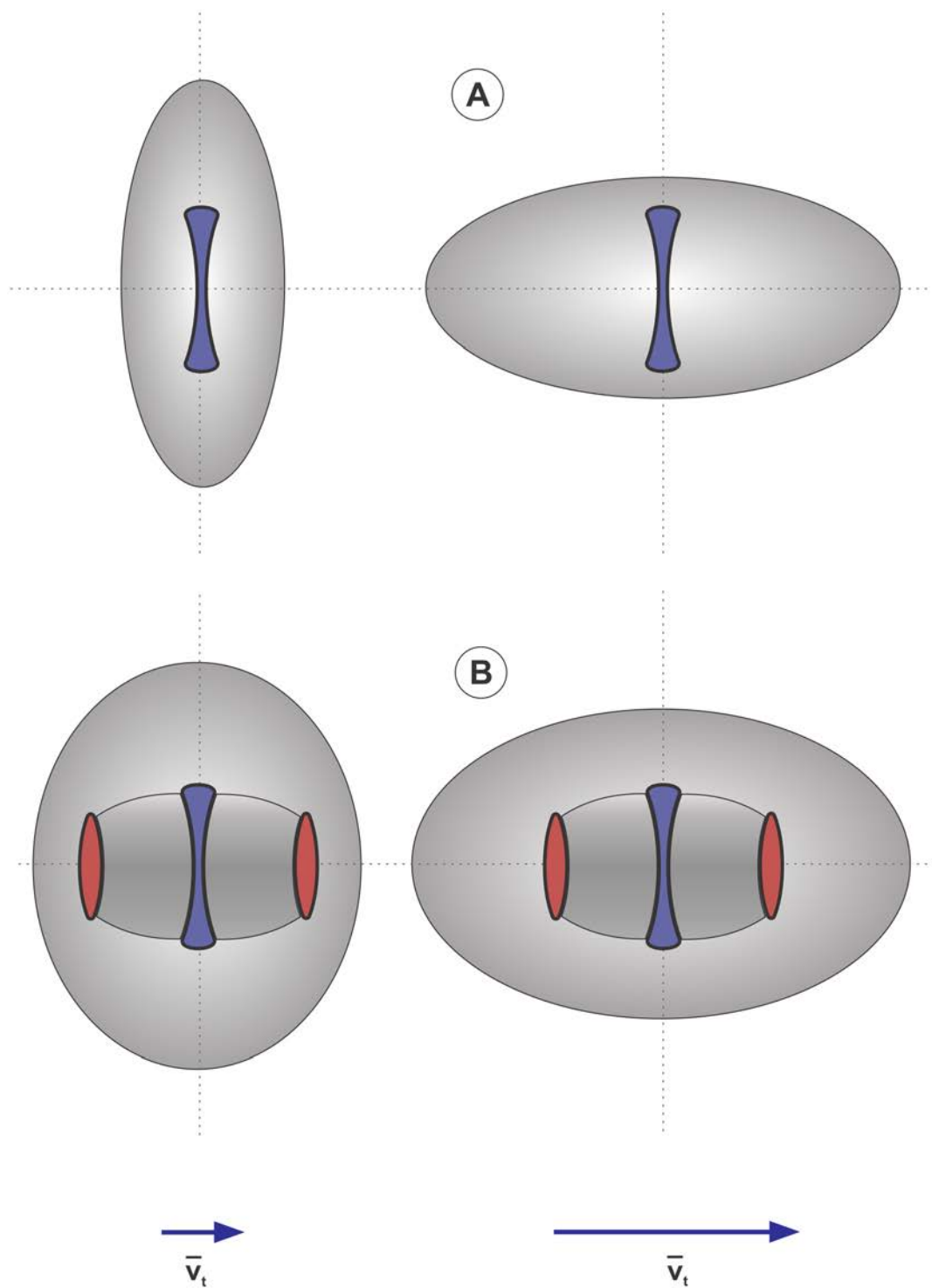
### 3. Timpul

La nivel granular lucrurile sunt simple, timpul fiind o reflexie a faptului că aici există numai granule și că toate granulele se deplasează cu viteza constantă  $C$ ; astfel, timpul în SRA are o rată constantă, ce poate fi stabilită în mod arbitrar. Nu se pune problema altor sisteme de referință în acest mediu, iar densitatea granulară se va considera și ea de o valoare constantă.

La nivel cuantic și mai sus avem de-a face însă cu structuri. Structurile granulare, privite ca entități distincte, pot avea diverse viteze absolute în SRA, mai mici sau egale cu  $c$ , și deci diverse viteze relative. De asemenea, ele vibrează, oscilează și interacționează continuu una cu alta prin intermediul câmpurilor; toate aceste lucruri se întâmplă cu o anumită rată dacă particulele au viteze absolute mici și cu o altă rată, din ce în ce mai mică, când viteza lor se apropie de viteza luminii  $c$ . Așa cum am observat mai sus, toate structurile "cedează" din viteza, energia, impulsul lor *intern* spre mișcarea lor *externă* de translație atunci când interacționează prin diverse câmpuri (sau invers, "absorb"). Dar energia lor totală este o mărime constantă, ceea ce înseamnă finalmente că această cantitate de energie doar *se redistribuie* în funcție de mișcarea absolută a particulelor.

Putem asocia timpul la acest nivel cu mișcarea proprie, internă a particulelor, aceea care se reflectă în mișcarea lor de precesie și care dictează un ritm al tuturor interacțiunilor posibile. Componenta din viteza granulară ce se "reflectă" în rotația lor internă ar putea fi astfel un reper pentru timpul local al particulelor (a se vedea Anexa 2). Idealizând și simplificând, observăm că la viteze globale mici (viteze absolute de translație) timpul local curge uniform, cu rata maxim posibilă, dar această rată scade semnificativ spre domeniul vitezelor relativiste, apropiate de valoarea limită  $c$ .





**Figura 3** - Distribuția masei dinamice pentru electron și proton

la viteze mici și mari

"Deplasarea" simultană a particulelor în timp și în spațiu este limitată deci la o anumită viteză maximală, așa cum descriu și principiile relativității, și totul se datorează faptului că o *aceeași* entitate (particulă în cazul nostru) se și deplasează prin spațiu și își stabilește și rata timpului local *prin aceeași mișcare granulară internă*.

#### 4. Fotonul

Structura granulară a fotonului este creată de o particulă cu sarcină electrică ce are viteza absolută în domeniul relativist și care, în același timp, este accelerată sau frânată într-un anumit câmp.

Fotonul este o structură spirală, cu pas variabil, în care straturi granulare succesive, compacte, se deplasează simultan cu viteza  $c$  pe o direcție unică. Masa lui simbolică este dată de numărul tuturor granulelor din aceste straturi granulare,  $N \mu$  ( $N$  este diferit la diverse particule și la fotoni). Impulsul fiecărei granule componente este aliniat perfect pe direcția de deplasare, deci impulsul total este orientat pe aceeași direcție și are valoarea  $N p$ . Energia cinetică este datorată doar mișcării de translație și are o valoare constantă,  $N \epsilon$ . Masa dinamică a fotonului, în schimb, are valori diferite:

- Este infinită pe direcția și în sensul lui de deplasare, căci acesta nu mai poate primi impuls suplimentar ce să-l accelereze și să-i crească viteza.

- Fotonul nu poate fi încetinit în spațiul liber uniform, doar i se poate schimba direcția prin acțiunea unor fluxuri laterale. Prin urmare, acestea vor "vedea" o masă de valoare minimă dacă acționează perpendicular pe direcția mișcării fotonului, dar care crește spre o valoare maximă odată cu schimbarea unghiului (cazul deformării traiectoriei într-un câmp gravitațional puternic).

*Remarcă:* masa electrofotonilor ar putea avea o descriere similară, chiar dacă aceștia au o structură variabilă și instabilă în timp (a se vedea articolul [3], Capitolul 4.2).

Frecvența cu care variază anvelopa straturilor granulare este cea care dă o măsură a energiei unui foton în fizica cuantică, și nu totalul energiei cinetice descris mai sus,  $N \epsilon$ . Și asta pentru că fotonul își cedează doar o parte din

energia lui totală în interacțiunea specială pe care o are cu electronii orbitali, aceea de sincronizare a mișcării lor prin impulsul cedat de straturile granulare. Oricum, cele două energii au o relație de proporționalitate în condiții normale, iar cea care se conservă este energia totală,  $N \epsilon$ .

Să analizăm un caz simplu ce să susțină acest ultim lucru, de exemplu trecerea unui foton printr-un câmp gravitațional care îi produce o deplasare spre roșu. La nivel granular, fenomenul este produs de gradientul descrescător al gravitației, care crește distanța dintre straturile fotonului la trecerea lui prin câmp - prin modificarea nesimultană a vitezei acestora. În urma acestei deplasări spre roșu, fotonul va rămâne cu același număr de granule componente, deci cu o aceeași energie totală, care astfel se va conserva. Doar transferul viitor de energie spre electronul orbital excitat de foton nu va mai fi identic, ci va avea un "ritm" corespunzător unui salt mai lent, cu energie mai mică. Cu alte cuvinte, din energia totală ce este posedată de foton, doar o fracție se va transfera electronilor orbitali, restul se va pierde pur și simplu în fluidul spațial din apropiere.

## 5. Particule compuse

Particulele compuse sunt formate din două sau mai multe particule elementare (quarci) ce sunt menținute împreună de câmpul gluonic (prin interacțiunea tare). Particulele constituente descriu mișcarea lor precesie într-un mod special, sincron sau nu, fiind legate elastic prin gluoni (de o densitate granulară foarte mare) ce le reduc practic din gradele de libertate. Distribuția de masă a acestor particule compuse este determinată de fapt de câmpul gluonic, care adaugă o masă semnificativă (ca număr de granule) la masa totală. Aici putem aproxima direcția fluxurilor granulare cu direcția ce unește centrele particulelor constituente, pe fiecare sens circulând la orice moment o jumătate din granulele câmpului gluonic. Prin urmare, masa dinamică a acestuia are o valoare maximă pe acea direcție și minimă pe direcție perpendiculară. Dar aceste valori se vor media pe durata unei perioade de precesie și practic se va putea lucra cu o valoare unică a acestei mase (dar totuși dependentă de viteza absolută a particulei).

## 6. Concluzie

Echivalența masă-energie este implicită, ea se putea deduce chiar din momentul enunțării proprietăților granulare. În acest articol doar s-a detaliat puțin conceptul de masă dinamică pentru structurile granulare cunoscute și s-a încercat o nouă modalitate de definire a energiei lor cinetice. Această nouă perspectivă explică în mod coerent și de ce se produc fenomenele relativiste la nivel cuantic, aducând o nouă lumină peste conceptul de masă și peste alte mărimi fizice, cum ar fi impulsul și timpul.

Masa, văzută ca substanță, nu se transformă în energie și nici invers. Masa conține energie încă din momentul în care a fost creată ca materie granulară. Diversele forme structurate din mediul amorf spațial vor conține astfel o energie localizată în niște cantități semnificative (energie mecanică, cinetică mai exact). Masa, ca și energia, nu se poate crea și nu se poate distruge; masa se poate doar *grupa* în anumite forme compacte, stabile sau nu în timp.

Masa dinamică a unei particule este o măsură a cantității de energie cinetică (impuls elementar grupat și direcționat) ce trebuie să interacționeze cu particula astfel încât aceasta să-și reorienteze impulsurile interne și să capete o anumită valoare a vitezei absolute. Pentru obiectele macroscopice, lucrurile sunt aproape identice; cum obiectele sunt în fapt colecții de diferite mărimi ale particulelor organizate în atomi și molecule, masa totală va presupune și un anumit grad de mediere. În această nouă lumină, dualitatea prezentă în mișcarea particulelor ajută și la explicarea *inerției* acestora. Particulele își păstrează raportul dintre rotația internă și translația externă în timpul mișcării lor globale, ceea ce face ca ele să-și mențină starea în timpul deplasării libere, adică să-și mențină energia cinetică la care au ajuns în timpul ultimei interacțiuni cu un câmp. O particulă oarecare, aflată în repaus relativ sau în mișcare, necesită un flux granular direcțional ce să-i transfere un anumit impuls pentru a-și schimba această stare, adică să-i "îvingă" inerția. Este un lucru echivalent cu conceptul, oarecum clasic acum, de acțiune a unei forțe asupra masei particulei - forță care va modifica starea ei curentă de mișcare.

Concentrările și dispersările de energie cinetică granulară se constituie în suport pentru diverse câmpuri ce pot intermedia schimburi energetice între entități cuantice și macroscopice. Câmpul gravitațional, generat de însuși

consistența granulară a spațiului, este acela care oferă suport (prin fluxurile lui) pentru interacțiunile propagate de toate celelalte câmpuri cunoscute. Prin poziția lor relativă în astfel de câmpuri, obiectele microscopice și macroscopice pot să posede și alte forme de energie, de exemplu energie potențială, în sistemele din care acestea fac parte. Dar, încă o dată, orice formă sau denumire ar lua, energia este întotdeauna o expresie și un rezultat al grupării energiei granulare elementare de natură cinetică.

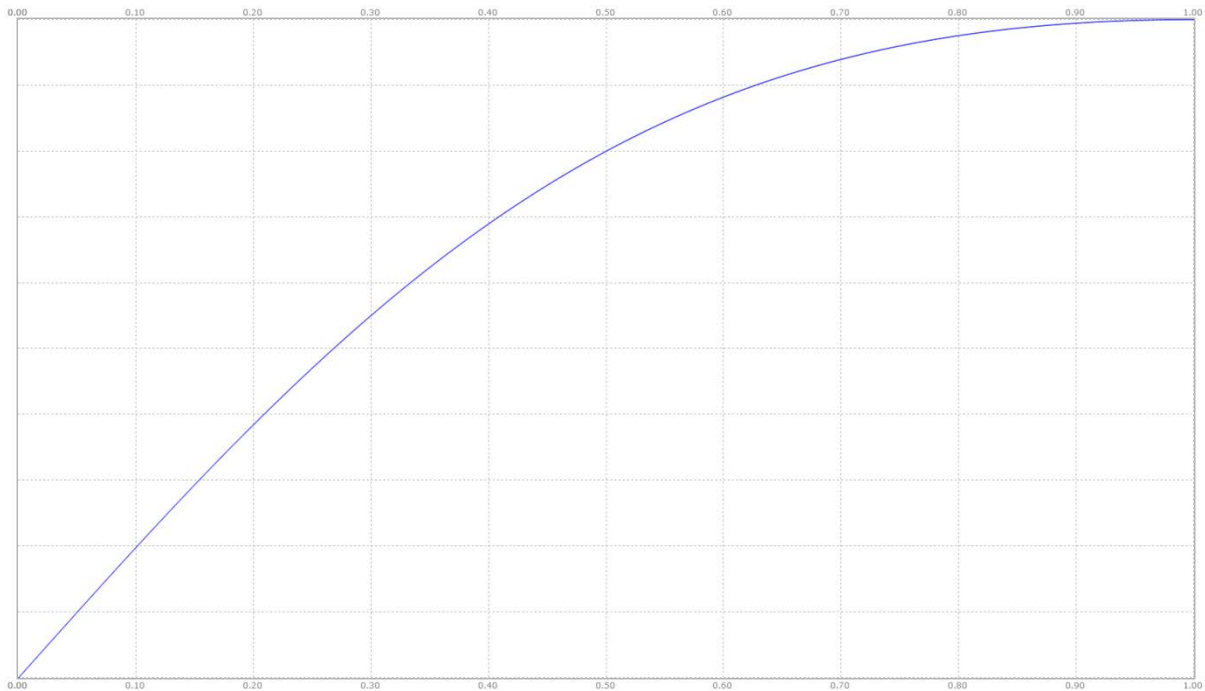
*Energia elementară, indiferent sub ce formă energetică este concentrată la un moment dat, se conservă în toate interacțiunile cuantice. Acest lucru este de altfel perfect natural cât timp în aceste interacțiuni și transformări se conservă masa simbolică, adică numărul de granule implicat. Fluxurile granulare, orice formă de câmp ar constitui acestea la un moment dat, mijlocesc prin masa lor granulară în mișcare transferurile de energie/impuls între diverse particule.*

*Masa dinamică și energia nu au valori infinite; ele sunt doar configurări ale energiilor și impulsurilor elementare din particule, care au valori finite. Dacă o particulă ajunge la viteza absolută  $c$ , acesteia nu i se mai poate schimba impulsul pe direcția de deplasare, iar acest aspect particular este cel ce determină o aparentă masă dinamică de valoare infinită pe acea direcție.*

## 7. Anexa 1

Fie o particulă elementară *ideală* în care toate impulsurile granulare (ca și vitezele) formează unghiul  $\alpha$  cu direcția globală de deplasare. Cum viteza lor se poate presupune a fi  $c$ , viteza globală absolută a particulei va fi  $v = c \cos(\alpha)$ . Impulsul intern desfășurat se notează cu  $p_1$ , iar valoarea impulsului extern ce acționează la un moment dat este  $p_2$ ,  $p_2 \leq p_1$ . În urma acestui eveniment unghiul  $\alpha$  va căpăta noua valoare  $\alpha'$ , ceea ce echivalează cu o nouă valoare a vitezei globale  $v' = c \cos(\alpha')$ . Unghiul final a mai fost calculat înainte ([4], Capitolul 3) și are această formulă:

$$\alpha' = 2 * \arctan(p_1 \sin(\alpha) / (p_2 + p_1 \cos(\alpha))) - \alpha$$



**Figura 4** - *Dependența vitezei de translație de impuls*

Dacă se reprezintă grafic  $v'$ , se va observa o dependență neliniară a acesteia de impulsul extern, adică este necesar un impuls din ce în ce mai mare pentru o aceeași creștere de viteză a particulei (și invers la frânare). Viteza limită  $c$  este atinsă de către particulă (pornind din repaus) dacă primește un singur impuls de valoare  $p_2$ . Privind aceste lucruri din perspectiva masei dinamice, se observă cu ușurință că, în cazul în care o particulă este accelerată de un anumit flux, aceasta va "afișa" o masă dinamică variabilă, cu o valoare minimă la viteza absolută nulă și maximă (dar finită) înaintea atingerii vitezei absolute  $c$ . Masa devine infinită doar în urma fenomenului de "blocaj" creat de fluidul granular la atingerea vitezei limită.

În Figura 4, pe axa orizontală avem impulsul extern normat la cel intern, iar pe verticală viteza absolută (în domeniul  $0...c$ ), ambele reprezentate liniar.

## 8. Anexa 2

Să considerăm distribuția de viteze din Figura 2, stânga, unde viteza de rotație  $v_r$  este de presupus că determină un anumit ritm al interacțiunilor particulei prin frecvența mișcării de precesie și prin valoarea pe care o induce masei dinamice. Timpul este prin urmare invers proporțional cu  $v_r$ :

$$\Delta t = k / v_r \text{ unde } k = \text{constant}$$

Dacă particula este în repaus, timpul este identic cu timpul din SRA, iar viteza de rotație este chiar  $c$ :

$$\Delta t = k / c$$

Când este în mișcare, timpul din referențialul local este  $\Delta t'$ :

$$\Delta t' = k / v_r = k / (c \sin(\alpha)) = k / c / (1 - \cos^2(\alpha))^{1/2} = k / c / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

și rezultă în mod simplu că timpul este dat de ecuația:

$$\Delta t' = \Delta t / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

adică formula binecunoscută de dilatare relativistă a timpului local.

## 9. 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] Laurențiu Mihăescu, 2017, *Teoria formării particulelor elementare*, articol
- [5] Laurențiu Mihăescu, 2016, *Primele banguri*, articol