

Mă gândesc la distanța  $x = 158,1$  miliarde unități astronomice și respectiv la timpul  $t = 2,5$  milioane ani care despart galaxia Andromeda de planeta Pământ. Pot să văd galaxia Andromeda cu un binoclu, telescop etc., însă luminița pe care o văd eu pe cer nu e chiar galaxia Andromeda, ci doar imaginea acesteia transportată în spațiu și timp de semnalul luminos pe care îl generează – pentru a vedea galaxia Andromeda aflată în locul inițial și respectiv în momentul inițial în care a început călătoria imaginii acesteia spre Pământ, ar trebui să parcurg o distanță  $x = 158,1$  miliarde unități astronomice și respectiv un timp  $t = 2,5$  milioane ani pe drumul înspre trecut pe care imaginea galaxiei Andromeda a călătorit în sens invers. Distanța și timpul asociate deplasării semnalului luminos care transportă imaginea galaxiei Andromeda pot fi reprezentate într-un sistem de coordonate pentru spațiu și timp cu originea într-un punct  $O$ , axa sistemului de coordonate putând fi interpretată atât ca axă de coordonate pentru spațiu, cât și ca axă de coordonate pentru timp (Fig. 1).



Fig. 1

În Fig. 1, punctul  $O$  de coordonate  $(0,0)$  reprezintă galaxia Andromeda aflată în locul inițial și respectiv în momentul inițial în care a început călătoria spre Pământ a imaginii acesteia, iar punctul  $M$  de coordonate  $(x,t)$  reprezintă imaginea galaxiei Andromeda aflată în locul  $x$  și respectiv în momentul  $t$ , aflată deci la distanța  $x$  în raport cu locul inițial și respectiv la intervalul de timp  $t$  în raport cu momentul inițial. Cu  $A(1, \frac{1}{u})$  și  $B(u, 1)$  am notat punctele unitate ale sistemului de coordonate pentru spațiu și timp. Coordonatei unitare pentru timp asociată punctului  $B$  îi corespunde, pe axa coordonatelor de spațiu, distanța de mărime  $u$ , iar coordonatei unitare pentru spațiu asociată punctului  $A$  îi corespunde, pe axa coordonatelor de timp, intervalul de timp de mărime  $\frac{1}{u}$ . Distanța  $u$ , parcursă de imaginea galaxiei Andromeda în unitatea de timp și timpul  $\frac{1}{u}$ , în care imaginea galaxiei Andromeda parcurge o unitate de spațiu, depind de unitățile de măsură alese. Astfel, dacă unitățile de măsură pentru spațiu și timp alese sunt unitatea astronomică și respectiv anul terestru, atunci distanța  $u = 63.240$  unități astronomice, iar timpul  $\frac{1}{u} = 0,00001581278$  ani. Dacă însă drept unitate de spațiu aleg anul lumină, atunci distanța  $u = 1$  an lumină, timpul  $\frac{1}{u} = 1$  an, iar distanța parcursă de imaginea galaxiei Andromeda în timpul  $t = 2,5$  milioane ani este  $x = 2,5$  milioane ani lumină.

În sistemul de coordonate mai sus definit, deplasările în spațiu și respectiv în timp ale semnalului luminos care transportă imaginea  $M$  a galaxiei Andromeda sunt descrise de relațiile

$$(1) \quad x = u t, \quad t = \frac{1}{u} x$$

În prima egalitate din (1), distanța  $x$  este exprimată printr-un număr de  $t$  distanțe de mărime  $u$ , iar în cea de a doua egalitate din (1), timpul  $t$  este exprimat printr-un număr de  $x$  intervale de timp de mărime  $\frac{1}{u}$ . Dacă  $x = 158,1$  miliarde unități astronomice și  $t = 2,5$  milioane ani, atunci punctul  $M$  de coordonate  $(x,t)$  reprezintă planeta Pământ, iar distanța  $x$  și timpul  $t$  exprimă diferența dintre locul și respectiv momentul

sosirii pe Pământ a semnalului luminos care transportă imaginea galaxiei Andromeda și locul și respectiv momentul în care semnalul luminos își începe călătoria spre Pământ.

Dacă axele sistemului de coordonate sunt rectangulare, nu confundate ca în Fig. 1, atunci sistemul de coordonate pentru spațiu și timp arată ca în Fig. 2, unde axa orizontală Ox este axa coordonatelor de spațiu, iar axa verticală Ot este axa coordonatelor de timp.

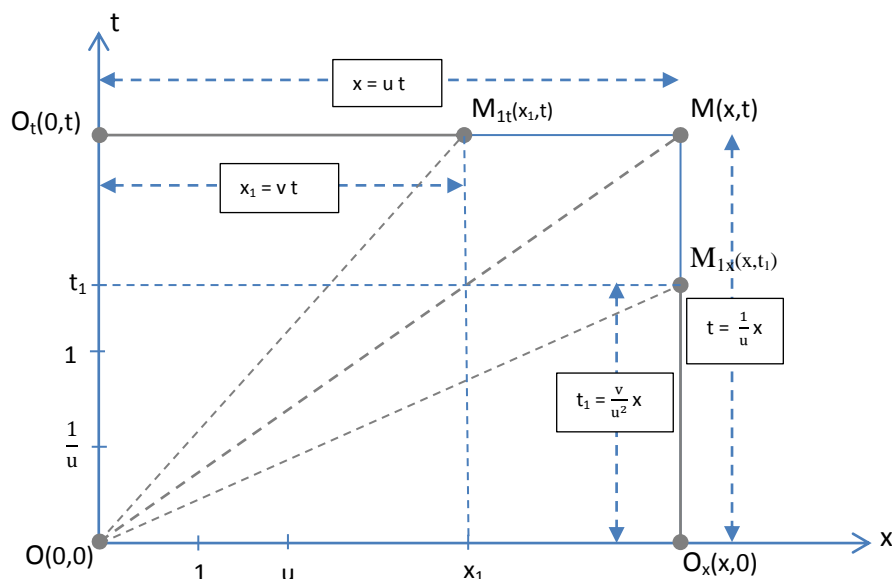


Fig. 2

În Fig. 2, cu  $O(0,0)$  am notat galaxia Andromeda aflată în locul inițial și respectiv în momentul inițial, iar cu  $O_t(0,t)$  am notat galaxia Andromeda aflată în locul inițial și respectiv în momentul  $t$ . În acest caz, deplasarea în timp a galaxiei Andromeda este reprezentată de segmentul  $OO_t$ , iar deplasarea în spațiu a imaginii  $M$  a acesteia, exprimată în prima egalitate din (1), este reprezentată de segmentul  $O_tM$ . Cum se constată, atât galaxia Andromeda cât și imaginea sa  $M$  s-au deplasat în timp (din momentul inițial în momentul  $t$ ), însă doar imaginea  $M$  s-a deplasat în spațiu (din locul inițial în locul  $x$ ), galaxia Andromeda a rămas în locul inițial, adică este în repaus în spațiu.

Pe de altă parte, în Fig. 2 am notat cu  $O_x(x,0)$  galaxia Andromeda aflată în locul  $x$  și respectiv în momentul inițial. În acest caz, deplasarea în spațiu a galaxiei Andromeda este reprezentată de segmentul  $OO_x$ , iar deplasarea în timp a imaginii  $M$  a acesteia, exprimată în cea de a doua egalitate din (1), este reprezentată de segmentul  $O_xM$ . Cum se constată, atât galaxia Andromeda cât și imaginea sa  $M$  s-au deplasat în spațiu (din locul inițial în locul  $x$ ), însă doar imaginea  $M$  s-a deplasat în timp (din momentul inițial în momentul  $t$ ), galaxia Andromeda a rămas în momentul inițial, adică este în repaus în timp.

Sistemul de coordonate din Fig. 1, definit de traiectoria OM descrisă de un semnalul luminos M în raport cu sursa sa O, poate fi interpretat atât ca un instrument de măsură pentru spațiu – cum ar fi o riglă gradată, cât și ca un instrument de măsură pentru timp – cum ar fi un cronometru liniar (semnalul luminos M reprezintă indicatorul de timp al cronometrului liniar). În Fig. 2, rigla gradată (aflată în momentul t) este reprezentată de segmentul  $O_tM$ , iar cronometrul liniar (aflat în locul x) este reprezentat de segmentul  $O_xM$ . Deci în cazul deplasării în spațiu exprimată de prima egalitate din (1), galaxia Andromeda reprezentată de punctul  $O_t$  este în repaus pe distanța x definită de rigla gradată  $O_tM$  și în mișcare (împreună cu rigla gradată  $O_tM$ ) în timpul t definit de cronometrul liniar  $O_xM$ , iar în cazul deplasării în timp exprimată de cea de a doua egalitate din (1), galaxia Andromeda reprezentată de punctul  $O_x$  este în repaus în timpul t definit de cronometrul liniar  $O_xM$  și în mișcare (împreună cu cronometrul liniar  $O_xM$ ) pe distanța x definită de rigla gradată  $O_tM$ . În spațiul x definit de rigla gradată  $O_tM$  este vizibil doar ultimul moment al timpului t definit de cronometrul liniar  $O_xM$ , iar în timpul t definit de cronometrul liniar  $O_xM$  este vizibil doar ultimul loc al spațiului x definit de rigla gradată  $O_tM$ . Ca urmare, t din prima egalitate din (1) nu se identifică cu timpul t din cea de a doua egalitate din (1), ci doar cu ultimul moment al acesteia, iar x din cea de a doua egalitate din (1) nu se identifică cu distanța x din prima egalitate din (1), ci doar cu ultimul loc al acesteia.

Voi presupune, în continuare, că pe traiectoria descrisă în spațiu și timp de semnalul luminos M se mai află un obiect  $M_1$  (cum ar fi un asteroid), care are o mișcare uniform-rectilinie și a pornit tot din galaxia Andromeda, din locul inițial și respectiv în momentul inițial, ca și semnalul luminos M. În Fig. 2, obiectul  $M_1$  este reprezentat de punctul  $M_{1t}$  de coordonate  $(x_1, t)$ , în spațiul definit de rigla gradată  $O_tM$ , respectiv de punctul  $M_{1x}$  de coordonate  $(x, t_1)$ , în timpul definit de cronometrul liniar  $O_xM$ . Notând cu v distanța parcursă de obiectul  $M_1$  în unitatea de timp și ținând cont că, în acest caz, unitatea de timp este alcătuită dintr-un număr de v intervale de timp de mărime  $\frac{1}{u}$ , rezultă că intervalul de timp în care obiectul  $M_1$  parcurge o unitate de spațiu, alcătuită în acest caz dintr-un număr de v distanțe de mărime  $\frac{1}{u}$ , este alcătuit dintr-un număr de  $\frac{v}{u}$  intervale de mărime  $\frac{1}{u}$ . Deci deplasările în spațiu și respectiv în timp ale obiectului  $M_1$  sunt descrise de relațiile

$$(2) \quad x_1 = v t, \quad t_1 = \frac{v}{u^2} x$$

unde v reprezintă distanța parcursă de obiectului  $M_1$  în unitatea de timp, iar  $\frac{v}{u^2}$  reprezintă intervalul de timp în care obiectul  $M_1$  parcurge o unitate de spațiu. În acest caz, distanța  $x_2$  și intervalul de timp  $t_2$  dintre obiectul  $M_1$  și semnalul luminos M sunt date de relațiile

$$(3) \quad x_2 = x - v t, \quad t_2 = t - \frac{v}{u^2} x$$

Dacă presupun că  $x = 158,1$  miliarde unități astronomice,  $t = 2,5$  milioane ani lumină și că distanța v este egală cu un sfert din distanța u, deci  $v = 15.810$  unități astronomice, atunci  $\frac{v}{u^2} = 0,000003953195$  ani, obiectul  $M_1$  se află la distanța  $x_1 = v t = 39,525$  miliarde unități astronomice în raport cu locul inițial de unde a început mișcarea și respectiv la intervalul de timp  $t_1 = \frac{v}{u^2} x = 0,625$  milioane ani în raport cu momentul inițial când a început această mișcare, iar între obiectul  $M_1$  și planeta Pământ există distanța

$x_2 = 118,575$  miliarde unități astronomice și respectiv timpul  $t_2 = 1,875$  milioane ani. În aceste cazuri, galaxia Andromeda, obiectul  $M_1$  și planeta Pământ sunt considerate atât în locuri din spațiu diferite, cât și în momente de timp diferite, adică sunt privite atât în spațiu, cât și în timp. Dacă ar fi fost privite numai în spațiu, atunci ar fi fost necesară determinarea doar a distanțelor dintre ele, deoarece în spațiu nu există intervale de timp nenule, iar dacă ar fi fost privite numai în timp, atunci ar fi fost necesară determinarea doar a intervalelor de timp dintre ele, deoarece în timp nu există distanțe nenule.