

FIZICA MEDIULUI: O Incursiune Spațio-Temporală în Misterele Universului

ZOOASTRUM

Conf. Dr. Mihai V. PUTZ

*Chemistry Department, West University of Timisoara,
Pestalozzi Street No.16, Timisoara, RO-300115, Romania;*

E-mails: mvputz@cbg.uvt.ro or mv_putz@yahoo.com ;

Web: <http://www.mvputz.iqstorm.ro>

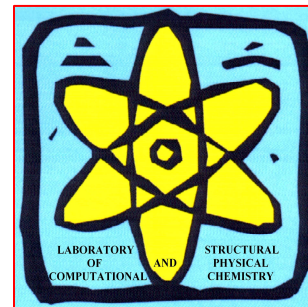
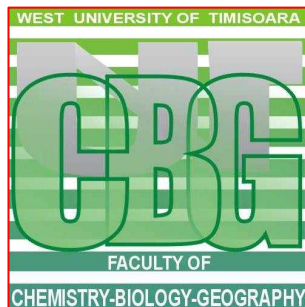
Member of American Chemical Society

Member of European Society of Mathematical Chemistry

Editor in-Chief of Int. J. Chem. Model. (at NOVA Publishers)

Editor in-Chief of Int. J. Environ. Sci. (at SERIALS Publishers)

Guest Editor & Editor of Int. J. Mol. Sci. (at MDPI Organization)



De la distribuția Bose-Einstein la distribuția Planck a radiației corpului negru

$$N_i = \frac{g_i}{\exp\left(\frac{\varepsilon_i - \mu}{k_B T}\right) - 1}$$

$$N_i \rightarrow dN = \frac{1}{\exp\left(\frac{\varepsilon - \mu}{k_B T}\right) - 1} \left(\frac{g}{a} d\gamma \right)$$

$$\mu = 0$$

$$a = (2\pi\hbar)^3 = h^3$$

$$d\gamma = (dx dp_x)(dy dp_y)(dz dp_z) = d\mathbf{r} d\mathbf{p} = dV(4\pi p^2 dp)$$

$$\varepsilon = c \cdot p$$

$$d\gamma_p = 4\pi V \frac{\varepsilon^2}{c^2} \frac{d\varepsilon}{c}$$

$$dN = \frac{8\pi}{ac^3} V \frac{\varepsilon^2 d\varepsilon}{\exp\left(\frac{\varepsilon}{k_B T}\right) - 1}$$

$$U = \sum_i \varepsilon_i N_i \rightarrow \int \varepsilon dN$$

$$U = \frac{8\pi}{ac^3} V \int_0^\infty \frac{\varepsilon^3 d\varepsilon}{\exp\left(\frac{\varepsilon}{k_B T}\right) - 1} \stackrel{\frac{\varepsilon}{k_B T} = x}{=} \frac{8\pi V}{ac^3} (k_B T)^4 \underbrace{\int_0^\infty \frac{x^3 dx}{\exp(x) - 1}}_{\pi^4/15} = \frac{8\pi V}{ac^3} (k_B T)^4 \frac{\pi^4}{15}$$

densitatea volumică de energie

$$u = \frac{U}{V} = \frac{8\pi^5 k_B^4}{15h^3 c^3} T^4$$

$$\int_0^\infty \frac{x^3 dx}{\exp(x) - 1} = \frac{\pi^4}{15}$$

fluxul radiant

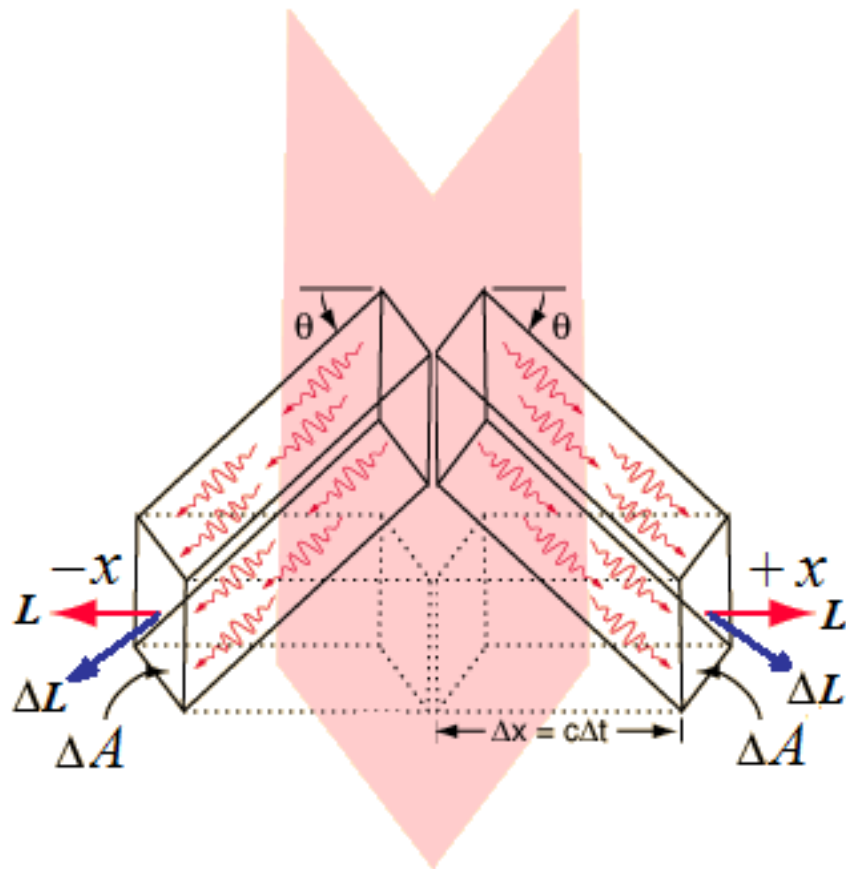
$$L = \int dL = \frac{P}{A} = \frac{U}{A \cdot t} = \frac{x}{t} \frac{U}{A \cdot x} = \frac{c}{4} u$$

legi Stefan-Boltzmann

$$\boxed{L = \sigma T^4}$$

constanta lui Stefan

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k_B^4}{15h^3 c^3} = 5.670400 \times 10^{-8} [J \cdot s^{-1} \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}]$$



$$\Delta U = L \cdot t \cdot \Delta A$$

$$= 2 \frac{\Delta L}{\cos \theta} \cdot \frac{\Delta t}{\cos \theta} \cdot \Delta A$$

$$= 2 \frac{1}{\cos^2 \theta} \cdot \frac{\Delta x}{c} \cdot \Delta L \Delta A$$

$$L = \int_{\theta} \Delta L d\theta = \frac{\Delta U}{\Delta V} \frac{c}{2} \frac{1}{\pi} \overbrace{\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos^2 \theta d\theta}^{\langle \cos^2 \theta \rangle} = \frac{c}{4} u$$

cuantificarea Planck a radiației

$$\varepsilon = h\nu$$

$$u = \frac{U}{V} = \frac{1}{h^3} \int_0^\infty \frac{8\pi}{c^3} \frac{(h\nu)^3 d(h\nu)}{\exp\left(\frac{h\nu}{k_B T}\right) - 1} = \int_0^\infty \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3 d\nu}{\exp\left(\frac{h\nu}{k_B T}\right) - 1} \equiv \int_0^\infty \rho(\nu, T) d\nu$$

densitatea de energie spectrală (în frecvență)

$$\rho(\nu, T) = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3}{\exp\left(\frac{h\nu}{k_B T}\right) - 1}$$

intensității spectrale

$$I(\nu, T) = \frac{1}{\Omega} \frac{1}{t} \frac{1}{A} \frac{dU}{d\nu} = \frac{1}{4\pi} \frac{1}{t} \frac{1}{\underbrace{A}_c} \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3}{\exp\left(\frac{h\nu}{k_B T}\right) - 1} = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{\exp\left(\frac{h\nu}{k_B T}\right) - 1} = \frac{c}{4\pi} \rho(\nu, T)$$

$$P_\gamma = \frac{\text{Force}}{\text{Area}} = \frac{1}{A} \frac{dp}{dt} \stackrel{\varepsilon=c \cdot p}{=} \frac{1}{c} \frac{1}{\underbrace{A}_{\sim c \cdot u}} \frac{d\varepsilon}{dt} \propto \frac{1}{c} (c \cdot u) = u \quad P_\gamma = \frac{1}{3} u = \frac{1}{3} \sigma^* T^4$$

$$\sigma^* = \frac{4\sigma}{c} = \frac{8\pi^5 k_B^4}{15h^3 c^3} = 7.565767 \times 10^{-16} [J \cdot m^{-3} \cdot K^{-4}]$$

Legea Wien. Temperatura și anisotropia cosmosului

$$\rho(\nu, T) = \frac{1}{V} \frac{dU}{d\nu} \quad \rho(\omega, T) = \frac{1}{V} \frac{dU}{d\omega} \quad \rho(\lambda, T) = \frac{1}{V} \frac{dU}{d\lambda}$$

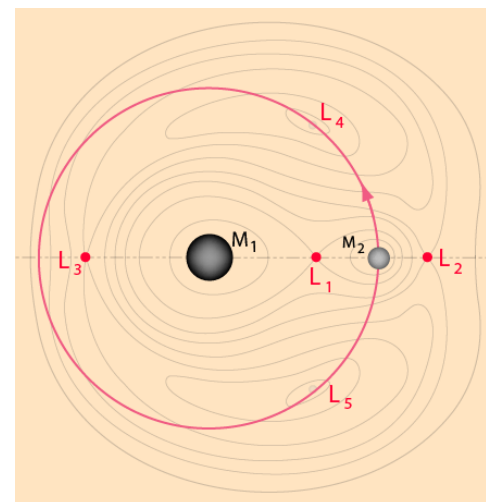
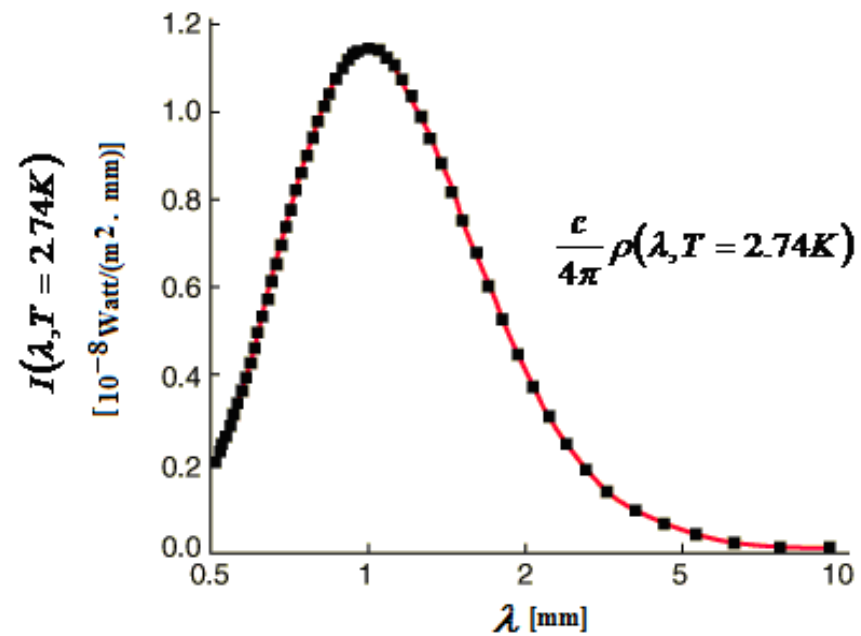
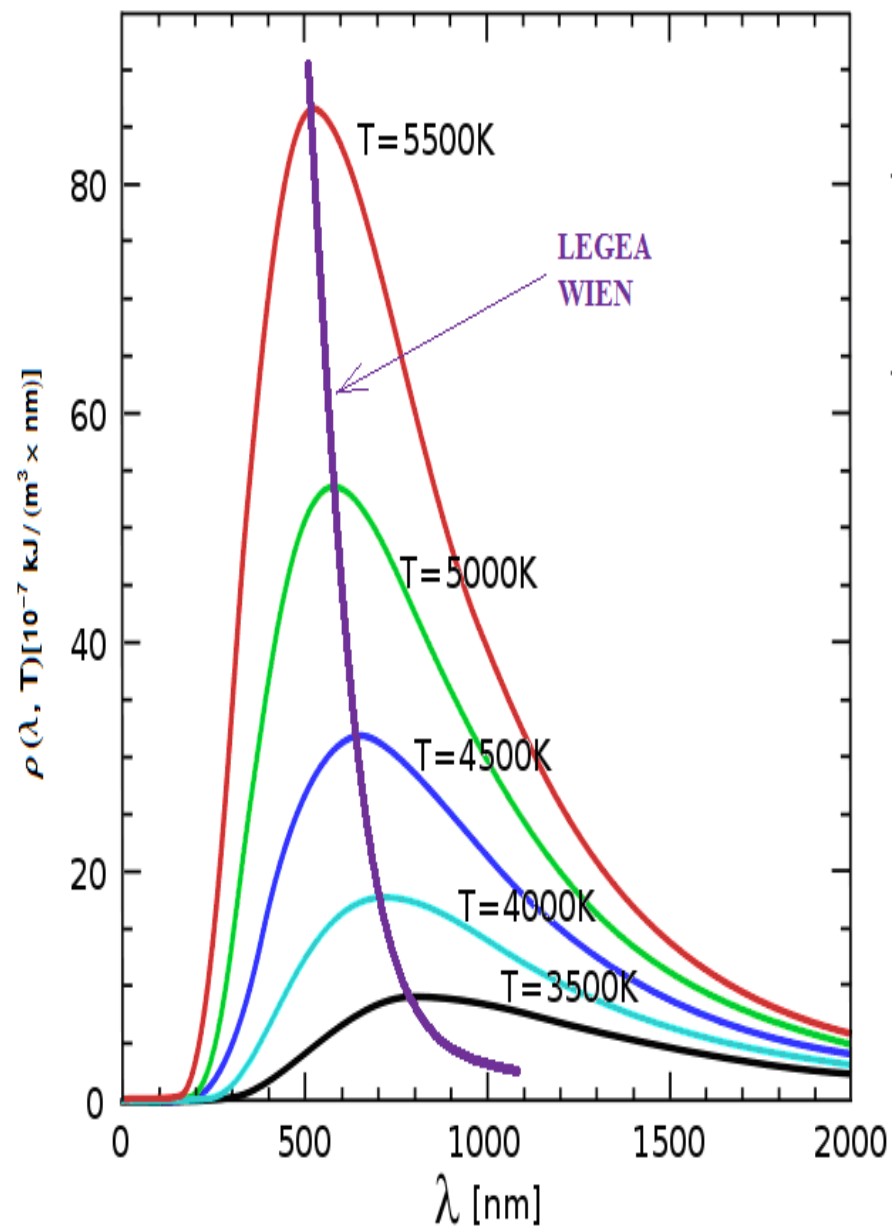
$$dU = \rho(\nu, T) d\nu = \rho(\omega, T) d\omega = -\rho(\lambda, T) d\lambda$$

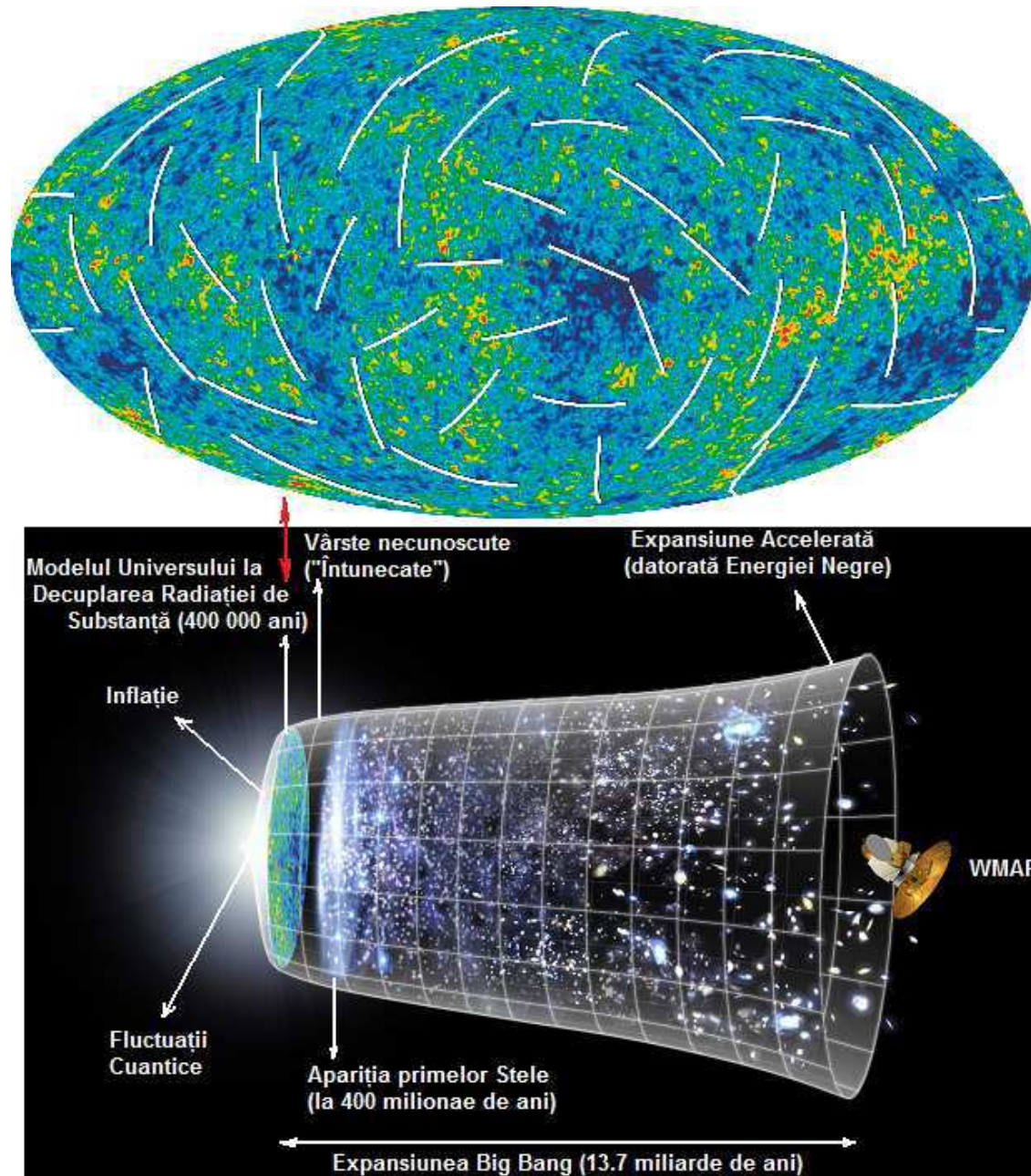
$$\rho(\lambda, T) = -\rho\left(\nu = \frac{c}{\lambda}, T\right) \frac{d\nu}{d\lambda} = -\frac{8\pi h}{c^3} \frac{\frac{c^3}{\lambda^3}}{\exp\left(\frac{hc}{k_B T \lambda}\right) - 1} \left(-\frac{c}{\lambda^2}\right) = \frac{8\pi h c}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{k_B T \lambda}\right) - 1}$$

$$\frac{d\rho(\lambda, T)}{d\lambda} = 0 \quad \frac{d}{d\lambda} \frac{\lambda^{-5}}{\exp\left(\frac{\xi}{T\lambda}\right) - 1} = 0 \quad \xi \equiv \frac{hc}{k_B} = 1.43878 \cdot 10^{-2} [m \cdot K]$$

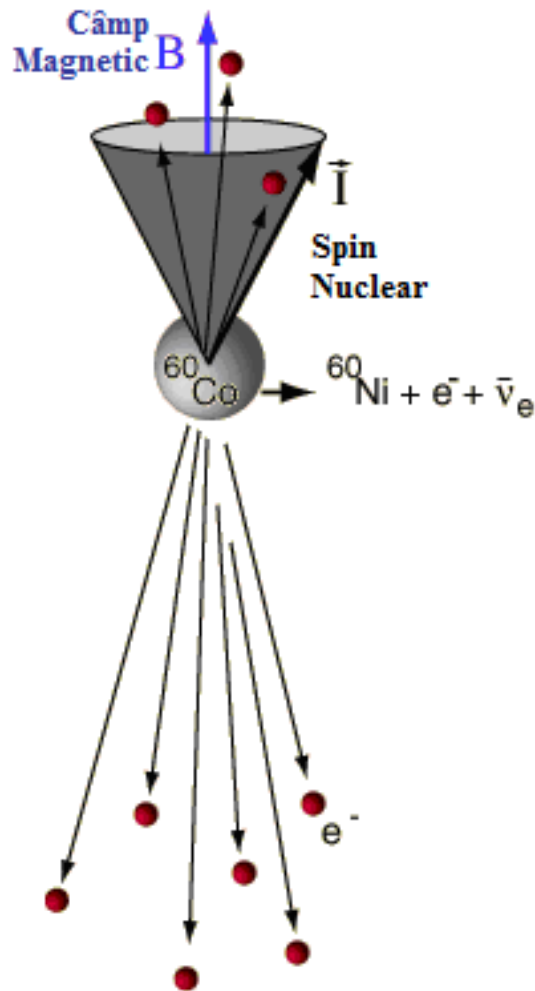
$$\lambda T = \frac{\xi}{5 \left[1 - \exp\left(-\frac{\xi}{\lambda T}\right) \right]} = f(\lambda T)$$

$$\boxed{\lambda T = 2.89778 \cdot 10^{-3} [m \cdot K]}$$

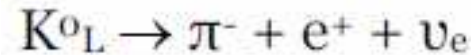
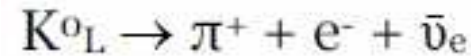




- ***Separare a materiei de anti-materie*** (violarea așa numitei simetrii C – charge – a invarianței legilor fizice la inversia sarcinilor electrice);
- ***Formare preferențială a substanței în anumite zone din Univers***, cu existența energiei negre responsabile eventual și de expansiunea accelerată a Universului (violarea așa numitei simetrii P – parity – a invarianței legilor fizice la inversia coordonatelor spațiale);
- ***Stabilire a unei săgeți a timpului, și al unui sens de evoluție al Universului*** (violarea așa numitei simetrii T – time – invarianței legilor fizice la inversia coordonatelor temporale)



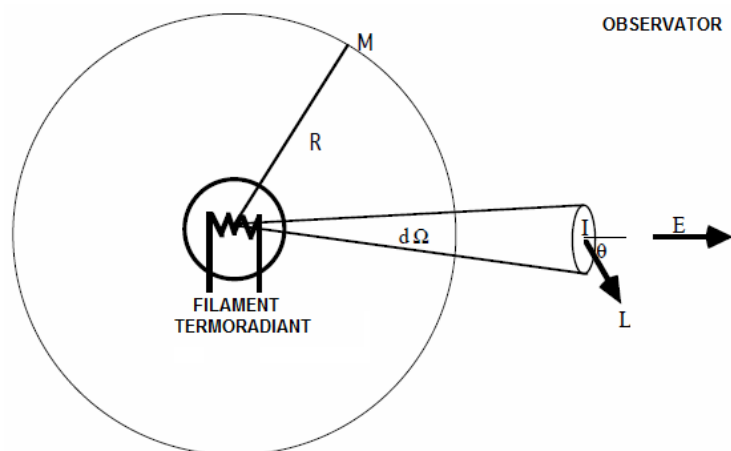
Chiar și simetria conjugată CP a fost demonstrată ca fiind violată de către kaonii neutrii, care prin dezintegrările lor semileptonice în pioni (mezon) și electroni (lepton) (și în anti-particulele corespondente)



$$CP[\pi^+ + e^- + \bar{\nu}_e] = \pi^- + e^+ + \nu_e$$

Datele WMAP sugerează o expansiune eternă a Universului, dar totul depinde de natura necunoscută (și misterioasă) a energiei negre (de unde și denumirea acesteia), care în funcție de evoluția și comportamentul ulterior la nivelul Cosmosului (ciocniri între galaxii, etc.) pot schimba această concluzie.

Luminozitate și magnitudine în Univers. Clasificare Stelară. Paradoxul lui Olbers



Mărimea	Notăție	Definiție	Unitate de măsură
Flux radiant total	ϕ		W
Intensitate radiantă	I	$\frac{d\phi}{d\Omega}$	W
Excitanță radiantă	M	$\frac{d\phi}{dA}$	W/m^2
Radianță	L	$\cos \theta \frac{d^2\phi}{d\Omega dA}$	W/m^2
Iradianță (strălucire)	E	$\frac{d\phi}{dA}$	W/m^2

L_s : Luminozitatea absolută a stelei (de clasă $\langle m \rangle$)

$$L_{S(m)} = 4\pi R^2 L = 4\pi R^2 \sigma T_e^4 [J \cdot s^{-1} = \text{Watt}]$$

E_s : Strălucirea aparentă a stelei (de clasă $\langle m \rangle$)

$$E_{S(m)} = \left(\frac{R}{r} \right)^2 \sigma T_e^4 \exp(-kr) [J \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}]$$

modul de distanță a stelelor (sau legea lui Pogson)

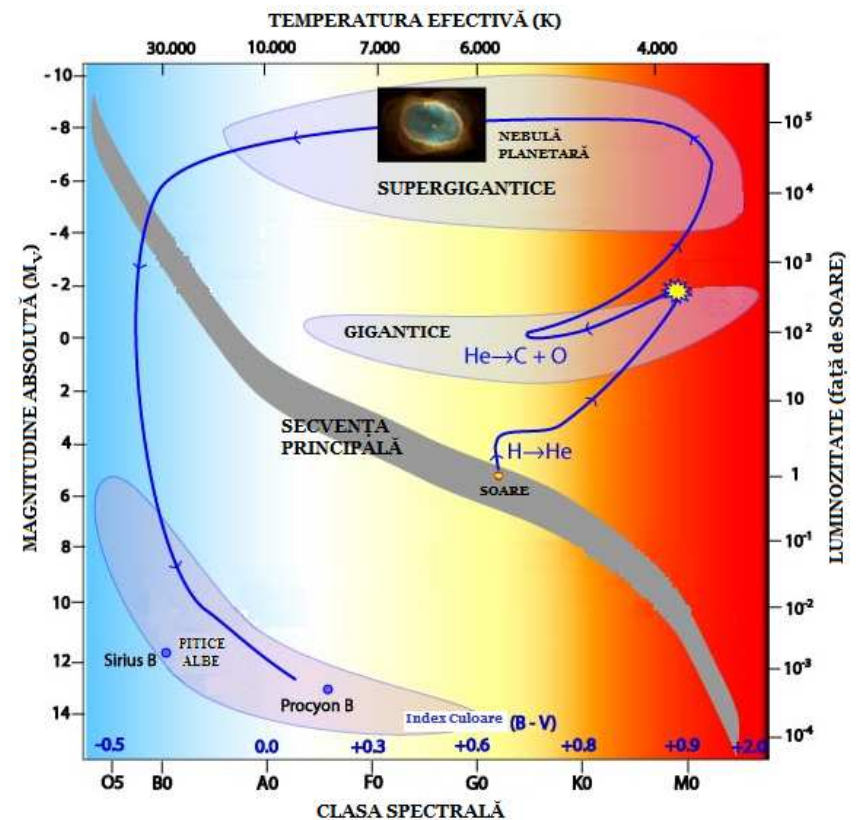
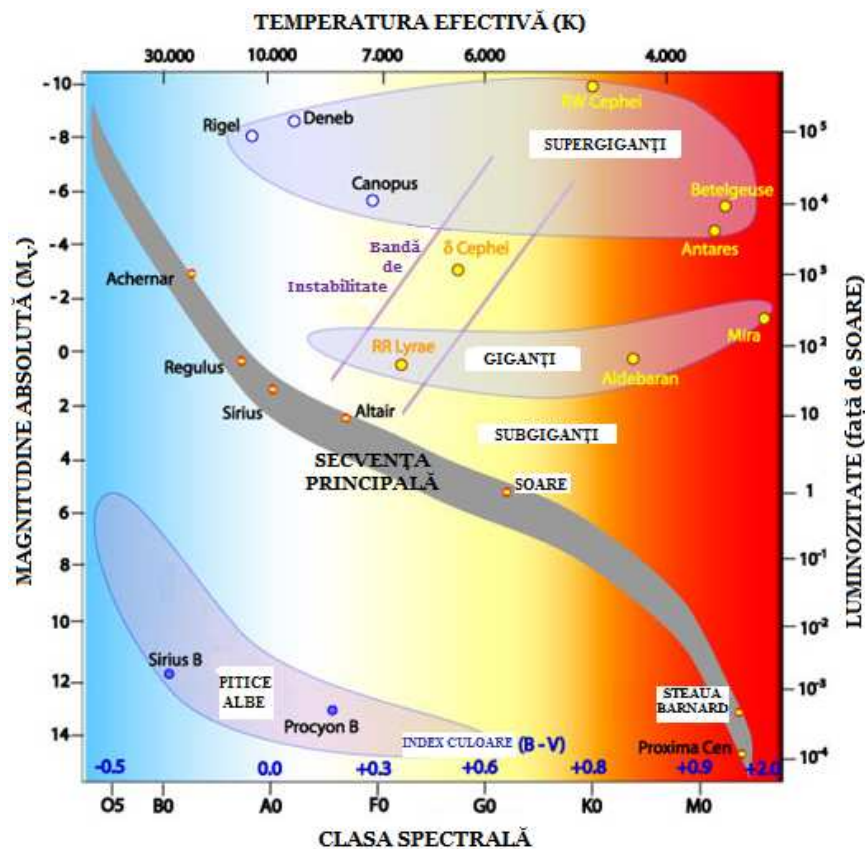
$$m = 1 - \frac{5}{2} \log_{10} \frac{E_m}{E_1}$$

$$E_1 = 0.76 [\mu - \text{lucsi}] \cong 1.22 \times 10^{-6} [\text{erg} \cdot s^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}]$$

"Oh **B**e **A** Fine **G**irl, Kiss **M**e"

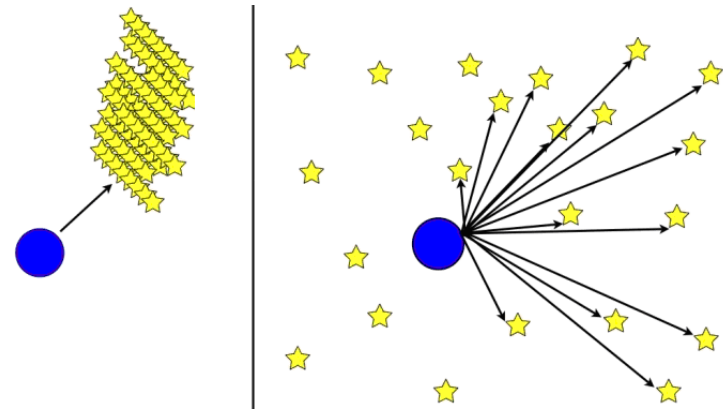
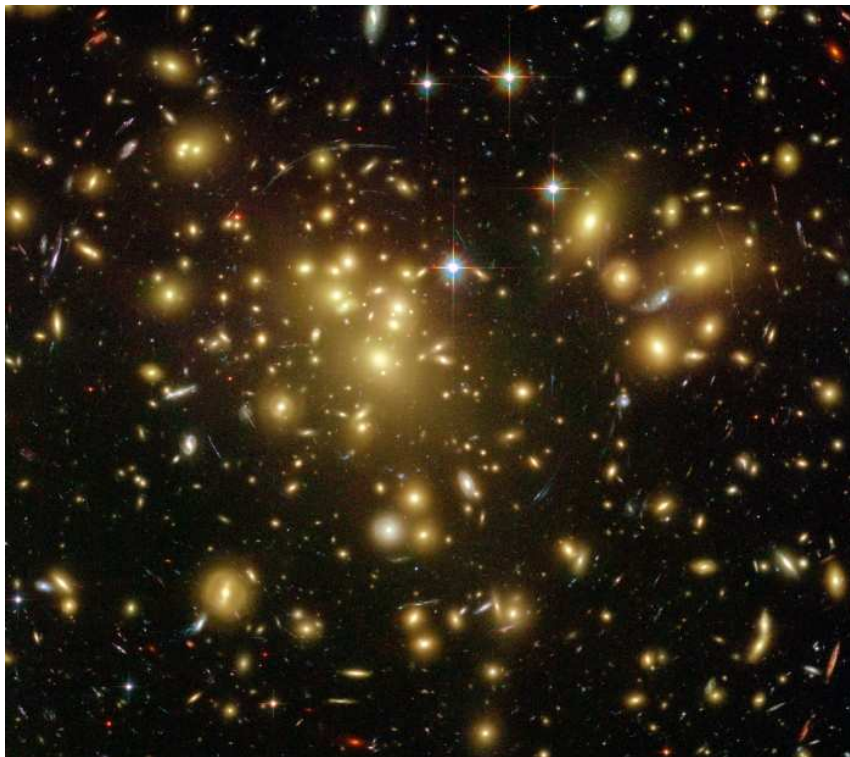
Clasă Spectrală	Temperatură [K]	Culoare stelară intrinsecă	Linie de absorbție proeminentă
O	30000 - 60000	<i>Albastre</i>	He ⁺ , O ⁺⁺ , N ⁺⁺ , Si ⁺⁺ , He, H
B	10000 - 30000	<i>Albastre-albă</i>	He, H, O ⁺ , C ⁺ , N ⁺ , Si ⁺
A	7500 - 10000	<i>Albe</i>	H(cea mai puternică), Ca ⁺ , Mg ⁺ , Fe ⁺
F	6000 - 7500	<i>Galbene-albe</i>	H(cea mai slabă), Ca ⁺ , metale ionizate
G	5000 - 6000	<i>Galbene (ca Soarele)</i>	H(mai slabe), Ca ⁺ , metale ionizate și neutre
K	3500 - 5000	<i>Galbene-orange</i>	Ca ⁺ (cea mai puternică), Metale neutre (puternice), H(slabe)
M	< 3500	<i>Roșu</i>	Atomi neutrii (puternic), TiO

- Clasele I & II: cele mai luminoase – *stelele supergigane*;
- Clasa III: *stelele gigantice*;
- Clasa IV: *stele sub-gigantice*, *nebuloasele planetare*, *stele Wolf-Rayet*;
- Clasa V: *stele din secvența principală* (historic, termenul de *pitice-dwarfs*-s-a aplicat inițial acestor stele)
- Clasele VI & VII: se plică *stelelor sub-pitice (sub-dwarf)* și *piticelor albe (white dwarf)*

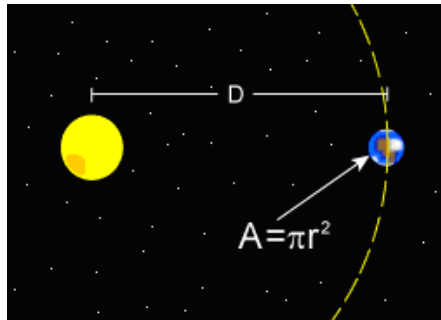


paradoxul lui Olbers:

“de ce cu o stea – Soarele – ziua diurnă este luminoasă,
pe când cu o infinitate de stele – ziua nocturnă este întunecată?”

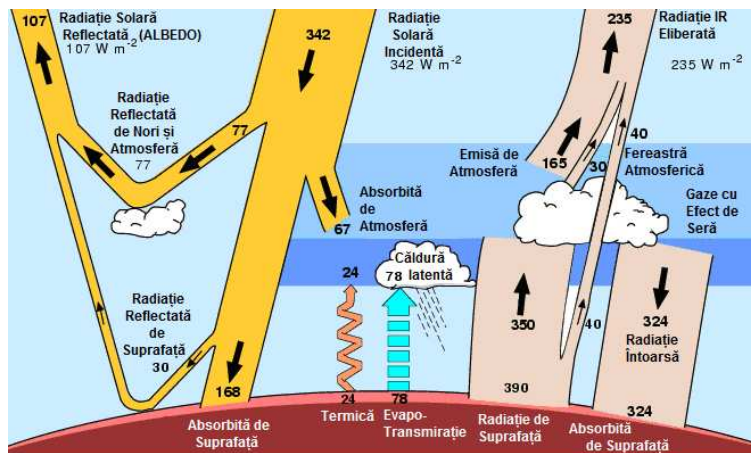


Calculul temperaturii Pământului pe baza bugetului de radiație anual efectiv



$$L_{\text{Soare}/\text{emis}} = 4\pi R_{\text{Soare}}^2 \sigma T_{e/\text{Soare}}^4$$

$$L_{\text{Soare}/pe/\text{Pamant}} = 4\pi R_{\text{Soare}}^2 \sigma T_{e/\text{Soare}}^4 \left(\frac{\pi R_{\text{Pamant}}^2}{4\pi D_{\text{Soare-Pamant}}^2} \right)$$



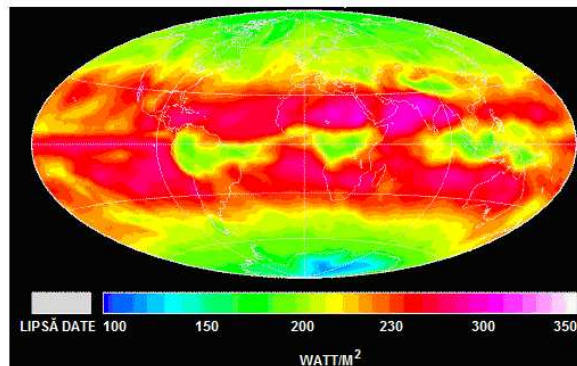
$$L_{\text{absorbita}/pe/\text{Pamant}} = (1 - \alpha) 4\pi R_{\text{Soare}}^2 \sigma T_{e/\text{Soare}}^4 \left(\frac{\pi R_{\text{Pamant}}^2}{4\pi D_{\text{Soare-Pamant}}^2} \right)$$

$$L_{\text{emisa}/de/\text{Pamant}} = 4\pi R_{\text{Pamant}}^2 \sigma T_{e/\text{Pamant}}^4$$

$$L_{\text{emisa}/\text{efectiv}/de/\text{Pamant}} = \bar{\varepsilon} 4\pi R_{\text{Pamant}}^2 \sigma T_{e/\text{Pamant}}^4$$

$$L_{\text{absorbita}/pe/\text{Pamant}} = L_{\text{emisa}/\text{efectiv}/de/\text{Pamant}}$$

$$T_{e/\text{Pamant}} = T_{e/\text{Soare}} \sqrt{\frac{R_{\text{Soare}}}{2D_{\text{Soare-Pamant}}}} \sqrt{\frac{1 - \alpha}{\bar{\varepsilon}}}$$



$$R_{\text{Soare}} = 6.957 \times 10^{10} [\text{cm}]$$

$$\text{Distanța Pământ-Soare, } D_{\text{Soare-Pământ}} = 1.496 \times 10^{11} [\text{m}]$$

$$T_{e/\text{Soare}} = 5778 [\text{K}]$$

Albedo (reflectivitate) actuală $\alpha \cong 0.312865$

$\bar{\varepsilon}$ emisivitatea medie în domeniul IR

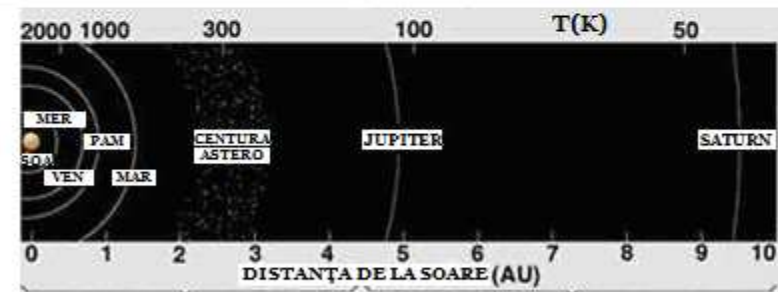
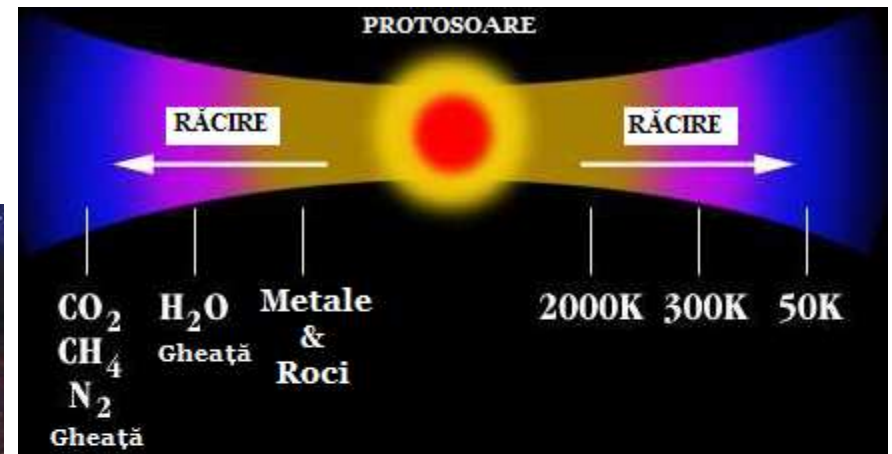
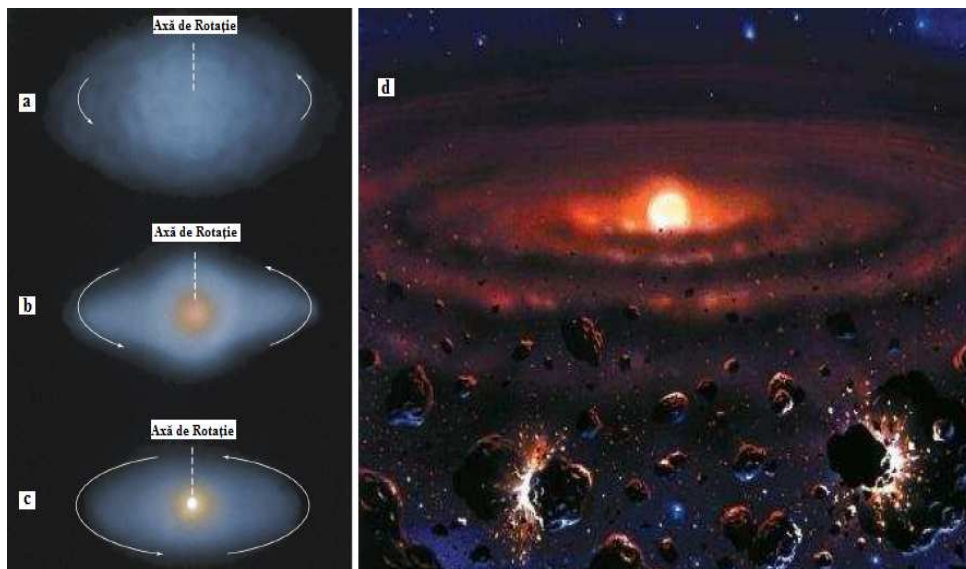
$$\bar{\varepsilon} \cong 1 \quad T_{\text{Pământ}}^{\bar{\varepsilon} \cong 1} \cong 253.669 [\text{K}] \dots -19.4805 [^{\circ}\text{C}]$$

$$\bar{\varepsilon} \cong 0.9 \quad T_{\text{Pământ}}^{\bar{\varepsilon} \cong 0.9} \cong 260.44 [\text{K}] \dots -12.7101 [^{\circ}\text{C}]$$

adică înregistrându-se o creștere de cca 30% a temperaturii Pământului pentru o scădere a emisivității sale cu numai 10%!

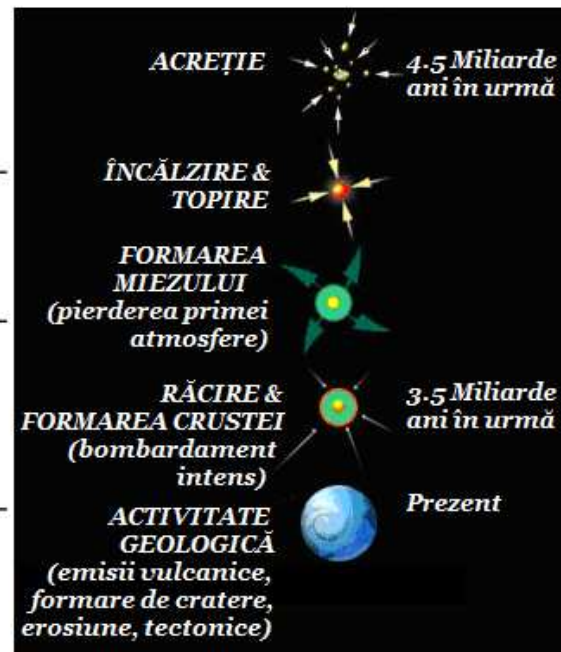
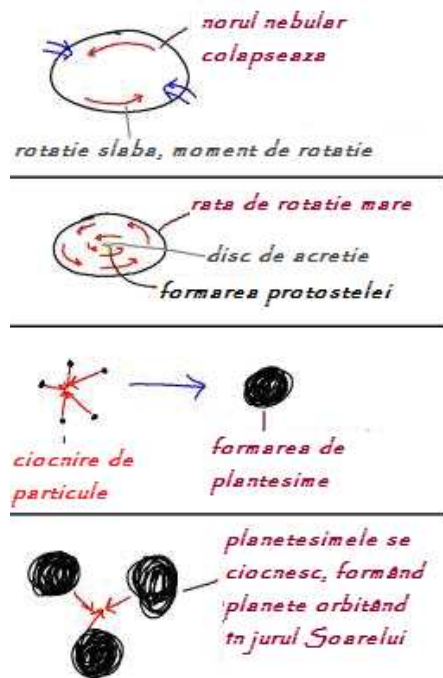
datorată acumulării gazelor cu efect de seră din stratosferă !

Modelul de condensare al Sistemului Solar



Temperatura mai ridicată condensează aliaje de Fe-Ni, silicați și oxizi minerali. Planetele și Lunile sunt stâncoase și cu miez metalic

Temperatura mai scăzută condensează gheață din apă, metan și amoniac. Planetele sunt gazoase, Lunile sunt învelite în gheață



Legea Titius-Bode, vortexurile Weizsäcker

{Mercur, Venus, Pământ, Marte, Jupiter, Saturn, Uranus}

{0.39, 0.72, 1.00, 1.52, 5.20, 9.54, 19.19}

{0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192}

{4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196}

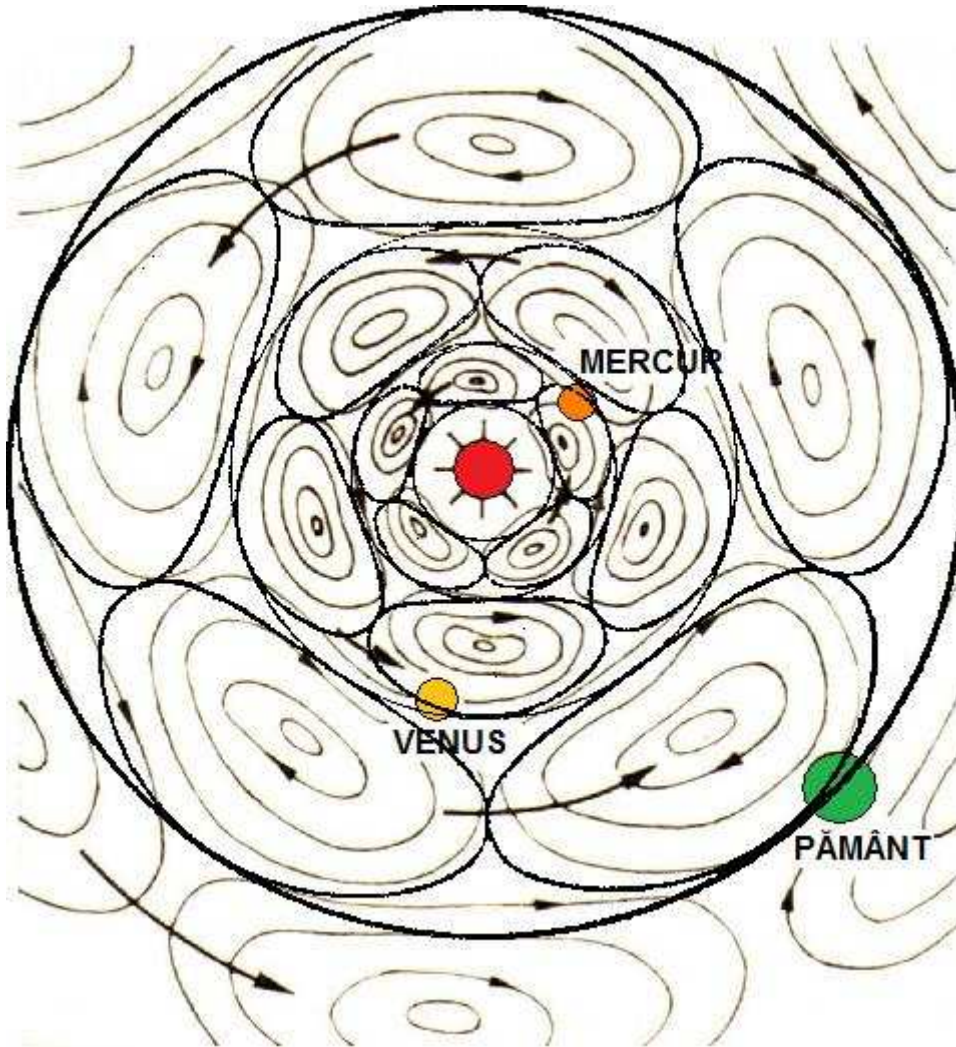
{0.4, 0.7, 1.00, 1.6, 2.8, 5.2, 10.0, 19.6}

$$\begin{cases} r_n = 0.4 + r_0 2^n \\ r_0 = 0.3(UA) \\ n = 0, 1, 2, \dots \end{cases}$$

localizarea centurii de asteroizi dintre Marte și Jupiter

$$n = 3 \Rightarrow r_3 = 2.8[UA]$$

New Theory of Weizsäcker



$$\frac{r_n}{r_{n-1}} = \frac{\text{DISTANTA LA AFELIU}}{\text{DISTANTA LA PERIHELIU}} = \frac{1 + e_{\max}}{1 - e_{\max}}$$

$$r_n = r_0 \left(\frac{1 + e_{\max}}{1 - e_{\max}} \right)^n$$

$$e_{\max} = 0.307$$

$$r_n = r_0 (1.894)^n \cong r_0 2^n$$

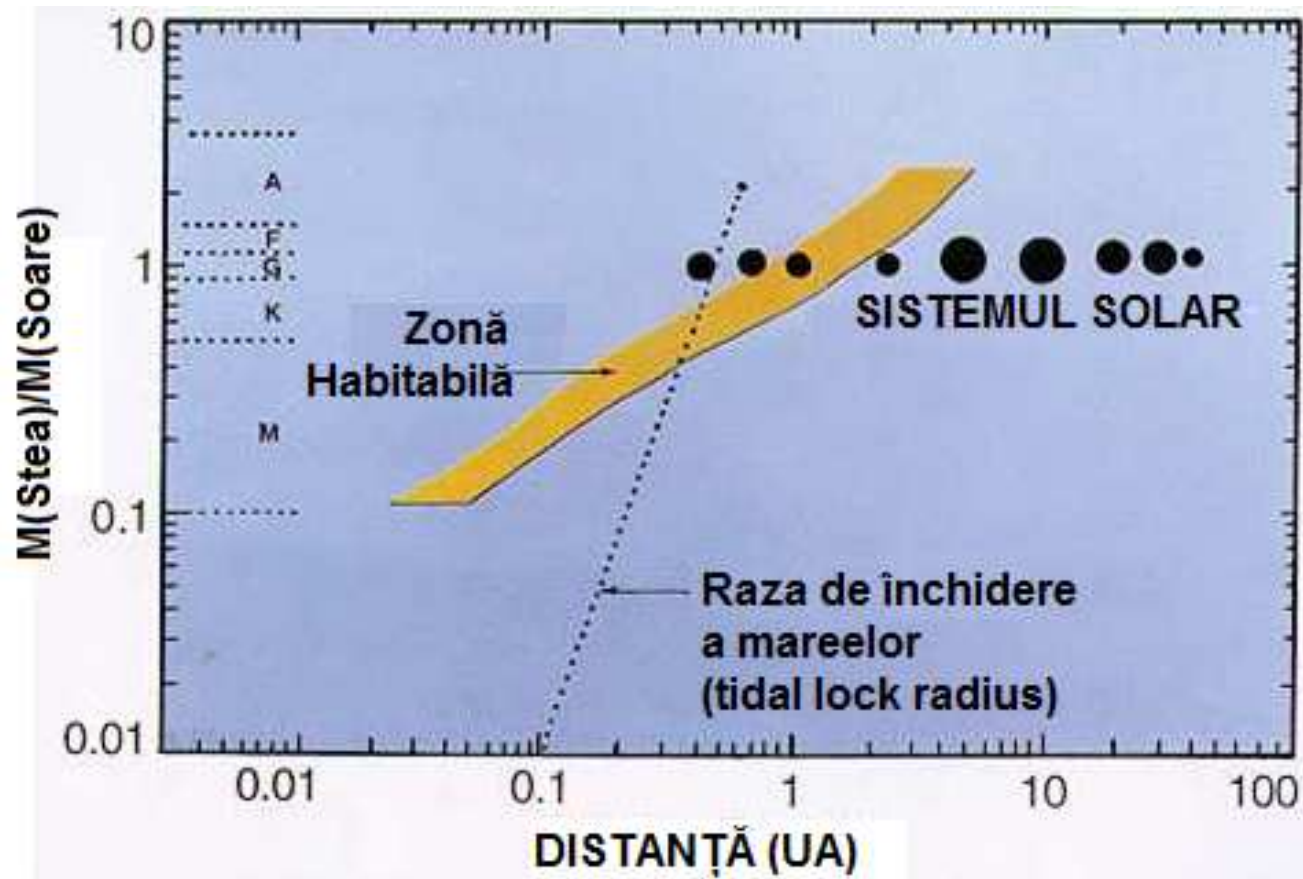
Viața extraterestră

Viața ca înglobând/însemnând

- *organisme care pot reacționa* mediului înconjurător în sensul protejării, salvării și respectiv a propriei îngrijiri în caz de pericol sau rănire;
- *organisme care se pot dezvolta* și crește pe baza asimilării hranei din mediul înconjurător, prin procesarea acesteia și transformarea ei în energie;
- *organisme care se pot reproduce*, prin transmiterea unor generații următoare unele din caracteristicile speciei;
- *organisme ce au capacitatea de modificare genetică*, permițând astfel evoluția.

Teoriile principale care adresează scenarii ce acoperă această definiție a Vieții, sunt:

- *Chemosinteza*
- *Panspermia* (propusă în 1974 de Hoyle și Wickramasinghe)



$$\text{Stea in ZH} = \left\{ \begin{array}{l} 0.2M_{\text{Soare}} \\ 1.0M_{\text{Soare}} \\ 40M_{\text{Soare}} \end{array} \right\} \dots \text{la DISTANȚĂ} \left\{ \begin{array}{l} 0.1 \div 0.2 \\ 1.0 \div 2.0 \\ 350 \div 600 \end{array} \right\} (\text{UA})$$

Ecuția Drake

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

- N = numărul de civilizații în galaxie cu care este posibilă comunicarea;
- R^* = media anuală a ratei de formare a stelelor (de tipul Soarelui) în galaxie;
- f_p = fracția de stele care au planete;
- n_e = numărul mediu de planete/stea cu planete care pot suporta viață;
- f_l = fracția din numărul anterior de planete pe care Viața apare cu adevărat;
- f_i = fracția din numărul anterior de planete pe care se dezvoltă Viața Inteligentă;
- f_c = fracția de civilizații care dezvoltă tehnologii prin care se lansează mesaje despre existența lor, detectabile în spațiu;
- L = durata medie a unei civilizații ce lansează mesaje detectabile, pentru a evalua posibilitatea de răspuns (având în vedere distanțele cosmice uriașe) la interceptare.

Estimarea Green-Bank (1961):

$$N = 10 \times 0.5 \times 2 \times 1 \times 0.01 \times 0.01 \times 10000 = 10$$

Estimarea moderată:

$$N = 7 \times 0.5 \times 2 \times 0.33 \times 0.01 \times 0.01 \times 10000 = 2.1$$

Estimarea pesimistă

$$N = 10 \times 0.5 \times 0.01 \times 0.13 \times 0.001 \times 0.01 \times 1000 = 0.000065$$

Estimarea optimistă

$$N = 20 \times 0.5 \times 2 \times 1 \times 0.1 \times 0.1 \times 100000 = 20000$$

Estimarea realistă (la acest moment):

$$N = 7 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.33 \times 0.01 \times 0.01 \times 10000 = 0.12$$

Paradoxul Fermi “Where are they? – Unde sunt Ei?”



- ✓ Răspunsul “filtrului istoric”
- ✓ Răspunsul socioeconomic
- ✓ Răspunsul “grădinei zoologice cosmice”
- ✓ Răspunsul “periferiei”
- ✓ Răspunsul “maghiar”
- ✓ Răspunzul “zero”



*Imaginea radio-telescopului Arecibo
(în Puerto-Rico, înalt de cca 305 m,
cel mai mare din lume,
<http://www.naic.edu/>)
și mesajul transmis în spațiu
în 1974.*

În final trebuie remarcat că, în virtutea citicilor aduse celor ce cred în proiectele EI (extraterrestrial intelligence), motivate de absența semnalelor relevante în sensul comunicării cu alte civilizații, *absența evidenței existenței acestor civilizații nu echivalează cu evidența absenței lor!* Prin urmare, aventura umană în spațiul cosmic trebuie să continue!



Hypatia din Alexandria



Max Planck