

## Cambios en la configuración del Espacio- Tiempo del CMB para su papel en las fluctuaciones del vacío.

Alfredo Bennun.  
 Rutgers, the State University of New Jersey.  
 alfr9@hotmail.com  
[www.alfredobennun.com.ar](http://www.alfredobennun.com.ar)

### Abstract

Análisis que introduce, desde la teoría de la relatividad, una relación temporal entre energía de radiación y sus coordenadas espaciales. Esta, puede ser correlacionado con la configuración dual foton-longitud de onda. Conversión Paramétrica a la alta (PUpC, por sus siglas en ingles), en la cual, dos fotones generan uno de la mitad de longitud de onda, podría permitir a los fotones de la Radiación Cósmica de fondo de Microondas (CMB, por sus siglas en ingles), encogerse dentro de su configuración espacio-temporal (Efecto Casimir). Conversiones Paramétricas a la alta y a la baja del CMB, ambos procesos espontáneos, podrían permitir, en el vacío, fluctuaciones de las longitudes de onda del CMB. Estas, pueden ser difíciles de detectar porque, pueden ocurrir dentro del rango de su espectro de cuerpo negro (entre  $5 \times 10^{-1}$  cm. y  $2 \times 10^{-1}$  cm.). Los fotones reliquia del CMB, tanto por numero ( $411 \text{ cm}^3$ ), como por su escasa energía (2.71 Kelvin), alcanzan una larga dimensión espacio-temporal, por lo que podrían, no solamente estar dimensionando el vacío, sino que además, mostrar cambios de tal magnitud, que podrían generar las fluctuaciones del vacío.

### Resultados

Una simulación, aplicando un tratamiento de longitud de onda a la energía límite de Planck,  $E_{pl}$ , dio como resultado una descripción del Big-Bang, en la cual la evolución del espacio-tiempo surge naturalmente análogamente de un continuo decrecimiento de la frecuencia ( $\nu$ ) (Fig. 1). El concepto de dualidad de De Broglie puede ser enriquecido por los parámetros obtenidos de la teoría relativista. Estos, como el tiempo de localización ( $t\text{-loc}$ ), describen la dualidad en términos de diferencias dimensionales del espacio-tiempo, sugiriendo dos configuraciones de igual energía. A partir de este tratamiento se puede verificar, como se demuestra a continuación, que la radiación electromagnética toma diferentes valores para la localización de su energía cuando se dimensiona en una longitud de onda ( $\lambda$ ) o en un foton ( $\gamma$ ).

Entonces, aplicando a la Energía Limite de Planck ( $E_{pl}$ ) =  $1.22 \times 10^{22}$  MeV.

*Ecuación 1:*  $\lambda / t\text{-}\lambda\text{-loc}$  = velocidad de la luz en el vacío ( $c$ ) =  $2.997 \times 10^{10}$  cm/seg  
 $\therefore \lambda / c = t\text{-}\lambda\text{-loc} = 3.389 \times 10^{-43}$  seg, que también resulta de:  $1/v$

*Ecuación 2:* Para una partícula ( $t\text{-}p\text{-loc}$ ) o  $\gamma$ :  $2r / t\text{-}\gamma\text{-loc} = c$  y  
 $2r / c = 5.39121 \times 10^{-44}$  seg. El mismo valor resulta de:  $(hG/2\pi c^5)^{1/2}$   
 (G= constante gravitacional).

Para  $E_{pl}$ :  $\lambda/\gamma = 3.389 \times 10^{-43}$  seg /  $5.39 \times 10^{-44}$  seg =  $2\pi$   $\therefore t\text{-}\lambda\text{-loc} / 2\pi = t\text{-}\lambda\text{-loc}$   
 Reemplazando en la ecuación 2:  $2r / t\text{-}\lambda\text{-loc} / 2\pi = c$

Los términos en las ecuaciones 1 y 2 =  $c$   $\therefore$

$\lambda / t\text{-}\lambda\text{-loc} = 2r / t\text{-}\lambda\text{-loc} / 2\pi$  y entonces  $\lambda = 2r \times 2\pi$   $\therefore$  teóricamente:  
 $\lambda / 4\pi = r$

*Ecuación 3:* Años luz puede ser expresados mediante la unidad luz en cm/seg, la relación es igual a la velocidad de la luz, por lo tanto, el radio del universo en cm ( $r_U$ ), dividido por su tiempo en segundos ( $t_U$ ), es igual a  $c$ , la velocidad de la luz.

$$r_U / t_U = c$$

*Ecuación 4:* Las tres constantes fundamentales ( $G=1.0692068 \times 10^{13}$  cm<sup>5</sup> / MeV.s<sup>4</sup>,  $=4.1356674 \times 10^{-21}$  MeV.s/2 $\pi$  y  $c = 2.9979246 \times 10^{10}$  cm/s,  $3.40528 \times 10^{-12}$  MeV s<sup>2</sup> cm<sup>-2</sup>) están relacionadas con la masa Planck como se demuestra:

$$\sqrt{\frac{\hbar c}{G}} = m_P = 2.17645 \times 10^{-5} \text{g} \quad \text{Reemplazando en la ecuación de Einstein,}$$

$$\sqrt{\frac{\hbar c}{G}} = \frac{E_P}{c^2}$$

Y asignando a  $E$  el valor de  $E_P$   $\therefore \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} = \frac{E_P}{c \times c}$  y reemplazando una de las  $c$  por  $2r / t\text{-}\gamma\text{-loc} = c$  y la otra por  $r_U / t_U = c$   $\therefore$

Ecuación 5:

$$\sqrt{\frac{\hbar c}{G}} = \frac{E_P}{t \frac{r_\gamma}{\gamma\text{-loc}} \times \frac{r_U}{t_U}}$$

La ecuación muestra que, la energía primordial se cuantifica en el nivel Planck, como una función de las tres constantes fundamentales. Predice que, desde ahí en adelante, la energía, el espacio y el tiempo, estarán interdimensionadamente relacionados acorde con el valor de  $c$ . Este definirá también, como una constante de inter-relación entre las dimensiones de espacio-tiempo de los fotones, con el radio versus el tiempo del universo.

Bajo la figura 1, se muestra que el radio de Compton ( $r_c$ ), definido mediante la observación de la interacción entre los electrones y los fotones ( $\gamma$ ), se puede aplicar para obtener el valor Compton o lambda para fotones ( $\lambda_\gamma = \lambda / 2\pi$ ).

Entonces,  $\lambda_\gamma$  para el valor de  $\lambda$  de  $E_{pl} = 1.016 \times 10^{-32}$  y dividiendo por  $2\pi = 1.616 \times 10^{-33}$  cm o Largo de Planck.

Lo que precede indica que  $\Delta t\text{-}\lambda\text{-loc}$  y el volumen de localización ( $\Delta vol\text{-}\lambda\text{-loc}$ ), se puede utilizar para determinar cambios del espacio-tiempo en la configuración de los fotones <sup>(1)</sup>.

Entonces, se aduce que las últimas mediciones, originadas en la teoría relativista, son utilizables como una descripción complementaria a la originada por la mecánica cuántica.

Además, de la ultima emerge la *ecuación 4*:  $\Delta E \times \Delta t\text{-}\lambda\text{-loc} = \text{Constante de Planck: } h = 4.135701 \times 10^{-21} \text{ MeV} \times \text{Hz}^{-1}$

Se puede mostrar que  $-\Delta E$ , resulta una métrica expandida de incremento continuo en el tiempo de localización, para el proceso de elongación de la longitud de onda. También, las relaciones que se pueden establecer entre la velocidad de la luz ( $c$ ) y la constante de Planck ( $h$ ) probablemente sirvan para definir mejor la evolución de la energía del espacio-tiempo.

Los cambios, en la configuración del espacio-tiempo de los fotones, fueron aplicados a continuidad relativista que surge de la descripción de la evolución de la energía desde  $E_{pl}$  hasta la radiación cósmica de fondo de microondas (CMB) (Fig. 1). La ausencia de materia en el vacío, no significa la ausencia de energía debido a la presencia de CMB. Las manifestaciones del vacío deben incluir las dinámicas del CMB.

La intra-conversión de la configuración de la energía del CMB, tanto por la dualidad o por la Conversión Paramétrica Espontánea a la baja (PDC) <sup>(2,3)</sup>, se

puede esperar que produzca cambios en  $t\text{-}\lambda\text{-loc}$  y en  $vol\text{-}\lambda\text{-loc}$ . Luego, CMB debería ser evaluado por su papel en las modificaciones del espacio-tiempo, que puede incluir, o no, la presencia de energía virtual u oscura <sup>(4)</sup>. Los experimentos en el vacío libre de CMB, pueden ser requeridos para excluir la posibilidad de interferencia del CMB en la medición de los efectos de la energía virtual en las fluctuaciones de vacío <sup>(5)</sup>. La capacidad del CMB para reaccionar en la dirección de la Conversión Paramétrica a la baja, (PUpC), fue estimada por el efecto Casimir. La integración de dos fotones CMB dentro de uno con en doble de energía, reduce el volumen inicial por un factor grande. Como demostrado para un foton inicial como  $\lambda_C$ -volumen: de dos fotones, cada uno con  $V_{\lambda_C\text{-loc}} = 2.47 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$  para un volumen total de  $4.92 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$  puede llegar a uno de  $V_{\lambda_C\text{-loc}} = 3 \times 10^{-4} \text{ cm}^3$  contrayendo el espacio y llevando a la contracción entre los platos. Es sugerido un sistema, para evaluar el fenómeno en presencia y ausencia de CMB, a través de condiciones experimentales usadas comúnmente para evaluar el efecto Casimir.

La técnica consistiría en que, a través de juntar dos platos que son transparentes al CMB, se puede esperar de tener el efecto de excluir el CMB del espacio entre los platos. Luego, pegando platos opacos a los transparentes se prevendría la reentrada del CMB al espacio delimitado por los platos. Esta metodología podría resultar en un vacío libre de CMB.

El control podría ser que, separando los platos opacos, se podría reanudar el experimento, en ausencia de CMB. Midiendo si hay un remanente de una energía capaz de sostener nuevamente el efecto Casimir de atracción entre platos, entonces se podría asumir que el efecto Casimir no es debido al CMB, sino que sería debido a una energía virtual u oscura <sup>(4)</sup>. Una metodología similar se podría utilizar, también, para medir la velocidad de propagación de la luz en un vacío libre de CMB.

La velocidad de la luz cambia cuando se propaga a través de distintos solventes, y mediante adiciones de sal, puede ser decrecida progresivamente, hasta alcanzar su confinamiento <sup>(6,7,8)</sup>. Acorde a la ecuación 1, un decrecimiento en la velocidad de la luz tiene que implicar un decrecimiento concomitante de  $\lambda$  y/o un incremento en  $t\text{-}\lambda\text{-loc}$ . Luego, un decrecimiento de  $\lambda$  debe excluirse, ya que implica un incremento de la energía, el efecto dominante sería un gran incremento de  $t\text{-}\lambda\text{-loc}$ . La estructura termodinámica dentro del experimento del confinamiento, puede argüir que, la energía del foton, no podría sostener su localización espacio-temporal, aduciendo el tiempo de localización de la energía de los fotones dentro del ambiente del confinamiento.

El muy bajo valor para la energía promedio de la distribución de los fotones CMB de cuerpo negro en el vacío =  $2.35 \times 10^{-4} \text{ eV}$ , predice efectos mínimos sobre átomos, pero del mismo orden que los obtenidos cuando se mide efectos del vacío sobre átomos <sup>(9)</sup>. PDC y PUpC, cambiando  $n\gamma\gamma$  los valores dimensionales del CMB, pueden ser una fuente para las fluctuaciones de vacío.

## Discusión

Los valores standard del numero de fotones del CMB ( $n\gamma$ ) =  $3.79 \times 10^{87}$  multiplicado por su  $V_{\lambda_c\text{-loc}} = 2.47 \times 10^{-3} \text{ cm}^3 = 9.3 \times 10^{84} \text{ cm}^3$  o el volumen actual del universo.

Los fotones del CMB, incluso representando solamente el 0.04% de la energía cósmica total, debido a su creciente numero y volumen, parecen estar estrechamente llenando y dimensionando el vacío dentro del espacio-tiempo.

El efecto de la gravedad sobre el CMB, puede ser sobrellevado por la PDC, ya que, incrementando el número de fotones y la elongación de la longitud de onda, se manifiestan efectos no sujetos a la atracción gravitatoria. Además, la propagación espacial del CMB, aparece como un efecto antigravitatorio, expandiendo el espacio-tiempo en un papel similar al propuesto para la emergencia oscura. También, el CMB puede ser considerado como liderando, o participando, del proceso expansivo del vacío, incrementando continuamente las distancias entre galaxias.

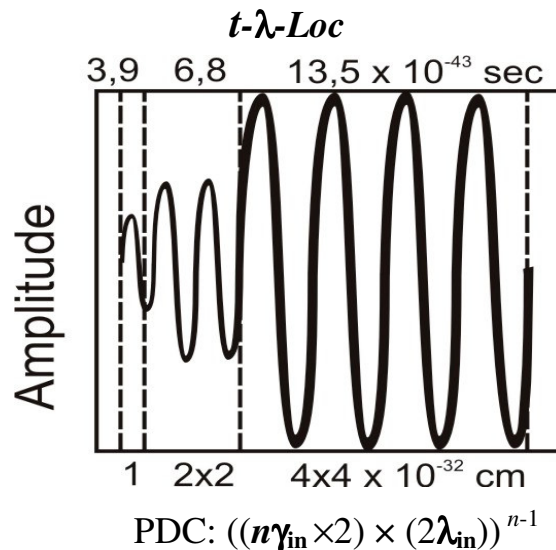
La energía oscura, actualmente contiene mas de dos tercios de la energía cósmica total, y ha sido predicha como llenando el vacío. En cambio, en términos de dimensionar el vacío, tanto por volumen o por su detectado numero de 411 fotones CMB cada  $\text{cm}^3$ , este puede tener el efecto dominante.

Experimentalmente, han sido reportadas 160 veces de intra-conversiones espontáneas <sup>(2,3)</sup> entre conversiones parametricas a la baja y a la alta.

Si PDC y PUpC llegan al equilibrio en las intra-conversiones del CMB, puede ser muy difícil de detectar cambios significativos en el espectro del CMB de la distribución de la energía de cuerpo oscuro (longitudes de onda desde aproximadamente  $5 \times 10^{-1} \text{ cm}$  hasta menores a  $2 \times 10^{-1} \text{ cm}$ ). En cambio, estas fluctuaciones en las longitudes de onda, podrían ser detectadas como fuertes fluctuaciones en la estructura del vacío del espacio.

La conversión a la baja, incrementa numero y volumen de los fotones del CMB <sup>(2,3)</sup>, estrechando el espacio, mientras que la conversión a la alta, estaría contrayéndolo. Estas fluctuaciones del espacio, podrían ser detectadas y, presumiblemente identificadas, como relacionadas con el CMB, ya que no implicarían grandes cambios en la energía.

**Fig 1: Una simulación del Big-Bang a través de un desdoblamiento fotonico del espacio-tiempo.**



Los valores usados son aproximaciones: Para la energía total de un universo auto-contenido  $= 1.7 \times 10^{82}$  MeV dividido por  $E_{pl}$  = número inicial de fotones  $(n\gamma_{in}) = 1.4 \times 10^{60}$ . Las coordenadas espacio-temporales de  $E_{pl}$  por la ecuación 1:  $\lambda / t-\lambda\text{-loc}$ , o  $1 \times 10^{-32}$  cm /  $3.39 \times 10^{-43}$  seg. Aplicando PDC  $((n\gamma_{in} \times 2) \times (2\lambda_{in}))^{n-1}$  indica que, un foton genera dos de la mitad de energía, además, también dobla sus valores de  $\lambda$  y  $t-\lambda\text{-loc}$  en orden de mantener un cociente constante que es igual a  $c$ . Un tratamiento iterativo a través de PDC 106 veces (estados), significa que, desde las coordenadas espacio-temporales de  $E_{pl}$ , se puede llegar a los valores de las coordenadas del CMB:  $5.27 \times 10^{-1}$  cm /  $1.76 \times 10^{-11}$  seg. El volumen Compton para la localización de  $\lambda_c$  ( $V_{\lambda_c\text{-loc}} = (4/3) \pi (\lambda_c)^3$ ) para  $E_{pl} = 1.772 \times 10^{-98}$  cm<sup>3</sup>, que multiplicado por,  $n\gamma_{in} 1.4 \times 10^{60} = 2.48 \times 10^{-38}$  cm<sup>3</sup>, o el volumen cósmico inicial fotonico. Luego de la separación de fuerzas, el periodo inflacionario tiene que ser calculado desde  $E_{pl}$   $t-\lambda\text{-loc}$  de  $3.39 \times 10^{-43}$  seg hasta  $t-\lambda\text{-loc} = 1.456 \times 10^{-33}$  seg, que es el mismo tiempo propuesto por la teoría inflacionaria. Esto sugiere que, el desdoblamiento cósmico, pudo solamente proceder, si la escala del tiempo, permite la localización de energía hacia los fotones. Para  $10^{-33}$  seg, corresponden a una localización de energía hacia fotones de no menos energía que aproximadamente  $2.84 \times 10^{12}$  MeV. Sobre el final de la era inflacionaria, el desdoblamiento cósmico, a través del número y dimensión de estos fotones, llevo a un universo de radio  $2.33 \times 10^{19}$  cm. La restricción teórica sobre cuan chica puede ser una partícula, esta restringida por el largo de Planck. Sin embargo, esta restricción no se aplica a longitudes de onda, y, entonces, el modelo fotonico puede proveer simulaciones basadas en diferentes valores. La transferencia de fotones para la generación de energía oscura y materia ordinaria, mantiene constante  $n\gamma$  desde el 56 hasta el 70, donde crece hasta el presente  $n\gamma$  del CMB =  $3.7 \times 10^{87}$ .

**Referencias:**

1. Bennun, A., Photonic parameters describing the space-time continuum, *manuscript available upon request*.
2. Marshall *et al.*, Journal of Modern Optics, Vol. 47, 1273 (2000)
3. Brida, G., Genovese, M., Novero, C., "Experimental limit on spontaneous parametric up conversion", Journal of Modern Optics, Vol. 50, N° 11, pp. 1757-1762 (6) (2003)
4. Djorgovski, S. and Gurzadyan, V., "Dark Energy from Vacuum Fluctuations", in Cline, D. et al, *Nuclear Physics B*, (2006)
5. Padmanabhan, T., "Vacuum Fluctuations of Energy Density can Lead to the Observed Cosmological Constant", arXiv:hep-th/0406060 v1, 7 Jun (2004)
6. Kramper, P., Kafesaki, M., Soukoulis, C., Birner, A., Müller, F., Gösele, U., Wehrspohn, R., Mylnek, J., Sandoghdar, V., "Near-field visualization of light confinement in a photonic crystal micro-resonator", Optics Letters, Vol. 29, N° 2, pp. 174-176 (2004)
7. Cao, H., Xu, J., Zhang, D., Chang, S., Ho, S., Seelig, E., Liu, X., Chang, R., "Spatial Confinement of a Laser Light in Active Random Media", Physical Review Letters, Vol. 84, N° 24, pp. 5584-5587 (2000)
8. Fedotov, A., Bugar, I., Naumov, A., Chorvat, D., Sidorov-Biryukov, D., Chorvat, D. and Zheltikov, A., "Light confinement and supercontinuum generation switching in photonic-molecule modes of a microstructure fiber", JETP Letters, Vol 75, N° 7, pp. 304-308 (2002)
9. Barrow, John D. and Silk, Joseph, "The Left Hand of Creation", London: J.M. Dent and Sons (1993)

### Tabla de simulaciones por Alfredo Bennun

La restricción teórica de cuan pequeña puede ser una partícula, esta delimitada por el largo de Planck. Sin embargo, esta restricción no se aplica a longitudes de onda y, consecuentemente, el modelo permite utilizar simulaciones basadas en diferentes valores.

# of Stage (N)	Cosmic evolution Planck particle as a wave function $t_{\lambda-loc}/2\pi = t_{\lambda c} = t_{\gamma-loc}$ Particle: $(-\Delta E) \cdot (\Delta t_{\gamma-loc}) = h/2\pi$ Wave: $(-\Delta E) \cdot (\Delta t_{\lambda-loc}) = h$ Expansion: $-\Delta(E)/2 \cdot \Delta(t_{\gamma-loc}) \cdot 2 = h/2\pi$	Energy of $\lambda$ or $\gamma$ wavelength $E_{\lambda} = E_{\gamma}$ $E_{\gamma} =$ initial* $(1/2)^N$ [MeV]	Photon number $E_{\gamma}/E_{\gamma} = n_{\gamma} \text{initial}$ $E_{\gamma} = 1.7E+82$ MeV $E_{\gamma} = 1.22E+22$ MeV $n_{\gamma} = n_{\gamma} \text{initial} \times (2)^n$ [photons]	Time of $\gamma$ localization $t_{\gamma-loc}$ [s] Factor:2	Compton Wavelength $\lambda_c$ $\lambda_c = \lambda/2\pi$ [cm] Factor:2
0	<b>Planck Time: <math>(t_p) = 5,394E-44s</math></b>	<b>1.220E+22</b>	<b>1.400E+60</b>	5.394E-44	1.617E-33
1	<b>Planck Wave: <math>t_{\lambda-loc} = 3.389E-43s</math></b>	6.100E+21	2.800E+60	1.079E-43	3.233E-33
2		3.050E+21	5.600E+60	2.158E-43	6.467E-33
3		1.525E+21	1.120E+61	4.315E-43	1.293E-32
4		7.625E+20	2.240E+61	8.631E-43	2.587E-32
5		3.813E+20	4.480E+61	1.726E-42	5.173E-32
6		1.906E+20	8.960E+61	3.452E-42	1.035E-31
7	<b>Electro-Strong-Weak force</b>	9.531E+19	1.792E+62	6.905E-42	2.069E-31
8		4.766E+19	3.584E+62	1.381E-41	4.139E-31
9		2.383E+19	7.168E+62	2.762E-41	8.277E-31
10		1.191E+19	1.434E+63	5.524E-41	1.655E-30
11		5.957E+18	2.867E+63	1.105E-40	3.311E-30
12		2.979E+18	5.734E+63	2.210E-40	6.622E-30
13		1.489E+18	1.147E+64	4.419E-40	1.324E-29
14		7.446E+17	2.294E+64	8.838E-40	2.649E-29
15		3.723E+17	4.588E+64	1.768E-39	5.298E-29
16		1.862E+17	9.175E+64	3.535E-39	1.060E-28
17		9.308E+16	1.835E+65	7.070E-39	2.119E-28
18		4.654E+16	3.670E+65	1.414E-38	4.238E-28
19	<b>Strong force dissociate</b>	<b>2.327E+16</b>	7.340E+65	2.828E-38	8.476E-28
20		1.163E+16	1.468E+66	5.656E-38	1.695E-27
21		5.817E+15	2.936E+66	1.131E-37	3.390E-27
22		2.909E+15	5.872E+66	2.263E-37	6.781E-27
23		1.454E+15	1.174E+67	4.525E-37	1.356E-26
24		7.272E+14	2.349E+67	9.050E-37	2.712E-26
25		3.636E+14	4.698E+67	1.810E-36	5.425E-26
26		1.818E+14	9.395E+67	3.620E-36	1.085E-25
27		9.090E+13	1.879E+68	7.240E-36	2.170E-25
28		4.545E+13	3.758E+68	1.448E-35	4.340E-25
29		2.272E+13	7.516E+68	2.896E-35	8.679E-25
30		1.136E+13	1.503E+69	5.792E-35	1.736E-24
31		5.681E+12	3.006E+69	1.158E-34	3.472E-24
32		2.841E+12	6.013E+69	2.317E-34	6.944E-24
33	<b>Weak force dissociate</b>	<b>1.420E+12</b>	1.203E+70	4.634E-34	1.389E-23



34		7.101E+11	2.405E+70	5.823E-33	2.777E-23
35		3.551E+11	4.810E+70	1.165E-32	5.555E-23
36		1.775E+11	9.621E+70	2.329E-32	1.111E-22
37		8.877E+10	1.924E+71	4.658E-32	2.222E-22
38		4.438E+10	3.848E+71	9.317E-32	4.444E-22
39		2.219E+10	7.697E+71	1.863E-31	8.888E-22
40		1.110E+10	1.539E+72	3.727E-31	1.778E-21
41		5.548E+09	3.079E+72	7.453E-31	3.555E-21
42		2.774E+09	6.157E+72	1.491E-30	7.110E-21
43		1.387E+09	1.231E+73	2.981E-30	1.422E-20
44		6.935E+08	2.463E+73	5.963E-30	2.844E-20
45		3.467E+08	4.926E+73	1.193E-29	5.688E-20
46		1.734E+08	9.852E+73	2.385E-29	1.138E-19
47		8.669E+07	1.970E+74	4.770E-29	2.275E-19
48		4.334E+07	3.941E+74	9.540E-29	4.551E-19
49		2.167E+07	7.881E+74	1.908E-28	9.101E-19
50		1.084E+07	1.576E+75	3.816E-28	1.820E-18
51		5.418E+06	3.153E+75	7.632E-28	3.640E-18
52		2.709E+06	6.305E+75	1.526E-27	7.281E-18
53		1.354E+06	1.261E+76	3.053E-27	1.456E-17
# of stage (N) [ ]	Cosmic evolution Planck particle as a wave function $t_{\lambda-loc}/2\pi = t_{\lambda c} = t_{\gamma-loc}$ Particle: $(-\Delta E) \cdot (\Delta t_{\gamma-loc}) = h/2\pi$ Wave: $(-\Delta E) \cdot (\Delta t_{\lambda-loc}) = h$ Expansion: $-\Delta(E)/2 \cdot \Delta(t_{\gamma-loc}) \cdot 2 = h/2\pi$	Energy of wavelength $(E\lambda)$ $E\lambda =$ initial* $(1/2)^N$ [MeV]	Photon number $E_{\gamma}/E_{\gamma} = n_{\gamma} \text{initial}$ $n_{\gamma}$ $n_{\gamma} = n_{\gamma \text{initial}} \times (2)^N$ [photons]	Time of $\lambda\gamma$ localization $t_{\gamma-loc}$ $t = \lambda_{\gamma}/c$ [s]	Compton Wavelength $\lambda_c$ $\lambda_c = \lambda/2\pi$ [cm]
54		6.772E+05	2.522E+76	6.106E-27	2.912E-17
55		3.386E+05	5.044E+76	1.221E-26	5.825E-17
56	<b>Higgs boson</b>	<b>1.693E+05</b>	?	2.442E-26	1.165E-16
57		8.465E+04	?	4.885E-26	2.330E-16
58		4.233E+04	?	9.769E-26	4.660E-16
59		2.116E+04	?	1.954E-25	9.319E-16
60		1.058E+04	?	3.908E-25	1.864E-15
61	<b>Quarks: Charm</b>	5.291E+03	?	7.815E-25	3.728E-15
62	<b>Bottom</b>	2.645E+03	?	1.563E-24	7.456E-15
63	<b>Proton</b>	1.323E+03	?	3.126E-24	1.491E-14
64		6.614E+02	?	6.252E-24	2.982E-14
65		3.307E+02	?	1.250E-23	5.964E-14
66	<b>Up, Down, Strage</b>	1.653E+02	?	2.501E-23	1.193E-13
67	<b>Pion</b>	8.267E+01	?	5.002E-23	2.386E-13
68	<b>(Strongly interactive particles)</b>	4.134E+01	?	1.000E-22	4.772E-13
69		2.067E+01	?	2.001E-22	9.543E-13
70		1.033E+01	?	4.001E-22	1.909E-12
71		5.167E+00	1.009E+77	8.003E-22	3.817E-12
72		2.583E+00	2.018E+77	1.601E-21	7.635E-12
73		1.292E+00	4.035E+77	3.201E-21	1.527E-11
74	<b>Electron</b>	6.459E-01	8.070E+77	6.402E-21	3.054E-11

75		3.229E-01	1.614E+78	1.280E-20	6.108E-11
76		1.615E-01	3.228E+78	2.561E-20	1.222E-10
77		8.073E-02	6.456E+78	5.122E-20	2.443E-10
78		4.037E-02	1.291E+79	1.024E-19	4.886E-10
79		2.018E-02	2.583E+79	2.049E-19	9.772E-10
80		1.009E-02	5.165E+79	4.097E-19	1.954E-09
81		5.046E-03	1.033E+80	8.195E-19	3.909E-09
82		2.523E-03	2.066E+80	1.639E-18	7.818E-09
83		1.261E-03	4.132E+80	3.278E-18	1.564E-08
84		6.307E-04	8.264E+80	6.556E-18	3.127E-08
85		3.154E-04	1.653E+81	1.311E-17	6.254E-08
86		1.577E-04	3.306E+81	2.622E-17	1.251E-07
87		7.884E-05	6.611E+81	5.245E-17	2.502E-07
88		3.942E-05	1.322E+82	1.049E-16	5.003E-07
89		1.971E-05	2.645E+82	2.098E-16	1.001E-06
90		9.855E-06	5.289E+82	4.196E-16	2.001E-06
91		4.928E-06	1.058E+83	8.392E-16	4.003E-06
92		2.464E-06	2.116E+83	1.678E-15	8.005E-06
93	<b>Nuclei formation</b>	1.232E-06	4.231E+83	3.357E-15	1.601E-05
94		6.159E-07	8.462E+83	6.713E-15	3.202E-05
95	<b>Formation of Atoms</b>	3.080E-07	1.692E+84	1.343E-14	6.404E-05
	<b>Frontier of last dispersion</b>	<b>2.585E-07</b>	<b>3.440E+84</b>	1.599E-14	7.629E-05
96		2.409E-07	3.691E+84	1.716E-14	8.187E-05
97		1.204E-07	7.383E+84	3.433E-14	1.637E-04
98		6.022E-08	1.477E+85	6.866E-14	3.275E-04
99		3.011E-08	2.953E+85	1.373E-13	6.550E-04
100		1.506E-08	5.906E+85	2.746E-13	1.310E-03
101		7.528E-09	1.181E+86	5.493E-13	2.620E-03
102		3.764E-09	2.363E+86	1.099E-12	5.240E-03
103		1.882E-09	4.725E+86	2.197E-12	1.048E-02
104		9.410E-10	9.450E+86	4.394E-12	2.096E-02
105		4.705E-10	1.890E+87	8.788E-12	4.192E-02
106	<b>Present Era</b>	<b>2.353E-10</b>	<b>3.780E+87</b>	<b>1.758E-11</b>	<b>8.384E-02</b>

# of stage (N)	Volume of $\lambda_c$ localization $V_{\lambda_c}$ $V_{\lambda_c}=4/3 \times \pi \times \lambda_c^3$ [ ] [cm <sup>3</sup> ] Factor: 8	Universe Volume $V_U$ $V_U=V_{\lambda_c} \times n \gamma$ [cm <sup>3</sup> ] Factor:16	Universe radius $r_U$ $r_U=(V_U \times 3/4\pi)^{1/3}$ [cm] Factor:2.52	Universe time $t_U$ $t_U=r_U/c$ $t_U$ [s] Factor:2.5	Space-time Ratio $r_U/t_U=c$ [cm/s]	Total Energy (Et) [MeV]
0	1.770E-98	2.478E-38	1.809E-13	6.033E-24	3.00E+10	<b>1.708E+82</b>
1	1.416E-97	3.965E-37	4.557E-13	1.520E-23	3.00E+10	1.708E+82
2	1.133E-96	6.343E-36	1.148E-12	3.831E-23	3.00E+10	1.708E+82
3	9.062E-96	1.015E-34	2.894E-12	9.652E-23	3.00E+10	1.708E+82
4	7.250E-95	1.624E-33	7.292E-12	2.432E-22	3.00E+10	1.708E+82

5	5.800E-94	2.598E-32	1.837E-11	6.129E-22	3.00E+10	1.708E+82
6	4.640E-93	4.157E-31	4.630E-11	1.544E-21	3.00E+10	1.708E+82
7	3.712E-92	6.652E-30	1.167E-10	3.892E-21	3.00E+10	1.708E+82
8	2.969E-91	1.064E-28	2.940E-10	9.806E-21	3.00E+10	1.708E+82
9	2.376E-90	1.703E-27	7.408E-10	2.471E-20	3.00E+10	1.708E+82
10	1.900E-89	2.724E-26	1.867E-09	6.227E-20	3.00E+10	1.708E+82
11	1.520E-88	4.359E-25	4.704E-09	1.569E-19	3.00E+10	1.708E+82
12	1.216E-87	6.975E-24	1.185E-08	3.954E-19	3.00E+10	1.708E+82
13	9.730E-87	1.116E-22	2.987E-08	9.962E-19	3.00E+10	1.708E+82
14	7.784E-86	1.786E-21	7.526E-08	2.510E-18	3.00E+10	1.708E+82
15	6.227E-85	2.857E-20	1.896E-07	6.326E-18	3.00E+10	1.708E+82
16	4.982E-84	4.571E-19	4.779E-07	1.594E-17	3.00E+10	1.708E+82
17	3.986E-83	7.313E-18	1.204E-06	4.017E-17	3.00E+10	1.708E+82
18	3.188E-82	1.170E-16	3.034E-06	1.012E-16	3.00E+10	1.708E+82
19	2.551E-81	1.872E-15	7.646E-06	2.550E-16	3.00E+10	1.708E+82
20	2.041E-80	2.996E-14	1.927E-05	6.427E-16	3.00E+10	1.708E+82
21	1.632E-79	4.793E-13	4.855E-05	1.619E-15	3.00E+10	1.708E+82
22	1.306E-78	7.669E-12	1.223E-04	4.081E-15	3.00E+10	1.708E+82
23	1.045E-77	1.227E-10	3.083E-04	1.028E-14	3.00E+10	1.708E+82
24	8.358E-77	1.963E-09	7.768E-04	2.591E-14	3.00E+10	1.708E+82
25	6.687E-76	3.141E-08	1.957E-03	6.529E-14	3.00E+10	1.708E+82
26	5.349E-75	5.026E-07	4.932E-03	1.645E-13	3.00E+10	1.708E+82
27	4.279E-74	8.041E-06	1.243E-02	4.146E-13	3.00E+10	1.708E+82
28	3.424E-73	1.287E-04	3.132E-02	1.045E-12	3.00E+10	1.708E+82
29	2.739E-72	2.059E-03	7.891E-02	2.632E-12	3.00E+10	1.708E+82
30	2.191E-71	3.294E-02	1.989E-01	6.633E-12	3.00E+10	1.708E+82
31	1.753E-70	5.270E-01	5.011E-01	1.671E-11	3.00E+10	1.708E+82
32	1.402E-69	8.432E+00	1.263E+00	4.212E-11	3.00E+10	1.708E+82
33	1.122E-68	1.349E+02	3.182E+00	1.061E-10	3.00E+10	1.708E+82
34	8.975E-68	2.159E+03	8.017E+00	2.674E-10	3.00E+10	1.708E+82
35	7.180E-67	3.454E+04	2.020E+01	6.739E-10	3.00E+10	1.708E+82
36	5.744E-66	5.526E+05	5.091E+01	1.698E-09	3.00E+10	1.708E+82
37	4.595E-65	8.841E+06	1.283E+02	4.279E-09	3.00E+10	1.708E+82
38	3.676E-64	1.415E+08	3.232E+02	1.078E-08	3.00E+10	1.708E+82
39	2.941E-63	2.263E+09	8.145E+02	2.717E-08	3.00E+10	1.708E+82
40	2.353E-62	3.621E+10	2.052E+03	6.846E-08	3.00E+10	1.708E+82
41	1.882E-61	5.794E+11	5.172E+03	1.725E-07	3.00E+10	1.708E+82
42	1.506E-60	9.271E+12	1.303E+04	4.347E-07	3.00E+10	1.708E+82
43	1.205E-59	1.483E+14	3.284E+04	1.095E-06	3.00E+10	1.708E+82
44	9.636E-59	2.373E+15	8.275E+04	2.760E-06	3.00E+10	1.708E+82
45	7.709E-58	3.797E+16	2.085E+05	6.955E-06	3.00E+10	1.708E+82
46	6.167E-57	6.076E+17	5.254E+05	1.753E-05	3.00E+10	1.708E+82
47	4.934E-56	9.721E+18	1.324E+06	4.416E-05	3.00E+10	1.708E+82
48	3.947E-55	1.555E+20	3.336E+06	1.113E-04	3.00E+10	1.708E+82
49	3.158E-54	2.489E+21	8.407E+06	2.804E-04	3.00E+10	1.708E+82
50	2.526E-53	3.982E+22	2.118E+07	7.066E-04	3.00E+10	1.708E+82
51	2.021E-52	6.371E+23	5.338E+07	1.781E-03	3.00E+10	1.708E+82
52	1.617E-51	1.019E+25	1.345E+08	4.487E-03	3.00E+10	1.708E+82
53	1.293E-50	1.631E+26	3.389E+08	1.131E-02	3.00E+10	1.708E+82

# of stage (N) [ ]	Volume of $\lambda_c$ localization $V_{\lambda_c}$ $V_{\lambda_c}=4/3 \times \pi \times \lambda_c^3$ [cm <sup>3</sup> ]	Universe Volume $V_U$ $V_U=V_{\lambda_c} \times n\gamma$ [cm <sup>3</sup> ]	Universe radius $r_U$ $r_U=(V_U \times 3/4\pi)^{1/3}$ [cm]	Universe time $t_U$ $t_U=r_U/c$ $t_U$ [s]	Space-time Ratio $r_U/t_U=c$ [cm/s]	Total Energy ( $E\dot{t}$ ) [MeV]
54	1.035E-49	2.610E+27	8.541E+08	2.849E-02	3.00E+10	1.708E+82
55	8.278E-49	4.175E+28	2.152E+09	7.179E-02	3.00E+10	1.708E+82
56	6.622E-48	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
57	5.298E-47	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
58	4.238E-46	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
59	3.391E-45	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
60	2.712E-44	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
61	2.170E-43	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
62	1.736E-42	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
63	1.389E-41	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
64	1.111E-40	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
65	8.888E-40	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
66	7.110E-39	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
67	5.688E-38	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
68	4.551E-37	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
69	3.641E-36	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
70	2.912E-35	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	#jVALOR!	?
71	2.330E-34	2.350E+43	1.777E+14	5.927E+03	3.00E+10	5.212E+77
72	1.864E-33	3.761E+44	4.478E+14	1.494E+04	3.00E+10	5.212E+77
73	1.491E-32	6.017E+45	1.128E+15	3.764E+04	3.00E+10	5.212E+77
74	1.193E-31	9.627E+46	2.843E+15	9.484E+04	3.00E+10	5.212E+77
75	9.543E-31	1.540E+48	7.164E+15	2.390E+05	3.00E+10	5.212E+77
76	7.635E-30	2.465E+49	1.805E+16	6.022E+05	3.00E+10	5.212E+77
77	6.108E-29	3.943E+50	4.549E+16	1.517E+06	3.00E+10	5.212E+77
78	4.886E-28	6.309E+51	1.146E+17	3.824E+06	3.00E+10	5.212E+77
79	3.909E-27	1.010E+53	2.889E+17	9.635E+06	3.00E+10	5.212E+77
80	3.127E-26	1.615E+54	7.279E+17	2.428E+07	3.00E+10	5.212E+77
81	2.502E-25	2.584E+55	1.834E+18	6.118E+07	3.00E+10	5.212E+77
82	2.001E-24	4.135E+56	4.622E+18	1.542E+08	3.00E+10	5.212E+77
83	1.601E-23	6.616E+57	1.165E+19	3.885E+08	3.00E+10	5.212E+77
84	1.281E-22	1.059E+59	2.935E+19	9.789E+08	3.00E+10	5.212E+77
85	1.025E-21	1.694E+60	7.395E+19	2.467E+09	3.00E+10	5.212E+77
86	8.198E-21	2.710E+61	1.863E+20	6.215E+09	3.00E+10	5.212E+77
87	6.558E-20	4.336E+62	4.695E+20	1.566E+10	3.00E+10	5.212E+77
88	5.247E-19	6.937E+63	1.183E+21	3.947E+10	3.00E+10	5.212E+77
89	4.197E-18	1.110E+65	2.981E+21	9.945E+10	3.00E+10	5.212E+77
90	3.358E-17	1.776E+66	7.512E+21	2.506E+11	3.00E+10	5.212E+77
91	2.686E-16	2.842E+67	1.893E+22	6.314E+11	3.00E+10	5.212E+77
92	2.149E-15	4.546E+68	4.770E+22	1.591E+12	3.00E+10	5.212E+77
93	1.719E-14	7.274E+69	1.202E+23	4.009E+12	3.00E+10	5.212E+77
94	1.375E-13	1.164E+71	3.029E+23	1.010E+13	3.00E+10	5.212E+77

95	1.100E-12	1.862E+72	7.632E+23	2.546E+13	3.00E+10	5.212E+77
	1.860E-12	6.399E+72	1.152E+24	3.842E+13	3.00E+10	8.893E+77
96	2.299E-12	8.486E+72	1.265E+24	4.221E+13	3.00E+10	8.893E+77
97	1.839E-11	1.358E+74	3.188E+24	1.064E+14	3.00E+10	8.893E+77
98	1.471E-10	2.172E+75	8.034E+24	2.680E+14	3.00E+10	8.893E+77
99	1.177E-09	3.476E+76	2.025E+25	6.753E+14	3.00E+10	8.893E+77
100	9.416E-09	5.562E+77	5.102E+25	1.702E+15	3.00E+10	8.893E+77
101	7.533E-08	8.899E+78	1.286E+26	4.288E+15	3.00E+10	8.893E+77
102	6.027E-07	1.424E+80	3.239E+26	1.081E+16	3.00E+10	8.893E+77
103	4.821E-06	2.278E+81	8.163E+26	2.723E+16	3.00E+10	8.893E+77
104	3.857E-05	3.645E+82	2.057E+27	6.861E+16	3.00E+10	8.893E+77
105	3.086E-04	5.832E+83	5.183E+27	1.729E+17	3.00E+10	8.893E+77
106	<b>2.468E-03</b>	<b>9.331E+84</b>	<b>1.306E+28</b>	<b>4.356E+17</b>	3.00E+10	<b>8.893E+77</b>