El Espacio-Tiempo en Función de la Energía de CMB

¿Es posible relacionar CMB con el Efecto Casimir y Fluctuaciones de Vacío?

Dc. Alfredo Bennun.
Miembro de la Sociedad Científica Argentina.
alfr9@hotmail.com
www.alfredobennun.com.ar

Resumen

Análisis que introduce, desde la teoría de la relatividad, una relación temporal entre energía de radiación y sus coordenadas espaciales. Los fotones reliquia del CMB, tanto por numero (411 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 menor magnitud, que podrían generan las fluctuaciones del vacío.

Se sugiere que la elongación de CMB dimensionando el vacío, induce recesión entre galaxias, sin interferir con los efectos gravitacionales, que tienden a que las galaxias se atraigan entre si.

Introducción

Conversión Paramétrica a la alta (PUpC, por sus siglas en ingles), puede ser correlacionada con la configuración dual fotón-longitud de onda, en la cual dos fotones generan uno de la mitad de longitud de onda. Esto 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 3×10^{11} Hz. y 2.93×10^{8} Hz, λ desde 9.9×10^{-2} cm a 1×10^{2} cm).

Resultados

Una simulación, aplicando la función 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 de un continuo decrecimiento de la frecuencia (ν) de la energía primordial (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-loc), describen la dualidad en términos de diferencias dimensionales del espacio-tiempo, para dos configuraciones de igual energía. A partir de este tratamiento se puede verificar, que la misma energía de radiación electromagnética adquiere diferentes valores para la localización de energía cuando se dimensiona en una longitud de onda (λ) o en un fotón (γ).

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

Ecuación 1: λ/ t-λ-loc = velocidad de la luz en el vacío (c) = 2.997x10^{10} cm/seg $\therefore$
λ/ c = t-λ-loc = 3.389x10^{-43} seg, que también resulta de: 1/ ν

Ecuación 2: Para una partícula (t-p-loc) o γ: $2r$ / t-γ-loc = c y
$2r$ / c =5.39121x10^{-44} seg. El mismo valor resulta de: $(hG/2\pi c^5)^{1/2}$
(G= constante gravitacional).

Para E_{pl}: λ/γ =3.389x10^{-43} seg / 5.39x10^{-44} seg = 2π $\therefore$ t-λ-loc / 2π = t-λ-loc
Reemplazando en la ecuación 2: $2r$ / t-λ-loc / 2π = c

Los términos en las ecuaciones 1y 2 = c $\therefore$
λ / t-λ-loc = $2r$ / t-λ-loc / 2π y entonces λ= $2r$ x 2π $\therefore$ teóricamente:
λ / 4π = 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=1.0692068×10^{13} cm^5 / MeV.s^4, ∇ =4.1356674×10^{-21} MeV.s/2π y c =2.9979246×10^{10} cm/s, 3.40528×10^{-12} MeV s^2 cm^{-2}) están relacionadas con la masa Planck como se demuestra:

$\sqrt{\frac{\hbar c}{G}} = m_P$ =2.17645×10^{-5}g 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-γ-loc = c y la otra por r_U / t_U = c $\therefore$

Ecuación 5:

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

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 inter-dimensionadamente 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 (γ), se puede aplicar para obtener el valor Compton o lambda para fotones (λ_γ) = λ / 2π.

Entonces, λ_γ para el valor de λ de E_{pl} = $1.016\text{x}10^{-32}$ y dividiendo por 2π = $1.616\text{x}10^{-33}$ cm o Largo de Planck.

Lo que precede indica que Δt-λ-loc y el volumen de localización (Δvol-λ-loc), se puede utilizar para determinar cambios del espacio-tiempo en la configuración de los fotones [1].

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

Además, de la ultima emerge la *ecuación 4*: ΔE x Δt-λ-loc = Constante de Planck: $h = 4.135701\text{x}10^{-21}$ MeVxH_z^{-1}

Se puede mostrar que -ΔE, 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) [2,3], se puede

esperar que produzca cambios en *t*-λ-loc y en *vol*-λ-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 [(4)]. 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 [(5)]. La capacidad del CMB para reaccionar en la dirección de Conversión Paramétrica a la alta, (PUpC) [(3)], permite súperimposición de dos fotones. Si, a cada uno le corresponde un volumen $V_{\lambda c\text{-loc}} = 2.47\text{x}10^{-3}$ cm^3 multiplicado por 2, el volumen total seria = $4.92\text{x}10^{-3}$ cm^3. Este volumen, convergiría en uno del doble la energía, o sea, $V_{\lambda c\text{-loc}} = 3\text{x}10^{-4}$ cm^3. Este efecto, permite decrecer el volumen de los fotones reactantes a 1/16. Esta contracción del volumen CMB vacuum produce el acercamiento entre las placas. 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 placas que son transparentes al CMB, se puede esperar de tener el efecto de excluir el CMB del espacio entre las placas. Luego, pegando platos opacos a los transparentes se prevendría la reentrada del CMB al espacio delimitado por las placas. 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 seria debido a una energía virtual u oscura [(4)]. 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 [(6,7,8)]. Acorde a la ecuación 1, un decrecimiento en la velocidad de la luz tiene que implicar un decrecimiento concomitante de λ y/o un incremento en *t*-λ-loc. Luego, un decrecimiento de λ debe excluirse, ya que implica un incremento de la emergía, el efecto dominante seria un gran incremento de *t*-λ-loc. La estructura termodinámica en el locus del confinamiento, daría lugar en el espacio-tiempo, a que los parámetros de espacio-tiempo y energía de los fotones se desacoplaran. Esto, permitiría delocalización de la energía desde su locus como fotón, al medio de confinamiento. Esta pérdida de energía agranda el fotón dentro de la estructura del medio, que si es quasi cristalina, permite que el fotón quede atrapado en el latice o matriz estructural del medio de confinamiento.

Discusión

El muy bajo valor para la energía promedio de la distribución de los fotones CMB de cuerpo negro en el vacío = 2.35 x 10^{-4} eV, predice que tendrá efectos mínimos sobre átomos. Estos son del mismo orden que los observados cuando se mide efectos atribuidos al vacío sobre átomos [9], sin tener en cuenta que el vacío puro, o sistema aislado, no fue el estudiado. Ya que estaría por determinarse si el vacío esta configurado por CMB o si por estar ocupado por este, tiene propiedades caracterizables como diferenciadoras entre vacío y CMB ocupado vacío.

PDC y PUpC, cambiando $n\gamma$ y los valores dimensionales del CMB, pueden ser una fuente para las fluctuaciones de vacío.

Los valores estándar del numero de fotones del CMB ($n\gamma$) = 3.79 x 10^{87} multiplicado por su $V_{\lambda c\text{-loc}}$ = 2.47x10^{-3} cm^3 = 9.3 x 10^{84} 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 emergía 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 cm^3, este puede tener el efecto dominante.

Experimentalmente, han sido reportadas 160 veces de intra-conversiones espontáneas [2,3] entre conversiones paramétricas a la baja y a la alta.

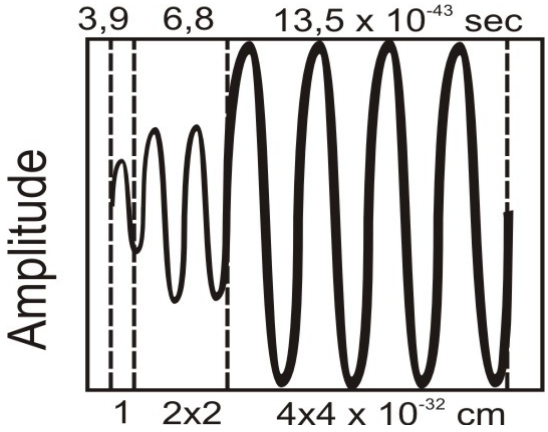
Si PDC y PUpC llegan al equilibrio en las intra-conversiones del CMB, puede ser muy difícil de detectar cambios significativos en el espectro del CMB de la distribución de la energía de cuerpo oscuro (longitudes de onda desde aproximadamente 5 x 10^{-1} cm hasta menores a 2 x 10^{-1} cm). En cambio, 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 [2,3], 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 fotónico del espacio-tiempo.

t*-λ-*Loc



PDC: $((\boldsymbol{n}\gamma_{\mathbf{in}} \times 2) \times (2\lambda_{\mathbf{in}}))^{n-1}$

Los valores usados son aproximaciones: Para la emergía total de un universo auto-contenido=1.7 x 10^{82} MeV dividido por E_{pl} = numero inicial de fotones ($n\gamma_{in}$) = 1.4 x 10^{60}. Las coordenadas espacio-temporales de E_{pl} por la ecuación 1: λ/ *t*-λ-loc, o 1 x 10^{-32}cm / 3.39 x 10^{-43} seg. Aplicando PDC $((\boldsymbol{n}\gamma_{\mathbf{in}} \times 2) \times (2\lambda_{\mathbf{in}}))^{n-1}$ indica que, un fotón genera dos de la mitad de energía, además, también dobla sus valores de λ y *t*-λ-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 x 10^{-1} cm/ 1.76 x 10^{-11} seg. El volumen Compton para la localización de λ_c ($V_{\lambda c\text{-loc}}$)= (4/3) π $(\lambda_c)^3$ para E_{pl} = 1.772 x 10^{-98} cm^3, que multiplicado por, $n\gamma_{in}$1.4 x 10^{60} = 2.48 x 10^{-38} cm^3, o el volumen cósmico inicial fotónico.

Conclusión

Luego de la separación de fuerzas, el periodo inflacionario tiene que ser calculado desde E_{pl} *t*-λ-loc de 3.39 x 10^{-43} seg hasta *t*-λ-loc= 1.456 x 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 en forma radiante. Para 10^{-33} seg, corresponden a una localización de energía hacia fotones de no menos energía que aproximadamente 2.84 x 10^{12} MeV. Sobre el final

de la era inflacionaria, el desdoblamiento cósmico, a través del numero y dimensión de estos fotones, llevo a un universo de radio 2.33 x 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 fotónico puede proveer simulaciones basadas en diferentes valores. La transferencia de fotones para la generación de energía oscura y materia ordinaria, mantiene constante $n\gamma$ (número de fotones) en la simulación (tabla de simulación adjunta), desde el estadio 56 hasta el 70, donde crece hasta el presente $n\gamma$ del CMB= 3.7 x 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 $t_{\lambda\text{-}loc}/2\pi=t_{\lambda c}=t_{\gamma\text{-}loc}$ Particle: (-□E).(□$t_{\gamma\text{-}loc}$)=$h/2\pi$ Wave: (-□E).(□$t_{□\text{-}loc}$)=h Expansion: -□E)/2.□$t_{\gamma\text{-}loc}$),2=$h/2\pi$	Energy of □or □ wavelength $E\lambda=E$□ E□= initial*(1/2)^N [MeV]	Photon number E_T/E□=n□initial E_T=1.7E+82 MeV E□=1.22E+22MeV $n\gamma$= nγinitial□(2)^n [photons]	Time of γ localization $t_{\gamma\text{-}loc}$ [s] Factor:2	Compton Wavelength λ_c $\lambda_c=\lambda/2\pi$ [cm] Factor:2
0	**Planck Time: (t_p) = *5,394E-44s***	**1.220E+22**	**1.400E+60**	5.394E-44	1.617E-33
1	**Planck Wave: $t_{\lambda\text{-}loc}$=3.389E-43s**	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	**Electro-Strong-Weak force**	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	**Strong force dissociate**	**2.327E+16**	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	**Weak force dissociate**	**1.420E+12**	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 $t_{\lambda\text{-}loc}/2\pi=t_{\lambda c}=t_{\gamma\text{-}loc}$ Particle: (-□E).(□$t_{\gamma\text{-}loc}$)=$h/2\pi$ Wave: (-□E).(□$t_{\square\text{-}loc}$)=h Expansion: -□E)/2.□$t_{\gamma\text{-}loc}$),2=$h/2\pi$	Energy of wavelength ($E\lambda$) $E\lambda$= initial*$(1/2)^N$ [MeV]	Photon number E_T/E□=n□initial nγ $n\gamma$= nγinitial□$(2)^n$ [photons]	Time of $\lambda\gamma$ localization $t_{\gamma\text{-}loc}$ $t=\lambda\gamma/c$ [s]	Compton Wavelength λ_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	**Higgs boson**	**1.693E+05**	?	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	**Quarks: Charm**	5.291E+03	?	7.815E-25	3.728E-15
62	**Botton**	2.645E+03	?	1.563E-24	7.456E-15
63	**Proton**	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	**Up, Down, Strage**	1.653E+02	?	2.501E-23	1.193E-13
67	**Pion**	8.267E+01	?	5.002E-23	2.386E-13
68	**(Strongly**	4.134E+01	?	1.000E-22	4.772E-13
69	**interactive particles)**	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	**Electron**	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	**Nuclei formation**	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	**Formation of Atoms**	3.080E-07	1.692E+84	1.343E-14	6.404E-05
	Frontier of last dispersion	**2.585E-07**	**3.440E+84**	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	**Present Era**	**2.353E-10**	**3.780E+87**	**1.758E-11**	**8.384E-02**

# of stage (N) [ ]	Volume of λ_c localization $V\lambda_c$ $V\lambda_c=4/3\pi\lambda_c^3$ [cm^3] Factor: 8	Universe Volume V_U $V_U=V\lambda_c n\gamma$ [cm^3] Factor:16	Universe radius r_U $r_U=(V_U 3/4\pi)^{1/3}$ [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	**1.708E+82**
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 λ_c localization $V\lambda_c$ $V\lambda_c=4/3\pi\lambda_c^3$ [cm^3]	Universe Volume V_U $V_U=V\lambda_c n\gamma$ [cm^3]	Universe radius r_U $r_U=(V_U 3/4\pi)^{1/3}$ [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 (Et) [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	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
57	5.298E-47	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
58	4.238E-46	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
59	3.391E-45	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
60	2.712E-44	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
61	2.170E-43	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
62	1.736E-42	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
63	1.389E-41	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
64	1.111E-40	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
65	8.888E-40	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
66	7.110E-39	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
67	5.688E-38	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
68	4.551E-37	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
69	3.641E-36	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
70	2.912E-35	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	?
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	**2.468E-03**	**9.331E+84**	**1.306E+28**	**4.356E+17**	3.00E+10	**8.893E+77**