

Zero Point Energy and Dirac Equation, Persian translate

انرژی نقطه صفر و معادله دیراک

1- مقدمه:

انرژی نقطه صفر یا انرژی نوسان خلاء، اصطلاحاتی است که برای نوسانات تصادفی امواج الکترومغناطیسی در خلاء بکار برده می شود و این انرژی پس از حذف تمام انرژی های موجود در محیط، مشاهده می شود.

مفهوم انرژی نقطه صفر نخستین بار توسط اینشتین و اوتو استرن¹ در سال 1913 تحت عنوان "انرژی رسوبی"² یا "انرژی مبهم صفر"³ مطرح شد. همه ی پایانه های کوانتومی دارای یک مقدار انرژی نقطه صفر هستند. این اصطلاح عموماً برای حالت های کوانتومی نوسانات هماهنگی بکار می رود که در آن نوسان کننده ای وجود ندارد.

در کیهان شناختی نیز انرژی خلاء مبنای ثابت کیهان شناختی است. نمونه آزمایشی انرژی نقطه صفر مستقیماً توسط اثر کاسیمیر⁴ در مقیاس نانو مشاهده شد.⁵ یک روش برای توضیح این پدیده، استفاده از اصل عدم قطعیت مکانیک کوانتومی است که به موجب آن انرژی نمی تواند بطور مطلق صفر باشد.

در این نوشته با توجه با جابه جایی به سمت آبی گرانش و اثر مسبوئر و آزمایش پوند-ربکا، از دیدگاه میدان هیگز، با در نظر گرفتن کنش بین گرانش و فوتون، انرژی نقطه صفر توضیح داده می شود. اثر مسبوئر نشان می دهد که هنگام چابه جایی بسمت آبی گرانش، سه نوع بوزون هیگز مختلف موجب افزایش جرم فوتون می شود. این

¹ - Otto Stern

² - residual energy

³ - Nullpunktsenergie

⁴ - Casimir effect

⁵ - Casimir, H. G. B. "On the attraction between two perfectly conducting plates." *Proc. Con. Ned. Akad. van Wetensch B51* (7): 793-796 (1948).

بوزونهای هیگز بار-رنگ مثبت، بار-رنگ منفی و مغناطیس-رنگ نامیده می شوند. با توجه به این بوزونهای رنگی و معادله دیراک می توان انرژی نقطه صفر را توضیح داد.

2- فوتون و میدان گرانشی

نگرشی متفاوت به رفتار فوتون در میدان گرانش، می تواند ما را در توضیح انرژی نقطه صفر رهنمون گردد. میدانها الکترومغناطیسی اطراف یک پرتو نوری، میدانهای استاتیکی نیستند و در مقایسه با میدان گرانشی بسیار قوی ترند.

هنگامیکه یک فوتون در میدان گرانشی سقوط می کند، انرژی (جرم) آن افزایش می یابد. با توجه به $W = \Delta mc^2$ نیروی گرانشی روی فوتون کار انجام می دهد و در نتیجه جرم (انرژی) آن افزایش می یابد. اما انرژی فوتون وابسته به انرژی میدانهای الکتریکی و مغناطیسی آن است. بنابراین هنگام افزایش انرژی فوتون در میدان گرانشی، یک قسمت از کار انجام شده روی فوتون به انرژی الکتریکی و قسمت دیگر آن به انرژی مغناطیسی تبدیل می شود. چگونه می توانیم با استفاده از بوزونهای هیگز که روش جرم دار شدن ذرات را نشان می دهد، این پدیده را توجیه کنیم؟ همچنین با توجه به بوزونهای هیگز، هنگام جابه جایی بسمت آبی گرانش، این فرایند چگونه اتفاق می افتد؟

3- بار-رنگها و مغناطیس-رنگ

بسامد فوتون در میدان گرانشی طبق رابطه زیر تغییر می کند:

$$v' = v \left(1 \pm \frac{GM}{rc^2}\right) \quad \text{and} \quad v = \frac{E}{h} \quad (1)$$

علامت منفی مربوط جابه جایی به سمت سرخ گرانش (فوتون در حال فرار از میدان گرانشی است) و علامت مثبت مربوط به جابه جایی به سمت آبی (فوتون در حال سقوط در میدان گرانشی است) می باشد.

که در آن v' بسامد ثانویه، v بسامد اولیه فوتون، G ثابت جهانی گرانش، M جرم جسم (مثلاً ستاره)، r فاصله فوتون تا جسم، c سرعت نور، E انرژی فوتون و h ثابت پلانک است.

در مدتی که فوتون در حال سقوط در میدان گرانشی است، مقدار تغییر انرژی (جرم) آن برابر $\Delta E = \Delta mc^2$ است. این مقدار انرژی به سه قسمت تقسیم می شود، یک قسمت نظیر میدان الکتریکی مثبت رفتار می کند، یک قسمت نظیر میدان الکتریکی منفی رفتار می کند و یکدیگر را خنثی می کنند، زیرا فوتون از نظر الکتریکی خنثی است و قسمت سوم شبیه میدان مغناطیسی رفتار می کند.

Zero Point Energy and Dirac Equation

در نظریه مکانیک کوانتومی همه ی میدانها، کوانتومی هستند، یعنی هر میدان کوانتومی از ذراتی تشکیل می شود که نیروی آن میدان را حامل می کند. همچنین نیرو نسبت انرژی به فاصله است که طبق رابطه زیر داده می شود:

$$F = - \frac{dU}{dx} \quad (2)$$

اگر رابطه (2) را از نقطه نظر میدان کوانتومی مورد بررسی قرار دهیم، گراویتونها که حامل نیروی گرانش هستند، وارد ساختمان فوتون می شوند و انرژی آن را افزایش می دهند. در نتیجه گراویتون ناپدید شده و انرژی فوتون افزایش می یابد. بطور مشابه جابه جایی بسمت سرخ گرانش اثر معکوسی دارد، یعنی هنگام فرار فوتون از میدان گرانشی، انرژی الکترومغناطیسی به گراویتون تبدیل می شود. سوال این است که چگونه می توان این فرایند را در مقیاس زیر کوانتومی مانند ساختمان فوتون توضیح داد؟

مسئله مهم و قابل توجه دیگری، فرایند تولید ذرات مجازی است که نتیجه اصل عدم قطعیت است و از رابطه زیر به دست می آید:

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar, \hbar = \frac{h}{2\pi} \quad (3)$$

که طی آن خلاء ممکن است یک یا چند ذره با انرژی ΔE در مدت کوتاه Δt تولید کند. بنابراین هر گونه تجزیه تحلیلی باید بتواند تولید ذرات در خلاء، حتی تابش هاوکینگ در یک میدان قوی گرانشی، نظیر میدان گرانشی سیاه چاله ها را توجیه کند.

در فیزیک مدرن برای ذراتی که با سرعت نور حرکت می کنند، جرم حالت سکون صفر را صفر در نظر می گیرند. آنگاه می توان رابطه بین اندازه حرکت و انرژی یک ذره با جرم حالت سکون صفر را به صورت زیر به دست آورد:

$$\langle E \rangle = \langle |P| \rangle c \quad (3)$$

حال اجازه دهید تعریف خود را در مورد جرم حالت سکون تغییر دهیم. همچنانکه می دانیم بعضی از ذرات مانند فوتون در هیچ دستگاه لختی به حالت سکون (در شرایط سکون) قابل مشاهده نیستند. با توجه به نسبت این ذرات نیز دارای جرم هستند که از رابطه زیر به دست می آید:

$$E = mc^2 = h\nu \Rightarrow m = \frac{h\nu}{c^2} \quad (4)$$

بنابراین با دو گونه ذرات مواجه هستیم:

- برخی ذرات که در همه دستگاه های لخت با سرعت نور c حرکت می کنند، این ذرات را ذرات ${}^6N.R.$ یا ذراتی که هرگز مشمول شرایط حالت سکون نمی شوند، می نامیم.
- ذراتی نظیر الکترون که در هر دستگاه لختی همواره با سرعت v کمتر از سرعت نور ($v < c$) حرکت می کنند.

با توجه به تعریف بالا، فوتون و گراویتون ذرات NR هستند ولی الکترون ذره نامیده می شود. فرض کنیم یک فوتون با جرم NR برابر $m = \frac{h\nu}{c^2}$ و انرژی $E = h\nu$ در ارتفاع h نسبت به یک دستگاه لخت (که روی زمین قرار دارد) به طرف زمین در حال سقوط است. بسامد آن از ν به ν' افزایش می یابد. در واقع تعدادی گراویتون وارد ساختمان فوتون می شود که در نتیجه آن $\Delta\nu = \nu' - \nu$ را خواهیم داشت.

مسئله این است که چه تعداد گراویتون وارد فوتون می شود که موجب حداقل افزایش انرژی فوتون شود، یعنی اگر $\Delta\nu$ مینیمم باشد، آنگاه چه تعداد گراویتون وارد فوتون شده است؟

با توجه به بیان بالا، برای محاسبه تعداد گراویتونهایی که موجب تغییر بسامد فوتون $\Delta\nu$ (در حالت مینیمم) می شوند و خواصی که گراویتونها باید داشته باشند تا با ویژگی فوتون نیز سازگار باشد، به صورت زیر عمل می کنیم:

فرض کنیم یک فوتون با بسامد ν از تعداد n_1 ذره تشکیل شده باشد و فوتون با بسامد ν' شامل n_2 عضو باشد. توجه شود که این ذرات که ساختمان فوتون را شکل می دهند، نمی توانند یکسان باشند، زیرا باید خواص الکتریکی و مغناطیسی فوتون را بتوان توجیه کرد، لذا این ذرات متفاوتند که میدانهای متفاوت الکتریکی و مغناطیسی (اما وابسته به یکدیگر) را ایجاد می کنند. با توجه به این مطالب، ماتریس 4×1 زیر را در نظر بگیرید:

$$\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \end{bmatrix} \quad (5)$$

حال باید ضرایب A, B, C, D را طوری محاسبه کنیم که بتوانند با ویژگیهای فوتون نیز سازگار باشند. هنگامیکه گرانش روی فوتون کار انجام می دهد، گراویتونها وارد ساختمان فوتون می شوند و شدت میدان الکتریکی فوتون افزایش می یابد، اما بار الکتریکی ایجاد نمی شود، زیرا فوتون از نظر الکتریکی خنثی است. بنابراین A, B باید حامل اثر میدان الکتریکی باشند و علاوه بر آن، این آثار باید یکدیگر را خنثی کنند تا خنثی بودن فوتون را از نظر الکتریکی توجیه کنند، لذا بایستی حامل دو نوع اثر متضاد الکتریکی باشند که یکی میدان الکتریکی مثبت و دیگری میدان الکتریکی منفی را ایجاد کند. همچنین با توجه به نسبت شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی فوتون، یعنی $E = cB$ می توان نوشت:

⁶ - Never at Rest condition Particles

$$A=cH^+, \quad B=cH^-, \quad c \text{ is speed of light}$$

که در آن H^+ بار-رنگ مثبت و H^- بار-رنگ منفی است. همچنین در رابطه بالا C باید یک عدد خالص باشد که تنها نسبت دو میدان الکتریکی و مغناطیسی را از نظر تعداد ذرات تشکیل دهنده آنها نشان دهد. لذا این ضریب ثابت را با $C=\kappa$ نشان می دهیم و روابط بالا به شکل زیر خواهد شد:

$$A=\kappa H^+, \quad B=\kappa H^-, \quad \kappa \text{ is a mathematical constant}$$

هنگامیکه تعدادی H^+ وارد ساختمان فوتون می شود، شدت میدان الکتریکی مثبت فوتون افزایش می یابد. با توجه به معادلات الکترومغناطیس ماکسول، شدت میدان مغناطیسی نیز افزایش می یابد، لذا عنصر C باید اثر مغناطیسی اطراف بار-رنگهای مثبت را افزایش دهد، بهمین ترتیب D نیز باید شدت میدان مغناطیسی اطراف بار-رنگهای منفی را افزایش دهد. این دو عنصر از نظر اثر، یکسان هستند، اما از نظر جهت گردش (که با میدان الکتریکی مربوطه متناسب است) متفاوت می باشند. بنابراین با توجه به نسبت شدت میدانهای الکتریکی و مغناطیسی می توان نوشت:

$$C=H^m, \quad D=-H^m$$

بنابراین ماتریس (7) به شکل زیر در می آید که ماتریس CPH نامیده می شود:

$$[CPH] = \begin{bmatrix} \kappa H^+ \\ \kappa H^- \\ H^m \\ -H^m \end{bmatrix} \quad (6)$$

با توجه به توضیحات بالا می توانیم کوچکترین مقدار انرژی فوتون را تعریف کنیم. یک فوتون با مقدار انرژی بسیار کم (کمترین مقدار انرژی ممکن) شامل تعدادی بار-رنگ مثبت H^+ ، به همان تعداد بار-رنگ منفی H^- ، یک مغناطیس-رنگ راست گرد H^m و یک مغناطیس-رنگ چپ گرد $-H^m$ است که در ماتریس CPH نشان داده شد. این مقدار انرژی طبق حد زیر تعریف می شود:

$$\text{Minute electromagnetic energy} = (2\kappa + 2)E_{CPH} \quad (7)$$

انرژی سی. پی. اچ. (E_{CPH}) در رابطه 9 تعریف شده است.

حال در موقعیتی هستیم که برخی مفاهیم قابل اثبات را در مورد فوتون و گراویتون بیان کنیم.

4- گراویتون

بسیاری از فیزیکدانان قبول ندارند که گراویتون وجود داشته باشد و وجود آن را یکنوع خیالبافی برای توضیح گرانش می دانند. بطور صوری گراویتون را یک ذره کوانتومی برای کنش گرانشی، در میدان گرانشی می دانند که دارای اسپین 2 است که مانند سایر بوزونها حامل نیروی مربوط به خود است.

معادلات ماکسول می پذیرد که اسپین کنش الکترومغناطیسی، ذره ای با اسپین یک باشد و معادلات میدان اینشتین را نیز می توان با یک ذره با اسپین 2 توجیه کرد، اما این توجیه نیز بطور ناراحت کننده ای دقیق نیست.

بنابراین اجازه دهید بحث را با تعریف سی. پی. اچ. و بیان اصل سی. پی. اچ. ادامه دهیم، سپس ویژگیهای گراویتون بررسی قرار خواهیم داد.

5- تعریف سی. پی. اچ.

سی. پی. اچ. چیست؟ سی. پی. اچ. مخفف:

Creative Particles of Higgs or CPH

(آفرینش ذرات از هیگز یا سی. پی. اچ.)

است و یک یک واحد هستی در طبیعت است که سازنده (سنگ بنای) سایر ذرات موجود در جهان می باشد. بنابراین سی. پی. اچ. به بنیادی ترین ذره ی موجود در طبیعت اشاره می کند. لازم به تذکر است که این تعبیر به معنای اینکه سی. پی. اچ. یک ذره است، نمی باشد. بلکه استفاده از کلمه ذره برای سی. پی. اچ. به این دلیل است که واژه ی دیگری برای آن یافت نشد.

سی. پی. اچ. یک ذره با NR جرم m_{CPH} است که همواره با مقدار سرعت ثابت $V_{CPH} > c$ نسبت به همه دستگاه های لخت حرکت می کند که در آن C سرعت نور است. با توجه به رابطه نسبیتی جرم - انرژی، جرم NR سی. پی. اچ. طبق رابطه (11)، با استفاده از جرم NR فوتون، به صورت زیر تعریف می شود:

$$m_{CPH} < m = \frac{h\nu}{c^2} \quad \forall \nu, \quad V_{CPH} > c \quad (8)$$

رابطه جرم NR و انرژی سی. پی. اچ. نیز به صورت زیر ارائه می شود:

$$\langle E_{CPH} \rangle = \langle P_{CPH} \rangle V_{CPH} = \text{constant} \quad (9)$$

رابطه (9) نشان می دهد، در هر کنش بین دو سی. پی. اچ. (یا بیشتر) و یا سایر ذرات، انرژی سی. پی. اچ. تغییر نمی کند، بنابراین مقدار V_{CPH} کاهش نمی یابد و با کاهش مقدار سرعت انتقالی، اسپین کسب می کند. به بیان دیگر در هر دستگاه لخت و مختصات کارتزین خواهیم داشت:

$$|V_{CPH}(x)| + |V_{CPH}(y)| + |V_{CPH}(z)| = |V_{CPH}|, \quad \text{CPH has no spin} \quad (10)$$

$$|V_{CPH}(x)| + |V_{CPH}(y)| + |V_{CPH}(z)| < |V_{CPH}|, \text{ CPH has spin} \quad (11)$$

When a CPH has spin, it calls a graviton

به طور فشرده، گراویتون بدون اسپین، سی. پی. اچ. نامیده می شود.

اگر:

$$|V_{CPH}(x)| + |V_{CPH}(y)| + |V_{CPH}(z)| \geq c$$

باشد، آنگاه هیچ اختلافی بین فرمیون و بوزون وجود ندارد، در این حالت، سی. پی. اچ. نیروی گرانش را حمل می کند و مانند فرمیون رفتار می کند. بنابراین در چنین حالتی فقط بار-رنگها وجود دارند.

اگر:

$$|V_{CPH}(x)| + |V_{CPH}(y)| + |V_{CPH}(z)| \leq c$$

آثار مغناطیسی ظاهر می شود.

برای سایر ذرات، نظیر الکترون همواره:

$$|V_{CPH}(x)| + |V_{CPH}(y)| + |V_{CPH}(z)| < c$$

است که در چنین حالتی سایر بوزونها پدیدار می شوند. برای مثال به تولید و واپاشی زوج الکترون-پوزیترون توجه کنید که قبل از تولید زوج، تنها انرژی (فوتون) وجود دارد. اما پس از تولید زوج، یک الکترون (فرمیون) و یک پوزیترون (پاد فرمیون) و فوتون مجازی که بوزون است و نیروی الکتریکی بین آنها را حمل می کند، وجود دارد. بنابراین می توان نوشت:

$$|V_{CPH}(x)| + |V_{CPH}(y)| + |V_{CPH}(z)| < c \quad (12)$$

Spontaneous Symmetry Breaking has occurred.

با توجه به اینکه هنگامیکه سی. پی. اچ. دارای اسپین است، گراویتون نامیده می شود، لذا فضا انباشته از سی. پی. اچ. است. هنگامیکه چگالی سی. پی. اچ. در فضا افزایش می یابد، فاصله آنها کاهش می یابد، آنگاه سی. پی. اچ. ها یکدیگر را احساس و با هم کنش می کنند.

فرض کنیم دو سی. پی. اچ. در جهت محور x ها حرکت می کنند و یکدیگر را جذب می کنند، لذا مسیر آنها تغییر می کند، بدون آنکه از مقدار سرعت V_{CPH} کاسته شود. با در نظر گرفتن رابطه (12) می توانیم عملگر $R_z(\Delta\phi)$ را ارائه دهیم که سی. پی. اچ. را با زاویه $\Delta\phi$ حول محوری همجهت با x (در راستای محور Z یا y) به

دوران در آورد. همچنین می توانیم $T_z(\Delta\varphi)$ را ارائه دهیم که سی. پی. اچ. را در فضای اسپینی با زاویه $\Delta\varphi$ به دوران در می آورد. یعنی سی. پی. اچ. حول محوری موازی با محور X که از مرکز آن می گذرد، به دوران در می آید و دارای اسپین خواهد شد، پس می توان نوشت:

$$T_z(\Delta\varphi) = \exp\left(-\frac{is_z\Delta\varphi}{\hbar}\right) \quad (13)$$

بنابراین با توجه به توضیحات بالا، دو سی. پی. اچ. یکدیگر را به دوران در می آورند و نمی توانند دارای یک جهت دوران (اسپین) باشند. این دو سی. پی. اچ. در دو جهت مخالف حرکت اسپینی خواهند داشت، اگر بار-رنگ مثبت دارای اسپین بالا باشد، بار-رنگ منفی دارای اسپین پایین خواهد بود.

6- اصل سی. پی. اچ

سی. پی. اچ. یک مقدار بسیار کوچک انرژی با جرم $m_{CPH} NR$ است که با مقدار سرعت ثابت $V_{CPH} > c$ نسبت به همه دستگاه های لخت حرکت می کند. بنابراین در هر کنشی بین سی. پی. اچ. و سایر ذرات موجود در محیط، لختی دورانی \mathbf{I} سی. پی. اچ. ظاهر می شود که موجب اسپین دار شدن آن می گردد و مقدار سرعت سی. پی. اچ. ثابت باقی می ماند. به طوریکه خواهیم داشت:

$$\nabla V_{CPH} = 0, \text{ in all inertial reference frames and any space}$$

در رابطه بالا V_{CPH} مقدار سرعت (اسکالر) منظور شده است. بر اساس اصل سی. پی. اچ.، نسبت به دستگاه لخت، هر سی. پی. اچ. دارای دو نوع انرژی است که از حرکت آن ناشی می شود. یکی انرژی انتقالی و دیگری انرژی اسپینی. در فیزیک مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی پایانه را با استفاده از معادله هامیلتونی نشان می دهند. به همین ترتیب و با استفاده از هامیلتونی، انرژی کل هر سی. پی. اچ. را به صورت مجموع انرژی انتقالی و انرژی اسپینی آن نشان می دهیم که به صورت زیر ارائه می شود:

$$E_{CPH} = T + S \quad (14)$$

که در آن T انرژی انتقالی و S انرژی اسپینی سی. پی. اچ. و مجموع آنها مقداری ثابت و برابر $E_{CPH} = \text{constant}$ است. از طرف دیگر سی. پی. اچ. ها با ترکیب با یکدیگر تولید انرژی می کنند و انرژی نیز به ماده و پاد ماده تبدیل می شود، بنابراین همه چیز در جهان از سی. پی. اچ. ساخته می شود.

7- سی. پی. اچ. و گروه دوری

همچنانکه در بخش سه توضیح داده شد، گراویتونها در کنش با یکدیگر به بار-رنگها و مغناطیس-رنگ تبدیل می شوند. همچنین هنگامیکه سی. پی. اچ. دارای اسپین است، گراویتون نامیده می شود. با توجه به این مطالب می توانیم، با استفاده از تعریف گروه دوری، گروه های دوری تولید شونده توسط گراویتون را تعریف کنیم:

میدان الکتریکی یک گروه دوری $G\langle g \rangle$ است که توسط گراویتون تولید می شود و به صورت زیر ارائه می گردد:

$$G\langle g \rangle = \{nH^+, nH^- \mid n \in Z\} \quad (15)$$

فرض کنیم 2κ بار-رنگ $(\kappa H^+, \kappa H^-)$ با یکدیگر ترکیب شده و در فضا در حرکت هستند. بنابراین دو میدان الکتریکی، یکی با علامت مثبت و دیگری با علامت منفی در فضا در حال انتشار است. در اطراف هر یک از این میدانها، یک میدان مغناطیسی ایجاد می شود که با در نظر گرفتن علامت میدانهای الکتریکی، جهت میدانهای مغناطیسی ایجاد شده نیز متفاوت است ولی عناصر یکسانی دارند. بنابراین می توان گروه دوری زیر را ارائه کرد:

$$G\langle g \rangle = \{kH^m \mid k \in Z\} \quad (16)$$

با توجه به گروه های تولید شده در بالا و ماتریس سی. پی. اچ. و رابطه (9)، می توانیم انرژی نقطه صفر را توضیح دهیم.

7 ذرات باردار از دیدگاه نظریه سی. پی. اچ.

همان طور که در بالا توضیح داد شد، گراویتون تولید کننده بار-رنگ و مغناطیس رنگ است، و فوتون از بار-رنگها و مغناطیس رنگها ساخته شده است. در حالت کلی انرژی E یک فوتون از رابطه زیر به دست می آید:

$$E = n(2\kappa + 2)m_{CPH}c^2 \quad (17)$$

که در آن n یک عدد طبیعی، m_{CPH} جرم سی. پی. اچ. و κ در رابطه (7) تعریف می شود. در حالت کلی یک فوتون از دو قسمت تشکیل می شود:

1- یک قسمت شامل تعدادی بار-رنگ منفی و مغناطیس-رنگ است. مغناطیس رنگ با ایجاد یک میدان مغناطیسی، بار-رنگهای منفی را در محدوده ای از فضا محصور می کند و مانع از خروج آنها می شود. این بار-رنگهای منفی یک میدان الکتریکی منفی تشکیل می دهند. اگر کمترین مقدار باررنگهای منفی

و مغناطیس-رنگ را که میدان الکتریکی منفی و میدان مغناطیسی وابسته به آن را تشکیل می دهد با \langle نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$\langle = (\kappa H^-, -H^m) \quad (18)$$

2- قسمت دوم فوتون شامل بار -رنگ های مثبت و مغناطیس رنگ است. در مورد بار-رنگ های مثبت و مغناطیس -رنگ وابسته به آن نیز مانند حالت قبل، با انتخاب \triangleright خواهیم داشت:

$$\triangleright = (\kappa H^+, +H^m) \quad (19)$$

علامت مثبت و منفی در مغناطیس -رنگ ها، یعنی $(-H^m), (+H^m)$ مربوط به جهت جریان های مغناطیسی اطراف بار-رنگ ها است. در واقع تنها یک نوع مغناطیس -رنگ در ساختمان فوتون وجود دارد. بنابراین، در حالت کلی یک فوتون را می توان به صورت زیر نشان داد:

$$n|\langle\rangle + n|\triangleright\rangle = |E\rangle \quad (20)$$

از طرف دیگر، رابطه دیراک در مورد مجموع انرژی به صورت زیر داده می شود:

$$E^2 = \left(\alpha_0 m c^2 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j c p_j \right)^2 \quad (21)$$

حال اگر مقدار انرژی را از رابطه (20) در رابطه (21) جایگزین کنیم، خواهیم داشت:

$$E^2 = (n|\langle\rangle + n|\triangleright\rangle)^2 \quad (22)$$

اگر از دو رابطه (21) و (22) جذر بگیریم، خواهیم داشت:

$$E = \pm \sqrt{\alpha_0 m_0 c^2 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j c p_j} \quad (23)$$

$$E_- = - \sqrt{\alpha_0 m_0 c^2 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j c p_j} = n \langle = n(\kappa H^-, -H^m) \quad (24)$$

$$E_+ = + \sqrt{\alpha_0 m_0 c^2 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j c p_j} = n \triangleright = n(\kappa H^+, +H^m) \quad (25)$$

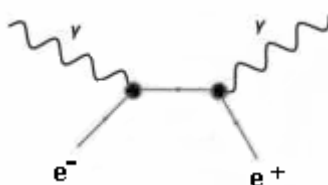
رابطه (24) الکترون و رابطه (25) پوزیترون را نمایش می دهد که در فرایند تولید زوج ایجاد می شوند. برای درک سازوکار این فرایند به واپاشی زوج توجه کنید. فرض کنیم یک الکترون و یک پوزیترون در فاصله d ، همدیگر را جذب می کنند و با یکدیگر ترکیب شده و دو فوتون ایجاد می شود. با توجه به روابط (24) و (25) می توان نوشت:

$$E_- = n \triangleleft = n(\kappa H^-, -H^m)$$

$$E_+ = n \triangleright = n(\kappa H^+, +H^m)$$

پس از ترکیب زوج الکترون و پوزیترون، هیچ اثر الکتریکی مشاهده نمی شود و فوتون های تولید شده از نظر الکتریکی خنثی هستند، بنابراین خواهیم داشت:

$$n \triangleleft + n \triangleright = \gamma + \gamma \quad (26)$$



شکل 2: واپاشی زوج، الکترون و پوزیترون به دو قسمت تقسیم و با هم ترکیب شده و دو فوتون تولید می شود

در این فرایند هر یک از ذرات (الکترون و پوزیترون) به دو قسمت تقسیم شده، هر قسمت از یک ذره با یک قسمت از ذره دیگر ترکیب می شود، در نتیجه دو فوتون تولید می شود (شکل 2). معمولاً در فیزیک مدرن عادت شده که این فرایند را تنها به عنوان درستی رابطه $E=mc^2$ تعبیر کنند، در حالی که واقعیت این پدیده به این صورت است که الکترون و پوزیترون، تقسیم شده و دو باره با هم ترکیب می شوند. یعنی:

$$n \triangleleft + n \triangleright = \left(\frac{n}{2} \triangleleft + \frac{n}{2} \triangleright\right) + \left(\frac{n}{2} \triangleleft + \frac{n}{2} \triangleright\right) = \gamma + \gamma \quad (27)$$

فوتونهای تولید شده، از نظر الکتریکی خنثی هستند و حامل دو میدان الکتریکی و مغناطیسی می باشند. خنثی شدن دو ذره با بار الکتریکی متضاد و تبدیل آنها به دو فوتون، تنها در صورتی امکان پذیر است که این ذرات هنگام تبدیل به انرژی، تقسیم شوند و قسمت های تقسیم شده با یکدیگر ترکیب شوند. تاکنون هیچ فرایندی مشاهده نشده که در آن یک ذره ی باردار (مثلا الکترون) به انرژی تبدیل شود، زیرا با قانون بقای بار مغایرت دارد. قانون بقای بار نه تنها در تولید و واپاشی زوج برقرار است، بلکه در ساختمان فوتون که تولید کننده ی دو بار متضاد است نیز برقرار می باشد.

یک نگاه کلی به مباحث مطرح شده در بالا نشان می دهد که انرژی الکترومغناطیسی (فوتون) در میدان گرانشی تغییر می کند. انرژی به ذره و پادذره تبدیل می شود، بنابراین می توان نتیجه گرفت که میدان گرانشی، یا به عبارت دیگر گراویتونها (که حالت خاصی از سی. پی. اچ. هستند) تولید کننده ی همه ی ذرات / اجسام موجود در جهان است. حال در موقعیتی هستیم که به بررسی و نحوه ی تولید بوزونها پردازیم. با این بررسی خواهیم دید که منشا تولید بوزونها فرمیونها هستند و مواد تشکیل دهنده ی بوزونها نیز سی. پی. اچ. ها می باشند.

8 - انرژی نقطه صفر

فضا انباشته از گراویتون است و گراویتونها عنصر اساسی و عامل تولید کننده انرژی هستند. هیچ نقطه ای از فضا تهی از آثار گرانشی نیست. بنابراین در هر نقطه از فضا امکان تولید انرژی وجود دارد. گراویتونها بار-رنگها را ایجاد می کنند، بار-رنگهای متحرک نیز خود عامل ایجاد میدانهای مغناطیسی اطراف خود هستند که مواد اولیه آنها نیز گراویتون است و در همه ی نقاط فضا وجود دارد. اما میزان تولید انرژی الکترومغناطیسی در فضا، تابع چگالی گراویتون $\rho(g)$ موجود در فضا است. لذا تولید انرژی در فضا برابر انتگرال روی فضا، نسبت به چگالی گراویتون است، یعنی:

$$E = \iiint_V \rho(g) dx dy dz \quad (28)$$

اگر روابط (4) و (9) را با هم ترکیب کنیم، آنگاه می توانیم مکانیزم تولید انرژی نقطه صفر را توضیح دهیم. تعدادی گراویتون با جرم $m_{CPH} NR$ به بار-رنگها تبدیل می شوند و دو میدان الکتریکی با علامت مختلف تشکیل می شود. این میدانها یکدیگر را خنثی می کنند. اما بار-رنگهای مثبت یکدیگر را دفع می کنند و همین فرایند در مورد بار-رنگهای منفی نیز وجود دارد. بنابراین هنگامیکه شدت میدانهای الکتریکی مثبت و منفی به قدری افزایش می یابد که فاصله بین بار-رنگها چنان کاهش می یابد که دیگر بار-رنگهای مختلف علامه نمی توانند با ترکیب خود مانع از فرار بار-رنگها شوند، میدانهای مغناطیسی اطراف آنها ایجاد می شود و مانع فرار بار-رنگها می گردد. میدانهای مغناطیسی ایجاد شده موجب نگاه داری بار-رنگهای همنام در کنار یکدیگر است. این

مکانیزم که بار-رنگهای همنام را در کنار یکدیگر نگاه می دارد، با استفاده از شعاع لارمور⁷ (شعاع ژيرو یا شعاع سیکلوترون)⁸ که بوسیله رابطه زیر داده می شود، قابل توجیه است:

$$r_g = \frac{mv_{\perp}}{|q|B} \quad (29)$$

که در آن r_g شعاع ژيرو، m جرم ذرات بار دارد، v_{\perp} سرعت اجزای عمود بر میدان مغناطیسی، q بار ذرات بار دار و B شدت میدان مغناطیسی است. در اینجا می توان با استفاده از شدت میدان الکتریکی موجود در ساختمان فوتون، معادل بار الکتریکی را چنان انتخاب کرد که بتواند چنین شدتی را ایجاد کند.

هرچند رابطه (29) برای ذرات بار دار در یک میدان مغناطیسی یکنواخت تعریف شده است، اما با تغییر بار-رنگهای موجود در ساختمان فوتون، با تغییر تعداد مغناطیس - رنگها، شدت میدان مغناطیسی نیز تغییر می کند و مانع واپاشی بار-رنگها می شود.

در مکانیک کوانتومی، یک صفحه ی موج با اسپین مشخص نشان دهنده یک میدان عمومی است که برای فوتون با یک حالت اسپین ساده یک تابع موج فضایی است. فوتونی را در نظر بگیرید که در جهت محور X ها در حال حرکت است. بنابراین در هر نقطه ای مانند X، یک اندازه حرکت با فوتون همراه است. بنابراین برای هر یک از اجزای تشکیل دهنده فوتون نیز با سرعت خطی فوتون در حرکت است.

9- تابش هاوکینگ

در ساده ترین توضیح، طبق تابش هاوکینگ انرژی تولید شده در خلاء در افق رویداد سیاه چاله ها موجب تولید ذرات و پاد ذرات می شود. یکی از این ذرات به داخل سیاه چاله سقوط می کند و دیگری قبل از آن که توسط سیاه چاله جذب شود، فرار می کند. در نتیجه این فرایند، مشاهده می شود که سیاه چاله در حال تابش ذرات است. چگونه می توان تابش هاوکینگ را با استفاده از روابط (27) و (28) توضیح داد؟ برای حل این مسئله باید توجه داشت که:

- چگالی گراویتون در اطراف سیاه چاله بسیار زیاد است.
- گراویتونها به سرعت تبدیل به انرژی می شوند.
- معادله دیراک فرایند تولید ذرات و پاد ذرات را توجیه می کند.

⁷ - Larmor

⁸ - gyroradius or cyclotron radius

با توجه به چگالی بالای گراویتون در اطراف سیاه چاله، در افق رویداد، فوتونهای پر انرژی تولید می شود که به تولید زوج می انجامد.

در اطراف سیاه چاله n به سرعت رشد (رابطه 20) می کند و E^2 با مجموع انرژی ذره و پاد ذره قابل مقایسه خواهد شد. تنها مسئله ای که باید توضیح داده شود، بقای اندازه حرکت است. با توجه به کنش بین فوتون و ذرات موجود در افق رویداد که به علت چگالی بالای گراویتون، چنین ذراتی دارای جرم قابل توجه خواهند بود، لذا در برخورد فوتونهای پر انرژی با این ذرات، شرایط برای بقای اندازه حرکت وجود دارد و فرایند تولید زوج به سهولت انجام پذیر است.

برای مطالعه بیشتر به سایت سی. پی. اچ. مراجعه فرمایید:

<http://cph-theory.persiangig.com>

<http://cph-theory.persiangig.com/cphtheory.htm>

H. Javadi^a and F. Forouzbakhsh^b

*a, Invited professor of Faculty of Science at Azad Islamic University in Tehran campuses.,
Tehran, Iran*

Javadi_hossein@hotmail.com

*b Academic Researcher, Office of the Vice Chancellor for Research and Technology
University of Tehran., Tehran, Iran*

fforouz@ut.ac.ir

References;

- 1- Richard Cushman. and. Wilberd van der Kallen. (2005) 'A new interpretation for the mass of a classical relativistic particle', Elsevier Journal, Physics Letters Volume 24, Issue 3, May 2006, Pages 230-234
- 2- Ravindran V. (2006) 'Higher-order threshold effects to inclusive processes in QCD', Elsevier Journal, Physics Letters B, Available online 11 July 2006
- Perelstein M. (2006) 'Little Higgs models and their phenomenology', Elsevier
- 3- Journal, Progress in Particle and Nuclear Physics, Available online June 2006
- 4- Gupta G. P. and. Lal K. C.(1971) 'On the equivalence of gravitational red shift and temperature shift in the Mossbauer effect', Elsevier Journal, Physics Letters A Volume 36, Issue 5, September 1971, Pages 421-422
- 5 - Peter S. Riseborough , E-book , Advanced Quantum Mechanics March 14, 2007
- 6- Stefan Waner, E-book, Introduction to Differential Geometry & General Relativity
4th Printing January 2005

Zero Point Energy and Dirac Equation

7- <http://www.daviddarling.info/encyclopedia/C/Casimir.html>

8- * advanced string theory <http://superstringtheory.com/basics/basic3a.html>

9- F. Smarandache, V. Christianto, Fu Yuhua, R. Khrapko, J. Hutchison, E-book, *Unfolding the Labyrinth: Open Problems in Physics*, (University of Microfilm International)