چگالی نیروی الکترومغناطیسی در محیط دی الکتریک مغناطیسی در مراتب بالاتر

سمیرا احمدی[۱]، مجتبی یعقوبی[۱]، صدیقه محمدی[۱]، سجاد گنجی زاده[۱]

[۱]دانشگاه آزاد آیت الله آملی، Samira66ahmadi@yahoo.com

چکیده

بیش از یک قرن، فیزیکدانان برای دستیابی به فرم کلی و منحصربفرد چگالی نیرو یک میدان الکترومغناطیسی در یک محـیط تحقیـق و جستجو کرده اند. معادلات موجود این کمیت¬ها توسط مینوفسکی، لاب و انیشتین، آبراهام و هلمهولتز بدست می آید که باهم متفاوت بودند نظیر پیش بینی های متفاوت در بعضی موقیعت های خاص. دراین مقاله، یک بیان ساده برای چگالی نیروی الکترومغناطیسـی، درمحیط دی الکتریک مغناطیسی را محاسبه می کنیم، این نتایج از طریق میانگین گیری میکروسـکوپی از چگـالی نیـروی لورنتسـی محاسبه می شود.

واژه های کلیدی

چگالی نیروی الکترومغناطیسی، محیط دی الکتریک مغناطیسـی، تانسور انرژی تکانه

مقدمه

اولین مدل شناخته شده نظری برای بررسی نیروی الکتروستاتیک در یک محیط، توسط ون هلمهولتز ارائه شده است، از آن زمان تا کنون مدل های نظری زیادی برای بررسی اثر میدان استاتیک و غیر استاتیک روی محیط معرفی شده اند که دو روش معروفتر از سایر روشهاست: روش مینوفسکی[1] و روش آبراهام [2] این دو مدل برای چگالی نیرو در حالت های خاص با هم توافق ندارند و که حاصل آن یک بحث و جدل علمی به مدت یک قرن بوده است .در این دو روش از نیروهای تغییر شکل الکتریکی و مغناطیسی صرف نظر می شود[3,4] و یک سال بعد، مدلی توسط اینشتین و لاب[5] ارائه گردید که نیروهای تغییر شکل را نیز به حساب می آورد ولی معلوم شد که با تجربه سازگار نیست [6] نیرو از طریق یک میدان الکتریکی $\vec{e}$ و یک میدان مغناطیسی $\vec{b}$ روی بار الکتریکی $\vec{q}$ با سرعت $\vec{v}$ با معادله لورنتس $\vec{F}_L = q\vec{e} + q\vec{v}\times\vec{b}$ بدست می آید و با استفاده از این رابطه می توان چگالی نیرو در در محیط دی الکتریک مغناطیسی در مراتب بالاتر را بدست آورد..

چگالی بار و جریان الکتریکی

معادلات ماکسول میکروسکوپی

$$\nabla.\vec{b} = 0 \qquad (۱)$$

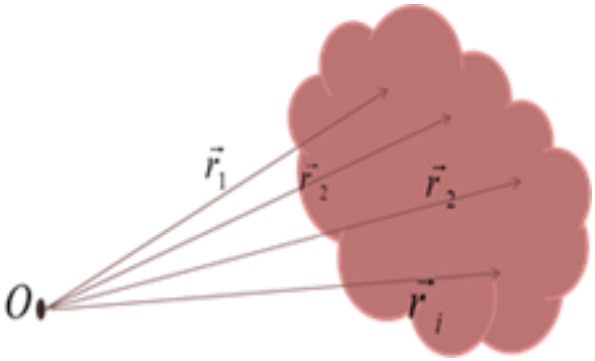
$$\nabla.\vec{e} = \varepsilon_0\xi \qquad (۲)$$

$$\frac{1}{\mu_0}\nabla\times\vec{b} = \varepsilon_0\dot{\vec{e}} + \vec{j} \qquad (۳)$$

$$-\nabla\times\vec{e} = \dot{\vec{b}} \qquad (٤)$$

چگالی نیروی لورنتسی:

$$\vec{f}_{mic} = \xi\vec{e} + \vec{j}\times\vec{b} \qquad (۵)$$



شکل ۱: محیط دی الکتریک

اگر محیط را بصورت یکسری بارهای نقطه ی در نظر بگیریم شکل (۱)، چگالی بار الکتریکی و چگالی جریان الکتریکی می شود[۷] :

$$\xi = \sum_i q_i\,\delta(\vec{r} - \vec{r}_i) \qquad (۶)$$

$$\vec{j} = \sum_i q_{i\vec{r}_i}\,(\vec{r} - \vec{r}_i) \qquad (۷)$$