

Polarización debido a modelos de electrodinámica no lineal en una esfera cargada

Simón Fonseca^{1*}, Francisco Jara-Lobo², Natalia Moreira¹, Leonardo Balart¹

¹Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

²Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

*s.fonseca03@ufromail.cl

Introducción

Aparte del modelo de electrodinámica no lineal de Born-Infeld [1], se han propuesto otros similares (por ejemplo, Refs. [3-6]). Estos modelos permiten estudiar, entre otras propiedades, los efectos de la polarización del vacío [7]. Por su parte, en la Ref. [2] se consideró el modelo de Born-Infeld para obtener una expresión para el campo eléctrico entre las placas de un capacitor esférico. En la Ref. [8] se propuso una expresión para el trabajo debido a los efectos de la polarización del vacío del modelo de Born-Infeld, en el contexto de la termodinámica de los agujeros negros.

En este trabajo consideramos los modelos mencionados para calcular la polarización del vacío en una esfera cargada usando la electrodinámica. Adicionalmente, proponemos una expresión para calcular el trabajo debido a la polarización y la comparamos con la expresión dada en la Ref. [8].

Desarrollo

Para una superficie esférica de radio R con carga Q , consideramos 5 modelos de electrodinámica no lineal: Born-Infeld, Euler-Heisenberg, doble logaritmo, Soleng y Mazharimousavi. Procedemos utilizando la expresión $\mathbf{P} = \mathbf{D} - \epsilon_0 \mathbf{E}$, donde \mathbf{P} es la polarización, \mathbf{D} es el desplazamiento eléctrico y \mathbf{E} el campo eléctrico que se obtiene siguiendo el procedimiento de la Ref. [2]. Para cuatro de los modelos se encuentran polarizaciones cuyas expansiones para $b \rightarrow \infty$ tienen la forma:

$$P = A_1 \left(\frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0} \right)^3 \frac{\epsilon_0}{b^2} + A_2 \left(\frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0} \right)^5 \frac{\epsilon_0}{b^4} + A_3 \left(\frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0} \right)^7 \frac{\epsilon_0}{b^6} + \dots \quad (1)$$

donde los coeficientes A_n dependen del modelo considerado.

Para calcular el trabajo que produce el campo eléctrico y la polarización proponemos la siguiente expresión:

$$W = \int \Phi_D dQ, \quad \text{donde} \quad \Phi_D = - \int_R^\infty \mathbf{D} \cdot d\mathbf{l} \quad (2)$$

Los resultados a los que se llega aquí se comparan con el trabajo que se obtiene con la expresión propuesta en la Ref. [8].

Referencias

- [1] M. Born and L. Infeld, Proc. Roy. Soc. Lond. A 144, no. 852, 425 (1934).
- [2] S. K. Moayedi and M. Shafabakhsh, Eur. Phys. J. Plus 131, 55 (2016).
- [3] H. H. Soleng, Phys. Rev. D 52, 6178 (1995).
- [4] I. Gullu and S. H. Mazharimousavi, Phys. Scripta 96, no.4, 045217 (2021).
- [5] S. H. Mazharimousavi and M. Halilsoy, Annals Phys. 433, 168579 (2021).
- [6] W. Heisenberg and H. Euler, Z. Phys. 98, no.11-12, 714-732 (1936).
- [7] A. Dehghani, M. R. Setare and S. Zarepour, Eur. Phys. J. Plus 137, no.7, 859 (2022).
- [8] S. Gunasekaran, R. B. Mann and D. Kubiznak, JHEP 11, 110 (2012).