XXX Encontro Anual de Iniciação Científica
VII Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior
eaic 2021

INTRODUÇAO AO EFEITO CASIMIR DINAMICO

José Carlos Libois Neto (PIBIC), Antonio Sérgio Magalhães de Castro (Orientador), e-mail: asmcastro@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Física.

Física, Física Geral.

Palavras-Chave: *Efeito Casimir, Ótica, Quântica, Vácuo.*

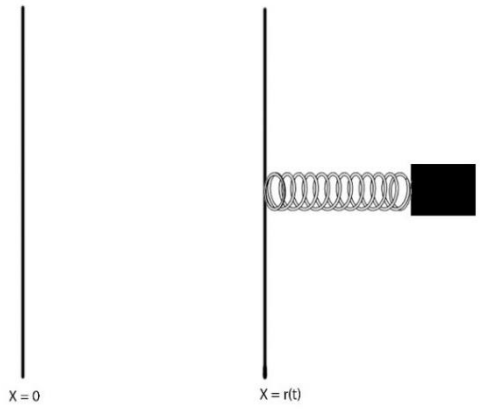
Resumo

Esse trabalho tem como objetivo estudar o efeito de criação de fótons a partir do estado de vácuo por meio de excitações paramétricas devido a variações geométricas da cavidade do campo eletromagnético.

Introdução

Um sistema óptico de geometria variável unidimensional pode ser idealizado da seguinte forma: tem-se duas superfícies perfeitamente reflexivas direcionada uma em frente a outra. Em seguida, coloca-se um oscilador harmônico acoplado em uma das superfícies, de forma a fazê-la se movimentar em apenas uma dimensão [1]

Figura 1. Diagrama de um sistema com paredes oscilantes.



Fonte: O Autor.

A Lagrangeana do campo eletromagnético no interior das paredes é dada por

$$L(A,\dot{A},\partial_x) = \frac{1}{2}[\epsilon(x,t)(\partial_t A)^2 - (\partial_x A)^2], \qquad (1)$$

onde $\epsilon(x,t)$ é a permissividade dielétrica do meio e A é o vetor potencial campo ($\mu = \mu_0 = 1$). Logo, aplicando (1) na equação de Euler-Lagrange, tem-se a seguinte equação diferencial parcial para A

$$\frac{d}{dt}\left[\epsilon(x,t)\left(\frac{\partial A}{\partial t}\right)\right] = \frac{\partial^2 A}{\partial x^2}, A(0,t) = A(r(t),t=0, \qquad (2)$$

onde as condições de contorno são definidas de forma que o campo elétrico nas superfícies seja nulo. Portanto, para a quantização do campo eletromagnético, deve-se encontrar o operador $\hat{A}$ satisfaça a relação do comutador

$$[\hat{A},\hat{\pi}] = i\hbar, \qquad (3)$$

sendo $\hat{\pi}$ o operador momento conjugado de $\hat{A}$.

Material e Métodos

Como materiais, fez-se uso de livros sobre Álgebra Linear, Ótica Quântica e Física Matemática. Também foi utilizado a biblioteca MatPlotLib, escrita em phyton, para a elaboração dos gráficos.

Resultados e Discussão

A formalização do Hamiltoniano deste sistema se mostra muito complicada pela dificuldade de descrever a interação entre o campo e as correntes induzidas sobre as superfícies. Por isso, pode-se escrever o Hamiltoniano efetivo por meio de um conjunto de bases especiais $\{\phi_k(x,t)\}$ que satisfazem o problema de Sturm-Liouville instantâneo. O sentido físico dessas bases é que para cada instante há condições de contorno bem definidas, de forma que cada termo da base representa um instante dessas condições. Logo, pode-se escrever os operadores $\hat{A}$ e $\hat{\pi}$ pelas séries

$$\hat{A} = \sum_K \hat{Q}(t)\phi_k(x,t) \qquad (4)$$

$$\hat{\pi} = \sum_K \hat{P}(t)\phi_k(x,t). \qquad (5)$$

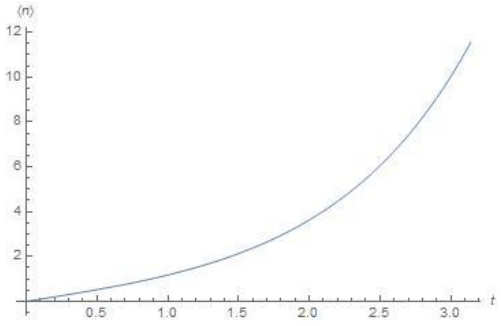
Portanto, utilizando os operadores (4) e (5), encontra-se o Hamiltoniano efetivo em função dos operadores bosônicos para o caso de modo único [2]

$$H = -i\beta(\hat{a}^2 - \hat{a}^{\dagger 2}) \qquad (6)$$

e a função distribuição de fótons será

$$\langle \hat{N}(t)\rangle = senh^2(\beta/2t). \qquad (7)$$

Figura 2. Distribuição de fótons em relação ao tempo. $\beta/2 = 1$.



Fonte: O autor.

Conclusão ou Conclusões

Pela distribuição de fótons, é possível analisar o crescimento do número de fótons na cavidade, causado pelas variações geométricas da cavidade.

Agradecimentos

J.C.L Neto agradece ao CNPq pelo apoio financeiro.

[1] DODONOV, V.V.; et al. **Quantum phenomena in nonstationary media.** PRA **47**, (5), 4422, 1993.

[2] DODONOV, V.V.; DE CASTRO, A.S.M. **Continuous monitoring of the dynamical Casimir effect with a damped detector.** PRA **89**, 063816, 2014.