İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FİZİK MÜHENDİSLİĞİ

Bitirme Projesi

HARMONİK TUZAK İÇİNDE İKİ PARÇACIK SAÇILIMI

Öğrenci:
Ömer Faruk KADI

Danışman:
Doc. Dr. Ahmet Levent Subaşı

2021-2022 GÜZ

İçindekiler

Özet

Teşekkür

1 Giriş

1.1 İki Parçacıklı Sistem

İki parçacıklı bir sistemin hamiltonyanı söyle yazılabilir.

$$H = \frac{\mathbf{p_1^2}}{2m_1} + \frac{\mathbf{p_2^2}}{2m_2} + V(\mathbf{r_1} - \mathbf{r_2}) \tag{1}$$

İki parçacık arasındaki potansiyel sadece parçacıklar arası mesafeye ise hamitonyan göreli koordinatlar ve kütle merkezi koordinatları kullanılarak ikiye ayrıştırılabilir.

$$\mathbf{r} = \mathbf{r_1} - \mathbf{r_2} \qquad \mathbf{k} = \frac{m_2\mathbf{p_1} - m_1\mathbf{p_2}}{m_1 + m_2} \qquad \mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \tag{2}$$

$$\mathbf{R} = \frac{m_1\mathbf{r_1} + m_2\mathbf{r_2}}{m_1 + m_2} \qquad \mathbf{P} = \mathbf{p_1} + \mathbf{p_2} \qquad M = m_1 + m_2 \tag{3}$$

Göreli koordinatları (2) tanımlarken kütlme merkezi koordinatlarını (3) tanımlanmaktadır. Bu koordinat dönüşümleri latında iki parçacıklı bir sistemin hamiltonyani şöyle yazılabilir:

$$\begin{aligned} H &= \frac{\mathbf{P^2}}{2M} + \left[\frac{\mathbf{k^2}}{2\mu} + V(\mathbf{r})\right] \\ &\equiv H_{cm} + H_{rel} \end{aligned} \tag{4}$$

Schrödinger denklemini bu hamiltonyani kullanarak çözmek istersek; değikenlere ayırma yöntemiyle Ψ'yi değikenlerine yazabiliriz.

$$\Psi(\mathbf{R}, \mathbf{r}) = \psi(\mathbf{R})\phi(\mathbf{r}) \tag{5}$$

ψ kütle merkesinin hareketinin çözümü iken ϕ göreli hareketin çözümüdür.

1.2 S-dalga Limiti

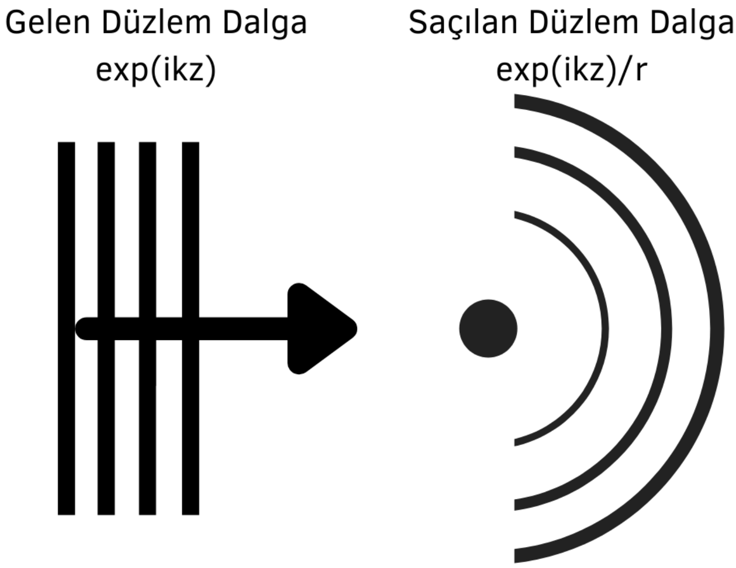
S-dalga limtinde bir potansiyel kuyudan saçılan sürekli bir düzlem dalga (Görsel 1) ile durağan durumlar elde edilebilir. Böylece $|\Psi|^2$ zamandan bağımsız olur. Bu durumda H_{cm} için zamadan bağımsız Schrödinger denleminin çözümü bize

$$\psi(\mathbf{R}) = e^{i\mathbf{P}\cdot\mathbf{R}} \tag{6}$$

verir. Bizim asıl gilgileceğim ve ilgi çekici kısım zamandan bağımsız Schrödinger denmenin H_{rel}'in için çözümüdür.

$$\phi(r) = e^{ikz} + f(k)\frac{e^{ikr}}{r} \tag{7}$$

(7)'de ilk terim gelen düzlem dalgayı temsil ederken ikinci terim saçılan galgayı temsil etmektedir. $f(k)$ ise saçılma genliği olrak tanımlanır



Şekil 1: Küresel bir potansiyel saçılma

2 Giriş

2.1 Satır İçerisinde Denklem

Satır içerisinde denklem $x^n + y^n = z^n$ bu şekilde yazılabilir.

2.2 Numarasız Denklem

Numarasız denk şu şekilde yazılabilir.

$$E = mc^2$$

2.3 Numaralı Denklem

$$i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\Psi(\mathbf{r},t) = \hat{H}\Psi(\mathbf{r},t) \tag{8}$$

Numaralı denklemlere (8) yazı içinde bu şekilde referans verilebilir.

2.4 Çok Satırlı Denklem

Çok satırlı denklem bu şekilde yazılabilir.

$$\begin{multline} p(x) = 3x^6 + 14x^5y + 590x^4y^2 + 19x^3y^3 + 2y^6 - a^3b^3 \\ - 12x^2y^4 - 12xy^5 + 2y^6 - a^3b^3 \end{multline}$$

2.5 Tablo Ekleme Ekleme

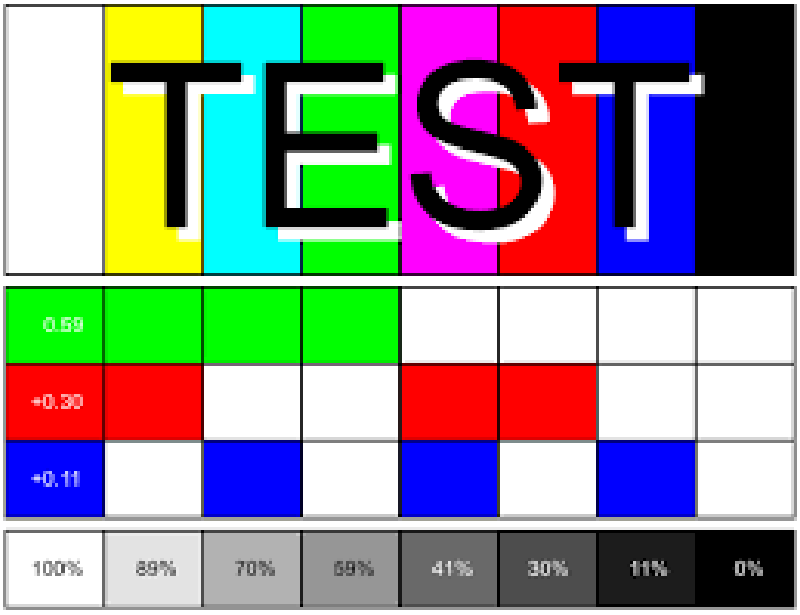
Ayrıntılı bir tablo bu şekilde eklenebilir. Yazı içerisinde tabloya Tablo 1 bu şekilde referans verilebilir.

Ana Başlık			
Başlık 1	Başlık 2	Başlık 3	Palşık 3
Parametre 1	değer	değer	değer
Parametre 2	değer	değer	değer
Parametre 3	değer	değer	değer
Parametre 4	değer	değer	değer
Parametre 5	değer	değer	değer
Parametre 6	değer	değer	değer
Parametre 7	değer	değer	değer

Tablo 1: Tablo hakkında açıklama

2.6 Görsel Ekleme

İlgili görsel bu şekilde eklenebilir. Yazı içerisinde görsele Şekil 2 bu şekilde referans verilebilir.



Şekil 2: Şekil ile ilgi açıklama

2.7 Bir Makaleye Referans Verme

Herhangi bir makaleye [1] bu şekilde referans verilebilir.

3 Sonuç

Kaynaklar

[1] M Iskin and AL Subaşı. Stability of spin-orbit coupled fermi gases with population imbalance. *Physical review letters*, 107(5):050402, 2011.