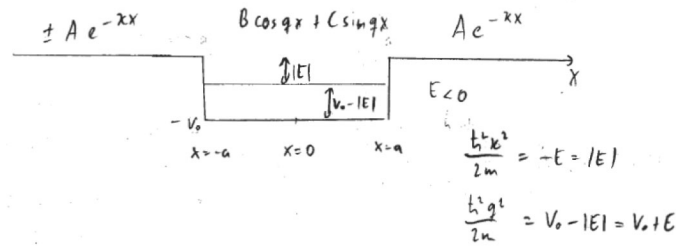


Tek δ - potansiyeli için tamı tamına bir bağlı durum (simetrik durum) ve çift δ - potansiyeli için ise daima bir simetrik bağlı durum vardır ve (potansiyelin şiddetine bağlı olarak) antisimetrik bir bağlı duruma sahip olabiliriz. Sonlu büyüklükteki bir potansiyel kuyusu için çeşitli sayıda (ancak daima sonlu bir sayıda) bağlı durumlara sahip oluruz.

Potansiyel Kuyusunda Bağlı Durumlar



Şekil I: Bir potansiyel kuyusunda bağlı durumlar için farklı bölgelerdeki çözümler

Burada, çözümleri üssel olarak yazmak yerine, $\tilde{B}e^{iqx} + \tilde{C}e^{-iqx}$, potansiyelin simetrisini yansıtacak bir şekilde daha önceden yazmıştık. $x = a$ 'da $\frac{1}{u} \frac{du}{dx}$ 'i çakıştırırız:

- Çift çözümler: $C = 0$

$$\frac{-q \sin(qa)}{\cos(qa)} = \frac{-\kappa e^{-\kappa a}}{e^{-\kappa a}} \quad (17-1)$$

$$\kappa = q \tan(qa) \quad (17-2)$$

- Tek çözümler: $D = 0$

$$\frac{q \cos(qa)}{\sin(qa)} = -\kappa \quad (17-3)$$

$$\kappa = -q \cot(qa) \quad (17-4)$$

Çift çözümler

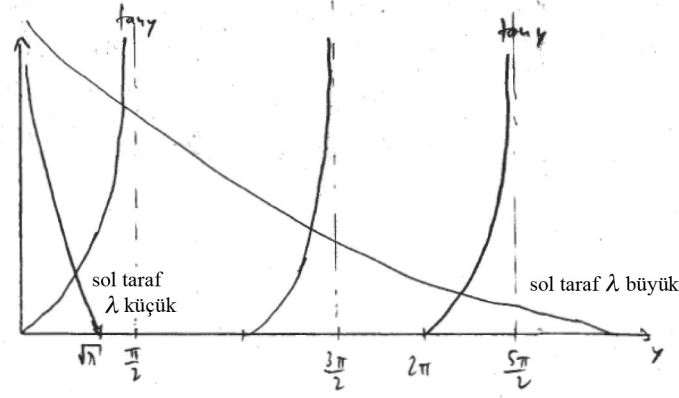
$y = qa$, $\lambda = \frac{2m}{\hbar^2} V_0 a^2$ olsun

$$\kappa a = \sqrt{\frac{2ma^2}{\hbar^2} |E|} \quad (17-5)$$

$$= \sqrt{\frac{2ma^2}{\hbar^2} V_0 - \frac{2ma^2}{\hbar^2} (V_0 - |E|)} \quad (17-6)$$

$$= \sqrt{\lambda - q^2 a^2} \quad (17-7)$$

$$= \sqrt{\lambda - y^2} \quad (17-8)$$



Şekil II: Simetrik bağlı durumların özdeğer denk. (17-2) nin grafik çözümü

Eğer $\lambda = \frac{2m}{\hbar^2} V_0 a^2$ ise daha çok olmak üzere, en azından daima bir çözüm vardır (potansiyel daha derin ve/veya daha geniş). $\lambda \gg 1$ için, en düşük enerji çözümleri yaklaşık olarak $y = qa = (n + \frac{1}{2})\pi$ veya $V_0 - |E_n| = \frac{\hbar^2 q_n^2}{2m} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2ma^2} (n + \frac{1}{2})^2$ de yerleşik olur ki bu sonsuz kuyudakine benzerdir.

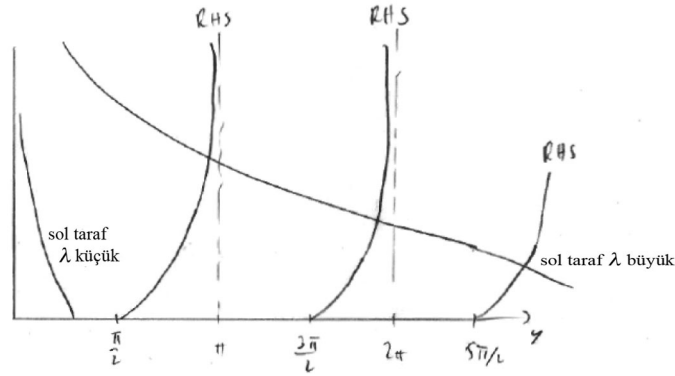
En azından bir bağlı durumun varlığı 1 Boyutlu problemlerine mahsus tipik bir durumdur. Daha ziyade tek çözümler gibi davranan 3 Boyutlu problemlere mahsus değildir.

Tek çözümler

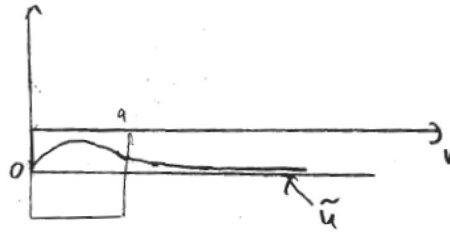
$$\frac{\sqrt{\lambda - y}}{y} = -\cot(y) = \tan\left(\frac{\pi}{2} + y\right) \quad (17-9)$$

Bu daha önceki grafiğe benzer ancak denklemin sağ tarafı kaymaya uğramıştır. Büyük λ değerleri için, çözümler $q_n a = n\sigma$ olur. Küçük λ 'lar için, eğer $\sqrt{\lambda - \left(\frac{\pi}{2}\right)^2} \geq 0$ veyahut

$\frac{2mV_0 a^2}{\hbar^2} \geq \frac{\pi^2}{4}$ ise bir çözüm vardır.



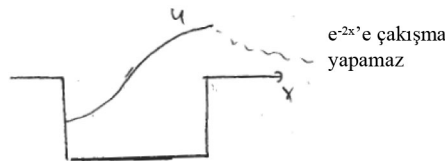
Şekil III: Antisimetrik bağlı durumların öz değer denk. (17-4)'in grafik çözümü.



Şekil IV: Dalga fonk.'nun başlangıç noktasında yok olmasının olduğu bir tek-durum çözümün, veya 3B'da bir çözümünün, grafiksel yapısı.

Tek çözümlerin varlığının şartı. 3B'da, (değişik) bir dalga fonk.'nun başlangıç noktasında yok olmasını gerektirebiliriz ki bu durumda çözümler tek-parite çözümleri gibi görünürler. (Bu durumda $-r$ 'de dalga fonk.'nu sürekliymiş gibi görünür).

Tek çözümler daima mevcut olmayabilir zira dalga fonksiyonu sönümlü bir potansiyele uyuşması için bükülmek zorundadır ki bu durumda yüksek KE gerekir.



Şekil V: Eğer kuyu yeterince derin değilse, tek çözüm kuyunun kıyısında sönümlü bir potansiyele çakışmayı (sürekli eğimli) yapmak üzere yeterince bükülme yapamaz.