

Laboratorio de solitones brillantes

Seleccionando la opción de solitones brillantes nos adentramos en una aventura que nos permitirá descubrir distintas propiedades de estos solitones mediante como actúan bajo la influencia de ciertos potenciales. Si bien el concepto de solitón no nos es común y puede parecer un tanto extraño, por no mencionar que se rige por propiedades cuánticas, veremos a lo largo de nuestro viaje que no es tan diferente a lo que vemos en nuestro día a día. ¡Empezemos pues!

1. El solitón brillante libre

Supongamos primero que el solitón no se encuentra en ningún potencial externo (seleccionemos *None*) y dándole una posición y velocidad inicial, veremos como el solitón se comporta siguiendo un movimiento rectilíneo uniforme (MRU). Ahora bien, podemos decidir tener el solitón libre por un circuito cerrado interconectado o encerrarlo en una caja. Podemos entender el primer caso como un coche de carreras dando vueltas en un circuito, una vez llega al final (meta) vuelve al inicio; en el segundo caso sería como dejar una canica dentro de una caja pero con cierta velocidad inicial, esta chocaría contra las paredes e iría en sentido contrario. Descubramos qué otro ejemplo se esconde bajo este último caso seleccionando tener el solitón en una caja y dándole a *Start* para empezar el cálculo.

- **¿Te atreves?** ¿Serías capaz de calcular la **masa** de la **cuerda** sabiendo que la tensión de esta es **(bla)** y dada la velocidad introducida? Deduce primero como calcularla teniendo en cuenta que sólo se precisa de la masa de la cuerda y la velocidad del pulso en ella, y sabiendo que las unidades de masa son kg.

2. ¡El solitón cae en una trampa!

Cambiamos ahora de potencial: pongamos nuestro solitón en una trampa armónica. Para ver unos mejores resultados seleccionemos una fuerza de interacción de -0.8 , eso nos dará un solitón más estrecho, es decir, más **unido/ligado**. En este apartado tenemos un potencial armónico centrado en la posición 0, y veremos como el solitón brillante se comporta tal y como lo haría una partícula clásica unida a un muelle. Una vez introducidos los parámetros iniciales, realizamos el cálculo y podemos comprobar que el solitón oscila alrededor de 0. Miremos dentro de las distintas gráficas generadas para entender mejor el movimiento oscilatorio.

- **¿Te atreves?** Mirando la gráfica de velocidad en función de la posición, ¿puedes decir cuándo la velocidad es mayor y cuando menor? ¿Como relacionarías lo que acabas de encontrar con la conservación de la energía?

Podemos ahora acceder a la opción *Guess the function* que nos permitirá entender como se describe matemáticamente el movimiento ya observado. Introduce unos valores para A y ω y pulsa sobre *Try* para ver el resultado.

- **¿Te atreves?** ¿Qué deben significar los parámetros A y ω ? ¿Podrías relacionarlos con algún valor conocido y/o introducido?

3. El impacto del solitón

Vayamos al último bloque de los solitones brillantes: un solitón chocando contra una barrera de potencial. A diferencia de lo que vemos en nuestro día a día, el solitón se rige por las leyes de la mecánica cuántica, donde todas las entidades presentan a su vez una forma ondulatoria (según la dualidad de De Broglie). Esto nos lleva a fenómenos tan extraños como el llamado efecto túnel, donde una onda como el solitón tiene cierta probabilidad de ser encontrado al otro lado de barrera de potencial finita, al contrario de lo que sucedería si considerásemos un balón al ser lanzado contra una pared. En este último caso nunca veremos el balón cruzar mágicamente la pared; en este bloque podremos comprobar como el solitón puede llegar a hacerlo.

Selecciona algunas condiciones iniciales y pulsa *Start*. Podrás ver lo que sucede en la pantalla correspondiente a la Simulación 1 (ver botón *Sim* : 1). Para entender mejor lo que está ocurriendo se puede cambiar la simulación a otras 2 distintas. Ambas se corresponden con analogías mediante la luz. Para un entendimiento mejor de lo que implica la Simulación 3 se puede consultar el Experimento de la doble rendija, puesto que en esta simulación se refleja lo que sucede realmente.

- **¿Te atreves?** ¿Serías capaz de encontrar unas condiciones iniciales por las cuales el solitón se divide en dos partes idénticas, donde una logra cruzar la barrera y la otra se refleja? Puedes variar todos los parámetros (gn , posición inicial, velocidad, altura y anchura de la barrera, etc). Se puede comprobar el resultado visualmente mediante los gráficos en Simulación 1 o Simulación 3.

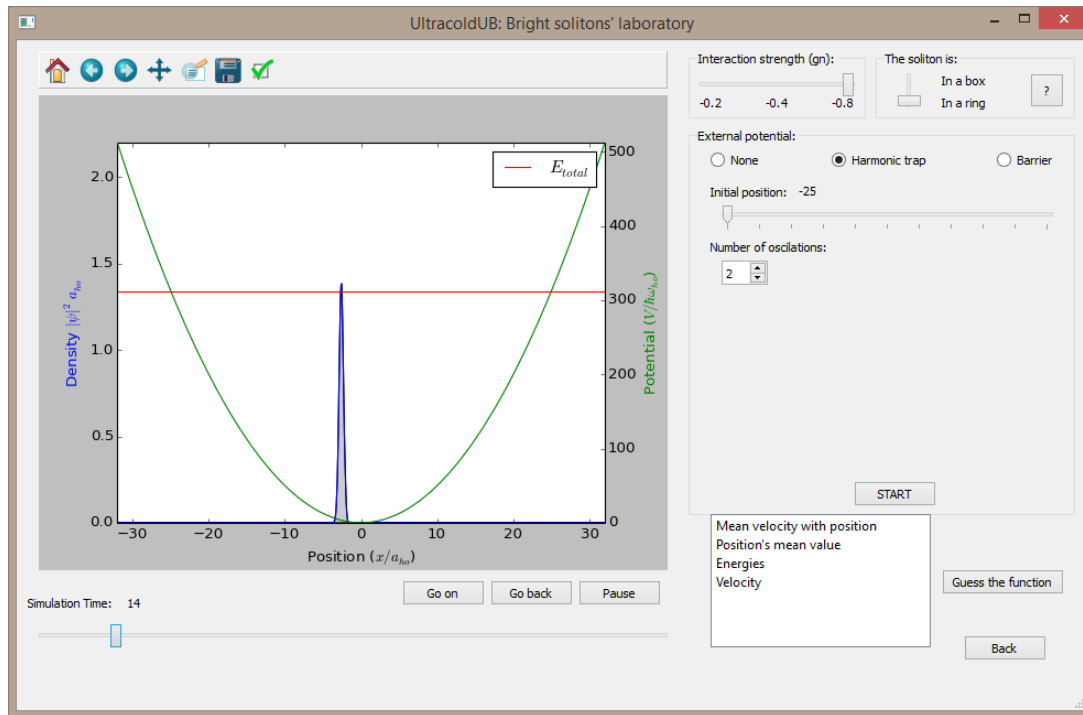


Figura 1: Ejemplo de visualización de un módulo del programa, con todos los parámetros iniciales y representación gráfica de la evolución temporal del solitón.