

## Métodos de Simulación Física: Segundo Parcial

Nombre \_\_\_\_\_ Cédula \_\_\_\_\_

### Instrucciones generales

El parcial está diseñado para desarrollarse en 3 horas, aproximadamente. Pasado ese tiempo, debe hacerse un primer envío al correo [jdmunozcsimulacion@gmail.com](mailto:jdmunozcsimulacion@gmail.com) colocando el subject "Segundo Parcial Simulación: [NOMBRE], [CÉDULA]", reemplazando los espacios de [NOMBRE] y [CÉDULA] con su nombre y su cédula, respectivamente. El envío debe contener todos los códigos .cpp o .ipynb, las gráficas en .jpg como attachments, y los datos que se le pidan como parte del texto. Luego, pueden hacer un segundo envío antes de las 11:59pm del día domingo 23 de junio. El primer envío tiene en la nota un peso del 80%, y el segundo, del 20%.

Buena suerte y buen pulso!!

### Problema a desarrollar: Medir el coeficiente de absorción de una superficie a partir del patrón de ondas estacionarias que genera

Considere un arreglo unidimensional de  $L_x = 2000$  celdas en el que la primera celda es una fuente de ondas sinusoidal y la última es una superficie parcialmente reflectante, como se muestra en la Figura 1.

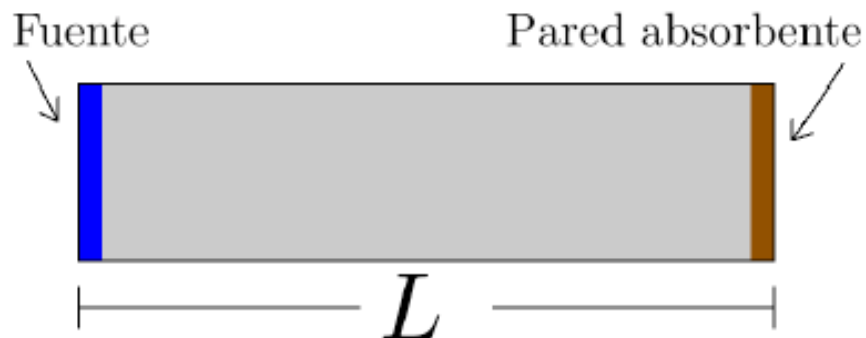


Figura 1: condiciones de frontera

Las ondas incidentes llegan hasta la pared y se reflejan, creando un patrón de interferencia con amplitudes máximas y mínimas, como el que se muestra en la Figura 2.

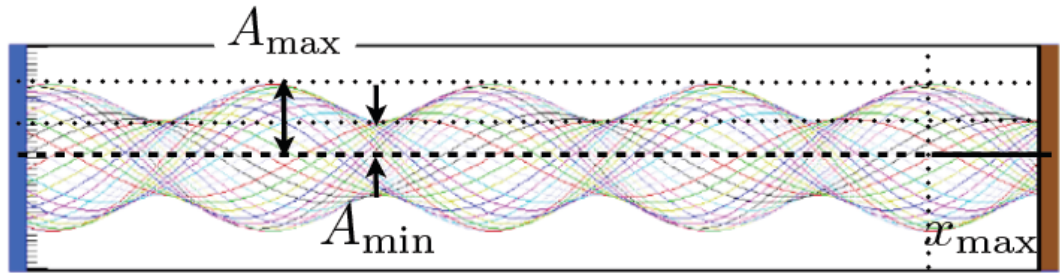


Figura 2: condiciones de frontera

La absorción de la pared se caracteriza con el Standing Wave Ratio (SWR), que se mide como

$$SWR = \frac{A_{max}}{A_{min}} .$$

donde  $A_{max}$  y  $A_{min}$  son las amplitudes máxima y mínima del patrón de ondas estacionarias. Con este valor de SWR se calcula el coeficiente de absorción como

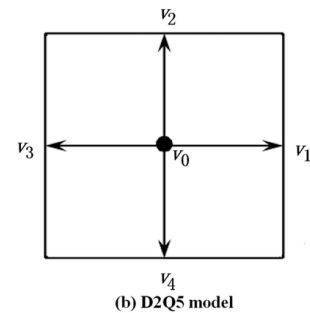
$$C_{absorcion} = \frac{4SWR}{(SWR + 1)^2}$$

El objetivo es implementar la fuente y la pared absorbente, generar el patrón estacionario y calcular el coeficiente de absorción para diferentes valores del coeficiente. Para ello, realice los siguientes pasos:

1. (20pts). Construya una simulación de la onda estacionaria con un modelo de lattice Boltzmann D2Q5. Para ello tome un arreglo unidimensional de  $L_x = 2000$  e implemente que la densidad  $\rho$  en la primera celda oscile sinusoidalmente como  $\rho(t) = A \sin(\omega t)$ , con  $A = 1$ ,  $\omega = 2\pi c/\lambda$ ,  $\lambda = 1000$  celdas y  $c = 0.5$  celdas/click. Para la última celda implemente una regla de evolución especial, que intercambia los valores  $f$  de vectores velocidad opuestos, pero atenuados por un factor  $D = 0.6$ , así:

$$f_1^{new} = Df_3, \quad f_3^{new} = Df_1,$$

$$f_2^{new} = Df_4, \quad f_4^{new} = Df_2,$$



Envíe:

- El programa .cpp. o .ipynb
- La gráfica .jpg de  $p$  vs  $ix$  luego de  $t=2000$  pasos.
- La gráfica .jpg de  $p$  vs  $ix$  luego de  $t=6000$  pasos.

2. (10pts) El siguiente paso consiste en graficar las envolventes de amplitud superior e inferior. Para ello, deje que el sistema evolucione por 80000 pasos, y luego déjelo evolucionar por  $1.1T = 1.1 \cdot \frac{\lambda}{c} = 4400$  pasos de tiempo más, durante los cuales debe identificar el valor máximo  $\rho_{\max}$  y el valor mínimo  $\rho_{\min}$  de  $\rho$  para cada celda entre  $ix = 1$  e  $ix = Lx - 2$ . Para esta segunda parte debe enviar
- El programa .cpp o .ipynb
  - La gráfica que muestre a  $\rho_{\max}$  y  $\rho_{\min}$  en función de  $ix$ , para todos los  $ix$  en el rango  $1 \leq ix \leq Lx - 2$ .
3. (10pts) El tercer paso consiste en identificar de todas las  $\rho_{\max}$  cuál es el valor máximo  $A_{\max}$  y el valor mínimo  $A_{\min}$ . Luego, con ellos calcule e imprima el SWR y el valor de  $C_{\text{absorción}}$  correspondientes a  $D = 0.4$ . De esta tercera parte debe enviar
- El programa .cpp o .ipynb
  - En el texto del mensaje, los valores de  $D$ , SWR y  $C_{\text{absorción}}$ .
4. (10pts) El cuarto paso consiste en estudiar cómo varía el coeficiente  $C_{\text{absorción}}$  en función de  $D$ . Para ello use el procedimiento anterior para hallar el  $C_{\text{absorción}}$  correspondiente a los valores de  $D = 0.15, 0.3, 0.45, 0.6, 0.75$  y  $0.9$ , y graficarlos. ¿Tienen algún tipo de dependencia (lineal, inversamente proporcional, ley de potencia, etc) que pueda identificar? Si puede hallar una relación, envíela como parte del texto de su mensaje. De este cuarto paso debe enviar
- El programa .cpp o .ipynb
  - La gráfica .jpg de  $C_{\text{absorción}}$  vs.  $D$
  - El texto con la relación hallada.

Muchos Éxitos!