

Μάθημα 2

Κυματική εξίσωση και επίπεδα κύματα

Python

- python3 preferred to python2
- Google “install python3 with anaconda”
- Editors: many choices, I would suggest spyder (comes with anaconda)
- Numpy basics: <https://www.oreilly.com/library/view/python-for-data/9781449323592/ch04.html>

Χρήσιμες εντολές

- Πραγματικοί αριθμοί
 - `c=343, f=250, x=1.0, y=0.23` κλπ
- Μιγαδικοί αριθμοί
 - `z=2.0+4.0j`
 - `z.real=2, z.imag=4, np.abs(z)`
- Μοναδιαία ή μηδενικά διανύσματα ή πίνακες
 - `np.ones(5,1), np.zeros(1,4), 0.425*np.ones(5,1), 5*np.ones(15,4)`, κλπ
- Διάσταση διανύσματος ή πίνακα
 - `R=len(x), np.shape(X)`

Χρήσιμες εντολές

- Δημιουργία πίνακα μίας διάστασης (1D)
 - `t=np.arange(t_start,t_end,step)`
 - `x=np.arange(x_start,x_end,step)`
 - `y=np.arange(y_start,y_end,step)`
- Δημιουργία πίνακα 2D
`[X,Y]=np.meshgrid(x,y)`, με X, Y πλέον πίνακες διάστασης $N_x \times N_y$
- Ημητονικές συναρτήσεις
 - $\cos\theta, \theta = 30^\circ$: `np.cos(theta*np.pi/180)`
 - $\sin\theta, \theta = 30^\circ$: `np.sin(theta*np.pi/180)`
- Exponential functions
 $e^{j\omega t}, e^{jkx}, e^{j(\omega t - kx)}$
`np.exp(1j*omega*t), np.exp(1j*k*x), np.exp(1j*(omega*t-k*x)),`

Άσκηση:

Σας δίνεται ένα αρχείο python (`mechanical_oscillations.py`) το οποίο προσομοιώνει μηχανικό σύστημα με μάζα, ελατήριο και μηχανική αντίσταση, παράγοντας διαγράμματα της θέσης και ταχύτητας του σώματος συναρτήσει του χρόνου.

Με βάση το αρχείο python που σας δίνεται:

- 1) Τροποποιήστε τις τιμές της μάζας, ενδοτικότητας ή μηχανικής αντίστασης ώστε το σώμα να μην εκτελεί ταλάντωση αλλά να επιστρέφει ασυμπτωτικά στο σημείο ηρεμίας. Παραθέστε τα σχετικά διαγράμματα που απεικονίζουν αυτή τη συμπεριφορά και επιβεβαιώστε με βάση τη θεωρία το λόγο που αυτή η συμπεριφορά είναι αναμενόμενη.
- 2) Έχοντας θέσει $m=0,1$, $s=1000$ και $Rm=0.1$, τροποποιήστε τον κώδικα ώστε το δυναμικό σύστημα να έχει μηδενικές αρχικές συνθήκες και να δέχεται μια διεγείρουσα δύναμη η οποία να ξεκινάει τη χρονική στιγμή $t=0$ και να τελειώνει τη χρονική στιγμή $t=4$ s. Η διεγείρουσα να περιγράφεται συναρτήσει του χρόνου από τη συνάρτηση $0.1\cos(\omega t)$ για γωνιακή ταχύτητα $\omega=140\text{rad/s}$. Καταστρώστε το γράφημα με την μετατόπιση και ταχύτητα του συστήματος συναρτήσει του χρόνου και εξηγήστε με βάση αυτό αν επιβεβαιώνεται η θεωρία. Κάνετε έπειτα ακριβώς το ίδιο για την περίπτωση που η γωνιακή ταχύτητα της διεγείρουσας δύναμης είναι $\omega=100\text{rad/s}$.

Μεγέθη που μεταβάλλονται

- Πίεση (pressure): p
- Ταχύτητα (velocity): u, \mathbf{u}
- Πυκνότητα (density): ρ
- Θερμοκρασία (temperature): T
- Μετατόπιση (displacement): ξ, ξ

Mathematical notations

- P : static pressure
- $p(x,y,z,t)$: scalar - difference between the instantaneous value of the total sound pressure and the static pressure
- $\mathbf{u}(x,y,z,t)$: vector $\mathbf{u} = u_x \mathbf{i} + u_y \mathbf{j} + u_z \mathbf{k}$
- $\boldsymbol{\xi}(x,y,z,t)$: vector $\boldsymbol{\xi} = \xi_x \mathbf{i} + \xi_y \mathbf{j} + \xi_z \mathbf{k}$
- $\rho(x,y,z,t)$: scalar
- $T(x,y,z,t)$: scalar

Ανάγνωση και συζήτηση

- In most cases the oscillatory changes undergone by the fluid are extremely small. One can get an idea about the orders of magnitude of these changes by considering the variations in air corresponding to a sound pressure level of 120 dB, which is a very high sound pressure level, close to the threshold of pain. At this level the fractional pressure variations are about 2×10^{-4} , the fractional changes of the density are about 1.4×10^{-4} , the oscillatory changes of the temperature are less than $0.02 \text{ }^\circ\text{C}$, and the particle velocity is about 50 mm/s, which at 1000 Hz corresponds to a displacement of less than $8 \mu\text{m}$. In fact at 1000 Hz the particle displacement at the threshold of hearing is less than the diameter of a hydrogen atom!

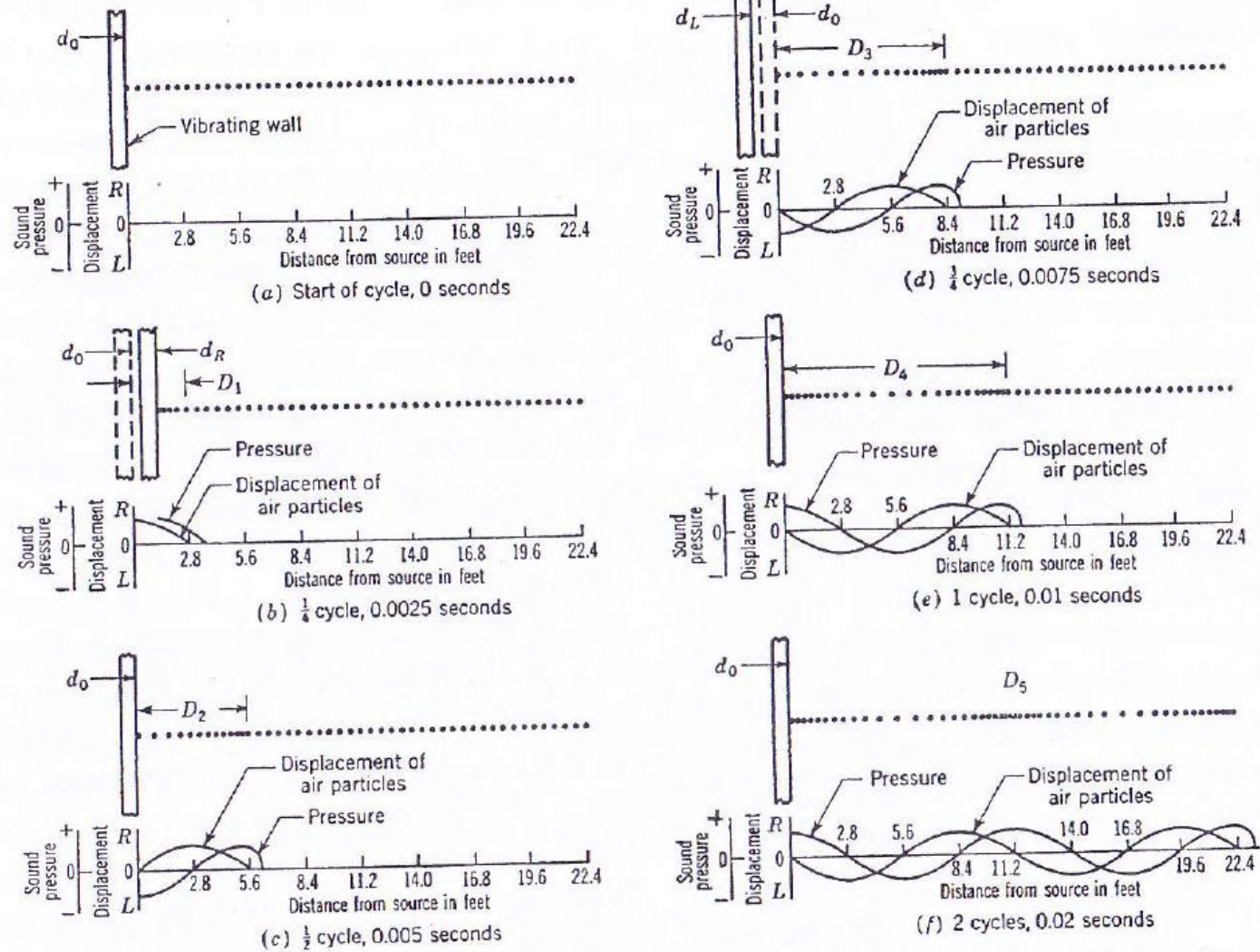


FIG. 1.1 Pressure and displacement in a plane sound wave produced by a sinusoidally vibrating wall. D_1 = one-fourth wavelength; D_2 = one-half wavelength; D_3 = three-fourths wavelength; D_4 = one wavelength; D_5 = two wavelengths. R means displacement of the air particles to the right, L means displacement to the left, and O means no displacement. Crowded dots mean positive excess pressure and spread dots mean negative excess pressure. The frequency of vibration of the piston is 100 cycles per second.

Plane wave 2

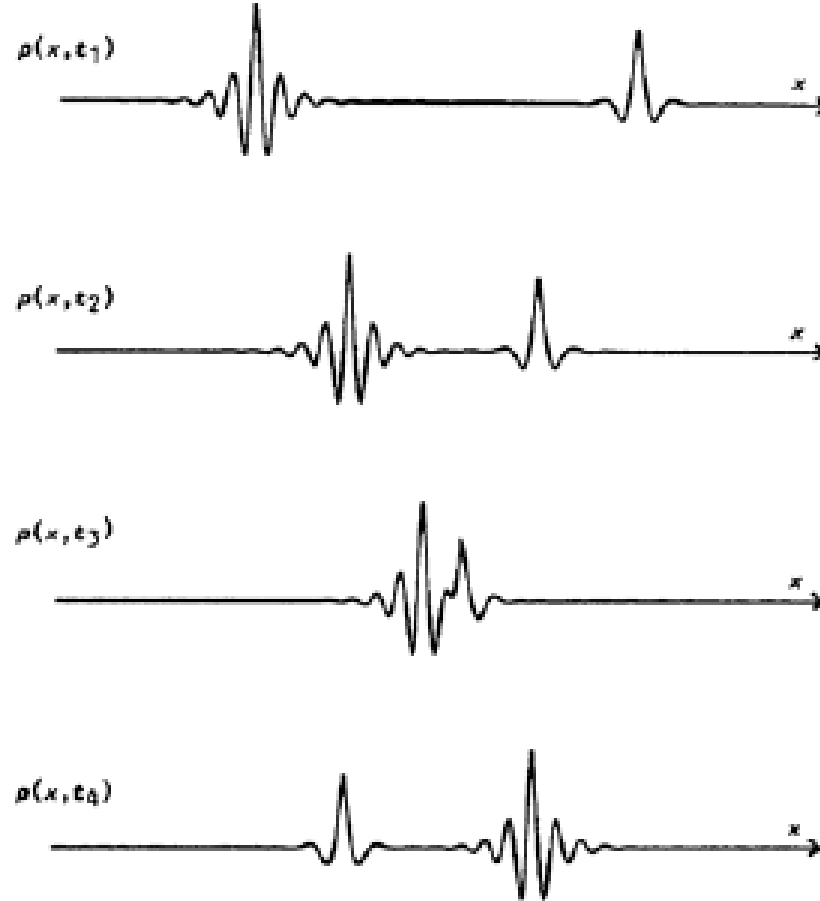


Figure 1.2.5 Two plane waves travelling in opposite directions are passing through each other.

Animation of acoustic and vibration phenomena

[webpage](#)

[Wave video : \$\exp\(j\(\omega t - kx\)\)\$](#)

[Plane wave in 2D](#)

[Plane wave 2](#)

Διέγερση στη μόνιμη
κατάσταση:

[https://www.acs.psu.edu/drussell/
Demos/complex/complex.html](https://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/complex/complex.html)