

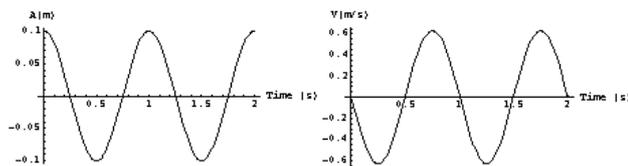
Nome e matricola:

**Esercizio 1.** Una massa di 1.0kg è attaccata ad una molla; il sistema, inizialmente in una posizione di equilibrio, viene messo in oscillazione (con velocità iniziale nulla) su di un piano orizzontale ad una frequenza di 1.0Hz e con ampiezza pari a 10cm.

- Qual è il valore della **costante elastica**?
- Si scriva la legge oraria.
- Qual è il valore della **forza** agente sulla massa, quando essa è spostata dal suo punto di equilibrio di un valore pari alla **metà** dello spostamento massimo?
- In quali istanti la **velocità sarà massima**? E l'**energia potenziale**?
- Se un microfono fosse attaccato alla massa, che oscilla davanti ad una sorgente sonora che emette onde a 1000Hz, quale sarebbe la massima differenza di frequenza percepita se la temperatura fosse di 0° e 20°?

a)  $k=m(2\pi f)^2=39.5\text{N/m}$

b)  $x(t)=0.1\cos(2\pi t)$ ,  $v(t)=-0.6\sin(2\pi t)$



c)  $F=-kx=-39.5(0.05)=-1.9\text{N}$  (oppure  $F=ma=m(-(2\pi f)^2A)$ )

d)  $t=(3/4)(n+1)$  s; quando lo spostamento è massimo o minimo,  $t=(n/2)$  s

e)  $\Delta f=(2v/c)f=3.8$  e  $3.5$  Hz;

**Esercizio 2.** Si scriva l'espressione di un'onda sonora (armonica, piana e propagantesi lungo l'asse x) di **pressione** per la frequenza di 1000Hz, alla temperatura di 20° e che corrisponde ad un livello di intensità sonora (LIS) pari a 60 dB ( $p_0$ , pressione alla soglia di udibilità  $=2 \times 10^{-5} \text{N/m}^2$ ); si descrivano le grandezze in gioco. E per scrivere l'onda corrispondente di spostamento?

$$P(x,t)=P \cos(kx-\omega t)=0.2 \times 10^{-1}(\cos[(2\pi/0.343) - (2\pi 1000)t]) \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$y=P/(\rho\omega v)\sin(kx-\omega t)=(0.2 \times 10^{-2}/(2\pi 1000 343))(\sin[(2\pi/0.343)-(2\pi 1000)t]) \text{ (m)}$$

Nome e matricola:

**Esercizio 3.** La prima armonica che si instaura in un clarino, ha una frequenza di oscillazione pari a 440Hz (LA medio). Si supponga che l'aria abbia una temperatura di 20°.

- Quanto è lungo?
- Quali sono la **frequenza** e la **lunghezza d'onda della terza armonica**? Se ne disegnano gli inviluppi di spostamento e pressione.
- Come cambiano a e b se si considerasse un flauto?

a)  $L = v/4f_1 = 343/522 = 0.195\text{m}$

b)  $f_3 = 5 f_1 = 2200\text{Hz}$ ;  $\lambda_3 = \lambda_1/5 = 4L/5 = 0.156\text{m}$

c)  $L = v/2f_1 = 0.390\text{m}$ ;  $f_2 = 3 f_1 = 1320\text{Hz}$ ;  $\lambda_3 = \lambda_1/3 = 2L/3 = 0.260\text{m}$

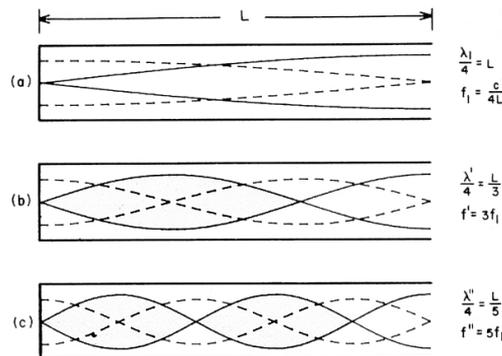


FIG. 9. First three vibration modes of an air column closed at one end and open at the other. Solid lines give displacement amplitudes; dashed lines, pressure amplitudes.

**Esercizio 4.** Una corda di chitarra di lunghezza  $L=70\text{cm}$ , a cui è applicata una tensione  $T=200\text{N}$ , possiede una seconda armonica che risuona alla frequenza di 1320Hz.

- Qual è la sua densità lineare?
- Qual'è la **lunghezza d'onda** dell'onda sonora nell'aria (a 20°) generata dalla prima armonica?
- Come si può agire per udire un La (440Hz) invece di un Mi (660Hz)?

a)  $\mu = T/(2L f_0)^2 = 0.00023 \text{ kg/m}$

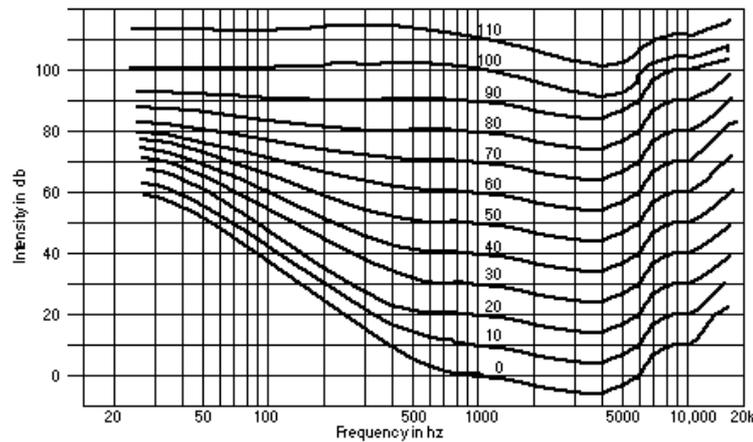
b)  $f_0 = 660\text{Hz}$ ;  $\lambda_{\text{aria}} = v_{\text{aria}}/f_0 = 0.52\text{m}$

c) Diminuendo la tensione di 2.25 volte

Nome e matricola:

**Esercizio 5.** Un gruppo rock emette ad un concerto una potenza di 200W. Se il suono si distribuisce uniformemente su di una **semisfera**:

- Qual è l'**intensità sonora** (fisica) a 5m dal palco? Quale sarà la LIS a quella posizione?
- A quale distanza dall'altoparlante mi devo situare per fare scendere la LIS sotto la soglia del dolore? A quale distanza dall'altoparlante mi devo situare per non sentire più il concerto?
- Come cambia la seconda risposta alla b, se si distingue per i suoni a 50 e 4000Hz?



a)  $I = P / (2\pi r^2) = 1.27 \text{ W/m}^2$ ; LIS=121dB

b) 5.64m;

c) ...

**Esercizio 6.** Un ascoltatore ad una certa distanza da un'orchestra sente separatamente 2 onde sonore armoniche, emesse a 70Hz e 6000Hz, con la stessa **sonorità** di 70 phon. a) Quali sono le LIS e le intensità associate? b) Quale sarà l'intensità e la LIS delle due onde combinate? c) Quale sarà la **sensazione** allontanandosi di 10 volte dall'orchestra per le due onde separate?

a) LIS=80 e 70 db;  $I = 10^{-4}$  e  $10^{-5} \text{ W/m}^2$

b)  $I = 1.1 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$ ; LIS=80.4

c) LIS=60 e 50 db; 30 e 50 phon