

## 1 Una fune oscillante

Una corda pesante uniforme di lunghezza  $L$  è sospesa verticalmente dal soffitto. La corda può oscillare intorno alla sua posizione di equilibrio con diverse frequenze naturali, che saranno indicate da  $f_i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) in ordine ascendente. La figura seguente riporta la forma della corda nei primi tre modi naturali di vibrazione, ottenute da una simulazione al computer. Notare che le scale orizzontali e verticali nelle figure non sono identiche. Si può supporre che lo spostamento laterale effettivo della corda sia molto più piccolo della sua lunghezza (approssimazione di piccole ampiezze).

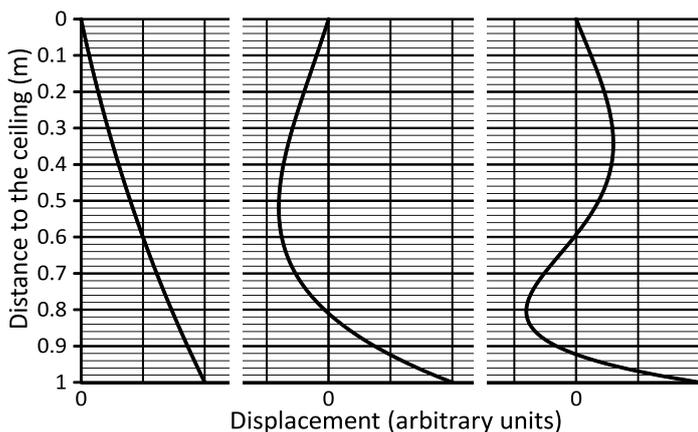


Figura: Profilo della fune oscillante per le prime tre frequenze naturali di vibrazione ( $i = 1, 2, 3$  da sinistra a destra)

A) Sviluppare un modello semplificato che ti permetta di stimare la frequenza  $f_1$  della prima vibrazione (frequenza fondamentale) della corda. Quindi calcolare approssimativamente  $f_1$  per una corda di lunghezza  $L = 1.0$  m. Supponiamo che  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ .

B) Prendi le necessarie letture dalla figura per stimare le frequenze  $f_1, f_2, f_3$ .

## 2 Disco in un gas

Si consideri un disco piatto sottile di massa  $M$  e superficie di base  $S$  a temperatura iniziale  $T_1$  e fermo inizialmente in assenza gravità in un gas di densità  $\rho$  alla temperatura  $T_0$  ( $T_1 = 1000T_0$ ). Una delle superfici di base del disco è coperta da uno strato isolante termicamente, mentre l'altra superficie ha un ottimo contatto termico con il gas dell'ambiente circostante: le molecole di gas di massa  $m$  raggiungono la temperatura del disco durante una singola collisione con la superficie.

Stima l'accelerazione iniziale  $a_0$  e la velocità massima  $v_{\max}$  del disco durante il suo movimento successivo.

Assumere che la capacità termica del disco sia dell'ordine di  $Nk_B$ , dove  $N$  è il numero di atomi contenuti in esso e  $k_B$  è la costante di Boltzmann e le masse molari del gas e del materiale del disco sia dello stesso ordine. La lunghezza del cammino libero medio delle molecole (distanza media percorsa dalla molecola tra due collisioni) è molto più grande della dimensione del disco.

Trascura qualsiasi effetto ai bordi che si verifica sul bordo del disco.

## 3 Maglia superconduttrice

Si consideri una maglia ricavata da un foglio piatto superconduttore perforando una griglia fitta di piccoli fori in esso. Inizialmente il foglio si trova in uno stato non superconduttore e un dipolo magnetico di momento del dipolo  $m$  è a una distanza  $a$  dalla maglia diretto perpendicolarmente verso la maglia. Ora la maglia viene raffreddata in modo che diventi superconduttrice. Successivamente, il dipolo viene spostato perpendicolarmente alla superficie della maglia in modo che la sua nuova distanza dalla maglia sia  $b$ . Trovare la forza tra la maglia e dipolo. Il passo della griglia dei fori è molto più piccola sia di  $a$  sia di  $b$ , e la dimensione lineare del foglio è molto più grande di entrambi  $a$  e  $b$ .