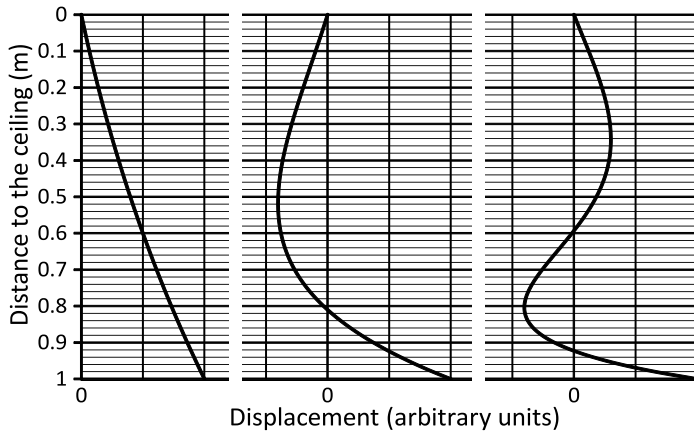


## 1. Rezgő kötél

Egy súlyos, állandó vastagságú,  $L$  hosszúságú kötél függőlegesen lóg a mennyezetről. A kötél rezgéseket végezhet az egyensúlyi helyzete körül különböző sajátfrekvenciákkal, amelyeket növekvő sorrendben így jelölünk:  $f_i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ). Az alábbi ábra egy számítógépes szimuláció alapján a kötél alakját mutatja az első három sajátfrekvencián végzett rezgés esetében. Figyelj arra, hogy az ábrákon a vízszintes és a függőleges skála nem egyforma. Felteheted, hogy a kötél kitérése sokkal kisebb a hosszánál (kis amplitúdójú közelítés).



Ábra: A rezgő kötél alakja az első három sajátfrekvencián végzett rezgésnél ( $i = 1, 2, 3$  balról jobbra)

$Displacement$  (arbitrary units) = kitérés (tetszőleges egység)  
 $Distance to the ceiling$  (m) = távolság a mennyezettől (m)

A) Dolgozz ki egy egyszerűsített modellt, amellyel meg tudod becsülni a kötél első (alap) rezgésének  $f_1$  frekvenciáját! Ez alapján számítsd ki közelítőleg  $f_1$  értékét, ha a kötél hossza  $L = 1,0$  m. Számolj  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup> értékkel.

B) Olvasd le a szükséges adatokat a grafikonról, és becsüld meg az  $f_1 : f_2 : f_3$  frekvenciaarányt!

## 2. Korong gázban

Tekintsünk egy vékony, lapos,  $M$  tömegű,  $S$  területű, kezdetben  $T_1$  hőmérsékletű korongot, amely kezdetben a súlytalanság állapotában nyugalomban van egy  $\rho$  sűrűségű  $T_0$  hőmérsékletű gázban ( $T_1 = 1000T_0$ ). A korong egyik oldala hőszigetelő réteggel van bevonva, a másik oldala viszont nagyon jó hőkontaktusban van a környező gázzal: az  $m$  tömegű gáz molekulák a felülettel történő egyetlen ütközés során elnyerik a korong hőmérsékletét.

Becsüld meg a korong kezdeti  $a_0$  gyorsulását és a kialakuló mozgás során elért  $v_{\max}$  maximális sebességét!

Tedd fel, hogy a korong hőkapacitása  $Nk_B$  nagyságrendű, ahol  $N$  a benne lévő atomok száma,  $k_B$  pedig a Boltzmann-állandó, valamint hogy a gáz és a korong anyagának moláris tömege ugyanakkora nagyságrendű. A molekulák átlagos szabad úthossza (az az átlagos távolság, amit egy molekula két ütközés között megtesz) sokkal nagyobb, mint a korong mérete. Hanyagolj el minden a korong pereménél fellépő szél-effektust.

## 3. Szupravezető háló

Tekintsünk egy hálót, amely egy lapos szupravezető lapból úgy készül, hogy abba rácsszerűen, sűrűn egymásmellé kis lyukakat fúrunk. Kezdetben a lap nincs szupravezető állapotban, és egy  $m$  dipólmomentumú, a hálótól  $a$  távolságban lévő mágneses dipólus merőlegesen a háló felé mutat. Ekkor a hálót lehűtjük, és így szupravezetővé válik. Ezután a dipólust a felületre merőleges irányban elmozdítjuk úgy, hogy az új távolsága a hálótól  $b$  legyen. Határozd meg a háló és a dipólus közt fellépő erőt! A lyukrács rácsállandója (a lyukak egymástól mért távolsága) sokkal kisebb mint  $a$  és  $b$ , a lap lineáris mérete viszont sokkal nagyobb, mint  $a$  és  $b$ .