

Egyenes mentén terjedő longitudinális hullámok szemléltetése mágnesesen csatolt ingákkal

Longitudinális hullámnak nevezzük az olyan hullámmozgást, amikor a rezgési irány a hullám terjedésével párhuzamos, s így periodikusan sűrűsödések és ritkulások jönnek létre. Ilyen módon terjed pl. a hang a levegőben. A longitudinálisan terjedő hullámok bemutatására többnyire csavarrugókat, vagy rugók, illetve fonálra fűzött kicsiny tömegekkel csatolt ingákat szoktak használni.

Az általam készített mágneses ingaeszköz csatolására a mágnesek közötti taszító erő szolgál, így az ingák közötti csatolás a valósághoz közelebb álló, hiszen pl. egy fémrúd rezgő részecskéi, atomjai közötti láthatatlan erőhatások jelentik a csatolást.

Az inga lengésideje $T = 2\pi\sqrt{\frac{\Theta}{Mgr}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. (*) Az eszköz lehetőséget ad, hogy

változtassuk az egyes ingák hosszát (2-3-féle méretben), növeljük az inga tömegét (2-3 szorosára), és hogy változtassuk az ingák csatolásának mértékét. Szorosabb csatolás esetén az egyes ingákat egymáshoz közelebb, lazább csatolás esetén pedig egymástól távolabb tudom elhelyezni. Az ingaelemek hossza, tömege és csatolásuk szoros volta meghatározza az ingasor sajátfrekvenciáját.

A longitudinális hullámot kiváltó zavart lehet egyszerűen kézzel kelteni, vagy lehet elektromosan (motor, vagy elektromágnes segítségével szabályozni. Ez utóbbi esetben be lehet állítani a zavarkeltés frekvenciáját, és erősségét is. Ezáltal a zavarkeltés frekvenciájának változtatásával megkereshetjük a rendszer sajátfrekvenciáját (rezonanciafrekvencia), de beállíthatjuk más értékre is.

Tanulmányozhatjuk, hogy melyek azok a kényszerfrekvenciák, amelyeket a rendszer hatásosan átvesz és melyek azok, amelyekre kevésbé reagál.

Tanulmányozhatjuk a hullámok visszaverődésének jelenségét és létrehozhatunk állóhullámokat is.

Az ingák hosszúságának, tömegének és csatolásuk szorosságának megváltoztatásával eltérő sajátfrekvenciájú rendszereket hozhatunk létre, s így tanulmányozhatjuk azt is, hogy milyen mértékben hatol be egy adott frekvenciájú hullám egyik anyagból a másikba.

Lehetőség van arra is, hogy a rendszer két végét különböző frekvenciával gerjesszük, s így a hullámok összeadódását is tanulmányozhatjuk.

Az eszköz nagymértékű variálhatósága ellenére is egyszerűen összeállítható és megbízhatóan működik.

A mágneses ingákat egymást taszító állapotba kell felhelyezni. A felhelyezést megkönnyíti az egyes mágneseken elhelyezett piros pontjelzés.

* (Ahol T az inga lengésideje; Θ tehetetlenségi nyomaték; M tömeg; r a súlypont és a felfüggesztési pont távolsága; l az inga hossza; g a nehézségi gyorsulás.)

Egy gyönyörű modell: a habmodell

Helyezzünk borotvahabot két plexilap közé, nyomjuk össze a plexilapokat, majd feszítsük szét őket. A két plexilemezen nagyon szép, bokorhoz vagy fához hasonló tükörszimmetrikus szakítási képet kapunk, ami tulajdonképpen egy fraktálnak felel meg.

Véleményem szerint: minden szép dolognak köze van a fizikához.

Ez most is teljesül. Ha nagyon gyorsan hűtünk le egy fémötvözetet, akkor nincs ideje kikristályosodni és fémüveg jön létre. A kristályos fém és az amorf fémüveg külsőleg nem különböztethető meg egymástól, de ha eltörjük és mikroszkóp alatt megvizsgáljuk a törési képet, akkor tapasztalhatjuk, hogy a fémüveg törési képe a habmodellhez hasonlít, azaz

amorf anyag. A habmodell morfológiailag az amorf anyagok (fémüvegek) törését modellezi. Előnye, hogy méreteiben igen nagy, és amellett igen látványos.

A ragasztó modell

Hasonló modellezésre használható fel az üveglapok között szétnyomott, majd szétválasztott ragasztó is. A szakítási felületet megszáritva tartósíthatjuk.

A ragasztó modell létrehozásakor nagyon látványosan szemléltethetjük a '**viszkózus ujjasodás**' néven ismert fraktál jelenséget is.

A levegőszennyeződések száraz kihullása

Modellezni fogom a légszennyeződések száraz kihullását. A légszennyeződések hasonlóak egy papírszelethez, mivel kicsiny a tömegük és a térfogatuk, de nagy a felületük. Ezért a papírszelet alkalmas a levegőszennyeződések száraz kihullásának modellezésére.

Egy A/4-es papírszelet megfelel egy kicsiny aeroszolként. A levegő ellenállása következtében lassan esik. Ha félbe hajtom a papírszeletet, és ismét leejtem azt, akkor gyorsabban esik. Összehajtván és leejtve ismét és ismét, modellezek nagyobb és nagyobb aeroszol részecskéket, amelyek esnek gyorsabban és gyorsabban, pontosan úgy, mint a valóságban.

Ez egy egyszerű, de nagyon fontos modell a környezetvédelem számára.

A grafikon bizonyítja, hogy a modell jó, mivel az hasonló a levegőszennyeződések grafikonjához (út-idő és sebesség-idő grafikon).

Tudjuk, hogy a nagy oxidációs felület miatt például a malmokban a finom liszt por gyakran felrobban, úgy, ahogy a nagy felületű papír könnyen meggyullad. De ha én a papírt összehajtom, az már nem könnyen gyullad meg. Ez amiért a könyvtárak nem tartoznak nagyon tűzveszélyes kategóriába.

Felületi kisülések modellezése.

Fedjük be többrétegben elektromos szigetelő fóliával egy földelt fémlapot, majd helyezzünk töltéseket a fólia felületére egy generátor segítségével. Kenjük szét a generátor töltéseit egy összegyűrt alumínium fóliával, úgy, hogy a töltések a szigetelő fólia közepén kondenzátorunkon egy kis elektromos tócsát alkossanak. A partját a fólia töltetlen része alkotja, ameddig nem készítünk egy csatornát az összegyűrt alumínium fólia kihúzásával a paron keresztül, ami elkészíti a kis tó lefolyását a fémlap felé. Az eredmény egy sokágú fához hasonlító felületi kisülés lesz.

Amikor pozitív felületi töltésekkel dolgozunk, a fémlapozt földeljük le és a kapott felületi kisülések képe nagyon szétágazó, De elágazáskor mindegyik ág irányt vált.

Míg negatív felületi töltések esetében a fémlapozt a generátorhoz kapcsoljuk. Negatív felületi kisüléseket fogunk kapni. Ebben az esetben egy ág (a gyengébb ág) fogja megőrizni az eredeti irányt. A kisüléseket mindig hangos hangeffektusok kísérik.

Gyanta-, kén- vagy likopódium por segítségével szemléltethetjük a kisülések porábráját. De amikor elválasztjuk a fóliát a fémlapoztól, a porábra át fog rendeződni. Felhasználhatjuk a felületi kisüléseket a villám kétdimenziós modellének szemléltetésére.

A felhő fóliát felhelyezhetjük elválasztva a háttér-fóliától. Célszerű az eszközt felfüggeszteni a levegőbe, amivel a kísérlet megbízhatósága fokozható.

Töltsük fel a felhőt a generátorról. Ha a teremben sötét van, először megfigyelhetünk apró elővillámokat, és azután következik a nagy villám. Ezzel a modellel be tudjuk mutatni a felhők közötti villámokat is. Az alufólia kiemelkedő pontjai kék (lidérc) fényben világítanak. Hasonló jelenségeket figyelhetünk meg a fólia sérült részeinél is.

A Magnus-hatás egyszerű szemléltetése

Vegyünk egy A/4-es papírlapot és hosszában vágjuk ketté. Az így kapott papírlapot hosszában behajtva osszuk ketté. A kettéosztott papír egyik szélét a törésvonalhoz illesztve hajtsuk előbb kétszeresen, majd megismételve az eljárást négyszeresen. A papír négyszeresen összehajtott felét hajtsuk rá a felező hajtás mentén a papír másik felére, majd a kapott papírcsík két végét összeragasztva készítsünk egy papírhengert. Ez az eljárás jobban sikerül, ha a hengerré formálás előtt kifeszítve a papír ötszörös rétegű végét, azt egy asztallap mentén többször végig húzzuk.

Az így elkészített papírhengert használhatjuk papírrepülőnek is, de igen alkalmas a Magnus hatás szemléltetésére is.

Fogjuk két ujjunk közé a papírhenger vastagabb végét, de úgy, hogy a henger egyszeres vastagságú része ne a tenyerünk felé, hanem kifelé nézzen. (Ez a helyzet tehát az előbbi helyzet 180°-os elforgatásával jön létre). A hengert dobjuk el vízszintes irányban, de ne pontosan előre, hanem mintegy kb. 45°-kal jobb felé. Azt tapasztaljuk, hogy a papír elindul a kívánt irányban, majd hirtelen mintegy 90°-kal eltérve a dobás irányától visszafordulva siklik lefelé.

A forgó papírhengert tehát haladási irányára merőleges erő téríti el.

Tapasztalatok a szitával ellátott melegített fémcső éneklésével kapcsolatban

Kísérletek: 1. Vegyünk egy körülbelül 2,5 cm átmérőjű és 50 cm hosszú rézcsövet. Erősítsünk a belsejébe egy lángszűrő szitát (gáz alátét szitát, én kétrét hajtvá tettem belé, ami jól bevált) az egyik végétől mintegy 10 cm-nyire. Ha a cső szita felőli végét néhány másodpercig borszesz égővel melegítjük majd a csövet a lángtól eltávolítjuk, akkor a függőlegesen állított cső hosszától és vastagságától függően éneklő hangot ad. A csövet vízszintesen tartva is hangot kapunk, ha a csövet a hidegebb vége irányába mozdítjuk el. Fordított irányban mozgatva a csövet a hanghatás elmarad.

2. A meleg levegő a cső hidegebb rész felé áramlik (kéményhatás miatt). A hangot a csőben elhelyezett gázszűrő szitán át örvénylő levegő kelti, egyébként a csőnek csak rezonátor szerepe van. (Kísérleteimben az alkalmazott cső átmérője 2-3,5 cm között, hossza pedig 50-90 cm között volt).

3. Különösen érdekes hangot kapunk, ha a csövet a benne elhelyezett szitától távolabb eső végén kezdjük melegíteni. Borszeszégővel melegített cső - anélkül, hogy eltávolítanánk a lángtól - 1-2 másodpercen belül megszólal és 8-10 másodpercig lüktető hangot ad, A mintegy másodpercnyi időközönként lüktető hang lüktetése csaknem eloltja a lángot.

A jelenség oka, hogy a felfelé áramló meleg levegő a szitát elérve hideg akadályba ütközik, ahol összetorlódik, és részben visszaverődik. A felfelé haladó és visszaverődő hullámok találkozása következtében állóhullám alakul ki, ami a cső melegített végét elérve a gyertyalángot is meglobogtatja (esetleg el is fújja). Néhány (6-7) lüktetést követően a szita is átveszi a meleg levegő hőmérsékletét, s a hangjelenség, és a lüktetés abbamarad.

4. Az éneklést befejező csőnek szita felőli végét lehűtve a csövet ismét meg lehet szólaltatni. Ekkor a hűtés következtében fellépő nyomáskülönbség hatására a szitán keresztül visszaáramló levegő szólaltatja meg ismét a csövet..

5. Ez utóbbi jelenséget úgy is előidézhetjük, ha előzetesen nem melegítjük a csövet, hanem folyékony nitrogénnel a szobahőmérséklethez képest lényegesen lehűtjük. A hang keletkezésében a szita hőmérsékletének ekkor is meghatározó szerepe van.

Megfigyelhető, hogy folyékony nitrogénbe mártva a csövet a (kéményhatás iránya) levegő áramlásának iránya fordított lesz.