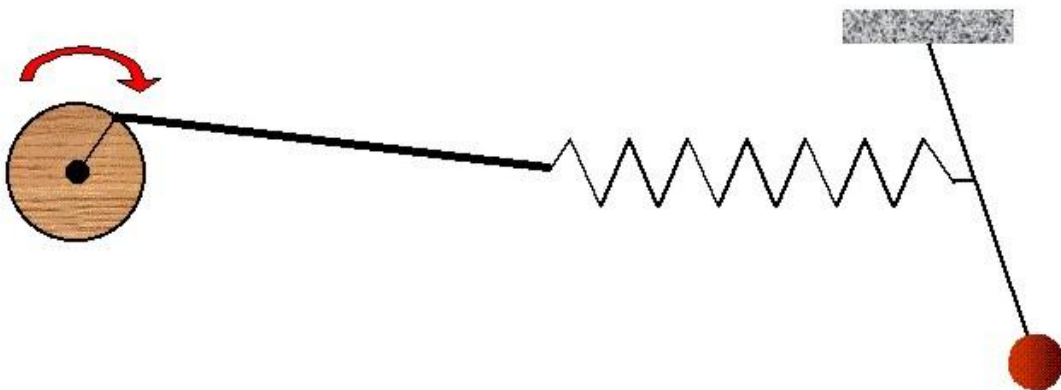


## Sundvõnkumine. Resonants.

Seni oleme vaadelnud vabavõnkumisi, võnkumisi, mis toimuvad välise jõudude puudumisel. Nüüd vaatleme olukorda, kus võnkuvale süsteemile mõjub perioodiliselt muutuv jõud. Võnkumisi, mis toimuvad süsteemivälise jõu mõjul nimetame sundvõnkumisteks ja välist jõudu sundivaks jõuks. Näitena vaatleme matemaatilist pendlit, mille varre külge on kinnitatud väikese jäikusega vedru. Vedru teine ots on kinnitatud hoorattale, mida ajab ringi elektrimootor (vt. slaid). Kui hooratast ringi ajada, siis hakkab pendlile mõjuma perioodiline jõud, mille periood on võrdne hooratta pöörlemisperioodiga.

Kuidas pendel liigub? Matemaatilise pendli võnkumist oleme juba uurinud. Tuletame meelde, et matemaatilise pendli ringsagedus avaldus seosega  $\omega_0 = \sqrt{\frac{l}{g}}$ . Seda ringsagedust nimetame matemaatilise pendli omavõnkesageduseks. Süsteemi sundvõnkumise sagedus on täpselt võrdne sundiva jõu muutumise sagedusega, sõltumata sellest, milline on süsteemi omavõnkesagedus. Sundvõnkumiste amplituud antud sundiva jõu korral jääb muutumatuks, isegi siis, kui võnkesüsteemile mõjub hõõrdejõud. Sundvõnkumised on sumbumatud võnkumised, hõõrdumisest tingitud energiakaod kompenseeritakse sundiva jõu töö arvelt.



Joonis 1

Muudame sundiva jõu sagedust. Katse näitab, et sundvõnkumiste amplituud sõltub sundiva jõu sagedusest. Kui sundiva jõu sagedus läheneb süsteemi omavõnkesagedusele, hakkab võnkeamplituud järsult kasvama. Võnkumiste amplituud saavutab oma maksimaalse väärtuse kui sundiva jõu sagedus  $\omega$  saab ligikaudselt võrdseks süsteemi omavõnkesagedusega  $\omega_0$ . Kui sundiva jõu sagedust edasi suurendada, siis hakkab võnkeamplituud taas vähenema. Seda sundvõnkumiste amplituudi järsu kasvamise nähtust nimetatakse resonantsiks.

Mis on resonantsi põhjus? Põhjus on selles, et resonantsi korral on soodsad tingimused energia ülekandumiseks välise perioodilise jõu allikalt võnkesüsteemile. Kogu perioodi jooksul teeb väline jõud positiivset tööd, et suurendada võnkuva süsteemi amplituudi. Mis tahes teise sageduse korral teeb jõud positiivset tööd vaid ühe osa perioodi jooksul, teise osa

perioodi jooksul on välise jõu töö negatiivne ja selle tulemusel väheneb süsteemi koguenergia.

Resonantsi nähtust esineb igapäevases elus ja tehnikas väga tihti. Resonants võib olla väga kasulik ja ka väga kahjulik. Soovimatu resonants võib olla masinate, hoonete, sildade purunemise põhjus, kui omavõnkesagedus langeb kokku välise jõu mõjumise sagedusega. On väga tähtis teada masinate, sildade, hoonete omavõnkesagedusi ja konstrueerida nad selliselt, et välise jõu mõjumise sageduse ja omavõnkesageduse kokku langemise võimalus oleks minimaalne. Teiselt poolt on aga väga palju akustilisi ja raadiotehnilisi seadmeid, mis konstrueeritakse just selliselt, et tekiks resonants.