Chvění mechanických soustav

Rozechvějeme-li strunu např. na kytaře, vznikne příčné stojaté vlnění. Na konci struny jsou uzly, ostatní body kmitají s různou amplitudou, přičemž v nejjednodušším případě má největší amplitudu bod uprostřed struny, kde je kmitna stojatého vlnění. Délka *l* struny tedy představuje polovinu vlnové délky. Chvění struny je ale možné vyvolat tak, že na struně vznikne celá vlna s tím, že je zachována podmínka o uzlech v koncových bodech. Pokud se velikost rychlosti vlnění nemění, nastává tento druhý případ při dvojnásobné frekvenci než první.

Obecně je možné vytvořit stojaté vlny, pro něž platí: $l = k\frac{\lambda_k}{2}; k \in \mathbb{N}$, přičemž tato stojatá vlna vzniká při frekvencích $f_k = kf_z$.

Na strunu se tedy vejde celočíselný násobek poloviny vlnové délky - polovina, celá, jedna a půl, dvě, ... vlny.

Frekvence f_z je **základní frekvence**: $f_z = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l}$. Frekvence f_k pro $k > 1$ se nazývají **vyšší harmonické frekvence**.

V pružných tělesech (tyčích, strunách, vláknech, ...) vzniká chvění jen s určitými frekvencemi, které jsou násobky základní frekvence. Tato základní frekvence je dána geometrickými rozměry pružného tělesa, v němž vzniká chvění. Pružné těleso se chová jako mechanický oscilátor.

Podle způsobu upevnění pružných těles jsou možné např. tyto případy (viz obr. 40):

Výčet různých případů není úplný - těleso může mít oba konce volné (bez upevnění uprostřed), těleso může být upevněno v určité vzdálenosti od konce, ... Tyto případy budou po matematické stránce odlišné, ale fyzikálně velmi podobné. Základní princip zůstává stále stejný.

Na obr. 40 jsou pro každý případ zakresleny dvě možné vlny, které se na daný typ tělesa (tyče) vejdou.

1. pružné těleso je upevněno na obou koncích - $l = k\frac{\lambda_k}{2}; k \in \mathbb{N}$ a tedy $f_k = \frac{v}{2l}k = kf_z$;

Struna na kytaře, struna v klavíru, tyč vetknutá mezi dvě stěny, ...

2. pružné těleso je upevněno uprostřed - $l = (2k-1)\frac{\lambda_{2k-1}}{2}; k \in \mathbb{N}$ a tedy

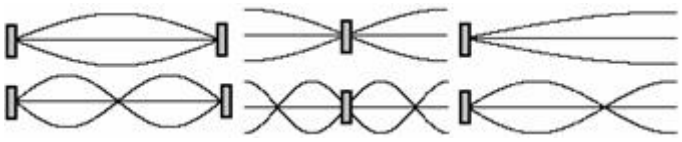
$$f_{2k-1} = \frac{v}{2l}(2k-1) = (2k-1)f_z;$$

Ozvučná dřívka držená uprostřed, ...

3. pružné těleso je upevněno na jednom konci - $l = (2k-1)\frac{\lambda_{2k-1}}{4}; k \in \mathbb{N}$ a tedy

$$f_{2k-1} = \frac{v}{4l}(2k-1) = (2k-1)f_z.$$

Hraní na láhev od piva foukáním přes její hrdlo: chvěje se vzduchový sloupec ve válci, který je z jedné strany otevřen a z druhé uzavřen.

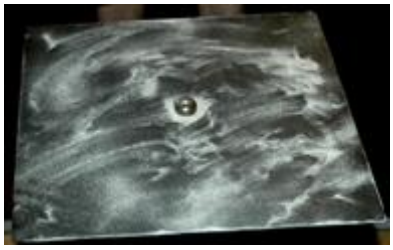


Obr. 40

V uvedených vztazích představuje *k* přirozené číslo udávající počet základních částí vlnové

délky, které se na dané kmitající těleso vejdou. Základní část vlnové délky je přitom ta, která je nejmenší ze všech a přitom splňuje dané požadavky (má uzel kde má být a má na správném místě kmitnu).

Chvění je charakteristické jen pro zdroje zvuku - hudební nástroje, lidský hlas, ... Zdroj zvuku plní funkci oscilátoru, jehož kmitání se přenáší do okolního prostředí (nejčastěji vzduch) a tím se šíří postupné podélné zvukové vlnění.



Obr. 41



Obr. 42



Obr. 43

Chvění vzniká i na deskách různého tvaru. „Zviditelnění“ kmiten a uzlů lze docílit posypáním desky jemným pískem a následným rozkmitání smyčcem - na desce vznikají charakteristické (Chladniho) obrazce (viz postupně obr. 41 až obr. 43). Studium chvění desek je důležité pro konstrukci elektroakustických zařízení (membrány reproduktorů, sluchátek, mikrofonů, ...), u nichž požadujeme vysokou kvalitu přenosu zvukových signálů.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.