Odraz vlnění v řadě bodů, stojaté vlnění

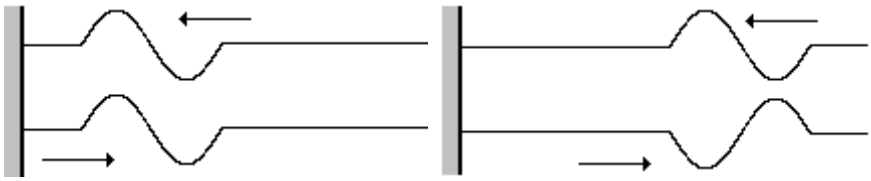
Postupuje-li vlnění řadou bodů a dospěje-li na konec této řady, nastává odraz vlnění a vlna se vrací zpět. Na konci může dojít ke dvěma „typům konce“ řady bodů:

1. pevný konec - dochází k odrazu vlnění s opačnou fází, tj. dospěl-li k pevnému konci nejdříve vrch a pak důl vlny, po odrazu je situace opačná - jako první se vrací důl a pak vrch vlny (viz obr. 35)

Pevný konec lze zrealizovat např. pomocí gumové hadice upevněné ke skobě ve zdi. Nebo dětskou barevnou pružinou, kterou vezmeme do ruky, necháme viset svisle dolů a rozvlníme v příčném směru. Přitom druhý konec pružiny zatížíme těžkým závažím nebo přišlápneme botou. Odraz na pevném konci je pak dobře patrný.

2. volný konec - dochází k odrazu se stejnou fází, tj. dospěje-li k volnému konci nejdříve vrch a pak důl vlny, po odrazu se pohybuje vrch a důl ve stejném pořadí - tj. nejdříve se vrací vrch a pak důl vlny (obr. 36)

Volný konec lze realizovat např. volně visící dětské pružiny, volně visícího lana nebo pomocí gumové hadice připevněné ke skobě ve zdi. Tentokráte je třeba ale mezi hadici a skobu přidat kousek provázku.



Obr. 35

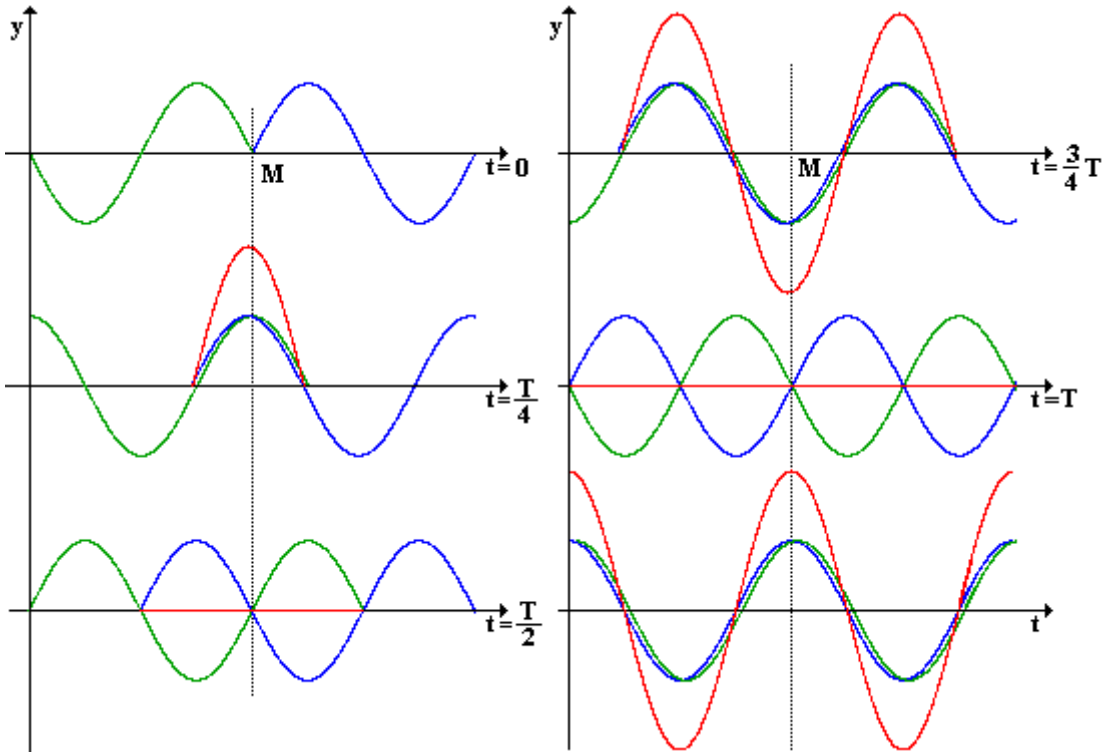
Obr. 36

Možná se zdá, že obrázky jsou k textu přiřazeny naopak, ale není tomu tak! Jsou přiřazeny dobře!!! Znovu si přečtěte rozdíl mezi pevným a volným koncem a sledujte pozorně obrázky.

Kmitá-li jeden konec pružného vlákna trvale harmonicky, postupuje vlnění k jeho pevnému konci, tam se odráží a vrací se zpět ke zdroji a dochází ke skládání (interferenci) přímého a odraženého vlnění. Obě tato vlnění postupují stejnými rychlostmi opačného směru. U výsledného vlnění je amplituda výchylek jednotlivých bodů různá a průběh vlnění na vlákně vytváří dojem, že vlna jako by „stojí“ na místě. Tento typ vlnění se nazývá **stojaté vlnění**.

STOJATÉ VLNĚNÍ VZNIKÁ INTERFERENCÍ POSTUPNÉHO PŘÍMÉHO VLNĚNÍ A VLNĚNÍ ODRAŽENÉHO OD PEVNÉHO KONCE DANÉHO PROSTŘEDÍ.

Vznik stojatého vlnění je graficky znázorněn na obr. 37; stojaté vlnění vzniká grafickou superpozicí dvou stejných vlnění postupujících opačným směrem proti sobě. Je vidět, že bod *M*, v němž se obě vlnění setkávají v čase $t = 0$, kmitá s největší amplitudou výchylky.



Obr. 37

„Zelená“ vlna se šíří zleva doprava, „modrá“ zprava do leva. Vlnění jsou zobrazena vždy po jedné čtvrtině periody.

KMITNA STOJATÉHO VLNĚNÍ JE BOD, KTERÝ KMITÁ S MAXIMÁLNÍ AMPLITUDOU.

Vzdálenost dvou sousedních kmiten je $\frac{\lambda}{2}$. Na poloviční vzdálenosti mezi dvěma kmitnami je **uzel.**

UZEL STOJATÉHO VLNĚNÍ JE BOD, KTERÝ ZŮSTÁVÁ V KLIDU (TJ. JEHO AMPLITUDA JE NULOVÁ).

Zásadní rozdíly mezi vlněním postupným a stojatým:

1. Při postupném vlnění kmitají všechny body se stejnou amplitudou, ale různou fází. Fáze se šíří rychlostí $\vec{v}$, která se také označuje jako **fázová rychlost**. Postupným vlněním se přenáší energie.

Vlnění na vodní hladině po dopadu kamene, ...

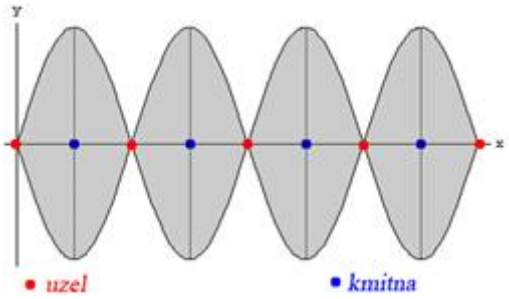
2. Při stojatém vlnění kmitají všechny body mezi dvěma uzly se stejnou fází, ale různou amplitudou výchylky (závislé na poloze bodu). Energie se nepřenáší, pouze se mění potenciální energie pružnosti v kinetickou a naopak.

Stojaté vlnění studovat např. pomocí gumové hadice, jejíž jeden konec připevníme ke skobě ve zdi, klice zavřeného okna, ... a druhý vezmeme do ruky. Budeme-li tímto koncem hadice kmitat, vytvoří se na ní stojaté vlnění. To poznáme podle charakteristických „buřtíků“, které na hadici vzniknou (viz obr. 38). Počet „buřtíků“ závisí na frekvenci kmitání hadice: s rostoucí frekvencí roste i počet „buřtíků“ a jejich vytvoření je náročnější.

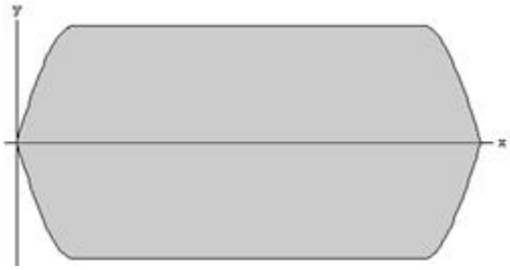
Pokud bychom vyfotografovali s dlouhou expoziční dobou průběh právě popsaného experimentu tak, že směr pohledu z fotoaparátu na vlnící se hadici by byl kolmý na rovinu, v níž hadice kmitá, získali bychom fotografii podobnou obr. 38. Na ní by byly jasně vidět uzly a kmitny stojatého vlnění.

Pokud bychom stejným způsobem vyfotografovali vlnění postupné, získáme fotografii podobnou obr. 39. U postupného vlnění projde každý kmitající bod všemi polohami - zaujme

každou výchylku z intervalu $\langle -y_m ; y_m \rangle$.



Obr. 38



Obr. 39

Stojaté vlnění může být příčné i podélné. Stojaté vlnění příčné je zdrojem zvuku u strunných nástrojů (kytara, housle, ...), zatímco stojaté vlnění podélné vzduchového sloupce v duté části nástroje je příčinou zvuku u dechových nástrojů (klarinet, trubka, ...). Toto stojaté vlnění označujeme jako **chvění**.

© 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.