

3.2.1 Vznik a druhy vlnění

Předpoklady:

V normálním látkovém prostředí na sebe částice působí silami vzájemného působení (mezi atomy jsou jakoby natažené „pružinky“) \Rightarrow když začne kmitat jedna částice, začne „pružinkama“ tahat i za okolní částice a rozkmitává je (jako dvě kyvadla spojená provázkem).

\Rightarrow Rozkmitáme jednu částici \Rightarrow ona rozkmitá okolní částice \Rightarrow ty rozkmitají své sousedy \Rightarrow a tak dál \Rightarrow prostředím se začne šířit kmitání. Z kmitání jedné částice vzniklo **postupné vlnění**.

Příklady vlnění:

- vlnění vodní hladiny (kámen hozený do vody rozkmitá vodní hladinu, šíří se po ní kola),
- zvuk,
- elektromagnetické vlny (světlo),
- vzruch na dětské pružině.

Při mechanickém vlnění dochází k přenosu kmitání látkou \Rightarrow

- přenáší se energie (vodní hladina začne kmitat i v místech, kde byla původně klidná),
- nepřenáší se látka (předměty na hladině zůstávají na svých místech).

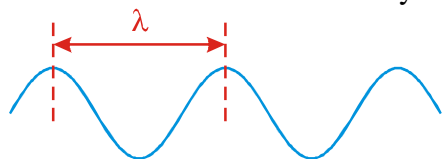
Co charakterizuje vlnění (příklad kol na vodní hladině):

a) veličiny známé už z kmitavých pohybů:

- **perioda T** kmitání určitého bodu vodní hladiny (frekvence),
- **maximální výchylka y_m** (výška vlnek),

b) veličiny, které se objevují nově u vlnění:

- **rychlost šíření vlnění v [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]** (jak rychle běží vlny po hladině),
- vzdálenost mezi vrcholy dvou sousedních vln = **vlnová délka λ [m]**.



Př. 1: Najdi vztah mezi rychlostí šíření vlnění a vlnovou délkou.

Vlnová délka je vzdálenost mezi dvěma hřebeny = vzdálenost, kterou vlnění uběhlo, než se na výchozím místě dostala hladina opět na vrchol, tedy než uběhla jedna perioda $\Rightarrow \lambda = vT$.

Př. 2: Vysvětli, proč se zvuk šíří lépe a rychleji v tuhých prostředích (například železo) než ve vzduchu.

Pevná, tuhá látka: silné vazby mezi částicemi \Rightarrow vychýlení částice se rychle a snadno přenáší na její sousedy \Rightarrow rychlé šíření zvuku.

Vzduch: žádné působení mezi částicemi mimo srážek \Rightarrow vychýlení částice se přenáší jenom při srážkách s okolními \Rightarrow pomalejší a méně účinné šíření zvuku.

Př. 3: Urči vlnovou délku zvukové vlny o frekvenci 440 Hz. Rychlost zvuku ve vzduchu je $334 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$f = 440 \text{ Hz} \quad v = 334 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \lambda = ?$$

$$\lambda = vT \quad \text{dosadíme: } T = \frac{1}{f}$$

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{334}{440} \text{ m} = 0,76 \text{ m}$$

Př. 4: Urči rychlost šíření vodních vln na hladině. Deset vlnek, které zaberou dohromady vzdálenost 83 cm dorazí ke břehu za 7,3 sekundy.

$$\begin{array}{lll} 10 \text{ vln} & \dots & 83 \text{ cm} \\ 1 \text{ vlna} & \dots & 8,3 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 8,3 \text{ cm} = 0,083 \text{ m} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} 10 \text{ vln} & \dots & 7,3 \text{ s} \\ 1 \text{ vlna} & \dots & 0,73 \text{ s} \Rightarrow T = 0,73 \text{ s} \end{array}$$

$$\lambda = vT$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,083}{0,73} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 0,11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Vlny se šíří po hladině rychlostí $0,11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Př. 5: Pokud při ladění strunných nástrojů potřebujeme zvýšit tón, strunu více napneme. Během napínání se tak zvýší frekvence kmitání struny, vlnová délka vlnění struny zůstane stejná (je určena délkou struny). Jak se změní rychlost šíření zvuku na struně? Vysvětli i pomocí vnitřní stavby pevné látky.

Vlnová délka: $\lambda = vT = \frac{v}{f} \Rightarrow$ pokud se zvýší frekvence kmitání a vlnová délka zůstane

stejná, musí se zvětšit i rychlost šíření zvuku na struně.

Pevná látka: částice na sebe působí silami, natažení látky \Rightarrow částice se trošku vzdálí \Rightarrow zvětší se vzájemná přitažlivá síla \Rightarrow lepší se přenos výchylek mezi částicemi \Rightarrow zrychlí se přenos vlnění.

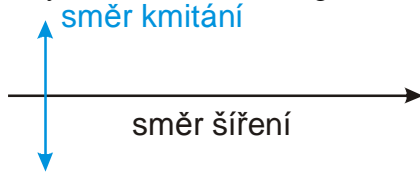
Pedagogická poznámka: Oba druhy vlnění se snadno a dobře ukazují na dětské pružině.

Když je nejdříve ukážete najdou se studenti, kteří budou schopni postřehnout ten kvalitativní rozdíl.

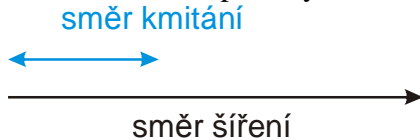
Dva druhy vlnění:

- Vlny na vodě – vlnění se šíří po hladině vodorovně, hladina kmitá ve svislém směru (příčně na směr šíření) \Rightarrow **příčné vlnění**

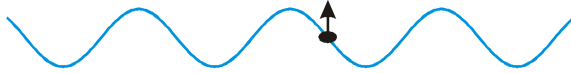
vlny na vodě, elektromagnetické vlnění



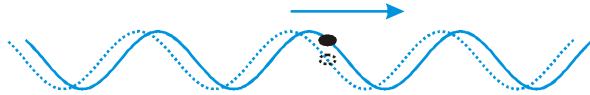
- vlny na magické pružině – vlnění se šíří vodorovně, jednotlivé závitů pružiny kmitají ve stejném směru (podél směru šíření) ⇒ **podélné vlnění**
zvuk, stlačování pružiny



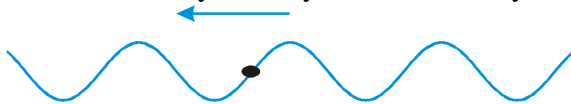
Př. 6: Na obrázku je nakresleno smítko na vodní hladině kmitající příčným vlněním. Smítko se pohybuje směru vyznačeném šipkou. Jakým směrem se šíří vlnění?



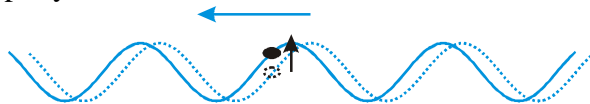
Pokud se smítko pohybuje směrem nahoru musí se v následujícím okamžiku do místa smítka dostat vrcholek vlny ⇒ vlna se pohybuje doprava.



Př. 7: Na obrázku je nakresleno smítko na vodní hladině kmitající příčným vlněním. Vlnění se šíří vyznačeným směrem. Jakým směrem se pohybuje smítko?



V následujícím okamžiku dorazí do místa se smítkem vrchol vlny ⇒ smítko se musí pohybovat nahoru.



Př. 8: Odposlouchávat hovor v sousední místnosti můžeme pomocí hrnku, který přitiskneme ke stěně a pak k němu přitiskneme ucho. Vysvětlí.

Přitisknutí hrnku ⇒ lepší rozkmitávání částic v hrnku od částic ve stěně ⇒ lepší přechod zvuku do hrnku. Stejný efekt způsobuje i přitisknutí ucha k hrnku.

Př. 9: Indiáni zjišťovali, zda přijíždí vlak tím, že přiložili ucho ke kolejím (nezkoušet). Vlak tak slyšeli daleko dříve. Vysvětlí.

Železem se zvuk šíří daleko rychleji a lépe než vzduchem (pevné vazby atomů v železe) ⇒ vlak je slyšet po kolejnicích na daleko větší vzdálenost.

Př. 10: Oblíbenou dětskou hračkou býval kelímkový telefon. Do dvou kelímků od jogurtu se udělá dírka, kterou se provleče nylonová struna. Na obou koncích struny jsou uzlíky,

aby se nevyvlíkla z kelímků. Do jednoho kelímku šeptáme (mluvíme), druhý kelímek si přiloží posluchač k uchu a slyší z něj i hovor, který je jinak neslyšný.

a) Jak uvedené zařízení funguje?

b) Jak se změní kvalita přenosu zvuku, když vlákno více napneme?

c) Co se stane, když někdo vlákno chytí do prstů?

a) Jak uvedené zařízení funguje?

Vzduch v kelímku rozkmitá jeho zadní stěnu \Rightarrow zadní stěna rozkmitá vlákno \Rightarrow zvuk se šíří o struně lépe než vzduchem \Rightarrow struna rozkmitá zadní stěnu druhého kelímku \Rightarrow zadní stěna druhého kelímku rozkmitá vzduch a z něj se zvuk přenesení do ucha posluchače.

b) Jak se změní kvalita přenosu zvuku, když vlákno více napneme?

Větší napnutí vlákna \Rightarrow silnější vzájemné působení částic \Rightarrow lepší přenos zvuku \Rightarrow lepší funkce telefonu.

c) Co se stane, když někdo vlákno chytí do prstů?

Prsty jsou měkké \Rightarrow tlumí kmitání vlákna \Rightarrow funkce telefonu se zhorší (nebo přestane fungovat úplně).

Shrnutí: V látkovém prostředí každá kmitající částice působí na své sousedy, které rozkmitává. Tak vzniká vlnění.