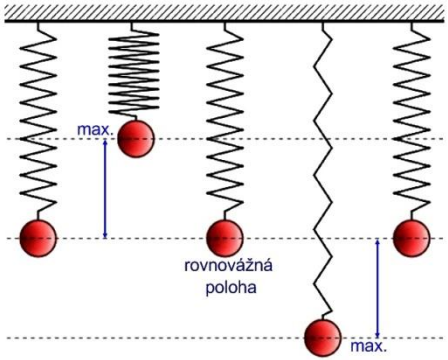
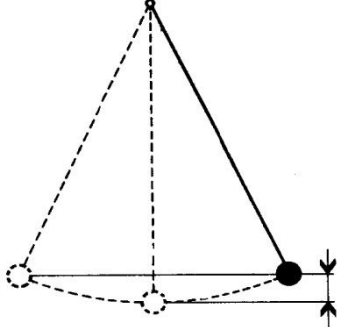


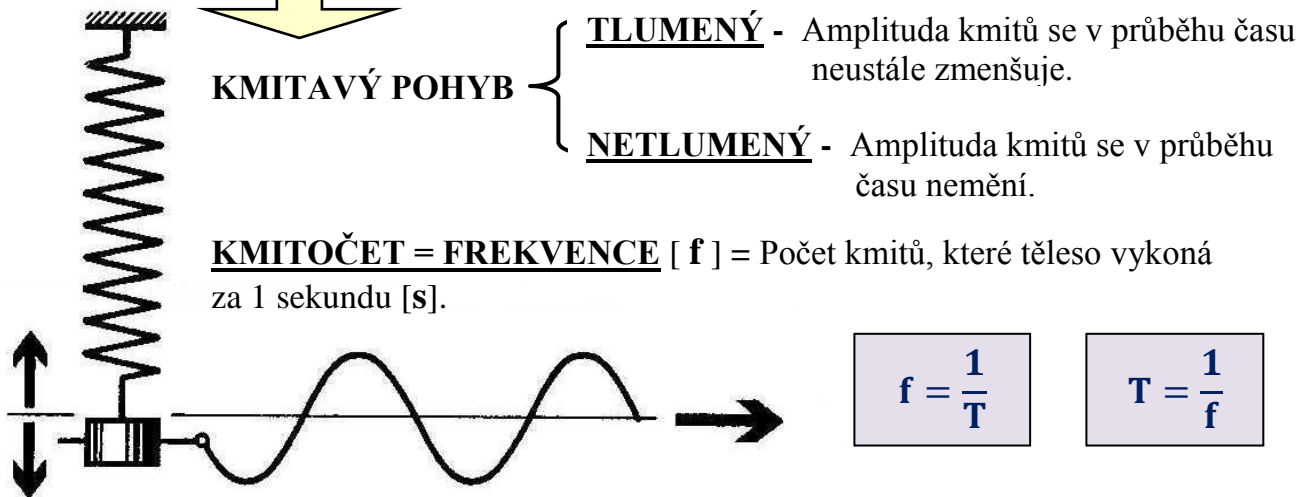
VIII. – AKUSTIKA

KMITAVÝ POHYB PRUŽINY A MATEMATICKÉHO KYVADLA:

MATEMATICKÉ KYVADLO	PRUŽINA
<p>Vlákno má zanedbatelnou hmotnost vzhledem k zavěšené kuličce.</p>	
 <p>ROVNOVÁŽNÁ POLOHA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Vychýlíme kuličku z rovnovážné polohy a následně uvolníme. 2) Kulička se vrací, míjí rovnovážnou polohu a následně dosahuje krajní výchylky na opačné straně. Poté se opět vrací. 3) Děj se opakuje → Kulička vykonává kmitavý pohyb kolem své rovnovážné polohy.
<p>AMPLITUDA = Největší (krajní) výchylka kuličky z rovnovážné (klidové) polohy. KMIT = Pohyb kuličky z jedné krajní polohy do druhé a zpět. KYV = Pohyb kuličky z jedné krajní polohy do druhé → Polovina kmitu. PERIODA [T] = Doba jednoho kmitu → Udává se v sekundách.</p>	
<p>VELIKOST PERIODY MATEMATICKÉHO KYVADLA <u>ZÁVISÍ</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Na délce závěsu → Při větší délce závěsu dojde k prodloužení doby kmitu (periody). - Na tíhovém zrychlení g → Tuto veličinu nemůžeme v běžných podmínkách měnit, a proto ji nezkoumáme. 	<p>VELIKOST PERIODY PRUŽINY <u>ZÁVISÍ</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Na hmotnosti zavěšené kuličky → Při větším zatížení dojde k prodloužení doby kmitu (periody). - Na tuhosti pružiny → Má-li pružina menší tuhost, kmitá s větší dobou kmitu.
<p>VELIKOST PERIODY MATEMATICKÉHO KYVADLA <u>NEZÁVISÍ</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Na hmotnosti zavěšené kuličky. 	<p>VELIKOST PERIODY PRUŽINY <u>NEZÁVISÍ</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Na amplitudě.

PERIODICKÉ DĚJE A JEJICH GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ:

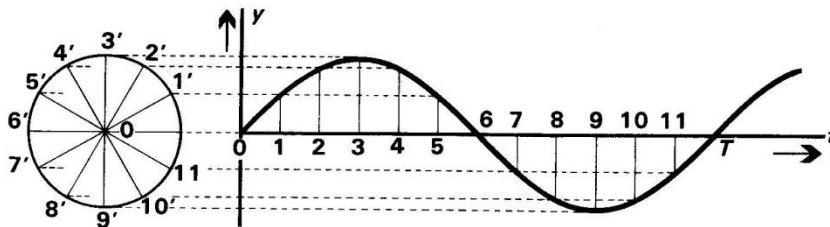
PERIODICKÝ DĚJ = Děj, který se po určité době (PERIODĚ) opakuje.



Jednotkou frekvence **f** je **HERTZ [Hz]** → $\text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$

Kmitočet **1 Hz** má takový periodický děj, jehož perioda je **1 s**.

Závislost okamžité výchylky na čase znázorňuje křivka zvaná SINUSOIDA.



Heinrich Hertz
(1857 – 1894)
Německý fyzik

PŘÍKLAD-1

Závaží na pružině vychýlíme do dolní krajní polohy a uvolníme. Po rozkmitání projde závaží desetkrát za 1 sekundu rovnovážnou polohou.

Urči frekvenci a periodu pohybu.

ŘEŠENÍ:

Při jednom kmitu projde závaží rovnovážnou polohou dvakrát.

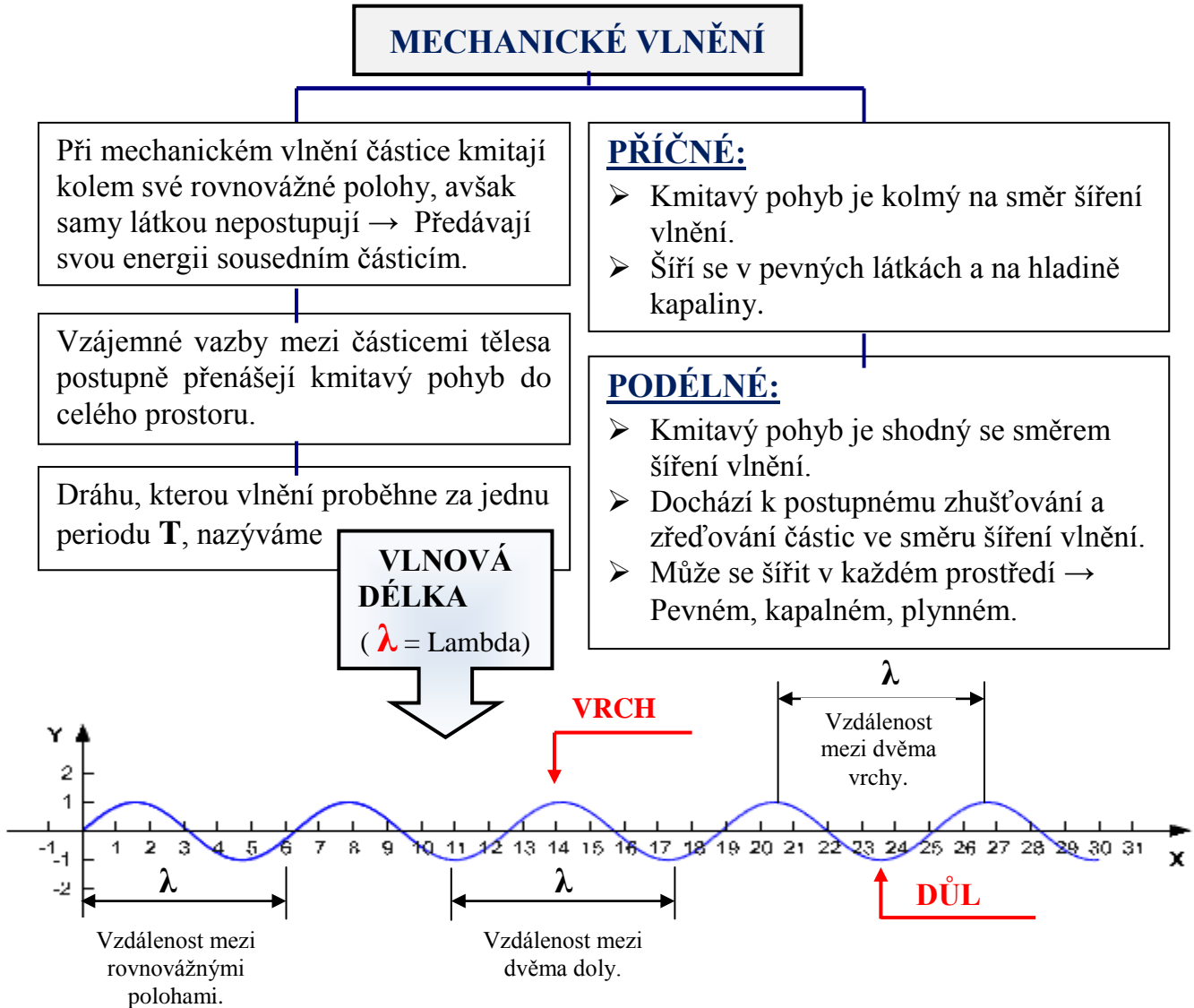
Projde-li jí v našem případě desetkrát za 1 sekundu, vykoná 5 kmitů ⇒ **f = 5 Hz**

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ s}$$

ODPOVĚĎ: Frekvence pohybu je 5 Hz a perioda 0,2 s.

VZNIK VLNĚNÍ A JEHO VLASTNOSTI:

Těleso, které kmitá v pružném prostředí, rozkmitává částice ve svém okolí a ty pak svými kmity rozkmitávají další a další částice prostředí \Rightarrow Prostředím se šíří



Podobně jako pro dráhu rovnoměrného přímočarého pohybu $s = v \cdot t$ platí pro vlnovou délku vztah:

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f}$$

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$T = \frac{\lambda}{c}$$

- \Rightarrow V různých prostředích se vlnění šíří různou rychlostí.
- \Rightarrow Rychlost šíření mechanického vlnění závisí na daném pružném prostředí.
- \Rightarrow Na rozhraní dvou prostředí dochází k odrazu nebo k lomu vlnění \Rightarrow Platí zákon odrazu a zákon lomu.

MECHANICKÉ VLNĚNÍ - VÝPOČTY:

PŘÍKLAD-1

Rychlost šíření vlnění ve vzduchu je asi **340 m/s**.

Jakou vlnovou délku v něm má vlnění s frekvencí **5 kHz**?

$$f = 5 \text{ kHz} = 5\,000 \text{ Hz}$$

$$c = 340 \text{ m/s}$$

Vlnění má vlnovou délku 68 mm.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340}{5\,000} = 0,068 \text{ m} = \mathbf{68 \text{ mm}}$$

PŘÍKLAD-2

Vypočítej frekvenci vlnění s vlnovou délkou **51 m** v oceli, kde je rychlost vlnění asi **5,1 km/s**.

$$\lambda = 51 \text{ m}$$

$$c = 5,1 \text{ km/s} = 5\,100 \text{ m/s}$$

Frekvence vlnění je 100 Hz.

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{5\,100}{51} = \mathbf{100 \text{ Hz}}$$

PŘÍKLAD-3

Učebnice F9 (Jáchim, Tesař) – 6. díl, str. 16, cv. 1

Jakou rychlostí se šíří vlnění, jestliže při frekvenci **1 000 Hz** má vlnovou délku **34 cm**?

$$f = 1\,000 \text{ Hz}$$

$$\lambda = 34 \text{ cm} = 0,34 \text{ m}$$

Vlnění se šíří rychlostí 340 m/s.

$$c = \lambda \cdot f = 0,34 \cdot 1\,000 = \mathbf{340 \frac{m}{s}}$$

PŘÍKLAD-4

Učebnice F9 (Jáchim, Tesař) – 6. díl, str. 16, cv. 2

Jakou vlnovou délku mají rádiové vlny o frekvenci **f = 99,7 MHz**, jestliže se šíří rychlostí **c = 300 000 000 m/s**?

$$f = 99,7 \text{ MHz} = 99\,700\,000 \text{ Hz}$$

$$c = 300\,000\,000 \text{ m/s}$$

Rádiové vlny mají vlnovou délku asi 3 m.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300\,000\,000}{99\,700\,000} \doteq \mathbf{3 \text{ m}}$$

PŘÍKLAD-5

Vlnová délka povrchových vodních vln je **15 cm**. Vlny se šíří rychlostí **25 cm/s**.

Urči frekvenci vlnění.

$$\lambda = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$c = 25 \text{ cm/s} = 0,25 \text{ m/s}$$

Frekvence vlnění je přibližně 1,7 Hz.

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{0,25}{0,15} \doteq \mathbf{1,7 \text{ Hz}}$$

ZVUK, VZNIK A ŠÍŘENÍ ZVUKU:

AKUSTIKA = Nauka o **ZVUKU**

Zdrojem zvuku jsou tělesa, v nichž probíhá stojaté vlnění (= chvění) s kmitočtem **16 Hz – 20 000 Hz**.

ZVUK

Vzniká **KMITÁNÍM** (chvěním) částic pružných těles → **ZDROJŮ ZVUKU**

→ Kmitání pravidelné → Pravidelné (hudební) zvuky = Jednoduché tóny.

POZNÁMKA:

Základním tónem, ze kterého vychází hudební akustika, je tón zvaný **komorní A**, jehož kmitočet je **440 Hz**.

→ Kmitání nepravidelné → Nepravidelné (nehudební) zvuky.

Šíří se **POSTUPNÝM STLAČOVÁNÍM A ZŘEĐOVÁNÍM ČÁSTIC** látkového prostředí v okolí zdroje zvuku → Podélné vlnění.

VODIČE ZVUKU { DOBRÉ → Pružné a pevné látky
ŠPATNÉ → Pórovité a sypké látky

Nejlepším **NEVODIČEM (IZOLANTEM) ZVUKU** je vakuum (vzduchoprázdno).

RYCHLOST ŠÍŘENÍ ZVUKU:

- Zvuk se šíří ve vzduchu za normálního tlaku **101 kPa** a při teplotě **20 °C** rychlostí asi **340 m/s** → S rostoucí teplotou vzduchu se tato rychlost zvyšuje.
- Podobně jako světlo se zvuk na rozhraní dvou různých prostředí odráží → **PŘÍKLAD:**
 - V laboratořích bylo zjištěno, že člověk je schopen rozlišit dva zvukové signály, které mají prodlevu **0,1 sekundy**
 - Za tuto dobu urazí zvuk vzdálenost $s = v \cdot t = 340 \cdot 0,1 = 34 \text{ m}$
 - Protože jde o vzdálenost k odrazné ploše a zpět, je vzdálenost zdroje zvuku od odrazné plochy poloviční, tedy **17 metrů**
- Pokud je vzdálenost odrazné plochy **menší než 17 m**, vzniká **DOZVUK** → Původní a odražený zvuk spolu splývají, takže dochází k prodloužení původního zvuku.
- Pokud je vzdálenost odrazné plochy (stěny) **větší 17 m**, vzniká **OZVĚNA (ECHO)** → Původní a odražený zvuk jsou zřetelně oddělené.

POZNÁMKA:

Dozvuk a ozvěna mají velký význam při projektování místností s nároky na dobrou akustiku.

RYCHLOST ŠÍŘENÍ ZVUKU – VÝPOČTY:

PŘÍKLAD-1

Učebnice F9 (Jáchim, Tesař) – 6. díl, str. 29, cv. 1

V jaké vzdálenosti se zablesklo, jestliže hrom slyšíme po uplynutí **8 s** od okamžiku záblesku?

POZNÁMKA:

Vzhledem k rychlosti světelného záblesku 300 000 km/s lze čas, za který světelný paprsek urazí vzdálenost mezi bleskem a okem pozorovatele, zanedbat.

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$t = 8 \text{ s}$$

$$s = v \cdot t = 340 \cdot 8 = 2\,720 \text{ m} = \mathbf{2,7 \text{ km}}$$

Zablesklo se ve vzdálenosti 2,7 km.

PŘÍKLAD-2

Učebnice F9 (Jáchim, Tesař) – 6. díl, str. 16, cv. 2

Jaká je vzdálenost mezi veřejným rozhlasem a stěnou panelového domu, jestliže chlapec stojící pod reproduktorem rozhlasu slyší ozvěnu se zpožděním **1 sekundy** oproti přímému zvuku z reproduktoru?

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$2s = v \cdot t = 340 \cdot 1 = 340 \text{ m}$$

$$s = 340 : 2 = \mathbf{170 \text{ m}}$$

Vzdálenost mezi veřejným rozhlasem a stěnou panelového domu je 170 m.

PŘÍKLAD-3

Sbírka úloh, str. 78, cv. 411

Nejhlubší tón, který lidské ucho rozezná, má kmitočet **16 Hz**.

Jaká je jeho vlnová délka ve vzduchu?

$$f = 16 \text{ Hz}$$

$$c = 340 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340}{16} = \mathbf{21,25 \text{ m}}$$

Vlnová délka tónu o frekvenci 16 Hz je ve vzduchu asi 21 metrů.

PŘÍKLAD-4

Sbírka úloh, str. 79, cv. 412

Jaká je vlnová délka tónu **á** o frekvenci **440 Hz**, šíří-li se zvukové vlnění:

a) vzduchem?

$$f = 440 \text{ Hz}$$

$$c = 340 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340}{440} \doteq 0,77 \text{ m} = \mathbf{77 \text{ cm}}$$

Vlnová délka tónu **á** ve vzduchu je 77 cm.

b) vodou?

$$f = 440 \text{ Hz}$$

$$c = 1\,500 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{1\,500}{440} \doteq 3,41 \text{ m} = \mathbf{341 \text{ cm}}$$

Vlnová délka tónu **á** ve vodě je 341 cm.

PŘÍKLAD-5

Jak hluboké je v daném místě moře, dorazil-li zvukový signál odražený ode dna za **2,5 s** od okamžiku vyslání?

Zvuk se v mořské vodě šíří rychlostí **1 500 m/s**.

$$v = 1\,500 \text{ m/s}$$
$$t = 2,5 \text{ s}$$

$$2s = v \cdot t = 1\,500 \cdot 2,5 = 3\,750 \text{ m}$$

$$s = 3\,750 : 2 = \mathbf{1\,875 \text{ m}}$$

Moře je v daném místě hluboké 1 875 metrů.

TÓN:

ZVUK VNÍMANÝ ČLOVĚKEM			
Kmitočet menší než 16 Hz	Rozsah	→ 16 Hz – 20 kHz	Kmitočet větší než 20 kHz
INFRAZVUK	Největší citlivost	→ 2 kHz – 4 kHz	ULTRAZVUK

PŘÍKLAD UPLATNĚNÍ:

→ Zkoumání struktury nitra Země

TÓN

= Zvuk o stálé frekvenci, vznikající pravidelným kmitáním těles.

VÝŠKA TÓNU

Dána kmitočtem (frekvencí) zvuku.

BARVA TÓNU

Určena složením vyšších harmonických frekvencí (= Celistvé násobky základní frekvence tónu).

POZNÁMKA:

Z hlediska barvy tónu je univerzálním hudebním nástrojem **ELEKTRONICKÝ SYNTETIZÁTOR** → Dokáže vytvořit zvuk odlišných hudebních nástrojů.

PŘÍKLADY UPLATNĚNÍ:

➤ DEFEKTOSKOPIE:

→ Odhalování kazů v pevných látkách (v konstrukčních prvcích)

➤ LÉKAŘSTVÍ:

→ Vyšetřování vnitřních orgánů
→ Bezoperační drcení ledvinových kamenů

➤ LABORATOŘE:

→ Odstraňování nečistot z povrchů předmětů
→ Dokonalé promíchávání roztoků

➤ TECHNIKA:

→ Kontrola přesných rozměrů předmětů
→ Ultrazvukové vrtáčky

HLASITOST ZVUKU (HLADINA INTENZITY ZVUKU)

☞ Je určena vnímanou energií zvuku.

☞ S rostoucí vzdáleností rychle klesá.

☞ Jednotkou hladiny intenzity zvuku (jednotkou hlasitosti) je → **DECIBEL [dB]**.

☞ Většina lidí je schopna rozlišit zvuky, které se liší právě o **1 dB**.

HLUK:

HLUK = Nežádoucí zvuk, který vyvolává nepříjemný sluchový vjem.

OCHRANA PŘED HLUKEM:

- Odstranění nebo úprava zdrojů hluku
- Zvuková izolace (pórovité látky)
- Používání chráničů sluchu (tampony, sluchátka)
- Zvětšení vzdálenosti od zdroje hluku