

5 Kmitání a vlnění

5.1 Základní veličiny

Na konci minulé hodiny jsme si ukazovali kyvadlo. Zamysleme se nad tím, jak bychom pohyb kyvadla zaznamenali graficky. Na ose x budeme mít čas a na ose y polohu, ve které kyvadlo je (přesněji vzdálenost od střední polohy kyvadla – tu bereme jako kladnou vpravo a zápornou vlevo, proto nám křivka osciluje mezi kladnými a zápornými hodnotami). Podívejte se na následující **aplet** a zamyslete se nad tím, jak zaznamenává polohu do grafu. V **apletu** můžete sledovat i jiné veličiny, jako je rychlost, zrychlení, síla působící na kyvadlo. Uvidíte, že obdobným způsobem kmitá každá z nich.

Pro popis kmitání používáme pojem **perioda** T , která udává, za jak dlouho se kyvadlo vychýlí z jedné krajní polohy do té stejné krajní polohy. Jednotka periody je s . V grafu je délka jedné periody úsek, který se periodicky opakuje.

Dále používáme pojem **frekvence** f , který udává, kolik period proběhne za jednu vteřinu. Jednotka frekvence je Hz . Vztah mezi periodou a frekvencí je tedy následující:

$$f = \frac{1}{T}$$

Některá kmitání mají **harmonický průběh**. To znamená, že křivka v grafu má tvar funkce $\sin$ nebo $\cos$. Harmonická funkce s periodou T a frekvencí f má tvar:

$$A \cdot \sin(2\pi ft) = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$$

kde A je amplituda kmitů (tj. jejich výška v grafu).

5.2 Zvuk

Zvuk je vlnění. Frekvence slyšitelných tónů je tak vysoká, že jej neslyšíme jako kmitání. (Např. tón tzv. komorního A má frekvenci $f = 440 Hz$, tzn. kmitne $440 \times$ za vteřinu.)

To, co ale můžeme slyšet, jsou rázy. Pustíme-li dva tóny blízké frekvence zároveň, bude docházet ke skládání kmitů. Skládání kmitů je dobře patrné na tomto **apletu**. Vidíme, že výsledná funkce se nám bude periodicky zesilovat a zeslabovat s frekvencí, která je nižší než frekvence původního vlnění. Je-li první kmitání s frekvencí f_1 a druhé kmitání s frekvencí f_2 , bude frekvence rázů $f_{raz} = |f_1 - f_2|$.

Příklad: Dva nejnižší tóny na klavíru mají frekvenci $27,5 Hz$ a $29,1 Hz$. Zahrajeme-li je zároveň, uslyšíme rázy s frekvencí $f_{raz} = |27,5 - 29,1| = 1,6 Hz$, tedy skoro dvakrát za vteřinu, což už je dobře slyšitelné. Vyzkoušejte doma!

Příklady

1. Tón frekvence $440 Hz$ pustíme zároveň s tónem frekvence $445 Hz$. S jakou frekvencí uslyšíme rázy? Jakou budou mít rázy periodu?

2. Vysvětlete, proč vznikají rázy a jak využít rázy např. při ladění hudebního nástroje.
3. Zkuste odargumentovat, proč je zvuk vlnění.