

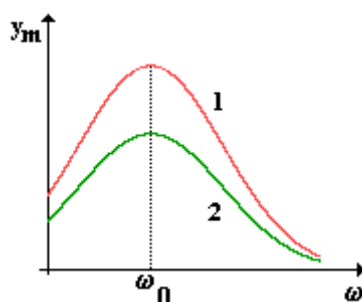
## Rezonance mechanického oscilátoru

Budeme-li např. u zařízení na obr. 26 postupně zvyšovat [frekvenci](#) otáčení kotouče, [amplituda výchylky](#) nucených kmitů se bude postupně zvětšovat, při určité frekvenci nabývá maximální hodnoty a poté se opět zmenšuje.

Rezonanci lze prozkoumat pomocí hračky, kterou lze zakoupit v obchodech s hračkami, dřevěnými suvenýry, ručně vyráběnými hračkami, ... Hračka je tvořena tělesem (panáček, zvířátko, ...) zavěšeným na [pružině](#). Pokud budeme pružinou, kterou budeme držet za opačný konec než je hračka, kmitat ve svislém směru, bude hračka kmitat s určitou amplitudou výchylky. Pokud bude frekvence kmitů ruky velmi malá nebo naopak velmi velká, hračka se bude pohybovat velmi málo - amplituda jejích kmitů bude malá. Pokud zvolíme „tu správnou“ frekvenci ([vlastní frekvenci](#) daného [mechanického oscilátoru](#)), bude amplituda kmitů hračky velmi velká. Dosáhli jsme rezonance.

Průběh popsaného [pokusu](#) lze také vyjádřit pomocí grafu, z něhož je patrné, že amplituda výchylky nucených kmitů dosáhne maximální hodnoty při frekvenci, která je shodná s frekvencí [vlastního kmitání oscilátoru](#) ( $\omega = \omega_0$ ). Došlo k **rezonanci oscilátoru**. Na obr. 27 jsou znázorněny dvě **rezonanční křivky**, u nichž nastala rezonance pro tutéž frekvenci. Křivky se ale liší maximální amplitudou a tvarem, což ukazuje na různé tlumení: křivka 1 odpovídá oscilátoru s malým tlumením, zatímco křivka 2 charakterizuje oscilátor s velkým tlumením.

Pozor! Na svislé ose grafu, v němž je znázorněna rezonanční křivka, je skutečně amplituda a nikoliv [okamžitá výchylka](#), jak tomu bylo doposud!



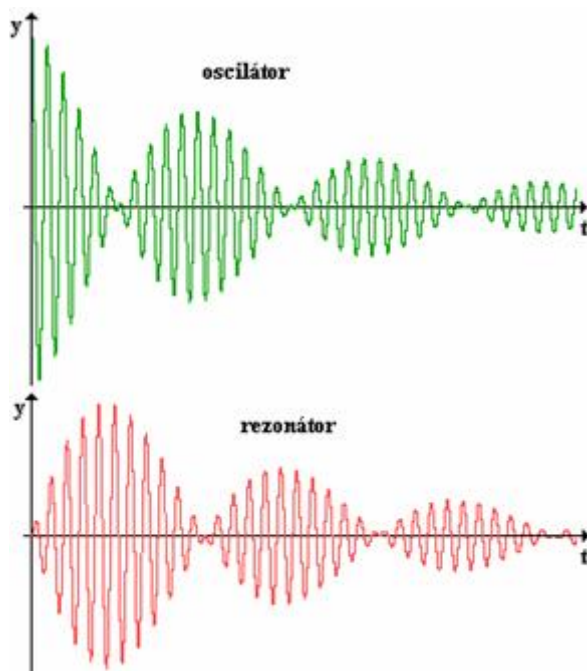
Obr. 27

Graf zobrazený na obr. 27 bývá někdy kreslen i tak, že na vodorovné ose místo je místo [úhlové frekvence](#)  $\omega$  vynášena frekvence  $f$ . Vzhledem k tomu, že obě tyto [veličiny](#) jsou fyzikálně ekvivalentní (jedna je  $2\pi$  násobkem druhé), je druhá podoba grafu ekvivalentní s tou na obr. 27.

U ideálního oscilátoru bez tlumení by amplituda výchylky nucených kmitů při rezonanci rostla neomezeně. Existence tlumení má vliv i na rezonanční frekvenci - s rostoucím tlumením se rezonanční frekvence nepatrně zmenšuje.

Při rezonanční frekvenci dosahuje amplituda nucených kmitů větší hodnoty, než by odpovídalo [výchylce](#) způsobené vnější [silou](#) při velmi nízké frekvenci. Nastává **rezonanční zesílení** nucených kmitů.

Toto rezonanční zesílení může být tak velké, že může dojít i k destrukci materiálu, který rezonuje. Krásně je to vidět (byť patrně s použitím triku) ve [filmu](#) režiséra Josefa Pinkavy *Výbuch bude v pět* z roku 1984. Když přechází třída na školním výletě po lávce přes řeku, vyprovokuje hlavní hrdina filmu Ludvík třídu k vojenskému pochodu. Následkem pravidelného dopadání nohou na lávku se lávka rozvíjí. Amplituda vibrací dosáhne takové hodnoty, že síly působící mezi jednotlivými částmi lávky nejsou schopné vibrující části udržet a dojde k destrukci.



Obr. 28

Rezonanci lze považovat za vzájemné působení dvou oscilátorů: jeden je zdrojem nuceného [kmitání](#) (oscilátor) a druhý se působením zdroje nuceně rozkmitává (**rezonátor**). Jednoduchým příkladem oscilátoru a rezonátoru jsou spřažená [kyvadla](#) - dvě kyvadla vzájemně spojená pružinou nebo vláknem se závažím. Tak se mezi kyvadly vytváří vazba, která umožňuje přenos [energie](#) mezi kyvadly: po rozkmitání oscilátoru  $O$  se amplituda jeho výchylky postupně zmenšuje a zároveň se zvětšuje amplituda rezonátoru  $R$ , jehož amplituda dosáhne maxima v okamžiku, kdy kmitání oscilátoru ustalo (viz obr. 28). Tento děj se periodicky opakuje - mezi rezonátorem a oscilátorem se tedy vyměňuje energie. Mezi oscilátory může být:

1. vazba volná - vazbou vzniká jen malé vzájemné působení a energie přechází z oscilátoru na rezonátor dlouho
2. vazba těsná - vzájemné působení je silné, přenos energie je rychlý

Praktické využití rezonance spočívá hlavně v rezonančním zesilování.

U [hudebních nástrojů](#) se [chvění](#) struny přenáší na tělo nástroje a dochází k rezonančnímu zesílení [zvuku](#) struny. Jazýčkový kmitočtoměr (jeden z měřících přístrojů) je tvořen řadou jazýčků s odlišnými rezonančními frekvencemi; jazýček, který se rozkmitá s maximální amplitudou určuje napětí v síti, frekvenci, ... Elektrické ladičky hudebních nástrojů využívají také rezonanci k určení frekvence zahrané struny.

Rezonanční zesílení je ale někdy nežádoucí (rozkmitání celého stroje, jehož části se otáčí, ...). Tomu lze předcházet:

1. změnou vlastní frekvence mechanismu
2. doplněním mechanismu tlumičem kmitání
3. zvětšení tření mechanismu