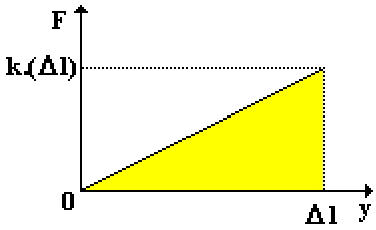
Energie mechanického oscilátoru a její přeměny

Při harmonickém kmitání dochází také k periodickým přeměnám energie oscilátoru. V okamžiku průchodu rovnovážnou polohou má oscilátor maximální velikost rychlosti a tedy i maximální kinetickou energii. V okamžiku, kdy dosáhne krajních poloh svého pohybu, má nulovou rychlost a maximální hodnotu energie potenciální (potenciální energie pružnosti u tělesa na pružině, potenciální energie polohy u kyvadla).



Obr. 21

Zavěšením tělesa na pružinu v rovnovážné poloze ve výšce *h* získá oscilátor klidovou potenciální energii - tíhovou E_{pt} (zvednutí tělesa do výšky *h*) a pružnosti E_{pr} (deformace pružiny). Potenciální energie pružnosti je rovna práci spotřebované pružinou při prodloužení o délku Δl. Při této deformaci působící síla postupně roste, až do své maximální hodnoty $k\Delta l$. Práce je rovna obsahu trojúhelníka v grafu na obr. 21, tedy $E_{pr} = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2$.

Vzhledem k tomu, že pro tíhovou potenciální energii platí $E_{pt} = mgh$, je klidová energie E_0 oscilátoru: $E_0 = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2 + mgh$.

Zvednutí tělesa do výšky *h* a zavěšení na pružinu, která se po zavěšení tělesa prodlouží o Δl.

Uvedeme-li mechanický oscilátor do kmitavého pohybu, jeho celková energie se zvětší o energii kmitavého pohybu. Při určité okamžité výchylce má oscilátor výchylku *y* a velikost okamžité rychlosti *v*. Pro celkovou jeho energii lze psát: $E_{celk} = mg(h+y) + \frac{1}{2}k(\Delta l - y)^2 + \frac{1}{2}mv^2$.

Skutečnost, že se liší znaménko okamžité výchylky *y* ve výrazu potenciální energie pružnosti a tíhové potenciální energie, vyplývá z fyzikální podstaty problému. Roste-li tíhová potenciální energie oscilátoru, závaží na pružině stoupá vzhůru a zmenšuje se tedy prodloužení pružiny. Při poklesu tíhové potenciální energie, závaží klesá dolů a výchylka pružiny se zvětšuje.

Tento výraz je možné upravit dále (s využitím podmínky platící v rovnovážné poloze $mg = k\Delta l$: $E_{celk} = mgh + \frac{1}{2}k(\Delta l)^2 + \frac{1}{2}ky^2 + \frac{1}{2}mv^2 = E_0 + \frac{1}{2}ky^2 + \frac{1}{2}mv^2$. Dosadíme-li nyní okamžité hodnoty výchylky a rychlosti, dostaneme: $E_{celk} = E_0 + \frac{1}{2}ky^2 + \frac{1}{2}mv^2 = E_0 + \frac{1}{2}ky_m^2 \sin^2 \omega t + \frac{1}{2}mv_m^2 \cos^2 \omega t = E_0 + \frac{1}{2}ky_m^2 = E_0 + \frac{1}{2}mv_m^2 = konst$.

Během odvození byly využity tyto vztahy $v_m = \omega y_m$ a $\omega^2 = \frac{k}{m}$.

Odvozený vztah platí obecně pro všechny typy mechanických oscilátorů. Výraz $\frac{1}{2}ky_m^2$ představuje maximální hodnotu potenciální energie, výraz $\frac{1}{2}mv_m^2$ pak maximální kinetickou energii oscilátoru.

Při harmonickém kmitavém pohybu se periodicky mění potenciální energie kmitání v energii kinetickou a naopak. Celková energie oscilátoru je konstantní.

© 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.