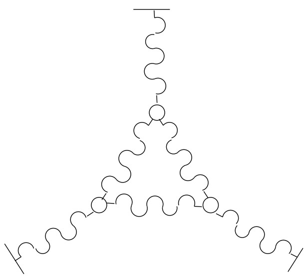
Kmity, vlny, optika 2006/2007 – zápočtové příklady, 1. část

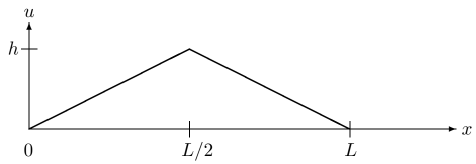
1. Sestavte program, který najde a ve vhodné podobě vypíše do souboru časovou závislost výchylky tlumených anharmonických kmitů. Závislost vratné síly na výchylce má tvar $F_v(x) = -kx(1+\alpha x)$, závislost tlumící síly na rychlosti má tvar $F_o(x) = -\beta\dot{x}$. Silové konstanty k, α, β, hmotnost systému m a počáteční podmínky budou volitelné. Vyšetřete závislost chování systému na volitelných parametrech, zejména pro harmonické netlumené kmity, harmonické slabě tlumené kmity, harmonické kriticky tlumené kmity a kladné a záporné hodnoty anharmonického parametru α.

2. Časově omezený harmonický kmit délky Δt s úhlovou frekvencí ω si můžeme představit jako superpozici harmonických kmitů s pásmem frekvencí šířky $\Delta\omega$. Pro šířku pásma platí $\Delta\omega\Delta t \approx 2\pi$. Trvá-li tón zahraný hudebním nástrojem příliš krátce, může být rozptyl frekvencí příliš velký na to, aby posluchač mohl správně určit jeho výšku. Odhadněte dobu trvání tónu, která právě dovoluje posluchači, aby tón umístil do nejbližšího půltónu (odpovídá to 6% posunu frekvence) pro vysoký tón na pikole, $f \approx 3{,}7\,\mathrm{kHz}$ a nejnižší tón na kontrabasu, $f \approx 30\,\mathrm{Hz}$.

3. Určete vlastní frekvence a kmitové módy příčných kmitů soustavy na obrázku. Všechny kuličky mají hmotnost m a všechny pružiny příčnou tuhost k.



4. Struna délky L je napjata mezi pevnými body a vychýlena ze své rovnovážné polohy tak, jak je znázorněno na obrázku. V čase $t = 0$ strunu uvolníme. Najděte funkci $u(x,t)$ popisující časový vývoj tvaru struny. Fázová rychlost vlnění ve struně je c.



5. Pro tzv. gravitační vlny na hluboké vodě má disperzní vztah tvar $\omega = \sqrt{gk}$. Ve vzdálenosti $L = 100\,\mathrm{km}$ od břehu vypukla v čase t_0 bouře. Za jak dlouhou dobu Δt dorazí ke břehu vlny s vlnovou délkou $\lambda = 10\,\mathrm{m}$? Jaký je interval T mezi příchody dvou po sobě následujících hřebenů vln?

Kmity, vlny, optika 2006/2007 – zápočtové příklady, 2. část

1. Na neabsorbující podložku o indexu lomu n je nanesena tenká neabsorbující vrstva o tloušťce d a indexu lomu n_1. Vypočítejte odrazivost systému při kolmém dopadu koherentního světla v závislosti na vlnové délce. Uvažujte přitom násobné odrazy a předpokládejte, že index lomu je na vlnové délce světla nezávislý. Navrhněte způsob stanovení veličin n, n_1, d z naměřené spektrální závislosti.

2. Mezi bodový monochromatický zdroj světla a pozorovací stínítko vložíme difrakční stínítko rovnoběžněs pozorovacím. Na difrakčním stínítku jsou rozmístěny obdélníkové otvory s délkami stran a_1, a_2. Otvory tvoří pravoúhlou mřížku, jejich středy mají polohu $\vec{R} = n_1\vec{d}_1 + n_2\vec{d}_2$, kde $0 \le n_1 < N_1$, $0 \le n_2 < N_2$ a n_1, n_2 jsou celá čísla. čísla N_1, N_2 určují makroskopické rozměry systému. Vektory $\vec{d}_1$, $\vec{d}_2$ jsou navzájem kolmé a jsou rovnoběžné se stranami otvorů. Vypočítejte výslednou amplitudu a intenzitu na pozorovacím stínítku. Ukažte, že výsledek je součinem dvou výrazů, z nichž jeden závisí pouze na uspořádání otvorů (geometrický faktor) a druhý závisí pouze na tvaru otvoru (strukturní faktor).

3. Nakreslete optická schémata tří základních typů dalekohledů – Galileiho, Kepplerova a Newtonova. Pro Galileiho a Kepplerův dalekohled řešte následující úlohu. Dalekohled je zaostřený tak, že okem akomodovaným na nekonečno v něm vidíme ostrý obraz Měsíce. Ve vzdálenosti d od okuláru umístíme stínítko. Jak musíme posunout okulár, který má ohniskovou vzdálenost f_{ok}, aby se ostrý obraz Měsíce objevil na stínítku? Jak velký bude vzniklý obraz Měsíce, je-li ohnisková délka objektivu f_{ob}? řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $f_{ok} = 2$ cm, $f_{ob} = 30$ cm, $d = 16$ cm.

4. Duha vzniká podle Descarta odrazem slunečních paprsků ve vodních kapkách. úhlové rozměry duhy můžeme určit z podmínky, že odchylka světelného při odrazu v kapce je minimální, poněvadž nejmenší odchylce paprsků odpovídá největší intenzita světla. Pod jakým úhlem musí dopadat světelný paprsek na povrch kapky, aby se odchýlil o nejmenší úhel? Určete úhlový poloměr duhy pro červené a fialové světlo. Indexy lomu vody jsou $n_c = 1{,}329$ a $n_f = 1{,}343$. Předpokládejte, že kapky mají tvar koule.