

Zadání příkladů pro cvičení z předmětu Programování pro fyziky

Sada č. 3 — 28. listopadu 2008 — Id = 34012

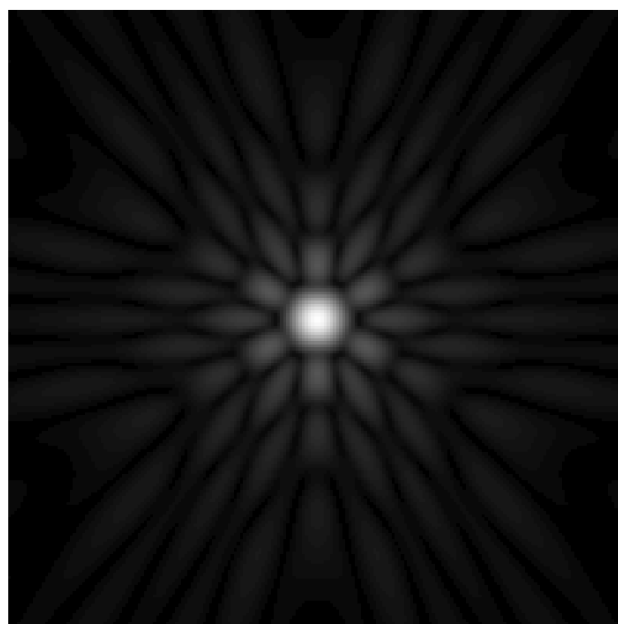
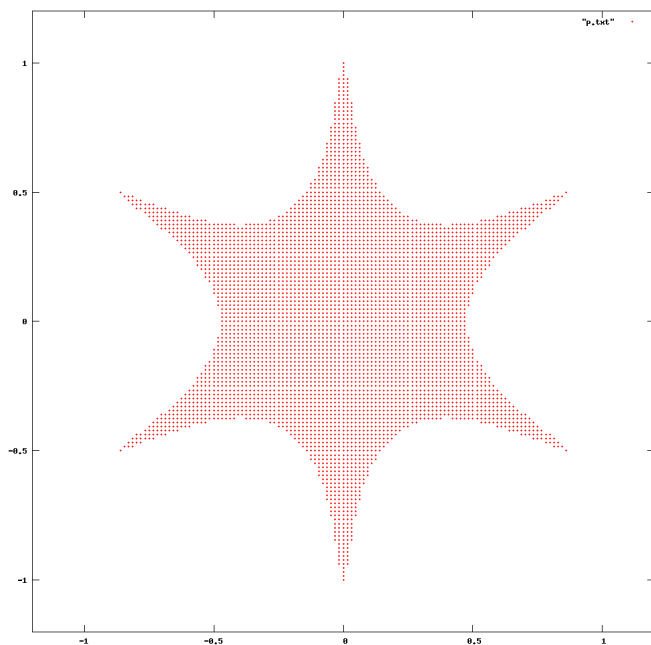
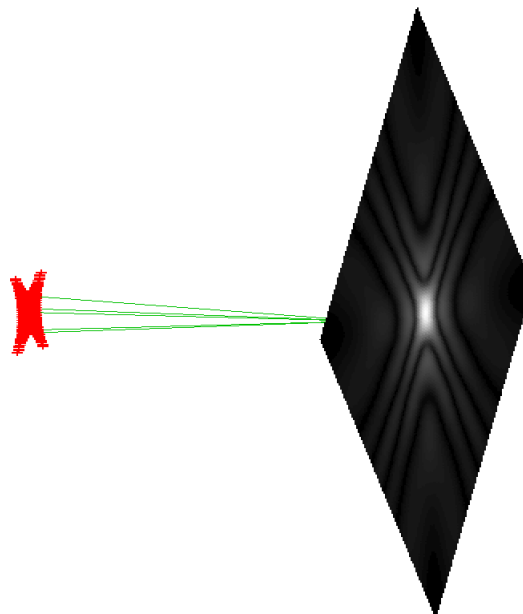
Napište program, který počítá jednoduchou interferenci kulových vln šířících se z vhodně rozmístěných koherentně vysílajících bodů ležících v rovině $z = 0$. Body leží v uzlech pravoúhlé mříže s rozestupy h , jde tedy o body o souřadnicích $x = m.h$ a $y = n.h$, kde m a n jsou celá čísla $0, \pm 1, \pm 2, \dots$, přičemž souřadnice bodů splňují podmínku

$$(8x^3 - 24xy^2)^2 + x^2 + y^2 \leq 1$$

V rovině $z = Z$ je fotografická deska, kde v bodech o souřadnicích X, Y detekujeme velikost součtu (komplexních) amplitud

$$U(X, Y) = \left| \sum_k \frac{e^{i \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{(x_k - X)^2 + (y_k - Y)^2 + Z^2}}}{\sqrt{(x_k - X)^2 + (y_k - Y)^2 + Z^2}} \right|.$$

V sumě se sčítá přes všechny body o souřadnicích x_k a y_k , které tvoří (koherentní) zdroj vln. Délka strany čtvercové fotografické desky je $X_{\max} - X_{\min} = Y_{\max} - Y_{\min} = 28$. Její vzdálenost od zdroje je $Z = 10$.



Návod k řešení: Ačkoli program lze napsat i bez použití polí, doporučuji kvůli procvičení zvolit následující postup: Program nejprve vytvoří seznam bodů, které tvoří zdroj tak, že projde všechny body mříže $x = m.h$ a $y = n.h$ a ty, které splňují zadanou nerovnost zařadí do seznamu. Místo všech celých čísel m a n stačí uvažovat ta z intervalu $-\frac{2}{h} \dots \frac{2}{h}$. Pro dále zadané konkrétní hodnoty rozestupu bodů h by počet zdrojů vlnění neměl přesáhnout 15000. Pro kontrolu váš program poté vypíše souřadnice bodů v seznamu a tento výpis zakončí dvěma prázdnými řádky (kvůli použití operace `index` v programu `gnuplot`).

Poté váš program simuluje expozici tak, že projde 200×200 bodů pravoúhlé mříže, která rovnoměrně pokrývá

celou plochu fotografické desky a v každém vypíše hodnotu funkce $U(X, Y)$ tak, že výstup programu má podobu matice 200×200 čísel, tedy 200 velmi dlouhých řádků obsahujících právě 200 mezerou oddělených čísel. Vlastní výpočet funkce U nepotřebuje nezbytně budovat celou knihovnu funkcí pro komplexní aritmetiku, exponenciála z čisté imaginárního čísla je $e^{if} = \cos f + i \sin f$ a pak je již jen třeba obě složky vydělit vzdáleností (to je ta odmocnina ve jmenovateli), neboť amplituda kulové vlny je nepřímě úměrná vzdálenosti. Velikost komplexního čísla se počítá s použitím Pythagorovy věty. Nezapomeňte, že jev interference spočívá v rozdílu mezi velikostí součtu a součtem velikostí, a tak to v programu nepopleťte! Pokud chcete omezit velikost výstupního souboru, můžete tisk reálných čísel zkrátit na 4 desetinná místa použitím `WriteLn(U(x,y):6:4, ' ');`.

Pokud máte zájem můžete data psát do textových souborů, (v Pascalu s pomocí příkazů `Assign(F,...); Rewrite(F); WriteLn(F,...); Close(F);`, v C pak `FILE* F=fopen("..", "w"); fprintf(F, "%g ", ...); fclose(F);`), ovšem v následujícím budu předpokládat, že výstup vašeho programu jednoduše přeměrujete z konzole do textového souboru `foto.txt` použitím `>` na příkazovém řádku.

Pro kontrolu je nejprve potřeba vykreslit souřadnice zdrojů – ty tvoří první blok výstupu a tedy stačí příkaz `gnuplot`

```
plot "foto.txt" index 0 with points pointsize 0.3
```

Vlastní “fotografii” namalujeme posloupností příkazů

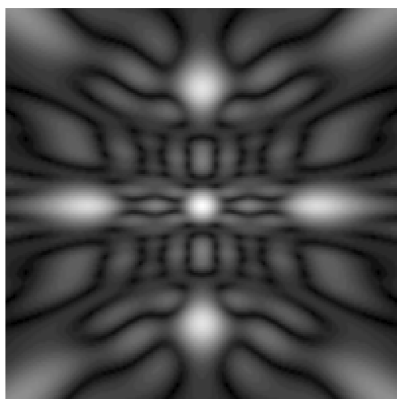
```
load "foto.gp"
```

kde `foto.gp` je textový soubor obsahující příkazy

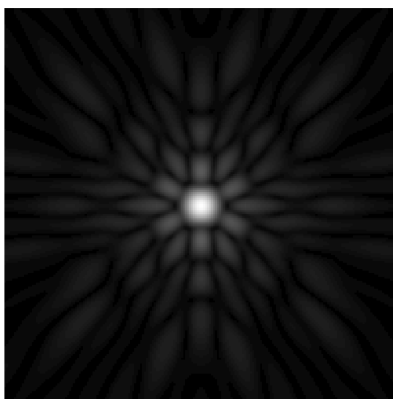
```
set size ratio -1
set view map
unset surface
set palette positive gamma 1.5 gray
set pm3d at b
splot 'foto.txt' index 1 matrix
set term png; set output "fotoX.png"; replot; set term windows
```

S pomocí vašeho programu pak vypočtete interferenční obrazce pro $\lambda = \frac{1}{6}$ a tři různé hodnoty $h = \frac{1}{4}$, $h = \frac{1}{16}$ a $h = \frac{1}{64}$.

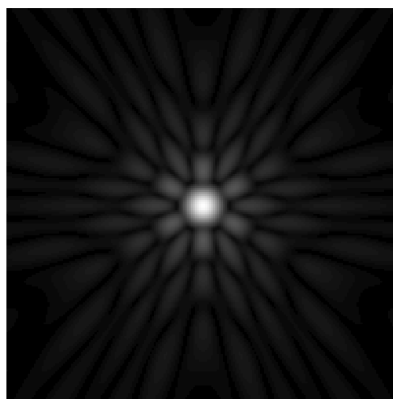
Váš program (v Pascalu) a obrázky `foto4.png`, `foto16.png` a `foto64.png` odpovídající jednotlivým velikostem rozteče bodů zdroje h (a které můžete snadno získat přejmenováním souboru `fotoX.png`, jaký vytváří skript `foto.gp`) mi pošlete do 21. prosince jako přílohu na email `ledvinka@utf.troja.mff.cuni.cz`. Jako subjekt uveďte “Příklad 3, verze 34012”. Soubory přiložte nejlépe nekomprimované případně balené pomocí programů `zip`, `tar`, `gzip` a nebo `bzip2`.



$$h = \frac{1}{4}$$



$$h = \frac{1}{16}$$



$$h = \frac{1}{64}$$