

Úloha V.1 ... čtverec?

3 body; (chybí statistiky)

Jindra vlastní list papíru s vyříznutým čtvercovým otvorem o délce strany $a = 3$ mm. Je krásný slunečný den, a tak vzal Jindra tento list papíru ven, aby si promítl svůj čtverec na chodník. Nejprve přiložil papír do vzdálenosti asi 2 mm nad osluněný povrch. Jaký tvar má světlá skvrna na chodníku způsobená čtvercovým otvorem v papíru? Poté Jindra svůj oblíbený papír oddálil do vzdálenosti zhruba 1,5 m nad chodníkem. Jaký tvar má světlá skvrna nyní? Vysvětlete, proč se stín chová právě tímto způsobem.

Jindra vyřešil kvadraturu kruhu.

Když se papír nachází těsně nad chodníkem ve vzdálenosti ~ 2 mm, má světlá skvrna tvar čtverce. Když ale papír oddálíme do velké vzdálenosti $\sim 1,5$ m, bude mít světlá skvrna kruhový tvar. Otvor v tomto případě funguje jako při zobrazení dírkovou komorou a promítá na chodník obraz Slunce.

Klíč tkví v porovnání úhlových rozměrů otvoru a Slunce při pohledu z chodníku. Slunce má úhlový průměr přibližně $\theta = 0,5^\circ$. Ve vzdálenosti $d = 2$ mm má čtvercový otvor úhlový průměr přibližně

$$\alpha \approx 2 \arcsin\left(\frac{a}{2d}\right) = 1,7 \text{ rad} = 97^\circ,$$

což je mnohem větší než úhlový průměr Slunce θ . Tudíž je Slunce při pohledu ze země skrz čtvercový otvor přibližně bodovým zdrojem a světlá skvrna má čtvercový tvar.

Naopak ve vzdálenosti $d = 1,5$ m má čtvercový otvor při pohledu ze země úhlový průměr

$$\beta = \frac{a}{d} = 0,002 \text{ rad} = 0,11^\circ,$$

přičemž jsme využili aproximace pro malé úhly $\sin(\beta) = \beta$. Tento úhlový průměr je naopak menší než úhlový průměr Slunce θ . V tomto případě se čtvercový otvor chová jako dírková komora a promítá kruhový obraz Slunce.

Jindřich Jelínek
jjelinek@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.