

Vyjadřování množství světla

Pokus o populární vysvětlení

Nejužívanější jednotkou, se kterou se setkal každý, je **lux** (značka lx). Vyjadřuje, jak mnoho světla dopadá na jednotku nějaké konkrétní plochy, aneb veličinu zvanou **osvětlenost** nebo **intenzita osvětlení** (ve starších textech se veličině říká přímo jen osvětlení, stejné slovo se ale v běžném jazyce používá i v jiných než přísně fyzikálních významech).

Nejužitečnější jednotkou je ale **lumen** (lm), který vyjadřuje právě ono *jak mnoho světla*, odborně se tato veličina jmenuje **světelný tok**.

Častěji nás zajímá, *jak silný je proud světla z nějakého zdroje v místě, kde se nacházíme*, např. jak moc se projevuje vzdálená výbojka. To vyjádříme jednotkou **lumen na metr čtvereční**, příslušná veličina se jmenuje **hustota světelného toku**. Je to skoro totéž, jako intenzita osvětlení – ba úplně totéž, pokud bychom nějakou plochu nastavili právě směrem, odkud světlo přichází. **Lux je totiž lumen na metr čtvereční**. Když ale na nějakou plochu dopadá světlo šikmo, tak i při stejné „silném proudu“ bude osvětlená méně. *Je-li hustota světelného toku 1 lm/m^2 a světlo dopadá pod úhlem skloněným o šedesát stupňů* od kolmice (aneb jen třicet stupňů od směru podél plochy), je osvětlenost plochy jen *půl luxu* (to souvisí s tím, že kosinus šedesáti stupňů je jedna polovina), světlo se rozloží na dvakrát větší oblast než při dopadu kolmém. Mluvíme-li o konkrétním zdroji, můžeme místo dlouhého „hustota světelného toku od tamté výbojky“ říkat stručněji „**jasnost** výbojky“ (to sice není veličina SI, ale v astronomii se používá, protože je velmi užitečná; definice byla publikována v roce 1992, viz http://astro.sci.muni.cz/pub/hollan/a_papers/si_fot/si_fot.pdf; v technické praxi se sice vyskytuje i jiný význam tohoto slova, ten ale definován není a je dost mlhavý).

Jak moc svítí nějaký zdroj do určitého směru, to se vyjadřuje jednotkou **kandela** (cd), či veličinou **svítivost**. To je základní jednotka SI, a jak název napovídá, je původně odvozena od toho, jak moc svítí **svíčka**. Běžné svíčky (ne tenké dortové) skutečně mají ve vodorovném směru svítivost právě jednu kandelu (díváme-li se na svíčku rovnou dolů, je plamen napohled kratší, tomu odpovídá trochu nižší svítivost svíčky svise nahoru).

Zbývá dát do souvislosti onu kandelu a lumen – to je vlastně jediná složitost ve fotometrii. Vyhneme se záměrně definici (v níž se používá tajemná jednotka steradián) a uvedeme příklad. Držíme-li svíčku metr ode zdi, pak na jeden metr čtvereční zdi, který je nejbliž ke svíčce, dopadá ze svíčky světelný tok zhruba jednoho lumenu. Odborněji řečeno, hustota světelného toku jeden *metr od svíčky je tedy 1 lm/m^2* . Jsme-li od svíčky deset metrů, je její jasnost už jen $0,01 \text{ lm/m}^2$, čili stokrát menší. „Světla ubývá se čtvercem vzdálenosti“ – jasnost vzdáleného („na pohled malého“) zdroje je rovna jeho svítivosti dělené druhou mocninou jeho vzdálenosti (pokud se neuplatní rozptyl světla, tedy např. není mlha).

Zdroj, který svítí všemi směry stejně, např. žárovka (pokud pomineme její patici, která samozřejmě stíní), má svítivost zhruba třináctkrát (4 pí krát) menší než je celkový světelný tok, který z něj odchází. Např. nová stowattová žárovka vydává asi osmnáct set lumenů a má tedy svítivost asi sto čtyřicet kandel. Pokud by visela dvanáct metrů vysoko, zem pod ní by byla osvětlená jedním luxem.

Většina zdrojů, hlavně osvětlených ploch, svítí různými směry různě silně. Např. z listu papíru ležícího na stole, nebo z jednoho čtverečního metru sněhu jde nejvíce světla „rovnu od nich“. Když se na ně díváme stále více z boku, jsou na pohled stále užší. V nejjednodušším případě jsou pořád „stejně světlé“ a jejich svítivost je pak úměrná kosinu úhlu, pod kterým je pozorujeme (konstantou úměrnosti je celkový světelný tok, který vydávají, dělený třemi, či přesně jedním π).

Oči ale vnímají nejvíce kvantitu jinou, totiž „jak moc světla odkud jde“. Příslušná veličina se jmenuje **jas** a její jednotkou je **kandela na metr čtvereční**, nazývaná také **nit** (čteno nyt, značka nt). **Jas sněhu osvětleného jedním luxem je asi 0,3 nt**. Jas asfaltové cesty by byl jen dvě až čtyři setiny nitu (pokud na ni nehledíme tak, že se v ní vzdálený zdroj leskne).

Zdroj, který má při pozorování z kteréhokoliv směru stejný jas, se nazývá „dokonale rozptylující“, „lambertovský“ nebo „kosinový“. Takový je zhruba papír, ještě lépe to splňuje sníh, platí to i pro mraky. Odchylky od této vlastnosti se projeví tak, že se v dané ploše poněkud leskne (ač ne zcela zrcadlově, není-li hladká) např. Slunce. V čerstvém sněhu se Slunce neleskne, jen v jednotlivých vločkách, tlusté mraky rozptylují ještě dokonaleji.

Celá osvětlovací věda a technika se snaží docílit právě vhodných jasů. Pro oči je nepříjemné, když se v rámci jejich zorného pole vyskytuje poměr jasů vyšší než jedna ku deseti. Ojedinelá místa s vysokými jasy, odraz slunce na hladině, či slunce nízko na nebi, v noci pak lampy, bývají nepříjemná, unavují zrak, můžeme kvůli nim hůř vidět, zkrátka oslňují. V příjemném prostředí se oslňování snažíme vyhnout, takové prostředí je i bezpečnější.

To, že se nity používají zatím méně než luxy, je pouze tím, že dřív nebylo snadné jasy měřit. Přesto to někdy snadné bývalo: obrátíme-li čidlo luxmetru dolů k zasněžené pláni, pak jeho údaj znamená jas sněhu, a téměř (až na to, že sníh zhruba desetinu světla pohltí) i intenzitu osvětlení sněhu (jen musíme čidlo držet tak, aby náš stín šel na opačnou stranu). Dnes lze jasy velmi přesně měřit pomocí digitálních vědeckých kamer, ale i běžnými digitálními fotoaparáty. To je dobře, protože ve skutečnosti jsou „ty nity“ mnohem důležitější. Na sních stačí svítit mnohem méně než na asfalt...