

Rozhledy matematicko-fyzikální

Ivan Větvička

Zázrak mnoha sluncí na nebi

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 84 (2009), No. 1, 18–23

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/146282>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2009

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

Zázrak mnoha sluncí na nebi

Ivan Větvíčka, Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, ČVUT, Praha

Abstract. The atmosphere sometimes trifles with light in such a way that anybody who looks at the sky must wonder. Halos are ranked among the most interesting visual spectacles. Moreover, some of them have not been explained yet. It is no wonder as people may have a chance to see them only once in a century. Don't miss the opportunity, watch the sky!

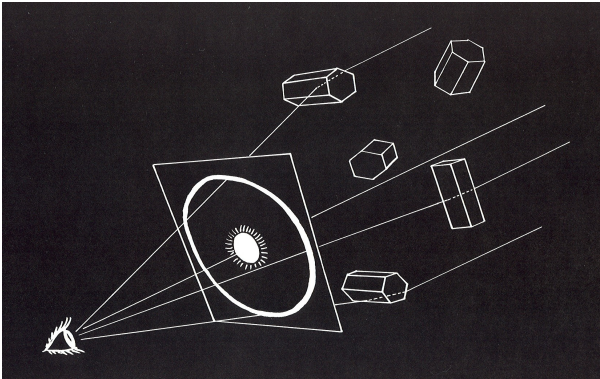
Sluneční paprsky interagují se zemskou atmosférou – s plyny i s jinými částicemi, kapičkami vody, krystalky ledu či prachem. Mnohé úkazy bereme tak samozřejmě, že o nich (ke své škodě) mnozí lidé ani nepřemýšlejí. Občas si atmosféra se světlem zahraje tak, že přivede v úžas každého, kdo pozvedne oči k obloze. Některé jevy se dodnes nepodařilo vysvětlit. Není divu, vždyť je lidé spatří třeba jedenkrát za století.

Mezi nejzajímavější atmosférické úkazy patří *halové jevy*, vznikající lomem, odrazem a rozkladem světelných paprsků na krystalcích ledu ve výškách 6–10 km nad zemí. Stejně obrazce se mohou vytvořit kolem Slunce i Měsíce. Měsíční haló jsou slabší v důsledku nižší intenzity paprsků. Aby mohly nastat příznivé podmínky pro vznik halových jevů, musejí ledové krystalky na obloze tvořit průsvitnou jednotvárnou vrstvu – mrak cirrostratus.

Krystalky ledu mají nejčastěji tvar šesterečných sloupků, pravidelných mnohostěnů vztyčených nad šestiúhelníkovou bází. Plášť tohoto tělesa se nazývá hexagonální prisma. Když sluneční paprsky vstoupí do krystalu skrz jednu ze stěn prismatu a opustí ho objednu plochu dále, odchýlí se o 22° a kolem Slunce vznikne jasný kruh tohoto poloměru – malé haló (obr. 1 a obr. 2). Je to nejčastější halový jev. Bednář (1989) odkazuje na výsledky dlouhodobého pozorování v Holandsku, kde se malé haló průměrně objevovalo 200 dnů v roce. Asi desetkrát vzácněji se vyskytuje velké haló, zářící kruh kolem Slunce o poloměru 46° . Vzniká lomem světla přes prisma a bází. Častěji se objevuje světelný sloup nad a pod Sluncem vzniklý odrazem paprsků od vnějších ploch krystalků.

Šesterečné krystaly často srůstají do dvojic. Na obloze se to může projevit vznikem horizontálního kruhu, světlého pruhu, který vychází

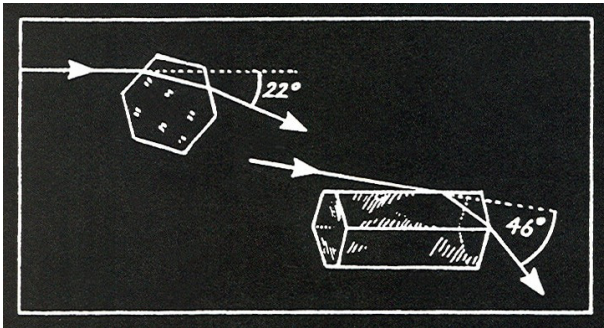
ze Slunce a obepíná oblohu ve vodorovném směru. Právě na něm září všechna „falešná slunce“ včetně parhelií, proto se mu říká také parhelicický kruh. Na průsečíku s malým halem vznikají vedlejší slunce – parhelia. Kombinace části horizontálního kruhu se světelnými sloupy vytváří efektní kříž. Asi jedenkrát do roka se na horizontálním kruhu objeví paranthelia – vedlejší slunce vzdálená 120° od středu slunečního disku a na opačné straně oblohy než Slunce může zářit protislunce, antihelium. Za příznivých podmínek může být halový jev doplněn četnými obloukovitými zářícími obrazci. K malému halu se shora přimyká horní dotykový oblouk, zdola spodní dotykový oblouk. Je-li Slunce dostatečně vysoko nad obzorem, mohou se oblouky spojit. Vzniklý obrazec je k malému halu přivěšen jako sloní uši, ale s rostoucí výškou Slunce nad obzorem se více podobá kružnici a jeho poloměr se blíží malému halu. V prostoru mezi horním dotykovým obloukem malého hala a velkým haló se může vzácně objevit ještě Parryho oblouk a od spodní části malého hala k parheliím mohou mířit Lowitzovy oblouky.



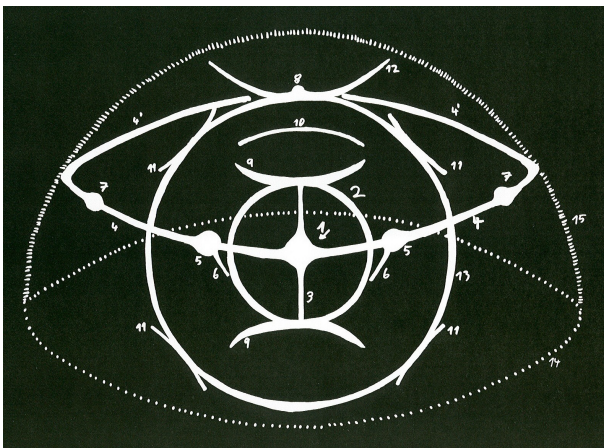
Obr. 1. Vznik malého hala v atmosféře. V mraku chaoticky se vznášejících krystalků se na tvorbě hala podílejí jen některé ledové sloupky. Pro výskyt některých vzácnějších halových jevů je nezbytné, aby většina ledových krystalků v mraku měla přednostní orientaci, a proto se objevují ojediněle (dle www.atoptics.co.uk, upraveno)

Obrazec na obloze začíná být složitý, a to ještě zdaleka není konec nebeského představení. Na velké haló shora a zdola nasedají cirkumzenitální oblouky, ze stran se k němu druží čtyři dotykové oblouky (obr. 3). Uvedený výčet optických úkazů vyčerpává čtenáře, ale nikoli možnosti halových jevů. Unikátní pozorování 1. 11. 1999 v Antarktidě zdokumen-

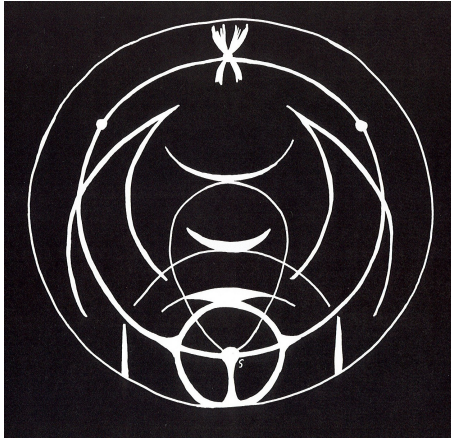
tovalo další obrazce (obr. 4) a počítačové simulace například předpovídají výskyty haló o průměrech 9° , 18° , 20° , 23° , 24° a 35° . Pro jejich vznik je nezbytný výskyt ledových krystalků s dobře vyvinutými pyramidálními plochami.



Obr. 2. Lom světla v ledových krystalcích způsobující malé ($r = 22^\circ$) a velké haló ($r = 46^\circ$) (převzato od Příhody a Holovské, 1995)

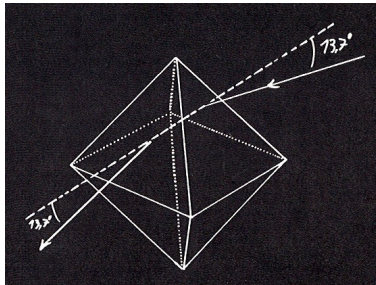


Obr. 3. Idealizovaný náčrt typických halových jevů. 1 – Slunce, 2 – malé haló ($r = 22^\circ$), 3 – halový sloup, 4 – horizontální kruh, 4' – část horizontálního kruhu zářící na nebeské klenbě naproti Slunci, 5 – parhelie malého hala, 6 – Lowitzovy oblouky, 7 – stodvacetistupňová slunce, 8 – protislunce, 9 – horní a dolní dotykový oblouk malého hala, 10 – Parryho oblouk, 11 – dotykové oblouky velkého hala, 12 – horní cirkumzenitální oblouk velkého hala, 13 – velké haló ($r = 46^\circ$), 14 – obzor, 15 – nebeská klenba (dle Bednáře (1989), kresba Větvíčka)



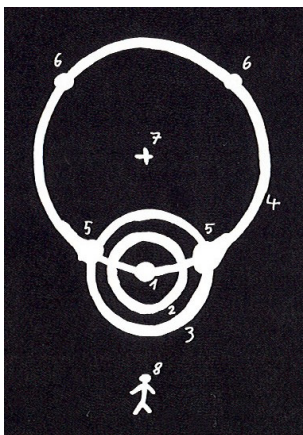
Obr. 4. Náčrt halového jevu z 1. 11. 1999 pozorovaného v Antarktidě ukazuje krásu a složitost halových jevů. Vnější kružnice obepínající obrázek značí obzor, S – skutečné Slunce (dle expedičních poznámek Jarmo Moilanena na <http://tea.armadaproject.org/bowman/1.11.1999.html>, kresba Větvička)

Halové jevy pozorovatele informují o možných krystalových tvarech, které mohou narůst v cirrostratech. V roce 1981 otiskl časopis Science článek E. Whalleyho se zajímavou úvahou. Autor se zaměřil na Scheinerovo haló, zářivý kruh o poloměru 28° obepínající Slunce. Proč ho nenabízejí počítačové simulace? Odpověď může být překvapivá. Podmínky ve vysoké atmosféře se od situace na povrchu Země mohou natolik lišit, že led vykristalizuje v soustavě krychlové, místo obvyklé šesterečné symetrie. Scheinerovo haló by mohlo vznikat lomem světla při průchodu krystaly kubického ledu ve tvaru osmistěnnů (obr. 5).



Obr. 5. Vznik Scheinerova hala průchodem paprsků světla skrz osmistěnné krystaly kubického ledu (dle Whalleyho (1981), upraveno)

Osmadvacetistupňové haló popsal Christophe Scheiner na základě pozorování z 20. 3. 1629 v Římě (obr. 6). Následovala pozorování v letech 1677, 1726 a 1747, pak přišlo 158 let bez jediného záznamu, aby se Scheinerovo haló objevilo třikrát během patnácti roků: 1905, 1915 a 1920. Od té doby po něm opět není ani vidu. Zvláštní pozornost si zaslouží anonymní pozorování z pařížské Observatoire Royale z 20. 5. 1677. Tehdy se 35° od Slunce objevila jasná skvrna, která by mohla být náznakem dotykového oblouku Scheinerova hala. Jedná se o jediné zaznamenané pozorování takového jevu. Je zřejmé, že profesionální pozorovatelé mohou čekat i staletí, než se podobný úkaz objeví v zorném poli nějaké observatoře či terénní expedice. Zde se nabízí příležitost pro kohokoli, kdo se ve správnou chvíli podívá na nebe, protože se vzrůstajícím počtem pozorovatelů roste naděje, že se haló podaří zdokumentovat. Přitom právě výskyt lépe vyvinutých oblouků Scheinerova hala by mohl prozradit mnoho nejen o tvarech, v jakých se mohou krystaly krychlového ledu v atmosféře vyskytovat, ale vypovídal by i o jejich případné přednostní orientaci. Netřeba zdůrazňovat, že o takové informace by měly zájem nejen uznávané odborné časopisy, ale možná i tiskové agentury.



Obr. 6. Scheinerovo pozorování z 20. 3. 1629: 1 – Slunce, 2 – malé haló ($r = 22^\circ$), 3 – Scheinerovo haló ($r = 28^\circ$), 4 – horizontální kruh, 5 – parhelie malého hala, které shodou okolností v okamžiku pozorování svítily na průsečíku Scheinerova hala s horizontálním kruhem, 6 – stodvacetistupňová slunce, 7 – nadhlavník, 8 – Christophe Scheiner (dle pozorovatelova náčrtu, kresba Větvíčka)

Literatura

- [1] Bednář, J.: *Pozoruhodné jevy v atmosféře*. Academia, Praha, 1989.
- [2] Příhoda, P., Holovská, H.: *Průvodce astronomií*. Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, Praha, 1995.
- [3] Whalley, E.: Scheiners Halo: Evidence for Ice Ic in the Atmosphere, *Science* **211**, 4480 (1981), s. 389–390.
- [4] Whalley, E.: Cubic Ice in Nature, *Journal of Physical Chemistry* **87**, 21 (1983), s. 4174–4179.
- [5] <http://tea.armadaproject.org/bowman/1.11.1999.html>
- [6] www.atoptics.co.uk

Rozměrnost fyzikálního prostoru

Jan Horský, Vladislav Navrátil, Pedagogická fakulta MU Brno

Abstract. Physics teaching for secondary schools has to be shifted to be dealing with more modern and more actual living problems. Practically no information is presented about one of a very fundamental problem of dimensions. We are trying to do so in the sense of a very nice book of Einstein and Infeld [1].

Otázka rozměrnosti prostoru je nejen velmi aktuální a živá, ale má také bohatou i poučnou historii. V pythagorejském obrazu světa se bod ztotožnil s jedničkou, dvojka s křivkou, trojka s rovinou a čtyřka s tělesem. Z komentáře Simplitia k Aristotelovu traktátu *O nebi* víme, že „talentovaný Ptolemaios ukázal, že není více než tři rozměrů, nelze najít více než tři přímky svírající vzájemně pravý úhel, dvě z nich určují plochu, třetí pak hloubku. Kdyby byl další rozměr za třetím, byl by zcela neměřitelným a neurčeným.“ Galileo Galilei dokonce svoji knihu *Dialog o dvou systémech světa* začíná úvahami o třírozměrnosti prostoru. Salviati, hovořící zde za Galilea, navrhuje experimentálně vyjasnit, jaký je rozměr prostoru. Slovo „experimentálně“ v sobě odráží, že pro Galilea je třírozměrnost prostoru faktem fyzikálním.

Fyzikům tedy nestačí, že je představa o třírozměrnosti prostoru intuitivně jasná. I. Kant dal poprvé do souvislosti třírozměrnost prostoru s tvarem Newtonova gravitačního zákona. Známy holandský fyzik Paul