



Jakou barvu mají mraky?

Václav Piskač¹, Gymnázium třída Kapitána Jaroše, Brno

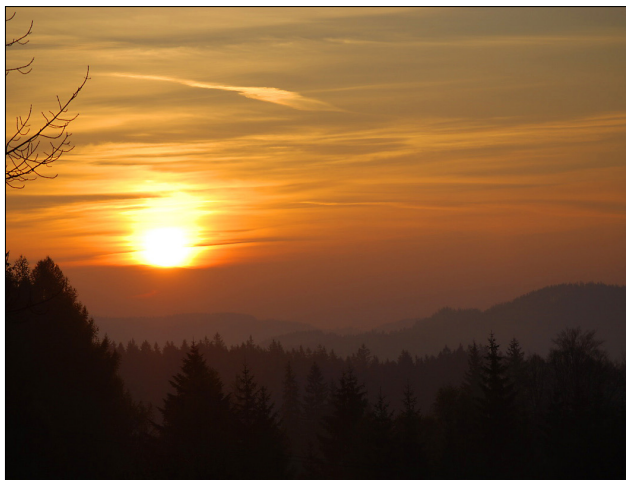
Článek se zabývá optickými jevy spojenými s mnohočetnými odrazy a lomy světla v soustavách miniaturních čirých objektů.

Úvod

Název článku pokládá na první pohled triviální otázku: „Jakou barvu mají mraky?“ Každý přece z vlastní zkušenosti ví, že mraky jsou někdy bílé, někdy šedé, někdy černé, při východu nebo západu Slunce dokonce načervenalé...



Obr. 1 – pastviny Nízkých Tater

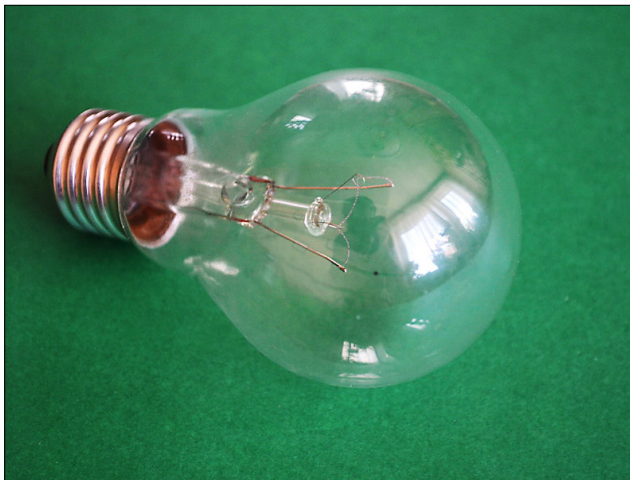


Obr. 2 – podzimní Beskydy

Skoro každý ale také ví, že se mraky skládají z vodních kapek a krystalků ledu. Vodní kapka je čirá a krystalek ledu také. Takže jakou barvu mají mraky?

Drcené sklo

Kdo má zájem, ať si sám zkusí následující: vezměte čirou žárovku, zabalte ji do silného sáčku a roztlučte kladivem. Nejprve získáte hromádku čirých střepů. Když budete vytrvalí, začnou se po dalších úderech měnit v bílý prášek. Ano – z ČIRÉHO skla se drcením stává BÍLÝ prášek.



Obr. 3 – původní žárovka



Obr. 4 – drcené čiré sklo

¹ vaclav.piskac@seznam.cz



Co se to stalo? Světlo se při dopadu na sklo odráží a láme. Pokud světlo dopadne na spoustu drobných střípků, dochází k mnohočetným odrazům a lomům. Navíc zde také dochází k ohybu světla a paprsky vychýlené z původního směru spolu interferují. Světlo se proto rozptyluje rovnoměrně do všech směrů – vzniká dojem bílé plochy.

Díky tomuto jevu (tj. rozptylu světla na soustavě miniaturních čirých objektů) je nádherně bílý čerstvě napadlý sníh, kuchyňská sůl i kancelářský papír.

Papír je tvořen slisovanými vlákny celulózy, která jsou čirá. Přesvědčíme se o tom známým pokusem. Na kancelářský papír kápneme stolní olej – vznikne průhledná (nebo alespoň průsvitná) skvrna. Olej má podobný index lomu jako celulóza. Když vyplní mezery mezi vlákny, světlo prochází bez odrazů a lomů – papír zprůhlední.



Obr. 5 – mastná skvrna

Vliv osvětlení

Drcené sklo je vhodné uchovávat v pevné, průhledné nádobce. Když na drť posvítíme laserovým ukazovátkem, je vidět, že skleněné střípky rozptylují světlo převážně zpět a do stran. Skrze silnější vrstvu střípků světlo neprojde. Slabší vrstva světlo částečně propouští.



Obr. 6 – rozptyl světla



Obr. 7 – částečný průchod světla

Pokud nechcete ve škole přechovávat relativně nebezpečné drcené sklo, lze pokus ukázat i na kuličkách z čirého skla.



Obr. 8 – skleněné kuličky



Obr. 9 – rozptyl světla

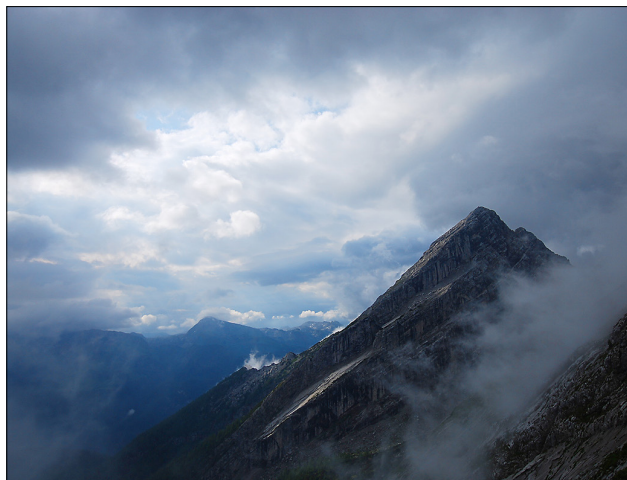
A znovu mraky

Takže zpět k úvodní otázce: „Jakou barvu má mrak?“. Mrak je soustavou obrovského počtu čirých objektů, které rozptylují dopadající světlo – barva mraku závisí na jejich velikosti a hustotě a dále na tom, jaké světlo a ze které strany na něj dopadá. Podrobně tuto problematiku rozebral v roce 1908 Gustav Mie – proto se nazývá Mieův rozptyl.

Během dne jsou všechny mraky z osvětlené strany bílé – ví to každý, kdo někdy letěl dopravním letadlem. Z opačné strany jsou šedé – stupeň šedi závisí na tom, kolik světla propustí.



Obr. 10 – nebe nad Německem



Obr. 11 – hřeben Watzmann

Nejtmavší jsou bouřkové mraky – zespodu. Shora jsou bouřkové mraky nejbělejší – nejlépe odrážejí světlo. Mohou za to velké dešťové kapky udržované v bouřkovém mraku. Všimli jste si někdy toho, že jakmile se za bouřky rozprší, změní se barva mraku na světle šedou? Velké kapky vypadnou z mraku hned na začátku (když se v něm zastaví vzestupné proudění) a malé kapky, které v něm zůstaly, nejsou tak dobrými odražeči světla.

Červánky při východu nebo západu slunce má na svědomí červené světlo, které na mraky dopadá. Do růžova se díky němu zabarvují i kondenzační čáry za tryskáči či pára vycházející z chladicích věží elektráren. Kdyby se slunce u obzoru zabarvovalo do zelena, budeme mít na obloze „zelenánky“.

Závěr

Příroda je nepříjemná v tom, že na jednoduše položené otázky dává velmi komplikované odpovědi. Na druhou stranu považují za úžasné dobrodružství tyto odpovědi hledat.