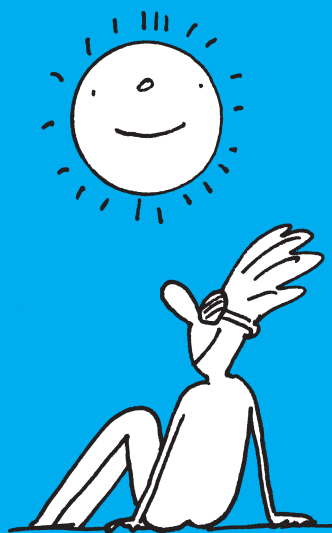


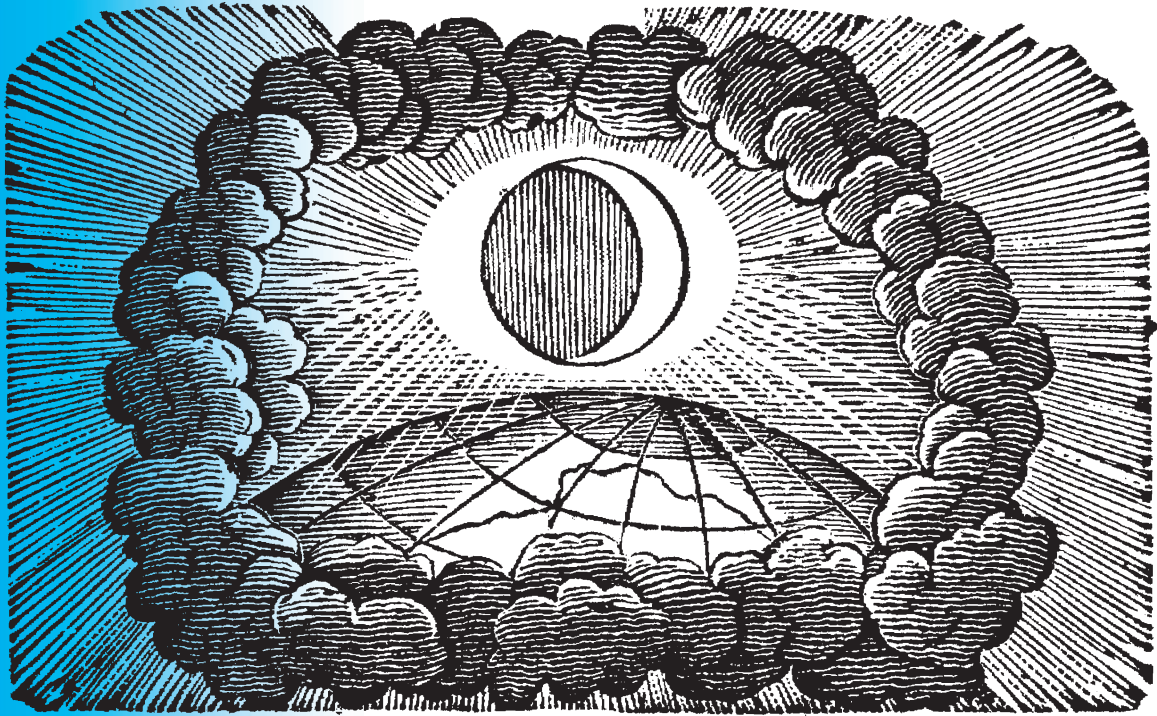


5. PREDNÁŠKA
DETSKEJ UNIVERZITY V DIVADLE ARÉNA

Prečo je nebo modré?

Philipp Kukura







Môžeme vidieť len veci, ktoré odrážajú svetlo. Ich farba potom závisí od toho, akú farbu svetla odrážajú a akú pohlcujú. A farba svetla závisí od jeho vlnovej dĺžky. Keď spojíme lúče svetla všetkých farieb, vznikne biele.

Ležali sme s kamarátom na pláži v San Franciscu a on mi po čase položil otázku. Prečo je nebo modré? Zamyslel som sa, lebo je to dobrá otázka.

Tu je moja odpoveď: Najviac svetla prichádza na Zem a všetky planéty či mesiace našej slnečnej sústavy zo Slnka. A hoci sa nám pri pohľade na oblohu zdá, že slnko je žlté, v skutočnosti vyžaruje biele svetlo. Vidíme ho však žlté, lebo jeho svetlo prechádza cez atmosféru.

Najskôr si však musíme uvedomiť, že jediné veci, ktoré okrem zdrojov svetla vidíme, sú tie, čo svetlo odrážajú. Ak by sme napríklad hoci trofej z futbalových majstrovstiev sveta položili mimo lúče svetla, neuvidíme ju.

Aj na oblohe – v atmosfére sú také veci, ktoré odrážajú svetlo. Vzduch, oblaky, drobný prach. Samozrejme, aj lietadlá či vzducholode. Tie však po nebi neplávali odjakživa. A práve pre atmosféru, ktorá obklopuje našu planétu, je nebo modré, slnko žlté a svetlo dopadá aj na predmety, ktoré nie sú priamo vystavené slnečnému žiareniu.

Lebo lúče slnka sa v atmosfére odrážajú všetkými smermi. Aj tie, ktoré nesmerujú priamo k nám, sa k nám môžu odraziť. Na Mesiaci, ktorý nemá atmosféru, nie je ani obloha. A slnko je tam skutočne biele.

Hoci je v skutočnosti aj modré, aj fialové, aj červené, aj oranžové, aj žlté, aj zelené.



**Philipp Kukura, PhD.
(1978)**

Narodil sa v roku 1978 na Slovensku, keď mal päť rokov, rodina emigrovala. Študoval chémiu na univerzite v Oxforde, pod vedením Christiana Timmela skúmal efekty statických a kmitajúcich magnetických polí na chemické reakcie. Tento proces môže byť základom orientačného zmyslu vtákov. Potom prešiel na University of California v Berkeley, kde dosiahol titul PhD. pod vedením profesora Richarda A. Mathiesa. Vytváral tam novú spektroskopickú techniku nazývanú „femtosecond stimulated Raman spectroscopy“. Ako prvý uskutočnil priame pozorovanie pohybu atómov spojeného s chemickou reakciou. Toto pozorovanie, ktoré sa pokladá za jeho najväčší prínos, skúmalo prvotnú izomerizáciu videnia. Prácu nedávno publikoval prestížny časopis Science. Stretna sa s veľkým záujmom odbornej verejnosti a tlače, pretože predstavuje nový model spôsobu videnia stavovcov. Philipp Kukura v súčasnosti pracuje ako pridružený výskumník vo vedeckom tíme profesora Vahida Sandogh-dara na ETH Zürich, ktorý sa zaoberá nanooptikou.



Svetlo sa šíri ako vlny na mori

Biele svetlo je spojením svetiel všetkých farieb. Môžeme to vidieť, keď je na oblohe dúha – rozložené biele svetlo. Ale aj vtedy, keď si dúhu umelo vyrobíme napríklad s pohárom vody. Stačí cezeň zasvietiť baterkou. Namiesto bielych lúčov svetla, ktoré budeme do pohára svaťiť z jednej strany baterkou, z druhej strany pohára vystúpi rozložené svetlo.

Teda dúha. Prečo je však obloha práve modrá a nie žltá, zelená, červená alebo dokonca biela? Jednoducho preto, že modré svetlo sa ľahko odráža. Vypočítal to britský fyzik lord Rayleigh, ktorý neskôr získal aj Nobelovu cenu. Svetlo sa totiž šíri ako vlny na mori. A každá farba svetla má inak dlhé vlny. Modré svetlo sa napríklad v porovnaní s červeným vlní dva razy hustejšie. A lord Rayleigh zistil, že pravdepodobnosť

Modré svetlo sa odráža lepšie ako červené!

Lord Rayleigh

Pravdepodobnosť odrazu $\frac{1}{\lambda^4}$

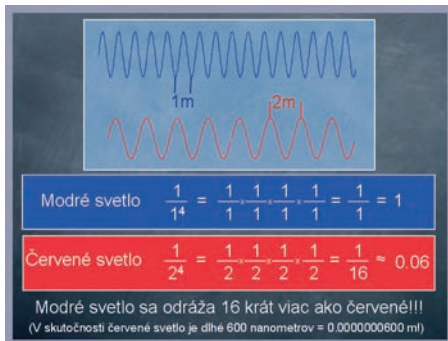
$$\frac{1}{\lambda^4} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{1}{\lambda}$$

(48)



odrazu zistíme, keď číslo jedna vydelíme štvrtou mocninou dĺžky vlny svetla. Ak by bola vlna modrého svetla dlhá jeden meter, pravdepodobnosť odrazu sa rovná jednej. Červené svetlo by však potom bolo dlhé dva metre. A pravdepodobnosť odrazu by bola iba 0,06. Červené svetlo sa teda odráža šestnásťkrát horšie ako modré. Nebo je modré, lebo modré svetlo sa v atmosfére najviac odráža a oblohu vyfarbí. A keď slnko zapadá, obloha sa sfarbí

do červena. To preto, že modré svetlo, ktoré k nám musí prejsť dlhšiu cestu cez atmosféru, sa poodráža do vesmíru, ale červené dôjde až k nám. Vo vesmíre sa však svetlo od ničoho neodráža. A preto je tam vždy čierne.



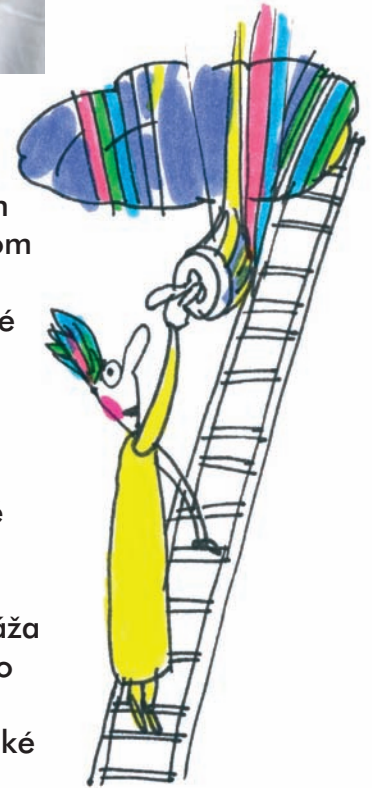


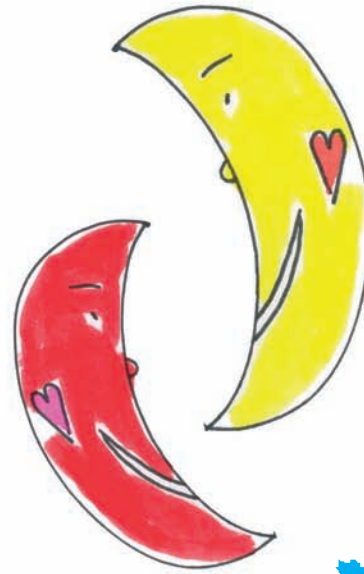
Ako sa farbia oblaky

Oblaky sa skladajú z vodnej pary. A čiastočky, od ktorých sa svetlo môže odraziť, sú v nich oveľa väčšie, ako v čistom vzduchu. Svetlá všetkých farieb sa v nich preto odrážajú rovnomerne. Vyskladajú spolu opäť iba biele svetlo, ktoré do nich prichádza zo slnka. Takže sú biele, rovnako ako slnko vo vesmíre.

Ak sú mraky ťažké, lebo z nich bude pršať, či dokonca sa blíži búrka, sú také husté, že cez ne svetlo preniká iba slabšie. Preto sú niektoré oblaky sivé a najťažšie búrkové mraky sú takmer čierne.

Vďaka oblakom však vzniká aj dúha. Keď svetlo zo slnka prechádza cez kvapky vody, ktoré padajú na zem, a odráža sa od zaoblených vnútorných stien maličkých kvapiek ako od zrkadla, rozkladá sa na jednotlivé farby. A na oblohe potom žiaria farby poskladane vedľa seba. Podľa toho, aké dlhé sú ich vlny, teda podľa toho, ako dobre sa odrážajú.





Mesiac môže byť červený či žltý takisto ako slnko pri súmraku, lebo svetlo, ktoré naň dopadá a mieri ďalej k nám, musí prejsť rovnakú cestu atmosférou, ako pri západe slnka. Veď ani mesiac nie je nikdy červený, keď je vysoko nad obzorom. Tak preto sú veci farebné. Ale prečo máme každý inú farbu očí?



(51)

