

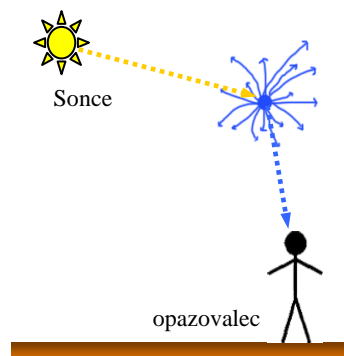
Skupina 1: Barve neba in Sonca

Naloga: Izdelajte predstavitev v programu PowerPoint, s katero boste obravnavano tematico predstavili sošolcem. Na učnem listu so navedene teme, ki jih naj vaša predstavitev vključuje, skupaj z razlago, ki naj vam rabi kot vodilo. Dodatne informacije in slike za predstavitev so dosegljive na spletnih naslovih, navedenih na koncu, oziroma jih boste poiskali sami s spletnim iskalnikom. Pri izdelavi prosojnic sledite napotkom v zvezi z izdelavo kvalitetnih prosojnic, ki jih boste prejeli od učitelja.

Zakaj je nebo modro?

Že Leonardo da Vinci je v 15. stoletju pravilno ugotovil, da modra barva neba, ki jo lahko občudujemo ob jasnem dnevu, ni barva zraka. Čeprav je kasneje o tem razmišljalo še veliko ljudi, je trajalo skoraj štiri stoletja, da je angleški fizik John William Strutt, bolj poznan pod imenom Lord Rayleigh, podal konkretno in pravilno fizikalno razlago. Ugotovil je, da barvo neba določi sipanje svetlobe, ki je odvisno od njene valovne dolžine. Kot vemo, je svetloba elektromagnetno valovanje, katerega valovna dolžina določi barvo, ki jo naše oko zazna. Spekter vidne svetlobe zajema valovna dolžine od ~400 nm (modro-vijolična) do ~700 nm (rdeča). V kolikor so v snopu svetlobe vse valovne dolžine zastopane tako kot v sončnem žarku, tovrstno svetlobo naše oko vidi kot belo svetlobo.

Sipanje svetlobe je posledica interakcije svetlobe s snovjo. Nihajoča jakost elektromagnetnega polja zaniha elektrone v atomih, ki potem kot antene sevajo elektromagnetno valovanje v vse smeri, in to s frekvenco vpadnega valovanja. Čeprav se sončna svetloba na poti skozi atmosfero sipa na različnih delcih, k modrini neba prispeva predvsem sipanje na molekulah zraka. Za tovrstno sipanje velja, da je delež sipane svetlobe obratno sorazmeren s četrto potenco njene valovne dolžine: $j_{\text{sip}} \propto \lambda^{-4}$. To pomeni, da se bosta modra in vijolična svetloba sipali veliko bolj kot rumena ali rdeča, ki imata večjo valovno dolžino. Modrina neba tako vsebuje vse barve spektra, a prevladujeta modra in vijolična, ker se na poti do našega očesa najbolj sipata. Shematsko je to prikazano na sliki 1. Zakaj potem nebo ni modro-vijolično? Razlog tiči v človeškem očesu. Čepki, čutne celice, ki omogočajo zaznavanje barv, so namreč manj dovzetni na vijolično svetlobo, zaradi česar nebo vidimo modro in ne modro-vijolično.



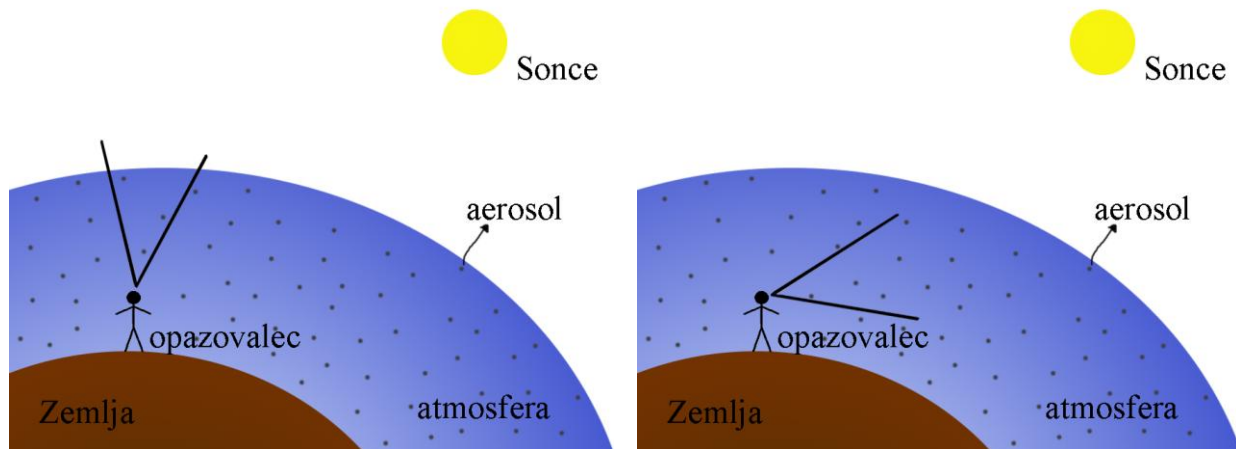
Slika 1. Sipanje Sončeve svetlobe na molekulah zraka.

Različne modrine in sipanje na aerosolih

Ob opazovanju jasnega neba lahko ugotovimo, da obstajajo različne modrine neba. Tako je nebo včasih izrazito modro, včasih pa bolj belkasto, sinje modro. Tega na osnovi sipanja svetlobe na molekulah zraka ne moremo razložiti. Razlog namreč tiči v drugih delcih, kot so prah, dim, kapljice vode in kristalčki ledu, ki so prav tako prisotni v atmosferi in povzročijo sipanje svetlobe na poti do našega očesa. Ti delci, ki jih imenujemo aerosoli, so veliko večji kot molekule zraka in sipanje svetlobe na njih ni izrazito le za kratkovalovni del spektra in je poleg tega odvisno tudi od velikosti delcev. Ker so velikosti aerosolov v zraku v splošnem zelo različne, se na njih vse barve sipajo približno enako, kar prispeva k belini modre barve.

Ob jasnih dnevih lahko večkrat opazimo, da je nebo nad nami bolj modro kot nebo na obzorju. Ključnega pomena sta tu smer opazovanja in sipanje na aerosolih. Svetloba, ki pride do opazovalca iz smeri obzorja, naredi po atmosferi mnogo daljšo pot kot tista iz smeri zenita – točke na nebu, ki je neposredno nad opazovalcem (glej sliko 2). Sipanje svetlobe na aerosolih, ki prispevajo k belini modre barve neba, je

namreč veliko bolj izrazito, ko svetloba skozi atmosfero prepotuje daljšo pot. Iz tega razloga vidimo obzorje belkasto.

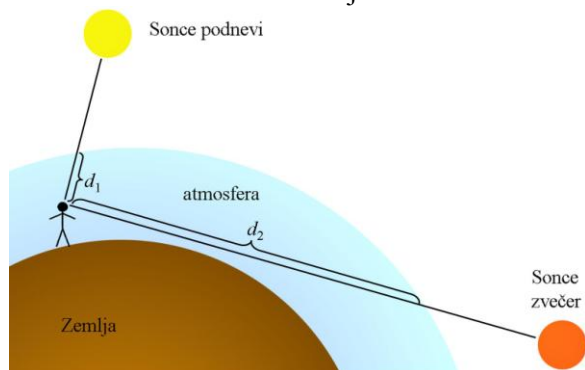


Slika 2. Pri pogledu proti zenitu je pot svetlobe skozi atmosfero veliko krajša kot pri pogledu proti obzorju.

Podobno lahko razložimo tudi pojav, ko v gorah zremo čez gorske grebene in vrhove, ki ležijo drug za drugim. Čim dlje se nahaja nek greben, tem več sipane svetlobe se na poti pridruži žarkom, ki potujejo neposredno od grebena proti našemu očesu. Zelo oddaljene hribe zato vidimo bolj blede sive in z manj podrobnostmi, medtem ko bližnje vidimo bolj razločno ter z jasno izraženimi barvami.

Barva neba in Sonca zjutraj in zvečer

Ko je Sonce visoko na nebu, ga vidimo žareti v belo-rumeni svetlobi. A proti večeru, ko se bliža horizontu, postaja vse bolj rumeno in rdeče. Svetloba, ki potuje od Sonca do našega očesa, mora skozi atmosfero (glej sliko 3). Nižje kot je Sonce, daljša je pot skozi ozračje in več je sipanja. Ko je Sonce blizu horizonta, je sipanje že tako intenzivno, da svetloba z majhno valovno dolžino, ki se sipa bolj, do nas sploh ne pride. Najdaljšo valovno dolžino v vidnem spektru ima rdeča svetloba, ki se sipa najmanj, zakaj je tudi največ prispe do našega očesa in posledično je Sonce videti rdeče. Omeniti velja, da se v tem primeru svetloba sipa tako na molekulah zraka kot na nečistočah (npr. majhnih prašnih delcih). Če bi bili edini sipalci molekule kisika in dušika, bi tudi zvečer bilo Sonce videti rumeno. Izrazitost rdeče barve ob sončnem vzhodu ali zahodu je tako tudi indikator za količino nečistoč v ozračju. Rdeče zarje in »krvavi«



Slika 3. Barva Sonca podnevi in zvečer.

sončni zahodi po velikih bitkah, ko so bile v ozračju nečistoče zaradi streljanja, niso le mit...

Večkrat lahko opazimo, da ob Sončnem vzhodu ali zahodu ni rdeče le Sonce, temveč tudi njegova okolica. Če rdečo barvo večernega Sonca zakrivi sipanje na molekulah zraka, pa je rdeče področje okoli zahajajočega Sonca posledica sipanja na aerosolih. Prej smo se naučili, da sipanje bele Sončeve svetlobe prispeva k belini v nebesni modrini. Toda kadar je Sonce nizko, njegova svetloba do nas napravi dolgo pot skozi ozračje in do nas, zaradi obilnega sipanja na molekulah zraka, prispejo le rdeči odtenki svetlobe.

Tako se na aerosolih sipa pretežno rdeča svetloba, kar povzroči rdečo okolico Sonca – zarjo. Še posebej lepe sončne vzhode in zahode lahko opazujemo po vulkanskih izbruhih, saj je takrat v zraku ogromno vulkanskega pepela in prahu, na katerem se siplje rdeča svetloba in ustvarja izrazito vulkansko zarjo.

Dodatne informacije in slike za izdelavo vaše predstavitve

1. Slike, ki jih lahko vključite v vašo predstavitev, so na voljo na naslovu:

<http://kompetence.uni-mb.si/gradiva.html>

v poglavju »Optični pojavi v atmosferi«.

2. Dodatne informacije in več slik lahko dobite na naslednjih spletnih straneh:

Naslov:	Kratek opis:
http://www.kvarkadabra.net/index.html?pojavi/teksti/barve_neba.htm	Članek o fizikalnem ozadju barv neba in Sonca, v slovenskem jeziku.
http://scifun.chem.wisc.edu/HOMEEXPTS/bluesky.html	Opis in razlaga eksperimenta o sipanju svetlobe, v angleškem jeziku.
http://www.kvarkadabra.net/mediagallery/media.php?s=20060326214527911	Slika spektra elektromagnetnega valovanja
http://wapedia.mobi/sl/Vidni_spekter	Stran o vidnem spektru svetlobe, v slovenskem jeziku.
http://www.phys.ncku.edu.tw/mirrors/physicsfaq/General/BlueSky/blue_sky.html	Razlaga, zakaj je nebo modro.

3. Dodatne informacije poiščite s spletnimi iskalniki (npr. Google), pri čemer uporabite sledeče ključne besede: »scattering of light«, »blue sky scattering«, »red sunset«, »electromagnetic spectrum«, »visible spectrum«.

V kolikor je vaše iskanje omejeno na slike in fotografije, uporabite funkcijo »išči slike«, ki jo ponujajo različni iskalniki. Pri vsaki sliki ali fotografiji, ki jih boste sneli s spleta in uporabili v predstavitvi, morate navesti, od kod ste jo dobili. To najlažje storite tako, da na prosojnci pod sliko dodate okvirček za besedilo, v katerega zapišete spletni naslov, na katerem ste sliko našli. Slik, ki ste jih našli na spletni strani projekta »Razvoj naravoslovnih kompetenc« (pod točko 1), ni treba citirati, saj so del učnega gradiva. V kolikor imate ustrezne lastne fotografije, je seveda zelo zaželeno, da jih uporabite.