



Tęcza w Wrangell-St. Elias National Park, Alaska

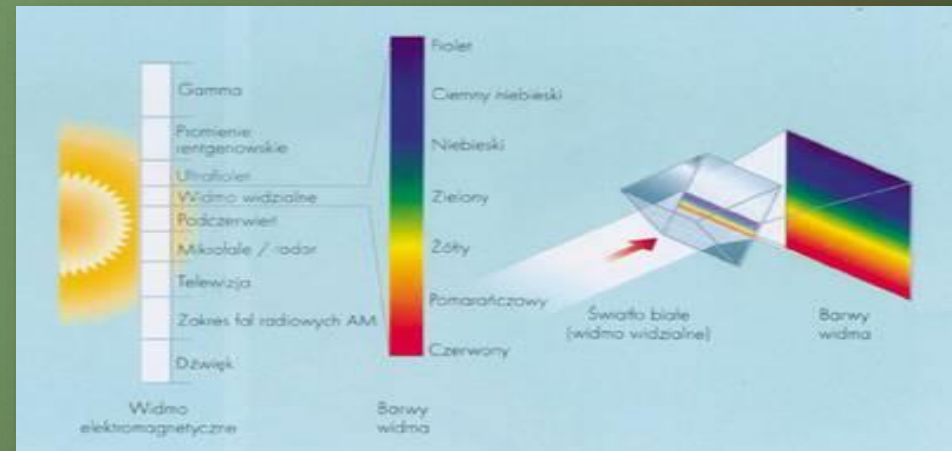
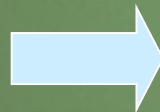
Niezwykłe zjawiska optyczne w atmosferze: tęcze, halo, glorie, wieniec, iryzacja

Tęcza



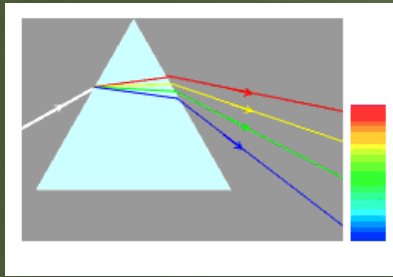
- ▶ **Tęcza** – zjawisko optyczne i meteorologiczne występujące w postaci charakterystycznego wielobarwnego łuku, widocznego gdy Słońce oświetla krople wody w ziemskiej atmosferze.
- ▶ Tęcza powstaje w wyniku rozszczepienia światła załamującego się i odbijającego wewnątrz kropli wody (np. deszczu) o kształcie zbliżonym do kulistego.

Rozszczepienie światła spowodowane jest różną prędkością rozchodzenia się promieni świetlnych o różnych barwach.



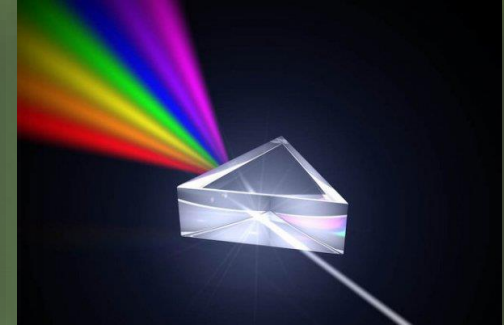
- ▶ Rozszczepienie światła jest wynikiem zjawiska dyspersji, powodującego różnice w kącie załamania światła o różnej długości fali przy przejściu z powietrza do wody i z wody do powietrza.

Powstawanie tęczy



$$v = \frac{c}{\lambda}$$

barwa światła	długość fali w metrach
czerwona	$(7,7 + 6,4) \cdot 10^{-7}$
pomarańczowa	$(6,4 + 5,8) \cdot 10^{-7}$
żółta	$(5,8 + 5,5) \cdot 10^{-7}$
zielona	$(5,5 + 4,9) \cdot 10^{-7}$
niebieska	$(4,9 + 4,5) \cdot 10^{-7}$
fioletowa	$(4,5 + 3,6) \cdot 10^{-7}$



- ▶ Białe światło słoneczne będące mieszaniną fal o różnej długości (kolorze) wchodząc do kropli ulega załamaniu, kąt załamania zależy od długości fali świetlnej w wyniku czego dochodzi do rozszczepienia światła na barwne spektrum, następnie światło odbija się od przeciwległej strony kropli, a wychodząc powtórnie załamuje się, zwiększając rozszczepienie.
- ▶ Kąt, pod jakim wychodzą promienie z kropli, zależy od miejsca padania światła na kroplę oraz od długości fali świetlnej. Przykładowo najsilniej załamywane światło fioletowe wychodzi pod kątem (w stosunku do promienia padającego) od zera do $40,6^\circ$ z wyraźnym maksimum intensywności dla kąta $40,3^\circ$, światło czerwone załamywane w kącie do $42,3^\circ$ z maksimum w $42,0^\circ$.

Historia wyjaśnienia zjawiska powstawania tęczy

- ▶ 1236-1311 - perski astronom Qutb al.-Din al.-Shirazi lub jego uczeń Kamal al.-din al.-Farisi (1260-1320) – po raz pierwszy przedstawiono w miarę dokładny sposób powstawania tęczy.
- ▶ 1268 – publikacja o eksperymentach związanych ze światłem rozszczepianym przez kryształy i krople wody i ukazującym kolory tęczy prowadzonych przez Roberta Grosseteste'a i Rogera Bacona.
- ▶ 1307 – Theodor z Fryburga - dokładne wyjaśnienie tęczy.
- ▶ 1637 – René Descartes (Kartezjusz) wyjaśnił zjawisko tęczy zauważając, że rozmiar kropli deszczu nie wpływa na zjawisko tęczy.
- ▶ Isaac Newton był pierwszym, który zademonstrował, że białe światło składa się z promieni o kolorach tęczy. Wykazał on również, że czerwone światło jest załamywane w mniejszym stopniu niż niebieskie i zaproponował pierwsze naukowe wyjaśnienie podstawowych cech tęczy.
- ▶ 1820 - George Biddell Airy - dyfrakcją wyjaśnił zależność jasności kolorów tęczy oraz istnienie tęczy wielokrotnych od rozmiarów kropeł deszczu.
- ▶ 1908 – rozwiązanie Mie – teoria przedstawiająca dokładniejszy opis zjawiska rozpraszania światła na kulistych kroplach.

Rodzaje tęczy



- ▶ **Tęcza główna;**
- ▶ **Tęcza wtórna (druga) -**
tworzy łuk o kącie widzenia $50\text{--}53^\circ$ i powstaje w wyniku dwukrotnego odbicia światła wewnątrz kropli wody;
- ▶ **Tęcze następne (trzecia, czwarta) -** może być zaobserwowana, jeśli spełnione są odpowiednie warunki takie jak optymalny kąt i intensywność padania promieni słonecznych, dobra widoczność itp.;
- ▶ Tęcze wielokrotne są najlepiej widoczne jeżeli krople są niewielkie i o jednakowej wielkości.

Pas Aleksandra

Ciemny fragment nieba leżący pomiędzy obydwoma tęczami jest określany mianem pasa Aleksandra, od imienia Aleksandra z Afrodyzji, który pierwszy opisał to zjawisko.



Pociemnienie w tym pasie jest wywołane kontrastem z jaśniejszym obszarem tęczy pierwotnej i wtórnej oraz wnętrza tęczy pierwotnej. Różnice w jasności tych obszarów wynikają z różnic odbicia światła w różnych kierunkach.

Wieniec

Wieniec – to zjawisko zachodzi wówczas, gdy Słońce lub Księżyc są przesłonięte cienką, półprzeźroczystą warstwą chmury lub mgły.

Wieńce powstają wskutek dyfrakcji światła w warstwie chmury lub mgły.



Wieniec najczęściej ma postać barwnej poświaty (aureoli) wokół tarczy Słońca lub Księżyca, niebieskiej od strony wewnętrznej, czerwonej na zewnątrz.

Często poświata jest otoczona słabo zabarwionymi, koncentrycznymi kręgami o tym samym układzie barw, niekiedy pojawiają się tylko pierścienie, a poświata nie występuje.

Gloria

Gloria widziana w mgle



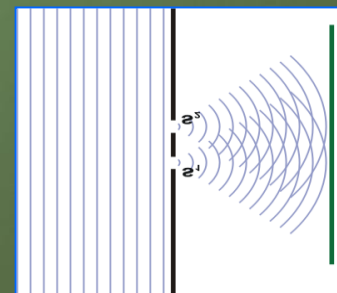
Gloria powstaje na skutek dyfrakcji światła (ugięcia fal) na kropkach wody lub kryształkach lodu.

Gloria podobna jest do wieńca, jednak powstaje nie dookoła Słońca lub Księżyca, lecz dookoła punktu, położonego po stronie przeciwnej względem tarczy ciała niebieskiego

Gloria jest zjawiskiem optycznym polegającym na wystąpieniu barwnych pierścieni wokół cienia obserwatora widocznego na tle chmur lub mgły, przy czym niebieski pierścień ma mniejszą średnicę od czerwonego.



Dyfrakcja (ugięcie fali) to zjawisko fizyczne zmiany kierunku rozchodzenia się fali na krawędziach przeszkód oraz w ich pobliżu.



Zjawiska związane z rozpraszaniem światła

Halo (zjawisko optyczne) - Wikipedia, wolna encyklopedia - Neostrada TP

W http://pl.wikipedia.org/wiki/Halo_(zjawisko_optyczne)

specyficznym obrazem Księżyca lub Słońca. Pozorna odległość do halo wynosi więc odpowiednio: ok. 400 000 km albo ok. 150 mln km. Natomiast zasięg widoczności halo określony jest przez rozmiar chmury, na której rozprasza się światło.

Zjawiska związane z rozpraszaniem światła na kryształach lodu

Numer	Symbol	Opis
1	halo 22°	(małe halo) krąg na niebie o promieniu kątowym 22°
2	słońce poboczne (parhelion)	jasne obszary na przecięciu kręgu parhelicznego i halo
3	słup słoneczny	pionowy słup powyżej i poniżej słońca
4	krąg parheliczny	poziomy krąg przechodzący przez słońce
5	łuk okołozenitalny	tęczowy łuk ponad słońcem wokół zenitu
6	łuk styczny i halo opisane	łuki na zewnątrz halo z boku i na górze
7	halo 46°	(wielkie halo) koło o promieniu 46°
8	podśłońce	jasne miejsce poniżej horyzontu

Halo jest często obserwowane w niewielkiej odległości kątowej od słońca i podczas takich obserwacji należy chronić oczy przed bezpośrednio padającym światłem Słońca - ze względu na ryzyko trwałego upośledzenia wzroku. Światło słońca padające bezpośrednio przez dłuższy czas na elementy światłoczułe aparatu fotograficznego lub kamery może je uszkodzić, dlatego podczas fotografowania zjawiska tarczę słoneczną powinno się zasłaniać.


Przypisy

- ↑ Greenler, *Tęcze, glorie i halo*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1998


Zobacz też

- łuk okołohoryzontalny
- łuki Parry'ego
- łuki Lowitza

Linki zewnętrzne



Halo 22°, indyjskie Himalaje



Złożone zjawisko optyczne: małe halo wokół słońca, słońca poboczne (parheliony), górny łuk styczny oraz krąg parheliczny. Zdjęcie wykonane na biegnie poludniowym.



Halo



Halo 22°, indyjskie Himalaje

<http://pl.wikipedia.org/wiki>

Zjawisko wywołane jest załamaniem na kryształach lodu i odbiciem wewnątrz kryształów lodu znajdujących się w chmurach pierzastych piętra wysokiego lub we mgle lodowej.

Halo (łuk okołozenitalny) powstałe na chmurze cirrocumulus

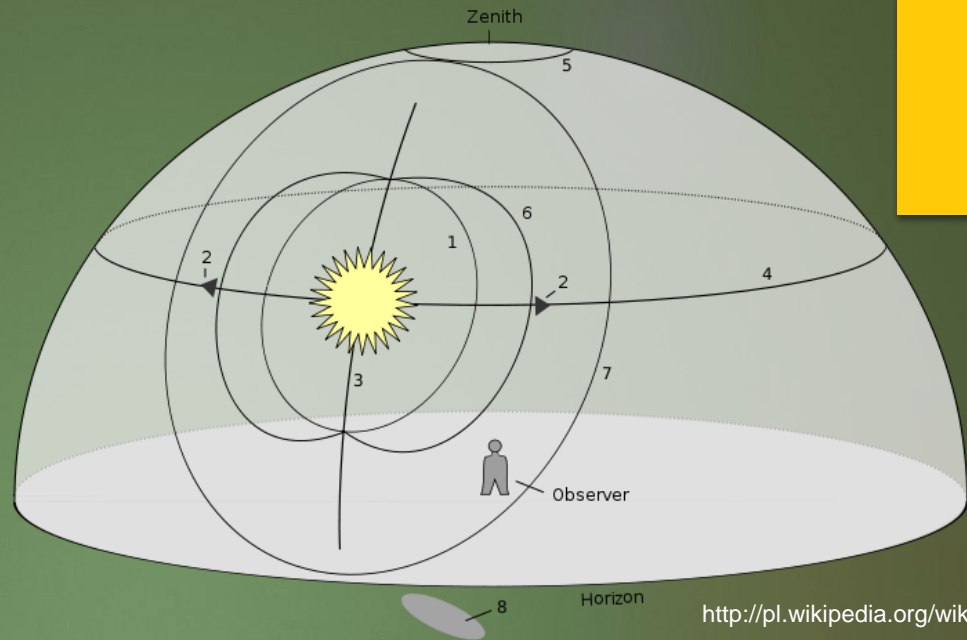
- ▶ Halo - zjawisko optyczne zachodzące w atmosferze ziemskiej obserwowane wokół tarczy słonecznej lub księżycowej.
- ▶ Jest to świetlisty, biały lub zawierający kolory tęczy, pierścień widoczny wokół słońca lub księżycy. Część nieba wewnątrz kręgu jest tak samo ciemna jak na zewnątrz.



[http://pl.wikipedia.org/wiki/Halo_\(zjawisko_optyczne\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Halo_(zjawisko_optyczne))

Halo

- (1) halo 22°,
- (2) słońce poboczne,
- (3) słup słoneczny,
- (4) krąg parheliczny,
- (5) łuk okołozenitalny,
- (6) łuk styczny i halo opisane,
- (7) halo 46°,
- (8) podstońce.



Najczęściej występuje tzw. małe halo o rozmiarze kątowym 22°, powstające przez załamanie na powierzchniach kryształów o kącie załamania 60°.

W atmosferze polarnej lub w przypadku atmosfer planetarnych możliwe są okręgi halo o innych promieniach, jeżeli kryształy lodu mają kształt inny niż sześciokątne kolumny lub płytki (np. sześciiany).

Rzadziej widoczne bywa duże halo o rozmiarze kątowym 46°, powstające podczas załamania światła na krawędziach kryształów do siebie prostopadłych (kryształy lodu mają budowę graniastostupa prostego o podstawie sześciokątnej).

Słup światła



Słupy świetlne - zjawisko optyczne tworzące się w atmosferze w wyniku odbicia i załamania **światła** w kryształkach lodu, które powoli obracają się i wolno opadają. Występuje podczas bezwietrznej, mroźnej pogody nad latarniami i nad jaskrawo świecącym Słońcem, unoszącym się nad horyzontem. Pionowe lub poziome słupy są barwy białej lub różowej.



Pojawienie się pionowych słupów świetlnych związane jest z odbiciem promieni od ścian unoszących się w powietrzu kryształków lodu. Aby można było zaobserwować to zjawisko musi w powietrzu znajdować się obłok kryształków lodu, których ścianki znajdują się w poziomie. Wtedy promienie odbijają się od nich, jednak nie widać słupów. Aby były one widoczne, płytki muszą być lekko odchyłone od linii horyzontu. Wtedy następuje załamanie promieni słonecznych.



Słupy świetlne najlepiej jest obserwować wtedy, gdy słońce znajduje się za horyzontem bądź nisko nad horyzontem, ale zasłonięte jakimś budynkiem lub drzewami, gdyż wtedy nie oślepią nam oczu.



płatki śniegu,
krople mgły
cząstki pyłu
unoszącego się
w powietrzu

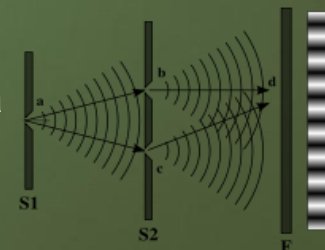
Iryzacja



Iryzacja, tęczowanie (gr. *Iris* 'tęcza') – zjawisko optyczne polegające na powstawaniu tęchowych barw w wyniku interferencji światła białego odbitego od przezroczystych lub półprzezroczystych ciał składających się z wielu warstw substancji o różnych własnościach optycznych.



Interferencja – zjawisko powstawania nowego, przestrzennego rozkładu amplitudy fali (wzmocnienia i wygaszenia) w wyniku nakładania się (superpozycji fal) dwóch lub więcej fal. Warunkiem trwałej interferencji fal jest ich spójność, czyli korelacja faz i częstotliwości.



WIDMO BROCKENU

Jest to spektakularne zjawisko świetlne rzadko występujące w atmosferze ziemskiej. Powstaje w górach, przy niskim położeniu Słońca nad horyzontem, np.. gdy cień turysty stojącego na szczycie pojawia się na chmurach warstwowych zalegających w dolinach (tzw. morze chmur, morze mgieł). Cień często otoczony jest barwną aureolą (wieńcem).



<http://wegorz23.avx.pl/tatrzanska/>

Nazwa zjawiska pochodzi od wzniesienia Brocken (1142 m) w górach Harz (Niemcy), gdzie zaobserwowano je po raz pierwszy.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

*Niezwykłe zjawiska optyczne w atmosferze:
tęcze, halo, glorie, wieniec, iryzacja*

POLITECHNIKA LUBELSKA
Katedra Informatyzacji
i Robotyzacji Produkcji
prof. dr hab. inż. Anna Rudawska

Projekt „ Politechnika Lubelska – Regionalna Inicjatywa Doskonałości”
– finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego

