

Kehät ja värililvet

Ilmiöistä ja synnystä



Kehät - yleistä

- Yksi yleisimmistä ilmakehän optisista valoilmiöistä
- Värireunainen valokiekko Auringon, Kuun tai muun valolähteen ympärillä
- Maallikoilla ja rivihaarastajilla termit usein sekaisin, kehä vs. halo:



Kuvat: Veikko Mäkelä, ellei toisin mainita

Kehät - yleistä

- Tyypillisimpiä kehiä ovat pilvien vesipisaroissa syntyvät kehät
 - Näkyvät melkein kaikissa riittävän ohuissa pilvityypeissä
 - Voimakkaimmat stratocumuluksissa, värikkäimmät altocumuluksissa
 - Parhaimpia nuoret pilvet, joissa pisarakoko on vielä samanlainen
- Nähdään myös sumussa ja jääkidepilvissä



Sumu (St)



Cirrocumulus (Cc)

Kehät - erityistapauksia

- Kehiä voivat synnyttää myös siitepöly, itiöt (kuusensuopursuruoste), pöly, (tulivuori)tuhka



Siitepölykehä



Kuusensuopursu-
ruosteen kehä



Anomaalinen kehä (pöly?)
Matias Takala / Taivaanvahti



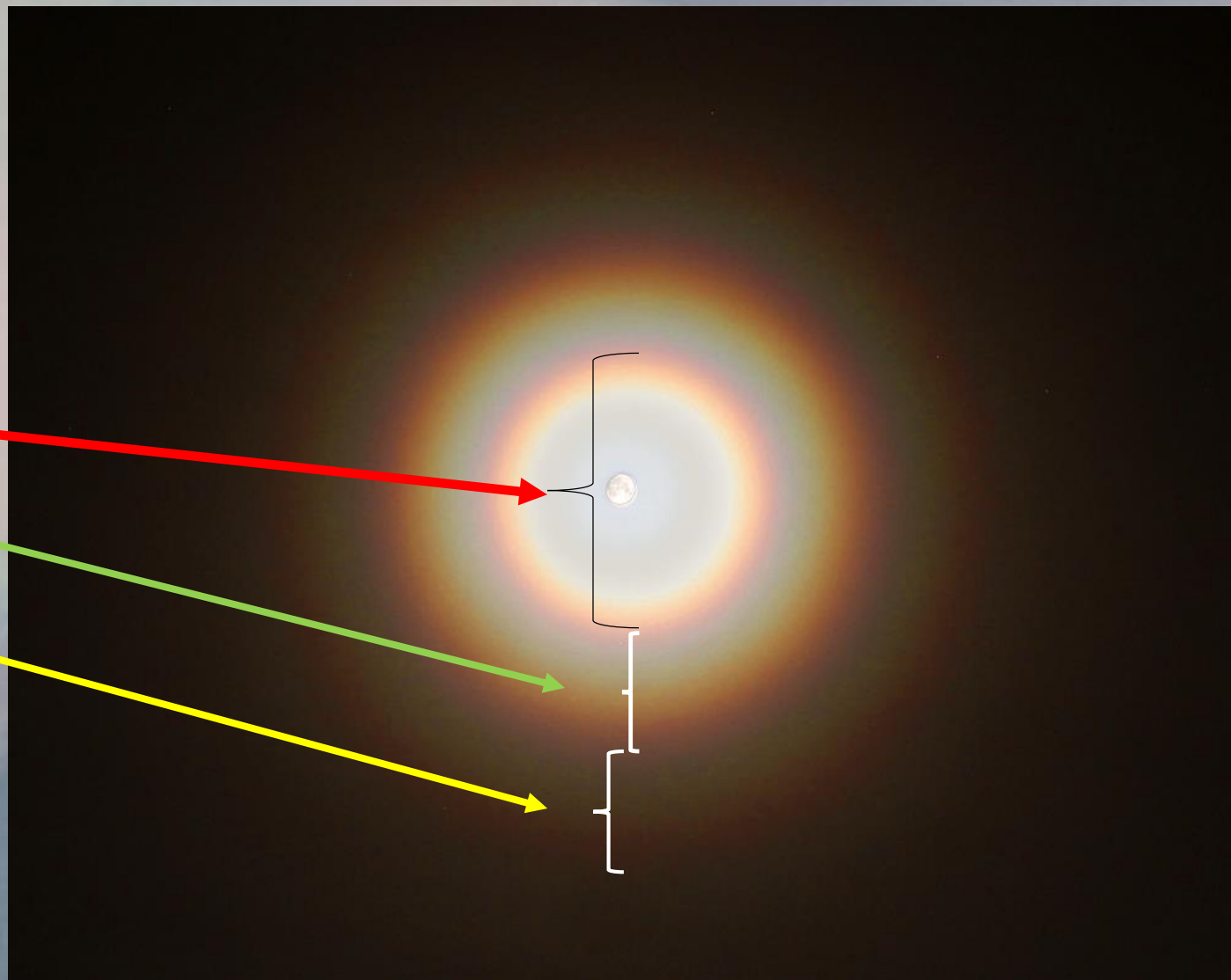
Bishopin rengas
Jari Luomanen / Taivaanvahti

Kehät – ilmiön rakenne

Aureola,
I vyöhyke

II vyöhyke

III vyöhyke



Aureola-käsitteen käytöstä

- Aureola tunnutaan määrittelevän muutamain eri tavoin:
 - Paikoin sillä tarkoitetaan kehän sisintä valkeaa osaa, jolla punertava reunus, esim. vesipisarakehät (mm. Minnaert)
 - Joissakin lähteissä sillä tarkoitetaan vain valolähteen ympärillä olevaa kirkasta (valkeaa, kellertävä tai sinertävän valkeaa) osaa
 - Joissakin aureolaksi kutsutaan vain Auringon tai Kuun ympärillä olevaa valkeaa hehkua, joissa ei näy punertavaa reunusta ollenkaan

Väripilvet – yleistä

- Kehien sukulaisilmiö
- Värit eivät ole järjestäytyneet säännöllisesti valolähteen ympärille
- Värit esiintyvät vyöhykkeinä (nauhat, rengasmaiset rakenteet)
- Tyypillisiä värejä: mm. vaaleanpunainen (purppura), turkoosi, vihreä
- Pilven reunan (esim. cumulukset) punertumista Auringon lähellä ei varsinaisesti lasketa väripilveksi



Väripilvet – yleistä

- Näkyvät yleensä melko lähellä valonlähdettä, joskus kuitenkin jopa kymmenien asteiden päässä
- Melko usein myös kehä näkyvissä samanaikaisesti
- Yleensä Auringolla, joskus myös Kuulla
- Näkyvät joillakin pilvityypeillä, parhaimmat altocumuluksilla, nuoret pilvet parhaimpia



Samankaltaisia ilmiöitä

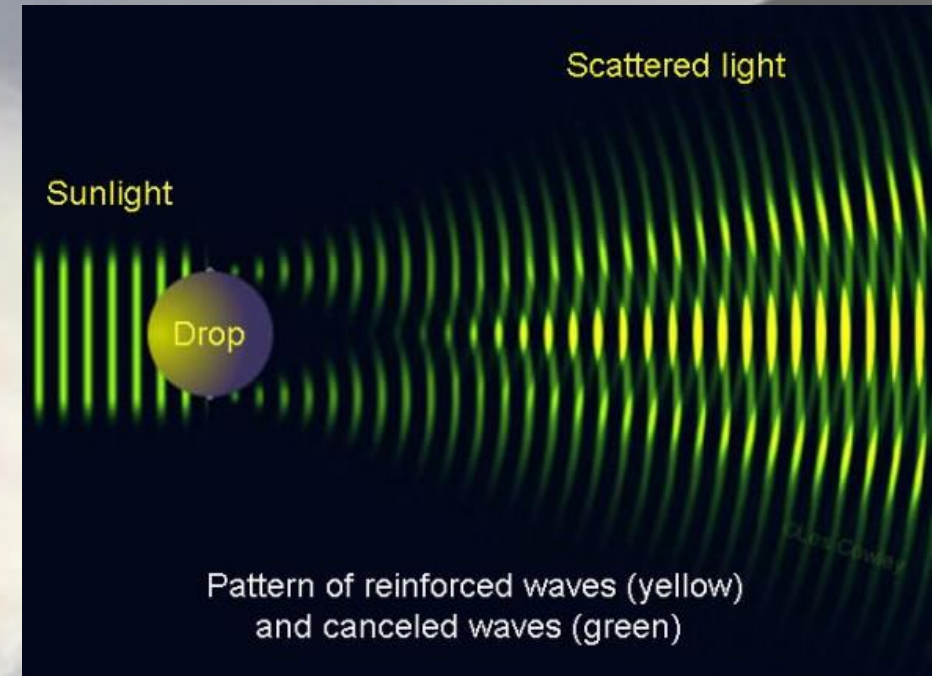


Helmiäispilviä, tyyppi II

Matias Takala / Taivaanvahti

Kehien ja värililvien syntymekanismista

- Keskeisin syntytekijä on valon diffraktio ilmakehän pienistä partikkeleista (pilvi- ja sumupisarat, siitepölyhiukkaset ja kasvien muut osat, pöly- ja tuhka hiukkaset)
- Pyöreähkö este (tai aukko) aiheuttaa säännölliseen aaltorintamaan kaareutuvan poikkeaman, kappaleen eri puolilta tulevat aaltorintamat interferoivat (vahvistavat tai heikentävät toisiaan) → rengasmaisia kuvioita valonlähteen ympärille



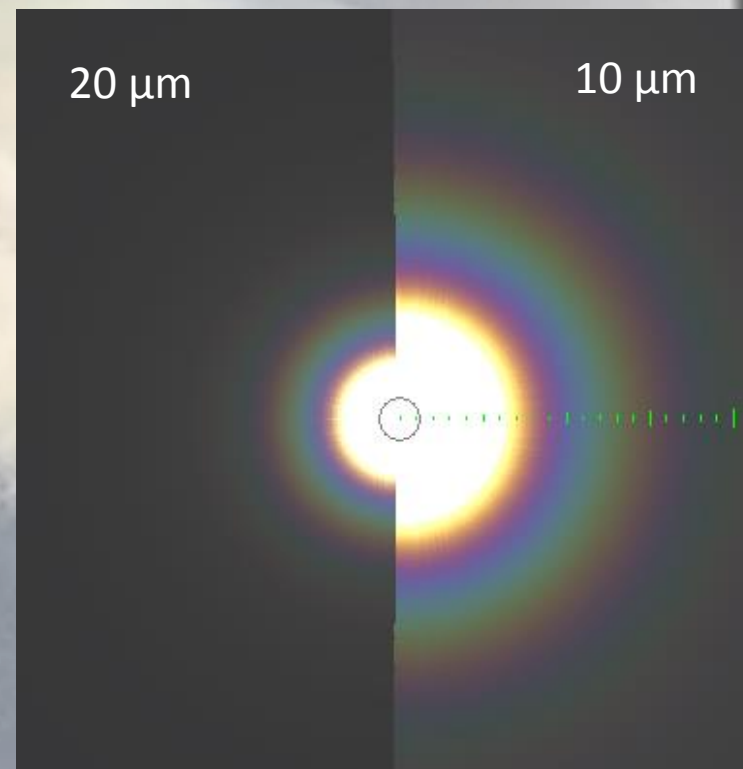
Les Cowley, www.atoptics.co.uk

Kehän koko kertoo hiukkasten koosta

- Sirontakuvion koko riippuu sirottavan kappaleen koosta: pienemmät hiukkaset synnyttävät suuremmat kehät ja päinvastoin

Hiukkanen	Hiukkasen koko	Kehän säde (aureola)
Siitepölyhiukkaset	20–60 μm	0,5–1,5°
Pilvi- ja sumupisarat	10–15 μm	2–3°
Tulivuorituhka	1 μm	>20°

- Yksinkertainen kaava
hiukkasen koko [μm] =
60 / aureolan säde [Kuun halkaisijaa]



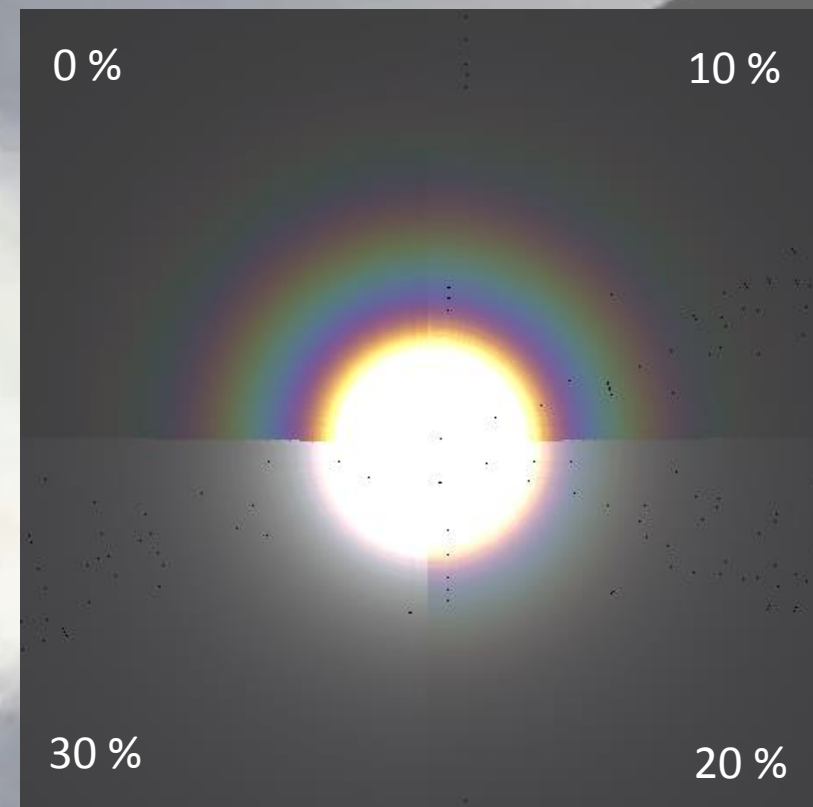
Hiukkasen muoto vaikuttaa kehän muotoon

- Pallomaiset hiukkaset synnyttävät pyöreitä kehiä
- Vaakasuunnassa soikeat hiukkaset (siitepölyhiukkaset) synnyttävät pystysoikean kehän
- Pallosymmetriasta poikkeavat hiukkaset (esim. havupuiden siitepöly) monimutkaistavat sirontakuviota → kirkastumia kehälle
- Epäsäännölliset hiukkasten (esim. pöly) sirontakuvio on hyvin monimutkainen → sirontakuvioiden yhdistelmä vain diffuusi aureola



Kehien terävyys/epämääräisyys

- Parhaimmat kehät syntyvät samankokoisista pisaroista = kaikki pisarat muodostavat samankokoisen sirontakuvion
- Vaihteleva pisarakoko muuttaa kehän diffuusimmaksi = useita eri kokoisia kehiä päällekkäin
- Myös paksumpi pilvi diffusoi kehää = valo siroaa monta kertaa eri pisaroista, eikä tule suoraan havaitsijan silmään



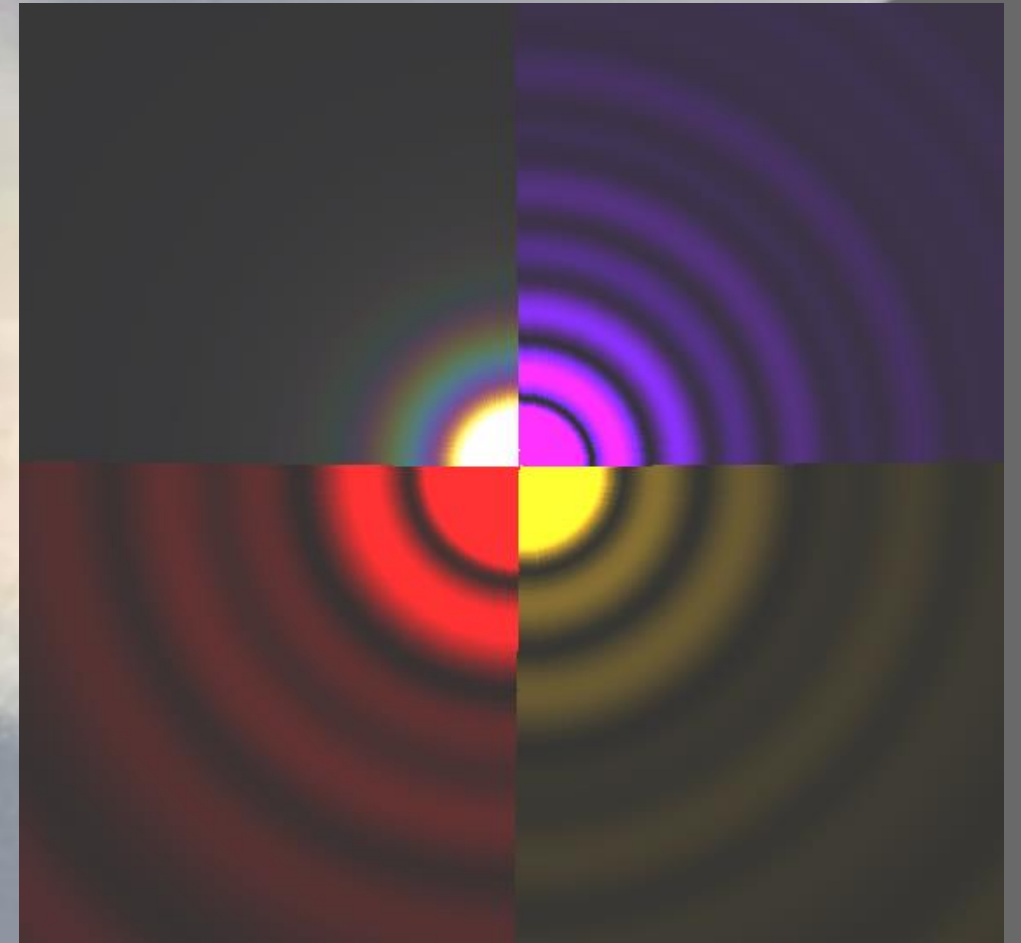
Pilvipisaroiden ($10\ \mu\text{m}$)
kokojakauman hajonta

Les Cowleyn IRIS-ohjelma

Kehien värien syntymekanismeista

- Samankokoisilla pisaroilla yksittäisen värin muodostaman kehäkuvion koko riippuu aallonpituudesta (punainen suurin, violetti pienin)
- Kehä muodostuu eri värien kombinaationa
- Kehän valkea sisus on kaikkien värien yhdistelmä

ks. <http://www.atoptics.co.uk/droplets/corcols.htm>



Les Cowleyn IRIS-ohjelma

Väripilvien syntymekanismista

- Syntymekanismi periaatteessa sama kuin kehillä, diffraktio + interferenssi
- Liittyy hyvin samankokoisten pisaroiden esiintymiseen vyöhykkeittäin pilvessä, pisarakoko voi muuttua siirryttäessä pilven reunalta sisemmäksi
- Parhaimpia pilvet, joiden ikä ei ole vielä suuri ja pisarakoko ei ole ehtinyt sekoittua
- Kaukana Auringosta näkyvissä väripilvissä pisaroiden täytyy olla poikkeuksellisen pieniä (huomaa iso sirontakulma)
- Lähellä Aurinkoa etäisyys siitä merkittävä tekijä värikyöhykkeiden sijaintiin, kauempana dominoi pisarako



Les Cowleyn IRIS-ohjelma

- Näppärä Windows-ohjelma erilaisten sirontailmiöiden (kehät, glooriat, sumukaaret) simulointiin
- Kuvaesimerkkejä edellisissä kalvoissa
- <http://www.atoptics.co.uk/droplets/iris.htm>