

自然科學小叢書

大氣中之光電現象

國富信一著
沈懋德譯

王雲五周昌壽主編



商務印書館發行

自然科學小叢書

大氣中之光電現象

國富信一著

沈懋德譯

王雲五 周昌壽 主編

一九五四年

商務印書館發

中華民國二十四年六月初版

談

(54852)

自然科學
小叢書
大氣中之光電現象一冊

每冊定價大洋貳角

外埠酌加運費匯費

原 著 者 國 富 信 一

譯 述 者 沈 懋 德

主 編 者 周 王 昌 雲 壽 五

發 行 人 王 雲 五

印 刷 所 商 務 印 書 館

發 行 所 商 務 印 書 館

版 翻
權 印
所 必
有 究

(本書校對者杜其銓)

七八五上

目次

第一章 光的現象·····	一
---------------	---

第一節 天空之色·····	一
---------------	---

第二節 虹及蜃氣樓·····	三
----------------	---

第三節 暈 光環 神光·····	九
------------------	---

第二章 電的現象·····	一九
---------------	----

第一節 空中電·····	一九
--------------	----

第二節 空中電場之電勢梯度強度及其變化·····	二一
--------------------------	----

第三節	雨雪之帶電·····	二三
-----	------------	----

第四節	電光·····	二七
-----	---------	----

第五節	極光·····	三七
-----	---------	----

第三章	氣候·····	五三
-----	---------	----

第四章	氣象調查機關及其設備·····	五九
-----	-----------------	----

第五章	太陽活動與氣象之關係·····	六二
-----	-----------------	----

大氣中之光電現象

第一章 光的現象

第一節 天空之色

吾人於高山頂上，或於雨後雲霧消散時，仰見天空，青碧可愛；然在久晴之後，天空恆無雲而白，日光帶赤，甚至日月之光亦爲之減小者，此種現象之成因如何，在物理學及氣象學上，皆爲極有趣味之問題，故特述其梗概如次。

大氣中無論何時何地，恆有無數大小不等之微塵存在，此種微小之塵埃，及大氣自身之分子，對於光波皆有反射作用；其情況恰與水上浮體對於水波上作用相同；顆粒之小者，只能反射微小

波長之波，顆粒漸大，則其所能反射之波亦漸增長。在今日之物理學已確知普通陽光或日光，係紅，橙，黃，綠，藍，靛，紫，等波長不同之各種有色光波合成；其中紅光之波最長，紫光之波最短。今大氣中所有一之固形微塵及大氣分子，大小既不相等，反射之光波，自有長短之殊。據各測定結果，空中微塵之直徑，平均約 0.00185 毫米，而光波之平均波約長 0.0005 毫米；假定微塵爲球形顆粒，其重量與面積之比，爲半徑之立方與平方之比。故微塵在大氣中所受之抵抗作用，顆粒愈小當愈大，其小者僅受空氣中小渦動之支持，便可長久浮游空中；而大者則非在旺盛之上昇氣流中，或最下層之空中，不能存在；縱以某種原因，一時飛入空中，然一旦受雨水洗滌，受重氣牽引，便落到地上。久晴之後，空氣之上昇作用較強，空中之微塵顆粒因以較大；反之，在高山頂上及雨後，空中之微塵顆粒較小；此空中多塵埃時，直射陽光，所以缺乏藍紫部分，而帶紅色，由空中微粒亂反射以入吾人眼中之光線，所以缺紅橙部分而帶青碧色。

此種現象之類似者，如在黑幕前，噴出香烟，以日光照之，見其微帶藍色；又於白光前方，振起重塵，則見透射之光帶紅色，或銅色；又微塵所反射之光，在投射光之直角方向上最強，故望見遠山，其

山色與經微塵反射後之光混合，恆帶微紫色等，皆是也。

由微塵及大氣分子反射後之光係偏極光 (polarized light)，其偏光度及偏光面 (plane of polarization)，隨空中所有之微塵量而異，故有從事此種研究，以求其與天氣間之關係者。

第二節 虹及蜃氣樓

虹 在太陽之高度不大時，吾人背日而立，噴霧空中，可見七色光環，與通常雨霽所見之虹 (rainbow) 相似。此種光現象之成因解說，頗非易事。據笛卡爾 (Descartes)，牛頓 (Newton)，楊格 (Young) 及亞立 (Airy) 諸家之證論，可分爲二派：第一派以笛卡爾之說爲代表，略謂日光投射水滴上，因各成分色光之折射率 (index of refraction) 不同，經水滴內折射及反射之結果，各色光出水滴後之方向，與投射方向間之偏向 (deviation) 各不相同；而同一色光之偏向，不以其投射方向而異，在最小偏向 (minimum deviation) 之方向上，其出射光最強，故各色光之最小偏向各異，從異方向射來之各色光，可在同一點處之眼內，同時認識，列爲色帶，通稱作光譜 (spectrum)。

即虹也。第二派以亞立之說爲代表；即改良前說，而加以干涉 (interference) 理論。

如是所生之虹，通常在地上視之，只見半圓，自高出頂上視之，可見環之大半，或全光環；蓋經折射及反射而投入吾人眼中之光，係具有最小偏向之部分，其方向對於眼日間之連結線，各夾有一定角度；凡具有此角度之光，吾人皆能同時認識；換言之，凡夾成此定角之一切光線，無論其所自來之點如何，投入人眼，皆生同樣之感光，故吾人所見虹之中，各色之連續弧線，即具有此定角之一切同色光線之軌跡，而其圓弧中心，即在此眼日連結線之延長線上。既有此種角度上之限制，而吾人又立在平地上，故光環之中心離地不高，除光環在地平線以上之部分，可以目觀而外，其下部爲地平面所掩蔽，不能得見；如登山顛，則觀測者之立足點既高，弧環之中心當亦上昇，所見光環，即可超出半圓以上。

因光在水滴中反射之次數，可從一次至無窮次；反射次數不同，出射後之方向亦不同；縱係同一色光，其出水滴後射入人眼之方向，與眼日方向間之夾角，亦隨反射次數而異。例如經一次反射而出水滴之紅光，與眼日方向間之夾角爲四二度二秒，經二次反射者爲五〇度五九秒；又一次反

射之紫光爲四〇度一七秒，二次者爲五四度零九秒。其反射次數相同，最小偏向不等之一羣色，可以發生一虹；反射次數既可從一次以至無窮次，則所生之虹亦可從一條以至無窮條；惟折射反射之次數愈多，光之強度愈弱。故只經一次反射二次折射者，其光最強，以上漸弱；此最強者即吾人通常所見之虹，其光譜順序，紅色在弧之最外側，紫色在最內側，紅紫間之各色，依次排列於其間。經二次反射二次折射者，光之強度次之，在虹之外側出現，其色彩排列順序，適與虹相反，稱曰霓，第一圖爲一例，在左爲虹，在右爲霓，光度強弱，相差頗遠，可圖中比較之。此外尚有經二次折射及三次四次……反射

第一章 光的現象



第一圖 虹霓

者，應出現第三第四之虹；惟實際上光度極弱，第三第四已極少見，第五以上，絕無可認識之機會也。以上所述之虹，在早晚之雨後，及重霧之晨間見之，其成因係雨滴對日光起折射及反射作用所生，故又名雨虹；而由霧所生者，更特稱曰霧虹。

與雨虹相類似者有白虹，比之普通虹，缺少綠色及藍色部分，有時亦可見其霓。

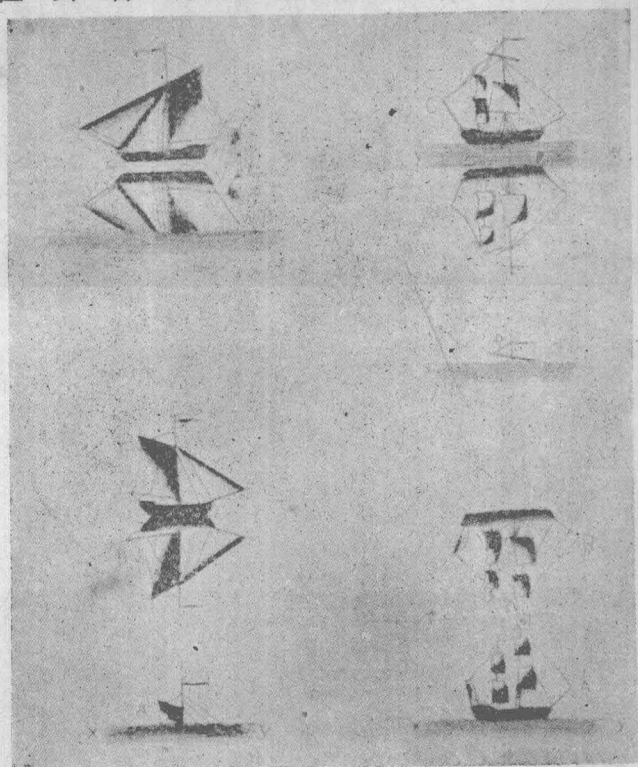
蜃氣樓

蜃氣樓 (mirage) 爲光線經過密度不同之氣層，起折射作用所生之現象；其情形有二種：其一爲物體在地平以上，映入空中，彷彿水面映物，如是者稱曰蜃樓；其二爲物體之位置在地平線下，映入較高之空中，如是者稱曰海市。

據光線屈折之理，知光線由密質入疏質時，其投射角較小，折射角較大；由疎質入密質時反是。若投射角成臨界角 (critical angle) (即九十度角) 以上，則起全反射 (total reflection)，光線之全部在境界處又反射入第一介質中，不入第二介媒。本此知識，可以說明海市。

當地面灼熱，空氣穩靜時，地面附近之氣溫增高，其密度由上至下，次第減小；如是，則光線在此種空氣中進行時，其進路起彎曲，恰似欲使入射角增加之狀。故若光線斜向地面進行，與地面所成

之角度達九十度時，即入射角與地面成水平時，此光線即不能更進入下方，此後入射角再增，光線皆向上層密度大之空氣中進行，恰如反射之狀。即光線對於物體與觀測者之間，成爲凹形向上之彎曲進路；故觀測者若在空氣密度較大之處，可見有物體之倒像映於空中，而其像之距離則比實物之位

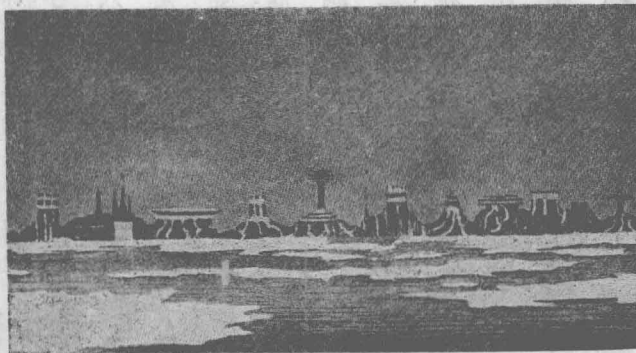


（一）樓氣蜃圖二第

置近。此種現象，在沙漠平原上，日照強烈時有之；在接近陸地之海上亦有之；此蜃樓之成因也。

當下層空氣

溫度較上層低時，若穩靜無風，則空氣之密度自下至上，次第減小，成密度不同之無數氣



（二）樓氣蜃 圖三第



（三）樓氣蜃 圖四第

層，此時若有物體之光線自下向上傾斜射出，則依上述之理由，其投射角漸次加大，直至折射光線與地面平行後，生全反射，而後轉爲向下進行，成凸形徑路。故在冷氣層中之觀測者視之，無異光線來自較高空中；即遠方之實物，在同距離之空中生倒像；此海市之成因也。

又此時上下氣層間之密度相差若不大，形成若干密度不同之氣層，且空氣穩靜，下層空氣中之實物，在其稍高之處生成倒像；或如第二圖發生二重像，一直立，一倒立。

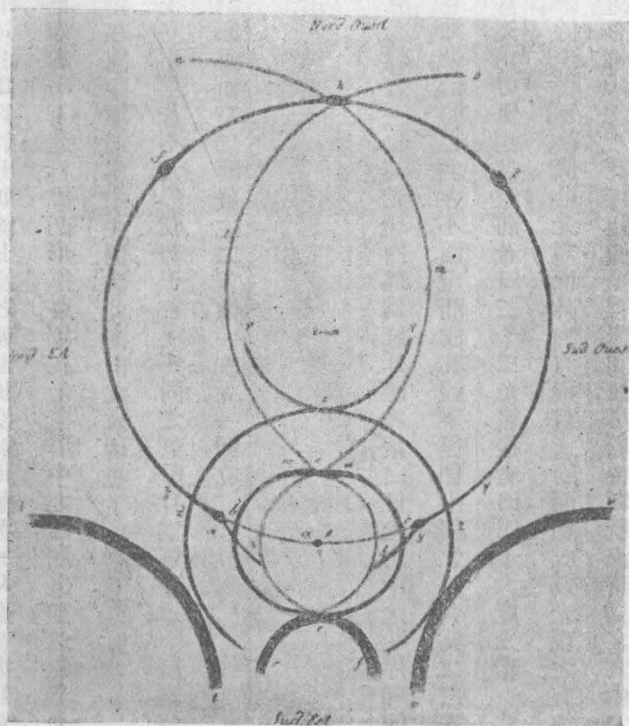
第三節 暈 光環 神光

暈 此日月周圍所見光環之一也。其光環內部爲紅，外邊爲紫，與日光譜中之順序相同，成爲虹狀之美麗色環。普通所見之暈，由同心之大小兩環而成，其視半徑即半徑之視角爲二二度與四六度兩種，有一定之大小。吾人爲方便起見，稱前者曰二十二光環，後者曰四十六度光環。

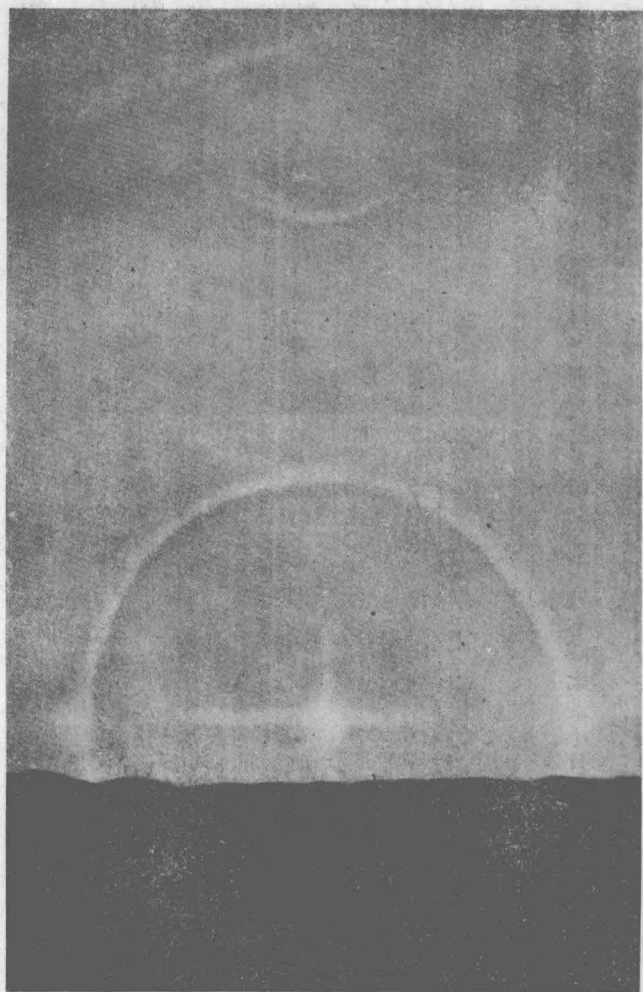
暈之完全形狀，極爲複雜，除上述兩種同心光環而外，尚有橫貫太陽而過成爲光環之直徑，外接於兩光環上端及下端之凹形向外色弧，及其他種種有色圓弧，可於特別狀況時見之。其中之最

有名者，爲羅尉次圓弧，內接於二十二度光環，在太陽之左右兩方，對太陽爲凹形之圓弧也。第五圖，爲一七九七年七月十八日在列寧拉德所見之日暈，形狀極完全之一例也。

暈之最奇特者爲幻日及幻月；外接於二十二度光環，在太陽之兩側，當日暈極鮮明時，幻日亦極明瞭，殆與薄明時之真太陽無異；惟月



第五圖 一七九七年七月十八日列寧拉德所見日暈之模型



第 六 圖 日 暈

光比日光弱，故月暈不甚顯。

暈之生成理論，以馬略特(Mariotte)之說爲標準；謂高空構成卷層雲之冰粒，係雪片及冰針，而冰針之量尤多；此等冰針爲六角錐之集羣，其頂角有一二〇度、九〇度及六〇度三種。其位置與日光方向間之關係，恰與具有此三種頂角之稜鏡相同；而三者之中，頂角一二〇度者，無論光線由何方射來，皆起全反射，不能通過；只九〇度及六〇度二種，可使光通過而分散成爲七色光譜。此等分散光之中，如前述成虹之理，在最小偏向角上，進行之光線最有效，故在此方向生出鮮明之色彩。而呈最小偏向角之光之方向，又依稜鏡之角而異，即九〇度之稜鏡，其最小偏向角爲四六度；六〇度之稜鏡則爲二二度；日暈有二種視半徑，即由於此。又在卷層雲中之冰針，本多至無數，但起分散作用後之光，以在最小偏向角之方向上爲強，即應受光線方向及冰針位置上之限制；故對日光呈最小偏向角之冰針，爲數有限，即被分散之光不多，此日月暈之光所以皆不甚強，而月暈尤難明視之所以然也。

光環(corona)——亦日月周圍所見光環之一種，其半徑比暈小，且大小不定。其光譜與暈適相反，由外至內，與日光譜之順次相反。恆較日暈月暈顯明。