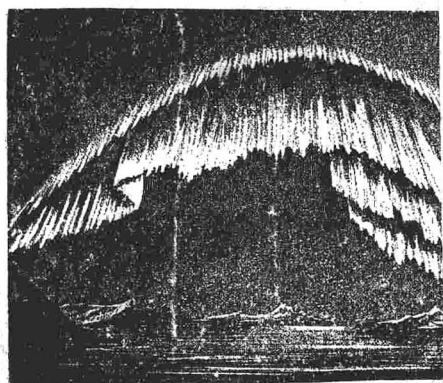


自然科學小

大氣中之光電

國富信一著

沈懋德譯



商務印書館

自然科學小叢書

大氣中之光電現象

國富信一 著
沈懋德 譯

商務印書館發行

中華民國二十四年六月初版

(5 4 8 5 2)

自然科學
小叢書

大氣中之光電現象一冊

每册定價大洋貳角

外埠酌加運費匯費

原著者

國
富
信

譯述者

沈懋德

主編者

周王
昌雲
壽五

 * 有 所 權 版 *
 * 究 必 印 翻 *

發行人

王雲五
上海河南路五

印刷所

上海河南路
商務印書館

發行所

商務印書館

(本書校對者杜其銓)

七八五上

目次

第一章 光的現象

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。今大氣中有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)。

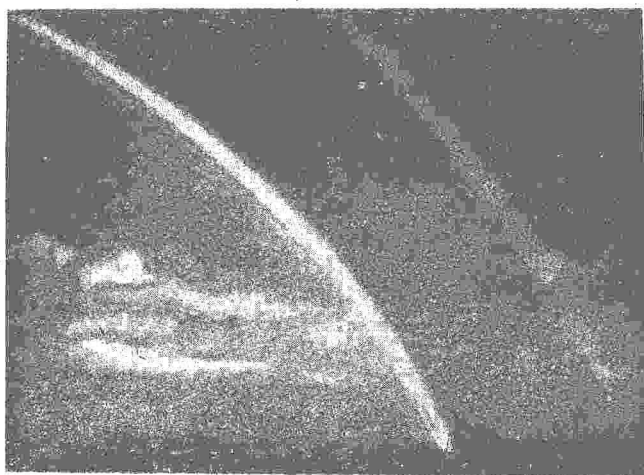
即虹也。第二派以亞立之說爲代表，即改良前說，而加以干涉 (interference) 理論。

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

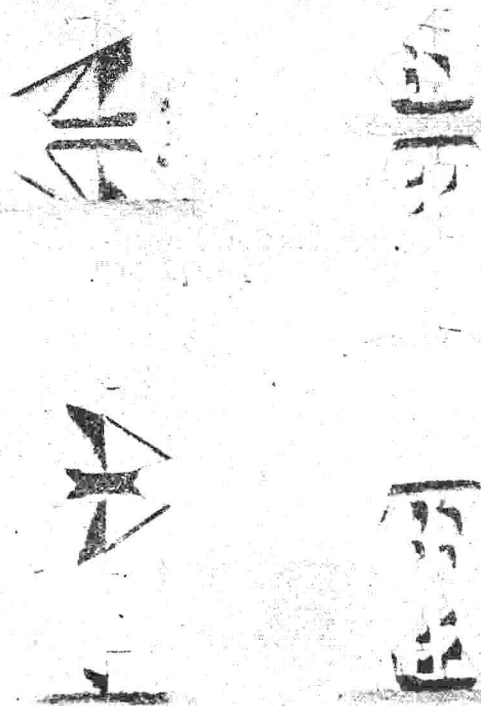
蜃氣樓 (mirage) 爲光線經過密度不同之氣層，起折射作用所生之現象；其情形

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，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

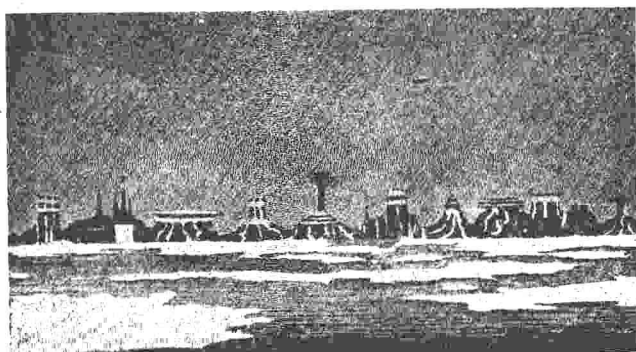


(一) 樓氣蜃圖二第

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。

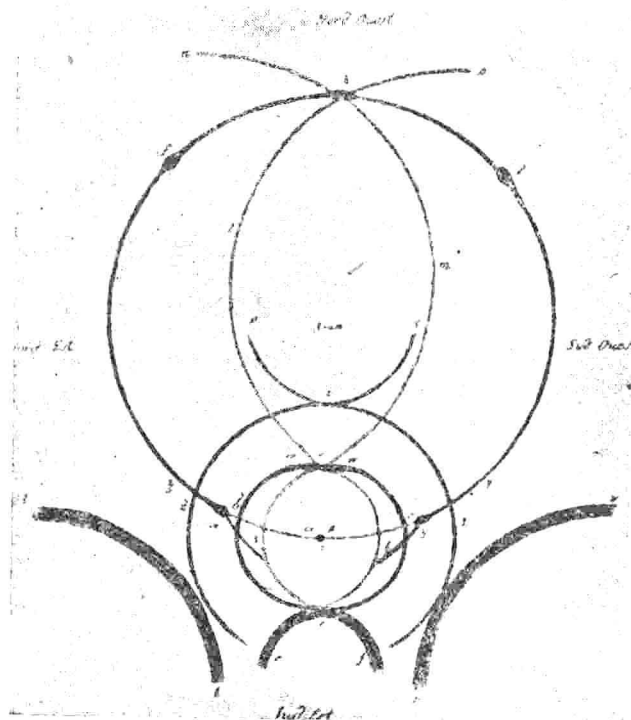
第三節 暈 光環 神光

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。

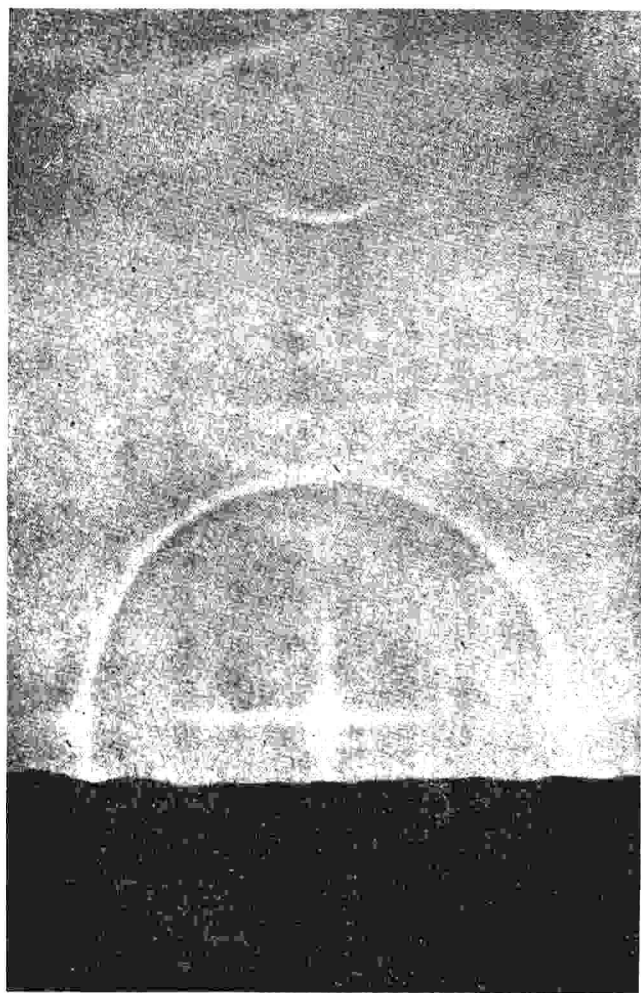
暈之完全形狀，極爲複雜，除上述兩種同心光環而外，尚有橫貫太陽而過成爲光環之直徑，外接於兩光環上端及下端之凹形向外色弧，及其他種種有色圓弧，可於特別狀況時見之。其中最

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。