

人 民 科 學 叢 書

# 空 中 世 界

節 爾 斯 基 著 林 洋 譯



490  
8817

蘇聯·節爾即夫斯基著

林 洋 譯

空 中 世 界

天下圖書公司出版

空 中 世 界

著 者 節爾即夫斯基

譯 者 林 洋

印行者 天下圖書公司

版權所有  
不准翻印

一九四九年六月在  
北平印造華北版第二版

# 空中世界

引言.....	一
一 空氣和地上的生命.....	五
二 空氣有多少重？.....	九
三 怎樣研究空中世界？.....	一五
四 氬圍氣的成份怎樣？.....	二一
五 雲是怎樣形成的、爲什麼下雨？.....	二六
六 爲什麼會下久雨、爲什麼天氣會變化？.....	三六
七 天空有多麼高？.....	四四
結論.....	五五

## 引言

自然界可怕的和偉大的現象，人類從古以來就不斷地加以研究，直到今天還在研究着。我們最遠的遠祖竭力要明白：爲什麼下雨，雨水把他們所居住的洞穴灌滿；爲什麼響雷、閃電、把乾燥的森林焚燒起來；爲什麼颳風，把樹木連根拔起。那時人類不會解釋這些現象，害怕這些現象的力量，以爲這些現象就是什麼強大無比的天神的發怒，懲罰人類的罪行或是對於神明的不敬。因爲原始時代的牧人和農人完全依靠天時生活，天時決定他們的安泰或貧窮。

人類在幾萬年之中，以探究的態度注視天時的現象，記住這些現象的一貫性，

最後積聚了巨大的經驗，根據這些經驗得以確定各種現象之間的關係，並且着手去闡明各種現象的原因，就是說，着手建立科學。

科學家長年累月，世世代代地，忍耐細心地研討問題，這些問題對於人類的生活和福祉是非常重要的，現在大多數問題都已解決了。人類在自然力的面前，不再是束手無助了，並且對於天時的依存性也大大減低了。

不錯，就是現在，也和從前一樣，種植需要及時的雨水，溫暖和陽光；就是現在，航海家和飛行家還被迷霧和颶風妨礙；就是現在，有時大雨還破壞常態的交通。但是、現在，假使把不常有的狂風，大雨或是冰雹除外，那末天氣是並不會對於人類有慘重的災害的了。人們已經學會了更充分地利用有利的天時現象，減少不利現象的損害。

舉例說，在農業方面，土壤的特殊耕耘，冰雪的保留，防旱種與防凍種的播種，播種時期的選擇，以及許多其他別的方法，可以保有良好的收穫，即使天氣不

利的話。飛機師和水手利用特殊的工具，雖然在迷霧和颶風裏面，仍能安全地駕駛他們的飛機和船隻到目的地。

但是爲了有效地利用現代一切和不良氣候作鬥爭的工具，應該知道什麼時候使用這種工具，並且還要知道，什麼時候有什麼樣的氣候，那就是說，要會預料氣候。人們也學會了預料氣候，現在人們不但能在幾小時之前預言氣候並且能在幾天之前預言。非但如此，現在甚至於正在順利地企圖預料整個季節的氣候。關於氣候及其變化的科學叫做氣象學，這種科學不斷地在發展着。

把氣候的一切現象，如雨、風、雷、霧等加以研究之後，並且判明這些現象出現的原因之後，氣候的預言便有了可能。所有這一切我們遠祖所不理解的現象，並不包藏什麼祕密，它們都是服從自然的規律，其所以發生的原因，則是因爲地球的周圍，包圍着空氣，在科學中，這種空氣稱爲氛圍氣。

圍繞着我們的天空，究竟是什麼東西？它有多少大小，它的性質如何？天空中

氣候的現象是怎樣發生的？

這本小冊子就是來預備回答這些問題的。



## 一 空氣和地上的生命

每一個人都知道，我們的周圍是空氣；但是並不是每一個人都知道，空氣對於我們是多麼重要和多麼必要。假使沒有空氣，地上的生命就不會生存，也不會發展。

人從生下來到死，不斷地呼吸，從空氣中吞吃他生活所必需的養氣（氧）。在一天一夜之中，一個人就要經過他的肺吸進十三立方公尺的空氣。地上和水中的一切生物，爲了生活，必需呼吸。呼吸可以維持機體的正常狀態，使血液取得養氣作營養。植物也呼吸，吸進空氣中的二氧化碳，排除出氧氣。

沒有呼吸，也就是沒有空氣，生物的形狀就不像現在我們所熟悉的那樣了。

我們在欣賞着藍色的天空，明明的晚霞，黎明時分柔和的光彩；應當記得，所有這些現象都是靠了地球氣圍氣而形成的。假使地球不是被空氣所包圍，那末在黑色的天上只看見刺眼的火樣的圓盤（太陽）了。黑夜就會隨着太陽的最後一條光芒和最初一條光芒而剎時之間地來到和結束。現在白天非但在太陽底下，並且在陽光不進去的蔭遮下或是房子裏也是光亮的。假使沒有氣圍氣的話，那末只有在陽光直射的底下才有刺人的光亮。在一切別的地方就將都是黑夜，只有被近處地面上照亮的地方反射去的一些微弱的光亮。月亮上沒有空氣，就有這樣情景。

我們在地球上所熟悉的情景是太陽射到地上來的強大的光之洪流，被千千萬萬的小分子所分散（地球氣圍氣就是從這種小分子所組成的），分散成千千萬萬道光，這些光芒再分散到四面八方去。這些小分子非常有力地將藍色的和青色的光彩散佈在陽光之中，使天空變成青藍色。

氣圍氣對於我們的氣候也有很大的影響。現在西伯利亞的氣溫冬天有時降低到攝氏零下六十度，夏天時常昇到三十度。因此一年之中氣溫竟有九十度的變化。這是地球上氣溫變化最大的地方。但是，假使地球不是有空氣層的包圍，那末僅僅在一晝夜之間，氣溫竟要有二百多度的變化：白天在太陽光底下將非常之熱（大概要有一百多度），夜裏則非常之冷（低於零下一百度）。

空氣的作用，猶如溫室裏的玻璃，它很容易地通過太陽光，讓太陽光溫暖地球的表面，然後幾乎充分地把地球上所蒸發到太空裏去的溫暖保留下來。

最後，我們已經說過，所有這些總稱為天氣的現象，也是由於氣圍氣的存在所致。雲、雨、風，——所有這一切都是產生於氣圍氣中的，沒有氣圍氣，這一切也就不能存在。天氣現象是如此之偉大，單看這樣的例子就可以知道：全地球上每天有四千多次雷雨；下一次小雨每公頃的雨水達五千桶，熱帶地方的大雨，一分鐘之中每公頃倒下二萬桶水！

假使地球的周圍不圍繞着空氣的外殼，可以想像得出，地球上的情景是怎樣：光亮得刺眼的太陽高掛在完全沒有雲的黑色的天空，灼炙着爆裂有聲的乾燥的土地。沒有一滴雨，沒有一絲風。夜裏冷得可怕。四周是完全赤裸裸的土地，（因為既沒有雨露，任何植物也就不能存在）。地球就要變成死沉沉的荒涼沙漠了。

然而地球上並沒有這個情景，我們就應該感謝地球氛圍氣。所以知道這氛圍氣的性能，研究氛圍氣中所發生的現象，對於我們是非常重要的。

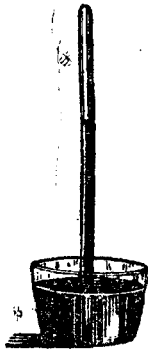
## 二 空氣有多少重

人們在指出某種物品重量很小的時候，時常說：「這東西輕如空氣」。這種形容詞實在是一種不知不覺的，成爲習慣的錯誤。古希臘的哲學家柏拉圖，亞利士多德等早就推測，空氣是有重量的，但是他們沒有方法證明這一點，所以空氣不重的意見一直保持到十七世紀。

認爲空氣無重量的過去的科學家，他們就不能明白，爲什麼唧筒會工作，並且把水引到高處去。爲了解釋這一點，他們武斷說，似乎自然是「怕空」的，只要這種「空」一形成，自然就馬上填滿它。一種偶然的機會證明這種可笑的解釋是不

準確的。據說，有一個工匠給傅羅林茜的公爵托斯康的花園築造抽水唧筒，唧筒的活塞放在離水面十幾公尺的地方。無論怎樣用力拿唧筒抽水，怎麼也抽不出。那一匠去找著名的科學家伽利略，請他說明失敗的原因。伽利略有些搞不清楚，他回答說，似乎自然「怕空」只到某種高度。這件發生的事情，迫使伽利略的學生托里拆利去專心致意地研究這個問題，並且進行若干試驗，終於在一六四三年發明一種器具，就是現在大家所知道的氣壓計。這器具是用來測量氣圍氣壓力的。

托里拆利把水銀灌在一端封閉的玻璃管裏，把沒有封閉的一端插在放有水銀的玻璃器裏，這時管子裏的水銀降下來，但是並不流溢出去（圖一）。由此，托里



(第1圖)  
托里拆利實驗空氣  
壓力的玻璃管。

拆利做了一個完全準確的結論：管子裏的水銀是被外間空氣的重量所支持，外間空氣對玻璃器中的水銀的暴露表面，以及對於灌在管子裏的水銀是以同

樣的力量壓迫的。

但是在好幾年中，並沒有進行決定性的試驗，把托里拆利的結論最終加以肯定。

最後，在一六四七年，法國著名科學家巴斯噶想把這問題完全弄明白。他請求他的親戚貝里葉幫忙，貝里葉住在頗德童山山腳下的克萊蒙城。巴斯噶請貝里葉作一種必要的觀察。巴斯噶的請求於一六四八年九月十九日實行，從這天起，空氣的重量便被完全確定了。

貝里葉是這樣試驗的。他預備了兩個托里拆利的同樣的管子，先在山腳下把兩個管子裏的水銀柱量了高低，把其中一個放在山腳下，把另外一個管子拿到山頂上。在九百七十五公尺的高處他又量了一下管子裏水銀的高度。原來在山頂上，水銀的高度比在山腳下低八厘米突。貝里葉對於所獲得的結果甚為驚異，他把他的測量仔細地重復了許多次，最後他相信準確無誤時，才走下山來。放在山腳下的那

個管子裏的水銀，在這時間中，它的高度一點也沒有改變，仍舊在原来的水平上。從山上拿下來的管子，水銀也停止在同樣的水平上。

由此證明，空氣是有重量的，在空氣的下層，空氣的壓力比上面來得大，上面所留下的空氣數量比較少。

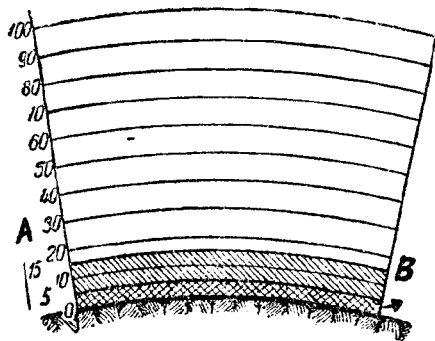
空氣對於地球表面以及地面上的人類的壓力，相等於十公尺厚的水力的壓迫。這便是托斯康公爵的唧筒在高於水面十公尺之後就不能工作的原因。

我們不發覺空氣的這種重量，因為人體是適於這種壓力的，並且正就是在這種條件之下才覺得自己是常態的。人們爬上山去，或是坐在飛機上，就會強烈地感覺到空氣重量的減低，這種壓力的減低，只能在某種程度之下忍受，超過了這個程度，他就會氣絕而死去。

每一立方公尺的空氣重一·三公斤。但是這是在海平面上面溫度零度稱量空氣時所得的數字。愈是高，空氣的密度愈是稀，空氣的重量便愈是低。例如在十二公里



的空中，每一立方尺空氣只有三百十九公分重，即較下面空氣輕四倍；在二十五公



(第2圖) 空氣在各種不同高度的分配情形(左邊的數字以公里計算的高度)。

- A. 在這一氣層(0至15)中集中着全部氣圍氣的百分之九十。
- B. 地球氣圍氣的半數集中在這裏。

里的空中——四十三公分，四十公里的空中——只有四公分弱(圖二)，即較地下輕三百二十五倍。高空的空氣要稀薄得多。

科學家會經把圍繞着地球的整個氣圍氣的重量加以計算。結果，共重五、三〇〇、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇噸。由此可見，空氣是非常非常之重的。甚至於不是每一個人能讀出這個數字。比方說，假使要把

相等於地球氣圍氣全部重量的貨物，從莫斯科運到列寧格勒，假使每一列火車有一

百輛車廂，全程走十小時，那末運完這批貨物幾乎要費四十萬萬年的功夫。

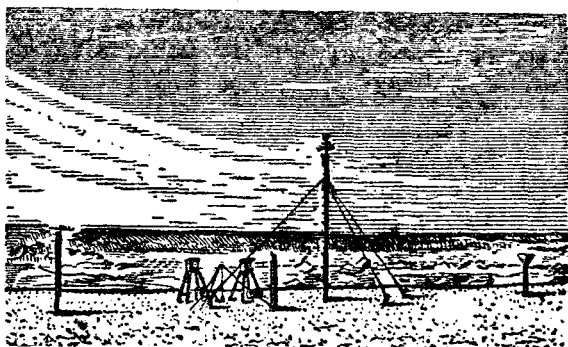
空氣壓力的變化，在天氣現象中起着極大的作用。但是這還不是決定的作用。

所以單是根據一種氣壓的變化，還不能預言天氣的變化。因此對於某些氣壓計上所寫的「雨」、「晴」、或是「風暴」不必加以注意。這種寫法是不對的。假使我們想起前面所說過的貝里葉的試驗，我們立刻就會同意這一點。就是：非但由於天氣的狀態，並且由於高度，氣壓計的指標會發生變化。氣壓計的這種性能，現在被航空廣泛應用。飛機上依照氣壓計的指標，確定飛機的高度。

### 三 怎樣研究空中世界？

除了空氣的壓力之外，表明空氣性能之其他指標，以及氣候狀態，也是非常重要的：空氣的溫度，空氣的潮濕性，風力和風向，雲霧的數量和形狀，落下雨雪的數量。全球有幾萬個氣象台不斷地監視着氣候的變化，仔細地記載天氣的變化（圖三）。所有這些情報立刻送到中央氣象台去，根據這些情報再得出結論，將要有那樣的氣候。

起初只在靠近地面的地方進行氣象的觀察。但是因為空氣是向上流的，並且昇到幾千公尺高，那就很容易瞭解，這種觀察不能充分表明整個天空世界的狀態。所



(第3圖) 氣象台。

一根高桿上，裝置着風信旗，用以測量風力、風速、風向。在蜂巢似的高腳箱子裏，放着寒暖計和其他工具。右面桿子上的椎形物是雨水計，用以測量下了多少雨或多少雪。

以氣象學家早就企圖從氛圍氣的較高的氣層中取得消息。爲了這個目的，就在山上建築氣象台。其中某些氣象台是設置得很高的。例如在高加索的愛里勃魯斯高峯上，帕米爾的佛特成果的冰河上，高達五千公尺。

但是在山上觀察，而山上的氛圍氣現象是常常受山嶽的影響而畸形化的。所以，在山上觀察還是不能達到基本目的——取得空中世界的準確情報，以瞭解其確實狀態。所以氣象學家便去採取可以直接從氛圍氣的高層中獲得必要的情

另外一種方法：他們便造了許多種器具，

報。

爲了要知道，大地上空不同高度颳着那樣的風，便用一種並不很大的橡皮球，裝滿了輕氣（氫），即所謂「汽球」，放到空中去。用特種器具從地上觀察汽球的移動，定出風在不同高度的方向和速度。

爲了取得氛圍氣中其他現象的消息，便把裝有降落傘的，比汽球更大的球放到空中去。在傘上裝着器械，記錄空氣的溫度，濕度和壓力。這種球昇到高空之後，最後會自動破裂，掛在降落傘上的器械會毫不損壞地落到地面上。這種被稱爲傘球的汽球，可以從四十公里的高空中獲得情報。

這種方法有一不方便的地方，就是降落傘會隨風飄颺，飄颺很遠。落在不可測的地方，時常是人跡稀少的地方。有時候器械會根本失蹤，或是要經過長久的時間才能找到，找到時，記錄已經損壞。爲了避免這種不便之處，科學家便求助於無線電技術。在傘球上裝一個小小的無線電發報機，它從空中不斷地送信號到地面上。

我們利用這種無線電傘可以在它飛昇的時候就立刻得到有關氛圍氣狀態的一切必要情報。各國在二十年代大量地經常地採用無線電傘，獲取氣象的報告。

上述所有各種方法的共同缺點是活人不能參加觀察。無論器械是多麼好，他只能把氣候的某些現象作機械的記錄。所以科學家早就想法自己儘量可能飛昇到氛圍的最高度去。起初只是用汽球來進行這種企圖。但是坐在汽球吊籃裏的觀察者，飛昇得並不能到達足夠的高度，最高只能六七公里。

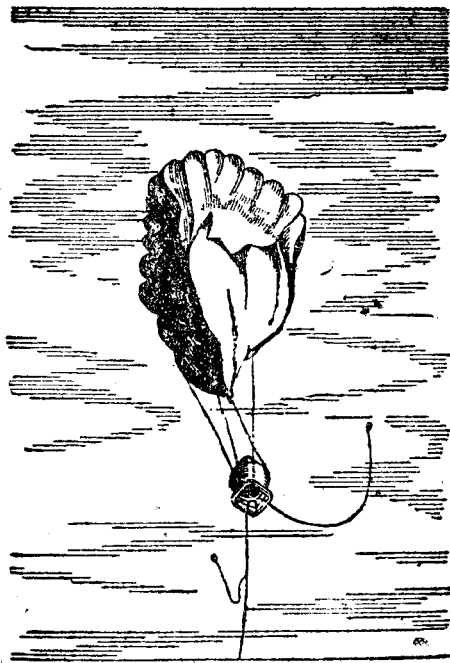
由於航空的發展，便得以採用飛機作研究氛圍氣之用。現在各國中央氣象機關都廣泛利用飛機，很迅速地獲得詳細和充分的觀察。

但是就是飛機，也只能飛昇到並不很高的高度，僅約七、八公里，僅僅在個別的情形之下可以達到十二至十四公里。

爲了飛得更高，便採用一種更完善的汽球，稱爲「同溫層汽球」。

同溫層汽球是一種很大的汽球，裝着不透氣的金屬質艙房——吊籃（圖四）。

和安迪生達到最高度——二萬二千零六十六公尺。但是這種高度還是比傘球或是無



(第4圖) 飛昇中的同溫層汽球。

這一技術設備和若干其他技術設備使坐在同溫層汽球吊籃裏的觀察者，在昇往氛圍氣高層的時候，並不感到極大的不利，並且使他可以在高空進行必要的觀察。一九三五年十一月十一日、美國史帝文森

線電傘所能達到的高度爲低。

現在科學家和工程師正在從事建築更完善的器械，以便使人昇到更高的，高不可測的空中世界去。



#### 四 氬圍氣的成份怎樣？

天空是一種氣體。它是同質體呢還是由幾種構成份子所組成的？我們知道，人類爲了呼吸，要從空氣裏吸取酸素（氧）。我們也知道，植物呼吸碳酸素（二氧化碳）。由此可見，這兩種氣體都是存在於氬圍氣中的。但是研究後證明，氬圍氣中還有幾種其他的氣體。空氣中最多的是淡氣（氮），佔百分之七十八，其次是酸素（氧），佔百分之二十一。所餘百分之一是其他氣體。

這種成份的空氣，是依照低層的情形確定的。整個天空世界，在各種高度中，是不是都是這樣呢？

氬圍氣中的每一種氣體，都各有自己的性能，和其它氣體是不混合的。又因為氣體在重量方面是各不相當的，有的重些，有的輕些，所以使許多科學家有一種根據可以推測，高空裏氬圍氣的成份是有很大變化的。據他們的意見，較重的氣體一定分佈在下面，較輕氣體則佔據着氬圍氣的上層。屬於重者是氮、氧，屬於輕者是氫、氦。因此，我們在下面所習慣的氬圍氣，其中大多數是氮氣，可以稱爲「氬氛圍」，在上層的一定變爲氬氛圍或是其他較輕氣體所組成的氬圍。

假使在高空空氣沒有強烈的轉換，這種推測可能是準確的。

我們就假定說，十五至十七公里以上是並不轉換的，就從這高度開始去依照氣體的重量研究氣體的分化。

但是同溫層汽球第一次飛昇時就把這假定推翻了。在所達到的各種高度中（就是最高到二十二公里），氬圍氣的成分是完全同質的，和地球表面的空氣成份相仿。這使人可以推斷，要到極高的高度，氣體才發生轉換。但是探悉極高度中的空

氣成分，現在還沒有成功，因為直到現在，人類還沒有直接從離地幾百公里或是幾千公里的地方獲得情報。

說到氬圍氣的成份，我們直到現在只是指乾燥的空氣。但是在氬圍氣中還經常有着水汽，這是海洋、江河、湖泊裏的水蒸發成爲氣體而昇入空中的。植物也發出水汽。空氣中水汽的數量變化得頗爲猛烈，——從幾乎完全沒有，直到容量百分之四。這種水汽數量的變化，對於氬圍氣中所發生的天氣的各種現象，實有決定的影響。上述數量的水汽，在十公里至十七公里的高空中也是有的。在這一氣層的範圍之內，便形成霧、雲、雨——和水汽的數量與性能之變化有關的一切。

我們已經指出過，太陽光是很容易透過氬圍氣的，幾乎並不溫暖氬圍氣而直接射到地面上來溫暖地面。但是從地面上所反射出去的光綫，都幾乎完全被氬圍氣所吞吃，原來這種熱氣正就是被氬圍氣中的水蒸氣扣留住了。空氣就是靠了這一點熱空氣變成了被窩，覆蓋在大地上，預防大地的冷卻。水蒸氣吞吃了和阻留了地球上

所發出的熱氣，因為這全部水蒸氣幾乎都是停留在低層十至十七公里的範圍之內，所以下面比較溫暖，而向上昇起的時候，就比較寒冷。

上面沒有水蒸氣的地方或是水蒸氣數量很少的地方，溫度就要激降。這一現象是法國科學家戴色耶·德·波爾在一九〇四年發現的。戴色耶·德·波爾把傘球放到空中，他判明，在一定的高度中，溫度不再均等地降低，再往上去，溫度就幾乎是經常不變的了。

這樣就分出了氮圍氣的下層，在這一氣層中，溫度和水蒸氣的數量經常是變化的，在這一氣層裏便組成雲霧，並且發生其他各種氣候的現象。這一層叫做回歸層，或回歸圈，再上一層叫做成層圈或同溫層。

這些氣層的分界線在北極圈上和南極圈上的高度各不相同；冬夏兩季的高度也有變化。南極圈上回歸圈的高度達十五至十七公里，北極圈上則為九至十一公里。人們好久以為同溫層這種氣層，溫度上沒有什麼顯著的變化，並且也沒有風。

但是最近幾年的觀察證明這種看法是錯誤的，進一步的積累事實，研究更高的氣層，大概還要更加改變我們對於同溫層的想像。

同溫層的高度約達八十公里，再上去便是新的氣層，叫做游離層。

關於游離層，容我們以後再說。現在我們應該記住，雖然氣候是在回歸層中變化，但是它和整個空中世界的厚度是有關係的。

## 五 雲是怎樣形成的、爲什麼下雨？

我們都知道，天氣是非常不測而常有猝變的。有時候一連許多天晴朗乾燥，有時候一連許多天下雨，好像沒有一個盡頭。有時候在一天之中，氣候變化好幾次。這種氣候的變化究竟因何而起的呢？

在那種情形之下就要下雨呢？

天空裏那來這許多水？

這許多水在空中怎麼保留的？

我們試把一桶水從飛着的飛機上潑下來，這桶水在空氣中一秒鐘都停留不住，

爲什麼雲層裏能夠把幾千桶水保留得這麼長久呢？

我們在前面已經指出過，空中經常有水蒸氣。假使問誰，他看見過水蒸氣沒有，他時常是肯定地回答說，他看見過的，他指雲和霧就是水蒸氣。這是不對的。空氣中的水蒸氣是看不見的。我們所看見的雲和霧是細小的水滴。這種水滴並不就是水蒸氣。

我們在上面已經說過，水蒸氣之滲入空氣中，是海、湖、河的表面上，地面上和植物上的水被蒸發而起的。這種蒸發不一定在沸滾或是在熱度之下才發生。就是在低溫度之下，甚至是在冰點之下，濕氣仍舊是被蒸發的，或者，正如一般人所說，是會「收乾」的。關於這一點，主婦就知道得很清楚，她們在冬天也把衣服晾到寒冷中去「晾乾」。

不過在高溫度和乾燥空氣中，蒸發要進行得快一些。因爲空氣的溫度愈是高，空氣中所能包含的水蒸氣也就更多。

在一個立方公尺的空氣中，在各種不同的溫度之下，目不能見的水蒸氣的最高數量可以確定如下：

在零下三十度.....	〇·五公分
在零下二十度.....	一·〇公分
在零下十度.....	二·五公分
在零度.....	五·〇公分
在零上十度.....	九·五公分
在零上二十度.....	一七·〇公分
在零上三十度.....	三一·〇公分

假使在上述的溫度中，空氣中水蒸氣的數量要更多一點的話，那末這種水蒸氣就要變成水滴，形成雲或是霧了。

這裏我們來舉一個例子，想像一下：在零上二十度的空氣中，有固定數量的水



蒸氣，我們就說它是每立方公尺有十五公分吧。這並不怎樣多；在二十度溫熱的空氣中能夠包含十七公分水蒸氣。我們現在再來假定一下，這空氣受冷了，它的溫度降低到十度。水蒸氣怎麼樣呢？我們看一下前面所開列的表，我們看見，在零上十度之下一立方公尺的空氣中只能包含水蒸氣九·五公分，我們現在有十五公分，就是說，多五·五公分。這多餘的水蒸氣跑到什麼地方去呢？它便變成了水滴，形成了雲。

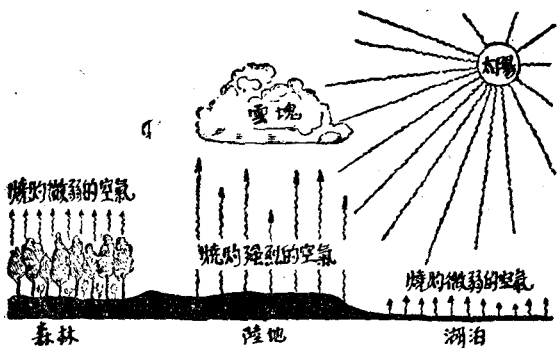
爲了確信這一點，我們來觀察一下鼎沸的茶壺。我們可以看出，靠近茶壺嘴的地方，空氣是透明的，而「蒸氣」的白雲只是在離開茶壺的某種距離才出現。我們試把手伸到茶壺嘴跟前，就是還沒有白雲的地方去。我們立刻就會覺得灼痛，手上會潮潤起來，水滴已停留在手上。

現在我們再把手伸到白雲裏去。就在這裏，也有水滴停留在手上，但是灼痛已經減輕得多。

這裏究竟發生了什麼事情？

我們第一次用手所試探的水蒸氣之流，那裏的空氣灼得很熱，那就是說，那裏蒸氣的數量還不夠使空氣吃飽，所以蒸氣是看不見的。蒸氣之流被手冷卻的時候，那末水汽就立刻以水滴的形式停留在手上了。離開茶壺較遠的地方，比茶壺嘴旁邊冷些，所以灼痛也比較弱一些。正因為這個緣故，所以水蒸氣在這裏已變成水滴，並且作為雲的形式，可以看見了。在自然界中，也是由於空氣遇着冷，才結成雲。

爲了更加明白這一點，我們來回憶一下一個晴明的炎熱的夏日。在這樣的日子，早晨是清淨的。太陽猛烈地灼射着，漸漸地變得熱起來。到靠近中午的時候，天上出現個別的細小的雲塊。雲塊漸漸地增加起來，變得比較厚密，但是仍舊是個別的雲朵，一朵一朵地堆積着，所以就叫做積雲。到黃昏時候，雲塊開始漸漸地下降，流散，太陽下山之後，雲又完全不見了，只見天上有成千成萬的星星閃爍着。爲什麼雲只結成個別的小塊，並且只在白天結成，一到夜晚就不見了呢？



(第5圖) 炎熱的夏天，積雲怎樣組成的。

這原因是在於太陽對地面的溫暖。不同的地段被不同地溫暖着。耕地被晒得比

覆蓋着植物的地面為溫暖。森林或是水溫暖得比較少(圖五)。假使太陽灼晒得很利害，那末位置在晒得比較熱的某幾塊地面上的某幾部分空氣自己也就溫暖得比其他部分為甚，變得比鄰近部分的空氣為輕，因此便開始上昇，向上「飛騰」。它們這樣向上昇，一直昇得很高——兩公里以上。在這高度，我們已經說過，空氣比較冷，飛昇到這裏的我們的空氣「泡沫」，大大地冷卻，包含在其中的一部分水蒸氣，結成細小的水滴，在我們看來就成為雲。到黃昏的時候，空氣的蒸熱和飛昇便停止

了，由於入夜即行凝凍的地面的影響，空氣在下面就冷却了。昇到上面的一部分空氣降落下來，又重新蒸熱起來；這時候水又變成目不見的水蒸氣——雲又不見了。

有時候，在炎熱的日子，巨大的空氣「泡沫」飛昇得很高——達好幾公里。在這種情形之下，形成高而黑的雲，時常遮蓋住整個天際。空中很窒息，「悶人」。最後，又開始大雨傾盆，大雨又很快地過去。接着是「雨過天青」，藍天的光彩又重新透出來，逐漸擴大，終於把雲驅散，到傍晚的時候已完全不見了；夜裏又變成晴空了。

這兩個例子的現象及其原因是同樣的，只是在第一個情形之下比較弱一些，在第二個情形之下比較強一些。

從上面所說的各點可以得到一個結論：無論是雲，無論是雨，都是由於空氣的上昇及其冷却而形成的。事情確實是這樣的。但是爲什麼並不一定看見天上有

雲，也不一定需要看到稠密的雲，同樣會下雨呢？

這是決定於雲的性質的。假使我們把包含着很多水蒸氣同時又完全清潔的空氣冷卻，我們不會引起這空氣形成雲或是霧，即使把它冷卻到低於水蒸氣必然會結成水滴的溫度。但是假使我們用細小的塵灰或是烟把這空氣稍為混濁一下，把這試驗來重新進行一下，那就很快地會形成霧和雲。事情是這樣的：爲了把水蒸氣形成水滴，空氣中必需有微細的硬質分子或是氣體分子。水便停留在這些分子上面。在地球的氛圍氣中總是有着大量的塵埃，海裏飛沫的鹽，烟和其他分子。每一個這種分子都在自己身上積聚了很多水——比它自身要多二十倍至四十倍。但是雲霧的水滴還是很小——它比雨滴要小幾百倍。

在下大雨的時候我們所看見的大雨滴，在空氣中是怎樣出現，並且是什麼時候出現的？起初人們以爲它們是由好幾個小雨點互相併合而成的。但是經過精確的計算之後，證明大雨點如此形成需要好幾晝夜的時間，可是我們知道，從形成大雨雲

的時間到滴下大雨點的時間，最多不過二小時。

這問題是挪威科學家貝傑龍解決的。他證明，假使在空中同時有冰的結晶體和水滴，也就是在零下温度的高空之中結成水滴的時候，才會有雨滴落下來。

我們來回憶一下普通夏雨是怎樣開始的。先是展開強大的積雲，積雲已經形成巨山的時候，但是雨還是不落下來。雲蓋再往上升，像一塊布似的覆蓋在天上，已經顯得不怎樣濃重了。就是說，雲已經達到零下温度的高空，雲蓋已經凍結，雲裏的水滴已經變成冰的結晶體，這之後不久便開始大雨。

蒸氣的水滴停歇在冰的結晶體上是非常迅速的，只要十分鐘二十分鐘就足夠了。在這時候，冰的結晶體重量激增，在空中已經支持不住，便一一跌到下面。一路上它們碰到水滴，把水滴又集結在自己的身上，於是重量更加提高，更加迅速地飛到地球上。假使下面的温度相當高，那末水滴的温度也隨着跌落的程度而提高，水漸漸把冰的結晶體溶化。於是落到地球上的已經不是冰塊而是大水滴了。冬天沒

有這樣情形，落到地面上來的是雪。但是夏天也有這樣情形：冰塊來不及在空中溶化，作為冰雹的形式落到地面上來。普通冰雹是很小的，不會有特別損害，但有時冰雹的體積也很大。例如，在一九二六年，在奧德薩落下的冰雹有重達三百公分的。這樣的冰雹會帶來嚴重的損害，毀壞禾稼，死傷家畜，洞穿房頂。

有時候大雨和風暴一同來——電光閃爍，雷聲隆隆。這些現象的原因是個別的雲中水滴吸收了積聚在雲中各部的各種電荷。這些電荷以火花的形式（閃電）時常在中間的雲與雲之間，或是在雲與地球之間竄來竄去。我們可以聽到這火花竄逃的聲音，這聲音激起回聲，並且長時間的繼續，發出「隆隆」之聲。這就是雷聲。

## 六 爲什麼會下久雨、爲什麼天氣會變化？

我們在敘述怎樣形成雲，並且爲什麼下雨的時候，已經講起夏天短促的急雨。但是我們知道，有時有一種雨會一連好幾天繼續下個不停。這種雨是怎樣形成的？

爲了弄清楚這個問題，我們先看一下第六圖。圖上是一幅山民所熟悉的畫。山坡上有雲，並且落雨，而同時周圍却很晴朗。這裏的雲所以形成，因爲沿着山坡向上昇的空氣，遇着冷，空氣中的水蒸氣則和雲的水滴混和一起。這種空氣的飛昇，爲時很長，因此這裏的雨也是長期的。

但是爲什麼在沒有什麼山的地方、在平原或是在海上，爲什麼也下烏天黑地的





(第6圖) 山上組成雲的情形。

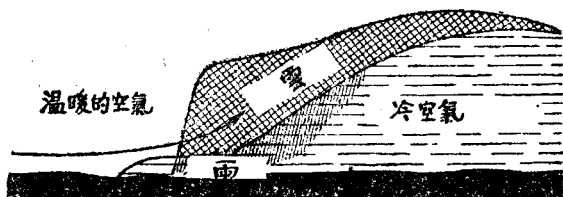
久雨呢？

我們時常在平原地方也看到下久雨，這裏久雨的形成，是不是另外一種形式呢？

也許這裏無需空氣的高昇和冷却吧？

不是的，原來平原地方的久雨，其形成的原因和過程，也是和剛才所說的一樣的。這地方溫暖的空氣也像在山上一樣，是向上昇的，不過在這裏起着山嶽作用的是停留在地上的寒冷、沉重和

線上便橫溜過去了的寒帶地方來，要熱得多。



(第7圖) 冷空氣與熱空氣之間的戰線上，雲的組成和下降。

變成水滴，形成雲，最後，——假使空氣昇到相當的高度，便開始滴下雨來（圖七）。

我們已經說過，地面上不同地方的溫暖，其經過情形也是各不相同的：乾燥的地面溫暖得快一些，但是也冷卻得快一些，水的溫暖是進行得很慢的，但是因此它的溫暖也失去得很慢；森林和草原比乾燥、光禿的地皮要溫暖得少一些，以及以此類推。

但是、地面的溫暖程度的強弱，主要是繫於太陽光怎樣照射：太陽光愈是直射，陽光對於地面的溫暖便愈加強烈。在中午的時候，總要比早晨或者是晚上要熱些。在赤道地方，太陽成年都在當頭照射，所以，比起太陽僅僅昇到地平

地面上不同地段既然溫暖得各不相同，籠罩地面的空氣，當然也受着不同地溫。北方的空氣比較冷些，熱帶和赤道的空氣比較溫暖些，夏天在陸地上的空氣比在水上的空氣要溫暖些，冬天則寒冷些。

但是從地球的表面不但有溫暖昇到空中去。籠罩在乾燥的沙漠上的空氣，被地面的塵埃和砂子混進去而污濁起來；籠罩在海上和湖上的空氣則有海中與湖中的水蒸氣混和在一起。這樣，籠罩在地面上不同地方的不同地段的氛圍氣具有不同的性能。夏天，海上的空氣總要比被蒸得很熱的陸地上的空氣要清潔些，寒冷些，潮潤些。所以它就叫做海洋空氣。陸上的空氣在夏天是乾燥的，頗為污穢的。它被稱為大陸空氣。

這種個別的一塊一塊的空氣，各有一定的性能，稱為空氣團。

空氣團並不經常停留在一個地方，它們會作很長距離的移動。其所以會這樣的緣故，就因為它們有各種不同的性能，首先是有不同的溫度。

我們可以回憶一下下面的情形：

在冬天，假使我們把一扇溫暖房間的通向戶外的門打開，那末我們就會立刻覺得，有外間的冷空氣向我們房間裏衝來。但是這種冷空氣是沿着地板衝進來的，房間裏的熱空氣則在門的上部，衝到外面去。

關於這一點，可以用一種方法很便利地證明：拿兩支蠟燭放在門口，一支放在下面，門檻上，另外一支放在上面，門頂的地方。放在下面的那支蠟燭的火頭，是向房間裏側，這是說明外面的冷空氣在這裏轉移到房間裏來。上面一支蠟燭的火頭則從房間裏向外傾斜，這是說明房間裏的溫暖空氣在那裏往外走。

地面上的情形也是這樣。冷空氣是比較重的，總是竭力把下面比較輕而溫暖的空氣趕走，擠它到上面去，佔據它的地方。溫暖的空氣被迫往上升，分佈在冷空氣的上面。

空氣團在地面上的移動，我們所感覺出來的便是風。

移動着的空氣團能夠相當長久地保持自己的性能。它們是緩緩地和漸漸地發生變化的。

我們現在再來想像一下：夏天，一種空氣團在我們頭上停留好幾天。這空氣被蒸熱了，被夾雜進塵灰了，因此，我們的天氣便變得乾燥和炎熱了，天空也不大透明了。後來這空氣團走開了，新的空氣團來佔據它的位子。我們就假定說，這新的空氣團是從北冰洋來的，它們在寒冷的海面上走了很長的路程，它本身變得寒冷，潮潤和清潔了，因為海上沒有塵埃。這新的空氣團到了之後，把天氣劇烈地改變了。本來是炎熱乾燥的天氣，後來都變成風涼，潮潤的天氣，並且天空也被滌淨了，顯得清潔而透明了。

我們在春天時常可以看到這樣的情形。在這種情形之下，每到晚上，普通就寒冷起來，這就是說，北方的冷空氣吹到我們這裏來了。

由此可見，氣候的變化和氣候的狀態每一次都是依照我們頭上現在所停留的是

什麼樣的空氣團，以後又是什麼樣的空氣團來替代它而定的。

兩個空氣團——冷空氣和熱空氣相遇的時候，兩者是互相不混和的。兩者之間的界限長久地截然分明，這條界線稱為戰綫。冷空氣以楔形流入熱空氣的下面，迫擠熱空氣，熱空氣沿着冷空氣的楔往上昇起。於是在這戰綫上便發生比較劇烈的氣候的變化，形成雲，落下延續很久的雨（見圖七）。

但是爲什麼夏天空氣的上昇會形成短促的陣雨，而溫暖空氣沿着冷空氣楔子的上昇却會造成延續很久的雷雨呢？

由於空氣在某種情形之下上昇的速度有快慢，又由於參加上昇的暖氣的數量有多寡，因此便決定了陣雨和雷雨的差別。

炎熱的日子，被蒸燒得很熱的並不很大的「氣泡」，迅速地向上浮昇，就是從這些「氣泡」中落下雨來。所以這種雨，其來也突然，其止也突然，下的時候很短促，但很猛烈。

在溫暖空氣的巨大集團沿着冷空氣的楔子向上爬昇的時候，它們爬得很慢，所以兩要連續下好幾個鐘頭，因為整個溫暖氣團的上昇要延續得很久，所佔的空間也很大。

## 七 天空有多麼高？

我們已經討論過氛圍氣下層——就是回歸層所發生的最主要的現象。現在我們再來討論一下較高的氣層——同溫層和游離層。

我們對於這些氣層發生興趣，不僅因為必須全盤地研究地球的空氣外殼（否則我們完全摸不清楚氣殼中所發生的一切現象），並且，還因為在這種高度的氣層裏，不久之後就將實現超速度的飛行。

直到現在為止，氣象工具只能進入地球空氣外殼的並不怎樣很高的高度，統共只有四十來公里。據我們現在手頭所得到的關於氛圍氣狀態的直接消息，也僅限於



這些氣層。

但是我們還有別的方法，可以作出關於氣圍氣高層情況的結論。不錯，這些結論大部分現在還是一種揣測之詞。

一種明亮的，所謂「珠寶雲」，人們早就注意到了。這種雲的高度達三十公里，就是在同溫層中。「珠寶雲」彩色的豐富的和光綫的變幻使人得到一個結論：這些雲彩是由冷却的水滴和冰的結晶體組成的，就是和回歸層裏普通的雲相仿。

因此應該承認，水蒸氣凝成水滴的過程，在這樣高的高空也同樣進行。

但是從這裏又可以知道，在這樣的高度，空氣也是向上昇的，正像在下面回歸層裏一樣，因為惟有這樣，空氣才會冷却，才會形成水雲。


一八八五年獲得更高氣層的新消息。這一年觀察「發光雲」，這是一種又亮、又薄、又透明的雲，在極高的高空中迅速飛行。

一八八七年得以準確地測量這個高度。約離地面七十至八十公里的高度。這種

雲的流動速度達每秒鐘一百公尺。

並且那時對於這種「發光雲」的出生也得到了解釋。遠在一八八三年，太平洋上巽他海灣與爪哇、蘇門答臘島之間的卡拉卡頭火山發生強烈變化，猛烈的爆炸隨之而來，把火山裏的烟灰和水蒸氣衝到極高的高空去。卡拉卡頭火山爆炸之後的好幾年之內，在地球上的大部份地方都可以看到很明亮的彩色奪目的霞光。後來得到的解釋是因為火山所拋出的烟灰這時還停留在氛圍氣中。氛圍氣裏有了這種烟灰便形成了發光之雲。

不過後來幾年，在其他情形之下，發光的雲也見過幾次。例如、這樣的雲，在一九〇八年六月三十日，著名的通固斯隕石落下之後也曾發現。在這種情形之下出現發光雲，使我們可以推測，它們的形成是靠了極為微細的火山或宇宙塵埃（就是從太空中落到我們地球附近來的灰塵），太陽照亮這種塵埃時，便燦爛奪目，光彩異常。



但是仔細地觀看黑夜的天空之後，又看出，發光的彩雲是每年出現的，並且時常一連好幾天不離開天際。

對於這種彩雲的觀察，現在已經積聚了很多，雖然已經很久沒有發生新的強烈的火山爆炸。所以便產生了一個假定，發光雲也像回歸層裏的雲，也像「珠寶雲」一樣，是由水蒸氣組成的。這更加改變我們對於氬圍氣高層的想像。那就是說，潮潤，即便是很少數量的，在七八十公里那樣高的氬圍氣中，也還是有的；這裏也發生空氣的上升，使空氣冷卻，形成雲。

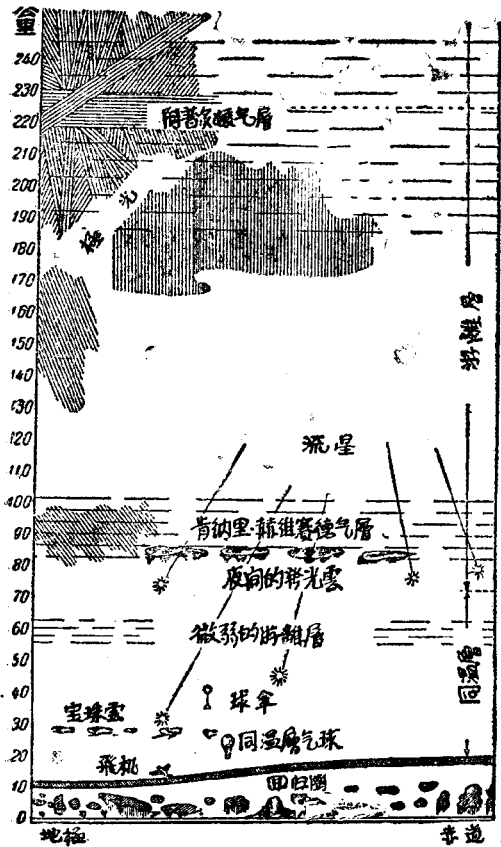
研究高層氬圍氣的其他方法便是音響方法。蘇聯維特克維赤教授曾於一九二〇年五月九日研究莫斯科砲庫的爆炸。以後便開始用爆炸專事研究高層氬圍氣。

原來先是在靠近爆炸的一定地帶聽見聲音，遠一些聲音便聽不見，再遠一些又重新聽得很清楚。莫斯科爆炸時，常態的聲音在六十公里的半徑範圍之內，可以聽見，再遠一些便是無聲地帶，闊約一百公里，再遠一些，爆炸的聲音又重新出現。

科學家竭力要說明這個現象，終於得到一個頗爲有趣的結論。

原來聲音的如此分佈，只有聲音受高層氛圍氣的反應之下才可以觀察到。據揣測，反應發生在四十至六十公里的高空中。但是在這種情形之下，氣溫和高度的變化大約是這樣的：在十至二十五公里的空中，應該是零下五十五度，在三十公里的空中是零下五十度（這是經過觀察證實的），但是在四十公里的空中，溫度必定昇至零上十五度，五十公里的空中甚至昇到零上六十五度！雖然在這樣高的空中溫度的高低還沒有測量，並且也未經證實，但是無論如何，聲音的反應却可以毫無疑問地證明，在四十至六十公里高空中還有充分稠密的氛圍氣。

爲了討論高空氛圍氣的性能和密度，早已利用過「流星」現象。這是一種不很大的東西，從行星太空落到地球氛圍氣中，有時造成一大批的「流星雨」。這種流星在一百三十到八十公里的空中可以看到，在一百到三十公里的空中則消失不見（圖八）。它們行動的速度是很高的，每秒鐘達七十公里。有時候我們看見光亮得



(第8圖) 地球氣圍氣的構成。

刺眼的流星，這叫做隕石。流星本身的體積是很小的，普通並不超過一個厘米米突。但是由於它行動的極其迅速，使空氣和流星本身因為摩擦達到極高的熱度，因

此看見紅光劃然而過，並且也正因為如此，流星便蒸發得化為氣體了；我們所看見的流星，是灼熱的氣體，這氣體像一頂帽子似的，包圍着流星。

研究流星行動的速度，流星的羣體，化散的速度，得到了極為有趣的結論，證實從前所研究的有關高層氣圍氣的密度與溫度的材料。當經證實，在那種高度的氣溫，一定是近於零上三十度的。

流星還提供我們一些其他消息。觀察許多發光流星所遺痕跡的行動，發現流星也以極高的速度更易地方，在三十至八十公里的空中，——向東，更高則向西，由此可見，就是在這樣的高度，我們也可以發現有很強烈的風。

關於高層氣圍氣的某些消息是在研究昏暗的時候獲得的。當黃昏時候，太陽落下地平綫的時候，太陽光還繼續地照耀着地球上的氣圍氣，氣圍氣擴及極高的高空，陽光把氣圍氣驅散，透到地面上。太陽下山之後，依照昏暗的時間可以很容易地算出被陽光所照耀的地上氣圍氣層的高度來，遠在第八世紀，阿剌伯的科學家阿

爾特加仁就已經企圖做這一件事情。當時判明，天空黃昏光的照亮，並不是平衡地減少，而是三向度地減少。第一階段是太陽落下地平綫八度。這使氛圍氣層的平均高度得十一公里，正符合回歸層的平均高度。黃昏光第二次劇烈的減少是太陽下墮十八度，平均高度為八十公里（已經是同溫層）。末了，光亮的最後痕跡完全失去，是在太陽光停止照射二百公里的高空。

無線電訊的發展，使人類得以研究非常有趣的，對於地球氛圍氣有直接關係的現象。

經科學家判明，無線電的信號，可以在很長的距離之外聽到，遠較依照它們的強度所設想者為遠。這裏的情形也和爆炸的聲浪一樣，先是無線電波直接聽得見的地帶，然後是沉默的地帶，再往前是新的清晰可聽的地帶。所有這些現象現在已經詳細研究過，證明其中原因是由於分佈在氛圍氣各種高度中特性氣層的無線電波反應。

整個氦圍氣裏包含着充有陽電與陰電的分子，即所謂「游子」。在下層，在強度的壓力之下，充滿着陰電的分子普通是不能長久生存的。然而在極高的高空，在氦圍氣非常稀疏的地方，這種分子却能長久存在，於是它們在這裏的數量便猛烈地增加。因此氦圍氣的上層稱為游離層。

在某些高度充滿陰電的分子數量還要更多。這便強烈地影響到無線電波的散佈，並且引起電波的反應，關於這一點，我們剛才在上面已經說過。

有兩個氣層是最為明顯的：肯納里·赫維賽德層，阿普爾頓層。這兩個氣層都是拿研究它們的兩位科學家命名的。

肯納里·赫維賽德層位於八十至一百公里的空中（見圖八），阿普爾頓層則位於約近二百公里的空中。後來又判明，阿普爾頓層在某種條件之下會增加兩倍，假使發生這樣變化時，那末它的上層是位在一百八十至二百公里的空中，它的下層則是位在二百五十至三百五十公里的空中。



並且還判明存在着更低的，比肯納里·赫維賽德還要低的氣層。這一氣層位在五十五至六十五公里的空中，就是在同溫層中。這一氣層的反應性能，沒有肯納里·赫維賽德和阿普爾頓兩種氣層的性能為明顯。

在某些情形之下，無線電波反應的計算簡直可使人提出一個新的假定，就是在高達一千公里的空中也存在着反應氣層。但是這一結論還沒有能夠證實。

在研究「極光」的時候，獲得很豐富的結果。「極光」，有時被人們不準確地稱為「北極光」，其實這是指兩極的光，其中包括北極的，也包括南極的。這種極光時常在北半球和南半球的高緯度上可以看到。

極光在地球表面上的高度早已確定了。每一型光的高度都是固定的，例如所謂「帷幕光」，就是由光綫所組成的形如飄飄而動的簾子，在三十七公里到三百七十公里之譜的高度中可以看到。

另一型的極光是一種同型的弧光，看不出有個別的光綫。這種光普通是位置在

五百——七百——一千公里的高空中。

由此可見，極光也證實氛圍氣的存在，在上述種種高度中，有顯著的密度。

使天空呈藍色的氛圍氣的氣層，經計算之後，其高度達兩千公里！

這樣，我們可以看出，地球上空氣外殼的高度，甚至於在那可以觀察到顯著的物理與氣象現象的那一部分，高度也是很偉大的。實在說，我們是處在龐大無比的空中世界的底層。

## 結 論

我們已經簡單地敘述過圍繞着我們的空氣是一個什麼樣子，空氣中發生些什麼主要的現象。所有這一切只有用物理的原因來解釋。科學家非但解釋了這些現象，並且還學會了預料這些現象的發展，因此也就預言了未來天氣的變化。

人類利用這一切，現在已經能夠順利地和惡劣天氣的有害影響作鬥爭，並且充分地利用好天氣。

但是有關研究空氣外殼的所有問題，還遠沒有完全解決。其中有許多問題直到現在還是謎。

我們再看第八圖。我們可以看出，圍繞着我們的天空世界是多麼偉大，人類所能進入的部門還是多麼淺。比較充分研究過的只有氮圍氣最下層——回歸層。

不錯，回歸層是非常重要的，因為天氣的現象正是在這一氣層變幻演出。但是在這一層氮氣之上，還有幾百公里的空氣層是未經研究的，或是研究得很少的。這些氣層也是重要的。

關於這些氣層的消息，頗不充分，時常是爭論不決的。所以現在科學家把自己全部的知識和精力放到這一工作上，以便上昇到天空世界的不可知的上層去，去對於整個地球的空氣外殼繕寫比較清楚的報告。

比較詳細的研究回歸層的上層，使人們能比較準確地作出今後短時期或稍長時期天氣的預測。

同溫層是位在同歸層上面的一種氣層，這一層氮氣極端有趣，是未來時代超速度飛行的一種領域。同溫層比較起回歸層來有極大的優點。回歸層裏的氣候刻刻變

化，空氣極爲稠密，使飛行極感困難。在同溫層裏，同溫層飛船可以作每小時一千公里以上的快速度飛行，火箭型的飛行工具每小時的飛行速度可超過二千里。

在這方面已經進行了許多工作；實現同溫層飛行，爲時已經不會太遙遠了。

研究游離層之後，可以改善無線電通訊，可以增加無線電的遠度。

最後，關於整個氛圍氣的性能，有了比較充分的知識之後，就可以着手去解決「製造」我們所需要的天氣這個問題。現在人類還沒有擁有這樣的能力。現在要做這一工作的力的泉源還不充分。但是發現了新的泉源之後，比方說，利用原子力量之後，立刻就能夠改變全部的現狀。

關於研究空中世界，還有許多其他極有趣的，實際是極爲重要的問題，這裏篇幅有限，不能一一敘述。

現在各國科學家都在從事解決這些困難問題的工作。相信在不久的將來，就將  
在我們面前展開一個嶄新的天空世界。