

an irrational multiple of  $2\pi$ , there will be to every straight line "g" through "S" a symmetral of "M", which comprises with "g" a small angle of the size you may choose. If "M" is closed, then in this case every straight line "g" through "S" will be a symmetral of "M".

The symmetrals of a limited quantity of points will intersect in an exact point.

## Eine neue Bestimmung der Koronatemperatur

Nach ganz verschiedenen Methoden hat der Verfasser<sup>1</sup> die Temperatur der Sonnenkorona übereinstimmend zu rund  $10^6$  °C berechnet, nämlich aus der Linienbreite, aus dem Dichtegradienten, aus der Verwaschung der Fraunhoferschen Linien, aus der Ionisationsenergie, aus dem Auftreten von verbotenen Linien und aus dem Fehlen der Balmer-Linien. Nachstehend wird aus dem Umstand, daß in der Korona die Elemente in mehr als zwei aufeinanderfolgenden Ionisationsstufen auftreten, erneut auf eine sehr hohe Koronatemperatur geschlossen.

Wir betrachten ein partiell ionisiertes Gas, in welchem nebeneinander drei aufeinanderfolgende Ionisationsstufen  $r$ ,  $r+1$ ,  $r+2$  vorkommen ( $r=0$  ist das neutrale Gas). Die relativen Häufigkeiten derselben seien  $1-x-y$ ,  $x$ ,  $y$ , so daß ihre Partialdrucke  $(1-x-y)p_0$ ,  $x p_0$ ,  $y p_0$  betragen. Ferner beträgt der Partialdruck der Elektronen  $(1-x-y)r p_0 + x(r+1)p_0 + y(r+2)p_0 = (r+x+2y)p_0$ , so daß sich der Gesamtdruck  $p = p_0(1+r+x+2y)$  ergibt. Dann nimmt die Ionisationsformel bei Vernachlässigung der statistischen Gewichte für den mit der Ionisationsenergie  $\chi_r$  verbundenen Übergang  $r \rightarrow r+1$  die Gestalt an:

$$\log \frac{x(r+x+2y)p}{(1-x-y)(1+r+x+2y)} = -\chi_r \frac{5040}{T} + \frac{5}{2} \log T - 0,48 \quad (1)$$

und für den Übergang  $r+1 \rightarrow r+2$ :

$$\log \frac{y(r+x+2y)p}{x(1+r+x+2y)} = -\chi_{r+1} \frac{5040}{T} + \frac{5}{2} \log T - 0,48. \quad (2)$$

Durch Division dieser Gleichungen erhält man:

$$\log \frac{x^2}{(1-x-y)y} = (\chi_{r+1} - \chi_r) \frac{5040}{T}. \quad (3)$$

Für niedrig ionisierte Atome beträgt  $\chi_{r+1} - \chi_r$  10 bis 20 eV und für normale Sternatmosphären  $T \sim 6000$  °C. Der unter dem log stehende Ausdruck ist somit eine sehr große Zahl, das heißt es ist entweder  $1-x-y$  oder  $y$  praktisch gleich Null. In einer normalen Sternatmosphäre kommt somit ein Atom nur in zwei aufeinanderfolgenden Ionisationszuständen in merklicher Konzentration vor. Ein ganz anderes Verhalten zeigt dagegen die Sonnenkorona, in welcher Eisen zum Beispiel nebeneinander in den Ionisationsstufen Fe X bis Fe XV auftritt. Das bedeutet, daß der Ausdruck unter dem log nun klein ist, was bei dem engen Spielraum von  $\chi_{r+1} - \chi_r$  nur bei einer sehr hohen Temperatur möglich ist. Da aus den beobachteten Linienintensitäten zur Zeit noch keine Schlüsse auf die relative Konzentration der einzelnen Ionisationsstufen gezogen werden

können, kommen wir bei der Berechnung der Temperatur nicht ohne gewisse Annahmen aus. Die maximale Konzentration entfällt auf Fe XIII, während Fe XIV und Fe XII weniger häufig vertreten seien und die Konzentration der übrigen Ionisationsstufen noch kleiner sei, so daß wir diese bei Beschränkung auf nur drei Stufen vernachlässigen können. Setzen wir die relativen Konzentrationen von Fe XII, Fe XIII, Fe XIV bzw. gleich 0,3, 0,4, 0,3, so erhält man mit  $\chi_{r+1} - \chi_r = 31$  eV<sup>1</sup> nach (3):  $T = 630000$  °C. Bei der Unsicherheit der Annahmen kann von diesem Resultat nicht mehr als die Größenordnung der Temperatur erwartet werden.

M. WALDMEIER

Eidg. Sternwarte Zürich, den 12. November 1946.

## Summary

The paper deals with a new method to determine the temperature of the solar corona. The method starts from the observational result that the elements found in the corona are distributed over a multitude of consecutive ionisation-stages and leads to the value of  $630000$  °C. Although this method is not an exact one, the result is in good agreement with other methods, leading to a temperature of about  $10^6$  °C.

<sup>1</sup> B. EDLÉN, Z. Astrophys. 22, 30 (1942).

## Zur Thermodynamik der Trombenbildung

In dieser Zeitschrift erschien im Vorjahr unter der obigen Überschrift ein Aufsatz von G. SWOBODA<sup>1</sup>, welcher einen Überblick über die thermodynamische Theorie der Trombenbildung gibt, so wie diese von H. KOSCHMIEDER<sup>2</sup> entwickelt worden ist.

KOSCHMIEDER sieht eine plötzliche Beschleunigungsänderung in der Vertikalen für die Entstehung einer Trombe als notwendig an. Die Änderung soll plötzlich sein, damit kein quasi statischer Druckausgleich stattfindet.

SWOBODA unterzieht nun die KOSCHMIEDERSche Auffassung zum Teil einer Kritik, indem er es für unwahrscheinlich ansieht, daß das plötzliche Emporschießen einer Luftpartikel mit dem Durchbruch durch eine Inversion zusammenhängt.

SWOBODA unterscheidet dann drei Fälle, in denen eine zusätzliche Aufwärtsbewegung zustande kommen kann: 1. In den höheren Schichten kann durch Advektion (oder auch durch Strahlung) Abkühlung eintreten, wodurch eine zusätzliche Vertikalgeschwindigkeit in den höheren Schichten der Wolke auftritt. 2. Von unten her gelangen wärmere Luftteilchen in die cumuliforme Mutterwolke; sie erhalten daher eine größere Geschwindigkeit nach oben als die umgebende Wolkenluft. 3. Von unten her gelangen feuchtere Luftteilchen in die Mutterwolke. Das Kondensationsniveau liegt niedriger und über diesem Niveau ist das aufsteigende feuchtere Luftteilchen gleichfalls wärmer als die umgebende Luft. SWOBODA glaubt, daß gerade diese feuchteren Luftpakete für die Entstehung von Tromben von Bedeutung sind. Er weist diesbezüglich darauf hin, daß über dem Meer viele Tromben beobachtet werden und daß sich die Basis der Mutterwolke vor der Bildung der

<sup>1</sup> M. WALDMEIER, Naturwiss. 32, 51 (1944); Mitt. aarg. naturf. Ges. XXII, 1945.

<sup>1</sup> G. SWOBODA, Exper. 1, 180 (1945).

<sup>2</sup> H. KOSCHMIEDER, Wiss. Abh. RA. Wetterd., VI/3 (1940).

Trombe nach unten ausstülpt, was dann auf die größere Feuchtigkeit des Luftteilchens zurückzuführen wäre.

Das Plötzliche in der Entstehung der zusätzlichen Aufwärtsbeschleunigung kann aber offenbar auf diese Weise nicht erklärt werden.

Advektive und strahlungsbedingte Abkühlungen finden ja allmählich statt, wenigstens im Hinblick auf die Zeit, welche die Luft für das Aufsteigen von der Basis bis zum Gipfel eines Cumulonimbus benötigt. Auch ist es unwahrscheinlich, daß wärmere oder feuchtere Luftteilchen plötzlich in den Kondensationsprozeß des Cumulonimbus einbezogen werden; auch hier wird ein allmählicher Übergang auftreten. Außerdem wird über dem Meer die Feuchtigkeit sehr homogen verteilt sein. Das heißt dann aber, daß die wesentliche Voraussetzung für eine Trombe, wenigstens nach KOSCHMIEDER, fehlt.

Nun gibt es noch zwei mögliche Prozesse, die vielleicht an und für sich nicht sehr wichtig sind, von denen aber wenigstens der zweite ziemlich explosionsartig auftritt.

Erstens wird von einem aufsteigendem Luftstrom, wie der Cumulonimbus einen darstellt, die unmittelbar umgebende Luft mit hinaufgezogen, der lateralen Mischung wegen. Diese aufsteigende Umgebungsluft ist im allgemeinen anfangs ungesättigt, doch nimmt ihre relative Feuchtigkeit infolge der Mischung mit Wolkenluft und infolge der Aufwärtsbewegung immer mehr zu. Auf sie können dann die Überlegungen angewendet werden, die C. W. B. NORMAND<sup>1</sup> für ein Luftteilchen angestellt hat, das zum Aufsteigen gezwungen wird. Grundsätzlich ergeben sich dann die beiden in Fig. 1 dargestellten Möglichkeiten. Im Fall *a* bleibt das aufsteigende Luftteilchen kälter als seine Umgebung. Im Fall *b* dagegen wird es oberhalb des Niveaus *L* wärmer als seiner Umgebung; das heißt aber, daß unter dem Niveau *L* die äußeren Teile des Cumulonimbus von der mitgesaugten Umgebungsluft abgebremst werden, während über *L* die aufsteigende Umgebungsluft, die ober-

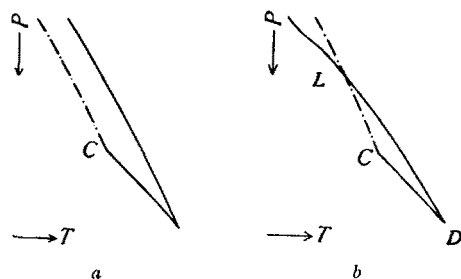


Fig. 1.

halb des Kondensationsniveaus *C* als Teil der Wolke (gesonderte Türme!) anzusehen ist, mehr oder weniger stark aufwärts beschleunigt wird.

Daraus ist ersichtlich, daß am Rand der Wolke ziemlich wichtige Geschwindigkeitsunterschiede in der Vertikalen bestehen, was Tromben veranlassen könnte. Plötzliche Beschleunigungen werden aber auch hier kaum auftreten.

Der zweite Mechanismus, der wirksam sein könnte und auf den kürzlich von N. R. BEERS<sup>2</sup> wieder hingewiesen worden ist, ist der Phasenübergang von unterkühltem Wasser in Eis. In Fig. 2 ist die Bedeutung dieses Überganges für das plötzliche Entstehen vertikaler Beschleunigungen angedeutet. Übergang 1 repräsentiert das normale Hagelstadium, während 2, von BEERS Mischstadium genannt, die plötzliche Vereisung

unterkühlter Tropfen wiedergibt. Wenn an dem Übergang gleichzeitig große Wassermassen beteiligt sind, was in Cumulonimbus mit großen Vertikalgeschwindigkeiten durchaus der Fall sein kann, so können plötzlich bedeutungsvolle Zusatzbeschleunigungen entstehen.

Obgleich die beiden Prozesse empirisch noch wenig oder gar nicht erforscht worden sind, so bietet der letztgenannte wenigstens den rein theoretischen Vorteil, daß die von ihm ausgelösten Zusatzbeschleunigungen sprunghaft in Erscheinung treten, genau so wie dies von der

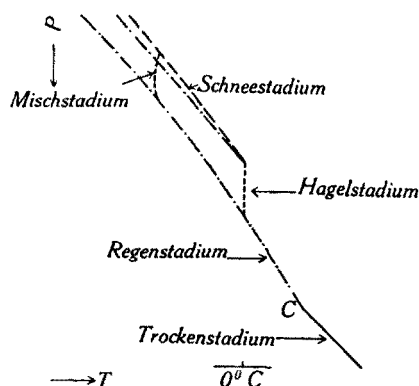


Fig. 2.

KOSCHMIEDERSchen Theorie gefordert wird. Es wird sich daher der Mühe lohnen, in Zukunft nicht nur Tromben und Mutterwolken genauer zu beobachten, sondern auch die aerologischen Umstände, unter denen die Tromben entstanden sind, möglichst genau zu rekonstruieren.

So wird die NORMANDSche Theorie auf die Trombenentstehung nur dann angewendet werden können, wenn die Atmosphäre latent feuchtilabil ist (siehe Fig. 1b), wobei die Voraussetzungen in dem Fall besonders günstig sein werden, wenn das Niveau *C* möglichst wenig über *D* liegt, das heißt, wenn die Atmosphäre möglichst feucht ist. Bedeutungsvoll scheint es in dieser Hinsicht auch zu sein, daß die meisten Tromben am Rand der Wolke auftreten.

Tromben sind oft von Hagelfall begleitet, was auf die letztgenannte Entstehungsweise hindeuten könnte. Zwar hat das klassische Hagelstadium nichts mit der Entstehung von echtem Hagel zu tun; umgekehrt stellt aber die Hagelbildung wahrscheinlich doch einen ziemlich konzentrierten Übergang von Wasser in Eis vor.

Die nordamerikanischen Tornados kommen fast ausschließlich in maritimer Tropikluft vor; da diese Luft sehr feucht ist, werden hier bei der Vereisung unterkühlten Wassers große Energien frei.

Es sei schließlich bemerkt, daß die obigen Ausführungen nicht mehr sein wollen als ein qualitativer Hinweis auf eine mögliche Erklärung für die erste Auslösung des Trombenvorganges. Nur quantitative Betrachtungen können schließlich auf die Frage nach der Trombenentstehung eine befriedigende Antwort geben.

F. H. SCHMIDT

Kgl. Niederländ. Meteorologisches Institut, De Bilt, den 5. September 1946.

#### Summary

Referring to a paper published in this review<sup>1</sup>, two further processes are described which might produce the

<sup>1</sup> C. W. B. NORMAND, Qu. J. roy. met. Soc. 64, 338 (1938).

<sup>2</sup> N. R. BEERS, Bull. amer. met. Soc. 27, 54 (1946).

<sup>1</sup> G. SWOBODA, Exper. 1, 180 (1945).

supplementary energy necessary to start tornado formation according to KOSCHMIEDER's theory<sup>1</sup>. Firstly, in the air bordering on, and forced upward by, a cumulo-nimbus cloud, additional upward accelerations may develop conforming to NORMAND's considerations<sup>2</sup>, if the surrounding atmosphere is in a state of latent conditional instability. Secondly, upward accelerations may suddenly originate within the cumulo-nimbus itself if the supercooled water drops freeze at once (mixing stage)<sup>3</sup>. A satisfactory solution of the problem can of course only be given by quantitative and not purely qualitative considerations.

<sup>1</sup> H. KOSCHMIEDER, Wiss. Abh. RA. Wetterd., VI/3 (1940).

<sup>2</sup> C. W. B. NORMAND, Qu. J. roy. met. Soc. 64, 338 (1938).

<sup>3</sup> N. R. BEERS, Bull. amer. met. Soc. 27, 54 (1946).

### Unit Dimensions and Space Group of $Tl_2Cl_3$

An X-ray study of  $Tl_2Cl_3$  was begun in the hope of throwing some light upon this rather interesting compound. The results hitherto obtained have shown that the structure must be rather complex, and as the complete determination may be delayed we have thought it best to give the following short report.

$Tl_2Cl_3$  was prepared by the method given by MEYER<sup>1</sup>.

The chemical analysis gave the composition

	Obs.	Calc.
Cl .....	20.1 %	20.64 %
Tl <sup>I</sup> .....	59.9 %	59.52 %
Tl, total ...	80.2 %	79.36 %

The preparation consisted of thin yellow lamellæ, the density of which was found to be 5.74. Tests for piezoelectricity using a sensitive dynamic method showed no effect. The Laue symmetry was  $D_{3d}-\bar{3}m$ .

Weissenberg photographs (Cr-K radiation) showed an hexagonal unit cell with  $a=14.3$  kX,  $c=25.1$  kX. The corresponding unit volume will be 4806 (kX)<sup>3</sup>. The density observed gives 32  $Tl_2Cl_3$  per unit cell. This cell content corresponds to a density of 5.69. The deviation from the density observed is probably mainly due to errors in the determination of the dimensions.

Reflections  $h$ ,  $h$ ,  $2h$ ,  $l$  were only observed for  $l=2n$ , which is characteristic of the space groups  $D_{3d}^2-C31c$  and  $C_{3v}^4-C31c$ . The probable lack of piezoelectricity makes the former group most likely.

The photographs show that all reflections with odd values of  $h$  and  $k$  are very weak. This indicates that an hexagonal cell with  $a=\frac{1}{2}\cdot 14.9$  kX containing 8  $Tl_2Cl_3$  must play an important rôle in the structure.

WERNER has already suggested that the constitution of  $Tl_2Cl_3$  corresponds to the formula  $Tl_2^{II}(Tl^{III}Cl_6)$ . If this is the case 12 of the 16 ions ( $TlCl_6$ )<sup>3-</sup> in the unit cell will undoubtedly occupy a general position and, consequently, be asymmetric.

GUNNAR HÄGG and BODIL JERSLEV

Chem. Institute of the University Uppsala, August 20, 1946.

### Zusammenfassung

Die Struktur von  $Tl_2Cl_3$  gehört wahrscheinlich der Raumgruppe  $D_{3d}^2$  an. Die hexagonale Zelle hat die Dimensionen  $a=14.3$  kX,  $c=25.1$  kX und enthält 32 Einheiten  $Tl_2Cl_3$ .

<sup>1</sup> R. J. MEYER, Z. anorg. Chem. 24, 351 (1900).

### L'action du 2,4-dichlorophénoxyacétate de sodium sur les végétaux

Depuis quelques années, le 2,4-dichlorophénoxyacétate de sodium est utilisé en quantités importantes en tant qu'«herbicide sélectif». Les doses utilisées dans ce but sont fortes. Nous nous sommes demandés, si le produit n'avait pas d'effet regrettable sur les plantes utiles. Voici les résultats de nos recherches.

#### 1° L'action du 2,4-dichlorophénoxyacétate de sodium sur la Nielle des Blés (*Agrostemma Githago*)

Dans une série d'essais les graines de Nielle ont été semées en terre et la terre arrosée, une seule fois, avec une solution à 0,5 % de 2,4-dichlorophénoxyacétate de sodium, à raison de 8 cm<sup>3</sup>, 41 pour 841 cm<sup>2</sup>. La température a varié de 12 à 15° C au cours de l'expérience.



Fig. 1. Plantules de Nielle (*Agrostemma Githago*), âgées de 35 jours. En haut: plantules traitées. En bas: plantules témoins (longueur 9 cm). (D'après L. ARVY et J. LHOSTE.)

Les graines traitées ont subi, par rapport à leurs témoins un retard de pousse considérable: à l'âge de 35 jours, les plantules traitées ont une taille environ deux fois moindre que la taille de leurs témoins (fig. 1). Elles présentent des malformations caractérisées surtout par une réduction importante du système racinaire et des torsions parfois doubles de la plantule. L'attitude des Nielles traitées est spéciale: elles sont agéotropiques: le plus souvent l'axe de la tigelle est horizontal, mais parfois l'extrémité distale de la tigelle tend à rentrer en terre pendant que l'extrémité de la racine est recourbée vers le haut.

Dans une autre série d'expérience des graines de Nielle germées sur du coton humide, pour éliminer les graines inaptes à la germination, donnent, trois jours plus tard, un choix de plantules qu'on repique sur du sable saturé d'eau, contenant soit 0,5 %, soit 0,25 % de 2,4-dichlorophénoxyacétate de sodium. 4 jours plus tard, les plantules témoins ont doublé leur taille, la croissance des plantules est nulle avec 0,5 % de dichlorophénoxyacétate de sodium et très faible avec 0,25 %.

#### 2° Action sur le Blé (variété bon fermier, Vilmorin)

Des solutions aqueuses à 0,5 % de 2,4-dichlorophénoxyacétate de sodium inhibent complètement la germination du Blé, étudiée en cristallisoirs, sur sable saturé de solution, à 28° C.

Les solutions à  $5\cdot 10^{-3}$  provoquent la formation d'un renflement en plateau de la base du coléoptile<sup>1,2</sup> et

<sup>1</sup> BUCHET, Sur le genre et la signification du coléoptile. Bull. Soc. bot. France 171, 3 (1938).

<sup>2</sup> BUGNON, Une question de terminologie, la coléoptile et la piléole chez les Graminées. Bull. Soc. bot. France 84, 563 (1937).