

ten. Aber für das mittlere Molekulargewicht μ in der Gasgleichung ist sicherlich nicht das mittlere Molekulargewicht eines Partikels zu nehmen, sondern ein wesentlich höherer Wert.

Die Atomkerne werden die starke Tendenz haben, die Elektronen in ihrer näheren Umgebung in ihrer Bahn mit sich zu ziehen. Im Zeit- und Scharmittel wird jeder Kern von einer bestimmten Anzahl von Trabanten-Elektronen begleitet sein, mit denen zusammen er als *ein* Partikel anzusehen ist. Diese Anzahl ist sicherlich kleiner als die Kernladungszahl.

Einer statistischen Mechanik für Partikelsysteme dieser Art scheinen unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenzustehen. *Sämtliche* dem Verfasser bekannten bisherigen Versuche einer solchen Theorie¹ ignorieren an irgendeiner entscheidenden Stelle die Wechselwirkungen oder aber fundamentale Forderungen der statistischen Mechanik. (Vgl. des Verfassers demnächst erscheinende detaillierte Kritik über einige entsprechende Ansätze in der Dynamik der Sternsysteme².)

Also: Schon die Anwendung des Gasgesetzes lässt sich nicht mehr wirklich begründen, mag jedoch als eine Extrapolation, als eine (Verlegenheits-)Hypothese hingenommen werden. Aber das μ im Gasgesetz sollte nicht mit der mittleren Partikelmasse identifiziert werden; es ist vielmehr als ein Parameter anzusehen, für den zwar untere und obere Grenzen bekannt sind (vollständiger bzw. gar keiner Ionisation entsprechend zu berechnen), dessen Zahlenwert aber aus Beobachtungsergebnissen zu ermitteln wäre, sofern das möglich ist (aus Masse-Leuchtkraft-Relation usw.).

Die Bestimmungen der chemischen Zusammensetzung der Sterne setzen in wesentlicher Weise μ als mittlere Partikelmasse voraus. Dass sie höchst unsicher, wenn nicht illusorisch sind, darf man hiernach nun wohl annehmen.

R. KURTH

Astronomisches Institut der Universität Bern, den 30. April 1954.

Summary

On account of the electrostatical forces between the ions and electrons in the interior of a star, the mean molecular weight μ should be given a higher value than is usually assumed. It is believed that a satisfactory theoretical calculation of μ has not yet been given, and that it does not seem to be possible. The determinations of the chemical composition of the stars are regarded as shaky, because they are based on the value of μ .

¹ Vgl. zum Beispiel EDDINGTON: *Der innere Aufbau der Sterne*, oder ROSSELARD: *Astrophysik auf atomtheoretischer Grundlage*.

² Z. angew. Math. Phys.

Über die «absoluten» Bewegungen der Milchstrasse und der nächsten Spiralnebel

Das Endergebnis meiner im September 1953 an dieser Stelle veröffentlichten Abhandlung: «Relativ» oder «absolut», für den Zielpunkt und die Geschwindigkeit der gefundenen grossen «absoluten» Translationsbewegung der Erde bzw. der Sonne (relativ zum Lichtäther) lautete: $A = 78^\circ$, $D = +40^\circ$, $v = 650$ km/s. Die Reduktion dieser Geschwindigkeit wegen der Rotation der Milchstrasse (Tangentialgeschwindigkeit der Sonne = 285 km/s) und der Relativbewegung der Sonne zum sie

umgebenden Fixsternsystem (20 km/s) beträgt: $-49 + 7 = -42$ km/s, so dass man für die «absolute» Geschwindigkeit des Milchstrassenzentrums rund 600 km/s annehmen kann. Werden nun an die beobachteten und ebenfalls wegen der galaktischen Rotation und der Sonnenbewegung verbesserten Radialgeschwindigkeiten aussergalaktischer Nebel die Komponenten dieser Milchstrassengeschwindigkeit in der Richtung der Nebel angebracht, so erhält man ihre «absoluten» Radialgeschwindigkeiten, also ihre wirklichen momentanen Bewegungen in bezug auf die Sonne, was zu einer genaueren Kenntnis von Bewegungsvorgängen im aussergalaktischen Raume führt.

In der folgenden Tabelle sind die auf diese Weise berechneten «absoluten» Radialgeschwindigkeiten für alle uns am nächsten stehenden Spiralnebel angegeben, deren Radialgeschwindigkeit bestimmt werden konnte. Ausserdem enthält die Tabelle zum Vergleich noch die «absoluten» Radialgeschwindigkeiten von einigen entfernteren Nebeln, die ungefähr 90° vom Apex der «absoluten» Erdbewegung abstecken¹.

Die ebenfalls mitgeteilten zuverlässigen Mittelwerte der Entfernung und der Radialgeschwindigkeit für den Nebelhaufen in Coma Berenices sollen dazu dienen, die Entfernung des bei der beobachteten Fluchtbewegung der Spiralnebel anzunehmenden «Symmetriepunktes» der «absoluten» Geschwindigkeiten von der Sonne bzw. der Milchstrasse abzuschätzen. Unter der begründeten Voraussetzung, dass die Radialgeschwindigkeiten der Spiralnebel ihren Entfernungen direkt proportional sind, findet man die Entfernung dieses Symmetriepunktes gleich dem Verhältnis der «absoluten» Geschwindigkeiten von Milchstrasse und Nebelhaufen mal Entfernung des letzteren, also ungefähr $6/74 \cdot 13800000$ Parsec = rund 1120000 Parsec in der Richtung des Antapex der «absoluten» Erdbewegung, bei $\alpha = 17^h 2$, $\delta = -40^\circ$. Um eine solche Strecke zurückzulegen, brauchte die Milchstrasse bei einer konstanten Geschwindigkeit von 600 km/s die Zeit von 1,83 Milliarden Jahren. Man ist daher versucht, zu sagen, dass die «Explosion» der Welt der Spiralnebel vor mindestens 1,8 Milliarden Jahren stattgefunden hat, einer Zahl, die der Grössenordnung nach gut mit den bisher abgeschätzten 1,3 Milliarden Jahren übereinstimmt, die bei der Expansion des Weltalls zur Verdoppelung der Nebelabstände nötig waren.

Mit der Milchstrasse bewegen sich aber auch die nächsten Nebel nach Ausweis ihrer «absoluten» Radialgeschwindigkeiten vom Symmetriepunkt fort, und zwar bilden sie eine Art von Kette, in der die Milchstrasse sich nahe der Mitte befindet, die Nebel IC 342 und M 33 (letzterer mit einem Abstand von 156000 Parsec in der Bewegungsrichtung der Milchstrasse) vorangehen, der Nebel NGC 6822 als letzter (in einem Abstand von 125000 Parsec) nachfolgt, so wie dies in der Tabelle dargestellt ist.

Bei unserer Unkenntnis der wahren Richtungen der resultierenden Bewegungen der einzelnen Nebel erhebt sich nun die Frage, ob diese Nebelgruppe eine gemeinsame Parallelbewegung in der Richtung der «absoluten» Erd- bzw. Milchstrassenbewegung und mit gleicher Geschwindigkeit wie diese hat, oder ob wir es mit einzelnen radialen Bewegungen vom Symmetriepunkt weg zu tun

¹ Diese Angaben verdanke ich Herrn Prof. W. BECKER in Basel, der sie für die beiden Nebel IC 342 und NGC 6946 dem Buch von E. HUBBLE, *Reich der Nebel* (1938), S. 117, für die übrigen nahen Nebel dem *Astrophys. Journal* 83, 10 (1936), für die entfernteren dem *Handb. der Astrophys.* 5, 856 (1932), und für den Nebelhaufen Coma Ber. seinem Buch *Sterne und Sternsysteme*, 2. Aufl. (1950), S. 398, entnahm.

Tabelle

Name	Entfernung (1000 Parsec)		Radialgeschwindigkeit (km/s)			Winkel- abstand Apex-Nebel	Parallel- geschwin- digkeit (km/s)	Geschwin- digkeits- resultante (km/s)
	von der Sonne	vom Sym- metrie- punkt	beob- achtet	reduziert	«absolut»			
IC 342	—	—	—	+ 150	+ 669	31°	+ 779	—
M 33	220	1290	— 320	— 155	+ 268	45°	+ 381	+ 340
M 31	210	1270	— 220	+ 3	+ 386	50°	+ 605	+ 525
NGC 205	210	1270	— 300	— 77	+ 306	50°	+ 479	+ 416
NGC 6946	—	—	—	+ 110	+ 313	72°	+ 999	—
Gr. Mag. W.	26	1110	+ 280	+ 29	— 167	109°	+ 512	+ 548
Kl. Mag. W.	29	1100	+ 170	— 8	— 321	121°	+ 615	+ 638
NGC 6822	165	1000	— 150	— 10	— 461	139°	+ 613	+ 679
				+ 5			+ 623	
M 101	600	1380	+ 300	+ 453	+ 589	77°	—	+ 957
M 51	1000	1640	+ 250	+ 363	+ 474	79°	—	+ 640
M 63	1100	1690	+ 450	+ 535	+ 624	81°	—	+ 826
NGC 5005	1600	2030	+ 900	+ 964	+ 1021	85°	—	+ 1222
Coma Ber. N.	13800	13860	+ 7360	+ 7379	+ 7385	89°	—	+ 7409

haben. Für die erstere spricht die Tatsache, dass die reduzierten Radialgeschwindigkeiten im allgemeinen relativ klein sind. Nimmt man somit die Parallelbewegung als bestehend an, so kann man für jeden Nebel aus der «absoluten» Radialgeschwindigkeit als Komponente die resultierende Parallelgeschwindigkeit ableiten, die im Falle wirklicher Parallelität und bei richtigen Angaben 600 km/s betragen wird. Die in der Tabelle ebenfalls enthaltenen Werte dieser so berechneten Parallelgeschwindigkeit stimmen so gut überein, als es die zum Teil erhebliche Unsicherheit der gemessenen Radialgeschwindigkeiten (sie ist zum Beispiel bei NGC 205 etwa 50 km/s zulässt, und sind im Mittel 623 km/s, bestätigen also den angenommenen Wert genügend.

Setzt man dagegen voraus, dass jeder einzelne der nahen Nebel sich ebenso radial vom Symmetriepunkt fortbewegt wie die weiter abstehenden Spiralnebel, so ergeben sich für die Nebel, deren Entfernungen bekannt sind, wiederum aus den «absoluten» Radialgeschwindigkeiten als Komponenten die in der Tabelle als Geschwindigkeitsresultante bezeichneten Werte. Diese Zahlen zeigen einen auffallenden Gang, indem sie mit der Entfernung der Nebel vom Symmetriepunkt deutlich abnehmen, was der sonst allgemein beobachteten Zunahme widerspricht. Es ist daher wahrscheinlicher, dass die nahen Nebel gemeinsam mit der Milchstrasse eine Parallelbewegung ausführen, als dass jeder für sich in Einzelbewegung begriffen ist. Aus den Zahlen für die in der Tabelle noch verzeichneten entfernteren Nebel, besonders aus ihren erheblichen reduzierten Radialgeschwindigkeiten ersieht man ohne weiteres, dass diese Nebel in keiner Verbindung mit der nahen Nebelgruppe stehen und auch keine Parallelbewegung haben.

Sehr wünschenswert wäre es, wenn zur Kontrolle der hier mitgeteilten Resultate neue und genauere Beobachtungen der Nebel gemacht würden und die Zahl der Objekte in der lokalen Nebelgruppe durch Bestimmung der Radialgeschwindigkeiten und Entfernungen weiterer Spiralnebel vergrößert werden könnte.

L. COURVOISIER

Riehen, den 12. April 1954.

Summary

(1) The milky way is moving "absolutely" (relative to the light-ether) with a velocity of at least 600 km/s

in the direction of the "absolute" movement of the earth ($A = 78^\circ$, $D = +40^\circ$).

(2) The "point of symmetry" of the "absolute" velocities of the spirals is situated about 1,120,000 parsec from the milky way in the direction of the antapex of his "absolute" movement, and it has taken 1.83 milliards of years for the milky way to cross this distance.

(3) Probably the next spirals are forming with the milky way as a center a group with a common parallel movement like that one of the milky way.

Schneefall und Lufttemperatur

Kürzlich habe ich durch Bearbeitung der auf dem Weissfluhjoch (2670 m) angestellten meteorologischen Beobachtungen gezeigt, dass das Raumgewicht des neugefallenen Schnees stark von der gleichzeitigen, wie üblich in 1,5–2,0 m über dem Boden gemessenen Lufttemperatur abhängig ist und bei etwa -11°C sein Minimum aufweist¹. Gleichzeitig haben die meteorologischen Beobachtungen auf dem Weissfluhjoch auch erkennen lassen, dass dort die Frequenz der Schneefälle um die angegebene Lufttemperatur am grössten ist. Da die Beobachtungsdaten vom Weissfluhjoch, die in der erwähnten Untersuchung benutzt wurden, nicht sehr zahlreich sind, habe ich versucht, das letztgenannte Ergebnis durch Benutzung der meteorologischen Beobachtungen auf dem Säntis (2500 m) aus dem 15jährigen Zeitraum 1938–1952 zu überprüfen². In allen Wintermonaten (Oktober–Mai) dieser Jahre wurden die Terminbeobachtungen mit Schneefall herangezogen und die gleichzeitigen Lufttemperaturen in Gruppen ($-0,1/-1,0$; $-1,1/-2,0$; ...) eingeteilt. Unter Ausschluss der wenigen Niederschlagsfälle, welche bei einer Lufttemperatur von 0°C auftraten, umfassen die behandelten Terminbeobachtungen rund 1870 Fälle. Die entsprechende Verteilung der Lufttemperaturen (in Prozenten) wird in der Abbildung gezeigt. Diese Verteilung bestätigt eindeutig das Maximum der Frequenz des Schneefalles zwischen -11° und -12°C . Ausserdem zeigt die Abbildung, dass sich die mittlere Kurve der erhaltenen Verteilung aus

¹ M. BOSSOLASCO, Nature 1954 (im Druck).
² Ann. Schweiz. Meteorolog. Zentralanst. Zürich 1938–1952.