

Werk

Jahr: 1933

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:9

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0009

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0009

LOG Id: LOG_0009

LOG Titel: Quantitative Bestimmungen des Luftgehaltes an Radium-Thoriumemanation mittels einer neuen elektrischen Ausströmungsmethode

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Quantitative Bestimmungen des Luftgehaltes an Radium-Thoriumemanation mittels einer neuen elektrischen Ausströmungsmethode

Von **Giuseppina Aliverti**, Torino — (Mit 2 Abbildungen)

Es wird eine neue Methode zu quantitativen Messungen von atmosphärischer Radiumaktivität beschrieben; diese Methode, welche sich auf die von Sella gefundenen Eigenschaften der elektrischen Ausströmung stützt, gestattet rasche Bestimmungen mit einer verhältnismäßig einfachen Vorrichtung. Es werden die Ergebnisse von etwa 80 von Februar bis Juli 1932 in Turin ausgeführten Messungen mitgeteilt.

Sella fand 1902, daß die elektrische Ausströmung die gesamten in der Atmosphäre befindlichen Induktionsträger, auch ohne Ladung, ablagert; unter Ausnutzung seines Ergebnisses habe ich eine quantitative Meßmethode ausgedacht und bearbeitet.

Die neue Methode erlaubt schnelle Bestimmungen, auch bei nicht großer Radioaktivität und bei kleiner Aspirationsgeschwindigkeit (etwa 2 Liter/sec); überdies erlaubt sie, das Vorhandensein des radioaktiven Gleichgewichtes in der Atmosphäre zu prüfen und auch den Th-Emanationsgehalt zu bestimmen.

Die Luft wird, in konstantem Strom von bekannter Geschwindigkeit, durch ein vertikales Rohr hindurchgesaugt. Innerhalb des Rohres befindet sich eine isolierte metallische Elektrode; den Elektroden gegenüber befinden sich viele Nadelspitzen, auf fünf metallischen Ringen befestigt. Diese Spitzenkronen und die Elektrode sind mit dem Rohr konzentrisch.

Eine wechselnde oder konstante Potentialdifferenz zwischen der Elektrode und dem Rohr bewirkt die elektrische Ausströmung aus den Spitzen zur Zentralelektrode.

Der so hergestellte Apparat sammelt einen Bruchteil der hindurchgegangenen Träger. In der Tat, wenn man mit dem ersten Sammelrohr ein zweites identisches Rohr verbindet, so daß die Luft nach dem Durchgang durch das erste in das zweite hineinströmen muß, so findet man, daß die beiden Zentralelektroden nach einiger Zeit eine Aktivität bekommen; aber die auf der ersten Elektrode beobachtete Aktivität ist größer als die zweite und das Verhältnis der beiden ist von der Fördermenge des Aspirators Φ abhängig.

Die zwei Abklingungskurven sind ähnlich; das Verhältnis zwischen entsprechenden Ordinaten bleibt längs der Kurven konstant. Dieses Ergebnis rechtfertigt die Hypothese, daß die beiden identisch gebauten Röhren in derselben Weise arbeiten; aus dieser Hypothese folgt, daß der Prozentsatz X der vom ersten Rohr gesammelten Träger in folgender Weise dargestellt werden kann:

$$X = 1 - B/A,$$

wo B und A die Aktivitäten der zweiten bzw. der ersten Elektrode sind. Das Verhältnis $B/A = k$ hängt von der Fördermenge des Aspirators Φ ab und im besonderen gilt für ein bestimmtes Geschwindigkeitsintervall die Gleichung: $X = 1 - m \Phi$ ($m =$ konstant des Apparates). Daraus ersieht man, daß die Funktion X experimentell bestimmt (d. h. der Apparat gewissermaßen „tariert“) werden kann.

Die in einem Ionisationsgefäß gemachte Messung der Aktivität der Elektrode erlaubt so eine quantitative Bestimmung des atmosphärischen Emanationgehaltes, wenn das radioaktive Gleichgewicht in der Atmosphäre vorhanden ist.

Untersuchung der Abklingungskurven. Der Sättigungsstrom, den man bei vorhandenem Gleichgewicht am Elektrometer beobachtet, kann durch die Gleichung:

$$i = aNX\Phi \dots \dots \dots (1)$$

dargestellt werden, wo Φ und X die bereits erwähnte Bedeutung haben, N die Anzahl der pro Kubikzentimeter der untersuchten Luft vorlandenen Emanationsatome und a eine reine Zeitfunktion [$a(t)$].

Wird für die Radiumprodukte die Gültigkeit von (1) angenommen, so gilt für die Thoriumprodukte eine ähnliche Gleichung, in der anstatt a eine neue Quantität b erscheint.

Die Funktionen $a(t)$ und $b(t)$ sind daher „a priori“ für jeden beliebigen Zeitpunkt der Abklingungszeit berechenbar. Ich habe gerade diese Funktionen für eine Sammeldauer von 1000 sec berechnet (siehe Fig. 1 und 2).

Wenn die Aktivniederschläge von Ra und Th in der Luft koexistieren und sich im Gleichgewicht befinden, so wird sich die experimentelle Kurve aus den theoretischen Kurven linear zusammensetzen. Deshalb kann man die Zahlen N und N' der Atome von RaEm und ThEm mittels der Lösung eines Systems von zwei linearen Gleichungen erhalten.

Die Zerlegung der Abklingungskurven mit diesem Gleichungssystem kann vermieden werden, wenn keine aktiven Thoriumniederschläge in der hindurchströmenden Luft vorhanden sind. Deshalb ist es nützlich, ehe man die besagte generelle Lösung unternimmt, einen Vergleich der experimentellen Kurve nur mit der theoretischen Kurve der Radiumniederschläge zu machen.

Endlich, wenn man die experimentelle Kurve in keiner der obengenannten Weisen analysieren kann, entweder, weil das radioaktive Gleichgewicht nicht existiert, oder weil die Kurve nur für ein kurzes Zeitintervall gemessen worden ist, kann man die Messungen benutzen, um eine zu der gesamten Aktivität der in 1 ccm der Luft enthaltenen Niederschläge proportionale Zahl zu bestimmen. So kann man eine Idee vom Verlauf dieses Gehaltes erhalten. Es genügt, die in den verschiedenen Messungen beobachteten Aktivitäten (z. B. der Zeit 5^m entsprechend) miteinander zu vergleichen;

diesen Vergleich kann man nur nach Division der obengenannten Aktivitäten durch Φ und durch den Prozentsatz X (Φ entsprechend) durchführen.

Die so erzielten Werte sind auch dann miteinander vergleichbar, wenn sie aus Messungen an verschiedenen Orten herkommen; vorausgesetzt, daß die gebrauchten Ionisationsgefäße die α -Reichweite voll benutzen.

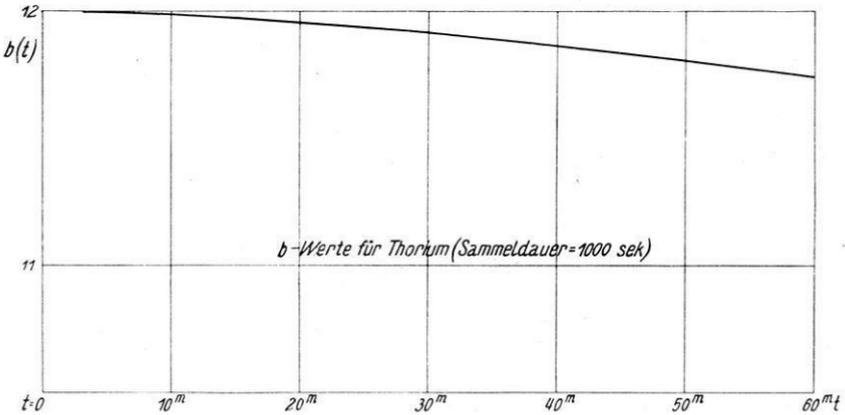


Fig. 1

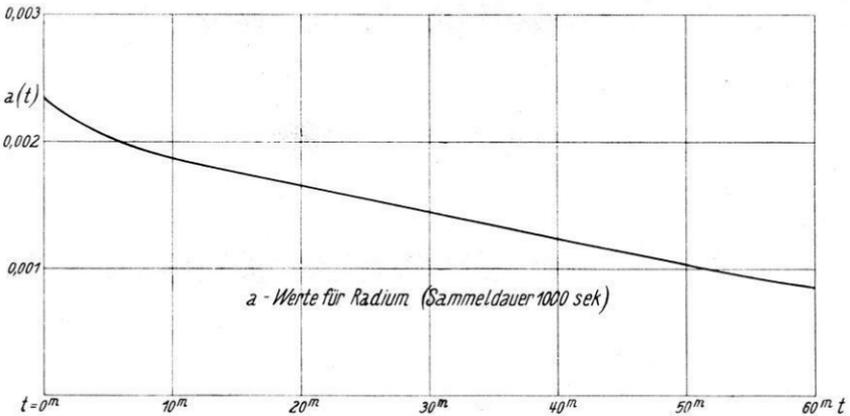


Fig. 2

Ergebnisse der Messungen. Nach der oben erörterten Methode habe ich 32 experimentelle Abklingungskurven analysiert; von diesen sind 22 exklusiv Ra-Induktionen zuzuschreiben.

Die übrigen Kurven (10), die bei dem jetzt illustrierten Vergleich keinen Erfolg gaben, wurden mit der generellen Zerlegungsmethode geprüft. Nur vier

Abklingungskurven sind den Ra- und Th-Induktionen im Gleichgewicht zuzuschreiben. Die anderen sechs stellen deshalb Fälle dar, in welchen das Gleichgewicht fehlte, wenigstens für eine der radioaktiven Familien.

Aus den 26 dem Gleichgewicht entsprechenden Abklingungskurven erhält man für N (Zahl der Ra Em-Atome pro Kubikzentimeter) den Mittelwert 7.4. Da ein Em-Curie etwa $1.78 \cdot 10^{16}$ Atome enthält, entspricht der Mittelwert also:

$$414 \cdot 10^{-18} \text{ Curie/ccm.}$$

Da von den 26 auf den Mittelwert geprüften Resultaten 22 am Vormittag erhalten wurden, d. h. in einem Zeitintervall, das dem höchsten Ra Em-Gehalt entspricht, so muß man annehmen, daß der tägliche Mittelwert tatsächlich geringer als die gefundene Zahl ist.

Die direkten durch verschiedene Beobachter an verschiedenen Orten ausgeführten Bestimmungen ergeben einen Mittelwert $130 \cdot 10^{-18}$ Curie/ccm.

Aus sämtlichen mit der Gerdienmethode bis jetzt ausgeführten Messungen ergibt sich ein Mittelwert $36.5 \cdot 10^{-18}$ Curie/ccm. Diese experimentelle Zahl ist bekanntlich geringer als der richtige Wert, weil nicht alle die Induktionsträger, die die Methode interessieren (RaA), geladen sind (und auch weil ein Bruchteil eine zu kleine Beweglichkeit besitzt, aber diese Fehlerquelle scheint im allgemeinen

Zusammenfassende Tabelle und Resultate aller ausgeführten Experimente

Nr.	Datum	Zeit	$\left(\frac{dV}{dt} : \phi X\right) \cdot 10^3$	Bemerkungen
1	13. Februar	11 ^h 29 ^m	0.90	Ra, Gleichgewicht
2	13. „	15 39	0.56	
3	14. „	9 25	1.24	Ra, „
4	14. „	15 23	0.86	Ra, „
5	15. „	10 9	0.63	
6	16. „	9 36	1.01	Ra, „
7	18. „	9 49	1.00	Ra, „
8	21. „	9 45	0.74	Ra, „
9	25. „	9 45	0.90	Ra, „
9a	28. „	9 29	0.56	
10	3. März	10 25	0.88	Ra, „
11	7. „	10 46	ca. 0	Wind von NNW Föhncharakt.
12	8. „	9 10	ca. 0	
12a	9. „	8 38	1.12	
13	9. „	10 42	0.62	
13a	9. „	14 7	ca. 0	
14	10. „	9 21	0.85	Unzerlegbare Kurve
15	10. „	11 19	1.77	„ „
15a	10. „	14 7	0.75	
16	11. „	8 43	1.41	(Ra + Th), Gleichgewicht
17	11. „	11 13	0.80	
18	12. „	10 13	1.03	Ra, Gleichgewicht

Nr.	Datum	Zeit	$\left(\frac{dV}{dt} : \phi X\right) \cdot 10^3$	Bemerkungen
19	14. März	10 ^h 49 ^m	{2.26	Ra, Gleichgewicht
20	14. „	16 32	{0.87	Ra, „
21	15. „	9 55	1.71	Ra, „
22	16. „	10 13	1.37	Unzerlegbare Kurve
23	21. „	10 1	0.97	„ „
24	23. „	9 58	0.62	
25	2. April	11 4	1.38	Ra, Gleichgewicht
26	3. „	9 44	0.68	(Ra + Th), Gleichgewicht
27	4. „	9 30	0.52	
27a	6. „	9 16	0.33	
28	7. „	9 34	0.85	(Ra + Th), Gleichgewicht
29	8. „	9 42	ca. 0	
30	10. „	9 32	0.92	
31	11. „	15 47	0.37	
32	12. „	9 20	ca. 0	Wind von NNW Föhncharakt.
32a	13. „	10 5	0.46	
33	14. „	9 48	0.44	
34	15. „	9 47	0.83	(Ra + Th), Gleichgewicht
35	16. „	10 19	0.59	
36	17. „	10 3	{1.36	Unzerlegbare Kurve
37	17. „	15 26	{0.86	
38	18. „	10 32	{1.21	Ra, Gleichgewicht
39	18. „	13 45	{0.77	
40	19. „	9 41	{1.55	Ra, „
41	19. „	15 12	{0.96	
41a	20. „	9 56	{0.84	Ra, „
41b	20. „	16 4	{0.56	
42	21. „	15 1	0.76	Ra, „
43	22. „	14 55	1.08	Ra, „
43a	23. „	9 54	1.37	Unzerlegbare Kurve
44	25. „	10 51	0.61	
45	26. „	9 43	0.82	Ra, Gleichgewicht
46	27. „	9 47	klein	Aktivierung von 2000 sec
47	27. „	15 8	„	„ „ 2000 „
48	27. „	10 5	„	„ „ 2000 „
49	4. Mai	10 6	0.24	
50	6. „	9 46	0.78	
51	8. „	10 25	0.78	Wind von NNW Föhncharakt.
52	10. „	9 30	ca. 0	
53	1. Juni	10 30	„ 0	
54	1. „	15 30	„ 0	
55	3. „	9 31	„ 0	
56	4. „	10 4	„ 0	
57	6. „	10 7	0.15	
58	8. „	19 0	ca. 0	
59	9. „	10 16	„ 0	
60	14. „	15 45	„ 0	
61	15. „	9 43	0.83	Ra, Gleichgewicht
62	7. Juli	10 25	0.48	Ra, „
63	12. „	9 46	0.94	Ra, „

Tabelle der Werte der Faktoren a und b ,
die bei der Berechnung der theoretischen Kurven gebraucht sind

t	5^m	10^m	20^m	30^m	40^m	50^m
a)	$2.029 \cdot 10^{-3}$	$1.875 \cdot 10^{-3}$	$1.655 \cdot 10^{-3}$	$1.45 \cdot 10^{-3}$	$1.223 \cdot 10^{-3}$	$1.035 \cdot 10^{-3}$
b)	11.994	11.9835	11.9535	11.905	11.863	11.805

Resultate der Zerlegung der vier experimentellen Kurven
mit der allgemeinen Methode

Nr.	Datum	Zeit	N_{Oss}	N'_{Oss}	N	N'
16	11. März	8 ^h 43 ^m	6.72	$6.4 \cdot 10^{-5}$	9.9	$9.4 \cdot 10^{-5}$
26	3. April	11 4	2.56	$13.6 \cdot 10^{-5}$	4.9	$26 \cdot 10^{-5}$
28	7. „	9 34	2.12	$12.8 \cdot 10^{-5}$	4.6	$28 \cdot 10^{-5}$
34	15. „	9 47	1.84	$14.2 \cdot 10^{-5}$	4.2	$32 \cdot 10^{-5}$

Vergleichsresultate
mit der Abklingungskurve der aktiven Niederschläge des Ra
(im Gleichgewicht mit der Emanation in der Luft)

Nr. der Beob- achtung	Datum	Zeit	N_{Oss}	$\frac{N}{N_{\text{Oss}}}$ %	X	N
1	13. Februar	11 ^h 29 ^m	3.56	4	0.53	6.8
3	14. „	9 25	4.60	4	0.56	8.2
4	14. „	15 23	3.42	6	0.56	6.2
6	16. „	9 36	3.98	4	0.54	7.4
7	18. „	9 49	3.94	4	0.55	7.2
8	21. „	9 45	3.16	4	0.56	5.6
9	25. „	9 29	3.52	3	0.55	6.6
10	3. März	10 25	3.22	1	0.50	6.4
18	12. „	10 13	4.88	3	0.66	7.4
19	14. „	10 49	9.88	2	0.60	16.4
20	14. „	16 32	3.78	3	0.57	6.6
21	15. „	9 55	6.58	3	0.52	12.6
25	2. April	11 4	4.84	4	0.50	9.8
38	18. „	10 32	2.50	2	0.27	9.0
40	19. „	9 41	1.34	3	0.12	10.6
41a	20. „	9 56	2.24	3	0.36	6.2
42	21. „	15 1	1.98	2	0.36	5.4
43	22. „	14 55	2.94	5	0.39	7.6
45	26. „	9 43	3.82	3	0.64	6.0
61	15. Juni	9 43	3.08	3	0.56	5.6
62	7. Juli	10 25	1.88	2	0.56	5.4
63	12. „	9 46	3.34	4	0.50	6.7

nicht sehr wichtig). Der Salpeter-Korrektur nach, bei Benutzung des neueren
Schweidlerschen Wertes für den Wiedervereinigungskoeffizienten, ergibt sich,
daß der obengenannte mittlere Em-Gehalt der Luft in $220 \cdot 10^{-18}$ Curie/ccm

korrigiert werden muß. [Siehe z. B. Hess, Die elektrische Leitfähigkeit der Atmosphäre und ihre Ursachen (1926), S. 87.]

Die elektrische Ausströmungsmethode bietet verschiedene und bedeutende Vorteile im Vergleich mit anderen Methoden. In bezug auf Gerdiens Methode ist zu bemerken, daß man an den experimentellen Resultaten Korrekturen von etwa 500 % anzuwenden pflegt (die in einigen Fällen auch ungenügend sein könnten). Außerdem muß die Methode lange Aspirationsdauer brauchen, um den Th Em-Gehalt zu bestimmen.

In bezug auf die direkten Methoden hat die Ausströmungsmethode den Vorteil der Schnelligkeit und einfacherer Manipulationen.

Da die in Turin mit der neuen Methode erhaltene Zahl bedeutend höher ist als die bis jetzt mit den üblichen Methoden an anderen Orten erhaltenen Mittelwerte, und da es außerdem keinen Grund gibt, um anzunehmen, daß der Em-Gehalt in Turin außerordentlich hoch sei, so wäre meiner Meinung nach eine Wiederaufnahme der Radioaktivitätsbestimmungen mit der neuen Methode auch für andere Orte wünschenswert.

Die von mir ausgeführten fast 80 Messungen erstrecken sich von Mitte Februar bis fast Mitte Juli. Es ergibt sich aus ihnen, daß das Vorhandensein der aktiven Niederschläge und ihre Quantität in der Atmosphäre von den allgemeinen meteorologischen Verhältnissen abhängig ist, besonders von dem Regen; die Abhängigkeit von dem Druck und von dem Wind ist nicht immer ersichtlich. Die Perioden von höherem Gehalt sind die, in welchen die Regenfälle selten und nicht heftig sind, und im allgemeinen die atmosphärischen Störungen schwach sind.

Nach den Windstößen NNW vom Typus Föhn verschwinden die aktiven Niederschläge vollständig oder beinahe; diesem Wind gehen in den Gegenden NNW der Alpen reichliche und ausgedehnte Regenfälle voraus.

Während des Tages vermindern sich die aktiven Niederschläge im Vergleich zu dem Morgen gewöhnlich bedeutend.

Die Zusammensetzung der Mischung aus aktiven Atomen entspricht in Turin in den Perioden von größerer meteorologischer Beständigkeit nur den Radiumniederschlägen.
