

also ist α mit d von x abhängig. Im vorliegenden Falle wird diese Veränderlichkeit zwar dadurch belanglos, dass q im Verhältniss zu Q nur eine geringe Grösse besitzt; vermehrt sich aber die Masse von q bedeutend, so hat man Form und Stoff des Laufgewichtes so zu wählen, dass der Schwerpunkt des letzteren möglichst in der gleichen Höhe liegt wie der Schwerpunkt des Wagebalkens.

[Schluss folgt.]

Einige Anwendungen des Barothermoskops und der absoluten Millesimalscala in Theorie und Praxis.

Von

F. Salomon.¹⁾

Die ausserordentliche Klarheit, welche alle rechnerischen Vorgänge auf dem Gebiete der Gasometrie erhalten, wenn man die von mir (d. Z. 1893, 376) vorgeschlagenen Änderungen der Temperaturscala und der Barometerscala zur Anwendung bringt und sich gleichzeitig des a. a. O. angegebenen Barothermoskops bedient, gibt mir Veranlassung, auf diesen Gegenstand zurückzukommen und in besonderen Beispielen die weitgehende Verwendungsfähigkeit der betr. Instrumente zu illustriren.

I. Reduction auf Normaltemperatur 0° C. (1000 Sln.)

Bedeutet V^0 = Volumen bei 0° C., V = Volumen bei der Beobachtungstemperatur, t = 0° C., T = ° Salomon, so hatte man für die Reduction eines Gases auf die Normaltemperatur 0° C. bisher die Formel

$$V^0 = \frac{V \cdot 273}{273 + t}; \quad (1)$$

bei Anwendung der Millesimalscala lautet dieselbe

$$V^0 = \frac{V \cdot 1000}{T}. \quad (2)$$

II. Reduction auf Normaldruck 760 mm Hg. (1000 Milliatmosph.)

Für die Reduction eines Gases auf den Normaldruck setzte man bisher

$$V^0 = \frac{V \cdot B}{760}, \quad (3)$$

wobei B den abgelesenen Barometerstand bedeutet.

Bei Anwendung der Milliatmosphären ist

$$V^0 = \frac{V \cdot P}{1000}, \quad (4)$$

wenn P den abgelesenen Druck in Milliatmosphären darstellt.

Vereinigt man beide Formeln, so ist

$$V^0 = \frac{V \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) 760} \quad (5)$$

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung in Köln (vgl. S. 386 d. Z.).

oder

$$V^0 = \frac{V \cdot B}{760 (1 + 0,00366 t)} \quad (6)$$

die frühere, dagegen

$$V^0 = \frac{V \cdot P}{T} \quad (7)$$

der jetzige einfache Ausdruck zur Berechnung des Normalvolumens trockner Gase.

III. Reduction feuchter Gase.

Tritt der Wasserdampf in's Spiel, haben wir also das Gasvolumen feucht gemessen, so nahm man bisher

$$V^0 = \frac{V \cdot 273 (B - f)}{(273 + t) 760}, \quad (8)$$

während bei Anwendung der Millesimalscala für die Temperatur und der Milliatmosphären für den Druck

$$V^0 = \frac{V \cdot P - f}{T} \quad (9)$$

zur Berechnung des trocknen Gasvolumens von 0° und 760 mm Druck bez. 1000° Sln. und 1000 Milliatmosphären dient, wobei f die Tension des Wasserdampfes in Milliatmosphären bedeutet.

Beispiel 1. Nehmen wir ein feuchtes Gasvolumen V von 40,2 cc, 20,6° C. t , 719 mm Druck B und 18 mm Tension f , so erhalten wir beim Einsetzen dieser Werthe nach der alten Formel (8)

$$V^0 = \frac{40,2 \cdot 273 \cdot 701}{293,6 \cdot 760} = 34,5 \text{ cc.}$$

Da 20,6° C. = 1075,2° Sln., 701 mm Hg = 922,3 Milliatmosphären, so gibt die neue Formel (9) dagegen die vereinfachte Rechnung

$$V^0 = \frac{40,2 \cdot 922,3}{1075,2} = 34,5 \text{ cc.}$$

Soll das Normalvolumen V^0 eines Gases auf ein Volumen V von anderer Temperatur und Druck und mit Feuchtigkeit gesättigt umgerechnet werden, so ist statt der Gleichung

$$V = \frac{V^0 (273 + t) 760}{273 (B - f)} \quad (10)$$

$$\text{die einfache } V = \frac{V^0 \cdot T}{P - f} \quad (11)$$

zu verwenden.

Wie die Umrechnung der Celsiusgrade in die Grade meiner Scala, sowie der Millimeter Hg in die Milliatmosphären mühelos zu erreichen ist, habe ich a. a. O. gezeigt, die graphische Methode gestattet, in Zeit von wenigen Minuten eine für alle Fälle ausreichende Tabelle zu entwerfen; für die Umrechnung können auch noch folgende Formeln dienen:

$$\text{Celsiusgrade} = (\text{Sln.}^\circ - 1000) \cdot 0,273$$

$$\text{Salomongrade} = {}^\circ\text{C.} \cdot 3,665 + 1000$$

$$1 \text{ Atmosphäre} = 76 \cdot 13,595 \text{ g Hg} = 1033,3 \text{ g}$$

$$1 \text{ mm Hg} = 1,316 \text{ Milliatmosphären}$$

$$1 \text{ Milliatmosphäre} = 0,76 \text{ mm Hg.}$$

Die Tabellen von Landolt und Börnstein Tafel No. 5 und 6 geben die genauen Werthe direct.

Wenden wir uns nun zu der weiteren Vereinfachung der Gasanalyse, wie sie durch das Barothermoskop ermöglicht wird, so werden auch hier wenige Beispiele genügen, um die Anwendungsfähigkeit dieses Instrumentes bei gasanalytischen Untersuchungen für wissenschaftliche und praktische Zwecke zu beweisen.

Das Barothermoskop ist ein Volumeter, es unterscheidet sich von den üblichen Instrumenten der Art durch seine Handlichkeit und dadurch, dass es die Volumengrade direct abzulesen gestattet; die Empfindlichkeit hängt von der Grösse des Luftvolumens ab und kann beliebig hoch gesteigert werden.

Die Anwendung des Barothermoskops ist eine vielseitige. Man kann es verwenden:

1. Als Luftthermometer. In diesem Fall muss man den Barometerstand in Millimeter Hg oder den Druck in Milliatmosphären kennen, um die Temperatur zu berechnen. Die Formel lautet:

$$\frac{V^b \cdot P}{1000} = T, \quad (12)$$

wenn V^b das vom Barothermoskop angezeigte Volumen, P den Druck in Milliatmosphären und T die Temperatur in absoluten Graden der Millesimalscala bedeutet.

Beispiel 2. Das in ein Luftbad eingetauchte Barothermoskop zeigt 1200° , der Barometerstand betrug $730 \text{ mm} = 960 \text{ Milliatmosphären}$, so war die Temperatur des Luftbades

$$\frac{1200 \cdot 960}{1000} = 1152^\circ \text{ Sln.} = 41,7^\circ \text{ C.}$$

2. Als Barometer. Kennt man die Temperatur der Luft in absoluten Graden und bestimmt man den Stand des Barothermoskops, so findet sich der herrschende Druck aus der Formel:

$$\frac{T \cdot 1000}{V^b} = P. \quad (13)$$

Beispiel 3. $T = 1064^\circ \text{ Sln.} (17,5^\circ \text{ C.})$, $V^b = 1083,5$, so ist

$$P = \frac{1064 \cdot 1000}{1083,5} = 982 \text{ Milliatmosph.} = 746,5 \text{ Millimeter.}$$

Hat man ein Thermometer mit Salomon-scala und ein Barothermoskop nebeneinander hängen, so kann man mit Hilfe dieser beiden Instrumente den Luftdruck mit Sicherheit bestimmen. Die Correctur, welche bei den Quecksilberbarometern in Folge der Ausdehnung durch die Wärme nöthig wird, fällt hier natürlich fort.

3. Als Volumeter in der Gasanalyse. Da das im Barothermoskop eingeschlossene Luftquantum unter genau denselben Bedingungen steht als das der Beobachtung

unterzogene, so ist es klar, dass die Anzeigen direct den Volumenstand der untersuchten Gasart angeben müssen, sobald die Theilung sachgemäss ausgeführt wurde.

Zeigt z. B. bei einer Gasanalyse das neben dem Eudiometer hängende Barothermoskop 1134° , so ist das dem herrschenden Barometerstande und der Beobachtungstemperatur entsprechende Volumen 1134 oder mit andren Worten, 1000 Volume von 0° und 760 mm Druck bez. 1000° Sln. und $1000 \text{ Milliatmosphären}$ sind auf 1134 Raumtheile ausgedehnt, und man findet das bei 0° und 760 mm Druck vorhandene Gasvolumen V^0 einfach nach der Gleichung

$$V^0 = \frac{V \cdot 1000}{1134} = \frac{V \cdot 1000}{V^b} \quad (14)$$

$$V^0 = V \cdot 0,882.$$

Man braucht also nur das abgelesene Gasvolumen mit dem reciproken Werth der Barothermoskopgrade zu multipliciren oder mit 1000 zu multipliciren und durch die gef. Barothermoskopgrade zu dividiren und erhält das Volumen bei Normaldruck und Temperatur.

Um sich von der richtigen Ausführung des Barothermoskops zu überzeugen, bestimmt man einige Male bei verschiedenen Temperaturen und Drucken in absoluten Millesimalgraden und Milliatmosphären das den Beobachtungstemperaturen und Drucken entsprechende Volumen V , welches mit den am Barothermoskop abgelesenen Graden identisch sein muss, nach der Formel:

$$V = \frac{T \cdot 1000}{P}. \quad (15)$$

Beispiel 4. In Beispiel 1 hatten wir:

Druck $719 \text{ mm} = 945,5 \text{ Milliatmosphären}$,
Temperatur $20,6^\circ \text{ C.} = 1075,2 \text{ Sln.}$,
also hätte das Barothermoskop das Volumen V^b des trockenen Gases zu

$$\frac{1075,2 \cdot 1000}{945,5} = 1137,5 V^b$$

angegeben.

Ist das gemessene Gas mit Feuchtigkeit gesättigt, so berechnet man zunächst das dem am Barothermoskop abgelesenen trockenen Volumen V^b entsprechende feuchte Volumen V^{bf} nach der Formel

$$V^{bf} = \frac{V^b \cdot 1000}{1000 - f} \quad (16)$$

und findet dann V^0 des in Untersuchung stehenden feuchten Volumens V^f aus

$$V^0 = \frac{V^f \cdot 1000}{V^{bf}}. \quad (17)$$

Beispiel 5. $40,2 \text{ cc}$ Stickstoff feucht gemessen, standen unter Druck und Temperatur, wie in Beispiel 1 angegeben, der Stand des Barothermoskops war somit $V^b = 1137,5$, die Temperatur betrug $20,6^\circ \text{ C.} = 1075,2^\circ \text{ Sln.}$, woraus sich die Tension des Wasserdampfes f zu $18 \text{ mm Hg} = 23,5 \text{ Milliatmosphäre}$ ergibt.

Nach Formel (16) berechnet sich hieraus das Volumen V^{bf} in feuchtem Zustand

$$V^{bf} = \frac{1137,5 \cdot 1000}{1000 - 23,5} = 1164,8$$

und hieraus nach der Formel (17)

$$V^0 = \frac{40,2 \cdot 1000}{1164,8} = 34,5 \text{ cc,}$$

wie früher in Beispiel 1 gefunden.

Ist ein Gas nicht ganz mit Feuchtigkeit gesättigt und kennt man den hygrometrischen Stand, so ist die Rechnung ebenso einfach, man hat in diesem Falle für f nur die durch das Hygrometer bestimmte Spannung zu setzen.

Z. B. 1 cbm Luft, dessen Volumen V^b am Barothermoskop zu 1100 ermittelt wurde, hat einen Feuchtigkeitsgehalt, welcher einer Tension von 10 Milliatmosphären entspricht, es ist dann

$$V^{bf} = \frac{1100 \cdot 1000}{1000 - 10} = 1111,1^0,$$

und der Cubikmeter dieser Luft enthält

$$V^0 = \frac{1000 \cdot 1000}{1111,1} = 900,09 \text{ l,}$$

während er im trockenen Zustand

$$1100 : 1000 = 1000 : x = 909,09 \text{ l}$$

Luft von 0° und 760 mm enthalten hätte.

Berechnung der Gasgewichte aus den Ablesungen am Barothermoskop. Setzt man die Gewichte der Gase bei 0° und 760 mm, also bei dem Punkte 1000 des Barothermoskops = 1, so erhält man die Gewichte bei allen übrigen Drucken und Temperaturen einfach durch Division mit den entsprechend gefundenen Barothermoskopgraden.

Beispiel 6. Atmosphärische Luft 1 l = 1,293 g bei 1000°.

$$\text{Abgel. Barothermoskop } 1100^0 = \frac{1,293}{1100} = 1,1758 \text{ g.}$$

Ordnet man die Gase nach ihren Moleculargewichten (H_{21} N_{28} Luft₂₉) u. s. w. in Kreisen, indem man für jedes Gas den Radius dem Volumengewichte entsprechend gross aufträgt, so kann man die Volumengewichte sämtlicher Gase in den bei der Gasanalyse vorkommenden Druck- und Temperaturgrenzen auf einer einzigen Tabelle vereinigen und für jedes Volumen sofort das entsprechende Gasgewicht ablesen, sobald man den Volumenzustand mit dem Barothermoskop oder auf andere Weise bestimmt hat.

Eine für technische Gasanalyse, für Vorlesungsversuche und viele andere Zwecke ausreichend genaue Tabelle der spec. Gewichte und Literegewichte, deren Werthe man bei Kenntniss der Moleculargewichte unter Anwendung der Zahlen 22,4 und 29 sehr leicht jederzeit im Kopfe berechnen kann, sei hier angeführt; sie beruht auf folgender Grundlage:

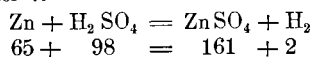
Das Volumen von 1 g Sauerstoff bei 0° und 760 mm Druck (= 1000 Volumetergraden) ist nach den neuesten Bestimmungen = 699,25 cc bei 45° Breite und Meereshöhe und 1 l Sauerstoff wiegt dann 1,4292 g. Nimmt man nun das Volumen von 1 g Sauerstoff in runder Zahl zu 700 cc, so nehmen 32 g Sauerstoff (1 Molg.) den Raum von 32 · 0,7 = 22,4 l ein. Setzt man ferner das aus O_{21} N_{79} berechnete Gewicht der Luft auf rund 29 statt 28,94 für 22,4 l und für die Moleculargewichte ganze Zahlen, so entsteht die nachfolgende Tabelle, welche für die meisten Zwecke ausreicht und eventuell bei sehr subtilen Untersuchungen sehr einfach zu corrigiren ist.

Die Einfachheit der Rechnung mit Hilfe dieser Tabelle und bei Anwendung des Barothermoskops lässt folgendes Beispiel er-

	Formel	1 Mol.-Gewicht M in g 22,4 l	1 l wiegt bei 0 u. 760 mm D. $\frac{M}{22,4}$	Dichte d. Luft = 1 $\frac{M}{29}$	1 g nimmt einen Raum ein $\frac{22\ 400}{M}$ cc	Dem Gewicht von 1 l Luft, 1,294 g entspricht ein Volumen von $\frac{29}{M}$ l
Luft	$N_{79} O_{21}$	29,0	1,294	1,0	772,5	1
Acetylen	$C_2 H_2$	26,0	1,1607	0,897	861,5	
Athylen	$C_2 H_4$	28,0	1,25	0,9655	800,0	
Athan	$C_2 H_6$	30,0	1,34	1,0345	756,6	
Ammoniak	NH_3	17,0	0,760	0,5863	1317,5	
Chlor	Cl_2	71,0	3,125	2,45	315,5	
Salzsäure	HCl	36,5	1,629	1,259	613,7	
Kohlenoxyd	CO	28,0	1,25	0,9655	800,0	1,036
Kohlensäure	CO_2	44,0	1,964	1,518	509,1	0,659
Methan	CH_4	16,0	0,714	0,5519	1400,0	
Sauerstoff	O_2	32,0	1,429	1,1033	700,0	0,906
Schwefligsäure	SO_2	64,0	2,857	2,209	350,0	
Schwefelwasserstoff	$H_2 S$	34,0	1,518	1,173	659,0	
Stickstoff	N_2	28,0	1,25	0,9655	800,0	1,036
Wasserstoff	H_2	2,0	0,08924	0,0690	11200,0	14,50
Wasserdampf	$H_2 O$	18,0	0,8035	0,6207	1244,0	1,61

sehen, welches Fischer's Stöchiometrie²⁾ entnommen wurde.

Beispiel 7.



also sind 2 g H = 22,4 l bei 0° und 760 mm.

Bei Anwendung von 10 k Zink

65 : 10 = 22,4 : x = 3,44 cbm H₂ von 0° und 760 mm.

Die Frage, wieviel Liter H₂ würden wir bei 27,3° C. = 1100° Sln. erhalten, ist durch den Ansatz

$$1000 : 1100 = 3,44 : x = 3784 \text{ l H}_2$$

erledigt.

Ist der Beobachtungsdruck gleichzeitig 700 mm = 921 Milliatmosphären, so haben wir

$$921,1 : 1000 = 3784 : x = 4109 \text{ l.}$$

Ist aber das Volumen am Barothermoskop abgelesen, so würde dasselbe $\frac{T \cdot 1000}{P} = \frac{1100}{921,1} =$

1194° zeigen und somit einfach aus

$$V = V^0 \cdot V^b = 3,44 \cdot 1194^0 = 4109 \text{ l}$$

gefunden sein.

Der Unterschied im Volumen des aus 10 k entwickelten Wasserstoffs bei Berücksichtigung der durch Temperatur und Druck verursachten Volumendifferenz betrüge also in diesem Fall

$$4109 - 3440 = 669 \text{ l.}$$

Quantitative Vorlesungsversuche, z. B. die Berechnung des Atomgewichtes aus dem von verschiedenen Metallen entwickelten Wasserstoff, die Bestimmung der Dampfdichte u. s. w. dürften bei passender Anwendung des Barothermoskops sich wesentlich klarer und präziser darstellen lassen.

Anwendung des Barothermoskops bei der Reduction der Wägung auf den luftleeren Raum. Bekanntlich erleiden die Körper bei der Wägung in Luft eine Gewichtsverminderung, welche dem Gewicht des verdrängten Luftvolumens, vermindert um das von den Gewichtsstücken ersetzte Luftvolumen entspricht. Dieses, dem direct mit der Wage ermittelten Gewicht der Körper, zu addirende Luftgewicht wird gewissen Schwankungen unterworfen sein, welche durch Druck, Temperatur und Feuchtigkeit bestimmt sind, denen die Luft in dem Wagenkasten unterworfen ist. Da die Wägung meist im trockenen Luftraum des Wagekastens erfolgt, so kann man die Feuchtigkeit in den meisten Fällen vernachlässigen. Wiedemann gibt im Physikal. Practicum die bisher übliche Berechnungsart und setzt hierbei die Dichte der Luft $\lambda = 0,0012$ bei 20° C., wobei aber die Druckschwankung unberücksichtigt bleibt. Bei Anwendung des Barothermoskops wird diese Rechnung so einfach und leicht verständlich, dass jeder Chemiker ohne merklichen Zeitverlust die durch das Luftgewicht

bedingte Correction bei seinen Wägungen berücksichtigen kann.

Beispiel 8. Um wieviel muss das Gewicht eines in Luft bei einem Barothermoskopstand von 1078 (z. B. 21,4° C. bei 760 mm Druck) gewogenen Kilo Wasser vermindert werden, wenn man den Luftauftrieb in Rechnung zieht?

1 k Wasser verdrängt 1 l Luft, welches $\frac{1,294}{1078} =$
1,2 g wiegt.

1 k Messing (spec. Gew. 8,4) verdrängt $\frac{1000}{8,4} =$
120 cc Luft, welche 0,144 g wiegen, folglich wiegt
1 k Wasser im luftleeren Raum

$$1,2 - 0,144 = 1,056 \text{ g mehr} = 1001,056 \text{ g.}$$

Die Anwendung des Barothermoskops zur Messung der Luftschwere. Die Bestimmung des Luftgewichtes ist sicherlich für den Meteorologen von grosser Bedeutung, es muss deshalb auffallen, wenn bis jetzt in den Lehrbüchern der Meteorologie und den meteorologischen Berichten dieser wichtige Factor eine etwas stiefmütterliche Behandlung erfährt; ich glaube dieses dem Umstande zuschreiben zu müssen, dass die mühsamen Berechnungen des Luftgewichtes aus Druck, Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt gegenüber dem Nutzen, welchen doch offenbar eine fortwährende Controle des Luftgewichtes auf den Beobachtungsstationen haben würde, etwas zeitraubend sind.

Wenn man auf die Berücksichtigung des Wasserdampfes verzichtet, so lässt sich die Bestimmung des Luftgewichtes mit Hilfe des Barothermoskops so einrichten, dass man die den jeweiligen Temperatur- und Druckverhältnissen entsprechenden Gewichte der Luft direct ablesen kann, indem man einfach die Luftgewichte auf eine Scala einträgt. Für wissenschaftliche Zwecke, wie für den täglichen Gebrauch habe ich ausserdem das Barothermoskop in eine Form gebracht, welche eine bequeme Handhabung gestattet³⁾. Die Construction ist nach Art der Aneroidbarometer, nur mit dem Unterschiede, dass die sonst luftleere Kapsel mit trockener Luft gefüllt ist und dass die Scala ausser der Volumentheilung des Barothermoskops eine Gewichtsscala für die Luftschwere besitzt. In dieser Form dürfte es für viele Zwecke Verwendung finden können, bei welchen die Anwendung des gläsernen, thermometerartig construirten Barothermoskops in Folge der etwas schwierigen Transportfähigkeit ausgeschlossen ist. So will ich nur erwähnen, dass hiermit dem Artilleristen ein wichtiges Hilfsmittel geboten ist, um die für die

²⁾ F. Fischer, Stöchiometrie (Hannover 1875).

³⁾ Zu beziehen von G. Lufft, Metall-Barometerfabrik in Stuttgart.

Schussweiten nothwendige Correctur des Luftgewichtes ohne Schwierigkeit zu ermitteln.

Besonders interessant dürfte aber noch eine Anwendung sein, welche gewiss in kurzer Zeit diesen Apparaten neue Freunde gewinnen wird, ich meine die Anwendung des Barothermoskops oder Luftgewichtsmessers für die Höhenbestimmung. Auch hier zeigt sich die Einfachheit des Princips in hervorragender Weise und dürfte ein Vergleich der früheren Methode der Höhenmessung mit dem neuen Verfahren angebracht erscheinen.

Zur Bestimmung von Höhen bis zu 12000 Meter gilt die Babinet'sche Formel

$$x = 16\,000 \frac{H - h}{H + h} \left\{ 1 - \frac{2t + t^1}{1000} \right\} \text{ m,}$$

wo H und h die corrigirten Barometerstände, t und t¹ die abgelesenen Temperaturen in Celsiusgraden bedeuten.

Beispiel 9. Suchen wir z. B. die Höhe eines Berges und hatten wir am Fusse desselben einen Barometerstand von 760 mm und eine Temperatur von 18°, während oben 700 mm Druck und 12° C. beobachtet waren, so ergibt sich die Höhe

$$x = 16\,000 \frac{6 \text{ cm}}{146 \text{ cm}} \left\{ 1 + \frac{2 \cdot 30}{1000} \right\} = 697 \text{ m.}$$

Diese aus einer grossen Zahl von Einzelablesungen abgeleitete Formel gibt nun zwar wohl die gewünschten Daten, aber sie lässt nicht den geringsten Einblick über das Wesen der Höhenmessung erkennen.

Ganz anders verhält sich aber die Sache, wenn wir folgender Überlegung Raum geben. Die Höhenmessung ist weiter nichts als eine Wägung, wir bestimmen das Gewicht der Luftsäule, welche wir durchsteigen, mit Hilfe der Quecksilbersäule des Barometers. Wenn wir also das Gewicht der Luftsäule, welche wir durchstiegen haben, genau feststellen, so müssen wir die Höhe daraus ableiten können, denn 1 l Luft entspricht einer Säule von 10 m Höhe und 1 qc Querschnitt. Wenn 1 l Luft 1,359 g wöge, so würde jede 10 m Höhe, welche durchstiegen würde, durch den Fall des Quecksilbers um 1 mm angezeigt (cc Hg = 13,59 g). Da aber das Gewicht der Luft von Temperatur und Druck abhängt, so müssen diese berücksichtigt werden und hierfür gibt uns das Barothermoskop oder der Luftschweremesser ohne Weiteres die gewünschte Auskunft.

Im Beispiel 6 hatten wir:

Unten 760 mm und 18° C. = 1066 V^b

Oben 700 mm und 12° C. = 1133 V^b.

Das Gewicht der Luft war demnach:

$$\text{Unten } \frac{1,293 \cdot 1000}{1066} = 1,213 \text{ g}$$

$$\text{Oben } \frac{1,293 \cdot 1000}{1133} = 1,141 \text{ g,}$$

im Mittel 1,177 g.

Die Differenz in der Höhe war

$$760 - 700 = 60 \text{ mm Hg und da } 1 \text{ mm Hg auf } 1 \text{ qc} = 1,359 \text{ g}$$

wiegt, so wiegen 60 mm Hg = 81,54 g.

Wir setzen also:

$$1 \text{ l Luft: } 1,177 \text{ g} = 81,54 : x \\ \text{und finden } x = 69,3 \text{ l. } 10 \text{ m} \\ = 693 \text{ m Höhe.}$$

Wie früher nachgewiesen, lässt sich der Druck ohne Weiteres aus den Angaben des Barothermoskops und eines Thermometers mit Millesimalscala ableiten, man braucht also bei der Höhenmessung nur diese beiden Instrumente, muss sich jedoch erinnern, dass das Gewicht von 1 Milliatmosphäre 1,0333 g beträgt. Will man ganz genaue Bestimmungen machen, so ist die Berücksichtigung der Feuchtigkeit natürlich unerlässlich und habe ich ja a. a. O. die Correction hierfür schon angedeutet, jedenfalls bleibt die Höhenmessung in diesen Fällen von allem, schwer controlirbarem Formelwerk befreit.

Es bleibt mir zum Schlusse noch übrig, darauf hinzuweisen, dass noch weitere Vereinfachungen möglich sind; schon durch Annahme der bei den Ingenieuren gebräuchlichen Kiloatmosphäre 1 Atm. = 1000 g ist ein weiterer Fortschritt erzielbar, da hierdurch die zeitraubende Rechnung mit 1033,3 erspart und die Übersichtlichkeit der gasvolumetrischen und thermischen Vorgänge bedeutend gefördert würde. Ich habe deshalb eine Zeitlang mit Erfolg versucht, die Kiloatmosphäre an Stelle der üblichen Atmosphäre 1033,3 g zu benützen, bin aber schliesslich zu der Überzeugung gelangt, dass es dann doch noch zweckmässiger wäre, wenn die Chemiker dem von den Physikern eingeschlagenen und von der Elektrotechnik jetzt allgemein angenommenen Weg folgen würden und die Masseneinheit für den Normaldruck der Gase dem absoluten Maasssysteme entnommen würde.

Dieser Vorschlag ist schon von verschiedenen Seiten gemacht, so z. B. von Ostwald, welcher in seinem Lehrbuch der allgemeinen Chemie Bd. 1, S. 165 den Druck von 1 Megadyne = 1 Million Dyn. als Einheit in Vorschlag bringt. Die Annahme dieser Druckeinheit, welche bei 45° Breite dem Druck von 1019,8 g auf 1 qc äquivalent wäre, würde allerdings zunächst eine Umrechnung sämtlicher Siedepunkte, Schmelzpunkte, Molecularvolumen u. s. w. erfordern und einen grossen Aufwand von Zeit und Geduld in Anspruch nehmen, sie würde jedoch bei gleichzeitiger Anwendung meiner absoluten Temperaturscala derartige Vereinfachungen in den Beziehungen der Naturkräfte ergeben, dass die damit verbundene Mühe reichlich belohnt wird.