



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

105. Mariotte-Gay-Lussacsches Gesetz. Absolute Temperatur

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

streifen geritzte Milimeterskala trägt, verschoben werden. Hält man das Auge so, daß das Spiegelbild der Pupille mit dem der Quecksilberkuppe zusammenfällt, so trifft die über letztere weggehende Visierlinie die Skala senkrecht, und der bei schiefem Visieren sich ergebende Ablesungsfehler (die Parallaxe) wird vermieden.

Die Erfahrung zeigt, daß Luft- oder überhaupt Gasthermometer genauer untereinander übereinstimmen als Quecksilberthermometer aus verschiedenen Glassorten unter sich. Die Verschiedenheit der Ausdehnung verschiedener Glassorten hat auf die Angaben der Gasthermometer einen weit geringeren Einfluß als auf die Quecksilberthermometer, da ein Gas sich 146 mal, Quecksilber nur 7 mal stärker ausdehnt als Glas. Außerdem ist ein Gasthermometer innerhalb viel weiterer Temperaturgrenzen brauchbar als das Quecksilberthermometer, dem durch den Erstarrungspunkt und den Siedepunkt des Quecksilbers Schranken gezogen sind. Vor allem aber deutet der Umstand, daß alle Gase sehr nahe den gleichen Ausdehnungskoeffizienten haben, auf eine besonders einfache Beziehung zwischen Temperatur und Ausdehnung bei den Gasen hin. Man hat daher das Luft- oder besser noch das Wasserstoffthermometer als Normalthermometer gewählt, auf dessen Angaben man bei genaueren Messungen diejenigen der Quecksilberthermometer zurückführt. Übrigens stimmt das Quecksilberthermometer zwischen 0° und 100° sehr nahe mit dem Luftthermometer überein.

105. Mariotte-Gay-Lussacsches Gesetz. Absolute Temperatur. Hat eine Gasmenge bei 0° und beim Drucke p_0 das Volumen v_0 , so nimmt sie nach dem Gay-Lussacschen Gesetz bei t° , wenn der Druck unverändert bleibt, den Raum

$$v_1 = v_0 (1 + \alpha t)$$

ein, wo $\alpha = \frac{1}{273}$ ist. Ändert man nun bei gleichbleibender Temperatur den Druck p_0 in p , so ergibt sich nach dem Mariotteschen Gesetz das neue Volumen v gemäß der Gleichung

$$p v = p_0 v_1,$$

oder

$$p v = p_0 v_0 (1 + \alpha t).$$

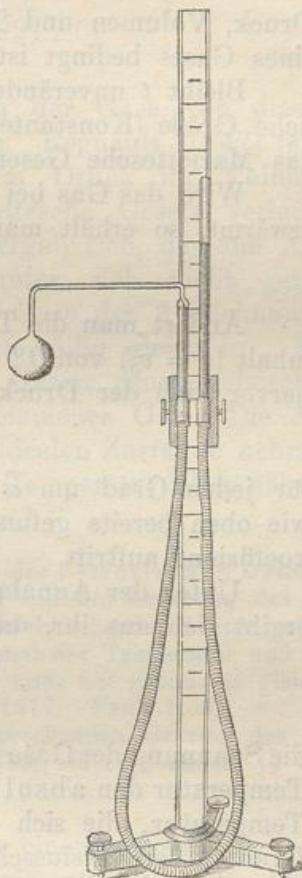


Fig. 109.
Jollys Luftthermometer.

Diese letzte Gleichung stellt das vereinigte Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz dar; man nennt sie auch die Zustandsgleichung der Gase, weil sie die wechselseitige Beziehung der drei Größen, Druck, Volumen und Temperatur (p, v, t), durch welche der Zustand eines Gases bedingt ist, ausdrückt.

Bleibt t unverändert, so ist auch $p_0 v_0 (1 + \alpha t)$ eine unveränderliche Größe (Konstante), und die allgemeine Gleichung geht über in das Mariottesche Gesetz $p v = \text{Konst.}$

Wird das Gas bei gleichbleibendem Druck ($p = p_0$) von 0° bis t° erwärmt, so erhält man das Gay-Lussacsche Gesetz

$$v = v_0 (1 + \alpha t).$$

Ändert man die Temperatur des Gases bei unverändertem Rauminhalt ($v = v_0$) von 0° bis t° , so geht aus der allgemeinen Gleichung hervor, daß der Druck oder die Spannung

$$p = p_0 (1 + \alpha t)$$

für jeden Grad um $\alpha = 1/273$ wächst oder abnimmt, und daß jetzt, wie oben bereits gefunden wurde, der Ausdehnungs- als Spannungskoeffizient auftritt.

Unter der Annahme, daß diese Gleichung uneingeschränkt gelte, ergibt sich aus ihr, daß für

$$t = -\frac{1}{\alpha} = -273^\circ$$

die Spannung der Gase verschwindet (Amontons, 1703). Man nennt diese Temperatur den absoluten Nullpunkt, und die von ihm aus gezählte Temperatur, die sich ergibt, wenn man zu 273 noch die jeweiligen Grade t der Celsiuschen Skala hinzuzählt, die absolute Temperatur

$$T = 273 + t.$$

Durch Einführung der absoluten Temperatur erreicht man manche Vereinfachungen. Das Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz z. B.

$$p v = p_0 v_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$$

läßt sich auch so schreiben:

$$p v = \frac{p_0 v_0}{273} (273 + t) = \frac{p_0 v_0}{273} \cdot T,$$

oder, wenn man die für eine gegebene Gasmenge unveränderliche Größe $p_0 v_0 / 273$ mit R bezeichnet:

$$p v = R T.$$

Das Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz kann daher auch so ausgesprochen werden: Für alle Gase ist das Produkt aus Druck und Volumen der absoluten Temperatur proportional. Bezieht man die Werte auf Gasmassen, die den Molekulargewichten der Gase proportional sind, so hat R für alle Gase den gleichen

Wert. So erhält man für ein Gramm-Molekül im Liter, wenn man p in Atmosphären und v in Litern rechnet (88),

$$R = \frac{22,42 \times 1}{273} = 0,0821.$$

In Wirklichkeit weicht das Verhalten der Gase von diesem Gesetz etwas ab, wenn auch nur sehr wenig. Regnault (1847) fand, daß Luft und Kohlensäure bei wachsendem Druck ihr Volumen etwas rascher vermindern, als das Mariottesche Gesetz verlangt, Wasserstoff dagegen weniger rasch. Auch ergab sich, daß die Ausdehnungskoeffizienten verschiedener Gase unter sich nicht genau gleich sind, und bei einem und demselben Gas der Ausdehnungskoeffizient dem Spannungskoeffizienten nicht völlig gleich ist. Ein Gas, welches dem Mariotte-Gay-Lussacschen Gesetz genau gehorchen würde, nennt man ein ideales oder vollkommenes Gas. Die Abweichungen der wirklichen Gase von ihrem idealen Zustande nehmen zu mit wachsendem Druck, mit steigender Temperatur aber nähern sich alle Gase dem vollkommenen Gaszustand.

Die Übereinstimmung zwischen den Gesetzen des osmotischen Drucks und den Gasgesetzen bewährt sich auch in bezug auf die Änderung des osmotischen Drucks mit der Temperatur. Denn bei gleichbleibender Konzentration der Lösung nimmt der osmotische Druck proportional der Temperatur und für alle gelösten Stoffe im gleichen Verhältnis zu, und zwar um genau die gleiche Größe ($\frac{1}{273}$ für 1°C) wie bei den Gasen (Pfeffer, 1877. Van't Hoff).

Doch sind auch die den Gasgesetzen entsprechenden Gesetze des osmotischen Drucks nicht in aller Strenge erfüllt, aber um so genauer, je verdünnter die Lösung ist.

106. Reduktion der Gasvolumina. Da eine Gasmenge je nach dem Druck und der Temperatur, welchen sie ausgesetzt ist, jeden beliebigen Raum einnehmen kann, so würde es keinen Sinn haben, den Rauminhalt eines Gases zu messen, wenn man nicht gleichzeitig den Druck und die Temperatur des Gases bestimmte. Kennt man aber diese beiden Umstände, so ist es leicht, an der Hand des Mariotte-Gay-Lussacschen Gesetzes denjenigen Raum zu ermitteln, welchen die nämliche Gasmenge bei einem Druck gleich demjenigen einer Quecksilbersäule von 760 mm und bei einer Temperatur von 0° einnehmen würde, man ist nämlich übereingekommen, den Zustand eines Gases, welcher durch diesen Druck (den Normalbarometerstand) und durch diese Temperatur gekennzeichnet ist, als Normalzustand anzunehmen, auf welchen alle an Gasen angestellten Messungen, um sie vergleichbar zu machen, zurückgeführt werden.

Man habe z. B. eine Gasmenge über Quecksilber in einer in ccm geteilten Röhre aufgefangen, und ihr Volumen v abgelesen; ihren Druck p findet man, wenn man von dem gleichzeitig abgelesenen Barometerstand (mm) die Höhe der noch in der Röhre stehengebliebenen Quecksilbersäule abzieht; die Temperatur t ist die der Umgebung, welche ein in der Nähe hängendes Thermometer zeigt.