Einstweilen beschränke ich mich auf die gemachten kurzen Angaben, indem ich, bevor ich nicht gröfsere Mengen erhalten habe, die noch vorhandene Substanz vorerst zu weiteren Versuchen nicht verwenden will.

Ueberhaupt behalte ich mir vor, über die in dieser Abhandlung beschriebenen oder vorläufig erwähnten neuen Verbindungen weitere Mittheilungen zu machen.

Zum Schlusse sage ich Herrn Prof. Carius, in dessen Laboratorium obige Untersuchung ausgeführt wurde, für seine mir häufig ertheilten Rathschläge verbindlichsten Dank.

Marburg, März 1869.

Ueber die specifische Wärme der gesättigten Dämpfe;

von J. A. Groshans.

1) Regnault hat Formeln:

$$X = A + BT + CT^2 \quad (1)$$

gegeben, um die *totale Dampfwärme* eines Körpers zu berechnen; dies ist bekanntlich die dafür nöthige Wärmemenge, daß die Temperatur einer Flüssigkeit bis auf t^0 gehoben und die Flüssigkeit dann bei dieser Temperatur in Dampf verwandelt werde.

2) Durch Differentiiren der Formel 1:

$$\frac{dX}{dT} = B + 2CT \quad (2)$$

würde man die *specifische Wärme des bei T^0 gesättigten Dampfes* erhalten, wenn die Formeln 1 dazu geeignet wären, diese Anwendung von ihnen zu machen.

3) Man kann indessen diese specifische Wärme nach anderen von Regnault gegebenen Formeln berechnen,

welche die Beziehungen zwischen den Spannkraften F der Dämpfe und den entsprechenden Temperaturen angeben, wie ich dieß weiter unten erklären werde.

4) Die Theorie zeigt :

1 : daß diese spezifische Wärme dem Atomgewicht umgekehrt proportional ist und daß das Product aus der specifischen Wärme in das Atomgewicht für alle Körper eine constante Zahl ist, wenn man die chemischen Formeln so schreibt, daß sie gleich großen Volumen entsprechen. So z. B. Wasser H_2O mit dem Atomgewicht 18; Schwefel S_2 mit dem Atomgewicht 64.

2 : daß die Multiplication dieser specifischen Wärme mit der absoluten Siedetemperatur ($273 + s$) als Product eine der latenten Verdampfungswärme L , bestimmt für den Druck von 760^{mm} , gleiche Zahl giebt.

5) Die folgende Tabelle giebt die specifischen Wärmen c ; die Producte aus c in die Atomgewichte a , $= ac$; und die Producte aus c in die absoluten Siedetemperaturen ($273 + s$) $=$ die latenten Verdampfungswärmen L .

Tabelle I.

Nr.	Name des Körpers	Chem. Formel	Siedep. (Regnault)	Atomgew. a	Spec.W. c	Product ac	L
1	Kohlensäure	CO_2	— 78,2°	44	0,398	17,6	77,6
2	Schwefelwasserstoff	H_2S	61,8	34	0,554	18,8	116,9
3	Ammoniak	NH_3	38,5	17	1,387	23,6	325,1
4	Methylchlorür	CH_3Cl	23,73	50,5	0,412	20,8	102,7
5	Methyläther	C_2H_6O	23,65	46	0,454	20,9	113,3
6	Schweflige Säure	SO_2	10,08	64	0,363	23,3	95,5
7	Aethylchlorür	C_2H_5Cl	+ 12,50	64,5	0,338	21,8	96,5
8	Cyanchlorür	$CyCl$	12,66	61,5	0,408	25,1	116,7
9	Borchlorid	BCl_3	18,23	117,4	0,173	20,3	50,4
10	Aether	$C_4H_{10}O$	34,97	74	0,298	22,1	91,8
11	Aethylbromür	C_2H_5Br	38,37	109	0,201	21,9	61,7

Nr.	Name des Körpers	Chem. Formel	Siedep. (Regnault)	Atomgew. a	Spec.W. c	Product ac	L
12	Schwefelkohlenstoff	CS ₂	46,20	76	0,296	22,5	94,4
13	Aceton	C ₃ H ₆ O	56,30	58	0,393	22,8	129,4
14	Siliciumchlorid	SiCl ₄	56,81	170	0,122	20,8	40,3
15	Chloroform	CHCl ₃	60,16	119,5	0,186	22,3	62,1
16	Methylalkohol	CH ₄ O	66,78	32	0,840	26,9	285,6
17	Aethyljodür	C ₂ H ₅ J	* 72,60	156	0,132	20,6	45,5
18	Phosphorchlorid	PCl ₃	73,80	137,5	0,155	21,3	51,1
19	Chlorkohlenstoff	CCl ₄	76,50	154	0,144	22,2	50,4
20	Alkohol	C ₂ H ₆ O	78,26	46	0,602	27,7	211,4
21	Benzol	C ₆ H ₆	80,36	78	0,293	22,9	103,7
22	Wasser	H ₂ O	100	18	0,478	26,6	551,2
23	Aethylenbromid	C ₂ H ₄ Br ₂	131,60	188	0,115	21,7	46,7
24	Terpentinöl	C ₁₀ H ₁₆	159,15	136	0,174	23,6	75,1
25	Oxals. Methyl	C ₄ H ₆ O ₄	164,20	118	0,217	25,6	94,9
26	Quecksilber	Hg	357,25	200	0,115	22,9	72,3
27	Schwefel	S ₂	* 448,4	64	0,360	23,1	260,1

6) Die in der vorstehenden Tabelle aufgeführten Körper sind nach ihren Siedepunkten, *s*, geordnet, wie dieselben durch Regnault bestimmt worden sind; die mit einem Sternchen bezeichneten sind nach den von ihm gegebenen Formeln berechnet.

7) Ich gebe in dem Folgenden einige Vergleichen, welche die Uebereinstimmung zwischen den beobachteten Verdampfungswärmen *L* und den in der vorhergehenden Tabelle stehenden beurtheilen lassen.

Für Aethylchlorür (Nr. 7 der Tabelle) ist *L* nach Regnault's Beobachtungen = 92,4; berechnet ist *L* = 96,5.

Für Aether (Nr. 10) fand Andrews *L* = 90,5, Person = 91,1, Regnault = 90,2; berechnet ist *L* = 91,8.

Für Schwefelkohlenstoff (Nr. 12) fand Andrews *L* = 86,7, Regnault = 86,6; berechnet ist *L* = 94,4.

Für Aceton (Nr. 13) fand Regnault *L* = 129,7; berechnet ist *L* = 129,4.

Für Chloroform (Nr. 15) fand Regnault *L* = 61,1; berechnet ist *L* zu 62,1.

Für Methylalkohol (Nr. 16) fand Andrews $L = 263,7$, Pierre $263,8$; berechnet ist $L = 285,6$.

Für Aethyljodür (Nr. 17) fand Andrews $L = 46,9$; berechnet ist $L = 45,5$.

Für Phosphorchlorid (Nr. 18) fand Andrews $L = 51,4$; berechnet ist $L = 51,1$.

Für Chlorkohlenstoff CCl_4 (Nr. 19) fand Regnault $L = 46,4$; berechnet ist $L = 50,4$.

Für Alkohol (Nr. 20) fand Andrews $L = 202,4$, Person $= 208,3$, Regnault $= 215,7$; berechnet ist $L = 211,4$.

Für Benzol (Nr. 21) fand Regnault $L = 92,8$; berechnet ist $L = 103,7$.

Für Wasser (Nr. 22) fand Andrews $L = 535,9$, Person $= 536,0$, Regnault $= 536,5$; berechnet ist $L = 551,2$.

8) Aus der Tabelle I und den im Vorhergehenden besprochenen Uebereinstimmungen geht hervor, daß man im Allgemeinen hat :

$$\frac{L}{273 + s} = c \quad (3)$$

und :

$$ac = \text{Const.} \quad (4)$$

welche Constante $= 22$ ungefähr ist.

Die folgende Tabelle enthält noch einige Uebereinstimmungen dieser Art.

Tabelle II.

Nr.	Name des Körpers	Formel	a	s	Latente Wärme L bei $0,760^m$	c	ac
1	Brom	Br_2	160	60	45,6 Andrews	0,137	21,9
2	Zinnchlorid	SnCl_4	258	113	30,5 "	0,079	20,4
3	Methyljodür	CH_3J	142	42	46,1 "	0,146	20,8
4	Oxals. Aethyl	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$	146	182	72,7 "	0,160	23,4
5	Ameisens. Methyl	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	60	32	117,1 "	0,384	23,0
6	Ameisens. Aethyl	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	74	55	105,3 "	0,329	24,3
	Essigs. Methyl				110,2 "		
7	Essigs. Aethyl	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	88	74	107,7 im Mittel		
					92,7 Andrews		
					105,8 Person		
					112,5 Regnault		
					103,7 im Mittel	0,299	26,3

Nr.	Name des Körpers	Formel	a	s	Latente Wärme L bei 0,760 ^m	c	ac
8	Butters. Methyl	$C_5H_{10}O_2$	102	95	87,3 Person	0,237	24,2
9	Amylalkohol	$C_5H_{12}O$	88	132	121,4 Person		
					120,2 Regnault		
10	Buttersäure	$C_4H_8O_2$	88	164	120,8 im Mittel	0,298	20,8
11	Valeriansäure	$C_5H_{10}O_2$	102	175	114,9 Person	0,263	23,1
					103,5 Person	0,231	23,6

Die in den Columnen c und ac stehenden Zahlen resultiren aus der Anwendung der Formeln **3** und **4** auf die beobachteten latenten Wärmen L.

9) Regnault hat bekanntlich die specifischen Wärmen einer großen Anzahl von Gasen und *nicht gesättigten* Dämpfen bestimmt; von letzteren 21, wenn man nur die Flüssigkeiten berücksichtigt, deren Siedepunkt oberhalb 0° liegt. Unter diesen 21 Körpern sind 12, deren specifische Wärmen nur wenig von den von mir für die gesättigten Dämpfe berechneten abzuweichen scheinen; multiplicirt man diese specifischen Wärmen, wie sie Regnault bestimmt hat, mit den Atomgewichten, so findet man nahezu dieselben constanten Zahlen, wie sie schon in Tabelle I stehen.

Tabelle III.

Nr. d. Tab. I	Name des Körpers	Formel	a	nicht gesätt. Dampf		gesätt. Dampf	
				c	ac	c	ac
7	Aethylehlorür	C_2H_5Cl	64,5	0,274	17,7	0,338	21,8
11	Aethylbromür	C_2H_5Br	109	0,182	19,8	0,201	21,9
13	Aceton	C_3H_6O	58	0,412	23,9	0,393	22,8
14	Siliciumehlorid	$SiCl_4$	170	0,133	22,6	0,122	20,7
15	Chloroform	$CHCl_3$	119,5	0,157	18,8	0,186	22,2
18	Phosphorchlorid	PCl_3	137,5	0,131	18,0	0,155	21,3
20	Alkohol	C_2H_6O	46	0,451	20,7	0,602	27,7
	Aethylecyanür	C_2H_5Cy	55	0,425	23,3		
	Aethylenchlorid	$C_2H_4Cl_2$	99	0,229	22,7		
	Arsenchlorid	$AsCl_3$	181,5	0,112	20,3		
	Zinnchlorid	$SnCl_4$	258	0,094	24,2		
	Titanchlorid	$TiCl_4$	192	0,126	24,2		

10) Zur Erklärung, wie ich die in Tabelle I stehenden specifischen Wärmen berechnet habe, will ich mich eines bekannten Beispieles bedienen.

Nehmen wir an, daß ein Cylinder von 1 Quadratmeter Querschnitt 1 Kilogramm. Aetherdampf, bei 35° und $0,76^m$, enthalte, und daß ein Kolben mit einem dafür, daß kein Dampf austrete, genau hinreichenden und nöthigen Gewichte belastet sei; dieses Gewicht wird dem auf 1 Quadratmeter wirkenden mittleren Luftdruck, d. h. 10333 Kilogramm., gleich sein müssen. Das Volum des Aetherdampfes wird unter diesen Umständen 0,3412 Cubikmeter sein; berechnet man die Differenz des Druckes des Dampfes für $(s + 1)^{\circ}$ oder $(s - 1)^{\circ}$ *), so findet man für den Aether den Betrag dieser Differenz $= 27,33^{mm}$.

11) Man findet so für die ganze Arbeit T, die innere sowohl als die äußere, welche durch das Verdampfen von 1 Kilogramm. Aether hervorgebracht wird :

$$T = 27,33 \cdot 13,596 \cdot 0,3412 \cdot (273 + s) \quad (5)$$

$$= 39050 \text{ Kilogramm-Meter (13,596 ist das specifische Gewicht des Quecksilbers). Wenn man die Arbeit mit 423,5 dividirt, so findet man } L = 92,2$$

$$L = \frac{T}{423,5} \quad (6)$$

12) Man hat ferner :

$$c = \frac{L}{273 + s} = 0,2993 \quad (7)$$

und

$$ca = 0,2993 \cdot 74 = 22,1 \quad (8)$$

13) Ich will jetzt diese Formeln verallgemeinern, um sie auf alle Körper anwendbar zu machen.

Regnault hat, um die Resultate seiner Versuche auszudrücken, Formeln gegeben :

*) Man wird das Mittel aus diesen beiden Differenzen der Größen des Drucks nehmen können.

$$\log F = a + b\alpha^t \quad (9),$$

wo F den Druck eines Dampfes in Millimetern bedeutet, a , b und α Constanten sind, welche aus den experimentalen Bestimmungen abzuleiten sind, und $t =$ der Temperatur $T + 0$. — einer gewissen, für jeden Dampf anders anzunehmenden Zahl.

14) Durch Differentiirung der Formel 9 findet man für die Differenz des Drucks eines Dampfes, bei $(s + 1)^0$ oder $(s - 1)^0$, indem man $T = s$ nimmt :

$$\frac{dF}{dt} = (2,30)^2 \cdot \log a \cdot b \cdot \alpha^t \cdot F \quad (10)$$

für den Aether $\frac{dF}{dt} = 27,33$.

15) Um das Volum des Dampfes eines Körpers, bei $0,76^m$ und der Temperatur s , zu berechnen, habe ich die gewöhnlichen Constanten :

1,2932 = dem in Kilogrammen ausgedrückten Gewicht eines Cubikmeters Luft bei 0^0 und $0,76^m$;

0,03455 = der Hälfte des specifischen Gewichtes des Wasserstoffgases, bei 0^0 und $0,76^m$ (das spec. Gewicht der Luft = 1 gesetzt);

273 = der absoluten Temperaturen bei 0^0

angewendet. Dann berechnet sich das Volum V eines Kilogr. Dampf eines Körpers nach der Formel

$$V = \frac{273 + s}{a} C, \quad (11)$$

in welcher

$$C = \frac{a}{273 \cdot 1,2932 \cdot 0,03455} = 0,08198$$

(log = 8,91372)

16) Die Formel 5 wird, wenn man in ihr 27,33 durch $\frac{dF}{dt}$ und 0,3412 durch den Werth von V nach Formel 11 ersetzt, zu

$$T = \frac{dF}{dt} \cdot 13,596 \cdot \frac{(273 + s)^2}{a} \quad (12)$$

und da nach Formel 6 $L = \frac{T}{423,5}$, so hat man :

$$L = \frac{dF}{dt} \cdot \frac{(273 + s)^2}{a} \cdot \frac{13,596}{423,5} C \quad (13)$$

Setzt man in dieser Formel

$$\frac{13,596}{423,5} C = K = 0,002632$$

(log : 7,42028)

so findet man :

$$L = \frac{dF}{dt} \cdot \frac{(273 + s)^2}{a} K \quad (14)$$

Man hat dann :

$$c = \frac{dF}{dt} \cdot \frac{(273 + s)}{a} K \quad (15)$$

und

$$ac = \frac{dF}{dt} \cdot (273 + s) K \quad (16)$$

Die Formeln 9 (die Regnault'schen) geben also direct nur die constanten Zahlen ac , welche die Tabelle I enthält.

17) Man kann noch die specifische Wärme der gesättigten Dämpfe von Körpern nach dem folgenden Verfahren finden :

Es befinde sich in dem Cylinder (§ 10) 1 Kilogrm. Dampf eines Körpers von der Temperatur t^0 , welche etwas höher als s^0 sei, und unter dem Drucke von F^{mm} , wo F größer als 760 sei; das Volum dieses Dampfes wird ausgedrückt werden können (vgl. Formel 11) durch die Formel

$$V = \frac{273 + t}{a} \cdot \frac{760}{F} C \quad (17)$$

(Die Belastung des Kolbens wird immer als dem inneren Druck entsprechend angenommen.)

18) Nehmen wir an, daß der Dampf sich so ausdehne, daß der Druck F allmähig bis zu 760^{mm} abnehme, während die Temperatur t constant bleibe, so geht eine Arbeit T vor sich :

$$T = \frac{F}{760} \cdot 10333 \cdot 2,30 \cdot \log \frac{F}{760} \cdot V \quad (18)$$

und man wird diese Arbeit zu Wärmeeinheiten, c' , umwandeln können durch Division derselben mit 423,5 :

$$c' = \frac{T}{423,5} \quad (19)$$

19) Nun findet man, dafs, wenn man die Zahl der Wärmeeinheiten, c' , durch die Differenz der Temperaturen, $(t - s)$, dividirt, der Quotient die mittlere specifische Wärme (des gesättigten Dampfes) zwischen t und s giebt; und wenn diese Temperaturen nur wenig, um 1 bis 5° z. B., unter einander verschieden sind, so nähert sich der Quotient der specifischen Wärme für die Siedetemperatur.

20) Man hat also für die specifische Wärme c :

$$c = \frac{c'}{t - s} \quad (20)$$

Nimmt man die Formeln **17**, **18**, **19** und **20** zusammen, so findet man :

$$c = k \cdot \log \frac{F}{760} \cdot \frac{273 + t}{a} \cdot \frac{1}{t - s} \quad (21)$$

in welcher Formel

$$k = \frac{10333 \cdot (2,30)}{423,5 \cdot 273 \cdot 1,2932 \cdot 0,03455}$$

(log : 0,66326)

21) Die folgende Tabelle enthält einige Anwendungen der Formel **21** :

Tabelle IV.

Nr.	Name des Körpers	t	s Regnault	Wärmeeinheiten	t-s	Spec. Wärme nach Formel 21	Tabelle I
1	Methylalkohol	— 20	— 22,73	1,614	3,73	0,433	0,412
2	Aethylchlorür	+ 15	+ 12,50	0,815	2,50	0,326	0,338
3	Cyanchlorür	+ 15	12,66	0,829	2,34	0,354	0,408
4	Aether	40	34,97	1,520	5,03	0,302	0,298
5	Aethylbromür	40	38,37	0,290	1,63	0,178	0,201
6	Schwefelkohlenstoff	50	46,20	1,022	3,80	0,269	0,296
7	Chloroform	65	60,16	0,891	4,84	0,184	0,186
8	Alkohol	80	78,26	1,029	1,74	0,591	0,602
9	Quecksilber	360	357,25	0,307	2,75	0,111	0,115
10	Schwefel	450	448,39	0,584	1,61	0,362	0,360

22) Da Regnault gefunden hat, daß die latente Verdampfungswärme mit dem Steigen der Temperatur und des Drucks rasch kleiner wird, so muß dies auch für die spezifische Wärme der gesättigten Dämpfe statt haben.

Für zwei Temperaturen t_a und t_b , wo $t_a > t_b$, welche den Drucken F_a und F_b entsprechen, wird die Formel **21** :

$$c = k \cdot \log \frac{F_a}{F_b} \cdot \frac{273 + t_a}{a} \cdot \frac{1}{t_a - t_b} \quad (22)$$

Die folgende Tabelle enthält die spezifischen Wärmen des Wasserdampfes für verschiedene Temperaturen zwischen 0 und 230°.

Tabelle V.

Spezifische Wärme (und latente Verdampfungswärme) des gesättigten Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen.

t_a	t_b	t im Mittel	mittlere absolute Tempera- tur	spezifische Wärme c	latente Verdampfungswärme	
					berechnet (L)	beobachtet von Regnault
+ 5	— 5	0	273	2,286	624,1	606,5
26	+24	25	298	1,925	573,7	
51	49	50	323	1,792	578,8	571,6
76	74	75	348	1,698	566,6	
101	99	100	373	1,484	553,5	536,5
126	124	125	398	1,360	541,3	
151	149	150	423	1,263	534,3	500,7
176	174	175	448	1,173	525,1	
201	199	200	473	1,096	518,4	464,3
232	231	231,5	504,5	1,006	507,5	

23) Die berechneten latenten Verdampfungswärmen in der vorhergehenden Tabelle sind die Producte aus den absoluten mittleren Temperaturen in die spezifischen Wärmen; man sieht, daß diese latenten Wärmen nicht eine regelmäßige Reihe abnehmender Zahlen bilden. Bei 25° ist $L = 573,7$, bei 50° = 578,8, und bei 75° = 566,6;

es hat also ein Maximum in der Nähe von 50^0 statt. Man findet in der That :

t_a	t_b	L
47	46	577,8
48	47	579,8 (Maximum)
49	48	579,1
50	49	578,9

Ein Minimum hat bei $95,5^0$ statt :

t_a	t_b	L
95	94	557,8
96	95	554,9
97	96	555,5

Das sind solche anscheinende Unregelmäßigkeiten, welche man gewöhnlich als auf der Wirkung von Molecularkräften beruhend betrachtet, verschieden für jeden Körper, deren Untersuchung dazu beitragen kann, die Differenzen zwischen den Resultaten der Rechnung und denen der Beobachtung nach und nach kleiner werden zu lassen.

24) Die Constanten 273, 10333, 423 u. s. w. zeigen einige zufällige und in gewisser Beziehung bemerkenswerthe Coïncidenzen, sofern dieselben zur Unterstützung des Gedächtnisses dienen können; es ist vielleicht nützlich, auf sie aufmerksam zu machen oder an sie zu erinnern.

Nimmt man an, dafs in dem Cylinder (§ 10) sich ein Kilogramm Wasserstoff befinde, so wird dieses Gas, bei 0^0 und $0,76^m$, 11,19 Cubikmeter erfüllen.

Erhöht sich seine Temperatur um 1 Grad, so wird eine äufsere Arbeit T hervorgebracht sein :

$$T = \frac{10333 \cdot 11,19}{273} = 423,53 \quad (23)$$

Der Betrag dieser Arbeit ist also genau der Werth des mechanischen Aequivalentes der Wärme.

25) Diese Arbeit, zu Wärme umgewandelt, ist gleich einer Wärmeeinheit; also für $H_2 = 2$ Wärmeeinheiten, und

2 Wärmeeinheiten auch für O_2 mit dem Atomgewicht 32 und für N_2 mit dem Atomgewicht 28.

26) Man wird drei Arten specifischer Wärme unterscheiden können :

1 : die äußere specifische Wärme, welche sich zu äußerer Arbeit umsetzt oder solche Arbeit hervorbringt;

2 : die innere specifische Wärme, welche eine innere Arbeit hervorbringt;

3 : die totale specifische Wärme, welche zur Erhöhung der Temperatur eines Körpers um 1^0 nöthig ist.

27) Die äußere specifische Wärme ist für die Atomgewichte der einfachen Gase, H_2 , O_2 , N_2 , also = 2.

28) Die äußere specifische Wärme für die Atomgewichte hat bei gesättigten Dämpfen, bei s^0 und $0,76^m$, genau denselben Werth 2.

29) Berechnet man z. B. nach Formel 11 das Volum von einem, in dem Cylinder (§ 11) enthaltenen Kilogramm. Aetherdampf, bei 35^0 und $0,76^m$, so findet man :

$$V = \frac{273 + 35}{74} \cdot \left\{ \frac{1}{273 \cdot 1,2932 \cdot 0,03455} \right\} \quad (24)$$

30) Die äußere Arbeit für Einen Grad bei der Temperatur s berechnet sich nach der Formel :

$$T = \frac{10333}{273 + 35} \cdot V, \quad (25)$$

und da man nach der Formel 19 hat :

$$c' = \frac{T}{423,5}$$

ergibt sich die Zahl der Wärmeeinheiten durch die Formel :

$$c' = \frac{1}{74} \cdot \frac{10333}{423,5 \cdot 273} \cdot \frac{1}{1,2932 \cdot 0,03455}; \quad (26)$$

in der letzten Formel bedeutet der Buchstabe c' , Wärmeeinheiten, zugleich die äußere specifische Wärme, welche ich mit ce bezeichnen werde.

Substituirt man in die Formel **26**

$$c' = ce \text{ und } \frac{1}{1,2932 \cdot 0,03455} = 22,38$$

so wird sie zu

$$ce = \frac{1}{74} \cdot \frac{1,0333 \cdot 22,38}{423,55 \cdot 273}, \quad (27)$$

und da aus der Formel **23**

$$\frac{1,0333 \cdot 22,38}{423,55 \cdot 273} = 2$$

resultirt, so wird die Formel **27** für den Aether :

$$ce = \frac{1}{74} \cdot 2$$

und für einen Körper im Allgemeinen :

$$ce = \frac{2}{a} \quad (28)$$

31) Folglich ist die äufserere specifische Wärme für die Atomgewichte der gesättigten Dämpfe = 2.

32) Wenn auch aus wiederholten Versuchen hervorgehende neue Bestimmungen das eben angegebene einfache Verhältnifs stören können, kann man doch jetzt schon die Bemerkung machen, dafs die complicirten Constanten K und k der Formeln **14** und **21** durch bekannte Zahlen ausgedrückt werden können; nämlich :

$$K = \frac{1}{380} \quad \text{und} \quad k = 2 \cdot 2,30258,$$

wo 380 die Hälfte von 760 (dem Normaldruck in Millimetern) und 2,30258 der Modul der gemeinen Logarithmen.

33) Wenn die totale specifische Wärme für die Atomgewichte der gesättigten Dämpfe bei 760^{mm} Druck wirklich eine constante Zahl, ungefähr = 22, ist, so ist das Verhältnifs zwischen der äufseren und der totalen specifischen Wärme für alle Körper dasselbe und = 2:22 oder = 1:11. Dieses Verhältnifs ändert sich mit dem Druck; es wird kleiner in dem Mafse, als der Druck gröfser wird.

34) Ist in der Formel **16** a eine constante Zahl (nehmen wir an, es sei = 22), so geht aus dieser Formel hervor, daß das Product

$$\frac{dF}{dt} \cdot (273 + s)$$

auch eine constante Zahl sein muß, und da $K = \frac{1}{380}$ ist (§ 32), so hätte man nahezu aus Formel **16** :

$$\frac{dF}{dt} \cdot (273 + s) = 380 \times 22 = 8360 \quad (29)$$

35) Die folgende Tabelle enthält einige dieser Producte :

	$\frac{dF}{dt}$	s	Product (Formel 29)
Ammoniak	38,3	— 38,5	8988
Schweflige Säure	33,1	— 10,1	8870
Aethylchlorür	29,1	+ 12,5	8314
Aethylbromür	26,9	38,4	8372
Schwefelkohlenstoff	26,9	46,2	8574
Aceton	26,4	56,3	8692
Chloroform	25,5	60,2	8497
Methylalkohol	30,2	66,8	10261
Alkohol	30	78,3	10539
Wasser	27,2	100	10142
Quecksilber	13,9	357,2	8751
Schwefel	12,2	448,4	8801.

36) Die zwischen den *Producten* in dieser Tabelle auftretenden Differenzen sind von derselben Art, wie die zwischen den *Producten* a in der Tabelle I; die respectiven Zahlen sind nur viel größer.

37) Nehmen wir für einen Augenblick die Formel **29** als eine ganz richtige an, so erhält man, wenn man in ihr $s = 0$ setzt :

$$\frac{dF}{dt} = \frac{8360}{273} = 30,6.$$

38) Für ein permanentes Gas würde man haben :

$$\frac{dF}{dt} = \frac{760}{273} = 2,784.$$

Der Quotient $\frac{30,6}{2,784} = 11$ giebt wieder dasselbe Verhältniß, welches (§ 33) als zwischen den zwei specifischen Wärmen : der äusseren und der totalen, gesättigter Dämpfe statthabend angegeben wurde.

Rotterdam, October 1868.

Untersuchungen aus dem Universitäts- Laboratorium zu Erlangen.

I. Ueber einige Derivate des Kreosols;

von *Max Biechele*.

(Auszug aus Dessen Inaugural-Dissertation.)

Durch die neueren Arbeiten von Hlasiwetz *), Hugo Müller **) und v. Gorup-Besanez ***) war nicht nur die Eigenthümlichkeit des Kreosols gegenüber dem Phenol aufser Zweifel gesetzt, sondern auch erwiesen, dafs als Hauptbestandtheile des ächten Kreosots *Kreosol* oder *Homoguaïacol* $C_8H_{10}O_2$ und *Guaïacol* $C_7H_8O_2$, beide Verbindungen auch Bestandtheile des rohen Guaïacols von Sobrero und Völckel, zu betrachten seien, und zwar in der Art, dafs bald der eine bald der andere Bestandtheil in den Handelsproducten vorwaltet. So enthielt das vor vielen Jahren von

*) Diese Annalen CVI, 339.

**) Zeitschr. f. Chemie u. Pharm., 1864, S. 103.

*) Diese Annalen CXLIII, 129.