

Zeitschrift für angewandte Chemie.

1891. Heft 2.

Über die Salpetrigsäure-Spannung der nitrosen Schwefelsäure.

Von

G. Lunge.

Es ist ja längst allgemein bekannt, dass die Nitrosylschwefelsäure nur in ihrer Lösung in concentrirter Schwefelsäure eine sehr grosse Beständigkeit besitzt, so zwar, dass beim anhaltenden Kochen einer solchen Lösung nur sehr wenig Salpetrigsäure in das Destillat übergeht (vgl. bes. d. Z. 1888, 661 u. 1890, 447), dass aber Lösungen von Salpetrigsäure in wasserhaltigen Schwefelsäuren um so weniger beständig sind, je grösser die vorhandene Wassermenge und je höher die Temperatur ist. Ist ja doch die Verdünnung und gleichzeitige Erhitzung das vor Einführung des Gloverthurmes allgemein übliche und auch heut noch nicht ganz verschwundene Verfahren zur „Denitrirung“ der nitrosen Schwefelsäure gewesen. Es fehlten aber bis vor Kurzem irgend genauere quantitative Angaben über die Zersetzungsspannung der Nitrose unter verschiedenen Verhältnissen. Für die neueren Theorien der Schwefelsäurefabrikation, bei denen die Bildung und Zersetzung von nitroser Schwefelsäure eine Hauptrolle spielen, sind genaue Daten in der erwähnten Richtung ungemein wünschenswerth, und dies hat die Veranlassung dazu gegeben, dass Sorel, dem ja gerade ein erheblicher Antheil an der Entwicklung dieser Theorien zukommt, die bestehende Lücke durch eine Reihe von Versuchen wenigstens theilweise auszufüllen gesucht hat (vgl. d. Z. 1889, 278 und Bull. de Mulhouse 1889, 257). Sorel's Versuche waren mit einem ebenso sinnreichen, wie complicirten Apparate an- gestellt, und müssen einen ungemein grossen Aufwand an Zeit und Mühe gekostet haben; aber gerade dies hat ihn vermuthlich daran gehindert, seine Versuchsreihen weit genug auszudehnen, um für praktische Zwecke brauchbare Tabellen aufzustellen, und ge- steht er diese Lückenhaftigkeit und Unvoll- kommenheit selbst zu. In der That lässt sich mit Sorel's Zahlen die Theorie des Kammerbetriebes quantitativ durchaus nicht

verfolgen, um so mehr, als die meisten der- selben sich auf in der Kammer nur selten vorkommende Concentrationen und Tempe- raturen beziehen.

Da nun aber derartige Tabellen über die Zersetzungsspannung von nitroser Schwefel- säure (d. h. Lösungen, welche Nitrosyl- schwefelsäure und daneben möglicherweise freie Salpetrigsäure enthalten) ein wirkliches Bedürfniss in theoretischer und praktischer Beziehung zu sein scheinen, so entschloss ich mich, eine systematischere Arbeit in dieser Richtung, als dies Sorel gethan hatte, durchzuführen, was ich allerdings ohne die höchst aner kennenswerthe Hingebung der Herren R. Zalociecki und L. March- lewski nicht hätte thun können, da diese Arbeit eine äusserst zeitraubende und nicht gerade kurzweilige war. Obwohl nun das, was jetzt vorliegt, schon beinahe hundert Einzelversuche umfasst, so bin ich mir doch bewusst, dass die Aufgabe, welche ich mir gestellt hatte, auch jetzt nur unvollkommen gelöst ist. Es galt, folgende Factoren zu variiren: die Concentration der Schwefel- säure, ihren Gehalt an Salpetrigsäure, die Temperatur und sogar auch die mit der Säure in Berührung kommende Gasmenge. Wenn man bedenkt, welche Unzahl von Combinationen sich hieraus ergibt, so wird man zugeben, dass es für den Einzelnen kaum möglich ist, allen Ansprüchen in Be- zug auf Vollständigkeit zu entsprechen, um so mehr, als zur Verhütung von Irrthümern jeder Versuch ohne Ausnahme doppelt, an- gestellt und ebenso jede analytische Bestim- mung mindestens einmal wiederholt wurde. Ich beschränkte mich also von vornherein auf solche Grenzen, wie sie in der Praxis der Schwefelsäurefabrikation vorkommen, und wählte innerhalb derselben nur wenige Zwischenwerthe aus. So nahm ich also die Concentration der Säuren nur zwischen 1,60 und 1,72, sage zwischen 54 und 60° Bé., weil unterhalb dieser Grenze die Beständig- keit der Lösung zu gering ist, stärkere Säuren als 60° aber im Kammerbetrieb nicht vorkommen (von den Thürmen abge- sehen). Die Temperaturen wählte ich zwischen 50 und 90°, ebenfalls entspre- chend den äussersten Grenzen im Haupt- theile des Kammer systems. Die Menge der

Salpetrigsäure wurde je nach der Stärke der Säure abgeändert, wie die Einzelzahlen zeigen werden. Die Gasmenge endlich wurde in allen Fällen gleich gehalten. So entstanden eine Anzahl von Versuchsreihen, deren grösster Theil, nebst allen Vorversuchen, von Herrn Zalociecki ausgeführt wurden; Herrn Marchlewski verdanke ich sowohl die Durchführung von drei Versuchsreihen, welche nach dem Abgange des erstgenannten Herrn noch wünschbar erschienen, als auch die Berechnung der Ergebnisse vermittels der aus den Versuchen abgeleiteten Curven auf Zahlentabellen.

Wir besitzen damit allerdings nur die Daten für vier verschiedene Stärken von Säuren (die Stärke derselben bei den Einzelversuchen konnte nicht unbedingt identisch gehalten werden, schwankte aber doch nur in der dritten Decimalstelle). Eine weitere Ausdehnung der Arbeit war zur Zeit nicht möglich, so wünschenswerth auch ihre Durchführung für eine grössere Anzahl von Concentrationen gewesen wäre.

chem etwa vorhandenes Stickoxyd zurückgehalten wurde.

In der Skizze Fig. 40 bedeutet *a* ein graduirtes Gasometer für die Kohlensäure; *b* ist eine Versinnlichung der Absorption des darin enthaltenen Sauerstoffs durch Kupferchlorürlösung, wozu in Wirklichkeit zwei Mitscherlich'sche Kugelhöhen verwendet wurden; das Gas wurde dann durch Wasser gewaschen und durch zwei Schwefelsäureflaschen getrocknet, was durch *c* angedeutet ist. Mehrere Vorversuche zeigten, dass so behandelte Kohlensäure vollkommen indifferent gegen Nitrose ist, und dass man sich die sehr lästige Darstellung von grossen Mengen sauerstofffreien Stickstoffs ersparen konnte. Die Versuche wurden stets so ausgeführt, dass in einer Stunde genau 5 l Kohlensäure aus dem Gasometer *a* in ganz regelmässigem Strome durch den Apparat geführt wurden, worauf der Versuch beendet wurde.

Um nicht durch den Gasstrom die Säure abzukühlen und sich zugleich den in einer

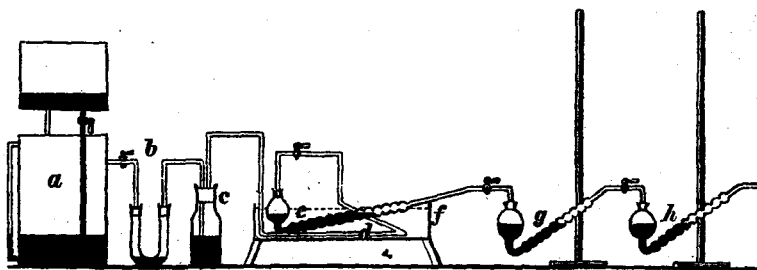


Fig. 40.

Die Anordnung der Versuche war folgende, mit Bezugnahme auf die schematische Zeichnung Fig. 40. Ein Strom sauerstoff- und wasserfreier Kohlensäure wurde in genau geregelter Menge durch ein Zehnkugelhöhen (vgl. d. Z. 1890, 567, Fig. 234) geleitet, welches die zu untersuchende Nitrose enthielt¹⁾. Dieses Rohr befand sich in einem als Wasserbad dienenden langen Blechkasten, welcher zugleich zur Vorwärmung der Kohlensäure auf die Beobachtungstemperatur diente und welcher durch eine oder mehrere Gasflammen geheizt wurde. Von da gelangte das Gas in ein zweites Kugelhöhen, gefüllt mit concentrirter Schwefelsäure zur Absorption der nitrosen Gase, und dann noch in ein drittes, mit angesäuerter Chammäleonlösung gefülltes Kugelhöhen, in wel-

Kammeratmosphäre herrschenden Bedingungen zu nähern, wurde das Gas auf dieselbe Temperatur wie die Versuchssäure gebracht. Zu diesem Zwecke befand sich in dem Warmwasserkasten *f* ein hin- und hergehendes Kupferrohr *d*, welches, soweit es aus dem Wasser herausragte, mit Asbestpapier mehrfach umwickelt war. Das Kohlensäuregas nahm also zuerst dieselbe Temperatur wie die in dem Kugelhöhen *e* befindliche Säure an, ehe es auf diese einwirkte. Die Temperatur in *f* wurde durch oftmaliges Umrühren so gleichmässig als möglich erhalten, und liess sich bis auf 1 bis 2° genau reguliren.

Für jeden Versuch wurden 50 cc Nitrose angewendet; das Kugelhöhen wurde vorher entweder vollständig getrocknet, oder mit reiner Säure von gleichem specifischen Gewichte wie die zu untersuchende Nitrose ausgespült, um keinen Fehler durch anhängendes Wasser zu begehen.

Nachdem sich nun die Kohlensäure in dem Rohre *a*, wo sie in innigste Berührung

¹⁾ Die Figur ist in dem oben erwähnten Aufsatz nicht richtig gestellt, d. h. nicht in der Stellung, welche sie bei der Arbeit annimmt, nämlich der kürzere Schenkel senkrecht und der Zehnkugelhöhen schief nach oben zeigend, wie es die jetzt gegebene Figur zeigt.

mit der Nitrose kommen musste, mit einer den herrschenden Bedingungen entsprechenden Menge von nitrosen Gasen beladen hatte, strich sie zunächst durch das mit 100 cc concentrirter Schwefelsäure beschickte Zehnkugelhrohr *g*, wo die Salpetrigsäure zurückgehalten wurde. Zum Zwecke der Analyse wurde der Inhalt des Rohres später in ein 200 cc-Kölbchen gegossen, mit reiner concentrirter Säure nachgespült, bis zur Marke aufgefüllt und die Mischung sowohl durch Chamäleon-titrirung wie mit dem Nitrometer analysirt. Als letzteres diente ein mit Gasvolumeter combinirtes Zersetzungsgefäss, wie es in d. Z. 1890, 141 in Fig. 46 gezeigt ist. Bei den Ausgangsnitrosen sowie den Absorptionssäuren stimmten die Resultate beider Methoden fast vollständig überein; bei den Absorptionssäuren konnte in den Fällen, wo die vorhandenen Mengen von N_2O_3 sehr gering waren, manchmal nur die Chamäleonmethode angewendet werden.

Endlich gelangte das Gas noch in dem Kugelhrohr *h* in Halbnormalchamäleon, das sehr stark mit Schwefelsäure angesäuert war, wo das Stickoxyd zurückgehalten und in gewöhnlicher Weise bestimmt wurde; berechnet wurde es als N_2O_3 , da es jedenfalls durch Spaltung derselben entstanden war.

Da stets nur ein Theil der vorgelegten Absorptionsflüssigkeiten zur Analyse kam, so konnte jede Einzelbestimmung wenigstens einmal wiederholt werden, was auch regelmässig geschehen ist.

In sehr vielen Fällen wurde auch die nach dem Versuche in *e* zurückbleibende Säure nochmals auf ihren Gehalt an Salpetrigsäure untersucht; doch waren die Ergebnisse hiervon, namentlich bei den concentrirten Säuren, deren Salpetrigsäurespannung sehr gering ist, lange nicht so genau zu erlangen, als bei der Analyse der Vorlegungsflüssigkeiten, bei denen man weit grössere Mengen der Analyse unterwerfen konnte und musste, was die unvermeidlichen Versuchsfehler entsprechend verringert.

Ich führe nun zunächst die unmittelbaren Ergebnisse der Versuche mit Säuren von bestimmtem specifischen Gewicht und verschiedenen Gehalten an Salpetrigsäure an. Dargestellt wurden diese Säuren durch Auflösen von fester Nitrosylschwefelsäure und chemisch reiner Schwefelsäure. Die Lösungen zeigten sich frei von Salpetersäure, deren Gegenwart sonst die Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der Chamäleon- und der Nitrometermethode störend beeinflusst hätte. Die folgenden Tabellen geben an 1. den absoluten Ver-

lust an N_2O_3 in Gramm auf den Liter der Säure bei einstündiger Einwirkung von 5 l Kohlensäure; 2. den Verlust an Procent der vorhandenen N_2O_3 ; 3. die aus 50 g der

1. Spec. Gewicht der Nitrose: 1,720.

Nitrose enthaltend im Liter	Verlust in Proc. N_2O_3 im Liter Säure	Verlust in Proc. des N_2O_3 -Ge- haltes	Weggeführt Proc. N_2O_3 aus 50 cc Säure durch 5 l CO_2 in 1 Stunde
a) 29,69 g N_2O_3			
Verlust bei 50°			
- - 60	0,061	0,207	0,00307
- - 70	0,110	0,373	0,00554
- - 80	0,272	0,915	0,01360
- - 90	0,527	1,770	0,02636
	0,918	3,693	0,04592
b) 38,15 g N_2O_3			
Verlust bei 50°			
- - 60	0,143	0,376	0,00718
- - 70	0,493	1,292	0,02466
- - 80	0,697	1,827	0,03487
- - 90	1,227	3,216	0,06136
	1,619	4,245	0,08099
c) 49,25 g N_2O_3			
Verlust bei 50°			
- - 60	0,527	1,070	0,02636
- - 70	0,901	1,830	0,04507
- - 80	1,258	2,596	0,06293
- - 90	1,718	3,488	0,08590
	2,330	4,731	0,11652

2. Spec. Gew. der Nitrose: 1,686.

Enthaltend im Liter	Proc. N_2O_3 im Liter	Proc. des N_2O_3 -Ge- haltes	Weggeführt Proc. N_2O_3 aus 50 cc Ni- trose durch 5 l CO_2 in 1 Stunde
a) 20,91 g N_2O_3			
Verlust bei 60°			
- - 70	0,138	0,661	0,00691
- - 80	0,263	1,258	0,01316
- - 85	0,520	2,486	0,02600
- - 90	0,602	2,879	0,03011
	0,781	3,736	0,03907
b) 29,50 g N_2O_3			
Verlust bei 50°			
- - 60	0,060	0,206	0,00304
- - 70	0,417	1,414	0,02087
- - 75	0,698	2,366	0,03490
- - 80	1,488	4,367	0,07442
- - 85	1,645	5,579	0,08229
- - 90	2,259	7,659	0,11297
	2,705	9,136	0,13527
c) 40,20 g N_2O_3			
Verlust bei 50°			
- - 60	0,510	1,269	0,02551
- - 70	0,782	1,946	0,03912
- - 75	1,567	3,900	0,07839
- - 80	2,250	5,597	0,11251
- - 85	3,107	7,730	0,15538
- - 90	4,491	11,172	0,22457
	5,633	14,011	0,28165
d) 48,29 g N_2O_3			
Verlust bei 50°			
- - 60	1,042	2,159	0,05213
- - 70	1,600	3,314	0,08002
- - 75	2,785	5,768	0,13928
- - 80	3,582	7,419	0,17914
- - 85	4,164	8,623	0,20821
- - 90	5,907	12,234	0,29539
	7,878	16,314	0,33931

Versuchsnitrose durch die innerhalb einer Stunde durchgeleiteten 5 l Kohlensäure weggeführte Menge von N_2O_3 .

3. Spec. Gew. der Nitrose: 1,633.

Nitrose enthaltend im Liter	Verlust in Proc. N_2O_3 im Liter der Säure	Verlust in Proc. des N_2O_3 -Ge- haltes	Weggeführt Proc. N_2O_3 aus 50 cc Ni- trose durch 5 l CO_2 in 1 Stunde
a) 5,14 g N_2O_3			
Verlust bei 50°	0,245	4,769	0,01225
- - 60	0,319	6,217	0,01597
- - 70	0,484	9,420	0,02420
- - 80	0,774	15,070	0,03872
- - 90	0,844	16,426	0,04220
b) 10,29 g N_2O_3			
Verlust bei 50°	0,738	7,174	0,03691
- - 60	1,037	10,083	0,05198
- - 70	1,567	15,238	0,07839
- - 80	2,175	21,138	0,10875
- - 90	2,961	28,780	0,14807
c) 22,31 g N_2O_3			
Verlust bei 50°	1,786	8,004	0,08930
- - 60	2,874	12,883	0,14373
- - 70	4,001	17,933	0,20006
- - 80	5,617	25,175	0,28085
- - 90	7,014	31,440	0,35074
d) 32,18 g N_2O_3			
Verlust bei 50°	5,324	16,546	0,26620
- - 60	6,432	19,991	0,32163
- - 70	8,685	26,990	0,43425
- - 80	11,332	35,217	0,56660
- - 90	16,537	51,390	0,58268

4. Spec. Gew. der Nitrose: 1,60.

Nitrose enthaltend im Liter	Verlust in Proc. N_2O_3 im Liter der Säure	Verlust in Proc. des N_2O_3 -Ge- haltes	Weggeführt Proc. N_2O_3 aus 50 cc Ni- trose durch 5 l CO_2 in 1 Stunde
a) 2,36 g N_2O_3			
Verlust bei 50°	0,163	6,911	0,00815
- - 60	0,326	13,848	0,01634
- - 70	0,564	23,930	0,02823
- - 80	0,879	37,284	0,04899
- - 90	1,072	45,467	0,05364
b) 5,82 g N_2O_3			
Verlust bei 50°	1,022	17,567	0,05110
- - 60	1,402	24,106	0,07011
- - 70	1,592	27,368	0,07961
- - 80	2,369	40,727	0,11847
- - 90	3,192	54,879	0,15963
c) 10,11 g N_2O_3			
Verlust bei 50°	2,024	20,008	0,10121
- - 60	3,102	30,668	0,15513
- - 70	4,044	39,975	0,20220
- - 80	5,009	49,519	0,25048
- - 90	6,527	64,522	0,32637
d) 19,86 g N_2O_3			
Verlust bei 50°	4,643	23,436	0,23218
- - 60	6,378	32,123	0,31893
- - 70	8,494	42,780	0,42474
- - 80	14,266	71,844	0,71330
- - 90	14,668	73,879	0,73341

Aus den hier mitgetheilten Ergebnissen wurden nun verschiedene Curven construirt und blieb ich zuletzt, da eine Vereinfachung doch unbedingt nothwendig war, bei den Zahlen der ersten Spalte stehen, also bei dem absoluten Verluste an N_2O_3 in Gramm auf 1 l der Versuchsnitrose, wie er sich unter denselben Versuchsbedingungen, nämlich Durchleiten von gerade 5 l reiner Kohlensäure durch 50 cc Nitrose im Verlaufe einer Stunde herausstellte. Die Curven wurden immer für eine bestimmte Stärke der Säure in der Art construirt, dass die ursprünglich vorhandene Menge von N_2O_3 in Gramm für 1 l als Abscisse, die Abnahme der N_2O_3 , ebenfalls in g für 1 l, als Ordinate aufgetragen und die Versuchsergebnisse dementsprechend eingetragen wurden. Durch Verbindung der für eine bestimmte Temperatur erhaltenen Werthe erhielt man eine (punktirt aufgetragene) gebrochene Linie, welche in einigen Fällen ohne jede Correctur, in den übrigen mit geringen Correcturen in eine (als ganze Linie aufgetragene) Curve übertragen werden konnte. Die hier folgenden Figuren 41 bis 44 und Verkleinerungen der ursprünglich angelegten Curven, wie sie zur Berechnung der weiter unten folgenden Tabellen durch graphische Interpolationen dienten. Man wird sich daraus überzeugen, dass die Beobachtungen, welche so nahe mit geraden Linien oder wirklichen Curven zusammenfallen, einen den Umständen nach genügenden Grad von Genauigkeit besitzen, wo eine Interpolation jedenfalls zulässig ist. Übrigens gebe ich ja gerade sowohl die Originalbeobachtungen, als auch die uncorrectirten Curven darum wieder, damit Jeder sein eigenes Urtheil über den Genauigkeitsgrad der mitgetheilten Resultate bilden kann.

Die Curven weisen deutlich darauf hin, dass in den stärkeren Säuren und bei niedrigerer Temperatur das N_2O_3 als Nitrosylschwefelsäure gebunden ist, dass aber diese mit Erhöhung sowohl der Verdünnung, als auch der Temperatur in freie Salpetrigsäure übergeht und demgemäss schnell entweicht; dies wird durch den mehr oder weniger steilen Verlauf der Curven angezeigt.

Aus den corrigirten Curven sind nun die folgenden Tabellen abgeleitet, welche für die vier betreffenden Säuren direkt zu benutzen sind und deren Zahlen sich von den wirklichen Werthen nicht allzuweit entfernen dürften. Leider ist eine Interpolation für die dazwischen liegenden Säureconcentrationen schon darum schwierig, weil ja das specifische Gewicht nicht nur durch den Gehalt an H_2SO_4 , sondern auch durch den-

Verlust g pro Liter.



Fig. 41. Nitrose v. 1,720 sp. G.

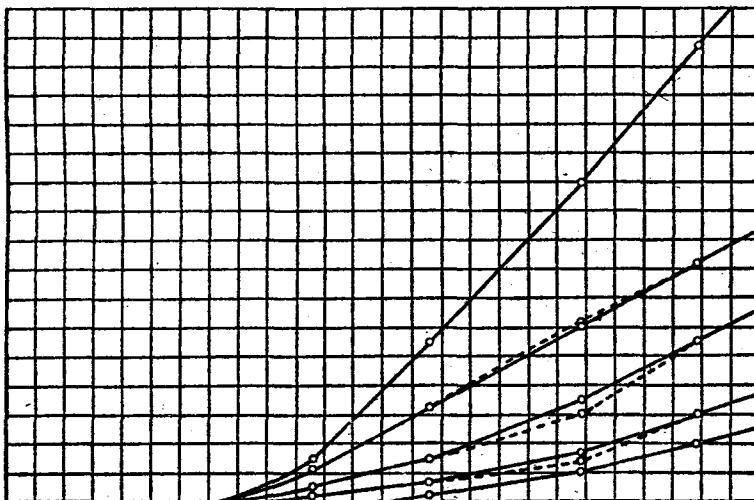


Fig. 42. Nitrose v. 1,686 sp. G.

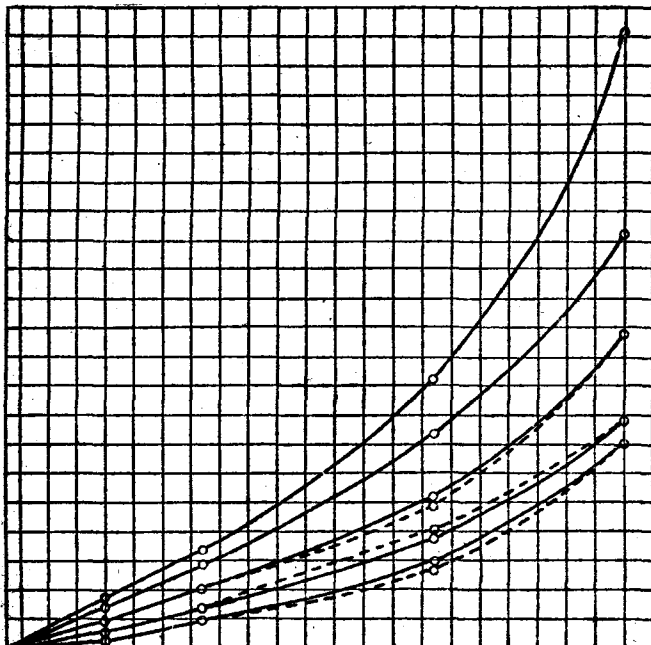


Fig. 43. Nitrose v. 1,635 sp. G.

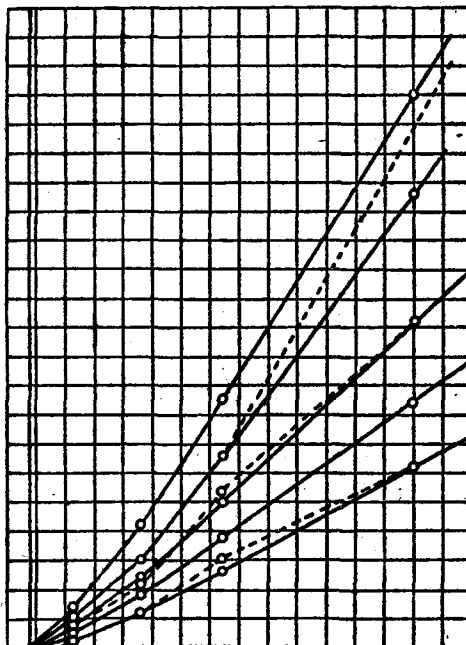


Fig. 44. Nitrose v. 1,60 sp. G.

jenigen an N_2O_3 beeinflusst wird. Soll man nach den specifischen Gewichten, oder nach den reinen Säuren entsprechenden Gehalten an H_2SO_4 oder, was das Richtigste wäre, nach dem wirklichen Gehalt an H_2SO_4 bez. an H_2O gehen? Leider liegen für nitrose Säuren Gehaltstabellen nach dem specifischen Gewichte, welche ja eine ungeheure Ausdehnung haben müssten, weil immer zwei Factoren sich abändern, gar nicht vor; und selbst wenn man solche hätte, so ist es kaum anzunehmen, dass die

1. Nitrose vom spec. Gew. 1,720 (ungef. 78 Proc. H_2SO_4). Verlust in g bei einstündiger Behandlung bei:

Urspr. Gehalt in 1 l	50°	60°	70°	80°	90°
1	—	—	—	—	0,006
2	—	—	—	—	0,018
3	—	—	—	—	0,025
4	—	—	—	—	0,031
5	—	—	—	—	0,037
6	—	—	—	—	0,043
7	—	—	—	0,006	0,056
8	—	—	—	0,010	0,068
9	—	—	—	0,012	0,081
10	—	—	—	0,018	0,093
11	—	—	—	0,025	0,112
12	—	—	—	0,030	0,125
13	—	—	—	0,031	0,143
14	—	—	—	0,043	0,168
15	—	—	0,006	0,056	0,193
16	—	—	0,010	0,068	0,218
17	—	—	0,006	0,087	0,250
18	—	—	0,012	0,106	0,281
19	—	—	0,025	0,125	0,318
20	—	—	0,031	0,150	0,356
21	—	—	0,043	0,175	0,400
22	—	—	0,062	0,200	0,450
23	—	0,006	0,081	0,237	0,500
24	0,006	0,018	0,100	0,275	0,550
25	0,012	0,031	0,125	0,312	0,600
26	0,018	0,043	0,150	0,356	0,662
27	0,031	0,062	0,181	0,400	0,725
28	0,043	0,081	0,212	0,450	0,800
29	0,062	0,100	0,256	0,500	0,850
30	0,081	0,125	0,293	0,550	0,956
31	0,093	0,162	0,337	0,612	1,043
32	0,112	0,200	0,387	0,641	1,125
33	0,125	0,237	0,391	0,743	1,206
34	0,143	0,275	0,475	0,806	1,287
35	0,156	0,312	0,525	0,868	1,375
36	0,175	0,350	0,575	0,931	1,456
37	0,193	0,381	0,618	1,000	1,543
38	0,206	0,418	0,662	1,062	1,625
39	0,237	0,456	0,718	1,125	1,712
40	0,268	0,500	0,775	1,193	1,800
41	0,293	0,543	0,831	1,256	1,890
42	0,325	0,587	0,887	1,331	1,975
43	0,350	0,631	0,937	1,400	2,062
44	0,376	0,675	0,993	1,468	2,150
45	0,406	0,712	1,050	1,537	2,237
46	0,437	0,756	1,106	1,606	2,325
47	0,462	0,800	1,162	1,675	2,392
48	0,493	0,837	1,218	1,743	2,500
49	0,518	0,881	1,268	1,806	2,537
50	0,550	0,931	1,325	1,875	2,675

Abänderungen der Salpetrigsäurespannung zwischen zwei Säuren von gleichem Wassergehalt in einer geraden Linie verlaufen würden. Die entsprechenden Curven zu construiren, habe ich nicht einmal versuchsweise zu thun gewagt, und lege das Material dem Leser so vor, wie es steht. Wo also für einen speciellen Zweck die Salpetrigsäurespannungen von Säuren erfordert werden, welche von den hier untersuchten erheblich abweichen, da wird man Interpolationen nach Gutdünken eintreten lassen müssen und natürlich keinen sehr hohen Grad von Genauigkeit erwarten dürfen.

2. Nitrose vom spec. Gew. 1,686 (ungef. 76 Proc. H_2SO_4). Verlust g im Liter in einer Stunde bei Temperaturen von:

Urspr. Geh. in g in 1 l	50°	60°	70°	80°	90°
8	—	—	—	—	0,025
9	—	—	—	—	0,036
10	—	—	—	0,012	0,050
11	—	—	—	0,018	0,062
12	—	—	—	0,025	0,086
13	—	—	0,010	0,050	0,125
14	—	—	0,012	0,075	0,162
15	—	—	0,025	0,100	0,225
16	—	—	0,050	0,150	0,286
17	—	0,010	0,062	0,200	0,350
18	—	0,012	0,100	0,262	0,436
19	—	0,025	0,150	0,350	0,525
20	—	0,050	0,186	0,425	0,625
21	—	0,075	0,250	0,525	0,750
22	—	0,112	0,300	0,650	0,975
23	—	0,136	0,350	0,775	1,200
24	—	0,175	0,400	0,900	1,436
25	0,010	0,200	0,462	1,025	1,662
26	0,012	0,236	0,512	1,175	1,900
27	0,025	0,262	0,562	1,300	2,125
28	0,036	0,300	0,612	1,436	2,350
29	0,050	0,336	0,675	1,575	2,600
30	0,062	0,362	0,750	1,700	2,812
31	0,100	0,412	0,850	1,842	3,086
32	0,136	0,462	0,990	1,975	3,350
33	0,186	0,512	1,050	2,100	3,625
34	0,225	0,575	1,150	2,236	3,900
35	0,275	0,625	1,250	2,362	4,175
36	0,312	0,675	1,336	2,500	4,450
37	0,350	0,725	1,436	2,625	4,736
38	0,400	0,525	1,536	2,762	5,000
39	0,436	0,886	1,636	2,900	5,275
40	0,486	0,886	1,736	3,025	5,550
41	0,550	0,950	1,850	3,150	5,850
42	0,612	1,050	1,986	3,275	6,125
43	0,686	1,125	2,112	3,412	6,400
44	0,750	1,212	2,250	3,525	6,700
45	0,825	1,300	2,325	3,736	6,975
46	0,886	1,386	2,500	3,825	7,250
47	0,962	1,475	2,636	3,962	7,536
48	1,025	1,512	2,762	4,100	7,825
49	1,100	1,650	2,886	4,236	8,100

3. Nitrose vom spec. Gew. 1,633 (ung. 71 $\frac{1}{2}$ Proc. H_2SO_4). Verlust g im Liter in einer Stunde bei Temperaturen von:

Urspr. Geh. g in l	50°	60°	70°	80°	90°
1	0,012	0,025	0,036	0,100	0,150
2	0,050	0,075	0,086	0,225	0,300
3	0,100	0,150	0,186	0,350	0,436
4	0,162	0,212	0,300	0,536	0,612
5	0,212	0,300	0,436	0,736	0,825
6	0,300	0,425	0,636	1,000	1,112
7	0,400	0,562	0,836	1,275	1,425
8	0,500	0,712	1,036	1,550	1,750
9	0,600	0,835	1,236	1,812	2,062
10	0,700	0,936	1,436	2,086	2,375
11	0,800	1,125	1,636	2,350	2,712
12	0,871	1,262	1,825	2,636	3,075
13	0,986	1,400	2,036	2,900	3,436
14	1,086	1,536	2,225	3,175	3,800
15	1,186	1,675	2,412	3,450	4,162
16	1,275	1,800	2,612	3,725	4,512
17	1,375	1,936	2,786	4,000	4,886
18	1,475	2,086	2,975	4,262	5,236
19	1,562	2,250	3,186	4,550	5,600
20	1,662	2,412	3,400	4,850	5,986
21	1,812	2,612	3,650	5,162	6,400
22	1,975	2,812	3,912	5,512	6,862
23	2,186	3,062	4,250	5,912	7,425
24	2,436	3,336	4,612	6,350	8,036
25	2,700	3,636	5,000	6,800	8,662
26	3,000	3,950	5,412	7,300	9,362
27	3,312	4,300	5,850	7,812	10,150
28	3,662	4,636	6,325	8,400	11,000
29	4,025	5,012	6,812	9,025	11,986
30	4,412	5,412	7,350	9,675	13,125
31	4,800	5,836	7,950	10,386	14,500
32	5,236	6,325	8,575	11,175	16,362

4. Nitrose vom spec. Gew. 1,60 (ung. 69 Proc. H_2SO_4). Verlust g im Liter in einer Stunde bei Temperaturen von:

Urspr. Geh. g in l	50°	60°	70°	80°	90°
1	0,050	0,086	0,175	0,336	0,412
2	0,100	0,236	0,436	0,725	0,912
3	0,325	0,525	0,775	1,150	1,500
4	0,562	0,836	1,250	1,910	2,100
5	0,812	1,150	1,500	2,120	2,700
6	1,050	1,450	1,900	2,500	3,350
7	1,286	1,800	2,350	3,100	4,112
8	1,512	2,150	2,800	3,725	4,900
9	1,750	2,425	3,250	4,336	5,686
10	1,975	2,812	3,712	4,900	6,475
11	2,250	3,162	4,436	5,625	7,300
12	2,512	3,536	4,675	6,325	8,125
13	2,786	3,936	5,150	7,012	8,962
14	3,065	4,250	5,650	7,700	9,750
15	3,360	4,612	6,125	8,400	10,625
16	3,600	4,975	6,612	9,125	11,462
17	3,862	5,350	7,100	9,525	12,250
18	4,150	5,712	7,600	10,462	13,136
19	4,425	6,075	8,086	11,350	13,975
20	4,700	6,425	8,562	11,850	14,800

Schüttelmaschine für die Analyse der Superphosphate.

Von

O. Güssefeld (Hamburg).

Eine Schüttelmaschine für Hand- und Motorbetrieb, welche bei Gelegenheit der Verbands-Versammlung der Versuchsstationen in Bremen 1890 zur Ansicht ausgestellt war, hat sich als practisch bewährt. Ich wurde deshalb dazu bestimmt, die Construction zu veröffentlichen, was hiermit geschieht.

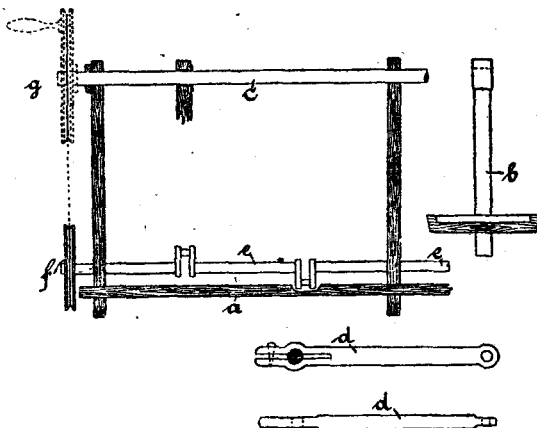


Fig. 45 bis 48.

In einem Gestell *a* (Fig. 45 bis 50), bestehend aus einer Fussplatte mit zwei oder mehreren Ständern, ist eine Kurbelwelle *e* gelagert, von welcher aus mittels Stangen *d* die auf einer festgelagerten Achse *c* sich bewegenden Schwingen *b* in schüttelnde Bewegung gebracht werden. Diese Schwingen sind zur Aufnahme der zu schüttelnden Flaschen (Literkolben) bestimmt. Letztere werden durch Federn oder sonstige geeignete Vorrichtungen gehalten. Der Antrieb erfolgt mittels Schnurscheibe *f* von einem „Motor“ aus, für „Handbetrieb“ wird die Kraft übertragen von dem auf Achse *c* lose sich drehenden Handrad *g*. Dieses ist ebenfalls als Schnurscheibe ausgebildet und dazu bestimmt, die Kurbelachse in entsprechend raschere Bewegung zu bringen.

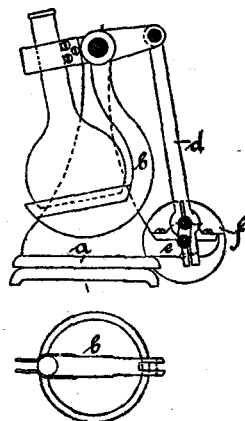


Fig. 49 und 50.

Diese Schüttelmaschine ist insbesondere dazu geeignet, die Superphosphate auszu-