

Studien zum Raman-Effekt

Mitteilung 97: Mehrfach substituierte Benzole XII (Beobachtungen an Para-Derivaten)

Von

O. PAULSEN

187. Mitteilung aus dem physikalischen Institut der Technischen Hochschule Graz

Mit 3 Figuren im Text

(Eingegangen am 17. 1. 1939. Vorgelegt in der Sitzung am 19. 1. 1939)

Im Folgenden werden die Ergebnisse von Beobachtungen¹ mitgeteilt, die die Kenntnisse betreffend die Schwingungs-Spektren para-substituierter Benzole vervollständigen sollen. Einerseits wurden die Polarisations-Verhältnisse in den Raman-Spektren der folgenden p-Derivate bestimmt: Der kernsubstituierten Toluole $X \cdot C_6H_4 \cdot CH_3$ und Anisole $X \cdot C_6H_4OCH_3$ mit $X = NH_2, OH, OCH_3, CH_3, F, Cl, Br, J$, ferner von Dichlorbenzol, Chloranilin und Chlorbrombenzol; außerdem vom Monoderivat Anisol und von Benzol selbst; die zahlenmäßigen Ergebnisse sind in den 19 Tabellen des Anhangs zusammengestellt. Andererseits wurden mit Hilfe der Festkörper-Apparaturen I und II neu aufgenommen die Ramanspektren der folgenden pulverförmigen p-Derivate: Hydrochinon, für welches eine Beobachtung an alkoholischer Lösung allerdings bereits vorliegt, Phenylendiamin, Dijodbenzol, Oxy- und Jod-Anilin.

Experimenteller Teil.

Als Polarisations-Apparatur wurde die von REITZ¹ beschriebene verwendet, an der einige kleine Abänderungen angebracht wurden. Zunächst wurde sie, da einige der interessierenden Substanzen bei Zimmertemperatur noch nicht flüssig sind, für Verwendung bei höherer Temperatur eingerichtet. Zu diesem Zweck wurde die Chinosollösung, die das belichtete Ramanrohr in einem Glastrog mit parallelen Wänden als Filter- und zugleich als Kühl-Flüssigkeit umspült, vorher in einer Heizschlange durch ein Ölbad geführt, das mit Hilfe eines Thermostaten auf entsprechender Temperatur (die höchste verwendete Temperatur der Filterflüssigkeit war 73°C) gehalten wurde. Um gegen grobe Störungen (z. B. Ab-

¹ A. W. Reitz, Z. physik. Chem. B 33 (1936) 368.

schalten der Gaszufuhr) gesichert zu sein, wurde an passender Stelle ein „Thermo-Relais“ angebracht, das ein Abweichen von der gewünschten Temperatur durch Betätigen einer Alarmglocke anzeigte. Weiters wurde für die Herstellung der Schwärzungsmarken für die Gradationskurve ein rotierender Sektor verwendet, bei dem die 9 Schwächungsstufen zum Unterschied gegen früher in umgekehrter Reihenfolge so angeordnet waren, daß die Stufe größter Durchlässigkeit die der Drehachse nächste war; die Umdrehungszahl des Sektors wurde erhöht, um ein zuverlässigeres Arbeiten des nun stärker gespannten Schnurtriebes zu gewährleisten. Die Eichung des Sektors mit dem Photometer gab für die relativen Intensitäten des von den Stufen durchgelassenen Lichtes die Werte: 7, 16,5, 28,5, 46, 69, 104, 149, 208, 278.

Als wesentliche Änderung des *Verfahrens* ist die folgende anzuführen: Ein Zufall brachte uns einen anscheinend allgemeinen Fehler der Emulsion photographischer Platten zur Kenntnis². Bekanntlich zeigen insbesondere ältere Platten einen Randschleier, der hauptsächlich an *einem* der vier Plattenränder, und zwar an einer der beiden längeren Kanten aufzutreten pflegt. Es ergab sich nun, daß damit eine recht beträchtliche Störung der Empfindlichkeit verbunden ist, die sich unter Umständen bis zur Plattenmitte erstreckt und *systematische örtliche Empfindlichkeits-Unterschiede* hervorruft, so daß Schwärzungsstufen, die parallel zur längeren Kante liegen, je nach ihrer Entfernung vom Randschleier ganz verschiedener Plattenempfindlichkeit antreffen. Eine so gewonnene Gradationskurve ist durch diese örtliche Empfindlichkeitsschwankung grob verfälscht. Um dieser Störung zu begegnen, wurden an Stelle von $9 \times 6,5$ -Platten halbierte 9×12 -Platten verwendet; deren längere dem Spektrum und den Schwärzungsmarken parallel gestellte Kante steht nun senkrecht zum Rand mit dem stärksten Schleier. Überdies wurden die Schwärzungsmarken zweimal oberhalb *und* unterhalb des π - und τ -Spektrum gedruckt; beide wurden photometriert und das nun meist gut übereinstimmende Ergebnis gemittelt.

In Fig. 1 ist die Kopie einer zur Auswertung vorbereiteten Polarisations-Aufnahme wiedergegeben. Am oberen und unteren Rand ist je ein schwaches Hg-Spektrum aufgenommen; die stärksten Hg-Linien *a, b, c, d, e* sind eben noch erkennbar. Diese Marken dienen dazu, die relative Lage von Längsrichtung des Spektrums

² A. W. REITZ, O. PAULSEN, Proc. Indian Acad. 8 (1938) 504.

und Verschiebungsrichtung des in der Höhe verstellbaren Schlittens der Kamera auf der Platte festzustellen; man benötigt dies, um die zu gleichen Wellenlängen gehörigen Stellen der Schwärzungsmarken aufsuchen und durch in die Schicht gekratzte Striche (zwischen den Marken) anzeichnen zu können. In der Mitte der

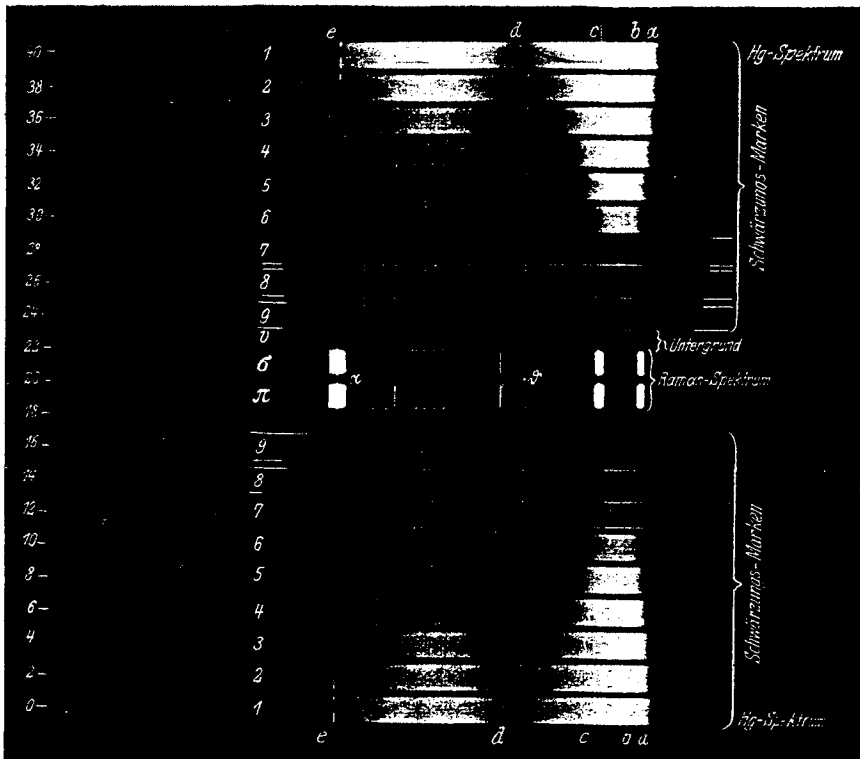


Fig. 1. Kopie der Aufnahme Nr. 398 an p-Oxy-Anisol auf halbiertem 9×12-Platte.

Platte werden π - und σ -Spektrum aufgenommen. Oberhalb und unterhalb befinden sich symmetrisch angeordnet die zweimal neun Schwärzungsmarken, wobei jeweils die Marken größter Durchlässigkeit — die am wenigsten heikel sind und am seltensten verwendet werden — gegen den Plattenrand hin zu liegen kommen. Die Ränder der innersten Stufen, die gerade im interessierenden λ -Bereich zwischen Hgd und Hge schlecht erkennbar sind, werden mit dem Stahlstichel vorsichtig markiert, um das Einstellen beim Photometrieren zu erleichtern. Die zwischen dem π - und σ -Spektrum angestochenen und mit α bis ϑ bezeichneten

Punkte sind jene λ -Stellen, für die die Gradationskurven gewünscht und für die die Schwärzungen der Intensitätsmarken photometrisch bestimmt werden; ihnen entsprachen die oben erwähnten eingekratzten Striche zwischen den Stufen, die wieder zur Erleichterung der Einstellung beim Photometrieren dienen. Da die Gradationskurven nur sehr allmählich mit λ variieren, braucht man nicht für jede Ramanlinie eine eigene Kurve anzulegen, sondern es genügt passende Stellen, eben jene, die hier mit α bis ϑ bezeichnet sind, auszuwählen. Oberhalb des π - und unterhalb des σ -Spektrums wird bei der allen andern Manipulationen vorausgehenden subjektiven Durchmusterung (mit schwach vergrößernder Lupe) der Platte die Lage der Ramanlinien angestochen, um bei dem späteren Arbeiten unter weniger günstigen Sichtverhältnissen keine derselben zu übergehen. Die mit „Untergrund“ bezeichnete nicht belichtete Stelle dient zur Ermittlung des Entwicklungsschleiers der Platte.

Entwickelt wurde 8 Minuten lang in völliger Dunkelheit mit verdünntem (1 : 20) Rodinal-Entwickler von genau 18° C ohne Bromkali; es wurde „Pinsel-Entwicklung“ (REITZ¹) angewendet. Dann folgt eine mindestens 12-stündige Wässerung, um die „Zwischenschicht“ (PERUTZ, Braunsiegelplatten) verlässlich zu entfernen. Nach Abspülen mit destilliertem Wasser trocknet die Platte im staubsicheren Kasten.

Die verwendeten Festkörper-Apparaturen sind die von KAHOVEC-KOHLRAUSCH-REITZ-WAGNER³ beschriebenen. Mit F_1 wird die „Aufstrahlungs“-Apparatur (Erregung durch $Hg\gamma, f, e$), mit F_2 die „Durchstrahlungs“-Apparatur (Erregung durch Hgk, i) bezeichnet. Die dabei erhaltenen Spektren sind im tiefen Frequenz-Bereich ($\Delta\nu=0$ bis etwa 400 cm^{-1}) wegen zu großer Nähe zur Erregerlinie unvollständig.

Qualitative Diskussion der Ergebnisse.

A) *Vergleich mit andern Beobachtern.* An Polarisations-Messungen, mit denen die hier mitgeteilten Ergebnisse verglichen werden können, liegen nur wenige vor. In erster Linie kommt Benzol selbst in Frage. Unter Fortlassung älterer unverlässlicher Beobachtungen (S. R. E. I. S. 111) sind im folgenden die Messungen

³ L. KAHOVEC, K. W. F. KOHLRAUSCH, A. W. REITZ, J. WAGNER, Z. physik. Chem. B 39 (1938) 431.

von I SIMONS⁴, II CABANNES-ROUSSET⁵, III VENKATESWARAN⁶, IV RAO⁷, V ANGUS-INGOLD-LECKIE⁸, VI *a b* Autor zusammengestellt; in letzterem Fall ist zur Vervollständigung außer $\rho = J_\pi/J_\sigma$ auch die Gesamtintensität $J = J_\pi + J_\sigma$ angegeben.

Polarisationsverhältnisse im Benzol-Spektrum:

$\Delta\nu$	606	849	992	1178	1585	1606	3047	3062
I	0'86	—	0'07	0'89	0'89	0'87	—	0'34
II	dp	dp	0'07	dp	dp	dp	dp	0'40
III	0'8	0'8	0'07	0'8	0'9	0'9?	0'4	0'4
IV	0'95	—	0'05	0'98	0'85	0'75	0'88	0'30
V	0'81	0'77	0'09	0'70	0'81	0'81	dp	0'4
VI _a	0'87	0'89	0'04	0'86	[0'78]	—	0'37	0'37
VI _b	0'85	[1'00]	0'04	0'83	0'84	—	0'38	0'38
$J_\pi + J_\sigma$	31	9	268	30	25	—	106	106

Die eckig geklammerten Werte von Zeile VI_a, VI_b gehören zu Plattenstellen, bei denen das einmal in π -, das anderemal im σ -Spektrum Störungen erkennbar waren. ANGUS etc.⁹ glauben aus dem Umstand, daß bei ihren Messungen (V) ρ den Wert 0'86 nicht erreichte, schließen zu dürfen, daß die Symmetrie des Sechseringes durch zwischenmolekulare Kräfte gestört sei. Wenngleich an der Richtigkeit des Gefolgerten kaum zu zweifeln ist, ist es im Hinblick auf die Schwierigkeit solcher Messungen — man vergleiche die Streuung in obigen Angaben — doch mehr als fraglich, ob die dadurch bedingte Erniedrigung der ρ -Werte in diesem Falle außerhalb der Meßgenauigkeit liegt.

SIMONS⁴ hat ferner an Anisol beobachtet; man erhält folgende Gegenüberstellung:

SIMONS, Tabelle 16.

$\Delta\nu = 209$ (3)	$\rho = 0'88$	0'70	$\Delta\nu = 1150$ (5)	$\rho = 0'94$	0'87
264 (3)	0'85	0'68	1175 (10)	0'34	0'38
443 (8)	0'37	0'38	1245 (8)	0'25	0'09
617 (5)	0'87	0'86	1297 (5)	0'31	0'18
787 (13)	0'07	0'10	1458 (5)	0'87	0'89
994 (17)	0'07	0'06	1601 (14)	0'92	0'72
1033 (9)	0'05	0'13			

⁴ L. SIMONS, Soc. Fenn. Com. 6 (1932) Nr. 13.

⁵ J. CABANNES, A. ROUSSET, Ann. de phys. 19 (1933) 229.

⁶ S. VENKATESWARAN, Philos. Mag. 15 (1933) 263.

⁷ A. V. RAO, Z. Physik 97 (1935) 154.

⁸ W. R. ANGUS, C. K. INGOLD, A. H. LECKIE, J. chem. Soc. London, 1936, 925.

⁹ W. R. ANGUS, C. B. BAILEY, J. B. HALE, C. K. INGOLD, A. H. LECKIE, C. G. RAISIN, J. W. THOMPSON, C. L. WILSON, J. chem. Soc. London, 1936, 966.

Endlich liegen Beobachtungen von CZAPSKA¹⁰ an p-Xylol vor, doch läßt in diesem Fall die Übereinstimmung sehr viel zu wünschen übrig:

CZAPSKA, Tabelle 4.

$\Delta\nu = 312$ (5)	$\rho = 1.12$	$\rho = 0.74$	$\Delta\nu = 1379$ (5)	$\rho = 0.68$	$\rho = 0.45$
460 (5)	0.48	0.29	1446 ($\frac{1}{2}$)	0.79	0.81
649 (5)	0.80	0.86	1574 (00)	0.85	dp
810 (3)		p	1621 (7)		0.67
827 (7)	0.14	0.06	2917 (3)	0.44	0.18
1206 (8)	0.22	0.05	3054 (2)	0.59	0.47(?)

Im allgemeinen ist aus dem im Anhang zusammengestellten Erfahrungsmaterial festzustellen, daß eine Zunahme des konti-

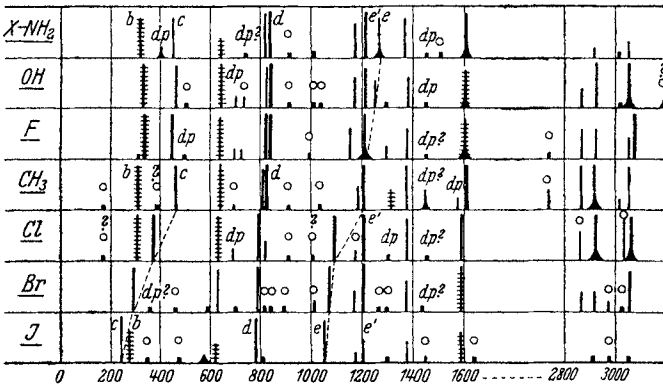


Fig. 2. Die Raman-pektren der para-substituierten Toluole $X \cdot C_6H_4 \cdot CH_3$.

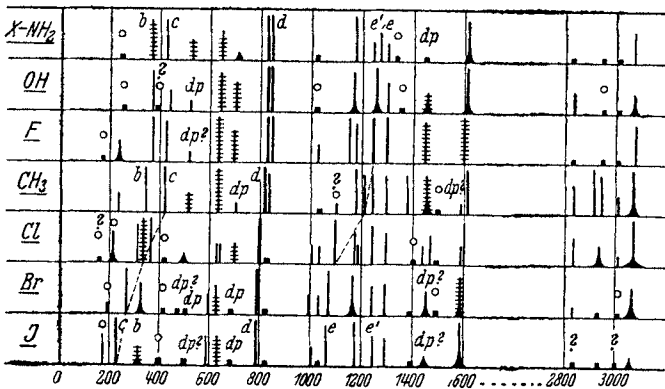


Fig. 3. Die Ramanspektren der para-substituierten Anisole $X \cdot C_6H_4 \cdot OCH_3$.

¹⁰ W. CZAPSKA--NARKIEWICZ, Z. Physik 96 (1935) 177.

nuerlichen Untergrundes die Unterschreitung des Höchstwertes $\rho=0\cdot86$ begünstigt. Es sieht so aus, als ob die bei der Bestimmung der ρ -Werte in üblicher Weise durchgeführte Berücksichtigung des Untergrundes noch nicht den ganzen Einfluß desselben erfaßt. Die fast untergrundfreien Kontrollaufnahmen an CCl_4 liefern zum Beispiel für die depolarisierten Linien stets Werte

Vergleichstabelle für kernsubst.

X	„b“	„c“	~ 640	„d“
NH_3	329 (3); 0'91	464 (4); 0'54	649 (3); 0'71	841 (12); 0'08
OH	338 (7); 1'00	465 (7); 0'52	649 (6); 0'92	842 (10); 0'07
F	344 (5); 0'75	455 (5); 0'35	642 (3); 0'73	843 (6); [0'08]
CH_3	312 (3); 0'74	460 (5); 0'29	649 (3); 0'86	827 (8); 0'06
Cl	306 (3); 0'84	377 (6); 0'28	640 (3); 0'80	796 (6); 0'09
Br	293 (8); 0'37	← 293 (8); 0'37	638 (3); 0'68	793 (6); 0'07
J	279 (2); 0'85	245 (8); [0'28]	633 (2); 0'78	786 (8); 0'09

Vergleichstabelle für kernsubst.

X	„b“	„c“	~ 640	„d“
NH_3	373 (2); 0'73	427 (1); 0'69	646 (2); 0'77	842 (10); 0'08
OH	377 (3); 0'68	439 (1); 0'58	645 (3); (0'90)	845 (10); 0'10
F	376 (5); 0'56	428 (3); 0'49	638 (3); 0'80	831 (8); 0'08
CH_3	341 (5); 0'63	420 (4); 0'36	641 (4); 0'85	816 (8); 0'09
Cl	337 (3); [0'70]	365 (3); 0'30	615 (3); 0'51	796 (13); 0'07
Br	324 (2); 0'63	265 (5); [0'24]	634 (2); 0'78	793 (9); 0'10
J	306 (1/2); 0'88	226 (11); [0'30]	630 (2); 0'72	783 (9); 0'10

Vergleichstabelle für die „inneren“ Fre-

X	Methylgruppe CH_3			~ 1035
	~ 1380	~ 1450	~ 2920	
NH_3	1379 (4); 0'62	1457 (0); dp	2921 (1); 0'32	1037 (0); 0'54
OH	1381 (4); 0'49	1450 (00); 0'92	2922 (2); p	—
F	1383 (2); 0'45	1453 (0); (0'78)	2926 (1); p	1035 (0); 0'44
CH_3	1379 (5); 0'45	1446 (1/2); (0'81)	2917 (3); (0'18)	1039 (1/2); (0'45)
Cl	1379 (2); 0'45	1446 (00); (0'81)	2927 (1); (0'23)	1036 (1); [0'26]
Br	1380 (2); 0'39	1446 (00); (0'80)	2927 (1); (0'16)	1033 (1/2); p
J	1378 (2); 0'37	—	2919 (1); (0'21)	—

zwischen 0'82 und 0'90, ein Spielraum, der durch den nicht-systematischen Kornfehler ohneweiters erklärbar ist.

B) Empirische Regelmäßigkeiten in den Spektren der para-Derivate.

Nach KOHLRAUSCH ¹¹ sind für die Spektren der para-Derivate die folgenden Linien charakteristisch: a) Die fast lagenkonstanten Frequenzen um 640, 1170, 1600, 3060; b) eine Gruppe von Linien die mit den Buchstaben *b, c, d, e', e* bezeichnet wurden; c) „innere“

tuerte Tolnole: $p - X \cdot C_6H_4 \cdot CH_3$.

~ 1170	"e'"	"e"	~ 1600
1179 (3); 0'23	1213 (6); 0'10	1274 (4); 0'20	1622 (9); 0'57
1171 (2); [0'34]	1214 (5); 0'09	1256 (3); [0'07]	1615 (7); 0'74
1157 (4); 0'38	1217 (6); 0'07	↔ 1217 (6); 0'07	1607 (3); 0'73
1182 (1/2); p	1206 (8); 0'05	↔ 1206 (8); 0'05	1621 (7); 0'67
1170 (1); ?	1208 (4); 0'09	1092 (6); 0'09	1600 (5); 0'66
1180 (0); [0'36]	1212 (3); 0'09	1071 (5); 0'08	1595 (5); 0'71
1180 (1); [0'20]	1210 (3); 0'11	1059 (4); 0'13	1592 (5); 0'73

tuerte Anisole: $p - X \cdot C_6H_4 \cdot OCH_3$.

~ 1170	"e'"	"e"	~ 1600
1173 (5); 0'23	1241 (2); [0'21]	1268 (3); 0'19	1622 (8); 0'45
1169 (3); [0'27]	1269 (4); 0'18	↔ 1269 (4); 0'18	1614 (5); 0'68
1151 (2); 0'41	1249 (4); 0'09	↔ 1249 (4); 0'09	1605 (2); 0'73
1178 (4); 0'18	1243 (3); [0'10]	1210 (4); 0'08	1616 (6); 0'65
1173 (4); 0'18	1239 (3); [0'14]	1092 (11); 0'09	1595 (12); 0'62
1173 (3); 0'20	1248 (2); [0'13]	1072 (4); 0'14	1594 (7); 0'72
1172 (6); 0'17	1241 (2); 0'20	1058 (3); 0'19	1588 (7); 0'65

quenzen der Methyl- und Methoxy-Gruppe.

Methoxygruppe OCH ₃			
~ 1295	~ 1453	~ 2835	~ 2945
1296 (2); [0'27]	1454 (1/2); 0'95	2835 (00); (0'36)	2944 (00); (0'35)
1296 (3); [0'33]	1452 (1/2); 0'94	2837 (1/4); (0'25)	—
1297 (3); 0'22	1455 (1); 0'72	2834 (1/2); [0'24]	2957 (0); p
1297 (3); 0'19	1454 (3b); 0'79	2839 (1/2); p	—
1291 (4); 0'19	1454 (1b); 0'66	2835 (1/2); (0'25)	2948 (1/2); (0'36)
1292 (2); 0'20	1452 (1/2); 0'71	2836 (1/2); (0'25)	2939 (1/2); (0'32)
1286 (2); 0'22	1448 (00); (0'75)	2833 (00); p	2936 (00); p

¹¹ K. W. F. KOHLRAUSCH, Physik. Z. 37 (1936) 58.

Frequenzen der Substituenten, und zwar speziell in den Toluolen jene der Methylgruppe um 1370, 1440, 2860, 2920, 3015, in den Anisolen (REITZ-YPSILANTI¹²) jene der Methoxygruppe um 1028, 1300, 1453, 2836, 2940, 3006.

Diese in den einzelnen Spektren immer wiederkehrenden Linien, deren Zusammengehörigkeit zunächst nach Intensität, Frequenzhöhe und Frequenzgang erkannt wurde, weisen auch ähnlichen Polarisations-Zustand auf. Man erkennt dies *qualitativ* in den Figuren 2 und 3, in denen eine Linie der ganzen Länge nach quergestrichelt oder mit „dp“ bezeichnet wurde, wenn $\rho \geq 0.82$ gemessen wurde; wurde $0.71 < \rho < 0.82$ gefunden, dann wurden die Linien bis zu $\frac{2}{3}$ ihrer Höhe quergestrichelt bzw. mit „dp?“ bezeichnet; Linien mit $\rho < 0.71$ gelten als sicher depolarisiert und werden nicht näher bezeichnet; das Zeichen o bedeutet, daß ρ nicht bestimmt werden konnte. *Quantitativ* erkennt man die Zusammengehörigkeit aus den Zahlen der drei Vergleichstabellen.

Die hochpolarisierten Linien *c*, *d*, 1170, *e'*, *e* sowie die in

Frequenz-Tabelle für di

	Y	NH ₂	OH	OCH ₃
X	Mono	1275 (3)	1253 (4)	1248 (8)
NH ₂	1275 (3)	1262(0) Z ₁₂₆₂ (9)	1259(2b) Z ₁₂₅₉ (2b)	1286(3) 1241(2)
OH	1253 (4)	1259(2b) Z ₁₂₅₉ (2b)	1264(3) Z ₁₂₆₄ (3)	1260(4) Z ₁₂₆₀ (4)
OCH ₃	1248 (8)	1241(2) 1268(3)	1260(4) Z ₁₂₆₀ (4)	1266(4) Z ₁₂₆₆ (4)
F	1220 (4)	1218(0) 1265(1/2)	1219(1) 1257(7)	1249(4) Z ₁₂₄₉ (4)
CH ₃	1210 (5)	1213(6) 1274(4)	1214(5) 1256(3)	1210(4) 1243(3)
Cl	1083 (5)	1090(3) 1275(1/2)	1092(8) 1251(3)	1092(10) 1239(3)
Br	1072 (4)	1068(6) 1273(2)	1064(8) 1276(3)	1072(4) 1240(3)
J	1061 (2)	1067(2b) 1283(2b)	nicht bearbeitet	1060(4) 1241(3)

¹² A. W. REITZ, GR. YPSILANTI, S.-B. Akad. Wiss. Wien (II b) 144 (1935) 431 bzw. Mh. Chem. 66 (1935) 299.

den Tabellen nicht eingetragene Linie um 3060 gehören ebenso wie die inneren Frequenzen 1380, 2920 (Methyl) und 1035, 1295, 2855, 2945 (Methoxy) sicher zu totalsymmetrischen Schwingungen.

Die Linien *b*, 640, 1450 (Methyl), 1453 (Methoxy) können als depolarisiert angesehen werden; denn es gilt für sie die folgende aus dem Vergleichstabellen abzulesende Statistik:

Linie	„ <i>b</i> “	640	1450	1453
Zahl der beobachteten Fälle	13	14	6	7
Häufigkeit für $0.82 \geq \rho$	5	4	2	2
Häufigkeit für $0.71 \leq \rho \leq 0.82$	8	8	4	4

Bei der Abzählung wurde der für „*b*“ bei $\text{Br} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_3$ angegebene Wert weggelassen, da er wegen Überdeckung von „*b*“ mit „*c*“ nicht vergleichbar ist.

Die Linie um 1600 kann dagegen nicht mehr als depolarisiert gelten; für sie wurde kein einzigesmal $\rho \geq 0.82$ und nur sechsmal $\rho \geq 0.71$ gefunden; als Gesamtmittel von 18 Fällen ergibt sich $\bar{\rho} = 0.66$.

Im allgemeinen seien zu den Polarisationsverhältnissen noch

Linien „*e*“ und „*e'*“.

F	CH ₃	Cl	Br	J
1220(4)	1210(5)	1083(5)	1072(4)	1061(2)
265(1/2)	1274(4)	1275(1/2)	1273(2)	1283(1b)
1218(0)	1213(6)	1090(3)	1068(6)	1067(2b)
1257(7)	1256(5)	1251(3)	1276(3)	nicht bearbeitet
1219(1)	1214(5)	1092(8)	1064(8)	
1249(4)	1243(3)	1239(3)	1248(2)	1241(3)
Z ₁₂₄₉₍₄₎	1210(4)	1092(10)	1072(4)	1060(4)
nicht bearbeitet	1217(6)	nicht bearbeitet	1226(4)	1222(3)
	Z ₁₂₁₇₍₆₎		1064(6)	1047(3)
1217(6)	1206(8)	1208(4)	1212(3)	1210(3)
Z ₁₂₁₇₍₆₎	Z ₁₂₀₆₍₈₎	1092(6)	1071(5)	1059(4)
nicht bearbeitet	1092(6)	1075(5)	1083(6)	1086(7)
	1208(4)	Z ₁₀₇₅₍₅₎	1064(4)	1052(5)
1064(6)	1071(5)	1064(4)	1064(12)	1059(2)
1226(4)	1212(3)	1083(6)	Z ₁₀₆₄₍₁₂₎	Z ₁₀₅₉₍₂₎
1047(3)	1059(4)	1052(5)	1059(2)	1045(8)
1223(3)	1210(3)	1086(7)	Z ₁₀₅₉₍₂₎	Z ₁₀₄₅₍₈₎

folgende Feststellungen gemacht: *Erstens*, daß ein irgendwie charakteristischer Unterschied zwischen symmetrisch ($X = Y$) und

unsymmetrisch ($X \neq Y$) parasubstituierten Derivaten $X \cdot C_6H_4 \cdot Y$ nicht zu bemerken ist. *Zweitens*, daß ein systematischer „Substituenten-Einfluß“ auf die ρ -Werte, wenn überhaupt, nur bei der „c“-Linie auftritt, bei der (vgl. obige Tabellen) ρ von $X=NH_2$ bis $X=J$ abzunehmen scheint. *Drittens*, daß die Anisole, obwohl bei ihnen durch die Winkelung der OCH_3 -Gruppe Symmetrierniedrigung eintreten muß, keine wesentlich anderen Polarisationsverhältnisse aufweisen, als die Toluole; die Linie 640 hat z. B. bei den Anisolen den Durchschnittswert 0,76, bei den Toluolen 0,78.

Bezüglich der Frequenzwerte der mit e und e' bezeichneten Linien hat KOHLRAUSCH¹¹ die folgende empirische Regel abgeleitet: „Im Spektrum jedes Para-Derivates $X \cdot C_6H_4 \cdot Y$ finden sich zwei Linien e und e' , von denen die eine auch im Spektrum des monosubstituierten Benzols $C_6H_5 \cdot X$, die andere im Spektrum von $C_6H_5 \cdot Y$ auftritt.“ Mit dem nun zur Verfügung stehenden vergrößerten Versuchsmaterial läßt sich die Richtigkeit dieser Regel durch die Angaben in der Frequenztafel erweisen, in der zu jeder Substanz $X \cdot C_6H_4 \cdot Y$ die Frequenzen von e und e' eingetragen und mit den in der ersten Spalte bzw. ersten Zeile der Tabelle unter „Mono“ angeführten Frequenzen von $C_6H_5 \cdot X$ bzw. $C_6H_5 \cdot Y$ zu vergleichen sind. Für $X=Y$ wird natürlich $\omega_e = \omega_{e'}$; aber auch in Substanzen mit in mechanischer Hinsicht verwandten Substituenten X und Y ($\omega_e \simeq \omega_{e'}$) kann häufig nur eine, manchmal allerdings verbreiterte Linie gefunden werden. An der Frequenzhöhe dieser Linien ist also die Natur der beiden Substituenten X und Z spektral erkenntlich gemacht.

In der nachfolgenden Mitteilung soll der Versuch gemacht werden, die Schwingungsspektren der para-Derivate etwas eingehender zu analysieren.

Anhang.

A. Aufnahmen an Kristallpulvern.

1. *Dijodbenzol*, $J \cdot C_6H_4 \cdot J$ (FRAENKEL-LANDAU). Sublimation im Hochvakuum (0,015 mm, 110—120°) und danach zweimaliges Umkristallisieren aus Alkohol mit Aktiv-Kohle. Schmp. 131—132° (Lit. 129,4°). F_1 Nr. 381, 383, 384, $t=48, 51, 72$; F_2 112, 113, $t=14, 48, n=32$.

$\Delta\nu=511$ (00) (k, e); 592 (00) (k, e); 624 (2) (k, e); 686 (8) (k, e); 723 (00?) (e); 837 (00?) (e); 926 ($1/2$) (e); 1045 (8) (k, i, f, e); 1179 (5 b) (k, g, f, e); 1292 ($1/2$) (k, e); 1366 ($1/2$) (k, e); 1439 ($1/2$) (e); 1545 (6 b) (k, f, e); 3050 (4) (k, f, e); 3097 (2) (k, e).

2. *p-Jodamin*, $J \cdot C_6H_4 \cdot NH_2$ (FRAENKEL-LANDAU). Über das Chlorhydrat gereinigt. Schmp. 62,5 (Lit. 63°). F_1 379, 380, $t=46, 48$; $n=17$.

$\Delta\nu=592$ (1), 629 (0), 828 (3 sb); 1006 ($\frac{1}{2}$), 1067 (2 b), 1130 ($\frac{1}{2}$), 1184 (3b), 1233 (00), 1283 (2 b); 1400 (00), 1486 (00), 1595 (5 b), 1637 ($\frac{1}{2}$), 3049 (1, Hg?), 3280 (0), 3396 (0).

3. *Hydrochinon*, $\text{HO}\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{OH}$. Einmal im Hochvakuum sublimiert. Schmp. 174° (Lit. 172°). F_1 382, $t=72$; F_2 109, 110, 111, $t=48$; $n=35$.

$\Delta\nu=485$ (0) (k); 658 (3) (k, f, e); 710 (2) (k, e); 761 ($\frac{1}{2}$) (k, e); 836 (2) (k, f, e); 862 (8) (k, f, e); 941 (00) (e); 1043 ($\frac{1}{2}$) (k, e); 1114 ($\frac{1}{2}$) (k, e); 1169 (3) (k, i, e); 1216 ($\frac{1}{2}$) (k); 1257 (6 b) (k, i, e); 1380 (0, sb) (e); 1616 (3 b) (k, f, e); 3025 (1) (k, i); 3063 (8 b) (k, i, e).

4. *p-Aminophenol*, $\text{H}_2\text{N}\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{OH}$. Mehrmalige Hochvakuum-Sublimation (0'015 mm, 140–150°), Schmp. 189–190° (Lit. 184°). F_1 376 und 378, $t=49$ und 60; F_2 118 und 119, $t=65$ und 24; $n=26$, unterexponiert.

$\Delta\nu=467$ (00) (e); 607 (00) (e); 648 ($\frac{1}{2}$) (e); 704 (0) (e); 746 (0) (e); 850 (5 b) (k, i, f, e); 908 (0) (k, e); 975 (1 b) (k, e); 1025 ($\frac{1}{2}$) (e); 1170 (1) (k, e); 1263 (4 b) (k, f, e); 1361 (0?) (k); 1620 (3 b) (k, e); 3059 (3 b) (k); 3279 ($\frac{1}{2}$ b) (k); 3330 (0) (k).

5. *p-Phenylendiamin* $\text{H}_2\text{N}\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{NH}_2$ (КАХЛБАУМ). Einmal aus Wasser mit Aktiv-Kohle umkristallisiert, zweimal im Hochvakuum sublimiert (0'015 mm, 130°); Schmp. 146° (Lit. 147°). F_1 377, $t=54$; F_2 120 und 121, $t=30$ und 67; $n=33$.

$\Delta\nu=421$ ($\frac{1}{2}$) (k, e); 469 (3 b) (k, e); 646 (2) (e); 691 (2 b) (k, e); 750 (2 b) (k, e); 845 (12 b) (k, i, g, f, e); 1175 (3) (k, e); 1264 (9) (k, i, f, e); 1348 (0) (k, e); 1585 (0?) (k); 1612 (6 b) (k, f, e); 3045 (3 b) (k, e); 3296 (0) (k); 3325 ($\frac{1}{2}$) (k, e); 3385 ($\frac{1}{2}$) (k, e).

B. Erläuterung zu den nachfolgenden 19 Tabellen: Jedes π - und σ -Spektrum wurde zuerst mit einer schwach vergrößernden Lupe durchgemustert und jede verschobene Linie am Rande des Spektrums mit einer Stahlnadel angestoßen, um keine derselben bei der nachfolgenden mikroskopischen Ausmessung zu übersehen. Hierauf wurden beide Spektren unter dem Mikroskop ausgemessen und hiebei die Intensitäten J_s (π -Sp.) und i_s (σ -Sp.) subjektiv abgeschätzt. Erst dann erfolgte die photometrische Auswertung. Die Tabellen enthalten in den ersten drei Spalten Ramanfrequenz $\Delta\nu$ sowie J_s und i_s ; in der 4. und 5. Spalte die Mittelwerte für $\rho=i(\pi)/J(\sigma)$ und $J=i(\pi)+J(\sigma)$, die aus den in den nachfolgenden Spalten angegebenen Einzelwerten erhalten werden. Um die Intensitäten der unter verschiedenen Bedingungen aufgenommenen Spektren mitteln zu können, wurden die Einzelwerte mit Hilfe eines an einer günstigen Stelle (in der 1. Spalte durch * markiert) errechneten Reduktions-Faktors aufeinander abgestimmt; diese reduzierten J -Werte sind es, die bei den Einzelmessungen eingetragen sind.

Angaben in *runder* Klammer sind weniger verlässlich, weil ungünstige Verhältnisse vorlagen: Kornfehler, zu geringe Intensität sei es nur im σ - oder auch im π -Spektrum, zu große Intensität (Verwendung des flachen Teiles der Gradationskurve). Angaben in *eckigen* Klammern sind durch „Überdeckung“ gestört: Wirkliches Zusammenfallen mit einer Hg- oder einer von Hgf bzw. Hgg erregten Linie oder Zusammenfallen mit dem auf dem Photometerblatt verbreiterten Linienfuß einer benachbarten starken Linie. Bei doppelt geklammerten Werten treten mehrere Störungen zugleich auf. Für solche Linien, für die ρ nicht gemessen werden konnte, sind die Frequenzen am Fuße der Tabelle angegeben.

Bei der Mittelbildung wurden die Einzelangaben sinngemäß mit verschiedenem Gewicht eingesetzt, wobei jede ersichtliche Störung berücksichtigt und bezüglich ihres Einflusses auf den Wert der Einzelmessung abgeschätzt werden muß. Dies ist, wie immer, eine besonders heikle Aufgabe, deren Durchführung das Vertrauen in die Objektivität des Beobachters voraussetzt.

Legende zu den einzelnen Tabellen. Das Reinigen der Substanzen und Füllen der Raman-Rohre wurde von Herrn Dr. L. КАHOVEC besorgt. Ihm gebührt großer Dank für seine Sorgfalt und Mühe.

Tabelle 1. *p-Toluidin*, $H_3C \cdot C_6H_4 \cdot NH_2$ (KAHLBAUM). Zweimalige Destillation im Hochvakuum. Schmp. 45 (Lit. 45°). Im Ramanrohr unter H_2 eingeschmolzen; Aufnahme am geschmolzenen Zustand ($\vartheta = 48^\circ$). Pl. 385, $t = 11$, Ugd. s. s., Pl. 386, $t = 22$, Ugd. s. Keine Verfärbung, Aufnahmen sehr gut. Für die von $g-843$ überdeckte Linie Nr. 5 wird aus der Angabe $\rho = 0'60$ durch Berücksichtigung des Einflusses von $g-843$ der Polarisationszustand als dp errechnet.

Tabelle 2. *p-Kresol*, $H_3C \cdot C_6H_4 \cdot OH$ (KAHLBAUM). Dreimalige Destillation im Vakuum. Schmp. 34° (Lit. 37°), Pl. 336, $t = 22$, Ugd. m. bis st.; nochmalige Reinigung der Substanz; Pl. 346, $t = 22$, Ugd. s. bis m.; erste Aufnahme gut, zweite sehr gut.

Tabelle 3. *p-Fluor-Toluol*, $H_3C \cdot C_6H_4 \cdot F$ (FRAENKEL-LANDAU). Zweimalige Destillation. Sdp.₇₆₀ 115'5—116'5° (Lit. 116—117°). Pl. 321, $t = 35$, Ugd. m.; Pl. 322, $t = 18$, Ugd. s. s.; beide Aufnahmen gut.

Tabelle 4. *p-Xylol*, $H_3C \cdot C_6H_4 \cdot CH_3$ (KAHLBAUM). Dreimal bei vermindertem Druck destilliert. Sdp.₇₆₀ 138'5 (Lit. 138°). Pl. 325, $t = 36$, Ugd. m.; Pl. 329, $t = 24$, Ugd. m.; Pl. 341, $t = 22$, Ugd. m.; alle Aufnahmen gut, nur bei Pl. 329 die Grad-Kurve unverlässlich; die Auswertung erfolgte daher mit der Grad-Kurve von Pl. 341 (gleiche Emulsion!).

Tabelle 5. *p-Brom-Toluol*, $H_3C \cdot C_6H_4 \cdot Br$ (FRAENKEL-LANDAU). Fünfmalige Destillation bei vermindertem Druck. Schmp. 28° (Lit. 28°). Pl. 331, $t = 24$, Ugd. s. st.; neuerliche Reinigung der Substanz im Hochvakuum; Einschmelzen unter H_2 ; Pl. 382, $t = 22$, Ugd. m. bis st.; Pl. 383, $t = 22$, Ugd. m. bis st.; Aufnahmen gut.

Tabelle 6. *p-Jod-Toluol*, $H_3C \cdot C_6H_4 \cdot J$ (KAHLBAUM). Zweimalige Vakuumdestillation über Quecksilber. Schmp. 36° (Lit. 36—37°). Aufnahmen bei $\vartheta = 45^\circ$ an der Schmelze. Pl. 387, $t = 12$, Ugd. s. s.; Pl. 391, $t = 21$, Ugd. st.; Pl. 392, $t = 20$, Ugd. m.; wegen Verfärbung viermaliger Substanzwechsel bei jeder Aufnahme, die alle als „gut“ zu bewerten sind.

Tabelle 7. *p-Chlor-Toluol*, $H_3C \cdot C_6H_4 \cdot Cl$ (KAHLBAUM). Viermalige Vakuumdestillation über Aktiv-Kohle. Sdp.₁₂ 48° (Lit. Sdp.₁₀ 44°). Pl. 328, $t = 24$, Ugd. m.; Pl. 347, $t = 22$, Ugd. m. bis st.; Aufnahmen gut.

Tabelle 8. *p-Anisidin*, $H_3CO \cdot C_6H_4 \cdot NH_2$ (FRAENKEL-LANDAU). Reinigung der Substanz über ihr Chlorhydrat. Dreimalige Destillation im Hochvakuum (0'005 mm, 95—105° Luftbadtemperatur). Schmp. 58'5° (Lit. 57°). Unter H_2 in das Ramanrohr eingeschmolzen. Aufnahmen bei $\vartheta = 69^\circ$ an der Schmelze. Pl. 400, $t = 22$, Ugd. s.; Pl. 401, $t = 22$, Ugd. s.; Aufnahmen sehr gut.

Tabelle 9. *p-Oxy-Anisol*, $H_3CO \cdot C_6H_4 \cdot OH$ (FRAENKEL-LANDAU). Viermalige Destillation im Hochvakuum (0'005 mm, 100—110°). Schmp. 54° (Lit. Schmp. 56°). Unter H_2 im Ramanrohr eingeschmolzen. Aufnahmen bei $\vartheta = 68^\circ$ an der Schmelze. Pl. 398, $t = 20$, Ugd. s. s.; Pl. 398, $t = 22$, Ugd. s.; Aufnahmen sehr gut. Gradationskurve bei Pl. 399 verlässlicher, daher höher im Gewicht bewertet. Die Linie 1,

die von REITZ-YPSILANTI aufgespalten [371 (4), 391 ($\frac{1}{2}$)] gemessen wurde, erscheint hier nur verbreitert.

Tabelle 10. *p-Fluor-Anisol*, $\text{H}_2\text{CO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{F}$ (FRAENKEL-LANDAU). Destillation einmal bei herrschendem, einmal bei vermindertem Druck. Sdp.₇₆₀ 154° (Lit. Sdp. 156°). Pl. 393, t=22, Ugd. m.; Pl. 394, t=22, Ugd. m.; Aufnahmen gut.

Tabelle 11. *p-Methyl-Anisol*, $\text{H}_3\text{CO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{CH}_3$ (FRAENKEL-LANDAU). Viermalige Vakuum-Destillation. Sdp.₇₆₀ 176°5' (Lit. 176°5'). Pl. 363, t=24, Ugd. m. bis st.; Pl. 364, t=20, Ugd. m.; Aufnahmen gut. Linie 6 ($\Delta\nu = 710$, $\rho = 0,67$), die von $g - 811$ überdeckt ist, ist, wie die Rechnung ergibt, in Wirklichkeit dp.

Tabelle 12. *p-Chlor-Anisol*, $\text{H}_3\text{CO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{Cl}$ (FRAENKEL-LANDAU). Siebenmalige Destillation bei vermindertem Druck. Sdp.₇₆₀ 197°5' (Lit. 198°). Pl. 380, t=22, Ugd. st.; Pl. 381, t=22, Ugd. st.; der starke Ugd. verringert die Meßgenauigkeit. Die Werte der Linien Nr. 5, 12, 15, 17 sind, da sie von REITZ-YPSILANTI aufgespalten beobachtet wurden, nur Mittelwerte der jeweiligen Komponenten.

Tabelle 13. *p-Dichlor-benzol*, $\text{Cl} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{Cl}$ (KAHLBAUM). Zweimalige Destillation im Vakuum. Schmp. 55° (Lit. 53°). Im Ramanrohr unter H_2 eingeschmolzen. Aufnahmen bei $\vartheta = 61^\circ$ an der Schmelze. Pl. 356, t=23, Ugd. s. st.; Pl. 360, t=24, Ugd. s. st.; Aufnahmen eben noch brauchbar. Aus dem ρ -Wert 0,78 der durch $g - 732$ überdeckten Linie Nr. 3 wird nach Abzug des Überdeckungseinflusses $\rho \sim dp$ errechnet.

Tabelle 14. *p-Brom-Anisol*, $\text{H}_3\text{CO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{Br}$ (FRAENKEL-LANDAU). Sechsmalige Destillation bei vermindertem Druck. Sdp.₁₁ 92°5'—93°5' (Lit. Sdp.₁₂ 100°). Pl. 372, t=22, Ugd. s. st.; Pl. 373, t=22, Ugd. s. st.; Wert der Aufnahmen durch den starken Ugd. beeinträchtigt. Die von $g - 793$ überdeckte Linie Nr. 7 wird zu „dp“ errechnet.

Tabelle 15. *p-Dimethoxy-benzol*, $\text{H}_3\text{CO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OCH}_3$ (FRAENKEL-LANDAU). Zweimalige Destillation im Hochvakuum (0,01 mm, 70—80°). Schmp. 56° (Lit. Schmp. 56°7'). Im Ramanrohr unter H_2 eingeschmolzen. Aufnahmen an der Schmelze bei $\vartheta = 65^\circ$. Pl. 396, t=18, Ugd. m.; Pl. 397, t=18, Ugd. m.; Aufnahmen gut. Die von $g - 820$ überdeckte Linie Nr. 4 wird als dp errechnet. Die aufgespaltene Linie 14 [1592 (2), 1613 (5)] wird hier nur einfach und breit gefunden.

Tabelle 16. *Anisol*, $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{OCH}_3$. Fünfmal im Vakuum über Aktiv-Kohle destilliert. Sdp.₇₆₀ 151°5' (Lit. 153°5'). Pl. 344, t=48, Ugd. s. st.; Pl. 348, t=22, Ugd. m.; die Aufnahmen ergänzen einander. Auch hier wird die Aufspaltung der Linie Nr. 17 in 1587 (3), 1603 (6) nicht gefunden.

Tabelle 17. *p-Chlorbrom-benzol*, $\text{Br} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{Cl}$ (FRAENKEL-LANDAU). Zweimal im Hochvakuum (0,005 mm, 60—70°) sublimiert. Schmp. 66—67° (Lit. Schmp. 66°). Unter H_2 im Ramanrohr eingeschmolzen, Aufnahmen an der Schmelze bei $\vartheta = 73^\circ$. Pl. 408, t=32, Ugd. s.; Pl. 411, t=51, Ugd. m.; Aufnahmen gut.

Tabelle 18. *p-Jod-Anisol*, $\text{H}_3\text{CO} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{J}$ (FRAENKEL-LANDAU). Zweimal im Hochvakuum (0,005 mm, 90—100°) sublimiert. Schmp. 51° (Lit. Schmp. 51°). Unter H_2 eingeschmolzen; Aufnahmen an der Schmelze bei $\vartheta = 67^\circ$; Verfärbung. Pl. 407, t=30, viermaliger Substanzwechsel, Ugd. s. bis m.; Pl. 410, t=52, achtmaliger Substanzwechsel, Ugd. m.; Aufnahmen gut.

Tabelle 19. *p-Chloranilin*, $\text{Cl} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NH}_2$ (FRAENKEL-LANDAU). Zweimal im Hochvakuum sublimiert (0,02 mm, 100—110°); Schmp. 70° (Lit. Schmp. 70°). Unter H_2 im Ramanrohr eingeschmolzen. Aufnahme bei $\vartheta = 73^\circ$ an der Schmelze. Pl. 414, t=42; Pl. 415, t=30, Ugd. m.; Aufnahmen ganz gut.

Tabelle 1. *p*-Toluidin.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 385		Pl. 886	
				q	J	q	J	q	J
1	329	2	$1\frac{1}{2}$	0'91	44	0'94	47	0'88	40
2	410	1 <i>b</i>	0	0'85	19	(dp)	(20)	0'85	18
3	464	3	1	0'54	44	0'56	45	0'52	43
4	649	2	$1\frac{1}{2}$	0'71	46	0'71	49	0'71	42
5	742	$\frac{1}{2}$	—	[0'60] <i>g</i> -843	[25]	[0'62]	[29]	[0'58]	[20]
6	820	4	1	[p]	[53]	[p]	[51]	[p]	[54]
7	841	12	$1\frac{1}{2}$	0'08	217	0'09	196	0'06	259
8	1014	00	—	p	(6)	p	(6)	p	(5)
9	1179	3	00	0'23	29	(0'30)	29	0'20	28
10	1213	6	0	0'10	52	(0'09)	49	0'11	55
11	1274	4 <i>b</i>	0	0'20	42	0'24	41	0'18	43
12	1379	3	1	0'62	33	0'66	33	0'57	32
13	1457	0	00?	(dp)	(10)	(dp)	(10)	(0'92)	(9)
14	1622*	6	3	0'57	100	0'61	100	0'53	100
15	2921	1	—	0'32	50	(0'59)	(61)	0'23	46
16	3020	$\frac{1}{2}$	00	p	29	p	31	p	26
17	3054	$1\frac{1}{2}$	0	[0'54] Hg	[62]	[0'70]	[73]	[0'49]	[58]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=166$ (00?); 600 (00); 917 (00?); 1505 (00).

Tabelle 2. *p*-Kresol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 336		Pl. 346	
				q	J	q	J	q	J
1	338	4	3	1'00	77	0'94	68	1'05	86
2	465	5	2	0'52	69	0'47	63	0'57	74
3	649	3	3	0'92	51	0'80	48	1'04	53
4	703	0	0	0'87	16	0'76	12	0'97	19
5	822	3	$\frac{1}{2}$	[0'15]	[97]	[0'17]	[71]	[0'12]	[123]
6	842	10	1	0'07	230	0'08	188	0'06	272
7	1171	2	$\frac{1}{2}$	[0'34]	[26]	[0'34]	[26]	[0'34]	[26]
8	1214	5	$\frac{1}{2}$	0'09	65	0'07	66	0'10	63
9	1256	3	0	[0'07]	[34]	[0'06]	[36]	[0'07]	[32]
10	1297	0	0	(0'55)	(10)	(0'69)	(9)	(0'41)	(11)
11	1381	3	1	0'49	32	0'43	31	0'55	32
12	1450	00 <i>b</i>	0	(0'92)	(9)	(dp)	(7)	(0'92)	(11)
13	1615*	4 <i>b</i>	3	0'74	55	0'67	55	0'81	55
14	2864	$\frac{1}{2}$	—	[p] Hg	[21]	[p]	[20]	[p]	[23]
15	2922	2	—	p	43	p	40	p	45
16	3015	$\frac{1}{2}$	—	p	?	p	?	p	?
17	3046	3	$\frac{1}{2}$	[0'47] Hg	[84]	[0'46]	[78]	[0'48]	[89]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=498$ (00); 918 (00?); 1017 (00?); 1039 (00?).

Tabelle 3. *p*-Fluor-Toluol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte						
						Pl. 321		Pl. 322				
				q	J	q	J	q	J			
1	344*	3	2	0·75	103	0·75	103	0·74	103			
2	455	4	1	0·35	74	0·37	71	(0·30)	(79)			
3	503	—	00	(0·95)	(8)	(0·95)	(8)	—	—			
4	642	2	1	0·73	43	0·74	42	(0·70)	(46)			
5	697	0	0	(0·63)	(13)	(0·63)	(13)	—	—			
6	733	0	—	(0·28)	(10)	(0·28)	(10)	—	—			
7	824	6b	$\frac{1}{2}b$	>	0·08	[157]	>	0·06	[169]	>	0·10	[145]
8	843			<		<						
9	1157	3.	$\frac{3}{4}$	0·38	32	0·38	32	(0·37)	(32)			
10	1217	6	$\frac{1}{2}$	0·07	100	0·06	111	0·08	88			
11	1295	0	0	(0·47)	(10)	(0·47)	(10)	—	—			
12	1383	2	$\frac{1}{2}$	0·45	23	0·38	21	(0·59)	(26)			
13	1453	0	00	(0·78)	(6)	(0·78)	(6)	—	—			
14	1607	2	$1\frac{1}{2}$	0·73	28	0·75	28	(0·70)	(29)			
15	2866	0	—	[p] Hg	[15]	[p]	[15]	—	—			
16	2926	1	—	st. p.	35	st. p.	5	—	—			
17	3073	2	$\frac{1}{2}$	[0·33] Hg	[69]	[0·31]	[66]	[0·38]	[76]			

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=1001$ (00); 3048 (0).

Tabelle 4. *p*-Xylol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte					
						Pl. 325		Pl. 329		Pl. 341	
				q	J	q	J	q	J	q	J
1	312*	3	2	0·74	46	0·72	46	0·74	46	0·77	46
2	460	4	1	0·29	47	0·24	50	0·30	43	0·32	48
3	649	2	$1\frac{1}{2}$	0·86	25	0·88	24	0·82	26	0·88	26
4	810	3	$\frac{1}{2}$	p	?	p	?	p	?	p	?
5	827	7	$\frac{3}{4}$	0·06	[136]	0·06	[121]	0·06	[160]	0·06	[126]
6	1182	$\frac{1}{2}$	0	p	[10]	[0·41]	[11]	[p]	[9]	[p]	[11]
7	1206	8	0	0·05	89	0·05	79	0·05	89	0·05	99
8	1310	$\frac{1}{2}$	0	(0·81)	(7)	(0·87)	(8)	(0·94)	(6)	(0·62)	(8)
9	1379	4	1	0·45	27	0·45	25	0·45	27	0·46	30
10	1446	$\frac{1}{2}b$	0	(0·81)	(9)	(0·87)	(8)	Plattenfehler	(0·74)	(10)	
11	1574	00	0	[dp] f	[7]	[dp]	[5]	[dp]	[8]	[dp]	[9]
12	1621	4	3	0·67	38	0·65	35	0·69	38	0·66	41
13	2866	1	—	[p] Hg	[22]	[p]	[19]	[p]	[23]	[p]	[23]
14	2917	3	00?	(0·18)	(62)	(0·15)	(54)	(0·20)	(67)	(0·18)	(64)
15	3019	1	—	p	(17)	p	(17)	p	?	p	?
16	3054	2	00	[047] Hg	[43]	[0·39]	[37]	[0·46]	[44]	[0·55]	[47]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=702$ (00); 962 (00?); 1037 (00?); 1255 (00?).

Tabelle 5. *p*-Brom-Toluol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte					
						Pl. 331		Pl. 382		Pl. 383	
				q	J	q	J	q	J	q	J
1	293*	5	3	0'37	266	0'38	266	0'37	266	0'36	266
2	365	00	00	(0'74)	(13)	(0'54)	(15)	(1'17)	(11)	(0'51)	(14)
3	590	00	—	(0'57)	(15)	(0'60)	(14)	(0'66)	(16)	(0'44)	(14)
4	638	1 $\frac{1}{2}$	1	(0'68)	44	0'64	41	0'78	48	0'62	44
5	793	6	$\frac{1}{2}$	0'07	177	0'05	172	0'08	171	0'07	189
6	1071	5	$\frac{1}{2}$	0'08	111	0'07	109	0'09	109	0'08	115
7	1180	0	00	[0'36]	[20]	[0'40]	[14]	[0'31]	[23]	[0'38]	[22]
8	1212	3	0	0'09	68	((0'05))	((75))	0'09	68	0'09	67
9	1302	0	0	(0'69)	(12)	(0'82)	(10)	(0'57)	(14)	(0'68)	(13)
10	1380	2	$\frac{1}{2}$	0'39	37	0'40	34	0'41	38	0'36	38
11	1446	00?	0	(0'80)	(10)	(1'05)	(10)	(0'68)	(11)	(0'68)	(10)
12	1595	3	2	0'71	71	0'64	66	0'75	74	0'73	72
13	2872	0	—	[0'34]Hg	[27]	[0'26]	[23]	[0'41]	[28]	[0'36]	[29]
14	2927	1	00	(0'16)	(51)	(0'14)	(51)	(0'18)	(51)	(0'15)	(50)
15	3056	2b	$\frac{1}{3}b$	[0'41]Hg	[83]	[0'43]	[79]	[0'44]	[82]	[0'37]	[89]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=822$ (00?); 847 (00); 894 (00?); 1014 (1); 1265(00); 2980 (00?).

Tabelle 6. *p*-Jod-Toluol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte					
						Pl. 387		Pl. 391		Pl. 392	
				q	J	q	J	q	J	q	J
1	245	8	2	[0'28]	[243]	0'31	254	[0'27]	[212]	[0'24]	[251]
2	279	1	1	[0'85]	[82]	0'86	89	[0'79]	[80]	[0'86]	[75]
3	575	$\frac{1}{2}b$	00?	0'40	23	—	—	0'37	22	0'43	24
4	633	1	$\frac{1}{2}$	0'78	41	0'85	48	0'70	41	0'82	38
5	786	8	$\frac{1}{2}$	0'09	184	(0'15)	(157)	0'07	209	0'09	176
6	810	$\frac{1}{2}$	—	p	29	—	—	p	28	p	29
7	1059	4	0	0'13	72	—	—	0'12	71	0'14	72
8	1180	1	00?	[0'20]	[32]	—	—	[0'19]	[32]	[0'20]	[31]
9	1210	3	00?	0'11	69	—	—	0'09	68	0'12	69
10	1302	0	0	(0'58)	(14)	—	—	(0'53)	(15)	(0'63)	(12)
11	1378	2	$\frac{1}{2}$	0'37	36	0'39	33	0'33	37	0'41	36
12	1592*	3	2	0'73	66	0'77	66	0'67	66	0'71	66
13	2919	1	00?	(0'21)	(50)	—	—	(0'19)	(50)	(0'22)	(50)
14	3052	2	$\frac{1}{2}$	[0'44]Hg	[81]	—	—	[0'45]	[83]	[0'43]	[78]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=359$ (00?); 480 (00?); 1436 (00?); 1634 (00?); 2974 (00?).

Tabelle 7. *p*-Chlor-Toluol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 328		Pl. 347	
				q	J	q	J	q	J
1	306*	2	1½	0·84	62	0·81	62	0·86	62
2	377	5	1½	0·28	100	0·25	110	0·30	89
3	640	2	1½	0·80	37	0·82	40	0·78	33
4	696	0	00?	[dp] <i>g</i> -797	[8]	[dp]	[9]	[dp]	[7]
5	796	6	½	0·09	119	0·08	136	0·09	101
6	821	½	00?	[0·22]	[19]	[0·18]	[19]	[0·25]	[19]
7	1092	6	½	0·09	104	0·08	111	0·09	97
8	1208	4	0	0·09	41	(0·10)	(40)	0·09	42
9	1302	0	0	(0·84)	(9)	(0·78)	(8)	(0·89)	(9)
10	1379	2	½	0·45	26	0·38)	(22)	0·49	28
11	1446	00	00	(0·81)	(9)	(0·75)	(9)	(0·86)	(8)
12	1600	3	2½	0·66	55	0·70	54	0·62	55
13	2927	1	—	(0·23)	(45)	(0·21)	(42)	(0·25)	(47)
14	3055	2 <i>b</i>	½	[0·52] Hg	[70]	[0·47]	[67]	[0·56]	[73]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=915$ (00?); 1174 (00?); 1263 (00); 2979 (00).

Tabelle 8. *p*-Anisidin.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 400		Pl. 401	
				q	J	q	J	q	J
1	373*	1 <i>b</i>	½	0·73	29	0·68	29	0·78	29
2	427	1	¼	0·69	26	0·67	26	0·71	25
3	526	½	—	0·83	17	0·91	17	0·74	16
4	646	1	½	0·77	26	0·70	27	0·84	24
5	712	0 <i>b</i>	0 <i>b</i>	0·69	18	0·61	18	0·76	17
6	827	10 s. <i>b</i>	1 <i>b</i>	[0·08]	[139]	[0·07]	[141]	[0·08]	[137]
7	842								
8	1037	0	—	(0·54)	(9)	(0·42)	(9)	(0·66)	(8)
9	1173	4	1½	0·23	41	0·20	42	0·26	40
10	1241	2	¼	[0·21]	[27]	[0·18]	[27]	[0·24]	[27]
11	1268	3	¼	0·19	41	0·18	41	0·20	41
12	1296	2	—	[0·27]	[32]	[0·23]	[31]	[0·30]	[32]
13	1454	00	½	(0·95)	(10)	(0·94)	(10)	(0·96)	(10)
14	1622	5	3	0·45	72	0·41	69	0·49	74
15	2835	00	—	(0·36)	(23)	(0·36)	(25)	(0·36)	(20)
16	2944	00	—	(0·35)	(17)	(0·26)	(16)	(0·43)	(18)
17	3011	0	—	[0·46] <i>f</i> ?	[23]	[0·43]	[23]	[0·49]	[23]
18	3069	2½	½	[0·49] Hg	[49]	[0·48]	[49]	[0·49]	[48]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=244$ (00); 1329 (0).

Tabelle 9. *p-Oxy-Anisol*.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 398		Pl. 399	
				e	J	e	J	e	J
1	377	2b	1b	0'68	49	0'71	54	0'66	46
2	439	$\frac{3}{4}$	0	0'58	23	0'61	24	0'57	22
3	521	00?	—	(0'90)	(13)	(0'94)	(13)	(0'88)	(13)
4	645	2	1	0'85	33	0'93	35	0'81	32
5	708	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	(0'82)	(18)	(0'98)	(19)	(0'74)	(18)
6	827	10s. b	1s. b	0'10	144	0'10	157	0'10	138
7	845								
8	1169	3b	0b	[0'27]	[40]	[0'29]	(41)	[0'26]	[40]
9	1260	4b	00	0'18	56	0'17	55	0'18	56
10	1296	3	00?	[0'32]	[38]	[0'31]	[37]	[0'33]	[39]
11	1452	$\frac{1}{4}$ b	0b	0'94	15	0'98	15	0'92	15
12	1614*	3	2	0'68	31	0'67	31	0'69	31
13	2837	$\frac{1}{4}$	—	0'25	20	0'24	23	0'25	19
14	3007	0	—	(0'54)	(17)	(0'55)	(21)	(0'53)	(15)
15	3073	2	—	[0'43] Hg	[54]	[0'36]	[60]	[0'46]	[51]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=247$ (00b); 1036 (00?); 1357 (0); 2942 (00).

Tabelle 10. *p-Fluor-Anisol*.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 393		Pl. 394	
				e	J	e	J	e	J
1	244	00b	—	[0'60]	[27]	[0'59]	[27]	[0'61]	[27]
2	376*	3	2	0'56	108	0'54	108	0'58	108
3	428	2	1	0'49	41	0'52	41	0'46	41
4	526	$\frac{1}{2}$	00?	(0'69)	(18)	(0'59)	(18)	(0'78)	(17)
5	638	2	1	0'80	45	0'82	46	0'77	44
6	701	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0'78	23	0'80	21	0'75	24
7	831	8	$\frac{1}{2}$	0'08	229	0'07	226	0'08	232
8	852	3	—	p	[64]	p	[62]	p	[66]
9	1035	0	00?	(0'44)	(13)	(0'44)	(12)	(0'43)	(13)
10	1151	2	$\frac{1}{2}$	0'41	38	0'40	36	0'41	40
11	1180	1	—	[0'26]	[30]	[0'25]	[27]	[0'26]	[33]
12	1249	4	0	0'09	66	0'09	63	0'09	68
13	1297	3	$\frac{1}{4}$	0'22	47	0'20	44	0'23	49
14	1455	1	$\frac{1}{4}$	0'72	20	0'67	19	0'76	21
15	1605	1	$\frac{1}{2}$	0'73	32	0'67	30	0'79	34
16	2834	$\frac{1}{2}$	—	[0'24] Hg	[28]	[0'20]	[26]	[0'28]	[29]
17	2957	0	—	p	(15)	p	(13)	p	(17)
18	3011	$\frac{1}{2}$	00	(0'56)	(26)	(0'46)	(22)	(0'75)	(33)
19	3080	2	—	[0'36] Hg	[82]	[0'34]	[79]	[0'37]	[85]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=174$ (00?).

Tabelle 11. *p*-Methyl-Anisol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 353		Pl. 364	
				q	J	q	J	q	J
1	231	$\frac{1}{2}b$	00	[0'57]	[17]	[0'48]	[16]	[0'65]	[18]
2	341*	$\frac{3}{2}b$	$2b$	0'63	56	0'64	56	0'62	56
3	420	3	1	0'36	48	0'34	49	0'38	46
4	522	$0b$	$00b$	(0'85)	(13)	(0'87)	(13)	(0'83)	(13)
5	641	2	2	0'85	33	0'80	34	0'90	32
6	710	$\frac{1}{2}b$	0	[0'67] <i>g</i> -811	[15]	[0'56]	[15]	[0'77]	[15]
7	816	6	2	0'09	179	0'08	184	0'10	174
8	835	4	—	[0'00]	[60]	[0'00]	[59]	[0'00]	[61]
9	1039	$\frac{1}{2}$	$00?$	(0'45)	(10)	(0'39)	(10)	(0'50)	(9)
10	1178	4	$\frac{1}{2}$	0'18	47	0'17	46	0'18	47
11	1210	4	0	[0'08]	[41]	[0'07]	[41]	[0'09]	[41]
12	1243	3	00	[0'10]	[26]	[0'08]	[26]	[0'12]	[26]
13	1297	$3b$	$0b$	0'19	29	0'18	28	0'19	29
14	1376	3	1	0'56	24	0'56	24	0'56	24
15	1454	$2b$	$1b$	0'79	20	0'77	20	0'80	19
16	1590	00	00	[0'72]	[17]	[0'65]	[18]	[0'78]	[15]
17	1616	4	2	0'65	53	0'64	52	0'66	54
18	2839	$\frac{1}{2}$	—	p	(20)	p	(19)	p	(21)
19	2925	3	—	(0'18)	(41)	(0'14)	(40)	(0'21)	(41)
20	3010	$\frac{1}{2}$	00	(0'56)	(25)	(0'53)	(24)	(0'59)	(25)
21	3061	$2b$	0	[0'52] Hg	[46]	[0'52]	[44]	[0'51]	[46]

Tabelle 12. *p*-Chlor-Anisol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 380		Pl. 381	
				q	J	q	J	q	J
1	308	2	0	0'31	59	0'33	52	0'29	66
2	337	2	1	[0'70]	[65]	[0'70]	[65]	[(0'56)]	[(63)]
3	365	2	$\frac{1}{2}$	0'30	74	0'32	68	0'28	79
4	506	$\frac{1}{2}b$	$00?$	(0'68)	(16)	(0'67)	(14)	(0'69)	(17)
5	615*	2	$1b$	0'51	54	0'48	4	0'53	54
6	700	$\frac{1}{2}$	$0b$	[0'53] <i>g</i> -801	[23]	[0'57]	[19]	[0'49]	[26]
7	796	12	1	0'07	259	0'07	248	0'07	270
8	832	$\frac{1}{2}$	—	[0'27]	[14]	[0'28]	[13]	[0'26]	[14]
9	1000	1	$00?$	[0'24] <i>g</i> -1101	[18]	[0'26]	[18]	[0'21]	[18]
10	1036	1	$00?$	[0'26] <i>f</i> -1093	[22]	[0'22]	[20]	[0'30]	[23]
11	1092	10	1	0'09	139	0'08	141	0'09	137
12	1173	$4b$	$\frac{1}{2}b$	0'18	54	0'17	55	0'18	52
13	1239	3	0	(0'14)	[32]	(0'12)	(33)	(0'15)	(30)
14	1291	4	$\frac{1}{2}$	0'19	46	0'20	47	0'18	45
15	1454	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}b$	0'66	20	0'70	20	0'62	19
16	1494	0	0	[0'49] <i>g</i> -1595	[10]	[0'52]	[11]	[0'45]	[8]
17	1595	$7b$	5	0'62	74	0'64	76	0'60	72
18	2835	$\frac{1}{2}$	—	(0'25)	(27)	(0'29)	(29)	(0'20)	(24)
19	2948	$\frac{1}{2}b$	00	(0'36)	(17)	(0'38)	(20)	(0'33)	(13)
20	3005	$\frac{1}{2}$	00	(0'63)	(19)	(0'66)	(20)	(0'59)	(18)
21	3072	2	$\frac{1}{2}$	[0'38] Hg	[69]	[0'35]	[72]	[0'40]	[66]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=149$ ($1b$); 210 (0); 418 ($00?$); 1405 (0).

Tabelle 13. *p*-Dichlor-Benzol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 356		Pl. 360	
				q	J	q	J	q	J
1	298	3	2	[0'73]	[65]	[0'67]	[64]	[0'76]	[66]
2	330	7	2	0'21	134	0'21	123	0'21	140
3	631	3	2	[0'78] <i>g</i> -732	[36]	[0'77]	[35]	[0'79]	[37]
4	748	10	$\frac{1}{2}$	0'06	104	0'05	100	0'06	106
5	812	00	00?	(0'65)	(7)	(0'72)	(6)	(0'62)	(7)
6	1075	5	0	[0'10]	[64]	[0'10]	[61]	[0'10]	[66]
7	1107	10	1	0'09	122	0'09	113	0'09	126
8	1173	1	0	(0'25)	(12)	(0'48)	(13)	(0'14)	(12)
9	1300	1 <i>b</i>	0 <i>b</i>	(0'35)	(11)	(0'45)	(14)	(0'60)	(9)
10	1378	$\frac{1}{2}$	00?	(0'34)	(6)	(0'38)	(7)	(0'62)	(6)
11	1578*	5	4	0'67	69	0'65	69	0'68	69
12	1632	00	00?	(0'72)	(7)	(0'75)	(8)	(0'70)	(7)
13	3068	3 <i>b</i>	$\frac{1}{2}$ <i>b</i>	[0'39] Hg	[67]	[0'35]	[59]	[0'41]	[71]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=219$ (00); 232 (00); 479 (00?); 509 (00?); 794 (00); 1229 (0*b*); 1429 (0).

Tabelle 14. *p*-Brom-Anisol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 372		Pl. 373	
				q	J	q	J	q	J
1	265	4	1	[0'24]	[137]	[0'26]	[136]	[0'22]	[137]
2	324	1 <i>b</i>	$\frac{1}{2}$ <i>b</i>	0'63	46	0'68	45	0'58	47
3	483	0	—	(0'70)	(9)	(0'66)	(10)	(0'73)	(8)
4	503	00	—	(0'83)	(11)	(0'61)	(11)	(1'05)	(11)
5	604	1	—	(0'23)	(21)	(0'22)	(22)	(0'24)	(20)
6	634	1	$\frac{1}{2}$	0'78	34	0'75	34	0'80	34
7	700	$\frac{1}{2}$	0	[0'73] <i>g</i> -801	[13]	[0'79]	[13]	[0'67]	[13]
8	793	8	1	0'10	170	0'09	167	0'10	172
9	830	00?	00?	[0'55]	[14]	[0'55]	[11]	[0'54]	[16]
10	1005	1	—	(0'23)	(20)	(0'25)	(20)	(0'21)	(20)
11	1033	$\frac{1}{2}$	—	(0'00)	(12)	(0'00)	(12)	(0'00)	(11)
12	1072	4	$\frac{1}{2}$	0'14	70	0'12	74	0'16	66
13	1173	3 <i>b</i>	$\frac{1}{2}$	0'20	56	0'17	57	0'23	54
14	1248	2	0 <i>b</i>	(0'13)	(29)	(0'14)	(29)	(0'11)	(28)
15	1292	2	0 <i>b</i>	0'20	34	0'23	33	0'17	34
16	1397	$\frac{1}{2}$ <i>b</i>	00?	(0'38)	(8)	(0'42)	(7)	(0'34)	(8)
17	1452	$\frac{1}{2}$ <i>b</i>	0	0'71	17	0'77	16	0'65	18
18	1594*	4 <i>b</i>	3 <i>b</i>	0'72	60	0'69	60	0'74	60
19	2836	$\frac{1}{2}$	—	(0'25)	(23)	(0'26)	(21)	(0'24)	(24)
20	2939	$\frac{1}{2}$	—	(0'32)	(15)	(0'42)	(15)	(0'22)	(14)
21	3072	2	$\frac{1}{2}$	[0'43] Hg	[63]	[0'45]	[62]	[0'41]	[64]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=146$ (00?); 866 (00?); 1492 (0); 1682 (00?).

Tabelle 15. *p*-Dimethoxy-Benzol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 396		Pl. 394	
				q	J	q	J	q	J
1	374	3	2	0·51	50	0·53	53	0·49	47
2	402	1/2	00	[0·73]	[20]	[0·69]	(20)	[0·76]	[19]
3	640	1 1/2	1	0·86	32	0·95	32	0·77	32
4	713	1b	3/4	<i>g</i> -813 [0·72]	[23]	[0·80]	[23]	[0·63]	[23]
5	820	10	1b	0·09	164	0·10	152	0·08	176
6	843	1	—	p	[21]	p	[20]	p	[21]
7	1026	1/2	00?	(0·27)	(13)	(0·25)	(13)	(0·29)	(12)
8	1164	2	1b	> [0·17]	[51]	< [0·17]	[50]	> [0·17]	[51]
9	1174	5	—	<		>		<	
10	1235	2	00	[0·16]	[31]	[0·14]	[29]	[0·18]	[33]
11	1266	4	—	0·12	40	0·12	39	0·12	40
12	1310	3	0	0·19	39	0·17	38	0·20	39
13	1454	1 1/2 b	1b	0·80	22	0·78	22	0·81	22
14	1614*	3	2	0·56	40	0·57	40	0·55	40
15	2833	1 1/2	—	(0·22)	(33)	(0·21)	(31)	(0·23)	(34)
16	3001	1/2	0	(0·31)	(27)	(0·31)	(25)	(0·30)	(28)
17	3074	1	—	[0·43] Hg	[47]	[0·41]	[46]	[0·44]	[47]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu = 151$ (0); 214 (00?); 274 (00?); 519 (00?); 541 (00b); 792 (0); 1294 (0).

Tabelle 16. *Anisol*.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 344		Pl. 348	
				q	J	q	J	q	J
1	209	2	1	[0·70]	[14]	[0·68]	[17]	[0·71]	[11]
2	264	2	1	[0·68]	[16]	[0·64]	[16]	[0·71]	[16]
3	443*	6	2	0·38	23	0·36	23	0·40	23
4	512	1/2	1/2	(0·86)	(6)	(0·73)	(5)	(1·12)	(7)
5	555	1	1	(0·76)	(9)	(0·62)	(9)	(1·04)	(9)
6	617	3	2	0·86	16	0·85	16	0·87	16
7	758	0	1/2	[0·65]	[13]	[0·62]	[13]	[0·68]	[13]
8	787	12	1	0·10	63	0·07	85	0·11	52
9	818	1/2	1/2	[0·82]	[8]	[0·76]	[8]	[0·87]	[8]
10	994	15	2	0·06	118	(0·07)	103	0·05	126
11	1033	8b	1	[0·13] <i>e</i> -1018	[38]	[0·09]	[45]	[0·17]	[30]
12	1150	3	2	[0·87]	[11]	[0·78]	[11]	[0·96]	[10]
13	1175	8	2	0·38	30	0·34	34	0·41	25
14	1245	8	0	0·09	25	0·10	28	0·08	21
15	1297	5	00	0·18	14	0·16	14	(0·21)	(13)
16	1458	3	2	0·89	15	0·83	16	(1·02)	(12)
17	1601	8b	6	0·72	38	0·63	45	0·81	31
18	2839	3	—	st. p.	(13)	st. p.	(12)	st. p.	(15)
19	2939	1b	—	st. p.	(8)	st. p.	(6)	st. p.	(10)
20	3006	1	1/4	(0·64)	(15)	(0·63)	(13)	(0·64)	(17)
21	3064	8b	3b	[0·39] Hg	[52]	[0·36]	[56]	[0·42]	[48]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu = 1077$ (00?); 1333 (00); 1381 (0b).

Tabelle 17. *p*-Chlor-Brom-Benzol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
				q	J	Pl. 408		Pl. 411	
						q	J	q	J
1	260	4	$1\frac{1}{2}$	[0'25]	[128]	[0'82]	[115]	[0'22]	[140]
2	283	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	[0'82]	[67]	[0'80]	[76]	[0'84]	[57]
3	335	00	00?	(0'68)	[13]	(0'50)	(16)	(0'77)	(11)
4	625	$1\frac{1}{2}$	1	0'83	32	(0'88)	(36)	0'81	30
5	698	00	—	[0'85] <i>f</i>	[7]	—	—	[0'85]	[7]
6	733	5	$\frac{1}{2}$	0'09	85	(0'12)	(74)	0'08	90
7	813	00?	—	(0'54)	(7)	—	—	(0'54)	[7]
8	1068	3	$\frac{1}{2}$	[1'16]	[54]	[0'18]	[55]	[0'15]	[54]
9	1087	6	1	[0'12]	[95]	[0'15]	[88]	[0'10]	[99]
10	1168	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0'33	17	(0'42)	(18)	0'28	16
11	1296	$\frac{1}{2}b$	0 <i>b</i>	0'56	14	(0'58)	(21)	0'55	10
12	1368	0	—	(0'45)	(6)	p	(6)	(0'45)	(6)
13	1569*	3 <i>b</i>	2 <i>b</i>	0'77	39	0'71	39	0'80	39
14	3066	2	$\frac{1}{2}$	[0'41] Hg	[55]	[0'48]	[60]	[0'38]	[52]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=156$ (1*b*?); 220 (00?); 396 (00?); 480 (00?); 558 (00); 581 (0); 1136 (00?).

Tabelle 18. *p*-Jodanisol.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
				q	J	Pl. 407		Pl. 410	
						q	J	q	J
1	226	8	3	[0'30]	[202]	[0'30]	[202]	[p]	[?]
2	306	$\frac{1}{2}$	0	[0'88]	[31]	[0'96]	[31]	[0'71]	[30]
3	503	00?	00?	(0'71)	(13)	(0'68)	(15)	(0'73)	(12)
4	586	2	00	(0'30)	(32)	(0'38)	(35)	(0'26)	(30)
5	630	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}b$	0'72	26	0'77	31	0'69	23
6	693	00	00?	[0'71] <i>g</i> -794	[12]	[0'86]	[15]	[0'64]	[11]
7	787	8	1	0'10	135	0'11	132	0'08	140
8	815	0	00?	[0'51]	[16]	[0'51]	[18]	[0'51]	[14]
9	997	$1\frac{1}{2}$	00	[0'31]	[19]	[0'34]	[20]	[0'39]	[18]
10	1058	3	0	0'19	41	0'20	42	0'18	41
11	1172	5	1	0'17	62	0'17	60	0'16	63
12	1241	$1\frac{1}{2}$	00	0'20	24	(0'23)	(26)	0'18	23
13	1286	2	00	0'22	27	0'29	29	0'19	26
14	1392	00	00?	(0'51)	(8)	(0'77)	(9)	(0'41)	(8)
15	1448	00?	00? <i>b</i>	(0'75)	(12)	(0'82)	(13)	(0'71)	(11)
16	1483	00?	—	(0'51)	(9)	p	(7)	(0'51)	(10)
17	1588*	4	3	0'65	55	0'67	55	0'62	55
18	2833	00?	—	p	(17)	p	(24)	p	(13)
19	2936	00	—	p	(8)	—	—	p	(8)
20	3003	00?	—	p	(7)	—	—	p	(7)
21	3057	1 <i>b</i>	0	[0'53] Hg	[48]	[0'53]	[64]	[0'53]	[40]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu=166$ (2*b*); 412 (00); 942 (00?); 1032 ($\frac{1}{2}$?); 1650 (00?).

Tabelle 19. *p*-Chlor-anilin.

	$\Delta\nu$	J_s	i_s	Mittelwerte		Einzelwerte			
						Pl. 414		Pl. 415	
				e	J	e	J	e	J
1	318	1	$\frac{1}{2}$	1'01	21	1'07	21	(0'88)	(22)
2	379	3	$\frac{1}{2}$	0'41	36	0'40	35	0'44	37
3	407	$\frac{1}{2}$	0	[0'98]	[14]	[0'82]	[14]	[1'30]	[14]
4	637	2	$\frac{1}{4}$	0'55	27	0'55	27	0'56	27
5	828	6	0b	0'10	63	0'09	65	0'12	63
		(dopp.)							
6	1002	1	00	(0'24)	(10)	(0'24)	(10)	(p)	(9)
7	1092 (<i>f</i>)	$\frac{1}{2}$	00	(0'34)	(7)	(0'34)	(7)	(p)	(4)
8	1090 (<i>e</i>)	8	1	0'11	67	0'09	68	0'14	67
9	1171	2	$\frac{1}{4}$	(0'37)	(14)	(0'37)	(14)	(0'36)	(14)
10	1279	4b	$\frac{1}{4}b$	0'23	25	0'22	25	0'26	24
11	1596 (<i>g</i>)	00?	—	0'96	(5)	(1'00)	(5)	(0'88)	(5)
12	1602* (<i>e</i>)	5	3	[0'58] 1621	[58]	[0'58]	[58]	[0'58]	[58]
13	3059	2	$\frac{1}{4}$	[0'54] Hg	[42]	[0'49]	[40]	[0'65]	[0'42]

Weitere Frequenzen: $\Delta\nu = 145$ (2b), 268 (00), 705 (00); 889 (00?), 939 (00?), 1382 (00?), 1621 (2). Die Linie Nr. 5 ist eine Doppellinie: $\Delta\nu = 821$ (6), 836 (5).