Rom, 15 V 32

Sehr verehrter Herr Professor Stern,

Herr Segrè schreibt, dass Sie sich für die näheren Details meiner Abschätzung für das Verhältnis der magnetischen Momente von Molekülrotation und Kernspin bei Wasserstoff interessieren. Die Rechnung läuft folgendermassen:

~~Im ers.~~ Wenn das H_2-Molekül um die Achse senkrecht zur Kernverbindungslinie rotiert, ~~so~~ stellt jeder einzelne Kern einen Kreisstrom dar mit der Stromstärke $e\cdot v = e\cdot\frac{1}{2}R\cdot\omega$, wo R der Kernabstand, ω die Winkelgeschwindigkeit der Rotation ist. Dieser Kreisstrom erzeugt ein magnetisches Moment

$$\frac{1}{2c}\cdot\frac{1}{2}R\cdot\frac{1}{2}eR\omega = \frac{e}{2c}\cdot\frac{1}{4}R^2\omega$$

Ebenso gibt ein Elektron, das sich im Abstand r von der Rotationsachse befindet, ein magnetisches Moment $-\frac{e}{2c}\cdot r^2\omega$, wobei ω wieder die Winkelgeschwindigkeit der Kerne ist: Die Bewegung der Elektronen relativ zu den Kernen gibt im Zeitmittel kein Moment. ~~Das~~ Den wirklichen Beitrag eines Elektrons ~~als~~ zum magnetischen Moment erhält man, ~~durch Mitteilung von r^2 über die Eigenfunktio~~ indem man für r^2 einen Mittelwert über die Eigenfunktion des

Elektrons, $\overline{r^2}$, setzt. Dann wird das gesamte magnetische Moment, das mit der Rotation verbunden ist

$$\mu = -\frac{e}{2c}\cdot\left(2\overline{r^2} - \frac{1}{2}R^2\right)\omega$$

ω kann nun durch das Impulsmoment der Rotation ausgedrückt werden. Nehmen wir an, das Molekül befinde sich im ersten Rotationszustand, dann ist das Impulsmoment

$$M\cdot\frac{1}{2}R^2\cdot\omega = \frac{h}{2\pi}$$

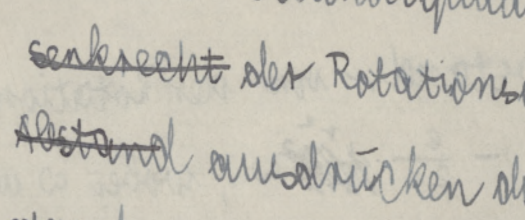
wo M die Masse eines H-Atoms ist. Also wird

$$|\mu| = \frac{e}{2c}\cdot\frac{h}{2\pi M}\cdot\left(4\frac{\overline{r^2}}{R^2} - 1\right) = \mu_0\left(4\frac{\overline{r^2}}{R^2} - 1\right)$$

wo μ_0 das magnetische Moment (des Spins) eines Protons ist, also das gesuchte Verhältnis Rotationsmoment : Spinmoment zweier gleichgerichteter Protonen

$$\frac{|\mu|}{2\mu_0} = 2\frac{\overline{r^2}}{R^2} - \frac{1}{2}$$

Es kommt also darauf an, $\overline{r^2}$ abzuschätzen, d. h. den Mittelwert des Abstandsquadrats des Elektrons ~~von einer Achse senkrecht~~ der Rotationsachse. Man kann nun zunächst ~~diesen Abstand~~ $\overline{r^2}$ ausdrücken durch ~~den Abstand~~ $\overline{\rho^2}$, wo ρ der Abstand vom Molekülschwerpunkt ist, und $\overline{\rho^2}$ kann man dann wieder aus dem Diamagnetismus entnehmen.



Zunächst kann man durch eine ~~Wellen~~ Rechnung mit Hilfe der Eigenfunktion des H_2 von <u>Wang</u> (Phys Rev 33) zeigen, dass

$$\overline{\mu^2} \approx \overline{r^2} - \frac{1}{4} R^2$$

ist (vgl. Figur). D. h. das „elektrische Trägheitsmoment" des Moleküls um die Rotationsachse, $e(2\overline{r^2} - \frac{1}{2} R^2)$, ist nahezu gleich dem um die Kernverbindungslinie. (Dies ergibt sich z. B. auch schon, wenn man annimmt, dass man zwei ungestörte Wasserstoffatome im Abstand R voneinander vor sich hat). Übrigens würde eine kleine Abweichung, ~~z. B. ca.~~ 10%, wie sie durchaus denkbar wäre, das Resultat nur um 3% ändern.

~~Es wird jetzt, da $\rho^2 = r^2 + \mu^2$ ist:~~ Wenn wir nun die X-Achse

$\frac{\mu}{2\mu_0} =$ in die Richtung der Kernverbindungslinie legen, die Y-Achse mit der Rotationsachse identifizieren, ~~kommt~~ ist

$$r^2 = x^2 + z^2 \qquad \rho^2 = x^2 + y^2 + z^2 \qquad \mu^2 = y^2 + z^2 \qquad \overline{y^2} = \overline{z^2} = \overline{x^2} - \frac{1}{4} R^2$$

$$\overline{r^2} - \frac{1}{4} R^2 = \frac{2}{3}\left(\overline{\rho^2} - \frac{1}{4} R^2\right)$$

$$1 \qquad \frac{\mu}{2\mu_0} = \frac{1}{3}\left(4\,\frac{\overline{\rho^2}}{R^2} - 1\right)$$

Nun ist bei <u>Atomen</u> die diamagnetische Suszeptibilität χ pro Mol nach Pauli und van Vleck

$$\chi = -\frac{e^2 L}{6 m c^2} \cdot \sum_i \overline{\rho_i^2} = 2{,}85 \cdot 10^{10} \sum_i \overline{\rho_i^2}$$

wobei die Summe über alle Elektronen i des Atoms geht. Für Moleküle gilt die Formel zwar nicht mehr streng, doch hat van Vleck für H_2 gezeigt, dass die Abweichung sicher nicht grösser ist als 15% und wahrscheinlich etwa 10% beträgt: und zwar im Sinne einer Verkleinerung des Diamagnetismus liegt

$$\chi = \cancel{m}\ 2{,}85 \cdot 10^{10} \cdot (0{,}90 \pm 0{,}05) \cdot 2\,\overline{\rho^2}$$

Gemessen ist die Suszeptibilität pro ~~Gramm~~ gleich $-1{,}99 \cdot 10^{-6}$, also pro Mol

$$\chi = -3{,}98 \cdot 10^{-6}, \qquad \overline{\rho^2} = 0{,}78 \cdot 10^{-16}\ \mathrm{cm}^2$$

Da der ~~Abst~~ Kernabstand des H_2 gleich $0{,}75$ Å ist, wird

$$\frac{\mu}{2\mu_0} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{3{,}12}{0{,}75^2} - 1\right) = \frac{1}{3} \cdot (5{,}5 - 1) = 1{,}5$$

Das magnetische Moment der Rotation ist 1,5 mal so gross wie das des Spins. Die Unsicherheit des Resultats ist wohl sicher kleiner als $\pm 0{,}5$, wahrscheinlich beträgt sie nur $\pm 0{,}2$. Leider scheint damit der ~~die~~ experimentelle Nachweis des Protonenmoments sehr erschwert, besonders wenn man bedenkt, dass ich hier noch den günstigsten Fall (Rotationsquantenzahl $J = 1$) zugrundegelegt habe.

Über die höchst merkwürdige Richtungsabhängigkeit der Kristallreflexion haben wir hier nichts herausbekommen. Ich will mich aber einmal intensiv damit beschäftigen, sobald ich ~~da~~ meinen Artikel für das „Handbuch" fertig habe, der mir unendlich viel Zeit kostet. Mindestens glaube ich erklären zu können, warum Kristalle mit leichten Ionen besser reflektieren als solche mit schweren.

Mit den besten Grüssen bin ich Ihr sehr ergebener H. Bethe

Roma - Istituto Fisico via Panisperna 89

4 - 2 - 33

~~VIA BALBO, 41 - TEL. 54.198~~

Sehr geehrter Herr Professor!

prof. Fermi hat mich beauftragt die Frage nach dem magnetischen Moment eines rotierenden Wasserstoffmoleküls zu untersuchen. Hier ist das Ergebnis. Leider sind die numerischen Resultate etwas unbestimmt; jedenfalls scheinen sie mit Ihren Messungen nicht in Widerspruch zu stehen.

Ich möchte Sie bitten, wenn Sie den Vortrag bei der Leipziger Woche halten, ein Paar Worte über diese Resultate zu sagen. Oder wenn Sie es lieber haben, so könnte Dr. E. Maiorana, der sich jetzt in Leipzig befindet, etwas darüber sagen.

Später möchte Ich diese kleine Arbeit veröffentlichen; da diese Rechnung ohne Ihre Experimente viel an Interesse verliert, möchten wir gerne ungefähr wissen, wann Sie Ihre Resultate veröffentlichen werden.

Mit ergebensten Grüssen

Ihr Gian Carlo Wick

ROMA
23-24
4 II
33-XI
FERROVIA

Herrn Professor Otto Stern

Institut für Physikalische Chemie

9 Jüngiusstrasse

Hamburg 36

(GERMANIA)

ISTITUTO DI FISICA
DELLA
R. UNIVERSITÀ DI ROMA
VIA PANISPERNA N. 89-A

A B C D ~~E~~ E F G H I K L M N O P

Q R S T U V W X Y Z

A B C D E F G H I K L M

O P Q R S T U V W X Y Z

$$\frac{\cancel{4}\, p_0 b h}{\pi r^2 \sqrt{\cancel{2\pi} MRT}} = \frac{\cancel{4}\, p}{k\sqrt{\cancel{2\pi} MRT}}, \quad p = \frac{p_0 b h k}{\pi r^2} = \frac{10^{-3} h}{\pi r^2} k$$

$$\frac{h}{\pi r^2} = \frac{5\cdot10^{-2}}{2,5\cdot10^{3}} = 2\cdot10^{-5}, \quad p = k\, 10^{-3}\, 2\cdot10^{-5} = 2k\cdot10^{-8} = 10^{-6}$$

$$W = \frac{\sqrt{2\pi}}{4} = \frac{2,5}{2\cdot10^{-3}\cdot5\cdot10^{-2}} = 2,5\cdot10^{4} \quad k = \frac{3}{8}\frac{l}{a} \quad l = \frac{8}{3} a k = \frac{8}{3} 50\cdot2\cdot10^{-3} = \frac{8}{3} m = 3 cm$$

$$\frac{dp}{dt} = \frac{RT}{V}\frac{dn}{dt} = \frac{RT}{V}\left(\gamma f - \frac{p f}{k\sqrt{2\pi MT}}\right) = a - bp, \quad p = p_\infty\left(1-e^{-bt}\right)$$

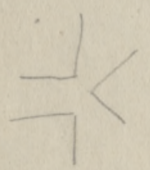
$$b = \frac{RT f}{V k \sqrt{2\pi MRT}} = \frac{f}{kV}\sqrt{\frac{RT}{2\pi M}} = \frac{10^{-4}\cdot2\cdot10^{4}}{50\cdot20} = \frac{1}{500}$$

$$\sqrt{\frac{RT}{2\pi M}} = \sqrt{\frac{8,3\cdot10^{7}\cdot10^{2}}{6,3\cdot2}} = 10^{4}\sqrt{\frac{83}{16,6}} \sim 2\cdot10^{4}$$

$h\pi r^2 = 3,13\cdot10^{-2}\cdot10 = 0,3$

$$s_\alpha = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2}\frac{M}{\mathcal{M}}\frac{\partial \xi}{\partial s}\frac{l^2}{\alpha^2} = \frac{M}{4RT}\frac{\partial \xi}{\partial s}\frac{l^2}{T}$$

$$\frac{M}{4R} = \frac{3}{4.83\cdot 10^7} = 0{,}903\cdot 10^{-8} \qquad s_\alpha \cong 10^{-8}\cdot 2\cdot 10^5\,\frac{200}{100} = 4\cdot 10^{-3}\,\text{cm} = \frac{4}{100}\,\text{mm}$$



$$w_l = \frac{g_l e^{-\frac{\varepsilon_l}{kT}}}{\sum_{l=0}^{l=\infty} g_l e^{-\frac{\varepsilon_l}{kT}}}$$

l	g ($2l+1$)	ε_l ($\varepsilon_0 l(l+1)$)
0	1	0
2	5	$\varepsilon_0\cdot 6$
4	9	$\varepsilon_0\cdot 20$
6	13	
1	3	$\varepsilon_0\cdot 2$
3	7	$\varepsilon_0\cdot 12$
5	11	$\varepsilon_0\cdot 30$

Para H_2: $w_0 = 52{,}5\%$ $\quad w_2 = 46{,}1\%$ $\quad w_4 = 1{,}4\%$

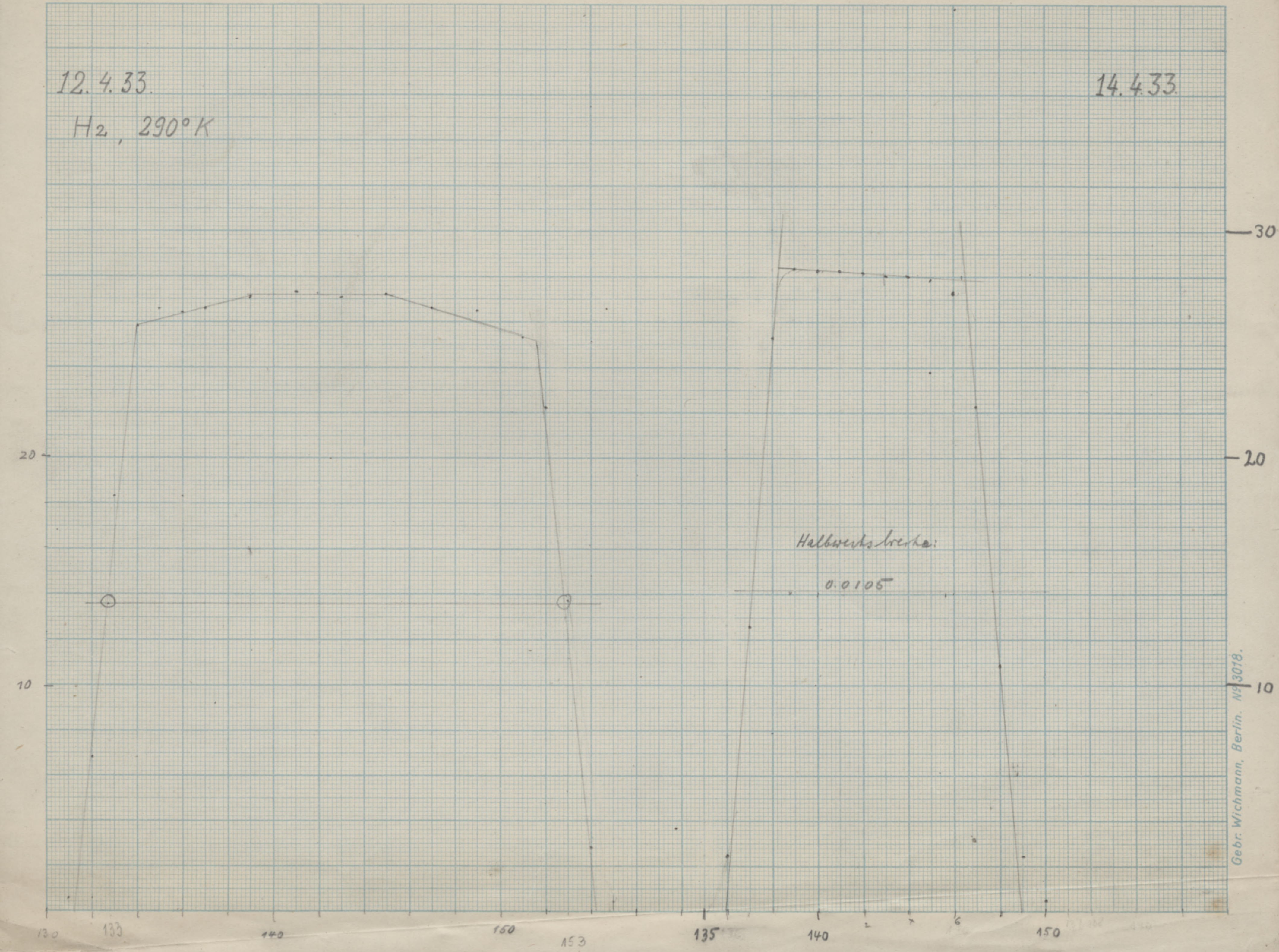
$T = 292$

$T = 195$: $w_0 = 73\%$ $\quad w_2 = 27\%$

Ortho H_2

$$dn = n_0 e^{-\frac{c^2}{\alpha^2}}\frac{c^2}{\alpha^2}\, d\frac{c^2}{\alpha^2}, \quad s_\alpha = \frac{b}{\alpha^2}, \quad s = \frac{b}{c^2}, \quad \frac{s_\alpha}{s} = \frac{c^2}{\alpha^2}, \quad d\frac{c^2}{\alpha^2} = -\frac{s_\alpha}{s^2}\,ds = -\frac{s_\alpha^2}{s^2}\,d\frac{s}{s_\alpha}$$

$$dn = J_0\, 2a\, e^{-\frac{s_\alpha}{s}}\frac{s_\alpha^3}{s^3}\frac{ds}{s_\alpha}, \quad \frac{dn}{ds}\frac{1}{J_0} = \frac{J}{J_0} = \frac{2a}{s_\alpha}\frac{s_\alpha^3}{s^3}e^{-\frac{s_\alpha}{s}}$$


12. 4. 33.
H2, 290° K
14. 4. 33.
Halbwertsbreite:
0.0105
30
20
10
20
10
130
133
140
150
153
135
140
150
Gebr. Wichmann, Berlin. No 3018.

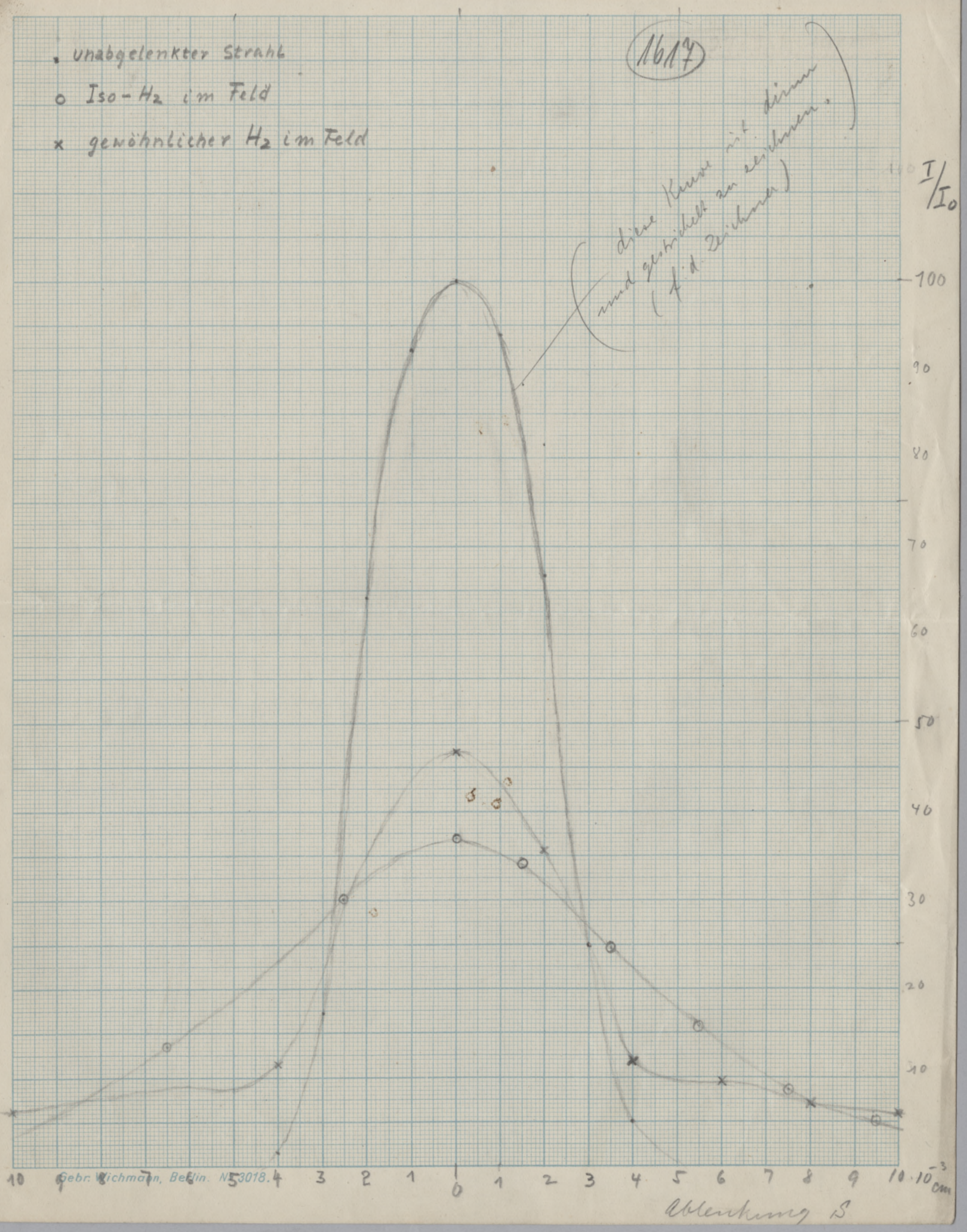
Siedepunkt: N_2 −195,8° Schmelzpunkt: −209,9° ~ 1/10 cm

O_2 −183,0° −218°

Luft −193°

H_2 −252,8° −259°

T	Para	Ortho
21,2	99,7	0,3
28,3	97,8	2,2
42,5	85,8	14,2
60,0	65,2	34,8
5,0	48,0	52,0
0,0	25,3	74,7


1617
. unabgelenkter Strahl
o Iso-H_2 im Feld
x gewöhnlicher H_2 im Feld
diese Kurve mit dünn und gestrichelt zu zeichnen (f. d. Zeichner)
I/I0
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
10^-3 cm
Gebr. Wichmann, Berlin. No 3018.
Ablenkung S

Orth. H_2 290°

1)

Para: $l=0$ $s_\alpha = 0$ $\qquad$ $s_r = 0{,}86$ $s_p = 2{,}15 \cdot 2 = 4{,}3$

$l=2$, $s_{\alpha_1} = 0{,}86$, $s_{\alpha_2} = 1{,}72$

Ortho: $l=1$, $s_{\alpha_1} = 0{,}86$ $s_{\alpha_2} = 4{,}3$ $s_{\alpha_3} = 3{,}44$ $s_{\alpha_4} = 5{,}16$

$l=3$,

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = \frac{1}{4}\left\{0{,}53 + 0{,}47\left[0{,}2 + 0{,}4 f\left(\frac{s_r}{a}\right) + 0{,}4 f\left(2\frac{s_r}{a}\right)\right]\right\}$$

$$+ \frac{3}{4}\left\{0{,}111 + 0{,}222\left[f\left(\frac{s_{\alpha_1}}{a}\right) + \cdot \quad \cdot + f\left(\frac{s_{\alpha_4}}{a}\right)\right]\right\}$$

$$2a = 10{,}5 \quad \frac{s_r}{a} = 0{,}164 \quad \frac{s_{\alpha_2}}{a} = 0{,}819 \quad \frac{s_{\alpha_3}}{a} = 0{,}655 \quad \frac{s_{\alpha_4}}{a} = 0{,}984$$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = \frac{1}{4}\left\{0{,}53 + 0{,}47\underset{\substack{1-0{,}4\cdot 0{,}055 \\ 1-0{,}022}}{\begin{bmatrix} 0{,}2 \\ 0{,}4(1-0{,}012) \\ 0{,}4(1-0{,}043) \end{bmatrix}}\right\} \cancel{+ \frac{3}{4}\frac{1}{13}\left\{1 + 2\underset{\substack{3{,}392\cdot 2 \\ 4{,}784}}{\begin{bmatrix} 0{,}988 \\ 802 \\ 860 \\ 742 \end{bmatrix}}\right\}} + \frac{3}{4}\left\{\frac{1}{9} + \frac{2}{9}\underset{4-0{,}608}{\begin{bmatrix} 1-0{,}012 \\ 0{,}198 \\ 0{,}140 \\ 0{,}258 \end{bmatrix}}\right\}$$

$$\frac{1}{4}\{1 - 0{,}47\cdot 0{,}022\} + \frac{3}{4}\{1 - 0{,}222\cdot 0{,}608\} = 1 - 0{,}0026 - 0{,}101_4 = 1 - 0{,}104$$

вм 0,896 орт 0,848₅

$$s_r = 1{,}05 \quad s_p = 5{,}25$$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = \frac{1}{4}\left\{0{,}53 + 0{,}47\underset{1-0{,}4\cdot 0{,}078}{\begin{bmatrix} 0{,}2 \\ 0{,}4(1-0{,}017) \\ 0{,}4(1-0{,}061) \end{bmatrix}}\right\} + \frac{3}{4}\left\{\frac{1}{9} + \frac{2}{9}\underset{0{,}809}{\begin{bmatrix} 1-0{,}017 \\ -0{,}264 \\ -0{,}191 \\ -0{,}337 \end{bmatrix}}\right\} \; 0{,}87$$

$$= \frac{1}{4}\{1 - 0{,}014_6\} + \frac{3}{4}\left\{1 - \frac{2}{9}0{,}809\right\} = 1 \begin{matrix} -0{,}0036 \\ -0{,}1348 \\ \hline 0{,}1384 \end{matrix} = 0{,}861_6 \text{ орт } 0{,}849$$

$$2a = 10{,}5 \quad s_r = 0{,}86 \quad s_p = 2{,}15\cdot 2{,}4 = 5{,}16 \quad \frac{s_r}{a} = 0{,}164 \quad \frac{s_p}{a} = 0{,}984 \quad \frac{s_{\alpha_2}}{a} = 0{,}820 \quad \frac{s_{\alpha_4}}{a} = 1{,}146$$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = \frac{1}{4}\left\{0{,}53 + 0{,}47\underset{0{,}055}{\begin{bmatrix} 0{,}2 \\ 0{,}4(1-0{,}012) \\ 0{,}4(1-0{,}043) \end{bmatrix}}\right\} + \frac{3}{4}\left\{\frac{1}{9} + \frac{2}{9}\underset{0{,}786}{\begin{bmatrix} 1-0{,}012 \\ 1-0{,}198 \\ 1-0{,}258 \\ 1-0{,}318 \end{bmatrix}}\right\}$$

$$= \frac{1}{4}\{1 - 0{,}0104\} + \frac{3}{4}\left\{1 - \frac{2}{9}0{,}786\right\} = 1 \begin{matrix} -0{,}0026 \\ -0{,}131 \\ 1336 \end{matrix} = 0{,}866_4$$

Опыт H_2 290° 2)

$2a = 20{,}1 \quad a = 10{,}0_5 \quad s_r = 1{,}00_5 \quad s_p = 5{,}02_5$

$\frac{s_r}{a} = 0{,}1 \quad \frac{s_{\alpha_3}}{a} = 0{,}5 \quad \frac{s_{\alpha_2}}{a} = 0{,}4 \quad \frac{s_{\alpha_4}}{a} = 0{,}6$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = \frac{1}{4}\left\{0{,}53 + 0{,}47\begin{bmatrix}0{,}2\\0{,}4(1-0{,}005)\\0{,}4(1-0{,}017)\end{bmatrix}\right\} + \frac{3}{4}\left\{\frac{1}{9} + \frac{2}{9}\begin{bmatrix}1-0{,}005\\1-0{,}061\\1-0{,}090\\1-0{,}122\end{bmatrix}\right\}$$

$1 - \begin{matrix}0{,}002\\0{,}007\end{matrix}$ $\quad 0{,}278$

$1 - 0{,}009$

$$\frac{1}{4}\{1-0{,}004\} + \frac{3}{4}\left\{1 - \frac{2}{9}\,0{,}278\right\} = 1 - \begin{matrix}0{,}001\\0{,}062\end{matrix} = 0{,}937 \quad \text{г.ф.}\ 0{,}958$$

$0{,}031$

$2a = 5{,}6 \quad a = 2{,}8 \quad s_r = 1{,}00_8 \quad s_p = 5{,}04$

$\frac{s_r}{a} = 0{,}36 \quad \frac{s_{\alpha_3}}{a} = 1{,}8 \quad \frac{s_{\alpha_2}}{a} = 1{,}44 \quad \frac{s_{\alpha_4}}{a} = 2{,}16$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = \frac{1}{4}\left\{0{,}53 + 0{,}47\begin{bmatrix}0{,}2\\0{,}4(1-0{,}051)\\0{,}4(1-0{,}163)\end{bmatrix}\right\} + \frac{3}{4}\left\{\frac{1}{9} + \frac{2}{9}\begin{bmatrix}1-0{,}051\\1-0{,}422\\1-0{,}537\\1-0{,}635\end{bmatrix}\right\}$$

$0{,}214 \cdot 0{,}4 \quad 1{,}645$

$1 - 0{,}0856$

$$\frac{1}{4}\{1-0{,}040_2\} + \frac{3}{4}\left\{1 - \frac{2}{9}\,1{,}64_5\right\} = 1 - \begin{matrix}0{,}010\\0{,}276\end{matrix} = 0{,}714 \quad \text{г.ф.}\ 0{,}725$$

286

$\mu_r \sim 0{,}95$ K.M $\quad 2\mu_p \sim 4\tfrac{3}{4}$ K.M

2a	bu	г.ф.
20,1	0,94	0,96
10,5	0,86	0,85
5,6	0,71	0,72

Gew: H_2 290°

$s_a = 1{,}05 \frac{mm}{100}$ pro K.M. bei 290°

Rotationsmoment $\mu_r = 0{,}8$ K.M. $s_r = 0{,}84$

Protonenmoment $\mu_p = 2{,}7$ K.M. $s_p = 2{,}1 \cdot 7$

Vereinfacht zu

Para: $w_0 = 52{,}7\%$, $w_2 = 45{,}9\%$, $w_4 = 1{,}4\%$ $\quad w_0 = 53\%$ $w_2 = 47\%$

Ortho: $w_1 = 88{,}7\%$, $w_3 = 11{,}2\%$, $w_5 = 0{,}1\%$ $\quad w_1 = 100\%$

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = \frac{1}{4}\left\{0{,}53 + 0{,}47\left[\frac{1}{5} + \frac{2}{5} f\left(\frac{s_r}{a}\right) + \frac{2}{5} f\left(\frac{2s_r}{a}\right)\right]\right.$$
$$\left. + \frac{3}{4}\left\{\frac{1}{9} + \frac{2}{9}\left[f\left(\frac{s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p - s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p}{a}\right) + f\left(\frac{s_p + s_r}{a}\right)\right]\right.\right.$$

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = \frac{1}{4}\left\{1 - \overset{0{,}47\,!}{\frac{2}{5}}\left[1 - f\left(\frac{s_r}{a}\right) + 1 - f\left(\frac{2s_r}{a}\right)\right] + \frac{3}{4}\left\{1 - \frac{2}{9}\left[1 - f\left(\frac{s_r}{a}\right) + 1 - f\left(\frac{s_p - s_r}{a}\right) + 1 - \cdots + 1 - \cdots\right]\right.\right.$$

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = 1 - \frac{0{,}47}{10}\left[1 - f\left(\frac{s_r}{a}\right) + 1 - f\left(\frac{2s_r}{a}\right)\right] - \frac{1}{6}\left[1 - f\left(\frac{s_r}{a}\right) + 1 - f\left(\frac{s_p - s_r}{a}\right) + 1 - f\left(\frac{s_p}{a}\right) + 1 - f\left(\frac{s_p + s_r}{a}\right)\right]$$

$s_r = 0{,}84$ $\quad \underline{\underline{I = 2{,}5}}$ $\quad s_p = 2{,}1 \cdot \frac{10}{4} = 5{,}25$, $s_p - s_r = 4{,}41$ $\quad s_p + s_r = 6{,}09$

$\underline{\underline{2a = 20{,}1}}$ $\quad \frac{s_r}{a} = 0{,}083_5$ $\quad \frac{s_p}{a} = 0{,}522$ $\quad \frac{s_p - s_r}{a} = 0{,}439$ $\quad \frac{s_p + s_r}{a} = 0{,}606$ $\quad \frac{2s_r}{a} = 0{,}167$

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = 1 - \frac{0{,}47}{10}\begin{bmatrix}0{,}003\\0{,}013\end{bmatrix}_{0{,}016} - \frac{1}{6}\begin{bmatrix}0{,}003\\0{,}049\\0{,}094\\0{,}124\end{bmatrix}_{0{,}296} = 1 - 0{,}00\overset{08}{\cancel{7}} - 0{,}049_3 = 1 - 0{,}050 = 0{,}950 \quad \text{vgl. } 0{,}958$$

$\underline{\underline{2a = 10{,}5}}$ $\quad \frac{s_r}{a} = 0{,}160$ $\quad \frac{s_p}{a} = 1{,}000$ $\quad \frac{s_p - s_r}{a} = 0{,}840$ $\quad \frac{s_p + s_r}{a} = 1{,}160$ $\quad \frac{2s_r}{a} = 0{,}320$

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = 1 - \frac{0{,}47}{10}\begin{bmatrix}0{,}012\\0{,}041\end{bmatrix}_{0{,}053} - \frac{1}{6}\begin{bmatrix}0{,}012\\0{,}206\\0{,}264\\0{,}323\end{bmatrix}_{0{,}805} = 1 - 0{,}00\overset{25}{\cancel{73}} - 0{,}134_2 = 1 - 0{,}13\overset{6}{\cancel{9}}_7 = 0{,}863 \quad \text{vgl. } 0{,}848_5$$

$\underline{\underline{2a = 5{,}6}}$ $\quad \frac{s_r}{a} = 0{,}300$ $\quad \frac{s_p}{a} = 1{,}87_5$ $\quad \frac{s_p - s_r}{a} = 1{,}57_5$ $\quad \frac{s_p + s_r}{a} = 2{,}17_5$ $\quad \frac{2s_r}{a} = 0{,}600$

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = 1 - \frac{0{,}47}{10}\begin{bmatrix}0{,}037\\0{,}122\end{bmatrix}_{0{,}159} - \frac{1}{6}\begin{bmatrix}0{,}037\\0{,}466\\0{,}559\\0{,}639\end{bmatrix}_{1{,}701} = 1 - 0{,}0\overset{075}{\cancel{759}} - 0{,}283_5 = 1 - 0{,}29\overset{1}{\cancel{9}}_7 = 0{,}70\overset{9}{\cancel{1}}_6 \quad \text{vgl. } 0{,}72_5$$

$2a = 5{,}8$ $\quad 0{,}71$ $\quad 2a = 6{,}0$ $\quad 0{,}72$

$3 \cdot 3 = 9$ $\quad 21 - 9 = 12$

$3 \cdot 7 = 21$

Para: Ortho $w_1 = 0{,}89$ $w_3 = 0{,}11$

$-0{,}11 \frac{12}{21} + 0{,}11 \frac{1}{21}\left\{f\left(\frac{2s_r}{a}\right) + f\right.$

z. l. fl. Z.

0,949 z. 19,4 0,834 z. 20,0

0,829 z. 9,0 0,897 z. 28,6

Gew. H_2 bei 290°

$$\frac{I_{s\cdot 0}}{I_0} = \frac{1}{4}\{\ \} + \frac{3}{4}\left\{\frac{1}{9} + \frac{2}{9}\left[f\left(\frac{s_r}{a}\right) + \cdot \quad \cdot \quad \cdot\right]\right\}$$

gewöhn.

$$+\frac{3}{4}\left(0{,}89\left\{\frac{1}{9} + \frac{2}{9}\left[f\left(\frac{s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p - s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p}{a}\right) + f\left(\frac{s_p + s_r}{a}\right)\right]\right\}\right.$$

$$0{,}11\left\{\frac{1}{21} + \frac{2}{21}\left[f\left(\frac{s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p - s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p}{a}\right) + f\left(\frac{s_p + s_r}{a}\right)\right.\right.$$

$$f\left(\frac{2s_r}{a}\right) \quad f\left(\frac{s_p - 2s_r}{a}\right) \quad + f\left(\frac{s_p + 2s_r}{a}\right)$$

$$\left.\left.\left. f\left(\frac{3s_r}{a}\right) \quad f\left(\frac{s_p - 3s_r}{a}\right) \quad + f\left(\frac{s_p + 3s_r}{a}\right)\right]\right\}\right)$$

$$\frac{1}{9} - \frac{1}{21} = \frac{1}{3}\left(\frac{1}{3} - \frac{1}{7}\right) = \frac{1}{3}\,\frac{4}{21} = \frac{4}{63}\,;\ \frac{1}{21} = \frac{1}{9} - \frac{4}{63}$$

$$= \frac{3}{4}\left(0{,}89\left\{\frac{1}{9} + \frac{2}{9}\left[f\left(\frac{s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p - s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p}{a}\right) + f\left(\frac{s_p + s_r}{a}\right)\right]\right\}\right.$$

$$+0{,}11\left\{\frac{1}{9} + \frac{2}{9}\left[f\left(\frac{s_r}{a}\right) + \cdot \quad + \cdot \quad + \cdot\right]\right.$$

$$+0{,}11\left\{-\frac{4}{63} - \frac{8}{63}\left[f\left(\frac{s_r}{a}\right) + \cdot \quad + \cdot \quad + \cdot\right]\right.$$

$$+0{,}11 \cdot \frac{2}{21}\left[f\left(\frac{2s_r}{a}\right) + f\left(\frac{3s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p - 2s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p - 3s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p + 2s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p + 3s_r}{a}\right)\right]$$

Durch Gleich.:

$$\cancel{\frac{3}{4}\,0{,}11\,\frac{2}{21}}\ \underset{\frac{0{,}11}{14}}{}\left\{\left[f\left(\frac{2s_r}{a}\right) + \cdot + \cdot + \cdot + \cdot + \cdot\right] - \frac{2}{3}\left(1 + 2\left[f\left(\frac{s_r}{a}\right) + \cdot + \cdot + \cdot\right]\right)\right\}$$

$$= 0{,}00786\left\{\left[f\left(\frac{2s_r}{a}\right) + f\left(\frac{3s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p - 2s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p - 3s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p + 2s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p + 3s_r}{a}\right)\right]\right.$$

$$\left. - \frac{2}{3}\left(1 + 2\left[f\left(\frac{s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p - s_r}{a}\right) + f\left(\frac{s_p}{a}\right) + f\left(\frac{s_p + s_r}{a}\right)\right]\right)\right\}$$

Gem. H_2 bei 290°

Korrektionsglied K

$2a = 20{,}1 \quad \frac{s_r}{a} = 0{,}083_5 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 0{,}439 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 0{,}606$

$\frac{s_p}{a} = 0{,}522 \quad \frac{2 s_r}{a} = 0{,}167 \quad \frac{s_p - 2 s_r}{a} = 0{,}355 \quad \frac{s_p + 2 s_r}{a} = 0{,}689$

$\frac{3 s_r}{a} = 0{,}250_5 \quad \frac{s_p - 3 s_r}{a} = 0{,}272 \quad \frac{s_p + 3 s_r}{a} = 0{,}772$

$$K = 0{,}00786 \left\{ \begin{bmatrix} 0{,}987 \\ 0{,}973 \\ 950 \\ 969 \\ 848 \\ 819 \end{bmatrix} - \frac{2}{3}\Big(1 + \underset{7{,}4}{2 \cdot 3{,}704}\Big) \right\} = 0{,}00786 \left\{ \begin{array}{r} 5{,}546 \\ -5{,}60 \\ \hline -0{,}05 \end{array} \right\} = -0{,}0004$$

$$\begin{array}{r} 819 \\ \hline 5{,}546 \end{array}$$

$2a = 5{,}6 \quad \frac{s_r}{a} = 0{,}300 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 1{,}57_5 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 2{,}17_5$

$\frac{s_p}{a} = 1{,}87_5 \quad \frac{2 s_r}{a} = 0{,}600 \quad \frac{s_p - 2 s_r}{a} = 1{,}27_5 \quad \frac{s_p + 2 s_r}{a} = 2{,}47_5$

$\frac{3 s_r}{a} = 0{,}900 \quad \frac{s_p - 3 s_r}{a} = 0{,}97_5 \quad \frac{s_p + 3 s_r}{a} = 2{,}77_5$

$$K = 0{,}00786 \left\{ \begin{vmatrix} 0{,}878 \\ 773 \\ 636 \\ 745 \\ 292 \\ 235 \\ \hline 3{,}559 \end{vmatrix} - \frac{2}{3}\Big(1 + \underset{5{,}6}{2 \cdot 2{,}3}\Big) \right\} = 0{,}00786 \left\{ \begin{array}{r} 3{,}56 \\ -3{,}74 \\ \hline -0{,}18 \end{array} \right\} = -0{,}0014$$

Versuche v. 2.V.1933
mit H_2 bei 290° und 90°

290°

2a = 19,4 $\frac{s_r}{a} = 0,0866$ $\frac{s_p}{a} = 0,541$ $\frac{s_p - s_r}{a} = 0,454$ $\frac{s_p + s_r}{a} = 0,628$ $\frac{2 s_r}{a} = 0,173$

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = 1 - \frac{0,17}{10}\begin{bmatrix}0,004\\0,013\\0,017\end{bmatrix} - \frac{1}{6}\begin{bmatrix}0,004\\0,076\\0,103\\0,131\end{bmatrix}_{0,314} = 1 - 0,0008 - 0,0523 = 1 - 0,053 = 0,947 \text{ gef. } 0,949$$

2a = 9,0 $\frac{s_r}{a} = 0,187$ $\frac{s_p}{a} = 1,167$ $\frac{s_p - s_r}{a} = 0,980$ $\frac{s_p + s_r}{a} = 1,354$ $\frac{2 s_r}{a} = 0,374$

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = 1 - \frac{0,37}{10}\begin{bmatrix}0,015\\0,055\\0,070\end{bmatrix} - \frac{1}{6}\begin{bmatrix}0,015\\0,257\\0,325\\0,392\end{bmatrix}_{0,989} = 1 - 0,0033 - 0,165 = 1 - 0,168 = 0,832 \text{ gef. } 0,829$$

90°

$s_a = 1,05 \cdot \frac{290}{90} = 3,3 \frac{mm}{100}$ pro KM bei 90°

$s_r = 0,8 \cdot 3,3 = 2,64$ $s_p = 2 \cdot 2,5 \cdot 3,3 = 5 \cdot 3,3 = 16,5$

2a = 20,0 $\frac{s_r}{a} = 0,264$ $\frac{s_p}{a} = 1,65$ $\frac{s_p - s_r}{a} = 1,386$ $\frac{s_p + s_r}{a} = 1,914$ $\frac{2 s_r}{a} = 0,528$

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = 1 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix}0,030\\0,403\\0,491\\0,570\end{bmatrix}_{1,494} = 1 - 0,249 = 0,751 \text{ gef. } 0,834$$

Infolge hydrodynam. Kopfbildung Geschwindigkeit größer als aus Temperatur berechnet

290°

[illegible]	ber	gef
5,6	0,701	0,725
9,0	0,828	0,829
10,5	0,860	0,847
13,3	0,901	0,903
16,0	0,926	0,916
19,4	0,946	0,949
20,1	0,949	0,958

Versuche vom 3. V. 1933 4)

gem. $f/2$ bei 90°

$s_r = 2{,}64 \quad s_p = 16{,}5$

$\underline{\underline{2a = 19{,}2}} \quad \frac{s_r}{a} = 0{,}27_3 \quad \frac{s_p}{a} = 1{,}72 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 1{,}44_5 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 1{,}99_5$

$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 0{,}032 \\ 0{,}423 \\ 0{,}513 \\ 0{,}592 \end{bmatrix} = 1 - 0{,}260 = 0{,}740$ gef. $0{,}760$
$1{,}560$

Wenn $T = 100°$ statt $90°$, so wäre $s_r = 2{,}64 \frac{9}{10} = 2{,}37_6 \quad s_p = 16{,}5 \cdot \frac{9}{10} = 14{,}8_5$
$2{,}64 \qquad 1{,}65$

$\frac{s_r}{a} = 0{,}247_6 \quad \frac{s_p}{a} = 1{,}558 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 1{,}31 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 1{,}806$

$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 0{,}026 \\ 0{,}376 \\ 0{,}461 \\ 0{,}539 \end{bmatrix} = 1 - 0{,}233_4 = 0{,}766_3$
$1{,}402$

Wäre $Z = 2{,}3$ statt $2{,}5$, so wäre $s_p = 4{,}6 \cdot 3{,}3 = 15{,}18$
$13{,}8$
$1{,}38$

Intensität im abgelenkten Strahl
(vereinfacht)

$\frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\left[f\left(\frac{s_\alpha}{s+a}\right) - f\left(\frac{s_\alpha}{s-a}\right)\right] \qquad s_\alpha = 15 \quad a = 10$

$s = 20 \quad \frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{15}{30} = 0{,}5 \quad \frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{15}{10} = 1{,}5 \quad \frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 0{,}910 \\ -0{,}558 \\ \hline 0{,}352 \end{bmatrix} = 0{,}088 \qquad 8{,}8\%$

$s = 30 \quad \frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{15}{40} = 0{,}375 \quad \frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{15}{20} = 0{,}75 \quad \frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 0{,}945 \\ -0{,}827 \\ \hline 0{,}118 \end{bmatrix} = 0{,}029_5 \qquad 3{,}0\%$

$s = 40 \quad \frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{15}{50} = 0{,}3 \quad \frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{15}{30} = 0{,}5 \quad \frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 0{,}963 \\ -0{,}910 \\ \hline 0{,}053 \end{bmatrix} = 0{,}013_{25} \qquad 1{,}3\%$

$s_\alpha = 15 \quad a = 5$

$s = 10 \quad \frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{15}{15} = 1 \quad \frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{15}{5} = 3 \quad \frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 0{,}736 \\ -0{,}199 \\ \hline 0{,}534 \end{bmatrix} = 0{,}134 \qquad 13{,}4\%$

$s = 15 \quad \frac{15}{20} = 0{,}75 \quad \frac{15}{10} = 1{,}5 \quad \frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 0{,}827 \\ 0{,}558 \\ \hline 0{,}269 \end{bmatrix} = 0{,}067 \qquad 6{,}7\%$

$s = 20 \quad \frac{15}{25} = 0{,}6 \quad \frac{15}{15} = 1 \quad \frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 0{,}878 \\ -0{,}736 \\ \hline 0{,}142 \end{bmatrix} = 0{,}035_5 \qquad 3{,}6\%$

$s = 25 \quad \frac{15}{30} = 0{,}5 \quad \frac{15}{20} = 0{,}75 \quad \frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 0{,}910 \\ 0{,}827 \\ \hline 0{,}083 \end{bmatrix} = 0{,}021 \qquad 2{,}1\%$

$s = 30 \quad \frac{15}{35} = 0{,}428_6 \quad \frac{15}{25} = 0{,}6 \quad \frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 0{,}930 \\ 0{,}878 \\ \hline 0{,}052 \end{bmatrix} = 0{,}013 \qquad 1{,}3\%$

Versuch vom 6. V. 1933

H_2 bei 290° und 90°

2a = 16,0

$\frac{s_r}{a} = 0{,}105 \quad \frac{s_p}{a} = 0{,}656 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 0{,}551 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 0{,}761$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{0{,}47}{10}\left[\begin{array}{l}0{,}005_5\\0{,}019\\\hline 0{,}024_5\end{array}\right] - \frac{1}{6}\left[\begin{array}{l}0{,}005_5\\0{,}106\\0{,}141\\0{,}177\\\hline 0{,}424_5\end{array}\right] = 1 - 0{,}002_4 - 0{,}071_6 = 1 - 0{,}074 = 0{,}926 \quad \text{gef. } 0{,}916$$

2a = 13,3

$\frac{s_r}{a} = 0{,}126_1 \quad \frac{s_p}{a} = 0{,}790 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 0{,}664 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 0{,}916$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{0{,}47}{10}\left[\begin{array}{l}0{,}008\\0{,}027\\\hline 0{,}035\end{array}\right] - \frac{1}{6}\left[\begin{array}{l}0{,}008\\0{,}143\\0{,}184\\0{,}233\\\hline 0{,}571\end{array}\right] = 1 - 0{,}003_{35} - 0{,}095_2 = 1 - 0{,}099 = 0{,}903 \quad \text{gef. } 0{,}90_3$$

90° (x99°)

2a = 10,5

$s_r = 2{,}64 \cdot \frac{90}{99} = 2{,}40 \quad s_p = 16{,}5 \frac{90}{99} = 15{,}0, \quad s_p - s_r = 12{,}6, \; s_p + s_r = 17{,}4$

$\frac{s_r}{a} = 0{,}456 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 2{,}40 \quad \frac{s_p}{a} = 2{,}856 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 3{,}312$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{1}{6}\left[\begin{array}{l}0{,}077\\0{,}692\\0{,}778\\0{,}842\\\hline 2{,}389\end{array}\right] = 1 - 0{,}398 = 0{,}602 \quad \text{gef. } 0{,}588$$

2a = 14,3

$\frac{s_r}{a} = 0{,}336 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 1{,}76_2 \quad \frac{s_p}{a} = 2{,}098 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 2{,}434$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{1}{6}\left[\begin{array}{l}0{,}045\\0{,}526\\0{,}620\\0{,}699\\\hline 1{,}890\end{array}\right] = 1 - 0{,}315 = 0{,}68_5 \quad \text{gef. } 0{,}690$$

2a = 26,7

$\frac{s_r}{a} = 0{,}18 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 0{,}944 \quad \frac{s_p}{a} = 1{,}123 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 1{,}30_3$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{1}{6}\left[\begin{array}{l}0{,}014\\0{,}244\\0{,}309\\0{,}374\\\hline 0{,}941\end{array}\right] = 1 - 0{,}157 = 0{,}843 \quad \text{gef. } 0{,}850$$

2a = 32

$\frac{s_r}{a} = 0{,}15 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 0{,}788 \quad \frac{s_p}{a} = 0{,}938 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 1{,}088$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{1}{6}\left[\begin{array}{l}0{,}010\\0{,}186\\0{,}242\\0{,}296\\\hline 0{,}734\end{array}\right] = 1 - 0{,}122_3 = 0{,}878 \quad \text{gef. } 0{,}887$$

2a = 19,2

$\frac{s_r}{a} = 0{,}25 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 1{,}312 \quad \frac{s_p}{a} = 1{,}562 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 1{,}812$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{1}{6}\left[\begin{array}{l}0{,}027\\0{,}377\\0{,}467\\0{,}540\\\hline 1{,}411\end{array}\right] = 1 - 0{,}233_5 = 0{,}767 \quad \text{gef. } 0{,}760$$

Fall von 2 und 3

99°

2a = 10,5

$z = 2$ $\quad s_r = 2{,}4 \quad s_p = 15 \cdot \frac{2}{2{,}5} = 12, \quad s_p - s_r = 9{,}6 \quad s_p + s_r = 14{,}4$

$\frac{s_r}{a} = 0{,}457 \quad \frac{s_p}{a} = 2{,}28_3 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 1{,}826 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 2{,}74$

$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 0{,}077 \\ 0{,}545 \\ 0{,}665 \\ 0{,}759 \end{bmatrix}_{2{,}046} = 1 - 0{,}341 = 0{,}659$

$z = 3$ $\quad s_r = 2{,}4 \quad s_p = 15 \cdot \frac{3}{2{,}5} = 18 \quad s_p - s_r = 15{,}6 \quad s_p + s_r = 20{,}4$

$\frac{s_r}{a} = 0{,}45_7 \quad \frac{s_p}{a} = 3{,}42_6 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 2{,}97 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 3{,}88_3$

$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 0{,}077 \\ 0{,}796 \\ 0{,}856 \\ 0{,}900 \end{bmatrix}_{2{,}629} = 1 - 0{,}438 = 0{,}562$

2a = 26,7

$z = 2$ $\quad \frac{s_r}{a} = 0{,}18 \quad \frac{s_p}{a} = 0{,}90 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 0{,}72 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 1{,}08$

$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 0{,}014 \\ 0{,}163 \\ 0{,}227 \\ 0{,}294 \end{bmatrix}_{0{,}698} = 1 - 0{,}116_3 = 0{,}884$

$z = 3$ $\quad \frac{s_r}{a} = 0{,}18 \quad \frac{s_p}{a} = 1{,}35 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 1{,}17 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 1{,}53$

$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 0{,}014 \\ 0{,}326 \\ 0{,}390 \\ 0{,}452 \end{bmatrix}_{1{,}182} = 1 - 0{,}197 = 0{,}803$

290°

2a = 9,0

$z = 2$ $\quad \frac{s_r}{a} = 0{,}187 \quad \frac{s_p}{a} = 0{,}933 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 0{,}746 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 1{,}120$

$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - 0{,}007 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 0{,}015 \\ 0{,}172 \\ 0{,}240 \\ 0{,}308 \end{bmatrix}_{0{,}735} = 1 - \frac{0{,}007}{0{,}122_5} = 1 - 0{,}130 = 0{,}870$

$z = 3$ $\quad \frac{s_r}{a} = 0{,}187 \quad \frac{s_p}{a} = 1{,}40_0 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 1{,}213 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 1{,}587$

$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - 0{,}007 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 0{,}015 \\ 0{,}342 \\ 0{,}408 \\ 0{,}471 \end{bmatrix}_{1{,}236} = 1 - \frac{0{,}007}{0{,}206} = 1 - 0{,}21_3 = 0{,}787$

2a = 19,4

$z = 2$ $\quad \frac{s_r}{a} = 0{,}0866 \quad \frac{s_p}{a} = 0{,}433 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 0{,}346 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 0{,}520$

$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - 0{,}002 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 0{,}004 \\ 0{,}048 \\ 0{,}071 \\ 0{,}096 \end{bmatrix}_{0{,}219} = 1 - \frac{0{,}002}{0{,}036_5}_{0{,}038} = 0{,}962$

$z = 3$ $\quad \frac{s_r}{a} = 0{,}0866 \quad \frac{s_p}{a} = 0{,}650 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 0{,}563 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 0{,}737$

$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1 - 0{,}002 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 0{,}004 \\ 0{,}110 \\ 0{,}139 \\ 0{,}169 \end{bmatrix}_{0{,}422} = 1 - \frac{0{,}002}{0{,}070_3}_{0{,}072} = 0{,}928$

Vereinfachte Rechnung

Rotation vernachlässigt ($s_r = 0$)

$$\frac{Y_{s=0}}{Y_0} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} f\left(\frac{s_p}{a}\right) = 1 - \frac{1}{2}\left[1 - f\left(\frac{s_p}{a}\right)\right]$$

290° $s_p = 5{,}25$ $2s_p = 10{,}5$

$2a$	5,6	9,0	10,5	13,3	16,0	19,4	20,1
$\frac{s_p}{a}$	1,875	1,167	1,000	0,790	0,656	0,541	0,522
$\left[1-f\left(\frac{s_p}{a}\right)\right]$	0,558 279	0,326 163	0,264 132	0,188 094	0,140 070	0,104 052	0,096 48
$1-\frac{1}{2}[\,]$	0,721 725	0,837 829	0,868 844	0,906 903	0,930 916	0,948 949	0,952 958
$\frac{Y_{s=0}}{Y_0}$	0,701	0,829	0,860	0,901	0,926	0,946	0,949

99° $s_p = 15{,}0$ $2s_p = 30{,}0$

$2a$	10,5	14,3	19,2	26,7	32	4	6
$\frac{s_p}{a}$	2,856	2,098	1,562	1,123	0,938	7,5	5
$\left[1-f\left(\frac{s_p}{a}\right)\right]$	0,778 389	0,620 310	0,462 231	0,310 155	0,242 121		
$1-\frac{1}{2}[\,]$	0,611 588	0,690 690	0,769 760	0,845 850	0,879 884	0,503	0,52
$\frac{Y_{s=0}}{Y_0}$	0,602	0,685	0,767	0,843	0,878		

$$\frac{Y}{Y_0} = \frac{1}{4}\left[f\left(\frac{s_\alpha}{s+a}\right) - f\left(\frac{s_\alpha}{s-a}\right)\right], \quad s_\alpha = 5 \quad a = 5$$

$s = 10$ $\frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{5}{15} = 0{,}333$ $\frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{5}{5} = 1$ $\frac{Y}{Y_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{matrix}0{,}955 \\ -0{,}736 \\ \hline 0{,}220\end{matrix}\right] = 0{,}055$ 5,5%

$s = 15$ $\frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{5}{20} = 0{,}25$ $\frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{5}{10} = 0{,}5$ $\frac{Y}{Y_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{matrix}0{,}973 \\ -0{,}910 \\ \hline 0{,}063\end{matrix}\right] = 0{,}016$ 1,6%

$s = 5$ $\frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{5}{10} = 0{,}5$ $\frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{5}{0} = \infty$ $\frac{Y}{Y_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{matrix}0{,}910 \\ -1{,}000\end{matrix}\right] = 0{,}23$ 23%

Versuch vom 6. V. 1933

<u>Ablenkung von ges. H_2 bei 290°</u>

Ursprüngliche Aufspaltung ($s_r = 0$) $s_\alpha = 5{,}25$ $2a = 13{,}3$ $a = 6{,}65$

$s = 10$ $\frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{5{,}25}{16{,}65} = 0{,}315_5$ $\frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{5{,}25}{3{,}3_5} = 1{,}568$, $\frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{matrix}0{,}960\\-0{,}536\\0{,}424\end{matrix}\right] = 0{,}106$ 10,6%
ges. 11,3%

$s = 15$ $\frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{5{,}2_5}{21{,}6_5} = 0{,}242_2$ $\frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{5{,}2_5}{8{,}3_5} = 0{,}629$ $\frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{matrix}0{,}975\\0{,}868\\0{,}107\end{matrix}\right] = 0{,}027$ 2,7%
ges. 2,64%

$2a = 5{,}5$ $a = 2{,}7_5$

$s = 4$ $\frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{5{,}2_5}{6{,}7_5} = 0{,}778$ $\frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{5{,}2_5}{1{,}2_5} = 4{,}20$ $\frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{matrix}0{,}814\\-0{,}078\\0{,}739\end{matrix}\right] \cdot 0{,}08 = 0{,}015_8$
$0{,}185$

$s = 5$ $\frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{5{,}2_5}{7{,}7_5} = 0{,}678$ $\frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{5{,}2_5}{2{,}2_5} = 2{,}33$ $\frac{J}{J_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{matrix}0{,}852\\-0{,}324\\0{,}528\end{matrix}\right] \cdot 0{,}08 = 0{,}010_6$

$s = 6$ $\frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{5{,}2_5}{8{,}7_5} = 0{,}600$ $\frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{5{,}2_5}{3{,}2_5} = 1{,}61$ $\frac{J}{J_0} = \left[\begin{matrix}0{,}678\\-0{,}322\\0{,}356\end{matrix}\right] \cdot 0{,}02 = 0{,}007$

Versuch vom 12. V 33.

$s = 4$ $\begin{matrix}5{,}4\\-2{,}2\\3{,}2\end{matrix}$ $\frac{3{,}2}{37{,}5} = \begin{matrix}8{,}54\\-1{,}48\\7{,}06\%\end{matrix}$ $s = 5$ $\frac{1{,}1}{37{,}5} = \begin{matrix}2{,}86\\1{,}06\\1{,}8\%\end{matrix}$ $s = 6$ $\frac{0{,}6}{37{,}5} = \begin{matrix}1{,}6\\-0{,}7\\0{,}9\%\end{matrix}$

$$\frac{J}{J_0} = \overbrace{0{,}96 \cdot 0{,}43 \cdot 0{,}2}^{0{,}0826}\left\{f\left(\frac{s_r}{s+a}\right) - f\left(\frac{s_r}{s-a}\right) + f\left(\frac{2s_r}{s+a}\right) - f\left(\frac{2s_r}{s-a}\right)\right\}$$

$s = 4$ <u>$s_r = 1{,}0_5$</u> $\frac{s_r}{s+a} = \frac{1{,}0_5}{6{,}7_5} = 0{,}156$ $\frac{s_r}{s-a} = \frac{1{,}0_5}{1{,}2_5} = 0{,}84$ $\frac{J}{J_0} = \left\{\begin{matrix}0{,}989 & 0{,}961\\-0{,}794 & 0{,}499\\0{,}195 & 0{,}462\\ & 0{,}195\\ & 0{,}657\end{matrix}\right\} 0{,}0826 = 5{,}44\%$
$0{,}312$ $1{,}68$

$s = 5$ $\frac{s_r}{s+a} = \frac{1{,}0_5}{7{,}7_5} = 0{,}135$ $\frac{s_r}{s-a} = \frac{1{,}0_5}{2{,}2_5} = 0{,}467$ $\frac{J}{J_0} = \left\{\begin{matrix}0{,}992 & 0{,}969\\0{,}920 & -0{,}760\\0{,}072 & 0{,}209\\ & 72\\ & 0{,}281\end{matrix}\right\} \cdot 0{,}0826 = 2{,}3_2\%$
$0{,}270$ $0{,}934$

$s = 6$ $\frac{s_r}{s+a} = \frac{1{,}0_5}{8{,}7_5} = 0{,}120$ $\frac{s_r}{s-a} = \frac{1{,}0_5}{3{,}2_5} = 0{,}323$ $\frac{J}{J_0} = \left\{\begin{matrix}0{,}993 & 0{,}975\\-0{,}958 & -0{,}863\\0{,}035 & 0{,}112\\ & 35\\ & 0{,}147\end{matrix}\right\} 0{,}0826 = 1{,}2\%$
$0{,}240$ $0{,}646$

<u>$s_r = 0{,}84$</u>

$s = 5$ $\frac{0{,}84}{7{,}7_5} = 0{,}108$ $\frac{0{,}84}{2{,}2_5} = 0{,}372$ $\frac{J}{J_0} = \left\{\begin{matrix}0{,}994 & 0{,}980\\-0{,}946 & -0{,}829\\0{,}048 & 0{,}151\\ & 48\\ & 0{,}199\end{matrix}\right\} 0{,}0826 = 1{,}7\%$
$0{,}216$ $0{,}744$

$s = 6$ $\frac{0{,}84}{8{,}7_5} = 0{,}096$ $\frac{0{,}84}{3{,}2_5} = 0{,}258$ $\frac{J}{J_0} = \left\{\begin{matrix}0{,}995 & 0{,}984\\-0{,}971 & -0{,}905\\0{,}024 & 0{,}079\\ & 24\\ & 0{,}103\end{matrix}\right\} 0{,}0826 = 0{,}83\%$
$0{,}19_2$ $0{,}516$

Versuche vom 11. V. 33

Para H_2

Ortho H_2, Schwächung bei 99%, gew. H_2

$2a = 4 \quad \frac{s_r}{a} = 1{,}2 \quad \frac{s_p}{a} = 7{,}5 \quad \frac{s_p - s_r}{a} = 6{,}3 \quad \frac{s_p + s_r}{a} = 8{,}7$

$$\frac{Y_{s=0}}{Y_0} = 1 - \frac{1}{6}\begin{bmatrix} 0{,}337 \\ 0{,}986 \\ 0{,}995 \\ 0{,}998 \end{bmatrix} = 1 - 0{,}553 = 0{,}447$$
$3{,}316$

8% gew. H_2

Para H_2, Schwächg 0,94 korr. 0,955 Verunreinigung durch gew. H_2: $x = 0{,}04_5 \cdot \frac{1}{0{,}55} = 8{,}2\%$

<u>290°</u> (12. V. 33)

Para H_2: $2a = 5{,}5 \quad \frac{Y_{s=0}}{Y_0} = 0{,}934$ Gehalt gew. H_2: 0,1 $\quad 0{,}3 \cdot 0{,}08 = 0{,}024$

Para H_2: $\frac{Y_{s=0}}{Y_0} = 0{,}53 + 0{,}47\left[0{,}2 + 0{,}4\, f\!\left(\frac{s_r}{a}\right) + 0{,}4\, f\!\left(\frac{2s_r}{a}\right)\right]$

$$= 0{,}53 + 0{,}47\left[0{,}2 + 0{,}4 + 0{,}4 - 0{,}4 + 0{,}4\, f\!\left(\frac{s_r}{a}\right) - 0{,}4 + 0{,}4\, f\!\left(\frac{2s_r}{a}\right)\right]$$

$$= 1 - \overset{0{,}188}{0{,}47 \cdot 0{,}4}\left[1 - f\!\left(\frac{s_r}{a}\right) + 1 - f\!\left(\frac{2s_r}{a}\right)\right]$$

$2a = 5{,}5 \quad s_r = 1{,}05 \cdot 0{,}8 = 0{,}84, \quad \frac{s_r}{a} = \frac{1{,}68}{5{,}5} = 0{,}306 \quad \frac{2s_r}{a} = \frac{3{,}36}{5{,}5} = 0{,}611$

$$\frac{Y_{s=0}}{Y_0} = 1 - 0{,}188\begin{bmatrix} 0{,}038 \\ 0{,}125 \\ 0{,}163 \end{bmatrix} = 1 - 0{,}030_6$$
vgl. $6{,}6$ $-2{,}4$ $4{,}2$

$s_r = 1{,}05 \quad \frac{s_r}{a} = \frac{2{,}1}{5{,}5} = 0{,}382 \quad 2\frac{s_r}{a} = 0{,}764$

$$\frac{Y_{s=0}}{Y_0} = 1 - 0{,}188\begin{bmatrix} 0{,}057 \\ 0{,}178 \\ 0{,}235 \end{bmatrix} = 1 - 0{,}044_2$$

$2a = 4{,}4 \quad 0{,}4 \cdot 0{,}08 = 0{,}03_2$

$s_r = 1{,}05 \quad \frac{s_r}{a} = 0{,}477 \quad 2\frac{s_r}{a} = 0{,}95_5 \quad \frac{Y_{s=0}}{Y_0} = 1 - 0{,}188\begin{bmatrix} 0{,}083 \\ 0{,}248 \\ 0{,}331 \end{bmatrix} = 1 - 0{,}062_2$

$2a = 8{,}9 \quad s_r = 0{,}84 \quad \frac{s_r}{a} = 0{,}188_7 \quad \frac{2s_r}{a} = 0{,}377 \quad \frac{Y_{s=0}}{Y_0} = 1 - 0{,}188\begin{bmatrix} 0{,}016 \\ 0{,}055 \\ 0{,}071 \end{bmatrix} = 1 - 0{,}013_3$

Versuche vom 23.5.33

Para H_2

90° Para H_2 enthält 1,7% und $l=2$

$2a=4{,}6 \quad s_r=3\,(u_r=0{,}89\,KM) \quad \frac{s_r}{a}=\frac{3}{2{,}3}=1{,}3$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0}=0{,}983+0{,}017\left[0{,}2+0{,}4\,f\left(\frac{s_r}{a}\right)+0{,}4\,f\left(2\frac{s_r}{a}\right)\right]$$

$$=1-0{,}017\cdot 0{,}4\left[1-f\left(\frac{s_r}{a}\right)+1-f\left(2\frac{s_r}{a}\right)\right]$$

$$=1-0{,}0068\begin{bmatrix}0{,}373\\0{,}733\\1{,}106\end{bmatrix}=1-0{,}0075=0{,}992_5 \quad \text{vgl. } 0{,}97$$

Grössere Streuung durch Ortho-H_2 erklärt 2,2% Streuung entspricht 3% Ortho H_2 = 4% p-H_2

290° $$\frac{J_{s=0}}{J_0}=0{,}53+0{,}47\left[0{,}2+0{,}4\,f\left(\frac{s_r}{a}\right)+0{,}4\,f\left(2\frac{s_r}{a}\right)\right]$$

$$=1-\overset{0{,}188}{0{,}47\cdot 0{,}4}\left[1-f\left(\frac{s_r}{a}\right)+1-f\left(2\frac{s_r}{a}\right)\right]$$

$u_r=0{,}8\,KM \quad s_r=0{,}84$

$2a=4{,}6 \quad \frac{s_r}{a}=\frac{0{,}84}{2{,}3}=0{,}365\cdot 2 \;\; 0{,}73 \quad \frac{J_{s=0}}{J_0}=1-0{,}188\begin{bmatrix}0{,}053\\0{,}166\\0{,}219\end{bmatrix}=1-0{,}041=0{,}959 \;\; -14 \quad$ vgl. $0{,}93_5+0{,}04\cdot 0{,}35$; $0{,}014$; $0{,}949$

$2a=7{,}1 \quad \frac{s_r}{a}=\frac{0{,}84}{3{,}5_5}=0{,}237\cdot 2 \;\; 0{,}474 \quad \frac{J_{s=0}}{J_0}=1-0{,}188\begin{bmatrix}0{,}024\\0{,}082\\0{,}106\end{bmatrix}=1-0{,}020=0{,}980 \quad$ vgl. $0{,}97+0{,}04\cdot 0{,}25$; $+0{,}01$; $0{,}98$

Abgelenkte Moleküle

$$\frac{J}{J_0}=\overset{0{,}456\cdot 0{,}2=0{,}0912}{0{,}47\cdot 0{,}97\cdot 0{,}2}\left\{\left[f\left(\frac{s_r}{s+a}\right)-f\left(\frac{s_r}{s-a}\right)+f\left(\frac{2s_r}{s+a}\right)-f\left(\frac{2s_r}{s-a}\right)\right]\right.$$ zuzüglich auf 3% Ortho H_2

$2a=7{,}1,\; s_r=0{,}84 \quad a=3{,}5_5$ — vgl.

$s=5 \quad \frac{s_r}{s+a}=\frac{0{,}84}{8{,}5_5}=0{,}0982 \;\; 0{,}1964 \quad \frac{s_r}{s-a}=\frac{0{,}84}{1{,}4_5}=0{,}579 \;\; 1{,}158 \quad \frac{J}{J_0}=9{,}12\begin{bmatrix}0{,}995\\-0{,}885\\0{,}110\\0{,}983\\-0{,}678\\0{,}305\end{bmatrix}=9{,}12\cdot 0{,}415=3{,}8\%+0{,}75\% \;(+0{,}04)=4{,}6_5\% \quad 4{,}8\%$

$s=6 \quad \frac{s_r}{s+a}=\frac{0{,}84}{9{,}5_5}=0{,}088 \;\; 0{,}176 \quad \frac{s_r}{s-a}=\frac{0{,}84}{2{,}4_5}=0{,}342 \;\; 0{,}685 \quad \frac{J}{J_0}=9{,}12\begin{bmatrix}0{,}996\\-0{,}958\\0{,}048\\0{,}986\\-0{,}848\\0{,}138\end{bmatrix}=9{,}12\cdot 0{,}180=1{,}65\%+0{,}52\% \;(0{,}01)=2{,}18\% \quad 2{,}65\%$

$s=7 \quad \frac{s_r}{s+a}=\frac{0{,}84}{10{,}5_5}=0{,}0796 \;\; 0{,}1592 \quad \frac{s_r}{s-a}=\frac{0{,}84}{3{,}4_5}=0{,}244 \;\; 0{,}487 \quad \frac{J}{J_0}=9{,}12\begin{bmatrix}0{,}997\\-0{,}974\\0{,}023\\0{,}988\\-0{,}914\\0{,}074\end{bmatrix}=9{,}12\cdot 0{,}097=0{,}88_5\%+0{,}36\% \;(0{,}01)=1{,}25\% \quad 1{,}38\%$

$s=8 \quad \frac{s_r}{s+a}=\frac{0{,}84}{11{,}5_5}=0{,}0727 \;\; 0{,}1454 \quad \frac{s_r}{s-a}=\frac{0{,}84}{4{,}4_5}=0{,}189 \;\; 0{,}377 \quad \frac{J}{J_0}=9{,}12\begin{bmatrix}0{,}998\\-0{,}984\\0{,}014\\0{,}990\\-0{,}947\\0{,}043\end{bmatrix}=9{,}12\cdot 0{,}057=0{,}52\%+0{,}25\% \;(0{,}00_5)=0{,}77\% \quad 0{,}80\%$

Davon wegen 3% Ortho H_2

$$\frac{J}{J_0}=\overset{0{,}01}{0{,}03\cdot\frac{2}{3}}\cdot\frac{1}{2}\left[f\left(\frac{s_p}{s+a}\right)-f\left(\frac{s_p}{s-a}\right)\right] \quad s_p=5\cdot 1{,}05=5{,}25$$

$s=5 \quad \frac{s_p}{s+a}=\frac{5{,}25}{8{,}5_5}=0{,}614 \quad \frac{s_p}{s-a}=\frac{5{,}25}{1{,}4_5}=3{,}62 \quad \frac{J}{J_0}=\begin{bmatrix}0{,}873\\-0{,}124\\0{,}749\end{bmatrix}=0{,}75\%$

$s=6 \quad \frac{s_p}{s+a}=\frac{5{,}25}{9{,}5_5}=0{,}55 \quad \frac{s_p}{s-a}=\frac{5{,}25}{2{,}4_5}=2{,}14 \quad \frac{J}{J_0}=\begin{bmatrix}0{,}894\\-0{,}370\\0{,}524\end{bmatrix}$

$s=7 \quad \frac{s_p}{s+a}=\frac{5{,}25}{10{,}5_5}=0{,}49_8 \quad \frac{s_p}{s-a}=\frac{5{,}25}{3{,}4_5}=1{,}52 \quad \frac{J}{J_0}=\begin{bmatrix}0{,}910\\-0{,}551\\0{,}36\end{bmatrix}$

$s=8 \quad \frac{s_p}{s+a}=\frac{5{,}25}{11{,}5_5}=0{,}454 \quad \frac{s_p}{s-a}=\frac{5{,}25}{4{,}4_5}=1{,}18 \quad \frac{J}{J_0}=\begin{bmatrix}0{,}924\\-0{,}670\\0{,}254\end{bmatrix}$

Versuch v. 23.5.33

Para H_2

Abgelenkte Moleküle

$u_r = 0{,}9\,KM$, $s_r = 0{,}94_5$ $\quad \frac{9}{8} = 1{,}125$ $\qquad$ 0,9 KM $\quad$ 0,8 KM $\quad$ gef

$s=5$ $\quad \begin{matrix} 0{,}110_5 & 0{,}651 \\ 0{,}221 & 1{,}302 \end{matrix}$ $\quad \frac{J}{J_0} = 9{,}12 \begin{bmatrix} 0{,}994 \\ -0{,}861 \\ 0{,}133 \\ 0{,}979 \\ -0{,}626 \\ 0{,}353 \end{bmatrix} = 9{,}12 \cdot 0{,}486 = 4{,}44\%$ $\quad$ 3,8% $\quad$ 4,0%

$\frac{79}{523}$

$s=6$ $\quad \begin{matrix} 0{,}099 & 0{,}385 \\ 0{,}198 & 0{,}770 \end{matrix}$ $\quad \frac{J}{J_0} = 9{,}12 \begin{bmatrix} 0{,}995 \\ -0{,}943 \\ 0{,}052 \\ 0{,}983 \\ -0{,}820 \\ 0{,}163 \end{bmatrix} = 9{,}12 \cdot 0{,}215 = 1{,}96\%$ $\quad$ 1,65% $\quad$ 2,1%

$\frac{53}{2{,}5}$

$s=7$ $\quad \begin{matrix} 0{,}09 & 0{,}274 \\ 0{,}18 & 0{,}548 \end{matrix}$ $\quad \frac{J}{J_0} = 9{,}12 \begin{bmatrix} 0{,}996 \\ -0{,}968 \\ 0{,}028 \\ 0{,}986 \\ -0{,}894 \\ 0{,}092 \end{bmatrix} = 9{,}12 \cdot 0{,}120 = 1{,}10\%$ $\quad$ 0,88% $\quad$ 1,0%

$\frac{1{,}36}{1{,}5}$

$s=8$ $\quad \begin{matrix} 0{,}082 & 0{,}212 \\ 0{,}164 & 0{,}424 \end{matrix}$ $\quad \frac{J}{J_0} = 9{,}12 \begin{bmatrix} 0{,}997 \\ -981 \\ 0{,}016 \\ 0{,}988 \\ -0{,}932 \\ 0{,}056 \end{bmatrix} = 9{,}12 \cdot 0{,}072 = 0{,}66\%$ $\quad$ 0,52% $\quad$ 0,5₅%

$\frac{27}{0{,}9}$

Verbreiterung $\quad u_r = 0{,}9\,KM \quad s_r = 0{,}94_5$

$2a = 4{,}6 \quad \frac{s_r}{a} = \frac{0{,}94_5}{2{,}3} = 0{,}411 \cdot 2 \;\; 0{,}822 \quad \frac{J}{J_0} = 1 - 0{,}188 \begin{bmatrix} 0{,}064 \\ 0{,}199 \\ 0{,}263 \end{bmatrix} = 1 - 0{,}049_4 = 0{,}95_1$ gef 0,959

$2a = 7{,}1 \quad \frac{s_r}{a} = \frac{0{,}94_5}{0{,}35_5} = 0{,}266 \cdot 2 \;\; 0{,}533 \quad \frac{J}{J_0} = 1 - 0{,}188 \begin{bmatrix} 0{,}030 \\ 0{,}100 \\ 0{,}130 \end{bmatrix} = 1 - 0{,}024_4 = 0{,}97_6$ gef 0,980

$0 \quad \frac{43{,}4}{44{,}8} = 0{,}97$ $\qquad$ Orth H_2, 290°, 2a = 6,7

				0	0,768		
+4	0,28₅	−4	0,317	+2	0,664	−2	0,707
+5	0,041	−5	0,039	+4	0,305	−4	0,360
+6	0,019	−6	0,023	+6	0,128	−6	0,137
+7	0,010	−7	0,010	+8	0,061₅	−8	0,0635
+8	0,005₅	−8	0,005₅	+10	0,0344	−10	0,0330
				+12	0,0213	−12	0,021

Versuch v. 28. V. 33

15

Ozon H_2, 90°, Abblendung

$y = \frac{1}{2} y_0 \left[f\left(\frac{s_\alpha}{s+a}\right) - f\left(\frac{s_\alpha}{s-a}\right) \right]$

0 1 4 5 6

$\frac{y}{y_0} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \left\{ [s_{\alpha_r}] + [s_{\alpha_p} - s_{\alpha_r}] + [s_{\alpha_p}] + [s_{\alpha_p} + s_{\alpha_r}] \right.$

$s_{\alpha_0} = 3{,}38_3$ $s_{\alpha_r} = 0{,}85 \cdot 3{,}38_3 = 2{,}88$, $s_{\alpha_p} = 5 \cdot 3{,}38_3 = 16{,}9_2$, $s_{\alpha_p} - s_{\alpha_r} = 14{,}0_4$, $s_{\alpha_p} + s_{\alpha_r} = 19{,}80$

$2a = 13{,}95$, $a = 7{,}0$

$s = 10$ $\frac{s_p}{s+a} = \frac{16{,}9_2}{14{,}0} = 0{,}99_5$ $\frac{s_p}{s-a} = \frac{16{,}9_2}{3{,}0} = 5{,}64$ $[s_r] = 0{,}738 - 0{,}023 = 0{,}715$ 0,715 0,164 0,446 0,666 2,291 : 12 2,291 2,145 0,146 : 12 0,012

$\frac{s_r}{s+a} = \frac{2{,}88}{14{,}0} = 0{,}169$ $\frac{s_p}{s-a} = \frac{2{,}88}{3{,}0} = 0{,}96$ 0,987 − 0,823 = 0,164 0,191 $\cancel{0{,}095}$

$\frac{s_p - s_r}{s+a} = \frac{14{,}0}{14{,}0} = 0{,}824$ $\frac{s_p - s_r}{s-a} = \frac{14{,}0}{3{,}0} = 4{,}67$ 0,800 − 0,354 = 0,446 19,1%

$\frac{s_p + s_r}{s+a} = \frac{19{,}8}{14{,}0} = 1{,}16_0$ $\frac{s_p - s_r}{s-a} = \frac{19{,}8}{3} = 6{,}60$ 0,677 − 0,011 = 0,666 − 1,9 = 17,2% gef. 19,8%

$s = 15$ $\frac{s_p}{s+a} = \frac{16{,}9_2}{22{,}0} = 0{,}770$ $\frac{s_p}{s-a} = \frac{16{,}9_2}{8{,}0} = 2{,}11_5$ 0,820 − 0,376 = 0,444 0,444 0,043 0,388 0,481 1,356 : 12 1,356 1,332 0,024 0,002

$\frac{s_r}{s+a} = \frac{2{,}88}{22{,}0} = 0{,}131$ $\frac{s_r}{s-a} = \frac{2{,}88}{8{,}0} = 0{,}36$ 0,992 − 949 = 0,043 0,113 $\cancel{0{,}056}$

$\frac{s_p - s_r}{s+a} = \frac{14{,}0}{22{,}0} = 0{,}637$ $\frac{s_p - s_r}{s-a} = \frac{14{,}0}{8{,}0} = 1{,}75$ 0,866 − 0,478 = 0,388 11,3% − 1,7 = 9,6% gef 10,6%

$\frac{s_p + s_r}{s+a} = \frac{19{,}8}{22{,}0} = 0{,}900$ $\frac{s_p + s_r}{s-a} = \frac{19{,}8}{8{,}0} = 2{,}47_5$ 0,773 − 0,292 = 0,481

$s = 20$ $\frac{s_p}{s+a} = \frac{16{,}9_2}{27{,}0} = 0{,}627$ $\frac{s_p}{s-a} = \frac{16{,}9_2}{13{,}0} = 1{,}30_1$ 0,869 − 0,626 = 0,243 : 4 0,061 6,1% − 1,2 = 4,9% gef. 5,0%

$s = 25$ $\frac{s_p}{s+a} = \frac{16{,}9_2}{32{,}0} = 0{,}530$ $\frac{s_p}{s-a} = \frac{16{,}9_2}{18{,}0} = 0{,}940$ 0,901 − 758 = 0,143 : 4 0,036 3,6% − 0,9 = 2,7% gef 2,5%

$s = 30$ $\frac{s_p}{s+a} = \frac{16{,}9_2}{37} = 0{,}45_8$ $\frac{s_p}{s-a} = \frac{16{,}9_2}{23{,}0} = 0{,}736$ 0,923 − 0,832 = 0,091 : 4 0,023 2,3% − 0,7 = 1,6% gef. 1,4%

$s = 30$

Faktor 2 $s_p = 13{,}54$ (6,44) Faktor 3 $s_p = 20{,}31$

$\frac{13{,}54}{37{,}0} = 0{,}366$ $\frac{13{,}54}{23{,}0} = 0{,}590$ 947 − 881 = 0,066 : 4 1,6% 0,4 1,2%

$\frac{20{,}3}{37{,}0} = 0{,}550$ $\frac{20{,}3}{23{,}0} = 0{,}884$ 894 − 778 = 116 : 4 2,9% 0,9 2,0%

$s = 20$ $\frac{s_p}{s+a} = \frac{13{,}54}{27{,}0} = 0{,}502$ 0,909 − 0,721 = 0,188 : 4 0,047 4,7% − 0,9 = 3,8%

$\frac{s_p}{s-a} = \frac{13{,}54}{13{,}0} = 1{,}04_0$

$\frac{s_p}{s+a} = \frac{20{,}3_1}{27{,}0} = 0{,}75_3$ 0,826 − 0,538 = 0,288 : 4 0,072 7,2% − 1,4 = 5,8%

$\frac{s_p}{s-a} = \frac{20{,}3_1}{13{,}0} = 1{,}56_0$

Versuch vom 28.V.33 u. 4.5.33.

Gas H_2, 90°, Ablenkung

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{12}\left\{[s_r] + [s_p] + [s_p - s_r] + [s_p + s_r]\right\} \sim \frac{1}{4}[s_p]$$

$s_r = 2,88$, $s_p = 16,9_2$, $s_p - s_r = 14,0_4$, $s_p + s_r = 19,80$ Faktor 2,5

$2a = 6,7 \quad a = 3,3_5$

$s = 10$ $\frac{s_p}{s+a} = \frac{16,9_2}{13,3_5} = 1,26_7$ $\frac{s_p}{s-a} = \frac{16,9_2}{6,6_5} = 2,5_5$ $0,639$ $-0,277$ $0,362 : 4$ $0,090_5$ $9,0_5\%$ $-0,9$ $8,1\%$ 8,1% gef 9,7%

$s = 15$ $\frac{16,9_2}{18,3_5} = 0,924$ $\frac{16,9_2}{11,6_5} = 1,45_3$ $0,763$ $0,574$ $0,189 : 4$ $0,047$ $4,7\%$ $-0,7$ $4,0$ 4,0% " 4,6₅%

$s = 20$ $\frac{16,9_2}{23,3_5} = 0,72_6$ $\frac{16,9_2}{16,6_5} = 1,01_8$ $0,835$ $0,730$ $0,105 : 4$ $0,026$ $2,6\%$ $0,5$ $2,1$ 2,1% " 2,2%

$s = 25$ $\frac{16,9_2}{28,3_5} = 0,598$ $\frac{16,9_2}{21,6_5} = 0,78_2$ $0,879$ $0,815$ $0,064 : 4$ $0,016$ $-\,1,6\%$ $0,4$ $1,2\%$ 1,2% " 1,1%

$s = 10$ $\frac{s_r}{s+a} = \frac{2,88}{13,3_5} = 0,216$ $\frac{s_r}{s-a} = \frac{2,88}{6,6_5} = 0,43_3$ $0,980$ $-0,929$ $0,051$ $0,362$ 51 341 363 $1,117 : 12$

$\frac{s_p - s_r}{s+a} = \frac{14,0_4}{13,3_5} = 1,05_0$ $\frac{s_p - s_r}{s-a} = \frac{14,0_4}{6,6_5} = 2,11_1$ $0,717$ $-0,376$ $0,341$ $0,93_2$ 8,4% gef 9,7%

$\frac{s_p + s_r}{s+a} = \frac{19,8_0}{13,3_5} = 1,48_0$ $\frac{s_p + s_r}{s-a} = \frac{19,8_0}{6,6_5} = 2,98_0$ $0,565$ $-0,202$ $0,363$ $9,3_2\%$ $-0,9_3$ $8,4\%$

$2a = 10,5 \quad a = 5,2_5$

$s = 15$ $\frac{s_p}{s+a} = \frac{16,9_2}{20,2_5} = 0,837$ $\frac{s_p}{s-a} = \frac{16,9_2}{9,7_5} = 1,73_6$ $0,795$ $-0,482$ $0,313 : 4$ $0,078$ $7,8\%$ $-1,2$ $6,6\%$ 6,6% gef 6,8₅%

$s = 20$ $\frac{16,9_2}{25,2_5} = 0,67_0$ $\frac{16,9_2}{14,7_5} = 1,14_8$ $0,855$ $0,682$ $0,173 : 4$ $0,043$ $4,3\%$ $-0,9$ $3,4\%$ 3,4% " 3,4%

$s = 25$ $\frac{16,9_2}{30,2_5} = 0,57_0$ $\frac{16,9_2}{19,7_5} = 0,85_8$ $0,888$ $-0,788$ $0,100 : 4$ $0,025$ $2,5\%$ $0,6$ $1,9\%$ 1,9% " 2,0%

Gew. H_2, Ablenkung, 90° 17)

Versuche vom 28.V.33 u. 4.V.33

2a = 14,0

s = 25 Faktor 2 $s_p = 13,53$ Faktor 3 $s_p = 20,30$

$\frac{s_p}{s+a} = \frac{13,53}{32,0} = 0,423$ 0,932 −0,826 0,106 : 4 0,026₅

$\frac{s_p}{s-a} = \frac{13,53}{18,0} = 0,752$ 2,65 % −0,66 2,0 %

$\frac{s_p}{s+a} = \frac{20,30}{32,0} = 0,635$ 0,867 −0,689 0,178 : 4 0,044₅

$\frac{s_p}{s-a} = \frac{20,30}{18,0} = 1,128$ 4,45 % −1,11 4,3 %

2a = 10,5 a = 5,2₅

s = 15 Faktor 2 $s_p = 13,53$

$\frac{s_p}{s+a} = \frac{13,53}{20,2_5} = 0,640$ 0,855 −0,596 0,259 : 4 0,064₇

$\frac{s_p}{s-a} = \frac{13,53}{9,7_5} = 1,389$ 6,47 % −0,97 5,50 %

s = 15 Faktor 3 $s_p = 20,30$

$\frac{s_p}{s+a} = \frac{20,30}{20,2_5} = 1,002$ 0,735 −0,385 0,350 : 4 0,087₅

$\frac{s_p}{s-a} = \frac{20,30}{9,7_5} = 2,08_1$ 8,75 % −1,31 7,4 % 7,4 %

s = 20

$\frac{s_p}{s+a} = \frac{13,53}{25,2_5} = 0,537$ 0,898 0,765 0,133 : 4 0,0332₅

$\frac{s_p}{s-a} = \frac{13,53}{14,7_5} = 0,919$ 3,32₅ % −0,66 2,66 2,7 %

s = 20

$\frac{s_p}{s+a} = \frac{20,30}{25,2_5} = 0,805$ 0,807 −0,588 0,219 : 4 0,054₇₅

$\frac{s_p}{s-a} = \frac{20,30}{14,7_5} = 1,41_2$ 5,47₅ % −1,09 4,38 4,4 %

s = 25

$\frac{s_p}{s+a} = \frac{13,53}{30,2_5} = 0,448$ 0,926 −0,849 0,077 : 4 0,019₂₅

$\frac{s_p}{s-a} = \frac{13,53}{19,7_5} = 0,687$ 1,92 −0,48 1,44 1,4 %

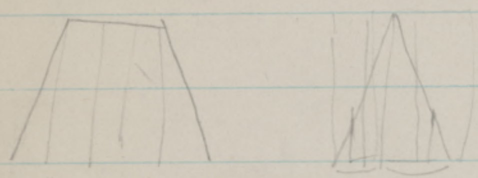
s = 25

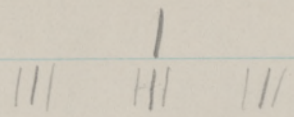
$\frac{s_p}{s+a} = \frac{20,30}{30,2_5} = 0,67_2$ 0,854 −0,726 0,128 : 4 0,032

$\frac{s_p}{s-a} = \frac{20,30}{19,75} = 1,028$ 3,2 % −0,8 2,4 % 2,4 %

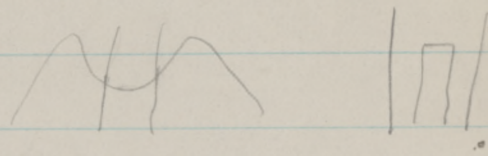
2a	s	$\frac{J}{J_{0g}}$ +	$\frac{J}{J_{0g}}$ 1	$\frac{J}{J_{0b}}$ 2,5	$\frac{J}{J_{0b}}$ 2	$\frac{J}{J_{0b}}$ 3
10,5	15	7,0 %	6,7 %	6,6 %	5,5 %	7,4 %
(4.V.33)	20	3,4 %	3,3₅ %	3,4 %	2,7 %	4,4 %
	25	1,9₅ %	2,0 %	1,9 %	1,4 %	2,4 %
14,0	20	5,0 %	5,0 %	4,9 %	3,8 %	5,8 %
(28.V.33)	25	2,5 %	2,5 %	2,4 %	2,0 %	4,3 %
	30	1,4 %	1,5 %	1,6 %	1,1₅ %	2,0 %

HD d. 22. IV. 36





2 $a = 1 \frac{mm}{100}$



10,83 8,46 6,09

$\underline{-2,88}$

3,21 0,172 · 1/9 0,45 = 0,172 · 0,05 = 0,0086

+0,55 · 0,014 + 0,05 =0,01 } 2%

gef. 20% $\frac{1}{4}H_2$ 8% + $\frac{1}{4}\cdot\frac{1}{6}$ 0,214 = 8 + 0,9 · 1½ = 9,35 %

$\frac{1}{4}D_2$ 0,5 · 0,25 12,5 %

$\frac{1}{2}HD$ $\underline{1,5\ \%}$

23 ½ %

%	%	%	%	%	%	%	%
8,4	16,2	24,2	24,2	20	25,6	21,4	13,4
+8	+6	+4	+2	0	−2	−4	−6

$\frac{1}{4}D_2 = \frac{1}{4}0,87 = 0,217_5$ 0,66 0,262$_5$ · 0,87 = 0,228$_1$ 0,66

$\frac{1}{4}H_2 = \frac{1}{4}0,60 = \underline{0,150}$ $\underline{-0,37}$ 0,262$_5$ · 0,6 = $\underline{0,157_5}$ $\underline{-0,39}$

0,37 0,29 · 2 = 0,58 0,386 0,27

43$_5$ 30 $\frac{0,27}{0,47_5} = 0,569$ 0,57

H D

$$\frac{J_s}{J_0} = \frac{1}{6}\left\{\left[F\left(\frac{s_\alpha^H}{s+a}\right) - F\left(\frac{s_\alpha^H}{s-a}\right)\right] + \left[F\left(\frac{s_\alpha^H - s_\alpha^D}{s+a}\right) - F\left(\frac{s_\alpha^H - s_\alpha^D}{s-a}\right)\right] + \left[F\left(\frac{s_\alpha^H + s_\alpha^D}{s+a}\right) - F\left(\frac{s_\alpha^H + s_\alpha^D}{s-a}\right)\right]\right\}$$

$a = 5 \quad s = 15$

$s + a = 20,\ s - a = 10,\ s_\alpha^H = 8{,}46,\ s_\alpha^D = 2{,}37,\ s_\alpha^H - s_\alpha^D = 6{,}09,\ s_\alpha^H + s_\alpha^D = 10{,}83$

$$\frac{J_s}{J_0} = \frac{1}{6}\left\{\left[F(0{,}423) - F(0{,}846)\right] + \left[F(0{,}304_5) - F(0{,}609)\right] + \left[F(0{,}541_5) - F(1{,}083)\right]\right\}$$

$$= \frac{1}{6}\left\{\left[\begin{array}{r}0{,}932 \\ -0{,}792 \\ \hline 0{,}140\end{array}\right] + \left[\begin{array}{r}0{,}962 \\ -0{,}875 \\ \hline 0{,}087\end{array}\right] + \left[\begin{array}{r}0{,}897 \\ -0{,}705 \\ \hline 0{,}192\end{array}\right]\right\} = \begin{array}{r}0{,}140 \\ 0{,}087 \\ 0{,}192 \\ \hline 0{,}419 : 6\end{array} = 0{,}070 = 7{,}0\%$$

$\mu_H = 2{,}75\,\mu_0 \quad s_\alpha^H = 9{,}30 \quad s_\alpha^D = 2{,}37 \quad s_\alpha^H - s_\alpha^D = 6{,}93 \quad s_\alpha^H + s_\alpha^D = 11{,}67$

$$\frac{J_s}{J_0} = \frac{1}{6}\left\{\left[\begin{array}{r}0{,}921 \\ -0{,}761 \\ \hline 0{,}160\end{array}\right] + \left[\begin{array}{r}0{,}952 \\ -0{,}847 \\ \hline 0{,}105\end{array}\right] + \left[\begin{array}{r}0{,}884 \\ -0{,}675 \\ \hline 0{,}209\end{array}\right]\right\} = \begin{array}{r}160 \\ 105 \\ 209 \\ \hline 474 : 6\end{array} = 0{,}079 = 7{,}9\%$$

$$s=20 \quad \frac{I}{I_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{matrix} F\left(\frac{16,9}{25}\right) \\ -F\left(\frac{16,9}{15}\right)\end{matrix}\right] = \frac{1}{4}\left[\begin{matrix} F(0,676) \\ F(1,127)\end{matrix}\right] = \frac{1}{4}\left|\begin{matrix} 0,853 \\ -0,689 \\ \hline 0,164\end{matrix}\right| = 4,1\%$$

HD

$$\mu_r = 0,85\,\mu_0 \quad s_\alpha^{T} = 2,88 \quad \frac{s_\alpha^T}{a} = \frac{2,88}{5} = 0,576 \qquad \frac{s_\alpha^H - s_\alpha^D}{a} = 1,21_8 \;\Big|\; \frac{s_\alpha^H}{a} = 1,69_2 \;\Big|\; \frac{s_\alpha^H + s_\alpha^D}{a} = 2,16_6$$

1,69₂

1,116

ohne Rot

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = \frac{1}{3}\left[0,657 + 0,495 + 0,363\right] = 0,219 + 0,165 + 0,121 = 0,505$$

$$\begin{matrix} 1,794 & 0,465 \\ 1,218 & 0,657 \\ 0,642 & 0,864 \\ & \overline{1,986} : 3 = 0,662 : 3 = 0,221 \end{matrix}$$

mit Rot.

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = \frac{1}{9}\Big[F\left(\frac{s_\alpha^H}{a}\right) + F\left(\frac{s_\alpha^H}{a} - \frac{s_\alpha^D}{a}\right) + F\left(\frac{s_\alpha^H}{a} + \frac{s_\alpha^D}{a}\right) + F\left(\frac{s_\alpha^H}{a} - \frac{s_\alpha^T}{a}\right) + F\left(\frac{s_\alpha^H}{a} + \frac{s_\alpha^T}{a}\right)$$

$$= \frac{1}{9}\Big[F(1,69_2) + F(1,21_8) + F(2,16_6) + F(1,116) + F(0,642) + F(1,590) + F(2,268) + F(1,794) + F(2,742)\Big] = \frac{1}{9}\left[\begin{matrix} 1,515 \\ 2,085 \\ 1,045 \\ \hline 4,64^5 : 9 \end{matrix}\right] = 0,516$$

$$\begin{matrix} 0,698 \\ 864 \\ 528 \\ \hline 2,085 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 0,339 \\ 465 \\ 241 \\ \hline 1,045 \end{matrix}$$

$3.130 : 6 = 0,52_2$

$$\frac{I_{s=0}}{I_0} = 0,56 \cdot 0.505 + 0.44 \cdot 0,516 = \begin{matrix} 0,282_4 \\ +0,227_4 \\ \hline 0,509_8 \end{matrix} = 0,51_0$$

$$0,70 \cdot 0.505 + 0,3 \cdot 0,52_2 = \begin{matrix} 0,3535 \\ 0,1566 \\ \hline 0,5101 \end{matrix}$$

$s = 10$

$$\frac{S_\alpha^x}{s+a} = \frac{16{,}9_2}{15{,}1} = 1{,}120 \qquad \frac{S_\alpha^x}{s-a} = \frac{16{,}9_2}{4{,}9_0} = 3{,}46$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{array}{r} 0{,}692 \\ -\,0{,}140 \\ \hline 0{,}552 \end{array}\right] = 13{,}8\% + 0{,}5 = 14{,}3\% \quad 16{,}0\%$$

	ber	gef
$s = 10$	14,3%	16,0%
$s = 15$	7,6%	7,5%
$s = 20$	4,1%	3,6%

$0{,}71 \cdot \frac{90}{64} = 1{,}00$

$1 \cdot e^{0} = 1 \cdot 1 = 1{,}0000 = 70{,}7\%$

$3 \cdot e^{-2} = 3 \cdot 0{,}1353 = 0{,}4059 = 28{,}8\%$

$5 \cdot e^{-6} = 5 \cdot 0{,}0025 = 0{,}0125 = 0{,}5\%$

$1{,}4184 \qquad 100\%$

$0{,}71 \cdot \frac{90}{296} = 0{,}216$

$1 \cdot e^{0} = 1 \cdot 1 = 1{,}0000 \qquad 1{,}00 =$

$3 e^{-0{,}432} = 3 \cdot 0{,}649_2 = 1{,}947_6 \qquad 1{,}95$

$5 \cdot e^{-1{,}296} = 5 \cdot 0{,}272_5 = 1{,}362_5 \qquad 1{,}36$

$7 \cdot e^{-2{,}592} = 7 \cdot 0{,}0749 = 0{,}524_3 \qquad 0{,}52$

$9 \cdot e^{-4{,}32} = 9 \cdot 0{,}0133 = 0{,}119_7 \qquad 0{,}12$

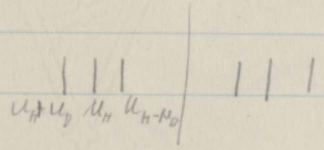
$11 \cdot e^{-6{,}48} = 11 \cdot 0{,}001 \qquad 0{,}01 \qquad 0{,}01$

$4{,}96$

H D

$\updownarrow \frac{1}{2}$ $\uparrow 1\frac{1}{2}$ $\quad -\frac{1}{2}$ $\quad +\frac{1}{2}$ $\quad 1\frac{1}{2}$ $\quad \frac{1}{2}$

$\qquad\qquad \mu_H+\mu_D \quad \mu_H+\mu_D \quad \mu_H-\mu_D \quad \mu_D$



$\mu_H = 2{,}5\,\mu_0, \ \mu_D = 0{,}7\,\mu_0$

$s_{\alpha_0} = 3{,}38_3 \quad s_\alpha^H = 8{,}46 \quad s_\alpha^D = 2{,}37 \quad s_\alpha^H + s_\alpha^D = 10{,}83 \quad s_\alpha^H - s_\alpha^D = 6{,}09$

$a = 5 \quad \frac{s_\alpha}{a} \quad = 1{,}69_2 \quad 0{,}47_4 \quad 2{,}16_6 \quad 1{,}21_8$

34

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = \frac{1}{3}\left[F\left(\frac{s_\alpha^H - s_\alpha^D}{a}\right) + F\left(\frac{s_\alpha^D}{a}\right) + F\left(\frac{s_\alpha^H + s_\alpha^D}{a}\right)\right] \qquad \frac{s_{\alpha_0}}{a} = 0{,}676_6$$

$$= \frac{1}{3}\left[0{,}657 + 0{,}495 + 0{,}363\right] = \begin{array}{r} 0{,}657 \\ 0{,}495 \\ 0{,}363 \\ \hline 1{,}515 : 3 \end{array} = 0{,}505$$

$0{,}219 \quad 0{,}165 \quad 0{,}121$

$\mu_0 = 0{,}6 \quad s_\alpha^D = (0{,}7-0{,}1)\,3{,}38_3 \quad \frac{s_\alpha^D}{a} = 0{,}7\cdot 0{,}676_6 - 0{,}1\cdot 0{,}676_6 = 0{,}474 - 0{,}068$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = \frac{1}{3}\left[0{,}632 + 0{,}495 + 0{,}380\right] = \begin{array}{r} 0{,}632 \\ 0{,}495 \\ 0{,}380 \\ \hline 1{,}507 : 3 \end{array} = 0{,}502$$

$\mu_0 = 0{,}8$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = \frac{1}{3}\left[0{,}681 + 0{,}495 + 0{,}347\right] = \begin{array}{r} 0{,}681 \\ 495 \\ 347 \\ \hline 1{,}523 \end{array} = 0{,}508$$

$\mu_H = 2{,}75\,\mu_0 = 2{,}5\left(1+\frac{1}{10}\right)\mu_0, \quad \frac{s_\alpha^H}{a} = \frac{2{,}5\,\mu_0}{a}\left(1+\frac{1}{10}\right) = \overset{1{,}861}{1{,}69_2 + 0{,}169} \quad \mu_D = 0{,}7\,\mu_0$

$$\frac{J_{s=0}}{J_0} = \frac{1}{3}\left[0{,}597 + 0{,}446 + 0{,}319\right] = \begin{array}{r} 0{,}597 \\ 446 \\ 319 \\ \hline 1{,}362 \end{array} = 0{,}45_4 \qquad \begin{array}{r} 1{,}69_2 \\ -0{,}169 \\ \hline 1{,}523 \end{array}$$

$\mu_\alpha^H = 2\cdot\mu_0$

$\frac{J_{s=0}}{J_0} = 1{,}35_5 \quad 0{,}610 \quad 0{,}55$

$s^k_\alpha = 16{,}9_1 \frac{mm}{100}$, $s^r_\alpha = 2{,}8_8 \frac{mm}{100}$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{12}\left\{\left[F\left(\frac{s^k_\alpha}{s+a}\right) - F\left(\frac{s^k_\alpha}{s-a}\right)\right] + \left[F\left(\frac{s^k_\alpha + s^r_\alpha}{s+a}\right) - F\left(\frac{s^k_\alpha + s^r_\alpha}{s-a}\right)\right] + \left[F\left(\frac{s^k_\alpha - s^r_\alpha}{s+a}\right) - F\left(\frac{s^k_\alpha - s^r_\alpha}{s-a}\right)\right] + \left[F\left(\frac{s^r_\alpha}{s+a}\right) - F\left(\frac{s^r_\alpha}{s-a}\right)\right]\right\}$$

$$a = 5 \frac{mm}{100}$$

$\underline{\underline{s = 10}}$ $\frac{s^k_\alpha}{s+a} = \frac{16{,}9_1}{15} = 1{,}128$, $\frac{s^k_\alpha}{s-a} = \frac{16{,}9_1}{5} = 3{,}38_2$, $\frac{s^r_\alpha}{s+a} = \frac{2{,}88}{15} = 0{,}192$, $\frac{s^r_\alpha}{s-a} = \frac{2{,}88}{5} = 0{,}57_6$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{12}\left\{\left[\begin{array}{r}0{,}689\\ -0{,}149\\ \hline 0{,}540\end{array}\right] + \left[\begin{array}{r}0{,}620\\ -0{,}095\\ \hline 0{,}525\end{array}\right] + \left[\begin{array}{r}0{,}759\\ -0{,}230\\ \hline 0{,}529\end{array}\right] + \left[\begin{array}{r}0{,}984\\ -0{,}886\\ \hline 0{,}098\end{array}\right]\right\} = \begin{array}{r}0{,}540\\ 0{,}525\\ 0{,}529\\ 0{,}098\\ \hline 1{,}692\end{array} = 14{,}1\%$$

$\underline{\underline{s = 15}}$ $\frac{16{,}9_1}{10} = 1{,}69_1$, $\frac{16{,}9_1}{20} = 0{,}84_6$, $\frac{2{,}88}{10} = 0{,}288$ $\frac{2{,}88}{20} = 0{,}144$ $\begin{array}{r}1{,}69_1\\ 0{,}288\\ \hline 1{,}979\end{array}$ $\begin{array}{r}0{,}846\\ 0{,}144\\ \hline 0{,}990\end{array}$ $\begin{array}{r}1{,}691\\ -0{,}288\\ \hline 1{,}403\end{array}$ $\begin{array}{r}0{,}846\\ -0{,}144\\ \hline 0{,}702\end{array}$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{12}\left\{\left|\begin{array}{r}0{,}792\\ -0{,}496\\ \hline 0{,}296\end{array}\right| + \left|\begin{array}{r}0{,}740\\ -0{,}412\\ \hline 0{,}328\end{array}\right| + \left|\begin{array}{r}0{,}843\\ -0{,}591\\ \hline 0{,}252\end{array}\right| + \left|\begin{array}{r}0{,}991\\ -0{,}965\\ \hline 0{,}026\end{array}\right|\right\} = \begin{array}{r}0{,}296\\ 0{,}328\\ 0{,}252\\ 0{,}026\\ \hline 0{,}902\end{array} = 7{,}5\%$$

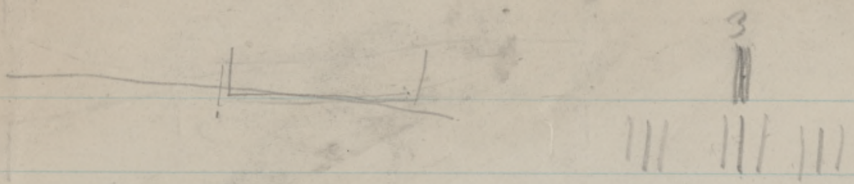
$\underline{\underline{s = 20}}$ $\frac{16{,}9_1}{25} = 0{,}676$ $\frac{16{,}9_1}{15} = 1{,}128$ $\frac{2{,}88}{25} = 0{,}115$ $\frac{2{,}88}{15} = 0{,}192$ $\begin{array}{r}0{,}676\\ 0{,}115\\ \hline 0{,}791\end{array}$ $\begin{array}{r}1{,}128\\ 0{,}192\\ \hline 1{,}320\end{array}$ $\begin{array}{r}0{,}676\\ -0{,}115\\ \hline 0{,}561\end{array}$ $\begin{array}{r}1{,}128\\ -0{,}192\\ \hline 0{,}936\end{array}$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{12}\left\{\left|\begin{array}{r}0{,}853\\ -0{,}689\\ \hline 0{,}164\end{array}\right| + \left|\begin{array}{r}0{,}813\\ -0{,}620\\ \hline 0{,}193\end{array}\right| + \left|\begin{array}{r}0{,}891\\ -0{,}759\\ \hline 0{,}132\end{array}\right| + \left|\begin{array}{r}0{,}994\\ -0{,}984\\ \hline 0{,}010\end{array}\right|\right\} = \begin{array}{r}0{,}164\\ 0{,}193\\ 0{,}132\\ 0{,}010\\ \hline 0{,}499\end{array} = 4{,}2\%$$

$$\begin{array}{llll} \frac{1}{4}\,0.60 = & 0.15 & \frac{1}{5} & 0{,}12 \\ \frac{1}{2}\cdot 0.52 = & 0.26 & \frac{3}{5} & 0{,}31_2 \\ \frac{1}{4}\,0.88 & 0.22 & \frac{1}{5} & 0{,}17_6 \\ \hline & 0.63 & & 60_8 \end{array}$$

Hwb = 9.8 ; $I_0 = 100$, Korr +1% per $\frac{1,5}{100}$ mm

	$p_v = 1.91$ $p_0 = 1.45 \cdot 10^{-4}$ Vers. April 20	2.0 $1.6 \cdot 10^{-4}$ April 17	2,2 $1.7 \cdot 10^{-4}$ April 15	0.56 $0.45 \cdot 10^{-4}$ April 15	2.34 $1.85 \cdot 10^{-4}$ April 14	Calculated for Hwb = 10,0
$I_{s=0}$	63%	63%	—	59.8%	62%	
$I_{s=+10}$	–	16.6%	16.9%	16.0%	–	14.1
−10	–	14.6%	14.3%	14.3%	—	
+15	8,1%	7.55%	7.88%?	8,5%	7.75%	7.5
−15	7.8%	6.93%	6.60%	6.86%	6.50%	
+20	3.8_5%	3.92%	—	—	–	4.2
−20	3.3_2%	3.04%	–	—	–	



$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{2}\left[F\left(\frac{s_\alpha}{s+a}\right) - F\left(\frac{s_\alpha}{s-a}\right)\right]$$ Rot. nicht berücks.

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{4}\left[F\left(\frac{\overset{2r}{s_\alpha}}{s+a}\right) - F\left(\frac{\overset{2r}{s_\alpha}}{s-a}\right)\right] \qquad I_0 = 3{,}37 \cdot 18{,}0 = 60{,}7$$

$$\overset{2r}{s_\alpha} = 5 \cdot 3{,}38_3 = 16{,}9_1 \tfrac{mm}{100}, \quad a = 4{,}9 \tfrac{mm}{100}$$

$$s = 15 \quad s+a = 19{,}9 \quad s-a = 10{,}1 \quad \frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{16{,}9}{19{,}9} = 0{,}849 \quad \frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{16{,}9}{10{,}1} = 1{,}67_4$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{array}{r} 0{,}791 \\ -0{,}503 \\ \hline 0{,}288 \end{array}\right] = 7{,}2\% \qquad 60{,}7 \cdot 7{,}2\% = 4{,}36\,cm$$ 3,7 exp. 4,7 [illegible]

$$\overset{2r}{s_\alpha} = 6 \cdot 3{,}38_3 = 20{,}3 \qquad \frac{20{,}3}{19{,}9} = 1{,}018 \qquad \frac{20{,}3}{10{,}1} = \frac{20{,}2}{10{,}1} + \frac{0{,}1}{10{,}1} = 2{,}01$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{array}{r} 0{,}730 \\ -0{,}403 \\ \hline 0{,}327 \end{array}\right] = 8{,}2\% \qquad 60{,}7 \cdot 8{,}2\% = 5{,}0\,cm$$

$$\underline{s = 10} \quad \frac{16{,}9}{14{,}9} = 1{,}13_4 \quad \frac{16{,}9}{5{,}1} = 3{,}32_0 \quad \frac{I}{I_0} = \frac{1}{4}\left[\begin{array}{r} 0{,}687 \\ -0{,}157 \\ \hline 0{,}530 \end{array}\right] = 13\tfrac{1}{4}\%$$

$$13\tfrac{1}{4}\% \cdot 42\,cm = 5{,}66\,cm \quad 5{,}63 \quad 6{,}6$$

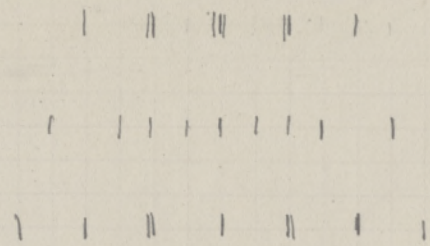
$$s_{\alpha_r} = 0{,}85 \cdot 3{,}38_3 = 2{,}88 \qquad \frac{I}{I_0} = \frac{1}{6}\cdot\frac{1}{2}\left[\begin{array}{r} F(0{,}193) = 0{,}984 \\ -F(0{,}565) \quad 0{,}890 \\ \hline 0{,}094 \end{array}\right] = 0{,}008 \qquad 5{,}9\,cm$$

$F_1 = \frac{1}{12} F_0 \left\{ f\left(\frac{1}{2}\right) - f(\infty) \right\}$ $s = a$

$F_2 = \frac{1}{12} F_0 \left\{ f\left(\frac{1}{3}\right) - f(1) \right\}$ $s = 2a$

$F_3 = \frac{1}{12} F_0 \left\{ f\left(\frac{1}{4}\right) - f\left(\frac{1}{2}\right) \right\}$ $s = 3a$

$F_4 = \frac{1}{12} F_0 \left\{ f\left(\frac{1}{5}\right) - f\left(\frac{1}{3}\right) \right\}$ $s = 4a$



$$F_n = \frac{1}{12} F_0 \left\{ f\left(\frac{1}{n+1}\right) - f\left(\frac{1}{n-1}\right) \right\} \quad s = na$$

$f(\infty) = 0$

$f(1) = 2 \cdot 0,368 + 3 \cdot 0,135 + 4 \cdot 0,050 + 6 \cdot 0,0067 = 1,381$

$f\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{2} \cdot 0,6065 + 2 \cdot 0,368 + \frac{5}{2}\, 0,223 + \frac{7}{2}\, 0,0825 = 2,498$

$f\left(\frac{1}{3}\right) = 1\tfrac{1}{3} \cdot 0,7170 + \frac{5}{3}\, 0,5135 + 2 \cdot 0,368 + \frac{8}{3}\, 0,190 = 3,052$

$f\left(\frac{1}{4}\right) = 1\tfrac{1}{4} \cdot 0,780 + 1\tfrac{1}{2}\, 0,6065 + \frac{7}{4} \cdot 0,475 + 2\tfrac{1}{4} \cdot 0,287 = 3,437$

$f\left(\frac{1}{5}\right) = 1,2 \cdot 0,8187 + 1,4 \cdot 0,6703 + 1,6 \cdot 0,5488 + 2 \cdot 0,368 = 3,5347$

0,436	0,910	0,956	0,975	0,9824
0,405	0,436	0,856	0,910	0,9384
0,200	0,563	0,736	0,833	0,8781
0,040	0,289	0,504	0,719	0,7358

995

$F_1 = \frac{1}{12} F_0\, 2,498 = 0,208\, F_0$

$F_2 = \frac{1}{12} F_0\, 1,671 = 0,131\, F_0$

$F_3 = \frac{1}{12} F_0\, 0,939 = 0,0783\, F_0$

$F_4 = \frac{1}{12} F_0\, 0,483 = 0,04025\, F_0$

$$J = z J_0 \left[e^{-y}(y+1)\right]_{\frac{a}{a}}^{\frac{a}{3a}} = z J_0 \left[e^{-\frac{1}{3}}\cdot\frac{4}{3} - e^{-1}\cdot 2\right]$$

$$s = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2}\frac{M}{\mathcal{M}}\frac{\partial g}{\partial s}\frac{l^2}{v^2}, \quad s_\alpha = \frac{M}{2\mathcal{M}\alpha^2}\frac{\partial g}{\partial s} l^2 = \frac{M}{4RT}\frac{\partial g}{\partial s} l^2$$

$M = 3, \frac{\partial g}{\partial s} = 1{,}5\cdot 10^5, l^2 = 200, T = 100$ $\qquad J = \frac{1}{12} J_0 \left[e^{-y}(y+1)\right]_{\frac{s_\alpha}{s-a}}^{\frac{s_\alpha}{s+a}}$

$$s_\alpha = \frac{3\cdot 1{,}5\cdot 10^5\cdot 2\cdot 10^2}{4\,8{,}3\cdot 10^7\cdot 10^2} = \frac{9}{33}10^{-2}\,\text{cm} = 0{,}027\,\text{mm}$$

			$\frac{s}{a}=1$		$\frac{s}{a}=2$		$\frac{s}{a}=3$		$\frac{s}{a}=4$		$\frac{s}{a}=5$	
s_α	$\frac{s_\alpha}{s+a}$	$\frac{s_\alpha}{s-a}$	$\frac{1}{\frac{s}{a}+1}$	$\frac{1}{\frac{s}{a}-1}$	$\frac{1}{\frac{s}{a}+1}$	$\frac{1}{\frac{s}{a}-1}$						
a	$\frac{1}{\frac{s}{a}+1}$	$\frac{1}{\frac{s}{a}-1}$	$\frac{1}{2}$	∞	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$
$2a$	$\frac{2}{\frac{s}{a}+1}$	$\frac{2}{\frac{s}{a}-1}$										
$3a$	$\frac{3}{\frac{s}{a}+1}$	$\frac{3}{\frac{s}{a}-1}$										
$5a$	$\frac{5}{\frac{s}{a}+1}$	$\frac{5}{\frac{s}{a}-1}$										

$s = a \quad J_1 = \frac{1}{12} J_0 \left\{e^{-\frac{1}{2}}\frac{3}{2} + e^{-1}2 + e^{-\frac{3}{2}}\frac{5}{2} + e^{-\frac{5}{2}}\frac{7}{2}\right\}$

$s = 2a \quad J_2 = \frac{1}{12} J_0 \left\{e^{-\frac{1}{3}}\frac{4}{3} + e^{-\frac{2}{3}}\frac{5}{3} + e^{-1}2 + e^{-\frac{5}{3}}\frac{8}{3} - e^{-1}2 - e^{-2}3 - e^{-3}4 - e^{-5}6\right\}$

$s = 3a \quad J_3 = \frac{1}{12} J_0 \left\{e^{-\frac{1}{4}}\frac{5}{4} + e^{-\frac{2}{4}}\frac{6}{4} + e^{-\frac{3}{4}}\frac{7}{4} + e^{-\frac{5}{4}}\frac{9}{4} - \{J_1\}\right\}$

$$f(x) = e^{-x}(x+1) + e^{-2x}(2x+1) + e^{-3x}(3x+1) + e^{-5x}(5x+1)$$

$\frac{2}{3}\frac{1}{2}\frac{1}{4}$

$$= e^{-x} + e^{-2x} + e^{-3x} + e^{-5x} + x\left(e^{-x} + 2e^{-2x} + 3e^{-3x} + 5e^{-5x}\right)$$

$1 - \frac{1}{12} - \frac{13}{15}\frac{1}{8}\frac{1}{16}$

$$= \left(e^{-x} + e^{-2x} + e^{-3x} + e^{-5x}\right)(1+x) + x\left(e^{-2x} + 2e^{-3x} + 4e^{-5x}\right)$$

1,0000
-0,0834
-0,0078
0,910

$1 - e^{-x} = a, \; e^{-x} = 1 - a \quad e^{-\varepsilon} = \left(1 - \varepsilon + \frac{1}{2}\varepsilon^2 - \frac{1}{6}\varepsilon^3 + \frac{1}{24}\varepsilon^4 - \frac{1}{24}\cdot\frac{1}{5}\varepsilon^5\right)(1+\varepsilon)$

$$+\varepsilon - \varepsilon^2 + \frac{1}{2}\varepsilon^3 - \frac{1}{6}\varepsilon^4 + \frac{1}{24}\varepsilon^5$$

$$1 - \frac{1}{2}\varepsilon^2 + \frac{1}{3}\varepsilon^3 - \frac{1}{8}\varepsilon^4 + \frac{1}{30}\varepsilon^5 \quad = 1 - \frac{1}{2}\varepsilon^2\left(1 - \frac{2}{3}\varepsilon\right) - \frac{1}{8}\varepsilon^4\left(1 - \frac{4}{15}\varepsilon\right)$$

2)

$$\mathcal{I}(s) = \frac{1}{4}\mathcal{I}_0^{\circ}\left[e^{-\frac{s_\alpha}{s+a}}\left(\frac{s_\alpha}{s+a}+1\right) - e^{-\frac{s_\alpha}{s-a}}\left(\frac{s_\alpha}{s-a}+1\right)\right] \qquad s_\alpha = \frac{2}{3}a$$

$$s = 3a \quad \frac{s_\alpha}{s+a} = \frac{\frac{2}{3}}{3+1} = \frac{2}{3\cdot 4} = \frac{1}{6} \quad \frac{s_\alpha}{s-a} = \frac{\frac{2}{3}}{3-1} = \frac{2}{3\cdot 2} = \frac{1}{3}$$

$$\left(1-\frac{s_\alpha}{s+a}\right)\left(1+\frac{s_\alpha}{s+a}\right) - \left(1-\frac{s_\alpha}{s-a}\right)\left(1+\frac{s_\alpha}{s-a}\right) = 1 - \frac{s_\alpha^2}{(s+a)^2} - 1 + \frac{s_\alpha^2}{(s-a)^2} = s_\alpha^2\frac{(s+a)^2-(s-a)^2}{(s^2-a^2)^2} = s_\alpha^2\frac{4sa}{(s^2-a^2)^2}$$

$$s = 3a \quad \frac{4sa}{(s^2-a^2)^2} = \frac{4.3}{64a^2}, \quad s_\alpha^2\frac{4sa}{(s^2-a^2)^2} = \frac{4}{9}\,\frac{4.3}{64} = \frac{1}{12}$$

$$s \gg a \quad (s^2-a^2)^2 = s^4 \quad \frac{s_\alpha^2 4sa}{(s^2-a^2)^2} = s_\alpha^2\frac{4a}{s^3} \qquad X_1 = \frac{s_\alpha}{s+a} \quad X_2 = \frac{s_\alpha}{s-a}$$

$$X_2^2 - X_1^2 = s_\alpha^2\frac{(s+a)^2-(s-a)^2}{(s^2-a^2)^2} = \frac{s_\alpha^2 4sa}{(s^2-a^2)^2}$$

$$x = \frac{s_\alpha}{s-s_0} \ll 1, \quad \mathcal{I}(s) = \frac{1}{4}\int_{x_1}^{x_2}\mathcal{I}_0(x)(1-x)x\,dx \qquad H_2$$

$$\mathcal{I}_0(x) = \mathcal{I}_0^{\circ} \quad \mathcal{I}(s) = \frac{1}{4}\mathcal{I}_0^{\circ}\left[\frac{1}{2}(x_2^2-x_1^2) - \frac{1}{3}(x_2^3-x_1^3)\right] \cong \frac{1}{8}\mathcal{I}_0^{\circ}(x_2^2-x_1^2)$$

$$\frac{1}{(s-\Delta s)^2} - \frac{1}{(s+\Delta s)^2} = \frac{\cancel{4s\Delta s}}{(s^2-\Delta s^2)^2}\cdot\frac{1}{\cancel{2\cdot 2\Delta s}}\mathcal{C}$$

$$\mathcal{I}_s = \frac{\mathcal{C}}{s^3} \qquad \overline{\mathcal{I}}_s = \frac{\int_s^{s+\Delta s}\frac{\mathcal{C}}{s^3}ds}{\Delta s} = \frac{\frac{1}{2}\mathcal{C}\left[\frac{1}{s^2}-\frac{1}{(s+\Delta s)^2}\right]}{\Delta s} \qquad \frac{d\frac{1}{2}s^{-2}}{ds} = -s^{-3}$$

$$\overline{\mathcal{I}}_s = \frac{\mathcal{C}}{s^3}\frac{1}{\left(1-\frac{\Delta s^2}{s^2}\right)^2} = \mathcal{I}_s\left(1+2\frac{\Delta s^2}{s^2}\right)$$

$$\frac{1}{s^2} - \frac{1}{(s+\Delta s)^2} = \frac{2s\Delta s+(\Delta s)^2}{s^2(s+\Delta s)^2} = \frac{2s\Delta s\left(1+\frac{1}{2}\frac{\Delta s}{s}\right)}{s^4\left(1+\frac{\Delta s}{s}\right)^2} \qquad \overline{\mathcal{I}}_s = \mathcal{I}_s\frac{1+\frac{1}{2}\frac{\Delta s}{s}}{1+2\frac{\Delta s}{s}+\left(\frac{\Delta s}{s}\right)^2} \cong \mathcal{I}_s\left(1-\frac{3}{2}\frac{\Delta s}{s}\right)$$

$$\mathcal{I} = \frac{1}{4}\mathcal{I}_0^{\circ}\frac{2d}{s_\alpha}\left(\frac{s_\alpha}{s}\right)^3 \quad d = 0{,}2\,\text{mm} \quad s_\alpha = 0{,}066\,\text{mm} = \frac{1}{3}d, \quad \frac{\mathcal{I}}{\mathcal{I}_0^{\circ}} = \frac{1}{2}\,3\,\frac{1}{3^3}\left(\frac{d}{s}\right)^3 = \frac{1}{18}\left(\frac{d}{s}\right)^3$$

$$\begin{matrix} s = 3d \\ s = 0{,}6\,\text{mm}\end{matrix} \quad \frac{\mathcal{I}}{\mathcal{I}_0^{\circ}} = \frac{1}{18}\cdot\frac{1}{27} = \frac{1}{496} = 0{,}2\% \qquad \frac{2}{12} + \frac{1}{12} = \frac{1}{4}$$

$$\mathcal{I} = \frac{1}{6}\mathcal{I}_0^{\circ}\frac{2d}{s_{\alpha_1}}\left(\frac{s_{\alpha_1}}{s}\right)^3 + \frac{1}{12}\mathcal{I}_0^{\circ}\frac{2d}{s_{\alpha_2}}\left(\frac{s_{\alpha_2}}{s}\right)^3 \quad s_{\alpha_1} = \frac{1}{3}d, \; s_{\alpha_2} = \frac{2}{3}d$$

$$\frac{\mathcal{I}}{\mathcal{I}_0^{\circ}} = \frac{1}{6}\,6\,\frac{1}{3^3}\left(\frac{d}{s}\right)^3 + \frac{1}{12}\,3\,\frac{2^3}{3^3}\left(\frac{d}{s}\right)^3 = \left(\frac{1}{27}+\frac{2}{27}\right)\left(\frac{d}{s}\right)^3 = \frac{1}{9}\left(\frac{d}{s}\right)^3 \quad s = 3d = 0{,}6\,\text{mm} \; \frac{\mathcal{I}}{\mathcal{I}_0^{\circ}} = 0{,}4\%$$

$$s = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}\frac{M}{\mathcal{M}}\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial s}\frac{l^2}{v^2}, \quad M = \frac{5584}{1844} = 3{,}0_{23} \quad \frac{\partial\mathcal{E}}{\partial s} = 2\cdot 10^5, \quad l^2 = 400$$

$$s = \frac{1}{\cancel{2}}\frac{3\cdot\cancel{2}\cdot 10^5\cdot 4\cdot 10^2}{\mathcal{M}v^2} = \frac{1{,}2\cdot 10^8}{\mathcal{M}v^2}\,\text{cm} \quad M\alpha^2 = 2RT \quad s_\alpha = \frac{1{,}2\cdot 10^8}{1{,}66\cdot 10^8}\frac{1}{T}\,\text{cm}$$

$$H_2 : M = 6{,}046, \; \frac{\partial\mathcal{E}}{\partial s} = 1{,}5\cdot 10^5, \; l^2 = 240 \quad s_\alpha = \frac{M\frac{\partial\mathcal{E}}{\partial s}l^2}{4RT} = \frac{6\cdot 1{,}5\cdot\cancel{10^5}\cdot 2{,}4\cdot\cancel{10^2}}{33{,}2_5\cdot\cancel{10^7}\,T}\,\text{cm} = \frac{0{,}65}{T}\,\text{cm}$$

$$T = 100^{\circ} \; s_\alpha = \frac{0{,}65}{100}\,\text{cm} = \frac{6{,}5}{100}\,\text{mm} \quad T = 65^{\circ} \; s_\alpha = \frac{1}{10}\,\text{mm} \quad T = 26^{\circ} \; s_\alpha = \frac{1}{4}\,\text{mm}$$

$$b = \frac{1}{Wv}\sqrt{\frac{RT}{M}}\ ,\ W = \frac{K\sqrt{2\pi}}{f}\ ,\ b = \frac{f}{Kv}\sqrt{\frac{RT}{2\pi M}}$$

$$\sqrt{\frac{RT}{2\pi M}} = \sqrt{\frac{8{,}3\cdot 10^7\cdot 300}{6{,}3\cdot 40}} = 10^4\cdot\sqrt{\frac{8{,}3\cdot 3}{6{,}3\cdot 4}} = 1\cdot 10^4$$

$$b = \frac{f}{Kv}10^4\quad \cancel{f} = \frac{5\cdot 10^{-4}}{40\cdot 0{,}78}10^4 = \frac{1}{8\cdot 0{,}78} = 0{,}16\ ;\ t = 30,\ bt = 4{,}8$$

$$W = \frac{K\sqrt{2\pi}}{f} = \frac{40\cdot 2{,}5}{5\cdot 10^{-4}} = 20\cdot 10^4 = 200\,000$$

$$\frac{f p}{\sqrt{2\pi MRT}}\ ,\ W = \frac{\sqrt{2\pi}}{f}\ ,\ f = \frac{\sqrt{2\pi}}{W}\ ,\ \frac{1\cdot p}{W\sqrt{MRT}}\ ,\ p = m\frac{RT}{v_0},\ \frac{dp}{dt} = \frac{RT}{v_0}\frac{dm}{dt}$$

$$\frac{dp}{dt} = -\frac{p}{W\sqrt{MRT}}\frac{RT}{v_0}\ ,\ \frac{d\ln p}{dt} = -\frac{1}{Wv_0}\sqrt{\frac{RT}{M}} = -b,\ \ln p = -bt + \text{konst}$$

$$W = \frac{2{,}4 l}{D^3}\quad D = 0{,}2\,\text{mm} = 2\cdot 10^{-2}\,\text{cm}\ ,\ W = \frac{1}{8}10^6 = 125000 \text{ pro } 4\,\text{mm}$$

$$\sqrt{\frac{RT}{M}} = \frac{\sqrt{RT}}{\sqrt{M}} = \frac{\sqrt{8{,}3\cdot 10^7\cdot 300}}{\sqrt{M}} = 10^5\frac{\sqrt{2{,}5}}{\sqrt{M}} = 10^5\frac{1{,}58}{\sqrt{M}}\ ,\ b = \frac{1{,}58\cdot 10^5}{0{,}78}\frac{1}{W\sqrt{M}} = \frac{2{,}02_3\cdot 10^5}{W\sqrt{M}}$$

$$b = \frac{1{,}58\,10^5}{W\cdot 0{,}78\sqrt{M}}\quad Ar\ M = 40,\ b = \frac{1{,}58\cdot 10^4}{0{,}78\cdot 6{,}325}\frac{1}{W} = \frac{3{,}2\cdot 10^4}{W}\quad W = 2\cdot 10^5\ b = 1{,}6\cdot 10^{-1} = 0{,}16$$

$$W = 10^6,\ b = 3{,}65\cdot 10^{-2},\ b\cdot 30 = 1{,}1$$

$$p_\infty = 7 f W\sqrt{MRT}\ ,\ H_2,\ b = \frac{1{,}58\cdot 10^5}{0{,}78\cdot\sqrt{2}}\frac{1}{W} = \frac{2{,}02_3}{\sqrt{2}}\frac{10^5}{W} = \frac{1{,}43_2\cdot 10^5}{W}$$

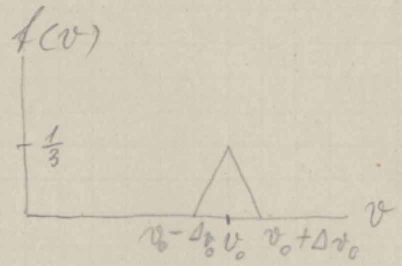
$$b\cdot 30 = 3,\ e^{-bt} = \frac{1}{20}\ ,\ b = \frac{1}{10}\ ,\ \frac{1}{10} = \frac{1{,}43_2\cdot 10^5}{W},\ W = 1{,}43_2\cdot 10^6\quad W \sim 10^6$$

$$K = \frac{fW}{2{,}5} = \frac{10^{-4}\cdot W}{2{,}5} = \frac{100}{2{,}5} = 40$$

$$dn = n_0 e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{v^2}{\alpha^2} d\frac{v^2}{\alpha^2} = 2n_0 e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{v^3}{\alpha^3}\frac{dv}{\alpha} = 2n_0 e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{v^4}{\alpha^4}\frac{dv}{v}$$

$$\frac{s}{s_\alpha} = \frac{\alpha^2}{v^2} \quad v_0 = \alpha = 900\,\frac{m}{sec} \quad \alpha = \sqrt{\frac{2RT}{M}} = \sqrt{\frac{8{,}313 \cdot 10^7\,T}{1{,}0074}} = 90{,}82\sqrt{T}\,\frac{m}{sec} = 900\,\frac{m}{sec}$$

$$T = \left(\frac{900}{90{,}82}\right)^2 = 98{,}4^\circ$$



$$dn = 2n_0 e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{v^4}{\alpha^4}\frac{dv}{v} f(v)\,, \quad f(v_0) = \frac{1}{3}$$

$$\frac{d\, e^{-x^2}x^2}{dx} = 2x e^{-x^2} - 2x\, x^2 e^{-x^2}, \quad 1 - x_m^2 = 0, \quad x_m = 1$$

$$\frac{d\, e^{-x^2}x^3}{dx} = 3x^2 - 2x\, x^3 e^{-x^2}, \quad 3 - 2x_m^2 = 0, \quad x_m = \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{v_0}{\alpha}$$

$$\frac{v_0^2}{\alpha^2} = \frac{3}{2}, \quad \alpha^2 = \frac{2}{3}v_0^2, \quad \alpha = v_0\sqrt{\frac{2}{3}} = 900\sqrt{\frac{2}{3}} = 90{,}82\sqrt{T}, \quad T = \left(\frac{900}{90{,}82}\right)^2 \frac{2}{3} = \underset{32{,}8}{98{,}4} \cdot \frac{2}{3} = 65{,}6^\circ$$

$$e^{-1}\, 1^3 = 0{,}368 : 9 = 4{,}1\%, \quad e^{-\frac{3}{2}}\,\frac{3}{2}\sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{1{,}5 \cdot 1{,}224}{4{,}5} = 0{,}408 : 9 = 4{,}5\%$$

$$f(v) = \frac{1}{3}\left(1 - \frac{\Delta v}{\Delta v_0}\right) \quad dn = 2n_0 e^{-\frac{v_0^2 + 2v_0\Delta v}{\alpha^2}} \frac{v_0^3 + 3v_0^2\Delta v}{\alpha^3}\frac{dv}{\alpha} \cdot \frac{1}{3}\left(1 - \frac{\Delta v}{\Delta v_0}\right)$$

$$v_0 = \alpha \quad dn = \frac{2}{3}\frac{n_0\, d\Delta v}{\alpha} e^{-1}\left(1 - 2\frac{\Delta v}{\alpha}\right)\left(1 + 3\frac{\Delta v}{\alpha}\right)\left(1 - \frac{\Delta v}{\Delta v_0}\right)$$

$$\left(1 + 2\frac{\Delta v}{\alpha}\right)\left(1 - 3\frac{\Delta v}{\alpha}\right)\left(1 - \frac{\Delta v}{\Delta v_0}\right)$$

$$dn = \frac{2}{3} n_0 e^{-1}\int_0^{\frac{\Delta v_0}{\alpha}} (1+x)\left(1 - x\frac{v_0}{\Delta v_0}\right) dx$$

$$1 - x\left(\frac{v_0}{\Delta v_0} - 1\right)$$

$$\frac{\Delta v_0}{\alpha} - \frac{1}{2}\frac{\Delta^2 v_0}{\alpha^2}\left(\frac{v_0}{\Delta v_0} - 1\right)$$

$$\frac{\Delta v_0}{\alpha} - \frac{1}{2}\frac{\Delta v_0}{\alpha} \quad \frac{1}{2}\frac{\Delta v_0}{\alpha}$$

KAISER WILHELM-INSTITUT
FÜR PHYSIKALISCHE CHEMIE UND ELEKTROCHEMIE
FERNRUF: G 6 BREITENBACH 3044 UND 3045

BERLIN-DAHLEM.
FARADAYWEG 4-6

16. Februar 33.

Herrn

Professor Dr. Otto Stern

H a m b u r g .

-.-.-.-.-.-.-

Jungiusstr. 9.

Physikalisches Institut der Universität.

Lieber Herr Kollege!

Ich beabsichtige, Freitag, den 3. März, vormittags 11 Uhr ein Colloquium über Parawasserstoff auf mehrseitige Anregung hin im Harnack-Haus zu veranstalten, welches sich voraussichtlich mit einer Mittagspause im Harnack-Haus bis zum Abend ausdehnen wird, und ich erlaube mir, Sie einzuladen, über Ihre einschlägigen Untersuchungen bezw. die Ihrer Mitarbeiter dabei einen Vortrag zu übernehmen, für den ich ebenso wie den anderen Vortragenden Ihnen die Frist ½ Stunde, ungerechnet die anschliessende Erörterung zur Verfügung stellen möchte. Ich wäre Ihnen dankbar, wenn Sie mir bald antworteten, ob Sie Ihre wichtige Beteiligung gewähren können und erlaube mir hinzuzufügen, dass den Vortragenden eine Hin- und Rückfahrkarte II. Kl. aus bereitgestellten Mitteln zur Verfügung steht. Sehr dankbar wäre ich, wenn

----

wenn Sie Ihre freundliche Zusage mit einer genauen Bezeichnung

des Themas begleiten wollten, damit ich es bald bekannt geben kann.

Mit besten Grüssen

Ihr sehr ergebener

Haber.

Im Falle Ihrer Behinderung
würden wir Ihren Mitarbeiter
bitten für Sie einzutreten
und sehen Sie den Gegenstand
seines Vortrages für gegeben
ansehen die Einladung auf ihn
und Sie ausdehnen.

v. O.

20. Februar 3.

Herrn

Geheimrat Prof. Dr. F. H a b e r .

B e r l i n - D a h l e m .

Kaiser-Wilhelm- Institut für physikalische Chemie.

Faradayweg 4-6

Lieber Herr Geheimrat!

Besten Dank für Ihre freundliche Einladung zum Kolloquium über Para-Wasserstoff am Freitag, den 3. März d.Js. . Ich sage gern zu. Das Thema meines Vortrages lautet:

"Das magnetische Moment des Para-Wasserstoffs".

Mit den besten Grüssen

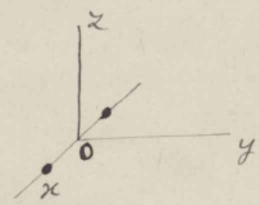
Ihr sehr ergebener

(Otto Stern)

Die einfache Vorstellung, dass das magnetische Moment des Wasserstoffmoleküls ~~lasse~~ sich in naheliegender Weise aus dem ~~Inertial~~ Trägheitsmoment der Ladungsverteilung um die Rotationsachse berechnen lasse, hat sich bei einer näheren Untersuchung nicht bewährt.

Diese Vorstellung beruht auf der Tatsache, dass die mittlere Ladungsverteilung im Molekül nur unmerklich von der Rotation beeinflusst wird. Dies bedeutet aber noch nicht, dass man so rechnen kann, als ob das Molekül wie ein starrer Körper rotiert, weil die Störung der mittleren Stromverteilung nicht vernachlässigt werden darf. Zwar ist die störende Wirkung der Rotation klein (von der Grössenordnung $\frac{m}{M} = \frac{1}{1840}$) gegenüber den sonstigen Wirkungen im Molekül. ~~Trotzdem~~ ~~Aber sie sie reicht bereits aus um Momente von der Gr.Ordnung $\frac{m}{M}$ Bohr'sche Magnetonen zu verursachen.~~ Sie erzeugt also (wie auch aus dem Folgenden hervorgeht) Momente die klein (von der Gr. Ordnung $\frac{m}{M}$) gegenüber dem Bohr'schen Magneton sind. Da es aber gerade auf derartige Momente ankommt, darf sie nicht vernachlässigt werden.

Bezeichnen wir mit Ox die Kernverbindungslinie, mit Oz die Rotationsachse, so sind im rotierenden System Oxyz zweierlei Störungen zu betrachten:



a) die Corioliskraft (die Zentrifugalkraft kann vernachlässigt werden)

b) die verschiedene Quantelung.(1) Die zu den Koordinaten x, y eines Elektrons konjugierten Impulse sind nämlich nicht $m\dot{x}$, $m\dot{y}$; sondern $m(\dot{x} - \omega y)$, $m(\dot{y} + \omega x)$ * d.h. proportional den Komponenten der Absolutgeschwindigkeit.

Es ist nun eine Art Umkehrung des Larmor'schen Satzes dass die Störungen a) und b) ~~äquivalentwaren~~ der Einführung eines magnetischen Feldes $H = -\frac{2mc}{e}\omega$ in der z-Richtung äquivalent sind. Das von diesem Magnetfeld erzeugte Moment muss zu dem vorher als richtig angenommenen Wert addiert werden.

* ω, Rotationsgeschwindigkeit

(1) z.B. in der alten Q.M. $\int m(\dot{x} - \omega y)\,dx = nh$ anstatt: $\int m\dot{x}\,dx = nh$

Das vom magnetischen Felde H im, jetzt als ruhend zu betrachtenden, Molekül induzierte Moment besteht aus zwei Anteilen :

a) ein diamagnetischer Anteil, gleich :

$$-\frac{e^2}{4mc^2} H \overline{(r_1^2 + r_2^2)} = \frac{e}{2c}\omega\overline{(r_1^2+r_2^2)} \qquad \begin{array}{l} r_1^2 = x_1^2 + y_1^2 \\ r_2^2 = x_2^2 + y_2^2 \end{array}$$

$x_1 y_1 z_1$ und $x_2 y_2 z_2$ sind die Koord. des ersten bez. zweiten Elektrons Dieser Anteil hebt gerade das von der Rotation der starren Elektronenwolke herrührende Moment. Es bleibt also nur (vom Protonenspin abgesehen) das Moment der Protonenrotation übrig plus den ~~jezt~~ jetzt noch zu besprechende Anteil

b) Dieser ist bei Atomen in Singlettzuständen nicht vorhanden . Er erscheint hier, weil das Impulsmoment in der z-Richtung kein Integral der Bewegungsgleichungen ist ; d.h. es besitzt ~~dann~~ ,nach der Wellenmechanik , nichtdiagonale Matrixelemente : $M^{(z)}_{nm}\, e^{2\pi i \frac{E_m - E_n}{h} t}$ die den Übergängen zwischen verschiedenen Elektronenzuständen ~~, also den hochfrequenten Schwingungen~~ des Moleküls entsprechen . Die quantenmechanische Formel für Anteil b) lautet :

$$-\frac{e}{2mc}\, 2\omega \sum_{n\neq 0} \frac{\left|M^{(z)}_{on}\right|^2}{E_n - E_o}$$

Leider ist eine genaue Abschätzung ~~der~~ der Summe nicht möglich. Jedenfalls kann man mit ziemlicher Sicherheit für Anteil b) die Werte 0,65 und ~~0,~~ 0,075 als obere bez. untere Grenze angeben (in Einheiten $\frac{e}{2Mc}\frac{h}{2\pi}$, und für Rot.quantenzahl=I) Danach ist das Gesamtmoment ,von den Protonenspins abgesehen, gleich:

$$\approx \frac{e}{2Mc}\frac{h}{2\pi}\left(1 - \begin{matrix}0.65\\0.075\end{matrix}\right) J = \frac{e}{2Mc}\frac{h}{2\pi}\begin{matrix}0.35\\0.92\end{matrix}\, J$$

J Rot. quantenzahl (ohne Protonenspin)

Bemerkungen. Von den Elektronenspins habe ich abgesehen, weil sie sich gegenseitig absättigen, und auch bei Berücksichtigung von Spinstörungen wahrscheinlich keinen merklichen Beitrag liefern.

Man kann die Rechnung strenger durchführen, indem man die Mol. Rotation quantenmechanisch behandelt. Das Resultat ist dasselbe

Das Moment ist (bis auf Korrektionen der rel. Gr. Ordnung $\frac{m}{M}$) streng proportional der Rotationsquantenzahl

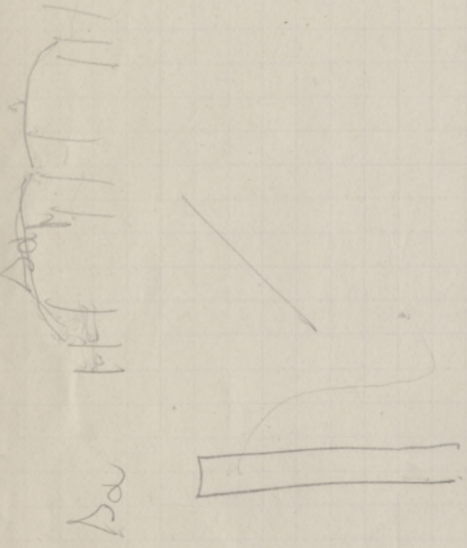
$$|\mu| = \pi r^2 \cdot \nu \, 2\frac{e}{c} = \cancel{\pi} r^{\cancel{2}} \frac{v}{\cancel{2\pi r}} \, 2\frac{e}{c} = \frac{e}{c} r v, \quad 2 m v r = \frac{h}{2\pi}, \quad |\mu| = \frac{e}{2mc} \frac{h}{2\pi}$$

$$J = 2mr^2, \quad v = \dot{\varphi} r \quad 2mr^2\dot{\varphi} = J\dot{\varphi} = \frac{h}{2\pi} \quad |\mu| = \frac{1}{2}\frac{e}{mc} J\dot{\varphi}$$

$$2\frac{e}{c} r^2 = J_{el}, \quad |\mu| = \frac{e}{c} r^2 \dot{\varphi} = J_{el} \frac{\dot{\varphi}}{2}$$

<u>[illegible] H_2</u> z.d. 15. 11. 32 CO_2 [illegible] 21. 11. 32

$$s_{\alpha_0} = \frac{3{,}0 \cdot 2{,}2 \cdot 10^5 \cdot 2{,}10}{4 \cdot 8{,}3 \cdot 10^7 \, T} = \frac{0{,}42}{T}\,\mathrm{cm} = \frac{420}{T}\,\frac{\mathrm{mm}}{100}, \quad T = 84^\circ, \; s_{\alpha_0} = 5\,\frac{\mathrm{mm}}{100}$$



$$z = \frac{n\bar{c}}{4} \qquad \bar{c} = \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}, \ \frac{1}{2} M \overline{c^2} = \frac{3}{2} RT, \ M\alpha^2 = 2RT, \ \alpha^2 = \frac{2RT}{M}, \ \bar{c}^2 = \frac{4\alpha^2}{\pi} = \frac{8RT}{\pi M}$$

$$p = nkT, \ n = \frac{p}{kT}, \ \frac{n\bar{c}}{4} = \frac{p}{kT}\frac{1}{4}\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} = \frac{p}{\sqrt{2\pi m kT}}$$

$$z \cdot m = \frac{p\sqrt{m}}{\sqrt{2\pi kT}} = \frac{p}{\sqrt{2\pi}}\sqrt{\frac{M}{RT}} = p\sqrt{\frac{M}{2\pi RT}} = p \cdot 3{,}58 \cdot 10^{-5} \frac{g}{\sec\,cm^2} \left(p \text{ in } \frac{dyn}{cm^2}\right)$$

$$\sqrt{\frac{M}{2\pi RT}} = \sqrt{\frac{200}{6{,}3 \cdot 8{,}3 \cdot 10^7 \cdot 300}} = 10^{-5}\sqrt{\frac{2000}{6{,}3 \cdot 8{,}3 \cdot 3}} = 3{,}58 \cdot 10^{-5}$$

$$p = \frac{1}{3{,}58} \cdot 10^{-1} \frac{dyn}{cm^2}; \ z \cdot m = 10^{-6} \frac{g}{\sec\,cm^2} = 10^{-2}\, g \text{ in } 3\,Tg = \frac{1}{100}\, mm \text{ in } 3\,Tg$$

$$s = \frac{1}{2} g \frac{l^2}{v^2}, \ v = g\frac{l_1}{v} \qquad s = \frac{1}{2} g \frac{l_1^2}{v^2} + g\frac{l_1}{v}\frac{l_2}{v}$$

$$s = \frac{1}{2} g \frac{l_1^2}{v^2}\left(1 + 2\frac{l_2}{l_1}\right).$$

$$2l_2^2 \quad \frac{200}{225}$$

$s = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \frac{M}{\mu} \frac{\partial q}{\partial s} \frac{l^2}{v^2}$, $s_m = \frac{s_\alpha}{3}$, $\frac{1}{2}\mu \alpha^2 = RT$, $2\mu\alpha^2 = 4RT$, $2\mu v_m^2 = 12RT$

$H_2O, \mu = 5 \cdot 10^{-7}/18 \cdot 2 \cdot 10^4 = 0{,}3$ [illegible]

$s_m = \frac{M}{12RT} \frac{\partial q}{\partial s} l^2$, $M_{H_2} = \frac{2{,}5584}{1847}$ $\begin{matrix} 0{,}40479 \\ -3{,}2665 \\ 0{,}78145 \end{matrix}$ $M_{H_2} = 6{,}046$

$s_m = 6{,}2 \cdot 10^{-9} \frac{\partial \mathcal{H}}{\partial s} \frac{l^2}{T}$

$\frac{M}{12R} = \frac{6{,}046}{12 \cdot 8{,}313 \cdot 10^7}$ $\begin{matrix} 0{,}7814 \\ -1{,}0792 \\ -1{,}91975 \\ 0{,}7925-9 \end{matrix}$ $= 6{,}20_1 \cdot 10^{-9}$ $T = 62$ $s_m = 10^{-10} \frac{\partial q}{\partial s} l^2 \, cm$

$l^2 = 10^2$ $\frac{\partial q}{\partial s} = 10^5$ $s_m = 10^{-3} cm = \frac{1}{100} mm$ $s_\alpha = \frac{3}{100} mm$, $l^2 = 15^2 = 225$, $s_\alpha = \frac{6{,}7_5}{100} mm$

$\mathcal{J}_{s=0} = \mathcal{J}_0 \left[e^{-y}(y+1) \right]_\infty^{\frac{s_\alpha}{a}} = \mathcal{J}_0 \left[e^{-\frac{s_\alpha}{a}} \left(1 + \frac{s_\alpha}{a}\right)\right]$, $\frac{s_\alpha}{a} \ll 1$, $\mathcal{J}_{s=0} = \mathcal{J}_0 \left(1 - \frac{s_\alpha^2}{a^2}\right)$

$dn = n_0 e^{-\frac{c^2}{\alpha^2}} \frac{c^2}{\alpha^2} d\left(\frac{c^2}{\alpha^2}\right) = n_0 \frac{2}{\alpha^4} e^{-\frac{c^2}{\alpha^2}} c^3 dc$, $\frac{c^2}{\alpha^2} = \frac{s_\alpha}{s}$, $\frac{2c\,dc}{\alpha^2} = d\left(\frac{c^2}{\alpha^2}\right) = -\frac{s_\alpha}{s^2} ds$

$\frac{s}{s_\alpha} = \frac{\alpha^2}{c^2}$, $ds = -\frac{2\alpha^2 s_\alpha}{c^3}$, $n_0 = \mathcal{J}_0 b$, $dn = \mathcal{J} ds$, $\frac{dn}{ds} = \mathcal{J}$

$\mathcal{J} ds = \frac{1}{4} \mathcal{J}_0 b \, e^{-\frac{s_\alpha}{s}} \frac{s_\alpha}{s} \frac{s_\alpha}{s^2} ds$, $\frac{\mathcal{J}}{\mathcal{J}_0} = \frac{1}{4} \frac{b}{s_\alpha} e^{-\frac{s_\alpha}{s}} \left(\frac{s_\alpha}{s}\right)^3$.

$s = 2b$, $s = s_\alpha$, $\frac{\mathcal{J}}{\mathcal{J}_0} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} e^{-1} = \frac{1}{4} \frac{0{,}368}{2} = \frac{1}{4} 0{,}184 = 4{,}6\%$ $-\lg e = \begin{matrix} 0{,}0000 \\ 0{,}4343 \\ 0{,}5654-1 \end{matrix}$

$s_\alpha = 2b$

$s = 2s_\alpha$ $\frac{\mathcal{J}}{\mathcal{J}_0} = \frac{1}{4} e^{-\frac{1}{2}} \frac{1}{8} = \frac{1}{4} \frac{0{,}606_5}{8} = \frac{1}{4} 0{,}076 = 1{,}9\%$ $\begin{matrix} 0{,}0000 \\ -0{,}2171 \\ 0{,}7829-1 \end{matrix}$

$\frac{s_\alpha}{s} = \frac{1}{2}$ $s_\alpha = b$

$s = 3s_\alpha$

$\frac{s_\alpha}{s} = \frac{1}{3}$, $s_\alpha = \frac{2}{3} b$ $\frac{\mathcal{J}}{\mathcal{J}_0} = \frac{13}{42} e^{-\frac{1}{3}} \frac{1}{27} = \frac{1}{4} \frac{0{,}716_5}{18} = \frac{1}{4} 0{,}0398 = 1{,}0\%$ $\begin{matrix} 0{,}0000 \\ -0{,}1448 \\ 0{,}8552-1 \\ -1{,}2553 \\ 0{,}5999-2 \end{matrix}$

$\frac{\mathcal{J}}{\mathcal{J}_0} = \frac{1}{4} \frac{b}{s} \frac{s}{s_\alpha} e^{-\frac{s_\alpha}{s}} \left(\frac{s_\alpha}{s}\right)^3 = \frac{1}{4} \frac{b}{s} e^{-\frac{s_\alpha}{s}} \left(\frac{s_\alpha}{s}\right)^2$, $\frac{d \frac{\mathcal{J}}{\mathcal{J}_0}}{d \frac{s_\alpha}{s}} = \frac{\mathcal{J}}{\mathcal{J}_0}\left(2 \frac{s}{s_\alpha} - 1\right) = 0$, $\frac{s_\alpha}{s} = 2$, $s_\alpha = 2s$ $\begin{matrix} 300 : 64 \\ 256 \\ 440 \\ 384 \\ 56 \end{matrix}$

$\frac{s_\alpha}{s} = 2$: $e^{-2} 4 = \begin{matrix} 0{,}0000 \\ -0{,}8686 \\ 0{,}1314-1 \\ +0{,}6021 \\ 0{,}7335 \end{matrix} = 0{,}5414$ $6{,}8\%$

$\frac{s_\alpha}{s} = \frac{1}{3}$: $e^{-\frac{1}{3}} \frac{1}{9} = \begin{matrix} 0{,}0000 \\ 0{,}1448 \\ 0{,}8552-1 \\ -0{,}9542 \\ 0{,}9010-2 \end{matrix} = 0{,}0796$ 1%

$\frac{s_\alpha}{s} = \frac{1}{4} : \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{16} = 0{,}047$ $0{,}6\%$

$\frac{s_\alpha}{s} = 1$: $e^{-1} 1 = \begin{matrix} 0{,}0000 \\ -0{,}4343 \\ 0{,}5657-1 \end{matrix} = 0{,}368$ $4{,}6\%$

$s = 2b$, $\frac{b}{s} = \frac{1}{2}$, $\frac{\mathcal{J}}{\mathcal{J}_0} = \frac{1}{8} e^{-\frac{s_\alpha}{s}} \left(\frac{s_\alpha}{s}\right)^2$, $\frac{s_\alpha}{s} = 1$, $\frac{\mathcal{J}}{\mathcal{J}_0} = 0{,}046 = 4{,}6\%$

$b = \frac{s}{2} = \frac{s_\alpha}{2} = \frac{3{,}4}{100} mm$

$\frac{s_\alpha}{s} = \frac{1}{2}$: $e^{-\frac{1}{2}} \frac{1}{4} = \begin{matrix} 0{,}0000 \\ -0{,}2171_5 \\ 0{,}7828_5-1 \\ -0{,}6021 \\ 0{,}1807_5-1 \end{matrix} = 0{,}1516$ $1{,}9\%$

$1{,}0074$

$\Delta_\alpha = \frac{M}{4RT}\frac{\partial\varphi}{\partial\delta}l^2, \quad \frac{M}{4R} = \frac{5584}{4\cdot 8{,}313\cdot 10^7} = 1{,}68\cdot10^{-5}$

$\Delta_\alpha = 1{,}68\cdot10^{-5}\frac{\partial\varphi}{\partial\delta}\frac{l^2}{T}$ cm, $\frac{l^2}{T} = \frac{l^2}{400} = \frac{100}{400} = \frac14$, $\Delta_\alpha = 2{,}4\cdot10^{-6}\frac{\partial\varphi}{\partial\delta}$ cm, $\frac{\partial\varphi}{\partial\delta} = 5\cdot10^3$, $\Delta_\alpha = 1{,}2\cdot10^{-2}$ cm $= 0{,}12$ mm

$\Delta_\alpha = \frac{l}{1847}\frac{100}{62}$ 2,4 mm $= \frac{2{,}4\cdot100}{3{,}1\cdot18{,}47}$ mm $= \frac{168}{5{,}726}\cdot\frac{1}{100}$ mm $= \frac{2{,}94}{100}$ mm

$\frac{\partial\varphi}{\partial\delta} = \frac{10^4}{h}$

$\delta\sim\frac{l^2}{h}$ $\varphi\sim\frac{h}{l^2}$ $l_1^2\left(1+2\frac{l_2}{l_1}\right)$

0,03 mm

100 · 1+1 = 200
25 1+4 125

30 cm $\varphi = \frac{5{,}83\cdot10^{-2}}{\pi r^2\sqrt{MT}}$ = 1,3 · 10^{-4} p = 1,3 · 10^{-10} · h

$i = 1{,}3\cdot10^{-10}\, d\cdot h^2\cdot10^5$, $i = 1{,}3\cdot10^{-10}$

$T = 400 \quad M = 200 \quad \sqrt{\frac{T}{M}} = \sqrt{2} = 1{,}414 \quad \alpha = 182\,\frac{m}{sec}$

$\alpha = \sqrt{\frac{2RT}{M}} = \sqrt{1{,}6626\cdot10^8}\sqrt{\frac{T}{M}} = 129\sqrt{\frac{T}{M}}\,\frac{m}{sec}$

$T = 62, M = 2, \frac{T}{M} = 31, \sqrt{\frac{T}{M}} = 5{,}58, \alpha = 720\,\frac{m}{sec}$

$T = 100, M = 2\ \frac{T}{M} = 50, \sqrt{\frac{T}{M}} = 7{,}08, \alpha = 910\,\frac{m}{sec}$

$T = 100, M = 20\ \frac{T}{M} = 5\ \sqrt{\frac{T}{M}} = 2{,}24 \quad \alpha = 288\,\frac{m}{sec}$

$M\alpha^2 = 2RT \quad \alpha = \sqrt{\frac{2RT}{M}} = \sqrt{\frac{8{,}313\cdot10^7}{1{,}008}}\sqrt{T}$

$9{,}1^2 = 81 + 1{,}8 \quad \alpha = 9{,}1\cdot10^3\sqrt{T}\,\frac{cm}{sec} = 91\sqrt{T}\,\frac{m}{sec}$

$v = \frac{Zl\nu}{n} = \frac{360\cdot10}{n}\nu = 36\frac{\nu}{n}\,\frac{m}{sec}$

$T = 100 \quad \alpha = 910\,\frac{m}{sec} \quad \frac{\nu}{n} = 25, \nu = 50, n = 2$

$p = \frac{RT}{v}m$

$\frac{dp}{dt} = \frac{RT}{v}\left(\varphi - \frac{4p}{K\sqrt{2\pi MRT}}\right) = a - bp$ $4{,}4^2 = 16+3{,}2+0{,}16$

$b = \frac{4}{KV}\sqrt{\frac{RT}{2\pi M}}, \sqrt{\frac{RT}{2\pi M}} = \sqrt{\frac{8{,}3\cdot10^7\cdot 300}{4\cdot3{,}14}} = \sqrt{\frac{24{,}5}{12{,}6}10^8}$

$b = \frac{4}{KV}4{,}4\cdot10^4, \ l = 0{,}1\cdot10^{-3} = 10^{-4}\,cm\left(1\times\frac{1}{100}mm\right), V = 10\,cm^3$

$b = \frac{0{,}44}{K} \quad bt = 3, t = \frac{3}{b} = \frac{3K}{0{,}44}\sim 7K$

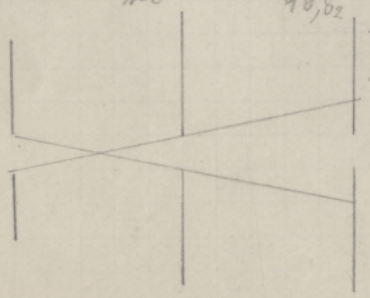
$\alpha = \sqrt{\frac{2RT}{M}} = \sqrt{\frac{8{,}313\cdot10^7 T}{1{,}0044}} = \begin{smallmatrix}1{,}91975\\-0{,}00333\\1{,}91642:2\\0{,}95821\end{smallmatrix} = 9{,}082\cdot10^3\sqrt{T}\,\frac{cm}{sec} = 90{,}82\sqrt{T}\,\frac{m}{sec}$

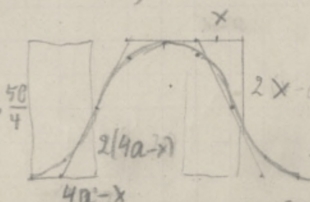
$T = 62 \quad \begin{smallmatrix}1{,}6626\\1{,}95821\\0{,}8962\\2{,}8544\end{smallmatrix} \quad \alpha = 715\,\frac{m}{sec} = 36\cdot\frac{\nu}{n}$, $\nu = 50, n = 2, v = 900$; $\nu = 40, n = 3, v = 600$; $\nu = 100, n = 4, v = 900$

$n = 3, v = 12\nu\,\frac{m}{sec}$,

$\alpha = 450\,\frac{m}{sec}, \sqrt{T} = \frac{450}{90{,}82} \cong 5, T = 25$

$450 = 36\frac{\nu}{n} = 36\frac{50}{4}$





$\varphi_0 = 2a \cdot 4a$

$\varphi = 8a^2 - x^2 = \varphi_0\left[1 - \frac12\left(\frac{x}{2a}\right)^2\right] \quad 0 < x < 2a$

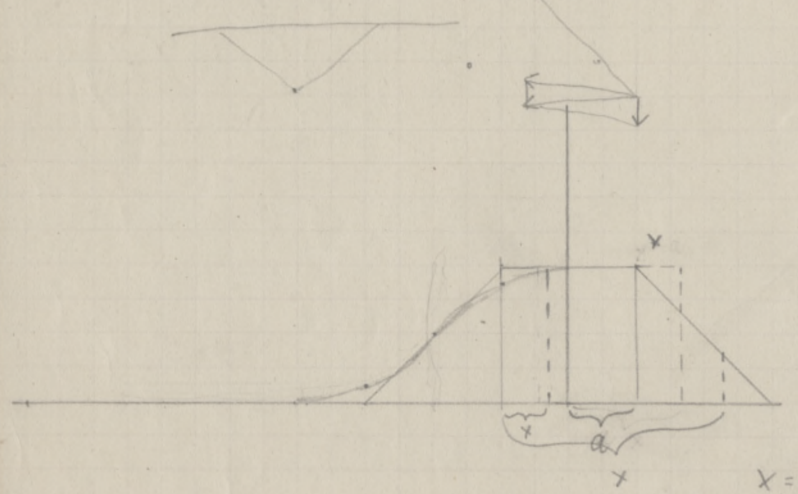
$\varphi = (4a - x)^2 = \varphi_0\left[2 - \frac{x}{a} + \frac18\frac{x^2}{a^2}\right] \quad 2a < x < 4a$

$x = 0, \varphi = \varphi_0 \quad x = 2a, \varphi = \varphi_0\frac12 \quad x = 4a, \varphi = 0$

$x = a, \varphi = \varphi_0\frac78 \quad x = 3a, \varphi = \varphi_0\frac18$

$Z = \frac{\nu^2}{(og)^2+\nu^2}\sin^2\left(\pi t\sqrt{(og)^2+\nu^2}\right)$, ν Drehfrequenz des Feldes, o Larmorfrequenz

$t = \frac{r}{v}$, $\nu \gg og$, $Z = \sin^2 \pi t \nu = \sin^2 \pi \frac{t}{T}$



$J_0 = 2a \cdot 2a = 4a^2$

$J = 4a^2 - \frac{1}{2}x^2 = J_0\left[1-\frac{1}{8}\left(\frac{x}{a}\right)^2\right]$, $0<x<2a$

$J = (4a-x)^2\frac{1}{2} = J_0\left(2-\frac{x}{2a}\right)^2\frac{1}{2}$, $2a<x<4a$

$x=a$, $J = J_0\frac{7}{8}$, $x=2a$, $J=J_0\frac{1}{2}$, $x=3a$, $J_0\frac{1}{8}$

$\left(\frac{dJ}{dx}\right)_{2a} = J_0 \cdot -\frac{1}{8}\frac{2x}{a^2} = -\frac{4a^2}{8}\frac{4a}{a^2} = -2a$

$\left(\frac{dJ}{dx}\right)_{2a} = -(4a-x) = -2a$

$J =$

$J = J_0\left[e^{-y}(y+1)\right]_{\infty}^{\frac{s_\alpha}{a}} = J_0 e^{-\frac{s_\alpha}{a}}\left(\frac{s_\alpha}{a}+1\right) = J_0\left[1-\left(\frac{s_\alpha}{a}\right)^2\right]$

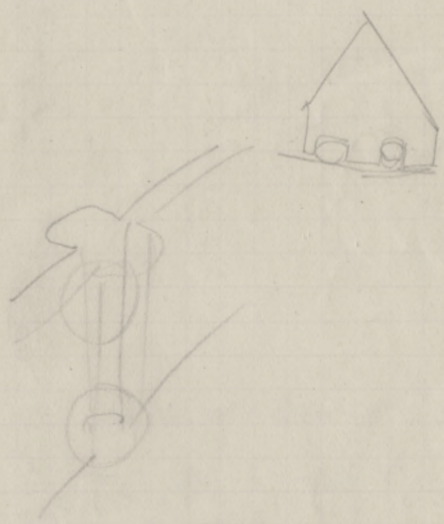
$J = \left[\frac{1}{2}+\frac{1}{2}e^{-\frac{s_\alpha}{a}}\left(\frac{s_\alpha}{a}+1\right)\right]J_0 = J_0\left[1-\frac{1}{2}\left(\frac{s_\alpha}{a}\right)^2\right]$

$a = \frac{b}{2}$, $\frac{s_\alpha}{a} = \frac{1}{2}$, $s_\alpha = \frac{1}{2}a = \frac{1}{2}\frac{b}{2}$, $\frac{b}{2} = 2s_\alpha = 0{,}135$ mm

$s_\alpha = 1{,}86 \cdot 10^{-8}\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial s}\frac{l^2}{T}$,

$l = 15$, $l^2 = 225$, $\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial s} = 10^5$, $T = 100$ $s_\alpha = 1{,}86 \cdot 2{,}25 \cdot 10^{-3}$ cm

$s_\alpha = 4{,}19 \cdot 10^{-3}$ cm $= 0{,}042$ mm



$s_m = 6{,}2\cdot 10^{-9}\,\frac{\partial \varphi}{\partial s}\,\frac{l^2}{T}$ cm, $s_\alpha = 18{,}6\cdot 10^{-9}\,\frac{\partial \varphi}{\partial s}\,\frac{l^2}{T}$ cm

$\frac{\partial \varphi}{\partial s} = 10^5$, $l^2 = l_1^2\left(1+2\frac{l_2}{l_1}\right) = 100\left(1+2\frac{7}{10}\right) = 240$

$s_m = 1{,}5\cdot\frac{1}{T}$ mm $s_\alpha = 4{,}5\,\frac{1}{T}$ mm $T = 90^\circ$ $s_m = \frac{1{,}65}{100}$ mm $s_\alpha = \frac{5}{100}$ mm

$J = J_0\left[1-\frac{1}{2}\left(\frac{s_\alpha}{a}\right)^2\right]$; $a = 0{,}2$ mm $s_\alpha = 0{,}05$ mm, $\frac{s_\alpha}{a} = \frac{1}{4}$, $J = J_0\left(1-\frac{1}{32}\right)$ [illegible] 3%

$s = \frac{1}{2}\,\frac{M}{\mu}\,\frac{\partial\varphi}{\partial s}\,\frac{l^2}{v^2} = \frac{1}{2}\,\frac{6{,}046}{2{,}015}\,\frac{1}{4{,}5^2\cdot 10^8}\;1{,}5\cdot 10^5\cdot 240 \cong \frac{\cancel{3}1}{\cancel{2}}\,\frac{\overset{0,5}{\cancel{4}}\cdot\cancel{1{,}5}\cdot\overset{8}{\cancel{24}}\cdot 10^6}{\underset{3}{\cancel{4}^2}\cdot 10^8} = \frac{8}{3}\,10^{-2}\,\text{cm} = 0{,}27$ mm

$dn = n_0\, e^{-\frac{c^2}{\alpha^2}}\,\frac{c^2}{\alpha^2}\, d\left(\frac{c^2}{\alpha^2}\right)$, $\frac{c^2}{\alpha^2} = \frac{s_\alpha}{s}$, $d\left(\frac{c^2}{\alpha^2}\right) = -\frac{s_\alpha}{s^2}\,ds$, $dn = n_0\, e^{-\frac{s_\alpha}{s}}\,\frac{s_\alpha^2}{s^3}\, ds$

$\frac{dn}{ds} = J$, $n_0 = \frac{1}{7} b J_0$, $\frac{J}{J_0} = \frac{1}{7}\,\frac{b}{s}\, e^{-\frac{s_\alpha}{s}}\left(\frac{s_\alpha}{s}\right)^2$, $\frac{c^2}{\alpha^2} = \frac{s_\alpha}{s} = \frac{1}{4}$, $\frac{J}{J_0} = \frac{1}{7}\,\frac{b}{s}\, e^{-\frac{1}{4}}\cdot\frac{1}{16} = \frac{1}{7}\,\frac{b}{s}\, 0{,}0487$

$\log e^{-\frac{1}{4}} = -\frac{0{,}43429}{4} = -0{,}10857 = 0{,}89143 - 1 = 0{,}779$

$\frac{c^2}{\alpha^2} = \frac{s_\alpha}{s} = 1$, $\frac{J}{J_0} = \frac{1}{7}\,\frac{b}{s}\, e^{-1} = \frac{1}{7}\,\frac{b}{s}\, 0{,}368$

$-0{,}2041 - 1$

$0{,}6873 - 2$

$0{,}8313\cdot 10^8$

$1{,}6626$

$\alpha = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}} = \sqrt{1{,}6626\cdot 10^8}\,\sqrt{\frac{T}{\mu}} = 129{,}0\,\sqrt{\frac{T}{\mu}}\;\frac{m}{sec}$

2208

1104

$$n_0 = n_0 \int_0^\infty e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} 2\frac{v^3}{\alpha^4}\, dv, \quad \int_0^\infty e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{v^2}{\alpha^2}\, d\frac{v^2}{\alpha^2} = \int_0^\infty e^{-x} x\, dx = e^{-x}(x+1)\Big|_\infty^0 = 1$$

$$\int_0^\infty e^{-x} x\, dx = \int_\infty^0 x\, de^{-x} = x e^{-x}\Big|_\infty^0 - \int_\infty^0 e^{-x} dx = x e^{-x} + e^{-x}\Big|_\infty^0 = e^{-x}(x+1)\Big|_\infty^0$$

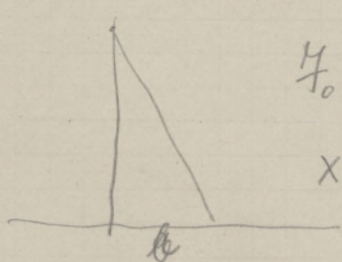
$$\mathcal{F}_s = \int_{s_1'}^{s_2'} \mathcal{F}_0(s') \frac{ds'}{s_\alpha} e^{-\frac{s_\alpha}{s'}} \frac{s_\alpha^3}{s'^3} = \int_{x_1}^{x_2} \mathcal{F}_0(x) e^{-x} x\, dx, \quad x = \frac{s_\alpha}{s'} = \frac{s_\alpha}{s-s_0}$$

$$dn = n_0 e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} 2\frac{v^3}{\alpha^4}\, dv, \quad s - s_0 = s' = s_\alpha \frac{\alpha^2}{v^2}, \quad ds' = -2 s_\alpha \frac{\alpha^2}{v^3}\, dv$$

$$dn = n_0 e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{v^6}{\alpha^6} 2\frac{\alpha^2}{v^3}\, dv = n_0 e^{-\frac{s_\alpha}{s'}} \left(\frac{s_\alpha}{s'}\right)^3 \frac{ds'}{s_\alpha}, \quad \frac{dn}{ds'} = \mathcal{F}(s')$$

$$d\mathcal{F}(s') = \frac{1}{s_\alpha}\mathcal{F}_0\, ds_0\, e^{-x} x^3, \quad \mathcal{F}(s') = \int \mathcal{F}_0 \frac{ds_0}{s_\alpha} e^{-x} x^3 = \int_{x_1}^{x_2} \mathcal{F}_0(x) e^{-x} x\, dx$$

$$d\frac{1}{x} = -\frac{1}{x^2}\, dx, \quad \frac{1}{x} = \frac{s-s_0}{s_\alpha}, \quad \frac{ds_0}{s_\alpha} = -d\frac{1}{x} = \frac{1}{x^2}\, dx$$



$$\mathcal{F}_0(x) = \mathcal{F}_0^0\left(1-\frac{s}{b}\right) + \mathcal{F}_0^0 \frac{s_\alpha}{b}\frac{1}{x}, \quad \mathcal{F}(s) = \int_{\frac{s_\alpha}{s}}^{\frac{s_\alpha}{s-b}} \mathcal{F}_0^0\left(1-\frac{s}{b}\right) e^{-x} x\, dx + \int_{\frac{s_\alpha}{s}}^{\frac{s_\alpha}{s-b}} \frac{s_\alpha}{b} e^{-x}\, dx$$

$$x = \frac{s_\alpha}{s-s_0}, \quad \mathcal{F} = \mathcal{F}_0^0\left(1-\frac{s_0}{b}\right), \quad s - s_0 = \frac{s_\alpha}{x}, \quad s_0 = s - \frac{s_\alpha}{x}, \quad \mathcal{F} = \mathcal{F}_0^0\left(1 - \frac{s}{b} + \frac{s_\alpha}{bx}\right)$$

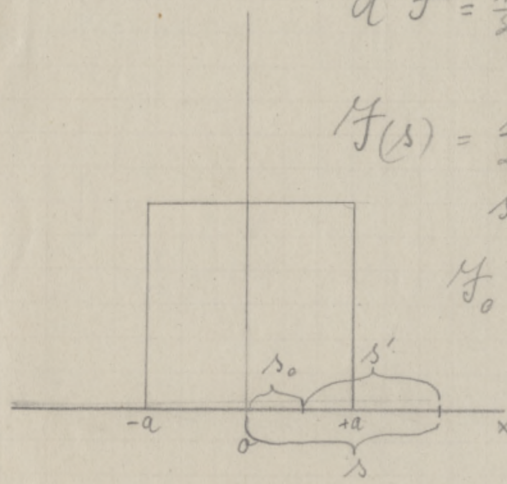
$$x_1 = \frac{s_\alpha}{s}, \quad x_2 = \frac{s_\alpha}{s-b} \qquad \mathcal{F} = \mathcal{F}_0^0\left(1-\frac{s}{b}\right)\left[e^{-x}(x+1)\right]_{\frac{s_\alpha}{s}}^{\frac{s_\alpha}{s-b}} - \mathcal{F}_0^0\frac{s_\alpha}{b}\left[e^{-x}\right]_{\frac{s_\alpha}{s}}^{\frac{s_\alpha}{s-b}}$$

1)

$$dn = \frac{1}{2} dn_0 \frac{2}{\alpha^4} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} v^3 dv, \quad s' = s - s_0 = s_\alpha \frac{\alpha^2}{v^2}, \quad ds' = ds = -2 s_\alpha \frac{\alpha^2}{v^3} dv$$

$$dn = \frac{1}{2} dn_0 e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} \frac{v^6}{\alpha^6} 2 \frac{\alpha^2}{v^3} dv = \frac{1}{2} dn_0 e^{-\frac{s_\alpha}{s'}} \frac{s_\alpha^2}{s'^3} ds$$

$$dJ = \frac{1}{2} J_0 ds_0 e^{-\frac{s_\alpha}{s'}} \frac{s_\alpha^2}{s'^3}, \quad s' = s - s_0, \quad ds' = -ds_0$$



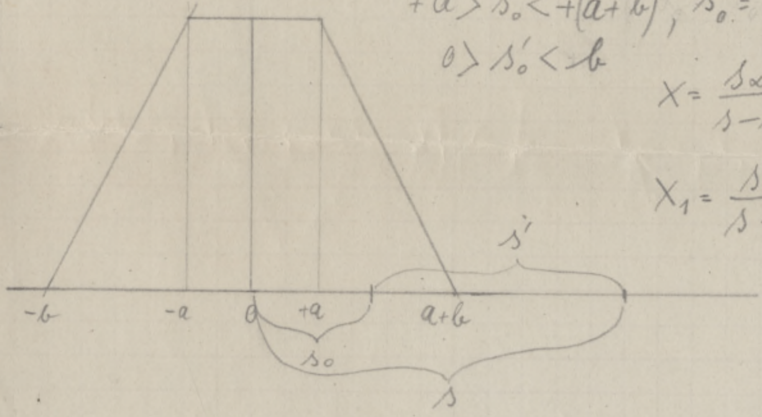
$$J(s) = \frac{1}{2} \int_{s'_1}^{s'_2} J_0(s') \frac{ds'}{s_\alpha} e^{-\frac{s_\alpha}{s'}} \frac{s_\alpha^3}{s'^3} = \frac{1}{2} \int_{x_1}^{x_2} J_0(x) e^{-x} x \, dx, \quad x = \frac{s_\alpha}{s'} = \frac{s_\alpha}{s - s_0}$$

$$J_0 = J_0^0, \quad x = \frac{s_\alpha}{s'}, \quad x_2 = \frac{s_\alpha}{s-a}, \quad x_1 = \frac{s_\alpha}{s+a} \qquad J(s) = \frac{1}{2} J_0^0 \int_{\frac{s_\alpha}{s+a}}^{\frac{s_\alpha}{s-a}} e^{-x} x \, dx = \frac{1}{2} J_0^0 \left[e^{-x}(x+1)\right]_{x_2}^{x_1}$$

$$\int_{x_1}^{x_2} e^{-x} x \, dx = \int_{x_2}^{x_1} x \, de^{-x} = x e^{-x}\Big|_{x_2}^{x_1} - \int_{x_2}^{x_1} e^{-x} dx = e^{-x}(x+1)\Big|_{x_2}^{x_1}$$

$+a > s_0 < +(a+b)$, $s'_0 = s_0 - a$ $\quad J_0 = J_0^0\left(1 - \frac{s'_0}{b}\right) = J_0^0 \frac{b + a - s_0}{b} = J_0^0 \frac{a + b - s + \frac{s_\alpha}{x}}{b}$

$0 > s'_0 < b$

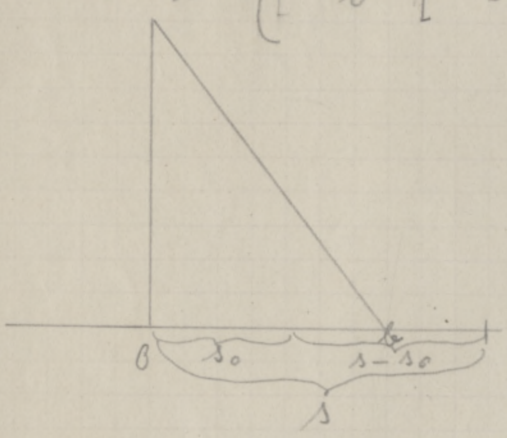


$$x = \frac{s_\alpha}{s - s_0} \quad s - s_0 = \frac{s_\alpha}{x}, \quad s_0 = s - \frac{s_\alpha}{x}, \quad J_0 = J_0^0\left(\frac{a+b-s}{b} + \frac{1}{x}\frac{s_\alpha}{b}\right)$$

$$x_1 = \frac{s_\alpha}{s - a - b}, \quad x_2 = \frac{s_\alpha}{s - a}, \quad J(s) = \frac{1}{2} J_0^0 \frac{a+b-s}{b} \int_{x_1}^{x_2} e^{-x} x \, dx$$

$$+ \frac{1}{2} J_0^0 \frac{s_\alpha}{b} \int_{x_1}^{x_2} e^{-x} dx$$

$$J_s = \frac{1}{2} J_0^0 \left\{ \frac{a+b-s}{b} \left[e^{-x}(x+1)\right]_{x_1}^{x_2} - \frac{s_\alpha}{b} \left[e^{-x}\right]_{x_1}^{x_2} \right\}$$



$$J = \frac{1}{2} \int_{x_1}^{x_2} J_0(x) e^{-x} x \, dx, \quad x = \frac{s_\alpha}{s - s_0}$$

$$J_0(s) = J_0^0\left(1 - \frac{s_0}{b}\right) = J_0^0 \frac{b - s_0}{b}, \quad x = \frac{s_\alpha}{s - s_0}, \quad s - s_0 = \frac{s_\alpha}{x}, \quad s_0 = s - \frac{s_\alpha}{x}$$

$$J_0(x) = J_0^0\left(1 - \frac{s}{b} + \frac{s_\alpha}{b}\frac{1}{x}\right) = J_0^0\left(1 - \frac{s}{b}\right) + J_0^0 \frac{s_\alpha}{b}\frac{1}{x}, \quad -\frac{s_0}{b} = \frac{s_\alpha}{b}\frac{1}{x} - \frac{s}{b}$$

$$J = \frac{1}{2} J_0^0 \left\{ \left(1 - \frac{s}{b}\right)\left[e^{-x}(x+1)\right]_{x_2}^{x_1} + \frac{s_\alpha}{b}\left[e^{-x}\right]_{x_2}^{x_1} \right\} \qquad x_1 = \frac{s_\alpha}{s - b}, \quad x_2 = \frac{s_\alpha}{s}$$

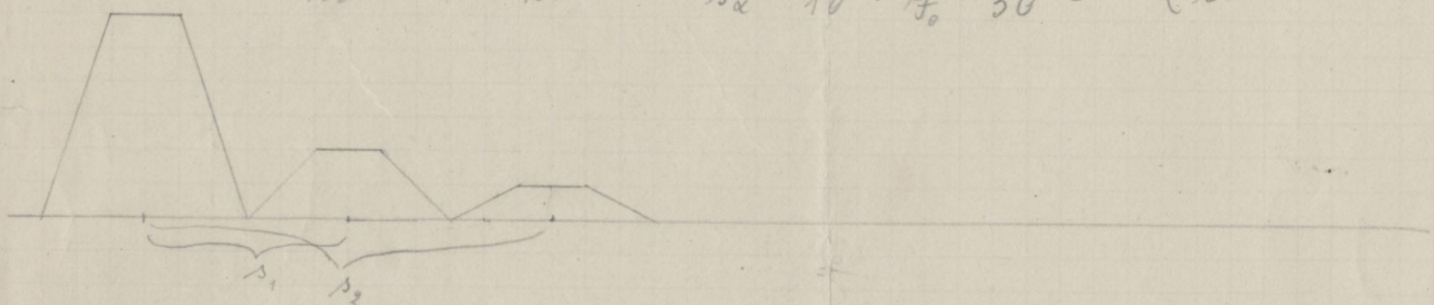
$$J = \frac{1}{2} J_0^0 \left\{ \left(1 - \frac{s}{b}\right)\left[e^{-x} x\right]_{x_2}^{x_1} + \left(1 - \frac{s - s_\alpha}{b}\right)\left[e^{-x}\right]_{x_2}^{x_1} \right\}$$

3)

$dJ = \frac{1}{12} J_0 \, ds_0 \, e^{-\frac{s_\alpha}{s-s_0}} \frac{s_\alpha^2}{(s-s_0)^3}$, $-a < s_0 < +a$, a halbe Streifenbreite ~ Spaltbreite

$s \gg a \quad \frac{J}{J_0} = \frac{1}{12} \frac{2a}{s_\alpha} e^{-\frac{s_\alpha}{s}} \left(\frac{s_\alpha}{s}\right)^3 = \frac{1}{12} \frac{2a}{s} e^{-\frac{s_\alpha}{s}} \left(\frac{s_\alpha}{s}\right)^2$

$s_\alpha = \frac{1}{10}\,mm = \frac{10}{100}\,mm \quad a = \frac{2}{100}\,mm$, $\frac{2a}{s_\alpha} = \frac{4}{10}$, $\frac{J}{J_0} = \frac{1}{30} e^{-\frac{s_\alpha}{s}} \left(\frac{s_\alpha}{s}\right)^3$



$\frac{J}{J_0} = \frac{1}{12} \frac{2a}{s} e^{-\frac{s_\alpha}{s}} \left(\frac{s_\alpha}{s}\right)^2 \cdot z \cdot \frac{1}{3}$ $\qquad 5:9 = 0{,}57$ $\quad 5:6 = 0{,}833$

$s_{\alpha_1} = 10 \left(\frac{mm}{100}\right) \quad s_1 = 12 \quad a = 4 \quad \frac{J_1}{J_0} = \frac{1}{12} \frac{8}{12} \frac{2}{3} e^{-\frac{5}{6}} \left(\frac{5}{6}\right)^2 = \frac{1}{27} \cdot \overbrace{\frac{25}{36}\, 0{,}43}^{0{,}299} = 0{,}011 \quad 1{,}1\%$

$z = 2 \qquad \frac{J}{J_0} = \frac{1}{12} \frac{4}{3} \frac{a}{s_1} e^{-\frac{s_{\alpha_1}}{s}} \left(\frac{s_{\alpha_1}}{s}\right)^2 = \frac{1}{9} \frac{a}{s_1} e^{-\frac{s_{\alpha_1}}{s}} \left(\frac{s_{\alpha_1}}{s}\right)^2$

$s_{\alpha_2} = 20 \quad s_2 = 24 \quad a = 4 \quad z = 1 \quad \frac{J_2}{J_0} = \frac{1}{12} \frac{1}{3} 2 \frac{a}{s_2} e^{-\frac{s_{\alpha_2}}{s_2}} \left(\frac{s_{\alpha_2}}{s}\right)^2 = \frac{1}{18} \cdot \frac{1}{6}\, 0{,}43 \frac{25}{36} = \frac{0{,}299}{27 \cdot 4} = 0{,}0027$ $\quad 0{,}28\%$

$s_{\alpha_1} = 10 \quad s_1 = 18 \quad a = 6 \quad \frac{J_1}{J_0} = \frac{1}{9} \frac{1}{3} e^{-\frac{10}{18}} \left(\frac{5}{9}\right)^2 = \frac{1}{27} \frac{100 \cdot 0{,}57}{81 \cdot 4} = \frac{1}{27} 0{,}176 = 0{,}0065_2 \quad 0{,}65_2\%$

$J_2 \quad \frac{s_{\alpha_2}}{s_2} = \frac{s_{\alpha_1}}{s_1} \quad z = 1$ statt 2 und $\frac{a}{s_2} = \frac{1}{6}$ statt $\frac{1}{3}$, also $J_2 = \frac{1}{4} J_1$

$a = 10, s_1 = 30, \frac{J_1}{J_0} = \frac{1}{27} e^{-\frac{1}{3}} \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{27} \frac{0{,}73}{9} = \frac{1}{27} 0{,}081 = 0{,}0030 \quad 0{,}30\%$

$s_1 = \frac{M \frac{\partial \varphi}{\partial s} l^2}{2 M v^2} = \frac{6 \cdot 1{,}5 \cdot 10^5 \cdot 2{,}4 \cdot 10^2}{4 v^2} = \frac{5{,}4 \cdot 10^7}{v^2} cm = \frac{5{,}4 \cdot 10^8}{v^2} mm$, $v = 450 \frac{m}{sec} = 4{,}5 \cdot 10^4 \frac{cm}{sec} \quad s_1 = \frac{5{,}4}{4{,}5^2} = 0{,}267\,mm$

$a = 6, s_1 = 30 \quad \frac{J_1}{J_0} = \frac{1}{12} \frac{4}{3} \frac{1}{5} e^{-\frac{1}{3}} \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{45} 0{,}081 = 0{,}18\%$