

A29 - PH-Messung / Potentiometrie

4.6.10 durchgeführt:
abgegeben

3015110
716110

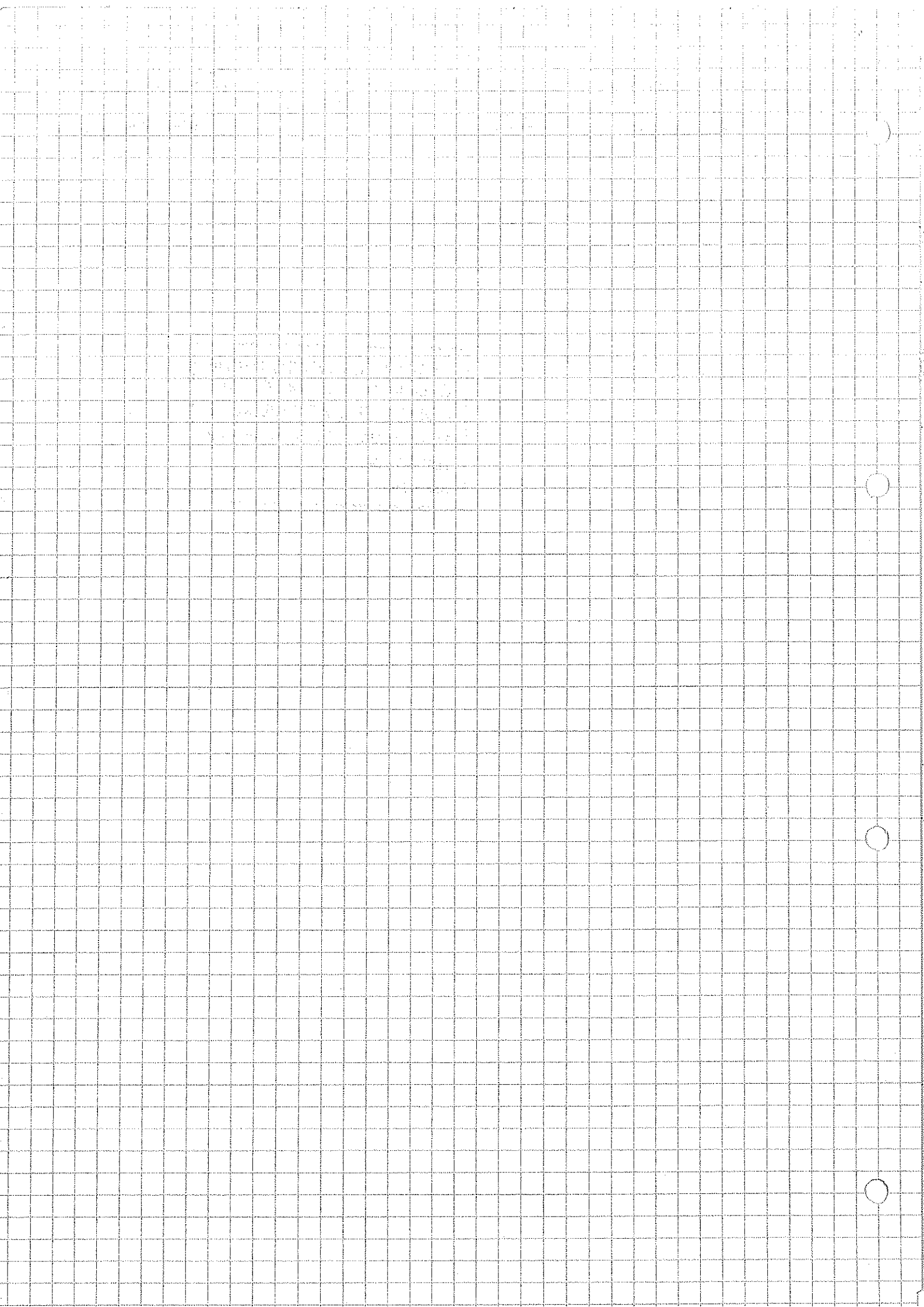
B12

JAN Keller

CONSTANTIN Kell

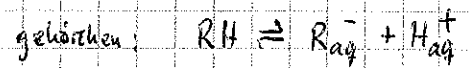
Bitte immer Gruppennummer mit angeben!

INSTITUT FÜR PHYSIKALISCHE
CHEMIE UNDELEKTROCHEMIE
DER UNIVERSITÄT KARLSRUHE
PRAKTIKUM FÜR ANFANGER
TESTIERT AM: 7.6.10
ASSISTENT: Sommer



Grundlagen:

Für Säure-Base-Gew-Rkten in wässrigen Medien und für schwache Säuren ist das Dissoziationsgw. die charakteristische Größe.

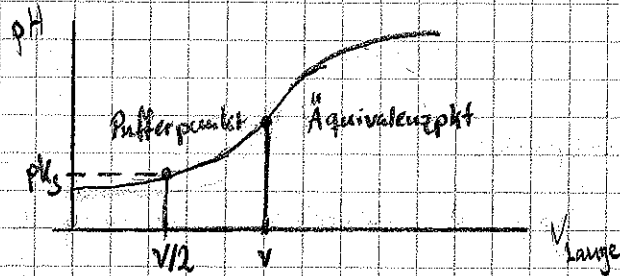


$$K_s = \frac{[R^-][H^+]}{[RH]}$$

mit $pK_s = -\lg K_s$ folgt:

$$\begin{aligned} pK_s &= -\lg[H^+] + \lg \frac{[RH]}{[R^-]} = \\ &= pH + \lg([RH]/[R^-]) \end{aligned}$$

Titriert man eine schwache Säure mit Lauge, und trägt den pH-Wert gegen das verbrauchte Volumen an Lauge auf, erhält man folgende Kurve:



Am Wendepunkt ist alle Säure neutralisiert. Bei der Hälfte des Volumens der zur Neutralisation benötigten Lauge befindet sich der Pufferpunkt, an dem gilt:

$$[RH] = [R^-]$$

unmittelbar

$$\Rightarrow pK_s = pH$$

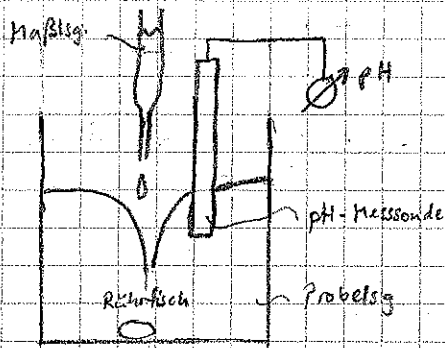
Titriert man eine schwache Base, so kann man statt dem Basenggw das der korrespondierenden Säure betrachten.

$$\text{Es ist: } K_s = \frac{[R^-][H^+]}{[RH]} \quad ; \quad K_B = \frac{[RH][OH^-]}{[RH+OH]}$$

mit Ionenprodukt des Wassers: $K_w = [H^+][OH^-]$ folgt:

$$\frac{K_B}{K_w} = \frac{1}{K_s}$$

Aufbau und Durchführung:



In die Probeglas wird in abschätzten ?
Volumenintervallen Maßlösung zugegeben.
Jedem Schritt folgt eine Abnahme des
Messwerts.

Im ersten Teil werden 10 ml der zu bestimmenden Phosphorsäurelösung, die auf 100 ml resultierendem Gesamtvolumen verdünnt ist, mit 0,1 molarer NaOH bis auf etwa $\text{pH} = 11$ titriert.

Im zweiten Teil titrieren wir 0,01 molare NH_3 -Lösung mit 0,1 molarer HCl an.

Auswertung:

Bestimmung des Titers:

Bestimmung der Äquivalenzpunkte:

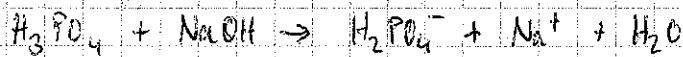
Mit Origin wurden die Maxima der numerischen Ableitung der $\text{pH}(V_{\text{ange}})$ -Kurve bestimmt.

Wendepunkte: (1) $(10,6 \pm 0,1) \text{ ml}$
(2) $(2,2 \pm 0,1) \text{ ml}$ ✓

Wir haben in dem Bereich um die Wendestelle in 0,1 ml-Schritten gemessen

⇒ Annahme Fehler: 0,1 ml

Bis zum ersten Äquivalenzpunkt gilt:



Da $21,2 = 10,6 \cdot 2$ wird zur Konzentrationsbestimmung nur die erste Wendestelle betrachtet.

Es gilt: $c_{\text{Lsg.}} \cdot V_{\text{Maßsbg.}} = c_{\text{Probeg. verd.}} \cdot V_{\text{Probeg. verd.}}$

$$\Rightarrow 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 10,6 \cdot 10^{-3} \text{ l} = c_{\text{pH}} \cdot 100 \cdot 10^{-2} \text{ l}$$

$$\Leftrightarrow c_{\text{pH}} = 10,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

wj. Verdünnung
 \Rightarrow

$$c_{\text{ex}} = 1,06 \cdot 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

Def:

Titer

$$f \equiv \frac{c_{\text{ex}}}{c_{\text{th}}}$$

$$c_{\text{th}} = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \Rightarrow f = 1,06$$

Die $\text{p}K_s$ -Werte werden mit Origin aus der Kurve abgelesen:

$$\text{p}K_{s1} = \text{pH} \left(\frac{10,6}{2} \right) = 2,71$$

$$\text{p}K_{s2} = \text{pH} \left(10,6 + \frac{21,2 - 10,6}{10,6} \right) = 6,85$$

Vergleich mit Literatur:

Lit: $\text{p}K_{s1} = 2,21$; $\text{p}K_{s2} = 7,21$

Messung: $\Rightarrow \text{p}K_{s1} = 2,71 \pm 28\% 2,71$

$$\text{p}K_{s2} = 6,85 (1 \pm 5\%)$$

$$\Rightarrow K_{s1} = 1,94 \cdot 10^{-3} (1 \pm 74\%) \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$K_{s2} = 1,41 \cdot 10^{-7} (1 \pm 129\%) \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

Aufgrund der extremen Abweichung und auch der Tatsache, dass $\text{pH}(V=0) > \text{p}K_{\text{a}}$ gehen wir von einer schlechten Kalibrierung des pH-Messgeräts aus.

Vereinfachungen:

Bei der Herleitung von K_{a} wird angenommen: $a(\text{X}) = c(\text{X})$

Am Pufferpunkt: $[\text{RH}] = [\text{R}^-]$

Außerdem wird von einer ausreichenden Verdünnung ausgegangen.

Für die zweite Titration folgt:

Wendestelle bei: 8,4 ml (Verfahren s.o.)

$$\Rightarrow \text{p}K_{\text{a}} = 8,72 \quad \Rightarrow \quad \text{p}K_{\text{b}} = 14 - 8,72 = 5,28$$

$$\text{Lit.}^{(15.0)} \quad \text{p}K_{\text{a}} = 9,25$$

$$\Rightarrow \text{p}K_{\text{b}} = 4,75$$

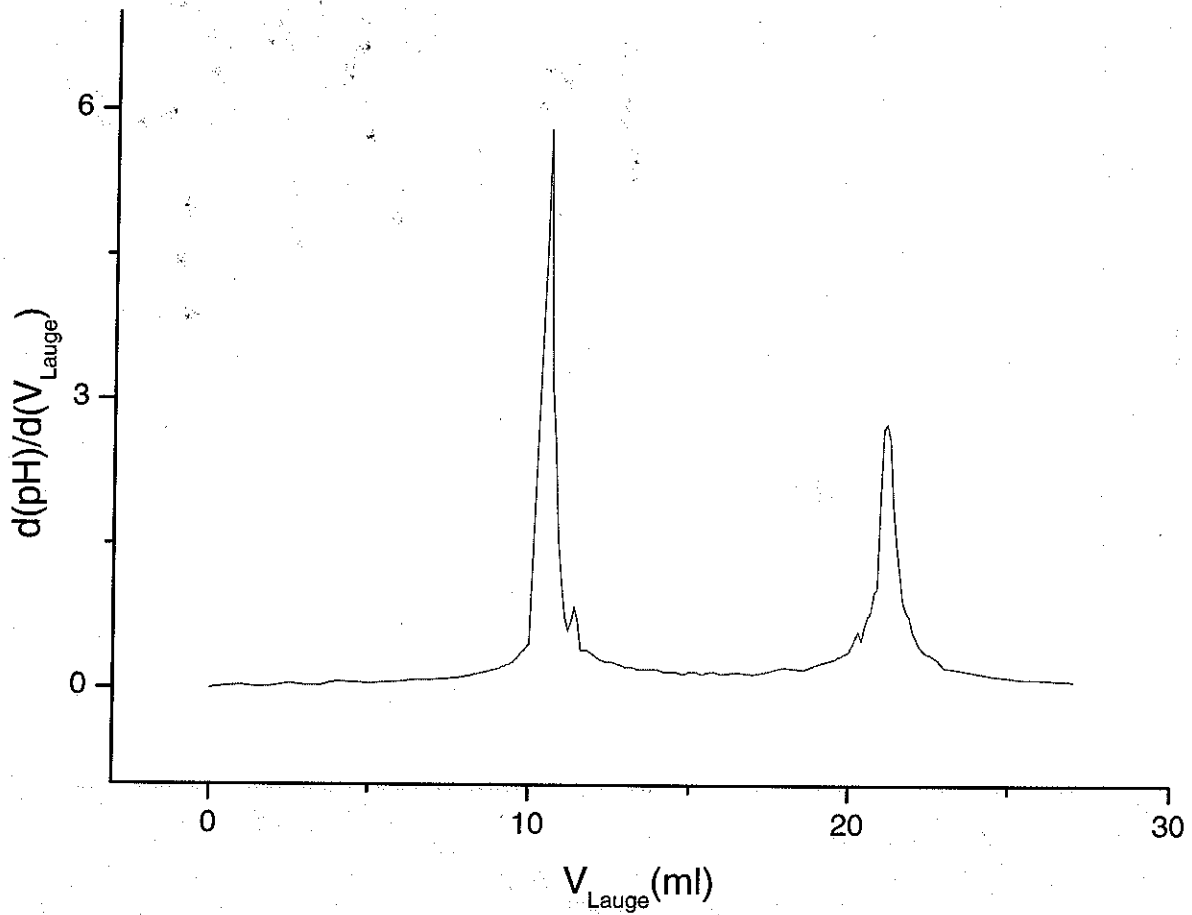
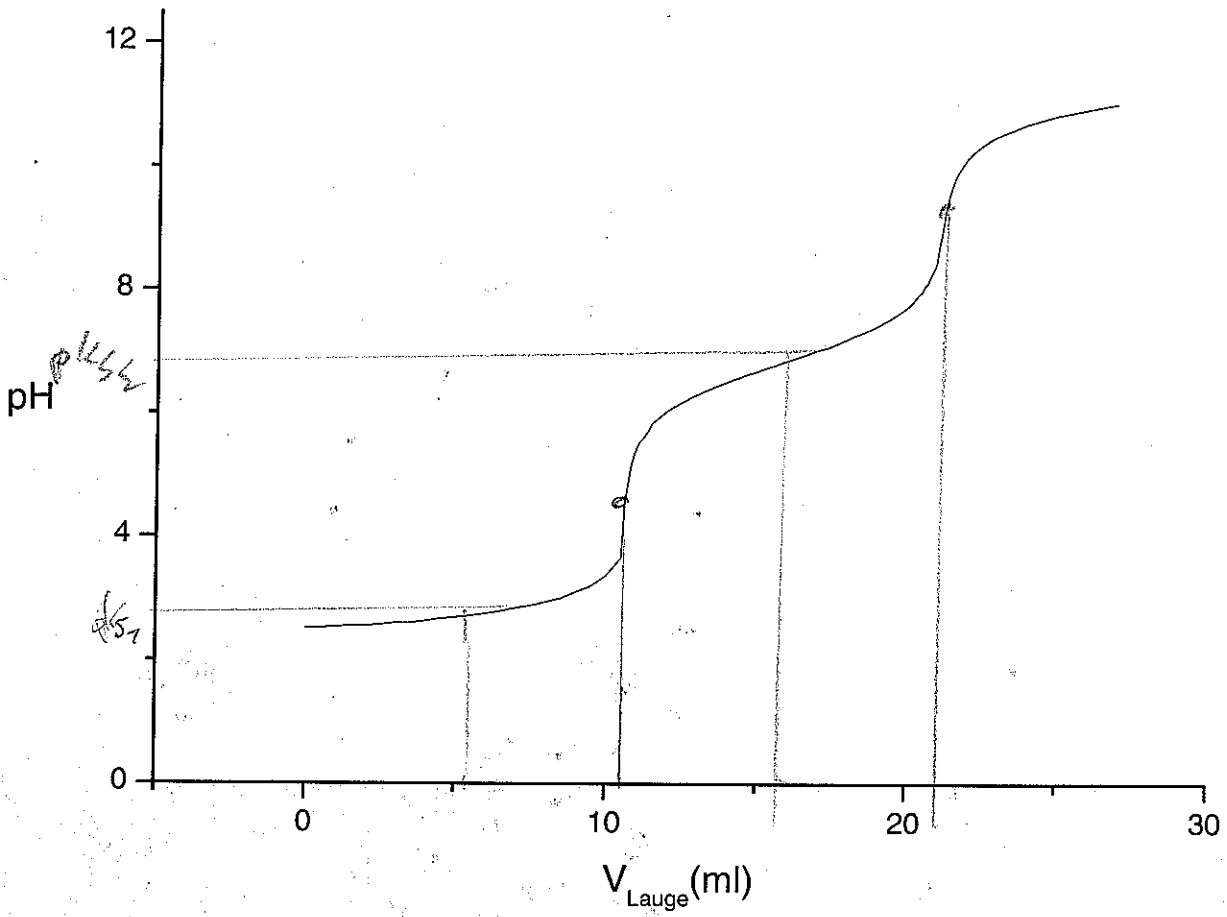
$$\Rightarrow \text{p}K_{\text{b}} = 5,28 \quad (1 \pm 11\%)$$

$$\Rightarrow K_{\text{b}} = 5,25 \cdot 10^{-6} \quad (1 \pm 70\%) \quad \frac{\text{mol}}{\text{l}} \quad \checkmark$$

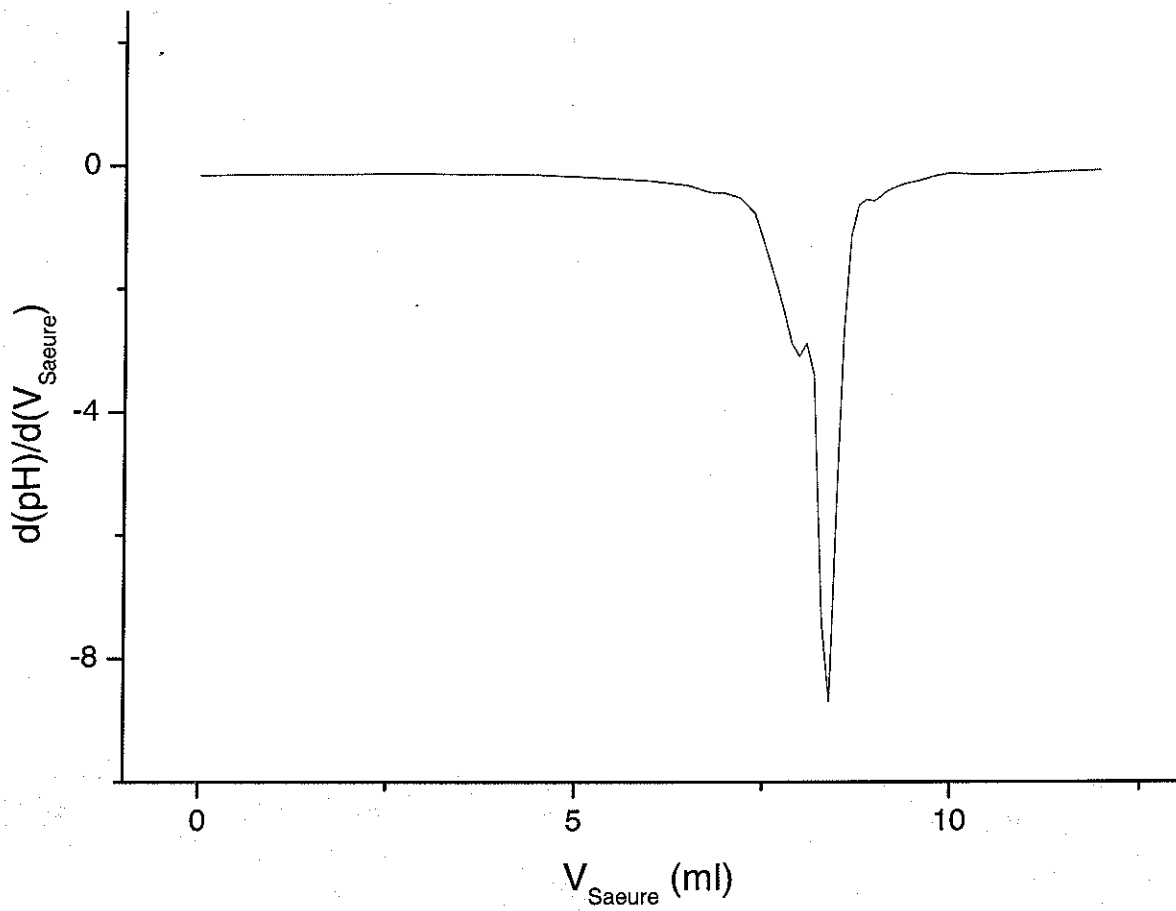
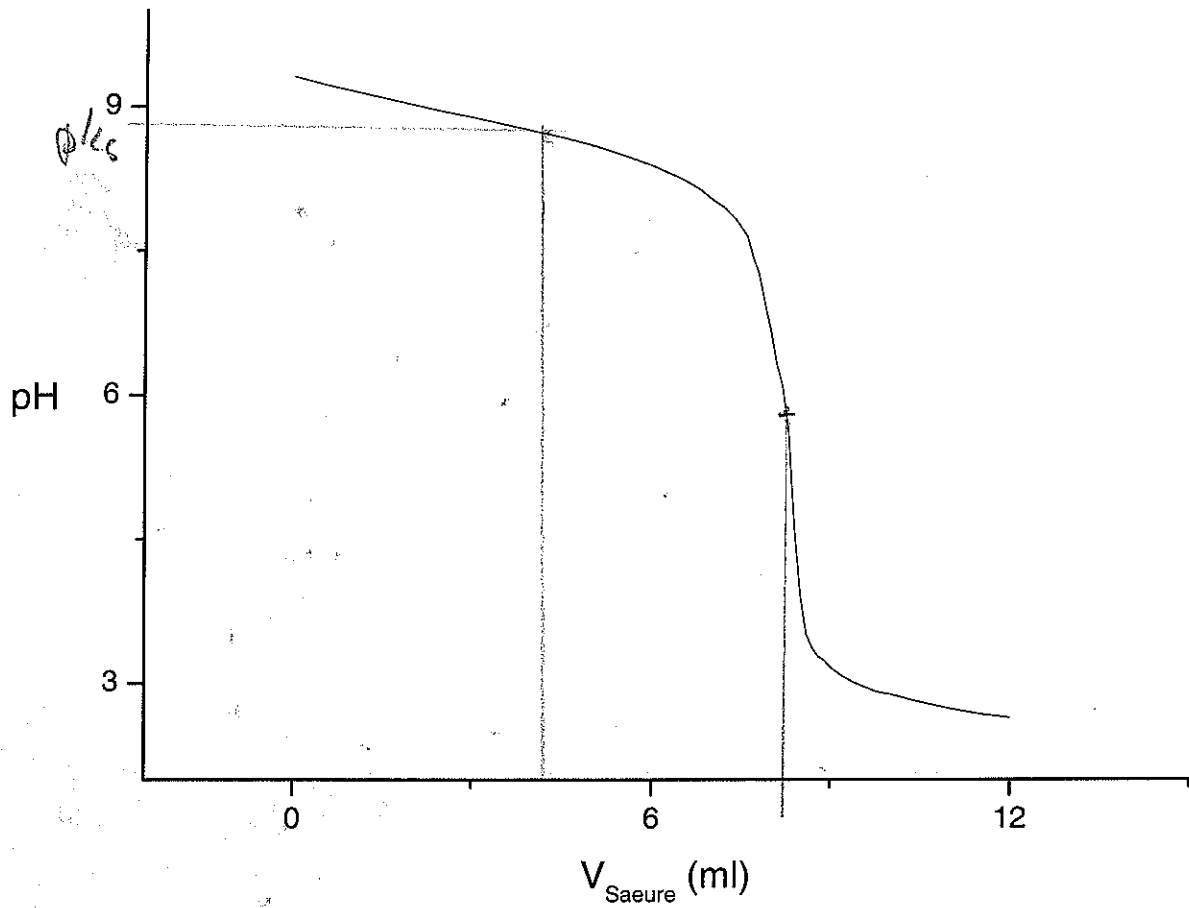
Ionen-sensitive Elektrode:

Hier erfolgt ^{erst dann} ein Spannungsaufbau, wenn eine bestimmte Ionenart in zu untersuchender Lösung vorliegt. Das Potential und pH verhalten sich linear zueinander. Die Konzentration eines bestimmten Ions liefert das Potential.

Titrations Phosphorsäure



Titration NH_3



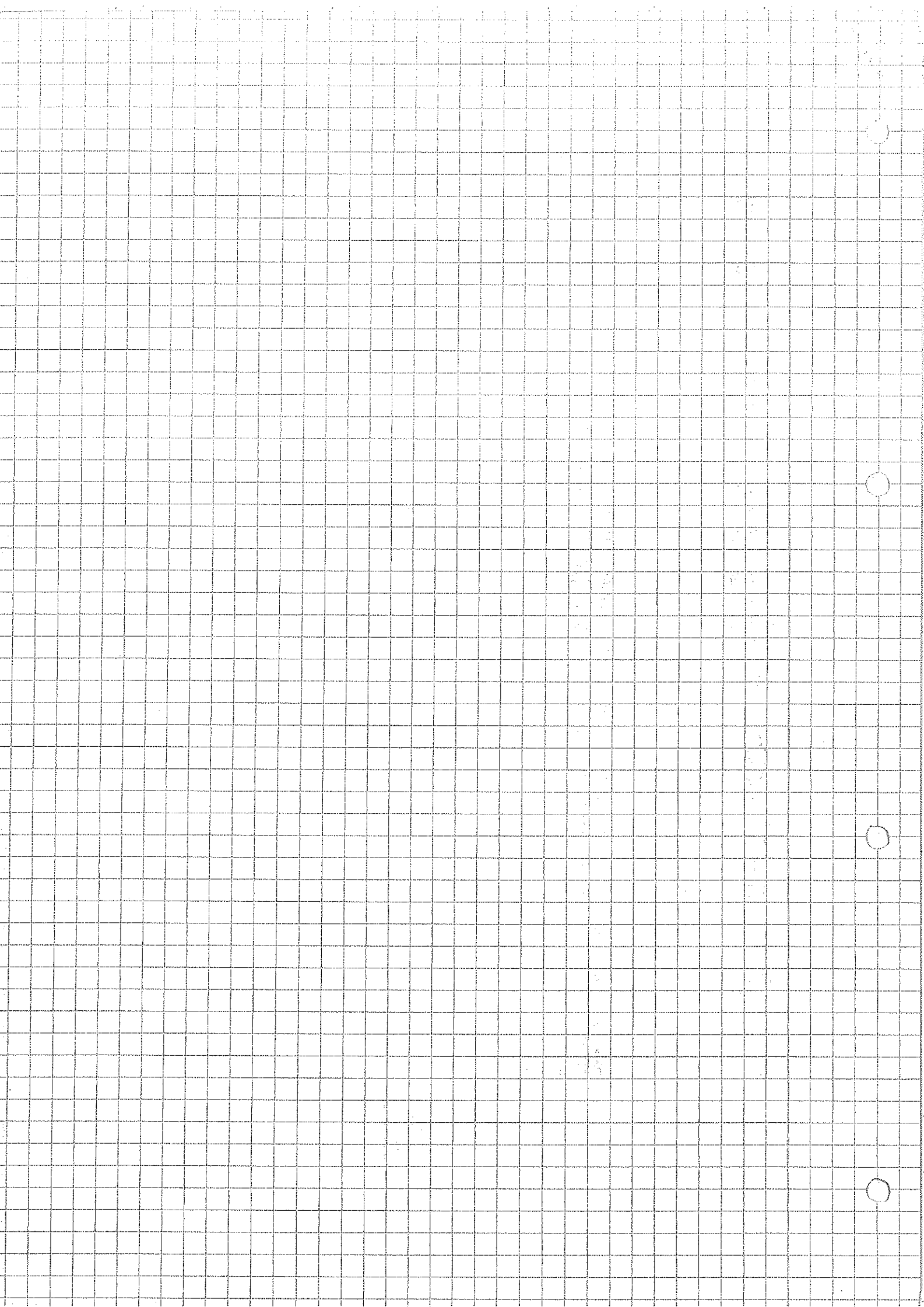
pH-Messung

41610

T = 21.9 °C AV

V _{HCl} [ml]	pH
0	9.31
0.5	9.23
1.0	9.16
1.5	9.09
2.0	9.02
2.5	8.95
3.0	8.89
3.5	8.82
4.0	8.75
4.5	8.68
5.0	8.60
5.5	8.50
6.0	8.40 8.39
6.5	8.25
6.8	8.14
7.0	8.04
7.2	7.96
7.4	7.83
7.6	7.65
7.7	7.7 7.43
7.8	7.26
7.9	6.95
8.0	6.68
8.1	6.33
8.2	6.10
8.3	5.65
8.4	4.62
8.5	3.91
8.6	3.01
8.7	3.37
8.8	3.28
8.9	3.24
9	3.17
9.2	3.08
9.4	3.01
9.6	2.96
9.8	2.91
10.0	2.89
10.5	2.81
11.0	2.74
11.5	2.68
12.0	2.68 2.64

HCl



pH-Messung

416110

Titration in $\frac{1}{2}$ ml Schritten

T = 21.9 °C VV

Elektrode in PhS.

V _{NaOH}	[Eml]	pH/[pH]	NaOH
0		2.52	
0.5		"	
1		2.54	
1.5		2.55	
2		2.57	
2.5		2.60	
3.0		2.60	
3.5		2.63	
4.0		2.67	
4.5		2.69	
5.0		2.72	
5.5		2.75	
6.0		2.79	
6.5		2.84	
7.0		2.88	
7.5		2.94	
8.0		3.00	
8.5		3.10	
9.0		3.20	
9.5		3.37	
10		3.66	
10.5		4.51	
10.6		4.82	
10.7		5.14	
10.8		5.33	
10.9		5.45	
11.0		5.55	
11.1		5.60	
11.2		5.67	
11.3		5.74	
11.4		5.78	
11.5		5.84	
11.6		5.88	
11.8		5.96	
12.0		6.04	
12.2		6.10	
12.4		6.16	
12.6		6.21	
12.8		6.27	
13.0		6.37	
13.2		6.36	
13.4		6.40	
13.6		6.44	
13.8		6.48	
14.0		6.52	
14.2		6.56	
14.4		6.59	
14.6		6.63	
14.8		6.66	

15.0	6.69
15.2	6.73
15.4	6.76
15.6	6.79
15.8	6.83
16.0	6.86
16.5	6.94
17.0	7.03
17.4	7.08
17.8	7.17
18.0	7.21
18.2	7.26
18.6	7.33
19.0	7.42
19.5	7.56
20.0	7.72
20.2	7.81
20.3	7.87
20.4	7.93
20.5	7.97
20.6	8.06
20.7	8.12
20.8	8.22
20.9	8.28 8.32
21.0	8.32 8.43
21.1	8.52
21.2	8.97
21.3	9.27
21.4	9.49
21.5	9.65
21.6	9.79
21.7	9.88 9.89
21.8	9.97
21.9	10.05
22.0	10.12
22.2	10.22
22.4	10.30
22.6	10.37
22.8	10.44
23.0	10.49
23.5	10.59
24.0	10.69
24.5	10.76
25.0	10.83
25.5	10.88
26.0	10.93
26.5	10.98
27.0	11.02

21.