

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

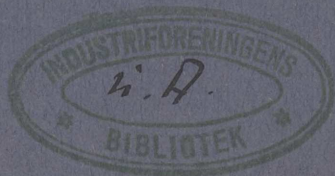
Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

536 66.

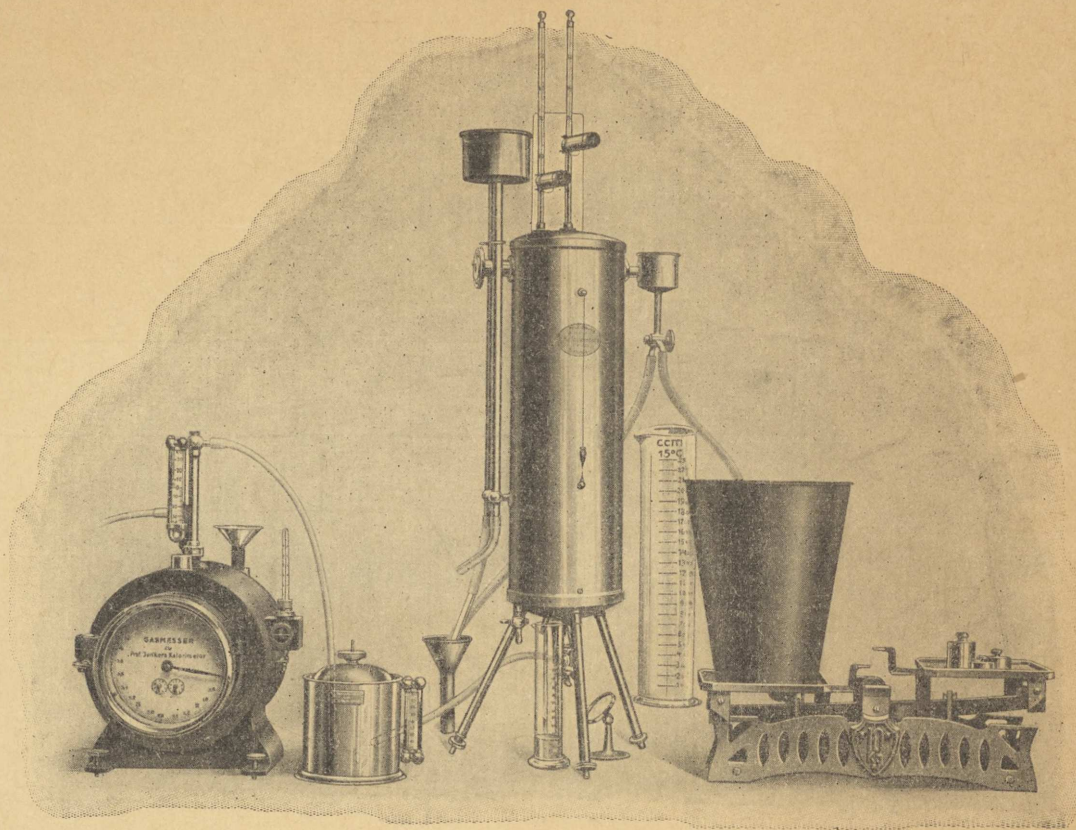
Prof. Junkers Kalorimeter.

536 66



Prof. Junkers Kalorimeter

til Bestemmelse af Varmeværdien for
Gasarter og flydende Brændmaterialer.



BRUGSANVISNING

til luftformede Brændmaterialer efter Normerne fra
Karlsruhes Lære- og Forsøgsanstalt.

ENEREPRESENTANT FOR DANMARK:

H. STRUERS CHEMISKE LABORATORIUM

SKINDERGADE 38
KØBENHAVN K.

JYLLANDSAFDELING:
MEJLGADE 7, AARHUS

LAGER OG UDSALG
AF INSTRUMENTER OG APPARATER TIL VIDENSKABELIG BRUG,
KEMISKE OG TEKNISKE UNDERSØGELSER

KEMIKALIER
TIL ANALYTISK OG TEKNISK BRUG



Eksempel paa Varmeværdibestemmelse med Professor Junkers Kalorimeter

Gas: Bygas	Datum: 23/6 1930; Klokken 14—15 Min.
Temperatur i Gasmaaleren $t = 21,2$ °C; herved Vanddampenes Spænding $S = 18,7$ mm Kvægsølv søjle ¹⁾	
Temperatur i Værelset $t_r = 23,5$ °C	Forbrændingsprodukternes Temperatur $t_{abg} = 18,3$ °C
Trykket i Gasmaaleren $p = 35$ mm V. S.; svarende til p_1 ($p_1 = 0,0735 p$) ¹⁾ = 2,58 mm Kv. S.	
Barometerstand $b = 761$ mm Kv. S.; reduceret til 0° C	$b_0 = 758,1$ mm Kv. S.
Gasmaalerens Stilling: Begyndelse 30; Slutning 90	Justeringsfaktor for Gasmaaleren $f = 1,005$ ²⁾
Reduktionsfaktor $F = \frac{760}{273} \cdot \frac{T}{P} = \frac{760}{273} \cdot \frac{273 + t}{b_0 + p_1 - S} = 2,7839 \cdot \frac{294,2}{742,0} = 1,1038 = F$	
Ved Forbrænding af $g = 60$ l Gas opfanget Kondensvand $w = 52,3$ g (cm ³) Fordampningsvarme $r = \frac{0,6 \cdot w \cdot 1000}{g \cdot f} = \frac{10 \cdot w}{f} = 520$ Kcal/m ³	

Ved Forbrænding af $G = 10$ l Gas:

Den tørre Gas'

absolute Tryk $P = b_0$	758,1
+ p_1	2,6
	760,7
÷ S	18,7
	742,0
Absolut Temperatur	
t	21,2
+.....	273
	294,2

536 66

Temperaturlæsning:

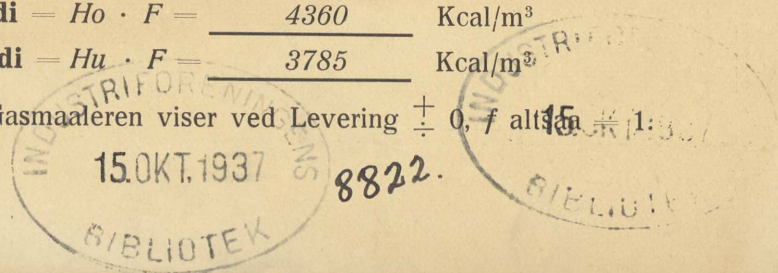
	I		II		III	
	te	ta	te	ta	te	ta
1	16,95	26,74	16,92	26,68	16,90	26,70
2	95	71	92	73	90	73
3	95	83	92	73	90	70
4	96	80	92	71	90	70
5	95	81	92	70	90	70
6	94	81	91	73	90	70
7	94	73	91	62	90	64
8	93	78	90	70	90	69
9	93	80	91	72	90	63
10	93	74	92	66	90	64

Middeltal =	16,943	26,775	16,915	26,698	16,900	26,683
Termometerfejl =		÷ 0,02		÷ 0,02		÷ 0,02
korrigeret =	16,94	26,75	16,92	26,68	16,90	26,66
Temp.-Differens $td = ta \div te =$	9,81	°C	9,76	°C	9,76	°C
2. Kølevandsmængde W i g =	4048	gr	4067	gr	4074	gr
Fundne øvre Varmeværdi $H_o = \frac{W \cdot td}{G \cdot f} =$	3950		3950		3955	
	Middeltal =	3950	Kcal/m ³			
Fundne nedre Varmeværdi $H_u = H_o \div r =$	3950	520	3430	Kcal/m ³		

Reduktion af Varmeværdien til Normaltilstand (0° C, 760 mm tør):

reduceret øvre Varmeværdi = $H_o \cdot F =$ 4360 Kcal/m³
 reduceret nedre Varmeværdi = $H_u \cdot F =$ 3785 Kcal/m³

¹⁾ Se Tabellerne. ²⁾ Kun Eksempel, Gasmaaleren viser ved Levering $\pm 0, f$ alt



BRUGS ANVISNING

til

Prof. Junkers Kalorimeter for luftformede Brændmaterialer,

efter Normerne fra Karlsruhes Lære- og Forsøgsanstalt.

Liste over Kalorimetrets Tilbehør.

Antal	Genstand	Nr.	Antal	Genstand	Nr.
1	Kalorimeter	A.	1	Maalekar 7 l	19
1	Brænder med Fod	23	1	Maaleglas 100 cm ³	20
2	Brænderdyser ekstra skruet ind i Foden	-	1	Maaleglas 2300 cm ³	-
2	Termometre i 1/10°C	10,11	1	Gasmaaler 5 l	B
2	Termometre i 1/1°C	12,13	1	Gastrykregulator	C
1	Spejl paa Fod	24	6	Belastningsplader	41
2	Aflæseluper	14	3	Gummipropper	-
1	Stift til Fastskruening af Fødderne		3½m	Gummislange	-
1	Sekskantnøgle		1	Tætningring	-
1	hvidlakeret Lysblik				

I. Virkemaade og Beskrivelse.

Bestemmelsen af Varmeværdien er ubetinget det bedste Kriterium for Gassens Værd. Principet for Varmeværdiens Bestemmelse i Prof. Junkers Kalorimeter beror paa, at den Varmemængde, der faas ved Forbrænding af en kontinuerlig Gasstrøm, afgives uden Tab til en ligeledes uafbrudt flydende Vandstrøm. Varmeværdien findes derfor ved Maaling af Mængden og Temperaturforhøjelsen af det Vand, der er løbet gennem Kalorimetret, samtidig med Forbrændingen af en bestemt Gasmængde.

Naar:

H er den søgte Varmeværdi af den Gas, som prøves, i Kilogramkalorier pr. Kubikmeter, "Kcal/m³".

W er den i Tidsenheden gennem Kalorimetret flydende Vandmængde i g.

G er den i Tidsenheden i Kalorimetret forbrændte Gasmængde i l.

td er Differencen mellem Temperaturerne af det ind- og udløbende Vand i °C.

Saa faar man Ligningen:

$$H \times G = W \times td \quad \text{eller} \quad H = \frac{W}{G} \times td = \frac{\text{Vandmængde}}{\text{Gasmængde}} \times \text{Temperaturdifferens}$$

Til Bestemmelse af Varmeværdien er det derfor nødvendigt,

1. at maale Vandmængden,
2. at maale Gasmængden,
3. at aflæse Vandtemperaturerne paa de i 1/10° inndelte Termometre og at udregne Varmeværdien efter foranstaaende Ligning.

Tegning 1 viser Sammenstillingen af det til Bestemmelsen anvendte Apparat. Bogstaverne og Tallene har følgende Betydning:

- A. Det egentlige Kalorimeter, der tjener til Forbrændingsapparat for Gassen og til Optagelse af den dannede Varme.
- B. Gasmaaleren til Angivelse af den forbrugte Gasmængde.
- C. Gastrykregulatoren til Frembringelse af et ensartet Gastryk.

Tallene ved Kalorimetret:

- | | |
|------------------------------|--|
| 1 Vandreguleringsshane | 10 Termometer 1/10°C for det kolde Vand |
| 2 Tilslutning for koldt Vand | 11 Termometer 1/10°C for det varme Vand |
| 3 Vandafløb for Overløbet | 12 Termometer 1/1°C for Gassen |
| 4 Vandoverløbsindretning | 13 Termometer 1/1°C " Forbrændingsprod. |
| 5 Udløb for varmt Vand | 14 Aflæseluper |
| 6 Omstillingsshane | 15 Udluftningsrør |
| 7 Afløb til Maalekarret | 16 Afgangsrør for Forbrændingsprodukterne. |
| 8 Rør for Afløbsvand | 17 Spjeld |
| 9 Niveaulod | 19 Maalekar 7 l til Vandet, der skal maales. |

20 Maaleglas 100 cm³ for
Kondensationsvand

21 Fødder

22 Stilleskruer

23 Gaslampe med Fod

24 Spejl paa Fod

25 Vægt 10 kg Bæreevne

26 Aftapningsshane

Tallene ved Gasmaaleren:

27 Gasindgang

28 Gasudgang

29 Finindstillingshane

30 Spejloverløb

31 Hane dertil

32 Indfyldningstragt

33 Kasse med Vandstandsglas

34 Udluftningsskrue

35 Aftapningshane

36 Tømningsskrue

37 Niveauskruer.

38 Libelle

39 Manometer til Gastrykket

Tallene ved Gastrykregulatoren:

40 Manometer til Gastrykket

41 Belastningsplader

42 Tømningsskrue

43 Gasindgang

44 Gasudgang

Tallene ved Kalorimetret:

45 Rørvarmelegeme

46 Flancheskruer

47 Vandblander

48 Forskruning til Hane 1

49 Skrue til Siderøret

50 Forskruning til Udløbet

51 Forskruning til Termometer

52 Skruer til Flanchen

II. Opstilling af det samlede Apparat.

Kalorimetret:

1. Til Opstilling af Apparatet efter Tegning 1, vælger man et lyst, trækfrit og opvarmeligt Rum, hvis et særligt Laboratorium ikke findes. Til et stationært Anlæg anvendes saa vidt muligt faste Ledninger.
2. Kalorimetret indstilles ved Hjælp af Stilleskruerne 22 efter Loddet 9.
3. Vandtilslutningen 2 forbindes med Vandledningen. Det er dog bedre at tage Vandet fra en Forraadsbeholder paa omtrent 120 l Indhold, hvis Indhold tager Forsøgsrum-

mets Temperatur eller ved simple Midler kan bringes paa den ønskede Temperatur. Det anbefales at anbringe en Svømmekuglehane, som kan regulere Vandstanden i Beholderen. Den ensartede Vandtemperatur i Forraadsbeholderen, bevirker en roligere Stilling af de to Vandtermometre 10 og 11, hvorved Maalingen gøres lettere, og Nøjagtigheden af Maalingen bliver større.

4. Afløbsrør 3 forbindes med en Gummislange til Afledning af Omløbsvandet fra Kar 4.

Til Kontrol af Overløbsvandet, der stadig maa være i Virksomhed, forsynes Gummislangen 3 med korte Glasrør (se Afbildning 1).

5. Rør 7 forbindes med Omstillingshane 6 med et Stykke Gummislange, der gaar ca. 5 cm ned i Maalekarret.
6. Rør 8 forbindes med Gummislange - til Afløb for Vandet - naar der ikke foretages Maalinger.
7. Under Afløbsrøret 18 stilles Maaleglas 20, hvori Kondensvandet under Forbrændingen opsamles.
8. Termometer 10 og 11 til Maaling af den kolde og varme Temperatur, kontrolleres om de er nøjagtige (se under Forprøver Side 9).
9. Termometrene indsættes efter Afbildning 2.
 - a. Læderpakning 51 b paasættes Termometret.
 - b. Fedtsnor 51 c lægges imellem begge Læderpakningerne.
 - c. Termometret sættes ind i den med Gevind forsynede Forskruning 51a, hvorved iagttages den nøjagtige Dybde for Neddypningen.
 - d. Forskruning 51 paaskrues, indtil Termometret sidder fast. Vil man i Stedet for Fedtsnor anvende Gummiprop, hvilket imidlertid ikke anbefales, som Følge af Termometrets Evne til at klæbe sig fast til Gummien, anbringes Termometret i Gevindet 51a. Forskruning 51 bliver herved ikke anvendt. (Se Afbildning 3).
10. Den hvidlakerede Metalplade paasættes Udluftningsrøret 15, saaledes at den hvide Plade vender mod Termometrene; med den hvide Baggrund opnaar man større Nøjagtighed ved Temperatur-

aflæsningen.

11. Aflæseluperne 14 paasættes Termometrene 10 og 11.
12. Termometer 13 til Maaling af Forbrændingsprodukterne, indsættes i Afgangsrøret 16 for disse.
13. Paa Brænderrøret paasættes Metalskærmene: a, b, c; herved formindskes Flammernes Udstraaling nedad. Det iagttages nøje, at Skærmene holder den angivne Afstand, og at Hullerne er anbragt modsat hinanden (Se Afbildning 4).

14. Brænderdyse, Brænderhoved og Gasmængde pr. Time

Til Gas med høj Brændværdi, som Lysgas, Oliegas o.s.v. anbefales det at anvende den medfølgende Bunsenslampe. Til Gas med lav Brændværdi som Generatorgas (Værkgas), vil det for det meste være tilstrækkeligt at udskifte den lille Dyse i Bunsenslampen med en større Dyse (indskruet i Lampefoden) eller helt arbejde uden Dyse. Samtidig skal medfølgende Lampehoved med Sien erstattes af et Lampehoved med indstillelig Tallerken. Et enkelt Metalrør uden Luftregulering kan ogsaa anvendes som Lampe. Jo federe Gas, desto mindre Dyseboring anvendes, og omvendt.

Med Hensyn til Flammestørrelsen, maa for Resultatets Nøjagtighed nøje iagttages, at Kalorimetret pr. Time ikke tilføres mere end ca. 900 - 1000 Kcal.

Det hensigtsmæssige Gasforbrug pr. Time:

9000 Kcal)	den	ca.100 l	Dy-	{1,35	mm	Lampehoved m/	Sie
5000 "	red.	ca.200 l	se-	{1,8	"	"	"
4000 "	øvre	ca.250 l	bo-	{2,0	"	"	"
3000 "	Brændvær-	ca.340 l	ring	{2,5	"	"	"
12-1500"	di.	ca.500 l		{4,0	"	"	m/Tallerken

15. Gasmaaleren, Afbildning 6:

Finindstillingshanen 29, Manometer 39 og Indfyldningstragten 32 paaskrues tæt. Stilleskruerne 37 indstilles, og alle Forskrningerne efterses.

16. Indgang 27 forbindes med Gasledningen, idet der indskydes en Prøvelampe til Udskylning med Forsøgsgassen. Udgang 28 forbindes ved Hjælp af Gummislangen med Gastrykregulatoren.
17. Gasmaaleren stilles ved Hjælp af Stilleskruerne nøjagtig efter Libelle 38.
18. Skrue 34 aabnes, Finindstillingshanen 29 lukkes under Gasmaalerens Udluftning. Skrue 34 behøver ikke at være skruet helt ud, da Gevindet har en Rille, hvorigennem Luften kan undslippe. Hane 29 er forsynet med en lille Aabning, som - naar Hanen er lukket, tillader Luften at slippe ind i Maaleren.
19. Dæksel 30 og Hane 31 aabnes.
20. Viseren indstilles paa Tallet 5, for at opnaa en sikker Udrivning af Luften i det Indre ved Paafyldning af Vand.
21. Skrueproppen fjernes af Tragt 32 og tempereret Vand hældes langsomt i -.

I Spejloverløbet 30 ovenover Hane 31, befinder sig et tragtformet udvidet Rør, som kommuniserer nøjagtigt med Vandstanden i Gasmaaleren, og derved angiver Tidspunktet, da Fyldningen er tilendebragt. I det Øjeblik, da det i Røret opstigende Vand staar i nøjagtig Niveau med Tragtens Rand, er Paafyldningen endt.

For altid at opnaa en ensartet Indstilling af Vandet, maa følgende iagttages:

Efter endt Fyldning stryger man Fingeren først over et Stykke Sæbe og dernæst over den ovennævnte Tragtrand for herved at væde denne godt med Vand. Derpaa holder man i en Afstand af 1 mm det medfølgende Kort lodret over Tragten, saaledes at Øjet ser Billedet af det hvide Kort i Vandspejlet (Se Fig.5). Naar Spejlbilledet er lige, er Indstillingen rigtig. Hvis Billedet derimod krummer sig opad eller nedad, skal der hen-

holdsvis aftappes eller paafyldes Vand. Aftapningen foregaar gennem Hane 35, Paafyldningen gennem Tragten foroven. Den til højre for Gasmaaleren anbragte Glasrude, tjener kun til en hurtig Kontrol af den rigtige Vandstandshøjde i Gasmaaleren under Driften. Ved den nøjagtige Indstilling maa ovenstaaende Anvisning nøje følges.

22. Dæksel 30, Hane 31, Skrue 34 lukkes og Skrueproppen 32 indsættes i Tragten.
23. Termometer 12 til Bestemmelse af Gastemperaturen anbringes ved Hjælp af en Gummiprop i Kassen 33.
24. Manometret 39 fyldes efter Afskruning af Skrue 56 med farvet Vand til Nulpunkt, Skrue 56 paaskrues igen (se Fig. 6).
25. Gashanen paa Ledningen og Hane 29 paa Maaleren aabnes, og man lader Gasmaaleren foretage mindst 2 Omdrejninger, for at alle Kamrene kan blive fyldt med Gas. Hane 29 er forsynet med Mikrometerskrue til nøjagtig Indstilling af Gasforbruget pr. Time.
26. Gastætheden prøves som angivet Side 9.
27. Nøjagtighedsgraden:
Gasmaaleren er justeret for en Gasgennemgang af 250 Liter pr. Time ved 40 mm Tryk og viser ved denne Gennemgang fuldstændig nøjagtig.
For hver 10% forøget Gennemgang, er der en Misvisning paa 0,1% nedad ($\div 0,1\%$) og den virkelige Varmeværdi, altsaa 0,1% mindre end den maalte. Ved mindre Gennemgang end 250 Liter, er Fejlen saa lille, at den kan lades ude af Betragtning (højst $1/8\%$ ved nogle Liters Forbrug pr. Time). Hvis der skal foretages en Efterjustering, anvendes der hertil en særlig Maalekolbe med Stativ, der leveres efter Ordre.

28. Almindelige Bemærkninger:

Tømningen sker gennem Skrue 36 paa Maalerens Bagvæg. Ved en for voldsom Paafyldning eller ved en Flytning af Gasmaaleren i

fyldt Tilstand, kan det ske, at Vandet træder ind i Gasindgangsknæet 53 og spærrer for Gassen, saaledes at en Omdrejning af den indre Metaltrumle ikke kan finde Sted. Det indtraadte Vand fjernes ved Aabning af Skrue 54 under Kassen paa Bagsiden, og Maaleren fyldes nøjagtig efter den foranstaaende Forskrift (Se Fig. 6). Hvis Vandet drypper ud af den lille Aabning 55 paa Forsiden af Gasmaaleren, saa maa man antage, at dette skyldes en Utæthed i Stopbøsningen. - Efter Aftagning af den forniklede Fatning og Talskiven, er Bøsningen let tilgængelig. Utætheden kan i de fleste Tilfælde afhjælpes ved en let Efterskruning af Bøsningen, hvis ikke, maa Pakningen fornyes. Bøsningen maa ikke skrues for fast sammen, da Maaletromlens ellers bremses for stærkt, og som Følge deraf faar en stødvis Gang.

29. Gastrykregulatoren:

Indgang 43 og Udgang 44 (vist ved Pile) forbindes med Gasmaaleren og Lampen.

30. Regulatoren paafyldes Vand gennem den ringformede Aabning mellem Yderkappen og Klokken til Nulpunktet paa Manometerret 40.

31. Anmærkning:

Gasregulatoren kan opstilles foran eller bagved Gasmaaleren. Ved at anbringe den bagved, opnaar man en særlig rolig Stilling af Termometret 11. Det maa dog bemærkes, at Klokkens Stigen og Synken, altsaa en Rumfangsændring af den indelukkede Gas, maa influere paa Gasmaalerens Aflæsninger, det vil sige Gastrykket foran Gasmaaleren maa være saa konstant som muligt. I Tilfælde af større Tryksvingninger, maa der foran Gasmaaleren indskydes en særlig tør Gastrykregulator. Gastrykmaalingen finder altid Sted paa Manometer 39 paa Gasmaale-

ren.

III. Forprøver

.....

Termometer:

Før man foretager Brændvardi-Prøven, overbeviser man sig om, at Kvægsølv søjlerne i Kapillarrørene er ubrudte. Hvis Kvægsølv søjlen er brudt og den øverste Del af Søjlen har samlet sig i Udvidelsen foroven, griber man Termometret ved Hovedet og forsøger ved Slyngning at samle Kvægsølv søjlen. Lykkes dette ikke, saa kan man som Reglen opnaa det, ved at stille Termometret i varmt Vand (ca. 60°C). Før Indsætning i Kalorimetret, skal Termometrene sammenlignes i en rummelig Vandbeholder under Omrøring og Bankning - først med hinanden, og hvis Afvigelserne skulde overstige $5/100 = 0,05^{\circ}\text{C}$, med et justeret Normaltermometer. En Termometerfejl $0,05^{\circ}\text{C}$ giver en Brændvardifejl af omtrent 0,04%, d.v.s. 16 Kcal ved 4000 Kcal. Fejl i begge Termometrene kan addere sig med hinanden eller ophæve hinanden. En Sammenligning af de i Kalorimetret anbragte Termometre i gennemstrømmende Vand og senere Hensynstagen til den udviste Forskel er principielt ukorrekt.

Vandtæthed:

I det med Vand fyldte Kalorimeter, maa der kun løbe Vand ud ved Afløb 5. Saafremt der drypper Vand fra Bunden eller Kondensrøret 18, naar Lampen ikke brænder, er der en Utæthed i det indre af Apparatet. Denne Tæthedsprøve maa foretages, inden Lampen indsættes i Apparatet.

Gastæthed:

Slangeforbindelserne og Termometermonteringen i Gasmaaleren prøves for Tæthed. Indtil Gastrykket er ens i alle de gasførende Dele, vil Viserne bevæge sig langsomt, og maa derefter

staa fuldstændig stille. Finder en stadig Tilbagegang af Viserne Sted, er der en Utæthed, der straks maa udbedres. Efter Gastæthedsprøven maa Vandstanden i Gasmaaleren endnu en Gang kontrolleres efter Forskrift 17-22, Side 6. Kontrollen maa foretages før hver ny Forsøgsrække.

Vægt og Maalekar:

Maalevandet bestemmes nøjagtigt ved Vejning. Dertil anvendes en Taffelvægt 10 - 20 kg, der vejer med 1 Grams Nøjagtighed. Vandkarret ca. 7 Liter maa tareres før hver Bestemmelse. Tareringen foretages hensigtsmæssigt med nogle cm³ Vand i det anvendte Kar.

IV. Igangsættelsen af Kalorimetret

.....

1. Omstillingshane 6 paa Rør 8 for Afgangsvandet indstilles.
2. Vandregulerhane 1 stilles paa "0".
3. Vandafspærringshanen i Vandtilledningen aabnes langsomt saa meget, at der løber rigeligt Vand gennem Ledning 3.
4. Vandregulerhane 1 aabnes langsomt til ca. Streg "7", hvorpaa Paafyldningen af Kalorimetret begynder.
5. Luftreguleringsskiven paa Lampen lukkes helt.
6. Gasledningen tilsluttes Gasmaaleren, Finindstillingshanen 29 og Lampehanen 23 aabnes.
7. Klokken i Gasregulatoren bevæger sig op og ned, indtil Luften under Klokken er erstattet af Gas. Denne Forholdsregel maa foretages før hver Nyindstilling af Kalorimetret.
8. Før Antændelsen af Gassen, lader man denne i ca. 2 Omdrejninger gennemstrømme Maaleren for derved at uddrive al Luften.
9. Lampen tændes, og Flammen indreguleres, indtil Flammen har samme Karakter som en Bunsenslampe, og viser en blaagrøn Kerne.

10. Gasregulatoren belastes med Belastningsskiverne 41, indtil Gastrykket paa Manometer 40 viser ca. 10-20 mm. En Skive forøger Gastrykket med ca. 2 mm.
11. Lampen sættes ind i Kalorimetret og fixeres. Indsætningen af Lampen maa ikke foretages, før Vandet løber ud af Afløbet 5. Lampens Stilling maa være absolut central, da en Berøring af Flammen paa Kalorimetret foraarsager en ufuldstændig Forbrænding og en daarlig Blanding af Kølevandet.
12. Drosselklap 17 aabnes helt (Beskyttes mod Træk). Indtræder en Syngen af Flammen, foretages Reguleringen ved at lukke Klappen, eller ved Indstilling af Luftregulatoren paa Lampen.
13. Vandomløbet gennem Kalorimetret reguleres:
Saa snart Lampen er indført i Kalorimetret, begynder Termometer 11 for det varme Vand at stige, indtil det efter nogle Minuters Forløb, naar en konstant Stilling. Vandværdien d.v.s. Kalorimetrets egentlige Vandindhold, og Metaldelenes Varmekapacitet er herved uden Indflydelse, da der i et Strømkalorimeter ved den stadig gennemstrømmende Vandmængde forbruges ligesaa meget Varme, som Lampen tilfører. Forskellen mellem det varme og kolde Vand indstilles som Reglen til 10-12°C. Temperaturforskellen opnaas ved Indstilling af Vandregulatorhanen 1.
Hermed er følgende at iagttage:
Vandet maa stadig i en regelmæssig Strøm løbe gennem Kalorimetret d.v.s. Vandovertrykshøjden H (Fig. 1) maa stadig holdes uforandret. Dette opnaas ved, at den gennem Rør 2 tilstrømmende Vandmængde reguleres saaledes, at der fra Overløbskarret 4 stadig finder Overløb Sted. Som Følge deraf, maa Vandet stadig i en passende Strøm løbe ud af Afløbet 3, hvilket kan iagttages gennem de indskudte Glasrør.

14. For Opnaaelsen af den største Nøjagtighed af den øvre Brændværdi, skal Temperaturen af Gassen, Forbrændingsluften og Forbrændingsprodukterne (Afgassen) tilnærmelsesvis være overensstemmende. Dette opnaas, naar det indtrædende Kølevand har omtrent den samme Temperatur som Lokalet, hvorved opnaas, at Forbrændingsprodukternes Temperatur indstiller sig til omtrent samme Temperatur som Kølevandet. For at kunne gennemføre denne Forholdsregel vil det være praktisk at anvende den Side 3 omtalte Vandbeholder, der antager samme Temperatur som Lokalet eller let kan bringes til samme Temperatur ved at tilføje lidt koldt eller varmt Vand.

V. Udførelsen af Brændværdibestemmelsen.

.....

Forsøget kan først begynde, naar Termometer 11 i Vandafløbet har naaet sin Maximumstilling og beholder denne forholdsvis konstant, og naar Kondensvandet drypper regelmæssigt fra Afløbsrøret 18. Til Opnaaelsen af disse Forholdsregler, maa Lampen mindst brænde ca. 8-10 Minutter i Kalorimetret.

1. Til Bestemmelse af Kondensvandet anvendes 60 Liter Gas, hvorfor man hensigtsmæssigt begynder med dette. Idet Gasmaalerens Viser passerer et helt Liter-Tal, bliver det snævre Maaleglas paa 100 cm^3 stillet under Afløbsrøret 18 til Opsamling af Kondensvandet. Gasmaalerens Stilling indføres i Beregningskemaet og ved Addition af 60 Liter forudbestemmes den Aflæsning ved hvilken Maalecylinderne skal fjernes. Mængden af Kondensvandet ved 60 Liter Gas, indføres ligeledes i Tabellen. Ved at opsamle Kondensvandet i et snævert Maaleglas, kan Bestemmelsen kun foretages med en Nøjagtighed af $0,5 \text{ cm}^3 = 0,5 \text{ g}$, hvilket svarer til 5 Kcal ved den nedre Brændværdi. Det er derfor at foretrække at bestemme Kondensvandet ved Vejning.

2. Til Bestemmelse af Temperaturforskellen mellem det tilflydende og afløbende Kølevand, anvendes 10 Liter Gas, hvorved opnaas en lettere Udregning og større Nøjagtighed.
- Idet Gasmaalerens Viser passerer et helt Liter-Tal, bliver Omstillingshanen 6 øjeblikkelig stillet paa Afløb 7, og Maalevandet ledes ned i Maalekarret. Efter 2 fuldstændige Omdrejninger af Gasmaaleren, svarende til et Gasforbrug af 10 Liter, følger atter en Omstilling af Omskifterhanen, hvorefter Kølevandet bestemmes. I ældre Kalorimetre uden Omstillingshane og Svingarm, maa det omhyggeligt undgaas, at Vandet opstemmes i Slangen, før man svinger over (en af de hyppigste og største Fejl). Vandtermometrene 10 og 11 aflæses skiftevis under Gassens Gennemgang. Før Analysen begynder, anbefales det, for derved at formindske Aflæsefejlen, at aflæse Termometrene med $\frac{1}{2}^{\circ}$'s Nøjagtighed. Straks efter den første Omstilling af Omstillingshanen aflæses Temperaturen ved Vandtilgangen. Den første Temperatur aflæsning ved Vandudgangen foretages saa snart Viseren i Gasmaaleren efter Igangsætningen, passerer den første Halvliterstreg. Aflæsningen af Termometrene foretages derefter for hver Hel- og Halv-Liter for henholdsvis Hovedindgangen og Vandudgangen, saaledes at man for begge Termometre har foretaget 10 Aflæsninger, naar 10 Liter Gas har passeret Gasmaaleren. Før hver Aflæsning bankes forsigtigt med en Blyant paa Termometrene for at undgaa Kvægsølvets Vedhængning. Aflæsningen foretages med $1/100^{\circ}$'s Nøjagtighed. Termometrene aflæses direkte i $1/10^{\circ}$ og $1/100^{\circ}$ skønnes. Kølevandet vejes med en Nøjagtighed paa 1 Gram. En Vejning med 1 Grams Nøjagtighed giver i Bestemmelsen en Nøjagtighed paa ca. 1 Kcal.

Saa snart Temperatúraflæsningen og Bestemmelsen af Kølevandet er sluttet, foretages en anden, og om nødvendigt en tredje Maaling; efter nogen Øvelse kan samtidig herved Kondensvandet bestemmes ved Anvendelse af de omtalte 60 Liter Gas. Før Analysens Begyndelse bestemmes Gasmaalerens Temperatur og Tryk samt Barometerstanden, ligesom man efter Forsøgets Afslutning kontrollerer disse.

De samtlige Aflæsninger indføres i Rubrikken i medfølgende Udregningseskema.

Beregning af Brændværdien:

Med Kalorimetret faar man Gassens øvre ureducerede Brændværdi (Forbrændingsvarme), d.v.s. den Brændværdi, som faas, naar Forbrændingsprodukterne afkøles til samme Temperatur som den indtrædende Gas og Forbrændingsluft, saaledes at de i Forbrændingsprodukterne værende Vanddampe kondenseres, og Vanddampens Kondensationsvarme indgaar i Brændværdien. Som Resultat af Brændværdibestemmelsen anføres den til Normaltilstanden (0°, 760 mm og tør) reducerede øvre Brændværdi af Gassen i Kcal/m³, eventuelt afrundet til 10 Kcal. Beregningen af Forsøgsresultaterne former sig meget let og giver næppe Lejlighed til Regnefejl. Ved Anvendelsen af 10 Liter Gas ved Temperaturbestemmelsen af den samtidig gennemløbende Mængde Kølevand samt de 60 Liter Gas ved Maalingen af Kondensvandet, indskrænkes Mellemlregningerne (Middeltallet af Temperaturen, Kondensvandets Fordampningsvarme og Beregning af den reducerede øvre Brændværdi) og Udregningen sker ved en simpel Forskydning af Decimalerne (se f. Eks. Udregningsforsøget). Den medfølgende Regnetavle tjener til hurtig Udregning af den øvre Brændværdi, efter at de enkelte Værdier er udfundne. Den rigtige Anvendelse af Tavlen fremgaar klart af den medfølgende Forskrift.

Ureducerede øvre Brændværdi:

$$H_o = \frac{W \times t_d}{G} = \text{Kcal/m}^3 \text{ eller}$$

$$\text{øvre Brændværdi} = \frac{\text{Vandmængde} \times \text{Temperaturforskellen}}{\text{Gasmængden}} = \text{Kcal/m}^3$$

W = Mængden af Kølevandet i Gram.

t_d = t_a - t_e, Forskellen mellem Temperaturen af det ind- og udløbne Vand i C°.

Til Dannelsen af Middelværdierne skal kun Enkelts aflæsningerne t_a og t_e sammenlægges og Kommaet flyttes en Plads til venstre. Middelværdierne skal eventuelt korrigeres efter vedkommendes Termometres Justering.

G = den forbrændte Gasmængde er hver Gang 10 Liter.

Aflæsningen af Gasmaalerens Stilling før og efter denne Gasmængdes Gennemledning kan ganske undlades. Fejl udelukkes, da der for hver Liter foretages en Temperatur aflæsning, og Indførelsen af den sidste Temperatur aflæsning vil af sig selv vise, at de 10 Liter er passeret gennem Maaleren. Herefter er:

$$H_o = \frac{W \times t_d}{10}$$

d.v.s. den ureducerede øvre Brændværdi faas ved Multiplikation af Vandmængden med Temperaturforskellen og ved Flytning af Kommaet 1 Plads til venstre.

Kondensvandets Fordampningsvarme:

$$r = \frac{0,6 \times k \times 1000}{G} = \text{Kcal/m}^3 \text{ eller}$$

$$\text{Fordampningsvarmen} = \frac{0,6 \times \text{Kondensvandet} \times 1000}{\text{Gasmængden}} = \text{Kcal/m}^3$$

r = Fordampningsvarmen i Kcal af det ved Forbrændingen i m³

Gas opstaaede Kondensvand.

0,6 = Fordampningsvarmen af 1 Gram Kondensvand i Kcal.

k = Mængden af det opfangede Kondensvand i Gram ved Forbrænding af

g = 60 Liter Gas.

Herefter er:

$$r = \frac{0,6 \times k \times 1000}{60} = 10 \times k.$$

D.v.s., man faar Fordampningsvarmen ved at multiplicere den konstaterede Mængde Kondensvand med 10.

De udregnede Brændværdier skal eventuelt endnu korrigeres, hvis Efterprøvningen af Gasmaaleren har vist Fejl. I dette Tilfælde skal Gasmaalerens Justeringsfaktor indsættes i Brændværdiligningen.

Ureducerede nedre Brændværdi:

0,6 = Fordampningsvarmen af 1 Gram eller

k = nedre Brændværdi = øvre Brændværdi - Fordampningsvarmen.

Som H_0 indsættes herved Middelværdien af Enkeltsbestemmelserne.

Reduktion af Brændværdien til normal Temperatur og Tryk

For at kunne sammenligne Brændværdibestemmelsen, som er foretaget paa forskellige Tidspunkter, maa der tages Hensyn til Barometerstanden, Gassens Temperatur og for tør Gas, det til Temperaturen svarende Damptryk, da Kalorimetret ikke angiver den Brændværdi, der svarer til det reducerede Tryk og den reducerede Barometerstand. Brændværdien beregnes ved en Temperatur af 0°C eller 15°C og et Tryk af 760 mm.

En Ændring af Barometerstanden paa 8 mm betyder rundt regnet en Rumfangs-Forandring af Gassen paa ca. 1%. Jo højere

Tryk, desto højere bliver ogsaa Gassens Brændværdi og omvendt. En Ændring af Gassens Temperatur paa 3° betyder en Rumfangsændring af ca. 1% d.v.s. jo koldere Gas, desto højere Brændværdi - og omvendt.

For Reduktion af Brændværdien til normal Tryk og Temperatur aflæses:

t = Gassens Temperatur i Gasmaaleren i C°

S = Vanddampens Spænding i mm Kvægsølv søjle ved Gassens Temperatur.

p = Gastrykket i Gasmaaleren i mm Vandsøjle.

p = Den til Kvægsølv søjlen omregnede p mm Vand søjle = 0,0735 p.

bo = Barometerstanden i mm Kvægsølv søjle reduceret til 0° C.

Reduktionsfaktoren F beregnet herefter:

$$F = \frac{760}{273} \times \frac{273 + t}{bo + p_1 - S}$$

Den til Normal-Tryk og Temperatur (0° - 760 mm, tør) reducerede øvre og nedre Brændværdi bliver da henholdsvis:

$$Ho_{0^\circ 760} = \frac{W \times td}{G} \times F = Ho \times F$$

og

$$Hu_{0^\circ 760} = Ho + r = Hu \times F$$

Kalorimetrets Beregningsfortryk og Nøjagtighed:

For at faa en overskuelig Optegnelse af de under Brændværdibestemmelsen foretagne Aflæsninger og til Beregning af Resultaterne, bliver Notaterne indført paa særlige Skemaer. I Praksis kan Enkeltbestemmelsernes Nøjagtighed angives som ± 15 Kcal for Belysningsgas (total Forskel mellem den fundne højeste og laveste Brændværdi 30 Kcal). En tredie Brændværdibestemmelse er absolut nødvendig, hvis Forskellen mellem de

to første er mere end 30 Kcal. For Gasværkspraksis gælder i Almindelighed den Grundsætning, at man bør tilstræbe den fulde Udnyttelse af Kalorimetrets Ydeevne ved rigtige Arbejdsmetoder og en tilstrækkelig nøjagtig Beregning af Resultaterne.

VI. Resumé af Brugsanvisningen

.....

- Rummet for Opstillingen: Lyst, uden Træk og vel tempereret.
- Vandtilførslen: Anvendelsen af en Forraadsbeholder for derved at opnaa konstant Temperatur af den forbrugte Vandmængde.
- Vandtæthed: Kalorimetrets Tæthed kontrolleres, naar Lampen ikke brænder; der maa kun komme Vand ud af Afløb 5.
- Gasmaalingen: Paafyldning med tempereret Vand og Kontrol af Vandstanden ved Spejloverløb 30.
- Gastæthed: Alle Forbindelser maa være absolut tætte.
- Gastilførslen: Varmemængden 900 - 1000 Kcal pr. Time. Det foreskrevne Gasforbrug for de forskellige Gassorter overholdes.
- Lampen: Anbringes centralt i Brændekammeret; den foreskrevne Flammehøjde overholdes.
- Afgasrøret: Beskyttes mod Træk, for derved at undgaa Forstyrrelse under Forbrændingen.
- Maalingen: Maalingen foretages først efter en Gennemstrømning i 8 - 10 Minutter. For hver Forsøgsrække foretages 3 Maalinger. Resultatet omregnes altid til Normal-Temperatur- og Tryk. Temperaturforskellen mellem det kolde og varme Vand holdes paa 10-12°C
- Justerapparater: Termometrene kontrolleres, Vægtens Følsomhed fastslaas.

VII. Forskellige Grunde til forkerte Maaleresultater.

.....

Kun ved pinlig nøjagtig Overholdelse af alle Forskrifterne, opnaar man et rigtigt Resultat af Brændværdien. Ved fremkomne formodede Fejl i Beregningen søger man først at udfinde Fejl-

kilden, hvortil nedenstaaende Forskrifter hjælper:

1. Forbrændingen:

Ufuldstændig, enten er Flammen for stor eller den slaar mod Forbrændingskammerets Vægge, Indsnævringer af Varmerørens Tværsnit ved Aflejringer i disse.

2. Varmeoverfladen:

Ufuldstændig Varmeoverføring fra den brændende Gas til Vandet paa Grund af Kedelsten eller Slamansamling.

3. Utæthed:

Utæthed mellem Gasmaaleren og Lampen formindsker i høj Grad Brændværdien.

4. Vandstanden:

Er Gasmaalerens Vandstand for høj eller for lav, bliver Brændværdien tilnærmelsesvis for lav eller for høj.

5. Udstraaling:

For stor Forskel mellem Kalorimetrets Middeltemperatur $\frac{t_a + t_d}{2}$ og den ydre Luft.

6. Maalefejl:

For tidlig eller for sen Drejning af Omstillingshanen. Forkert Aflæsning af Termometrene. Det forekommer hyppigt, at Temperaturen aflæses en $\frac{1}{2}^{\circ}$ for høj eller for lav, hvorfor Termometerstillingen ved Maalingens Begyndelse aflæses med en Nøjagtighed paa $\frac{1}{2}^{\circ}$.

7. Fejl ved Hjelpeapparaterne:

Termometrene, Vægten og Gasmaaleren.

8. Urolig Stilling af Varmetermometret:

Uregelmæssig Varmetilførsel eller daarlig Blanding af det opvarmede Vand som Følge af Slid paa Blandingsapparatet og for stærke Svingninger i Gastrykket.

VIII. Almindelige Forskrifter for Driften.

.....

God og renlig Behandling af Apparaterne er ubetinget nødvendigt. Som i enhver benyttet Vandkedel afsætter sig i Tidens Løb Kedelsten fra Vandet, paa de af Vandet berørte Dele, - hovedsagelig paa det indre Varmelegeme 45. Apparatets Tilsmudsning hænger nøje sammen med Vandets Beskaffenhed, og mindst een Gang om Aaret maa der foretages en grundig Rengøring af Apparatet. Forsømmes denne Rengøring, bliver den fuldstændige Udnyttelse af Forbrændingsvarmen problematisk. Apparatets Konstruktion tillader en let Adskillelse af de forskellige Dele. Det egentlige Varmelegeme 45 er forbundet med Kappen ved en stor aftagelig Flanchering.

Adskillelse og Rengøring:

1. Kalorimetret udtømmes, og Hane 26 afskrues.
2. Kappe 51 med Termometrene 10 og 11 fjernes.
3. Forskruningerne 48 ved Hane 1, 50 ved Udløb 5 og Skruer 49 løsnes.
4. Kalorimetrets Laag aftages efter Fjernelsen af de 3 Skruer.
5. Det Indre af Kalorimetret løftes ud af Kappen.
6. De 12 Flancheskruer, afskrues.
7. De to Trykskruer 52 udtrækkes. Flancheforbindelsen løsnes og Varmelegemet trækkes ud. Rensningen foretages med varmt Sodavand, alle andre Dele skal renses med en Vandstraale.

Samlingen:

1. Pakningerne for Flancheforbindelsen indsættes og fornyes, om nødvendigt.
2. Varmelegemet sættes ind i Kappen og forbindes fast med denne ved de 12 Flancheskruer.
3. Den paaskruede Inderdel fyldes med Vand, og Flancheforbindelsens Tæthed prøves.

4. I Rillen mellem de to Flancheringe lægges en Asbestsnor og den indre Beholder skydes ind i Kalorimetrets Kappe, indtil Forbrændingskammeret slutter til den forneden anbragte Rille til Kondensvandet.
5. Forskruningerne 48 og 50 forbindes igen, og Skrue 49 skrues i.
6. Laaget paasættes, Termometrene 10 og 11 indsættes, og Kappe 51 skrues paa.

Efter Paasætning af Slangeledningerne, er Apparatet driftsklar.

Almindelige Bemærkninger:

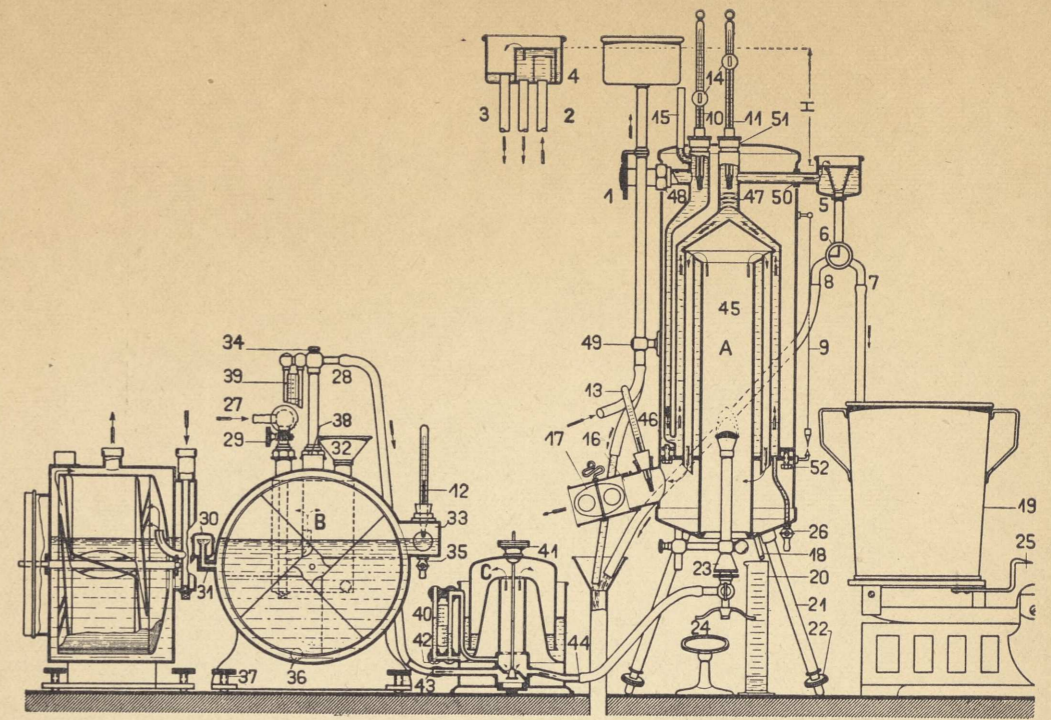
Hvis Apparatet henstaar i længere Tid uden at blive brugt, maa det grundigt aftørres og de forniklede Dele indfedtes med Urolie. Kalorimeter, Gasmaaler og Trykregulator skal tømmes, og Termometrene lægges i Træhylstrene. Ved Aftagelse af Slangerne, skal Aabningerne ved Gasmaalerne tillukkes med Papirpropper.

-----oooooooo-----

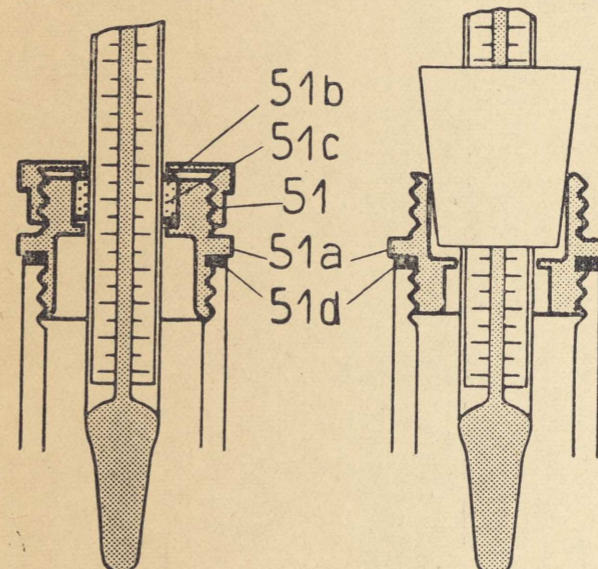
Professor Junkers automatiske Kalorimeter

.....
er bygget fuldstændig efter samme Princip ovenomtalte Haandkalorimeter, og Varmeværdibestemmelsen sker paa samme Maade ved direkte eksakt Maaling.

Forholdet $\frac{\text{Vandmængde}}{\text{Gasmængde}}$ bliver i det automatiske Kalorimeter holdt konstant ved en Sammenkobling af Vandmaaleren med Gasmaaleren, saaledes at der til een i en bestemt Tid forbrændt Gasmængde stadig svarer en bestemt gennemstrømmende Vandmængde. Varmeværdien er her altsaa kun afhængig af Størrelsen af Temperaturdifferensen mellem det kolde og varme Vand. Denne Temperaturdifferens maales ved Hjælp af et Termobatteri, der virker paa et følsomt og nøjagtigt elektrisk Maaleinstrument, hvorpaa Varmeværdien

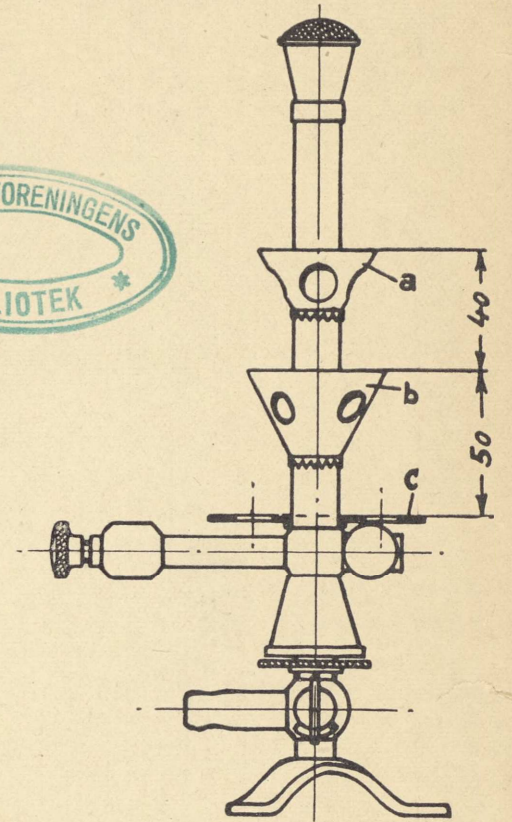


Figur 1

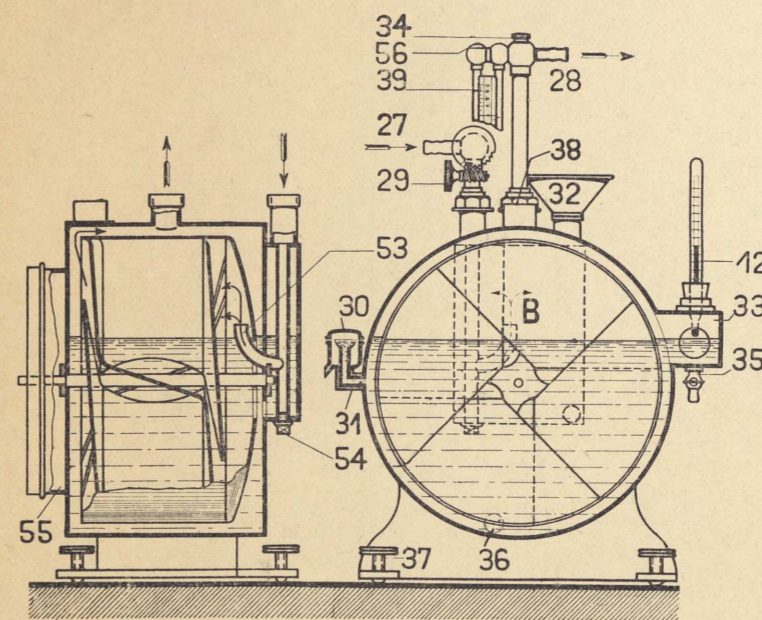


Figur 2

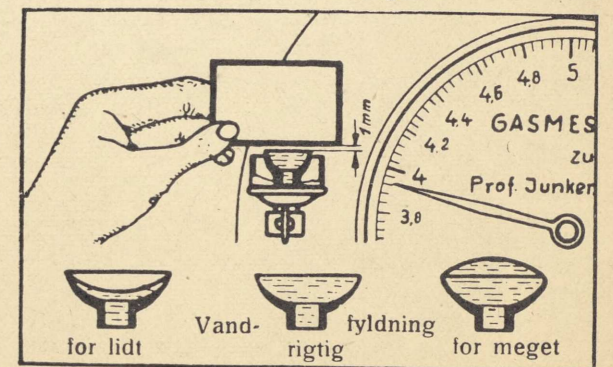
Figur 3



Figur 4



Figur 6



Figur 5

