

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*

82

Vejledning

ved

Øvelserne i Maskinlaboratoriet

Odense tekniske Skoles Maskin-Teknikum.

Odense tekniske Skole, November 1916.

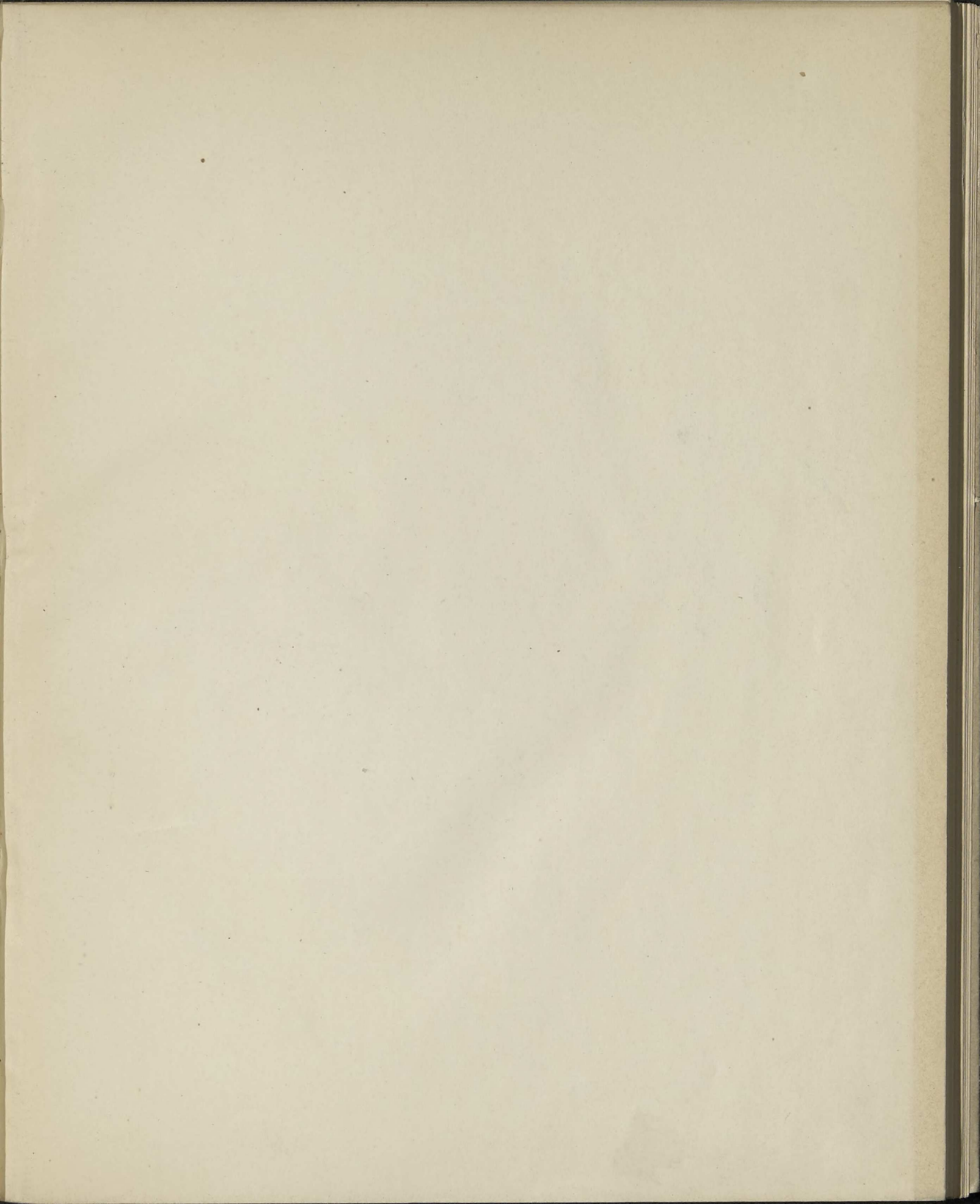


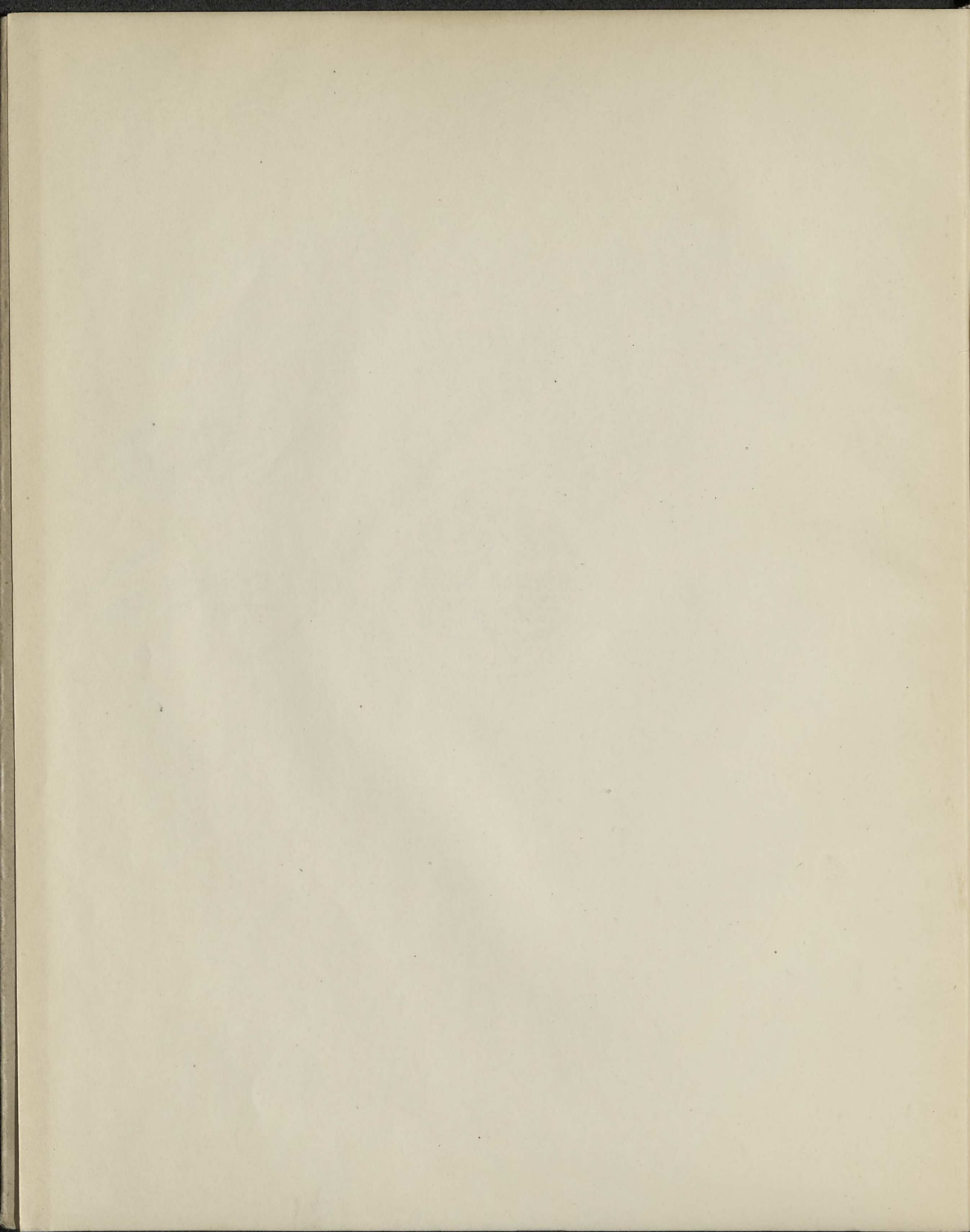
~~62~~

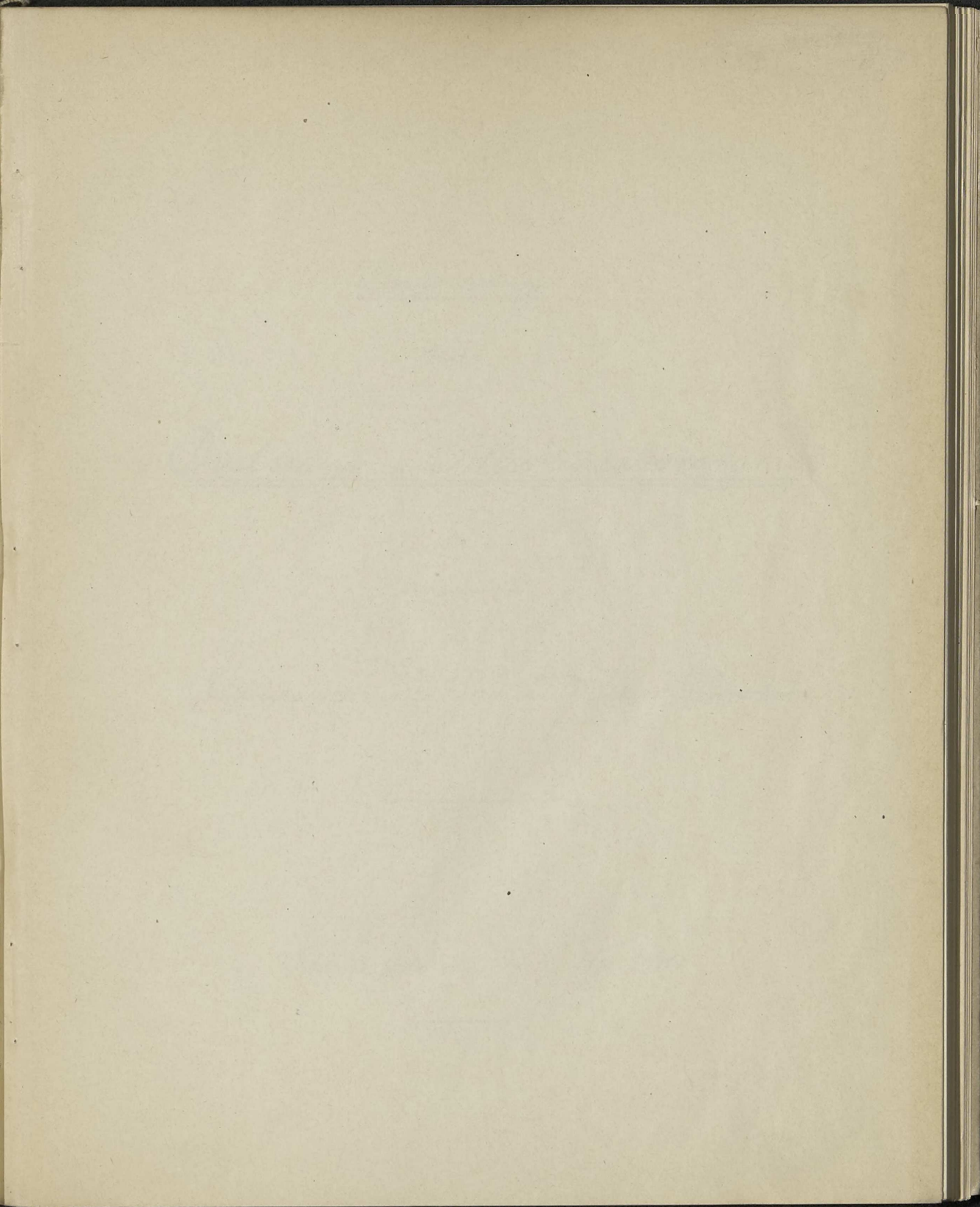
621
(072)

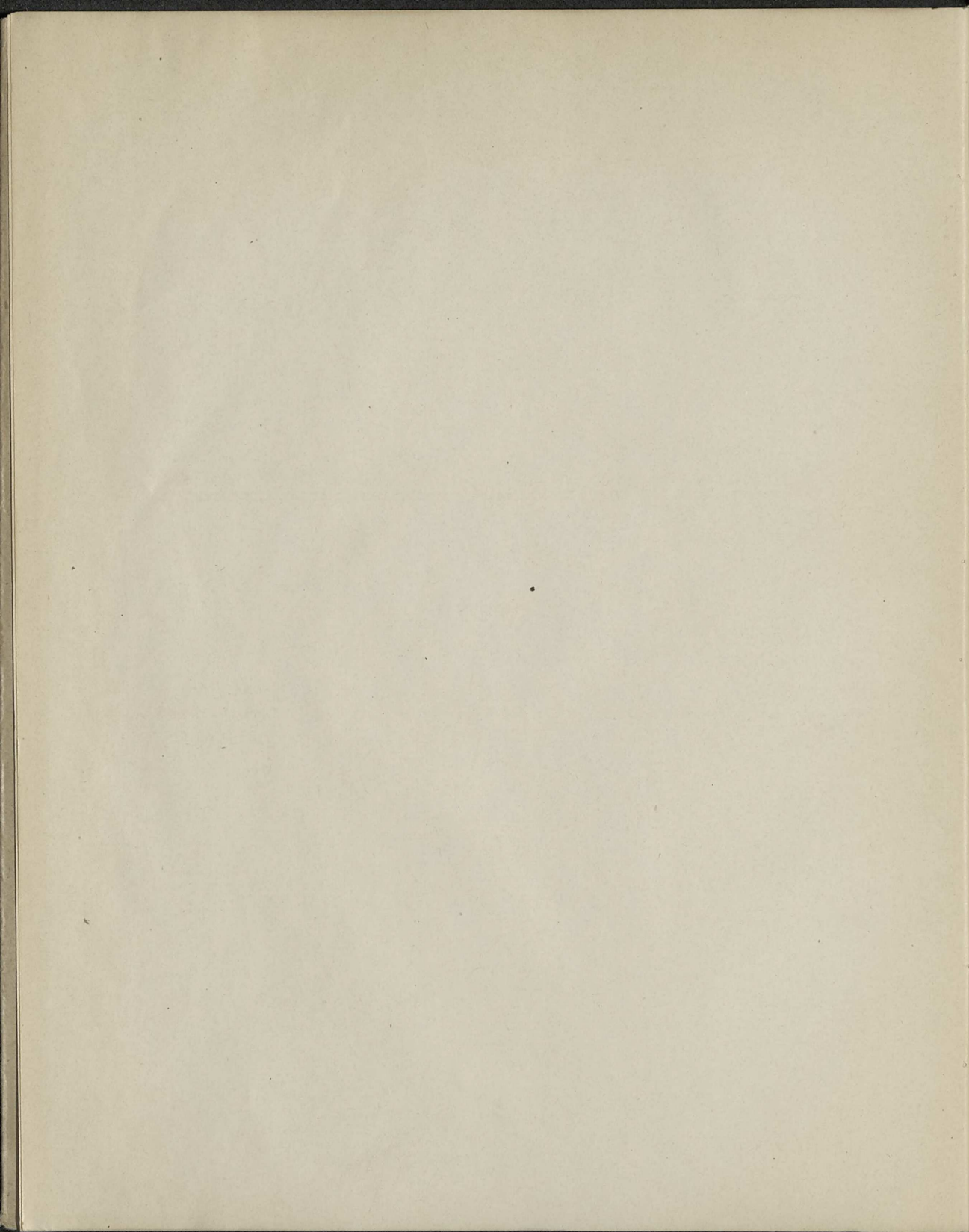


621 (072)









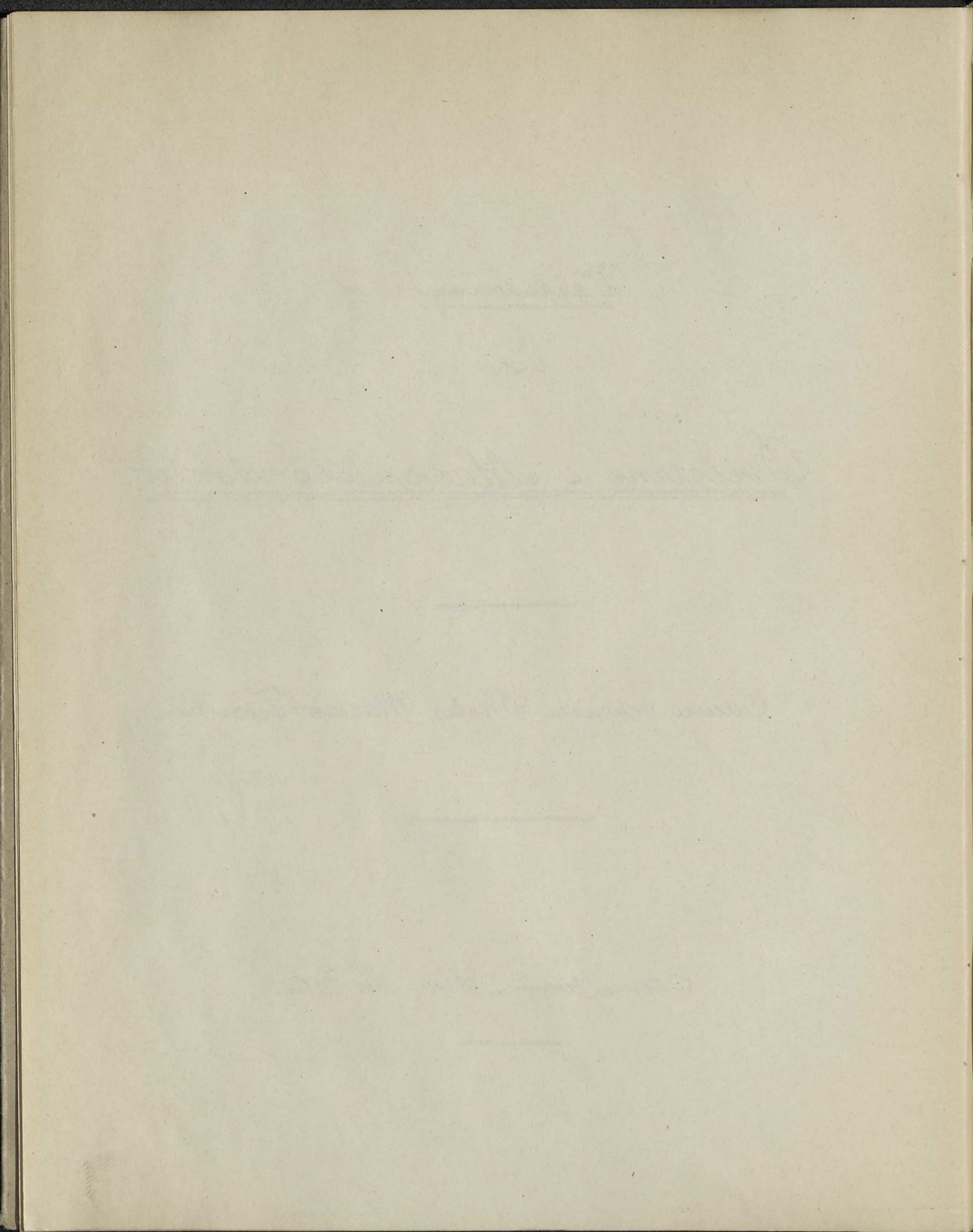
Vejledning

ved

Øvelserne i Maskinlaboratoriet.

Odense tekniske Skoles Maskin-Teknikum.

Odense tekniske Skole Nov. 1916.



Indholdsforsegnelse:

Indledning	S: 7
<u>Papire Nr. 1:</u> Skitseeringspapire I	S: 12
<u>Papire Nr. 2:</u> A: Udmaaling af et plant Areal	S: 13
B: Justering af Tachometer	S: 21.
C: Justering af Vandmaaler	S: 24.
<u>Papire Nr. 3:</u> A: Justering af Tjedenagler	S: 26
B: Kold Prøving af Indikatorspjede ...	S: 27.
<u>Papire Nr. 4:</u> Undersøgelse af en Meyer Glider	S: 31.
<u>Papire Nr. 5:</u> Skitseeringspapire II	S: 34.
<u>Papire Nr. 6:</u> A: Prøving af Mano- og Vacuum - meter	S: 35
B: Varm Prøving af Indikatorspjede ..	S: 37.
<u>Papire Nr. 7:</u> Pulser i Diagramtagning	S: 39
<u>Papire Nr. 8 & 9:</u> Kedelundersøgelse I & II.	
A: Økonomipapire	S: 42.
B: Opstilling af Varmebalance	S: 46.

Prøve Nr 10 & 11: Prøve med „Forsøgsdamp-
maskine“ I & II.

A: Økonomiprøve S: 58.

B: do samt Beregning af
H. m. m. S: 62

C: Opstilling af Varmebalance S: 65

Prøve Nr: 12: Skitse og prøve III S: 66.

Prøve Nr: 13: Prøve med Gasmaskinen.

A: Økonomiprøve S: 67.

B: Varmebalance S: 72.

Prøve Nr: 14: Forsøg m. Benzolinmotor S: 80.

Prøve Nr: 15: Forsøg med Petroleumsmotor . . S: 81.

Prøve Nr: 16: Forsøg med Dieselmotor S: 81.

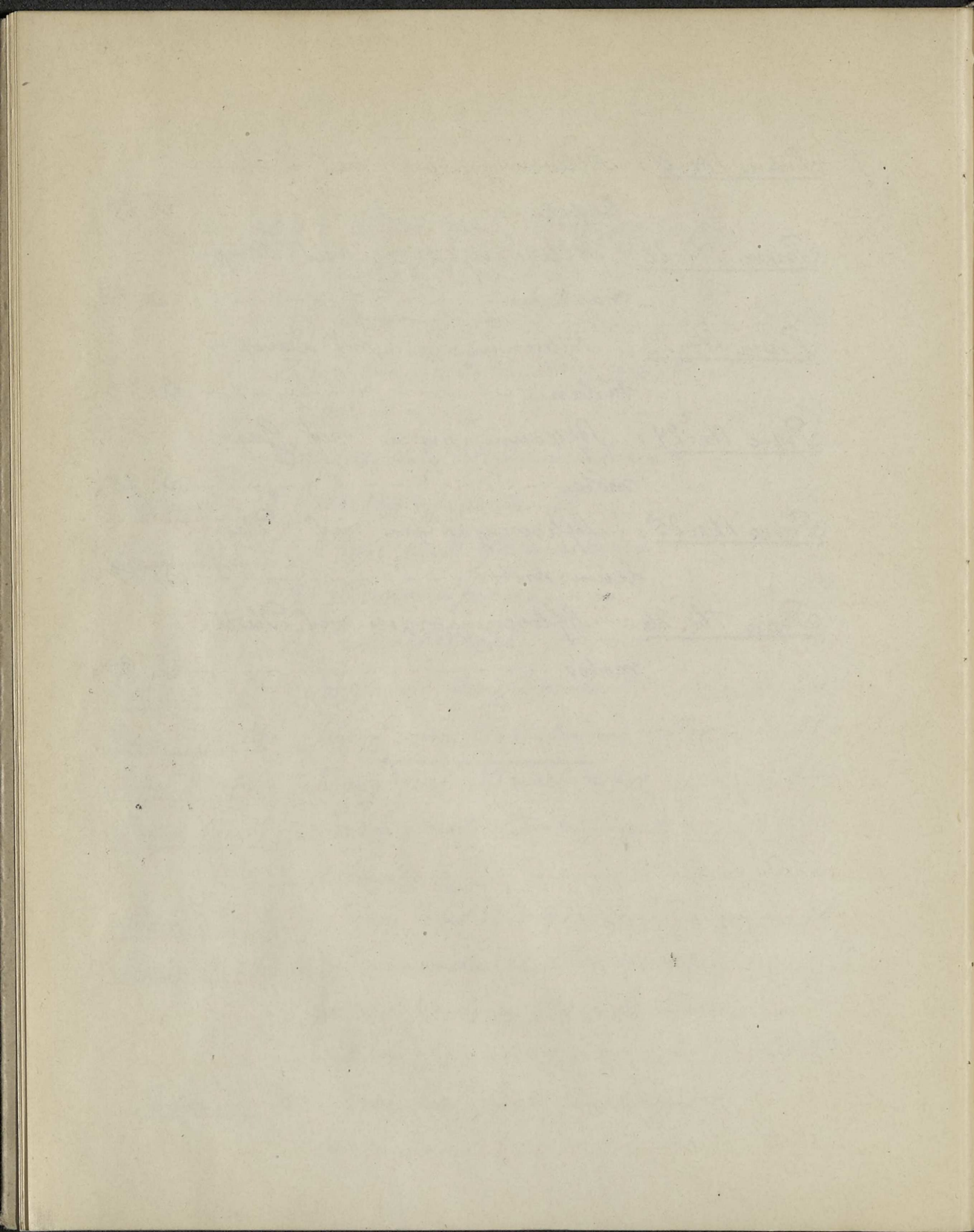
Prøve Nr: 17: Forsøg med Centrifugal -
pumper S: 82.

Prøve Nr: 18: Forsøg med Vandturbine S: 88.

Prøve Nr: 19: Bestemmelse af Brændværdien
for luftformig og flydende Brænd-
sel S: 89

Prøve Nr: 20: Forsøg med Centrifugal regu-
lator S: 94.

- Prøve Nr: 21: Afleveringsprøve med Damp-
kedel S: 96.
- Prøve Nr: 22: Afleveringsprøve med Damp-
maskine S: 97.
- Prøve Nr: 23: Afleveringsprøve med Damp-
turbine S: 98.
- Prøve Nr: 24: Afleveringsprøve med Gas-
motor S: 98.
- Prøve Nr: 25: Afleveringsprøve med Petrol-
leums motor S: 99.
- Prøve Nr: 26: Afleveringsprøve med Diesel-
motor S: 99.
-



Indledning.

A: Almindelige Bemærkninger.

Ved Preleurne i Maskinlaboratoriet er Formaalet i første Række at bringe Eleverne Kendskab til de Metoder, der i Praksis anvendes ved Undersøgelsen af Maskiner, navnlig Kraftmaskiner, og til de Appara-ter og gørige Hjælpemidler, der benyttes ved saadanne Undersøgelser. I anden Række skal Preleurne ogsaa være en Støtte for Undervisningen i Maskinlære og Maskinkonstruktion.

I Laboratoriet skal der dernæst opnaas nogen Øvel-se i kensigtsmæssig Opskrivning af Tagttabelserne og i hurtig, sikker og overstuelig Udregning af Re-sultaterne. Det maa erindres, at ved de i Praksis afholdte Maskinprøver staar der ofte store Værdier paa Spil, hvad enten det nu gælder Afløvningsprøver for Nyanlæg, Undersøgelser af eldre Anlægs Driftøko-nomi eller Afgørelser af retslige Trækker, ved hvilke det ikke sjældent falder i en Ingeniørs Lod at med-virke som Valdgifts- eller Stønsmand. Det er i alle

disse Tilfælde af Styrre-Betydning, at Resultatet af den anstillede Prøve er paalideligt, medens Hensynet til de med Prøven forbundne Udgifter først kommer i anden Række. Der bliver derfor ved Oelserne lagt stærk Vægt paa at fremkalde den kritiske Sans hos Eleverne, saaledes at de læser at se kritisk paa selve Forsøgsanordningen, paa de indvundne Tagttagelser og paa de Metoder, efter hvilke disse bearbejdes. Erfaringen viser, at denne kritiske Sans som Regel ikke paa Forhaand er særlig raagen. Det viser sig bl. a. derved, at de Fejl der hyppigst begaas ved Laboratorieprøverne, er — Regnefejl; Tagttagelsesfejl er heller ikke sjældne, imod Principfejl ikke forekommer nær saa ofte.

B: Praktiske Vink.

For at faa en vis Ensartethed og Orden i Arbejdet i Laboratoriet opstilles følgende praktiske Regler, som Eleverne maa lægge nøje Mærke til:

1: Ved Forsøg der tæller flere Deltagere, maa det erindres, at en Uagtsomhedsfejl, der begaas af en af disse, let kan ødelægge hele Forsøget saaledes, at ogsaa de andre Deltageres Arbejde er spildt.

2: De Deltagere i et Forsøg, som ikke er optaget hele Tidens af deres bestemte Opgave, anbefales det i den ledige Tid at studere og skitsere Enkelthederne i vedkommende Maskine, Apparat, Forsøgsanordning o. s. v.

3: Førinden et Forsøg begynder, modtager hver enkelt Deltager en Instruktions om sin bestemte Opgave. Naar intet andet iøjeblikkeligt bemærkes, foretages ved sammensatte Forsøg Aflesninger hvert 10^{de} Minut. Ved et saadant Forsøgs Begyndelse og Afslutning gives Forsøgslederen et Signal, ved de mellemliggende Aflesninger maa Tagtageren selv passe Tidens.

4: Efter at have modtaget Instruktions, maa Eleven straks gaa sig forholig med det Apparat, han skal behjælpes, navnlig for Manometres, Termometres og lignende med Skalaer forsynede Instrumeters Vedkommende sætte sig ind i, hvad de enkelte Inddelinger betyder.

5: Klokkeslettet noteres med Minutrum som "Exponent" ved Timestallet, f. Eks: 2⁰⁰, 3⁰⁵. Regnes ogsaa med Secunder skrives f. Eks: 2¹⁵⁻⁰⁴.

6: Skriv fremfor aet tydeligt.

7: Opdages Skrivefejl, viskes det irrigtjæ Tal ikke ud, men overstrøges, og det rette skrives ovenover.

8: Man nedskrives altid det direkte observerede Tal og udfører saa muelige Regninger bagæfter.

9: Aflæsningerne foretages med saa stor Nøjagtighed, som Inddelingernes Finhed tillader. Ved Op-
skrivning af Observationen angives Nøjagtigheden ved Decimalernes Antal. Aflæses paa et Termometer med en Nøjagtighed af $\frac{1}{10}^{\circ}$, skrives ikke f. Eks: 27 men 27,0.

10: Ogsaa af Hensyn til Sammentællingen skrives alle Tal i samme Kolonne med lige mange Decimaler; endvidere med de ensbetydende Cifre lige under hinanden.

11: Enheden angives ^{ikke} bagæfter Tallene, men over Rubrikken.

12: I Tiden mellem de enkelte Aflæsninger betragtes disse kritisk. Er der Tale om Mæling af Omdrejningstal, Rønmængde eller Vægtmængde, indregnes efterhaanden Differensen mellem paa hinanden følgende Observationer. Paafaldende Uregelmæssigheder meddeles snarest Forsøgslederen.

13: Naar Forsøget er afsluttet, udregnes for alle Kolonner, der vedrører Tryk, Temp. o. lign., Middeltal, som angives med 1 Decimal mere, end der har været anvendt ved Observationen. Ved Målinger af Omdrejninger, Rumfang og Vægtmængder udregnes det samlede Antal for hele Forsøgstiden.

14: Alle Udregninger maa foretages mindst 2 Gange uafhængig af hinanden, og isærigt maa enhver Lejlighed til Kontrol udnyttes.

C: Rapporternes Udformelse

For hver udført Prøve udarbejdes en Rapport. Til denne benyttes enten Folioark med trykt Hoved (faas hos Portneren) eller ved de stjerne Prøve trykte Skemaer, der indleveres af Forsøgslederen.

I Rapporten maa indføres følgende:

- 1: Forsøgsresultaterne oftest i Tabelform som angivet i Vejledningen eller som det trykte Skema angiver.
- 2: De fornødne Forklaringer og Udregninger saa udføreligt, som er nødvendigt for Forstaelsen.
- 3: Til Slut indkledes eventuelle Bilag (Diagrammer og lign.) eller grafiske Fremstillinger; de fastklibes

langs venstre Kant. - Kurverne tegnes paa Millimeter-papir; Koordinalakserne trækkes med sort og Maale-stokkens Inddelinger markeres, ligesom deres Beleg-nelse skrives. De Puncter, Papren har givet, markeres med en lille Cirkel.

NB: Rapporten over en udført Papre afleveres som Regel til Forsøgslederen ved den følgende Papres Begyndelse.

Det forudsættes, at Eleverne inden hver Papre gør sig nøje bekendt med Veiledningen til med-kommende Papre.

Papre Nr. 1.

Skitseeringsgørelse I.

Paa kvadrant Tegnepapir (Format 23 x 37 cm. el. 37 x 46) tegnes en Firkantskisse af en til Forsøgsdampmaski-
nen hørende Detail efter nærmere Opgivelse

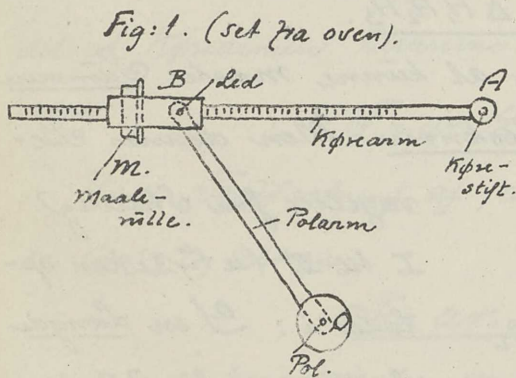
Gensigten maa oplyses i saa mange Billeder, som er nødvendigt for at kunne faa den fuldstændig be-
stemt; den tegnes i Blyant og forsiges med Maal...

Trøse Nr. 2.

A: Udmaaling af et plunt Areal.

I: Med Planimeter. De alm. brugte Konstrukti-
oner er Amslers og Coradis; begge disse findes i
Maskinlaboratoriet.

Hoveddelene i disse Planimetre er (se Fig 1): Pol-
armen OB med den faste Pol O; Køpreammen AB med
Køpestiften A, samt Maalerullen M i fast Forbindelse



med Køpreammen og vinkel-
ret paa denne. Køpream-
men og Polarm er forbundet ved
et Led B med lodret Akse.

Udmaalingen af en Fi-
gurs Areal f. Eks. et Indi-
katordiagram foregaar, idet

man fastholder Polen O og lader Køpestiften A følge
Figurens Omrids en Gang rundt. Arealet vil da være
bestemt ved den Drejning, Maalerullen samtidig har
udført.

Dette kan inses saaledes:

Drejning fra $C_2 B_2$ til $A_2 B_2$ gennem Vinklen α .

Det Areal, Kopperarmen beskriver fra Stilling I til II er nu:

$$F_1 = a \cdot x + \frac{1}{2} a^2 \cdot \alpha.$$

Kaldes Summen af de 2 Drejningsvinkler, Maalenitlen M har drejet sig ved de 2 sidde Bevægelser, for \mathcal{J} (maalt i rene Tal) og Maalenitlens Radius for r , haves:

$$r \cdot \mathcal{J} = x - b \cdot \alpha, \text{ eller: } \underline{x = r \cdot \mathcal{J} + b \cdot \alpha.}$$

Indsættes x 's Verdi i Udtrykket for F_1 faas:

$$F_1 = a(r \mathcal{J} + b \cdot \alpha) + \frac{1}{2} a^2 \cdot \alpha = a \cdot r \cdot \mathcal{J} + a(b + \frac{1}{2} a) \cdot \alpha$$

Ved Summation af (3) saadanne Arealer, faas man hele del af Kopperarmens beskrevne Areal = $\Delta A_1 A_2 A_3$ (se Fig 2) at være:

$$F = ar \cdot \sum \mathcal{J} + a(b + \frac{1}{2} a) \cdot \sum \alpha.$$

Under Forudsætning af, at Polen ligger indenfor Arealen er $\underline{\sum \alpha = 0}$; altsaa:

$$\underline{F = ar \cdot \sum \mathcal{J}.}$$

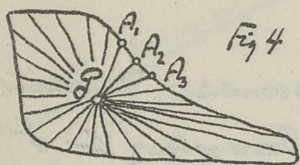
a og r kan maales en Gang for alle paa Apparatet, og idet Konstanten ar kaldes k haves:

$$\underline{F = k \cdot \sum \mathcal{J},}$$

hvad der netop skulde bevises.

Nu kan imidlertid Akrost Areal deles i Trekkanter med et fælles Toppunkt P indenfor Arealens Omrids.

(se Fig 4). For med Planimetret at maale hele Arealet k n-
de man altsaa f rst beregne K restiflens omkring den f rste
af disse Trekkanter (PA_1A_2P), dernest



omkring den anden (PA_2A_3P) o. s. v.
Herved gennemlobes imidlertid Siderne
 $PA_1, PA_2, PA_3 \dots$ to Gange i modsat

Retning, og Maalenillens Drejning bliver derfor den sam-
me som ved k n at f lge Arealets Omrids. Enhver Figurs
Areal kan derfor skrives som ovenfor:

$$F = k. E \delta,$$

idelt man bestemmer hele den Drejning $E \delta$, Maalenillens
gpr, naar man f rer K restiflens en Gang r ndt langs
Omridset.

$E \delta$ maales  vrigt ikke direkte som en Vinkel, men
man maaler, hvor mange Omdrejninger Maalenillen gpr.
Dennes Omkred er delt i 100 Dele, og t k op ti Inddelinger
ligger en fast Noni s, saaledes at T sindedele af en Om-
drejning kan afl ses her. Det hele Antal Omdrejninger
afl ses paa en T lleskive, der ved Snikken og Snikketj l
drujer sig 1 Gang r ndt, medens Maalenillen drujer sig 10
Gange. Skivens Kant har 10 Delestreger, der passerer forbi
et fast Merke.

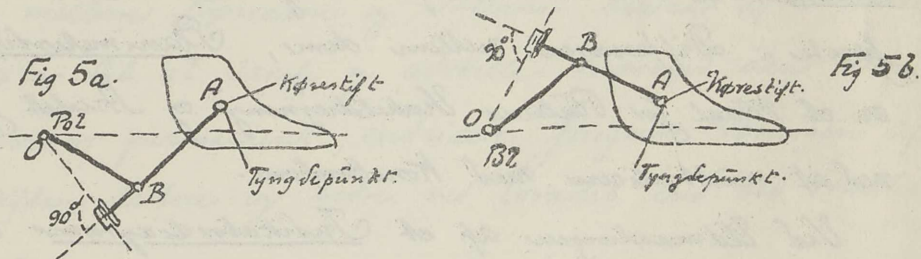
K restarmens L ngde kan for ndres, hvorved jo ogsaa

Konstantens Værdi forandres. For Amstels Planimeter findes sammenhørende Værdier paaslemplet Kørarmen; ved Ca-
radius maa den til Apparatet hørende Tabel benyttes.

Vil man nu udmaale en Figurs Areal, indstilles Kørarmen ved Forshyning i sit Hjulster paa det rette Maaske (afhængig af Maalestoksforholdet). Det Papir, hvorpaa Figuren er optegnet fastgøres paa en vandret, jævn Flade, og Planimetret opstilles med Palen udenfor Figuren.

Ved Opstillingen maa iagttages:

1) at Nøjagtigheden bliver størst, naar Palen anbringes saaledes, at den ligger dels i Figurens skæreste Udstræk-



ning, dels i Maalemållens Plan, naar Kørstiften staar om-
trunk i Aarets Tyngepunkt (se Fig 5a og 5b);

2) at Kørstiften skal kunne følge Figurens Omrids, uden
at Maalemållen hindres i at drøje sig frit.

Paa Figurens Omrids afmærkes et Punkt skarpt ved
en lille Trænstrøg, Kørstiften anbringes i Punktet, og der
tages en Aflesning, dels paa Talluskiven (det mindste af-
de Tal, mellem hvilke den fæste Strøg staar, opmales)

dels ved Hjælp af Norrius, hvis Nilskejs Silling giver Hundrededele af en Omdeining, medens Tjundredelene angives af den Streg paa Norrien, der staar lige ud for en Streg paa Püllens Omkred. Der aflæses paa denne Maade ialt 4 Cifre, der opskrives i den angivne Orden og tilsammen betragtes som et helt Tal (altsaa intet komma!), idet Konstantens Værdier er afpassede hereffter.

Nu lader man Kjørestiften følge Figurens Omrids en Gang rundt til Udgangspunktet og tager atter en Aflesning; er man gaaet rundt i samme Retning som Utværsom, vil den sidste Aflesning være større end den første. Differensen mellem dem, Planimetersifferensen, er et Maal for Püllens Vinkeldeining og Arealet faas om ved at multiplicere med Konstanten.

Ved Udmaalingen af et Indikatordiagram er det som Regel ikke Diagrammets Areal, men dets Middel-højde, der har Interesse. Den kan naturligvis faas ved at dividere Arealet med Diagrammets Længde, men den kan ogsaa faas mere direkte. Paa Amstørs Polarplanimeter findes der saaledes to opadvendende Spidser, den ene paa Kjørearmen, den anden paa dennes Stykker. Afstanden mellem Spidserne er altid lig med Kjørearmens Længde fra Kjørestiften til Stykset. Ved at

rende Planimetret med de 2 Spider nedad, kan man indstille Afstanden mellem dem til at være lig med Diagramlængden, og Diagrammets Middelhøjde faas da i mm ved at multiplicere Planimeterdifferensen med 0,06.

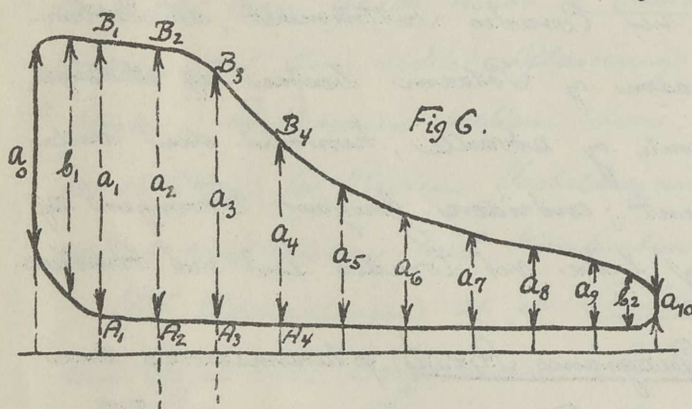
Denne Fremgangsmaade er navnlig fordelagtig, naar man skal udmaale et stort Antal Diagrammer af samme Længde.

Ogsaa ved Coradis Kompensationsplanimeter kan Middelhøjden findes ved at indstille paa Diagramlængden og multiplicere Planimeterdiff. med 0,06. Iøvrigt er det den Fordel ved Coradis Instrument, at Forbindelsen mellem Kjørcarm og Polarm består af et Kugleled og er let at samle og adskille, hvormed den ved Amstels er permanent; endvidere foregaar Føringen af Kjørestiften lettere og bedre ved Coradis end ved Amstels.

Det foretagne Diagrams Areal planimetreeres som angivet ovenfor. Enhvert Diagram bør opmaales 2 Gange. Afviger de to Planimeterdiff. mere end ca: 1% fra hinanden, fortsættes, indtil dette ikke længere er Tilfældet. De to rigtige Differenser nedskrives og Middeltallet udregnes. Fig 5a og 5b (S: 17) viser, at man for den heldigste Stilling af Polen O kan anbringe Planimetret i 2 symmetriske Stillinge. Den ene Udmaaling foretages nu med

Planimetriet i Stilling 5a, den anden med det i Stilling 5b; herved opnaas, at en Fejl i Resultaterne hidrørende fra, at Rullens Plan ikke er nøjagtig vinkelret paa Kjørsarmen, vil forsvinde i Middeltallet.

II: Udmaaling ved Hjælp af Middelloordinaten. (se Borchs Maskinl. I S. 472). Diagrammets Længde deles i 10 ligestore Dele. I Delings- og Endepunkterne oprettes Linier vinkelret paa Værlinien til Skæring med Diagrammet



(Fig. 6). Ved Enderne, hvor Ordinaternes Længde er mest variabel, ligger indlagte Mellemordinater som b_1 og b_2 . Samtlige Ordinaters

Længde udmæles og Middelloordinaten a_m faas nu af:

$$a_m = \frac{\frac{1}{2}a_0 + \frac{1}{2}b_1 + \frac{2}{4}a_1 + (a_2 + a_3 + \dots + a_8) + \frac{2}{4}a_9 + \frac{1}{2}b_2 + \frac{1}{2}a_{10}}{10}$$

Summen $(a_2 + a_3 + \dots + a_8)$ kan lettest findes under et, idt man først tager a_2 i Passeren, sætter det ene Passerben i A_3 og det andet nedligger i Følg med a_3 og flytter Passerbenet fra A_3 til B_3 . Passeraabningen indeholder nu $(a_2 + a_3)$,

og man fortsætter paa samme Maade indtil a_9 .

Multipliseres A_m med Diagramlængden, faas Arealet.

I Rapporten indføres Resultaterne saaledes:

I:

Planimeteraflesningen: $\left\{ \begin{array}{l} \text{-----} \\ \text{-----} \\ \text{-----} \end{array} \right\}$; Differenser: $\left\{ \begin{array}{l} \text{-----} \\ \text{-----} \end{array} \right\} \frac{\text{-----}}{\text{(Middeltal.)}}$

Diagrammets Areal: ----- cm^2

II: Middelmålnal $A_m = \frac{\frac{1}{4}a_0 + \frac{1}{2}b_1 + \frac{3}{4}a_1 + (a_2 + \dots + a_8) + \frac{3}{4}a_9 + \frac{1}{2}b_2 + \frac{1}{4}a_0}{10} = \dots \text{cm.}$

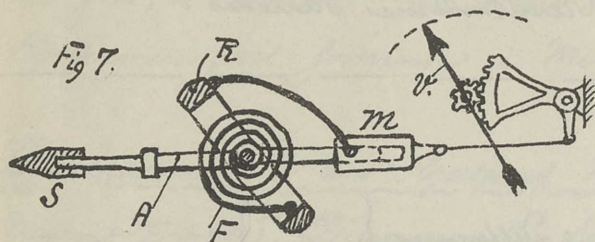
Diagrammets Længde: $l = \dots \text{cm.}$

Diagrammets Areal: $l \cdot A_m = \dots \text{cm}^2$

B: Jæstoring af Tachometer.

Et Tachometer er et Apparat, der direkte viser en Aksels Omdrejningstal pr. Min. Apparatet er skematisk vist i Fig. 7. En flad Ring T er anbragt drejelig paa en Aksel A , der paa den ene Ende er forsynet med en Trekantspids S , som sættes ind i et Kiprønpunkt i

Enden af den Skælv, hvis Omdrejningstal skal bestemmes, hvorved A tages med rindst. Centrifugalkraften vil vi søge at stille R vinkelret paa Akseu, men



dette modvirkes af Fjederen F , og R vil da komme i Ligevægt i en bestemt skraa Stilling, der afhænger af Omdrejningstallet. Ringens Udsving gives tydelig derved, at den er hængslet til en forskydelig Muffe M , der igennem en drejelig Tautræ bevæger Viseren V . Apparatet inddeles empirisk. - I Reglen er Akseu A gennem Tautræet i Forbindelse med andre Akser, hvorved forskellige Uvækslingsforhold kan opnåes saaledes, at App. kan benyttes til højst forskellige Omdrejningstal.

Justeringen af et saadant Tachometer foretages ved, at man aflæser det Stand og samtidig bestemmer Omdrejningstallet i en given Tid med Hjælp af et Faldapparat. - Den ene Deltager sætter Faldapparatet igang samtidig med et Stopur og holder det gaende i 5 Min.; i Løbet af den Tid aflæser den anden Deltager Tachometret hvert $\frac{1}{4}$ Minut, idet den 1' Deltager hver Gang giver Tegn til Aflæsning. Middel-

tallet af de aflæste Omdrejningstal skal da svare til det tælle Antal Omdrejninger divideret med 5.

Det forelagte Tachometer justeres for 5 forskellige Omdrejningstal; som Motor benyttes en Elektromotor, hvis Omdrejningstal kan reguleres inden for vide Grænser.

Resultaterne opskrives saaledes:

Justerings af Tachometer fra

Maalegrænserne: { ---

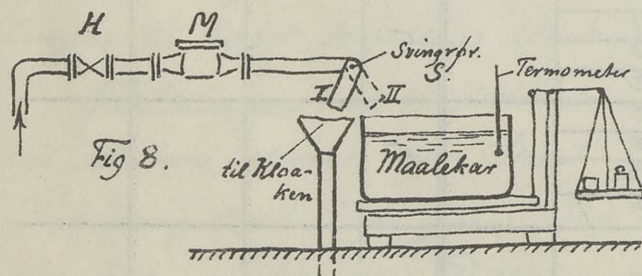
Prop- rius Nr.	Aflæsninger paa Tachometeret.					Middelt. af Aflæs- ninger = Omdr. pr Min	Prop- rius Væng- ted. Min.	Del paa Tælleapp. maalte Antal Omdr.	Del sande Omdr.-tal pr. Min.	Korrekt- ion %
	1)	2)	3)	4)	5)					
1	1)	2)	3)	4)	5)		5			
	2)	3)	4)	5)	6)					
	3)	4)	5)	6)	7)					
	4)	5)	6)	7)	8)					
2	1)	2)	3)	4)	5)		5			
	2)	3)	4)	5)	6)					
	3)	4)	5)	6)	7)					
	4)	5)	6)	7)	8)					

Korrektionen. Fortegn (+ eller -) bestemmes saaledes, at den adderet til Tachometerets Udsving giver det sande Omdrejningstal.

C. Justerings af Vandmaaler.

De hyppigst brugte Vandmaalere er roterende Maalere, der er indrettede som en lille Turbine belastet med et Fallerark og med sine Egenmodstande. Jo mere Vand, der er løbet gennem Maaleren, des flere Omdrejninger har Fallerarket gjort, saaledes at man paa Fallerarket direkte kan aflæse Vandmængden. Maalerens Paalidelighed er ikke ens ved alle Vandhastigheder, og der findes en vis Minimumshastighed af det gennemstrømmende Vand for overhovedet at faa den i Gang.

Justeringen foretages ved at veje det Vand, der løber igennem den, idet man passer at holde Vand-



hastigheden konstant under hver Del af Forsøget. Der benyttes den i Fig. 8 viste For-

søgsanordning. Man aabner passende for Hanen H, der er anbragt foran Maaleren M, og lader Vandet løbe gennem Svingepv. S. ind i Kloakeren (Stilling I). I det Øjeblik Maalerens mest hurtiggaaende Viser passerer

Nüelstregen, sætter den ene Deltager et Stoppeübr i Gang samtidig med, at han giver Signal til den anden, der i samme Øjeblik drejer Springrøret hen over Maalekarret (Stilling II Fig. 8.). Naar der er løbet 50 Liter gennem Maaleren, standses Stoppeübr, der gives altesignal, og Springrøret svinges hurtigt tilbage over Kloaken. Vandet i Maalekarret vejes, idet dette, som Fig. 8. viser, under hele Proben er opstillet paa en Decimalvægt, (hvis Paalidelighed er undersøgt for Proben). Det er bekræftet her som i alle lignende Tilfælde ikke ligeform at veje Maalekarret tomt, men at udligne dets Vægt (aftarere det) ved Hjælp af Nagl. — Efter at Vandet er afvæjet, udstoppes dette gennem Bændventilen, og Forsøget gentages for en anden Vandhastighed.

Talt undersøges Maaleren for 3 forskellige Vandhastigheder. Den omvendte Verdi af disse Hastigheder i Røret kan beregnes efter Probens Vanighed (afleses paa Stoppeübr), det maatte Rømlang Vand samt Rørets Lysningsareal.

Da Vandet forandrer Rømlang med Temperaturen, bpr denne afleses, og det paa Maaleren afleste Rømlang reduceres til Rømlang af Vand ved 4° Cel.

Resultaterne opskrives saaledes:

Prøvens Nr.	Prøvens Vægt Sek:	Ombentlig Vandhastigh. m/Sek.	Afløst Røm- fang paa m. alen Liter.	Vandets Temp. ° Cel.	Rømfang reduceret til Vand af 4° Liter	Afvæjet Vandmæng- de kg:	Korrekt- tion i Liter.	Korrekt- tion i %.
1.								
2.								
:								

Korrektionens Fortegn bestemmes saaledes, at denne adderet til det Rømfang, Maaleren viser, giver den virkelige Vandmængde.

Prøve Nr. 3.

A: Justerings af Fjedervægte.

Den forelagte Fjedervægt ophænges og belastes efterhaanden med Lødder fra 0,5 kg. og opetter med Spring paa 0,5 kg., indtil den Maximumbelastning; Vægten er bestemt for. For hvert nyt paalagt Lød sættes Vægten lidt i Springning for saa vidt muligt at ophæve Friktion og lignende.

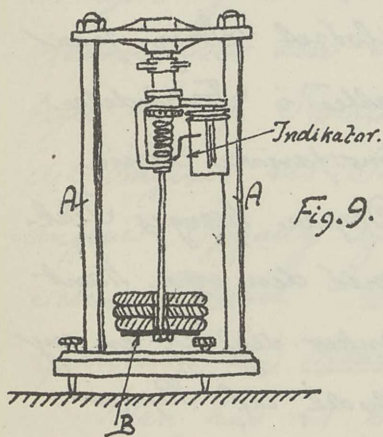
Resultaterne opskrives som angivet paa næste Side. Korrektionens Fortegn vælges saaledes, at den adderet til

det, Fjedorvaglen viste, giver den sande Vægt.

Belastning kg:	Fjedervagten viste kg:	Korrektion. kg:

B: Kold Prøvning af Indikatorfjedere.

Denne Prøvning foretages ved Belastning med jyskende Vægte (varm Prøvning se: Papir Nr. 6. B). Der hænges hertil det i Fig. 9 viste Apparat. To Spjiler A bærer foroven et Træskykko, hvori findes et Rør med udvendig Gevind. Herpaa kan Indikatorstenen i omvendt Stilling og dens Fjeder kan belastes med Lodder, der lægges paa en Plattform B, som ophænges i Indikatorstens Skempelstang. Det Lod, der lægges først paa, har en lidt mindre Vægt end de øvrige, nemlig saa meget mindre som, hvad der svarer til Vægten af Plattformen og dennes Stang m.m. Dette Lod kendes paa, at kanten



er malet rød. - Loddernes Vægt er affasset saaledes, at den Forsælgelse i Fjederens Spænding, der fremkommer ved Anbringelsen af eet Lod, er den samme som den, der vilde komme, hvis Trykkel paa Stemplets Underside voksede med $1 \frac{kg}{cm^2}$ (1 at). Vægten af Lodderne maa altsaa være affasset efter Stemplets Diameter.

Justeringen af en alm. Indikatorfjeder foretages nu paa følgende Maade. Først indstilles Apparatets Søjler nøjagtig lodret (ved Hjælp af Stillekærerne og en Libelle); derefter skrives Indikatoren paa, Fjederen sættes i, efter at dens „nominelle“ (paastemplet) Maalestok og den største Belastning, den kan bære, er opnoteret. Paa Indikatorbromlen anbringes et Stykke Papir, som i Forevejen er inddeelt i 2 Dele ved en lodret Streg paa Midten. I den Indikatorstempel sættes i Forbindelse med Platformen B, trækkes den atmosfæriske Linie over den ene Halvdel af Papiret. Derpaa hænges Platformen paa Plads, det første Lod med den røde Kant lægges paa, hvorved Skrivestiften sænker sig og en ny Linie trækkes over den samme Halvdel af Papiret. Saaledes fortsættes til Maximalbelastningen er naaet, hvorefter Lodderne aftages et efter et, idet man for

hvert Lod, der aftages, trækker en Linie paa den Halvdel af Papiret, der ikke blev benyttet under Opgangen. Det vil da ofte vise sig, at de tre samme Belastning svarende Linier ligger i forskjellig Højde under Opgang og Nedgang paa Grund af "Dødgang" og Friktion; denne søger man især at modvirke ved at banke paa Indikatoren med en Tishammer, inden man trækker Stregen. Paalægning og Aftagning af Lodder maa foretages med Forsigtighed, saa at Fjederen ikke kommer i Springinger, da man i modsat Fald ikke kan regne, at den ene Side af Diagrammet svarer til stigende, den anden til faldende Tryk. - Samtidig med at det sidste Lod fjernes, adskilles Forbindelsen mellem Stangen og Indikatoren og den atmosfæriske Linie trækkes over den anden Halvdel af Papiret. Dette tages nu af Fromlen, den atm. Linie mærkes straks, det angives ved Pile, hvilken Halvdel af Papiret, der angiver Opgang og Nedgang, og endelig skrives paa selve Papiret Fjederens Nummer, den nominelle (paastemplet) Maalestok.

Man har nu et justeringsdiagram d. v. s. et System af parallelle Linier, hvis Afstand overalt vilde være den samme, nemlig den, der angives ved Fjeder-

rens nominelle (paastempler) Maalestoks forhold, saapremt Fjederen var fuldstændig rigtig. Dette er dog i Reglen ikke Tilfældet, og Afstanden mellem Linierne vil da afvige noget herfra. Er den konstant, f. Eks: 7,2 mm ved en 7^{mm} Fjeder, saa er Fjederen proportional, og man behøver blot ved Udregningen af Middelhøjhed af et Diagram at regne med 7,2 i St. f. med 7. - Er Afstanden ikke konstant, hvad der i Reglen vil være Tilfældet, kan man udregne en "praktisk Middelmalestok", saaledes som angivet nedenfor; der er her angivet 3 forskellige Maader til Bestemmelse af denne Middelmalestok; den 3' Metode er maaske den almindeligst anvendte (smgl. ogsaa isvigh. under Pr. Nr: 6. B.).

Resultaterne skrives saaledes:

Kold Prøving af Indikatorfjeder: { Nr:
Nominal Maalestok:

Paalagte Vægte kg/cm ²	Skrivestilfelses Af- stand fra alm. Linie m.m.:	Forholdet: Skrivestilfelsesåbning Totalbelastning	Afstanden mellem to paa hinanden følgende linier i Diagrammet. m.m.:
$p_1 = \dots$	$h_1 = \dots$	$h_1 : p_1 = \dots$	$h_2 - h_1 = \dots$
$p_2 = \dots$	$h_2 = \dots$	$h_2 : p_2 = \dots$	$h_3 - h_2 = \dots$
$p_3 = \dots$	$h_3 = \dots$	$h_3 : p_3 = \dots$	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
Sum A =	Sum B =	Sum C =	Sum D =

Den praktiske Middelmaalestok

$$\left. \begin{array}{l} 1' \text{ Metode: } \frac{\text{Summen B}}{\text{Summen A}} = \text{-----} \\ 2' \text{ Metode: } \frac{\text{Summen C}}{\text{Antal af Børster } \frac{1}{p}} = \text{-----} \\ 3' \text{ Metode: } \frac{\text{Summen D}}{\text{Antallet af Diff.}} = \text{-----} \end{array} \right\}$$

Det bemærkes, at Størrelserne h_1, h_2, \dots skal være Middeltallene af de Højder, der maales paa fjusteringsdiagrammet for stigende og aftagende Belastninger.

I Rapporten indskræbes fjusteringsdiagrammet.

Prøve Nr. 4.

Undersøgelse af en Meyer's Glider.

Forsøgsdampmaskinen er forsynet med en Meyer-Skyring, og det er denne der undersøges for at give Eleverne Lejlighed til at tegne og benytte et Leüners-Diagram og et Glideraabningsdiagram. Ang. disse Diagrammer henvises til Borchs Maskiner: I S: 301-12 og S: 316; det forudsættes, at disse Afsnit er læst igennem inden Undersøgelsen.

Dækslet paa Dampmaskinens Gliderkasse aftages saaledes, at Gliderne bliver synlige. Idet vi Maskinen drøjes med Haandkraft, foretages en nøjagtig Opmaaling af de Stykker, man faar Brug for, nemlig:

L = Plejlstangens Længde.

R = Knæmtradien.

r = Hovedgliderens Ekscentricitet.

r_0 = Ekspansionsgliderens Ekscentricitet

ϑ = Hovedgliderens Forspringsvinkel

ϑ_0 = Ekspansionsgliderens Forspringsvinkel

a = Dampportens Bredde i Cylinderspejlet

a_0 = Dampportens Bredde i Hovedglideren

l = Dampportens Længde

l_t = Den ydre Dækning i Top (Topyderlap)

l_b = Den ydre Dækning i Bænd (Bændyderlap)

i_t = Den indre Dækning i Top (Topinderlap).

i_b = Den indre Dækning i Bænd (Bændinderlap)

Lapperne maales først efter at Hovedglideren er indstillet saaledes, at $l_t = l_b$, hvorved ogsaa de ydre lineære Forspring i Top og Bænd bliver ligestore.

Før at kunne iagttage den indlydendes Stilling af Hovedgliderens afskarvende Kanter og Dampportene i Cylinders-

spejlet, selv naar Glideren ligger paa Spejlet, er Gliderens Kanten projiceret ud paa dens Bagside og her mærket ved Mejselhug, ligesom Dampportens Kanten er projiceret ned paa Styrelisten for Glideren og her afmærket.

Efter Opmaalingen indtegnes i en Rapport et Leüner Diagram, idet der tages Hensyn til Plejlstangens skraa Stillinger ved Hjælp af Brix-Diagram (Mask. I. S. 307). I Diagrammet indlægges de krümtapsstillinger, der svarer til Indstrømningens, Afstrømningens og Kompressionens Begyndelse baade for Top og Bænd og de forskellige Perioder udmaales i % af Slaget. Det er da bekvæmest at vælge Slaglængden til 200 mm, og tegne Gliderinklerne i Maalestok 2:1.

Endvidere undersøges Expansionsglideren. Klokkerne indstilles til at give en vis Fyldningsgrad (f. Eks. 25%); saa vist muligt ens i Top og Bænd. I Gliderdiagrammet indlægges de til Expansionens Begyndelse svarende Krümtapsstillinger. Saavel paa Diagrammet som paa Maskinen undersøges Mågheden for Indstrømning i Uvide. - Største og mindste Fyldning findes.

I samme Rapport tegnes endvidere et Glideraab-

ningsdiagram for begge Cylinderender i samme Maalestok (2:1) som Teüner-Diagrammet og lodret under dette. Halvellipsen konstrueres for en Damp-hastighed paa 60 m/sek og et Omdrejningstal paa 120 pr. Min.

I Rapporten opskrives de opmaalte Størrelser samt Beregningen af Halvellipsens Halvakse.

Efter at Teüner-Diagrammet er konstrueret, sammenlignes de paa dette maalte Forhold (ydre og indre line-ort Forspring, Fyldningsgrad, Kompressionsgrad, baade i Top og Bænd) med de virtuelle Verdier af disse Forhold. Disse sidste er fundne under Papren, idet Maskinen drejes og Glidernes Stilling i Forhold til Spejlet iagttages ved Hjælp af Markterne; Stempel-Stillingerne aflæses paa den paa Rundslyringen indgravede Skala. Ogsaa disse paa Maskinen dannede maalte Forhold indskrives i Rapporten.

Papre Nr. 5.

Skitseningspulser II.

Se desangaaende under Papre N. 1.

Prøve Nr. 6.

A. Prøvelse af Mano- og Vacuüm metre.

Det dertil benyttede Apparat er vist i Fig 10. Det består af en Støbejerns beholder A, hvori spores et Rør fra Dampkedlen og et fra Kondensatoren. Begge Rørene er forsynet med

Ventiler, og ved passende Indstilling af disse er man istand til at fremstaafe et hvilket som helst Tryk imellem Kæbeltrykket og

Kondensatortrykket og holde dette Tryk konstant saa længe, som er nødvendigt for at foretage en Aflesning.

Det Manometer, der vi skal justeres, stemples paa en af de øverste Stænder og Kontrolmanometeret paa den anden ved Siden af. Den ene af de to Deltagere passer Dampventilen samt det App., der skal justeres, medens den anden iagttager Kontrolmanometeret og noterer dets Stand, i det Øjeblik et Signal fra den første Deltager angiver, at Viseren paa det alm. Manometer passer en Delestreg. — Der tages 2 Sæt Aflesninger dels for stigende

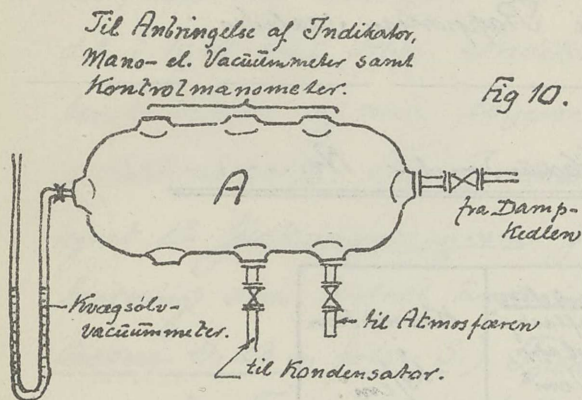


Fig 10.

og dels for faldende Tryk, og det bankes stadig lempeligt paa begge Apparater for at opheve eventuel Friktion.

Paa ganske lignende Maade prøves et Vacuummeter, idet der nu som kontrolinstrument anvendes et Vægt-sølvvacuummeter (se Fig 10).

Resultaterne opskrives i Rapporten saaledes:

Prøvelse af Mano(Vacuum)meter Nr.

Apparatets vægte kg/cm ²	Det virkelige Tryk aflæst på Kontrolapp. kg/cm ²	Korrektion i kg/cm ² .
0,5		
1,0		
1,5		
⋮		

De Tal, der indføres i 2' Rubrik er Middeltal af dem, der faas for voksende og aftagende Tryk.

Korrektionens Følgende angives saaledes, at den adderet til Apparatets Udslag giver det sande Tryk.

B: Varm Prøvning af Indikatorfjeder.

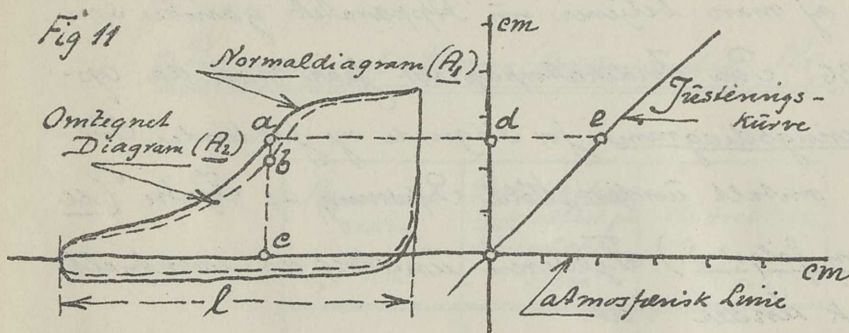
Da en Indikatorfjeders Spænding er noget afhængig af Temperaturen, kan det navnlig ved indvendigt liggende Fjeder være nødvendigt at justere den ved den Temperatur, den ved Brøgen bliver udsat for. Hertil benyttes det i Fig. 10 viste App. Indikatoren skænes paa Manometerets Plads og man beljener om Apparatet ganske som omtalt S. 35-36. Paa Indikatorpapiret faar man da optegnet et justeringsdiagram for stigende og faldende Belastning som omtalt under „Hold Prøvning af Fjeder“ (se desang. S. 28 og følgn S.). Fjederen undersøges eventuelt ogsaa for Tryk under 1 at.

Ved Hjælp af dette justeringsdiagram kunde man udregne en praktisk Middelmålestok for Fjederen som angivet S. 29-30.; her skal imidlertid benyttes en anden Metode, der anvendes ved særlig nøjagtige Undersøgelser:

Man tegner paa Millimeterpapir en justeringskurve for Fjederen; denne Kurves Abscisse er de Stykker, Skæne-
Stiftene vilde have løffet sig, hvis Fjederen havde svaret nøjagtig til den paastemplede, nominelle, Målestok, og Ordinaterne er de Stykker, den virkelig har løffet sig maalt ud fra den atmosfæriske Linie. Ordinaterne tages som

Middeltal af de Højder, der maales paa Justeringsdiagrammet for stigende og aftagende Belastning.

Ved Hjælp af denne Justeringskurve omtegnes nu et Normaldiagram, taget med vedkommende Fjeder (Normaldiagrammet gaar udleveret!); denne Omtegning foretages lettest, idet man tegner både Normaldiagrammet og Justeringsdiagrammet over paa ét Stykke Kalkispapir



med de atmosfæriske Linier faldende sammen (se Fig 11); (Efter Springen tilbageleveres Normaldiagrammet).

Gaar man nu ud fra et Punkt a paa Diagrammet findes det dertil svarende Punkt b i det omtegnede Diagram ved at afsætte $cb = de$. Paa denne Maade findes let et passende Antal Punkter af det omtegnede Diagram, og dette træffes op med regl.

Arealet A_1 af det forelygte Diagram svarer nu til den søjle Middelmalestok ($1ab = \text{E mm}$) i samme forhold som Arealet A_2 af det omtegnede Diagram svarer til Fjederens nominelle (paastempled) Malestok ($1ab = k \text{ mm}$). Kaldes derfor Diagrammets Længde l ,

har man, idet Middeldifferensstrykret er p_i :

$$A_1 = p_i \cdot x \cdot l \quad ; \quad A_2 = p_i \cdot k \cdot l$$

eller:

$$x = k \cdot \frac{A_1}{A_2} \text{ m.m.}$$

Heraf bestemmes den praktiske Middelmålestok, idet A_1 og A_2 udmaales med Planimeter.

I Rapporten indskræbes ¹⁾ Justeringsdiagrammet; ²⁾ den Kalte, hvorpaa Justeringskurven og Normaldiagrammet med det omtegnede Diagram, er optegnet; ³⁾ endvidere indføres Beregningen af x .

Prøve Nr. 7.

Direkter i Diagramtagning.

Almindelige Regler for Diagramtagning.

- 1: Ved Optagelse af Indikatordiagrammer paasættes Papiret altid saaledes, at den paa Bagsiden trykte Tekst ikke kommer til at staa paa Hovedet. Udblevning af Indikatorsporene maa jævnt foretages, dog ikke oftere og mere end højst nødvendigt. Indikatorfortrækket hæftes ikke i, for det er nødvendigt. Indikatorstemplet sættes først i Bevægelse umiddelbart

for Diagrammet skal skrives og standses igen, saa snart dette er sket. Glem ikke at skrive den atmosfæriske Linie.

- 2: Alle Paategninger paa Diagrammet sker paa Bag-siden. Her noteres: Dato, Klokkeslet, Fjedrens Maale-siok, "T" (Top) eller "B" (Bund); endvidere Diagrammets Lippenummer i venstre nederste Hjørne, og Navnet paa den, der har taget Diagrammet i højre nederste Hjørne.

De følgende Prøver foretages med Laboratoriets "Forsøgsdampmaskine", der er indrettet saaledes at den kan arbejde under mange forskellige Forhold.

Følgende Diagrammer tages af hver af Forsøgsdel-tagerne:

- 1: Normalt Diagram, idet Maskinen arbejder uden Forladning
- 2: Normalt Diagram, idet der arbejdes med Forladning
Her man angives, om der benyttes Damphøj eller ej.
- 3: Diagrammer med Kvadranten i forsk. Mellemlstillinger
- 4: "Fejldiagrammer". Herred foretages Diagrammer som ved Hjælp af særlige Prøfoforbindelser mellem Cylindrens Ende, Gliberkassen o.s.v., eller paa anden Maade, bringes det samme Udsende, som de kan faa under virkelige Forhold, naar Maskinen har visse Fejl (se

Maskel. I S: 417-18). Forspøgslederen giver Maskerens forskellige "Fejl", og det bliver nu Elevens Sag efter Diagrammerne at bestemme, hvilke disse Fejl har været.

- 5: Diagrammer for unormalt stort skadeligt Rum. Ved hver Ende af Cylinderen kan paastenes en Metalbeholder, hvorved det skadelige Rum forpges.
- 6: Diagrammer for unormale Forspringsvinkler. Hovedgliderens Forspringsvinkel kan forandres ved at drage dens Ekscentriskstave og fastskrue dem i den nye Stilling.
- 7: Diagrammer, idet Ekspansionsglideren sættes fra. Denne Gliders Ekscentrisk kan ved en særlig Anordning drages saaledes, at Gliderslaget uover lig med Nul.

I Rapporten indkledes alle Diagrammerne langs den venstre Kant og ind for hvert af dem skrives, under hvilke Forhold Diagrammet er taget, og hvilke Fejl det eventuelt er behøvet med.

Tryk Nr. 8 og 9.

Kedelundersøgelse I & II.

Kedelproverne falder i 2 Grupper, nemlig:

A: Okonomiprøve (Bestemmelse af den producerede Dampmængde pr. kg. Køl).

B: Opstilling af Varmebalance.

De alm. Regler for Udførelsen af Saadanne Forsøg findes i "Normer for Papver med Dampkøler o.s.v." vedtaget af Dansk Ingeniørforening 1913 S: 16-25, hvortil henvises.

A: Okonomiprøve.

Dampmængden bestemmes ved Maaling af Fødevandsmængden. Denne Maaling foretages ved Hjælp af den i Fig 12 viste Forsøgsanordning, bestaaende af 3 Be-

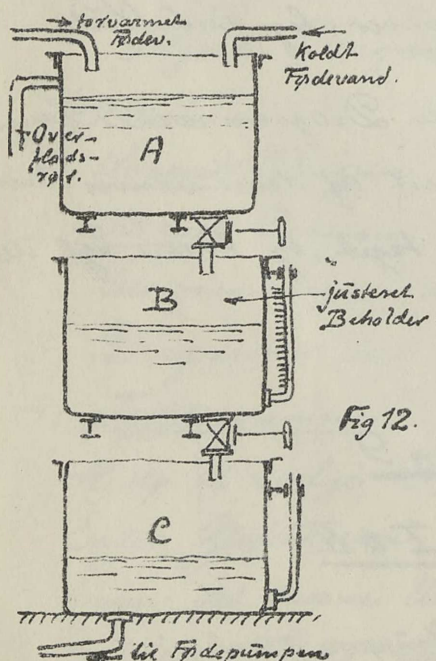


Fig 12.

holdere A, B og C, hvoraf den midterste, B, er justeret. Fødevandet tages fra Vandvægholeboringen og sættes paa den øverste Beholder A. Fra den nederste C pumpe Vandet paa Køleren, enten ved Hjælp af en Worthingtonpumpe, eller, hvis den store Dampmaskine er igang, ved Hjælp af denses Fødepumpe. (Andet nærmere Rørrangement m. m. henvises til den i Laboratorisk opbygning

Prøpplan). Idet man nu begynder og ender med samme Vandstand i Beholderen C, maales Fødevandsmængden let ved paa den førstende Beholder B's Skala at aflæse, hvor mange Liter Vand, der gennem denne Beholder lides fra A til C.

I det Øjeblik Prøven begynder, noteres Vandstanden i af Kæden (ved at binde et Stykke Sejlgarn omkring et af Vandstandglasene) og i Fødevandsbeholderen C.

Ved Prøvens Slutning maa man sørge for at ende med samme Vandstand baade i Kæden og Fødevandsbeholder; i saa Tilfælde er den maalte Fødevandsmængde netop lig med den af Kæden udviklede Dampmængde. (Ligtes det mod Forveksling) ikke at ende med den rette Vandstand i Kæden, maa man fortage den i Normann S: 19-20 angivne Korrektion)

Man bør ikke udblesse Kædens Vandstandsglas kort før Begyndelsen eller Slutningen af Prøven, da Glasset efter en Udblesning er fyldt med varmere (lettere) Vand end under den stationære Tilstand, og følgelig kan en saadan Udblesning give Anledning til falsk Aflæsning.

Fødevandets Temperatur maales paa det umiddelbare før Vandets Indtræden i Kæden paa Fødevandsbeholderen anbragte Termometer; dette maa beskyttes mod Strålevarme.

Dampens Tryk maales paa Manometret (Overtryk); dens Temperatur findes ved Hjælp af en Damptabel.

Dampens Tørhedgrad opgives.

Külmængden bestemmes ved Vejning. Varskeligheden består her navnlig i at sørge for, at Fyret er i samme Tilstand ved Forsøgets Begyndelse og Slutning (Normer S: 21), og da der trods al anvendt Omhu ikke kan undgaa Usikkerhed paa dette Punkt, er det af Betydning, at Forsøget ikke er for kortvarigt (Normer S: 6-7)

Brændslets Sammensætning kan findes ved kemisk Analyse af en Pipret, der udtages paa den i Normerne S: 14 angivne Maade. Ved den endelige Opgørelse af Brændsletsforbræget maa der passes nøje paa, om de af de forskellige afvejede Portioner küil udtagne Pipret er taget før eller efter Afvejningen; endvidere maa Tarevægt af de benyttede Sække el. Lign fordrages, hvilket kræver særlig Agtpaaagivenhed i Tilfælde af Tillægsvejning ved Forsøgets Slutning af küil, der ikke er brøgt.

Den i Løbet af Forsøget fremkomne Slagge og Aske vejes om muligt.

Brændslets Brændværdi kan bestemmes som angives i Normer S: 15. Da Pipret forlader Kæden med en

Temperatur over 100° , gaar det i Brændsel indskædet Vand bort i Dampform, og Fordampningsvarmen kan derfor ikke forentes nyttiggjort. Man plejer da at regne med den lavere Brændværdi.

Ved Forsøgene i Laboratoriet angives imidlertid baade Brændselts kemiske Sammensætning og Brændværdien efter Certifikat.

Naar de ovenfor omtalte Maalinger er udførte, kan man beregne, hvor mange kg Damp Kæden har produceret pr. kg Kuel; dette Tal, $\frac{P}{K}$, kaldes Fordampnings-tallet eller Kædens Fordampningssevne. For at kunne bestemme dette Tal rigtigt, maa der dog tages Hensyn til baade Kuelens og Dampens Beskaffenhed.

Kuelens Pris retter sig først og fremmest efter dens Godhed, navnlig dens Brændværdi, hvorfor denne altid maa nævnes, naar Fordampnings-tallet angives.

Dampens Verdi retter sig efter dens Tryk og Temp. samt Tørrhedsgrad (eventuelt Overhedningstemp.). Man plejer derfor at reducere den fundne Dampproduktion til Normaldamp, d. v. s. man udbegner, hvor mange kg Apr mætter Damp af 100°C , (saakaldet „Normaldamp“), der kunde dannes af Vand af 0° ved Hjælp af den Varmemængde, som 2 kg af den virkelig dannede Damp

indeholder. Kaldes det Antal kg Normaldamp, der svarer til D kg af den for Haanden værende Kældamp, for D_n faas:

$$D_n = \frac{W}{637} \cdot D,$$

hvor W betyder den Væremængde, der skal til for at danne 1 kg Kældamp og 637 er det Antal kg^o, der skal til for at danne 1 kg Normaldamp.

Efter Maskinløren hæves:

$$W = x(L - t_0) + (1-x)(t - t_0) \text{ og } L = 606,5 + 0,305t.$$

x betyder Dampens Tørhedsgrad, L er Dampens Totalvarme, t er Dampens og t_0 Fødevandets Temperatur: (se Tilla, til Maskinlørens 1' del).

B. Opstilling af Varmebalance.

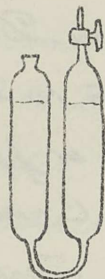
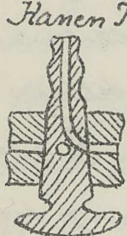
Hensigten hermed er nærmere at undersøge, dels kvæmgeht af Kællenes Væremenergi, der udnyttes til Dampdannelse og dels, ad hvilke Veje Resten af Væremen tabes.

For at kunne gøre dette, maa man først og fremmest udføre Analyser af den Røg, der forlader Kællen; dette skal derfor her omtales nærmere.

Røganalyserne udføres i Laboratoriet med et Orsats Apparat (skematisk fremstillet i Fig 13). Det be-

staar af Maalebeholderen A, der er omsluttet af et Vandbad
 til Beskyttelse ^{mod} af Temperaturforandringer, Flasken B, 4 Dob-
 belbeholdere C, D, E og F, et mindre U-bøjet Rør G med
 Palladiumasbest anbragt i Ombyrningen og et større
 U-bøjet Rør H med Filtermateriale (Glasuld el. lign). Dis-
 se forskellige Dele er forbundet indbyrdes ved Kapillarrør
 og Gummislanger. Paa hvert af Rørene til Dobbelbe-

Hane J.



Leen af Beholderne
 C, D, E el. F set fra Siden.

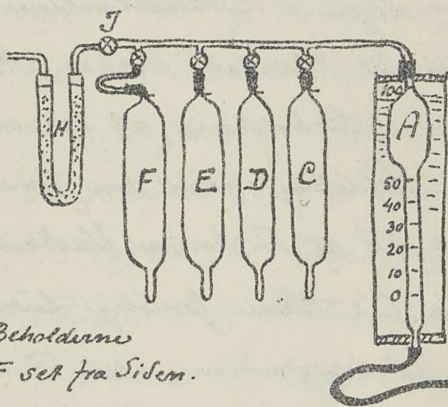


Fig. 13.

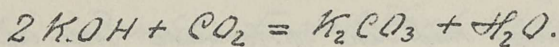
holderne sidder en Hane med lige Gennemføring; mellem F
 og H sidder en Hane J med dobbelt Gennemføring som vist. Maa-
 lebeholderen A er inddelt i cm^3 ; paa den nederste snævre Del
 er hver cm^3 delt i 5 Dele, saaledes at man let kan skønne Tien-
 dedele. Flasken B er i Forbindelse med A ved en langere Gumm-
 mislange med Klemhane. B fyldes med Vand og hæves, medens
 Klemhansen aabnes; naar en Del af Vandet er løbet over i A
 lukkes Klemhansen atter. De 4 Dobbelbeholdere C, D, E og F

forsynes med følgende: C med Kulilud (KOH), D med Fosfor-
stænger (P), E med en salksaur Oplosning af Kobberforchlor
 ($2HCl, Cu_2Cl_2$) og endelig F med Vand (H_2O). I hver Behol-
 der sættes Væskan op til det Mærke, der er anbragt paa Kæ-
 pillarrøret under Hænen, og Opsætningen sker derud, at
 denne Hane aabnes (alle de andre Hæner er lukkede!), B
 sænkes og Klemhænen aabnes. Vandet løber da fra A til
 B og Vædken stiger i Dobbeltholderens forreste Afdeling. Naar
 den er stegt til Mærket, lukkes Hænen. Der maa man saa
 megen Vædke i Beholderen, at der endnu er lidt tilbage i
 den bagerste Afdeling, naar den forreste er fyldt. Et øst
 Vandet løbet ud af A, inden Vædken i C kommer op til
 Mærket, maa C's Hane forløbtil lukkes, T aabnes, og Luffen
 i H drives ud derigennem, idet B hæves og Klemhænen
 aabnes. Naar efterhaanden Vædkerne i alle 4 Dobbelthol-
 deren er bragt op til Mærkerne, fyldest A helt op til
 100-Mærket med Vand fra B. Apparatet er nu færdigt til
 Brug og kan ved Hjælp af en Slange, der anbringes fra
 Filtrats H's fri Rørende, sættes i Forbindelse med det Røm,
 hvorfra Røgproben skal tages.

Skal Proben tages fra et Sted, f. Eks. en Røghanal, hvor
 der er Undertryk, maa Forbindelsesledningen og Filtrat kom-
 mes for alm. Luft og fyldest med Røg ved Sugning f. Eks. med

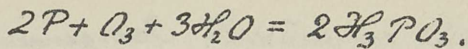
en Pumpe, der bestaar af en Gummibold med 2 Ventiler,
 en Suge- og en Trykventil. Den Ende med Sugeventilen for-
 bindes ved en Slange med den rørformede Ende af Hænetolden
 T, og denne drejes saaledes, at der gennem Fæltskub bliver For-
 bindelse mellem Pumpen og Røghkanalen. Ved afvæksende
 at klemme Gummibolden sammen med Haanden og lade
 den udvide sig igen, pumper først Luft og senere Røg ind gen-
 nem Trykventilen. Saa drejes T 90° , og Pumpen fjernes.
 Sankes nu B, samtidig med at Klemhanen aabnes, vil Van-
 det løbe fra A til B, og A suges fuld af Røg. Denne Ind-
 sugning fortsættes, til Vandspejlet i A er kommet lidt
 under O; saa løftes T, B løftes, til Vandspejlet staar
 nøjagtig paa O, hvorved Røgen i H sammentrykkes lidt.
 Nu løftes Klemhanen, og gennem T tilvæljes bringes et Øje-
 blik Forbindelse mellem den ydre Luft og A, hvorved Over-
 trykket i denne fjernes. (Kontrol: B anbringes med sit Vand-
 spejl i Højde med A's, og Klemhanen aabnes; Vandspejlet
 skal da blive staaende paa O). Man har nu i Maalebe-
 holderen en Røgmængde, som ved Luffens Tryk og den
 Temperatur, der bestemmes ved Vandbadet om A, fylder
 100 cm^3 . Den ledes over i C, idet dennes Hane aabnes, B
 løftes, og Klemhanen aabnes, saa Vandet løber fra B til
 A. Naar Vandet her er stegt til 100 -Mærket, er hele

Røggængelsen bringes over i C, hvor Kaliløden vil absorbere den indholdte Kulsyre (CO_2):



Det tilbageblevne suges tilbage i A, indtil Vædsken i C alder staar ved Mærket under Hanen. Denne lukkes nu, Klemhanen aabnes, og B løftes, indtil de 2 Vandspejl i A og B staar i samme Højde. Røggæsten i A maa da være underkastet Luftens Tryk, og naar Temperaturen af den har holdt sig konstant (hver Grad Temp. forandring vil give en Fejl paa ca. $\frac{1}{3}\%$), kan det nuværende Rømgæng direkte sammenlignes med Begyndelsesrømgæng. Der foretages derfor en Aflesning paa Skalaen, og den angiver ligesom, hvor mange $\text{cm}^3 \text{CO}_2$, der er bleven absorberet. Da man ikke kan være sikker paa, at hele CO_2 -Indholdet i Røgen er bleven absorberet straks, maa den samme Proces udføres paany og maaste endnu optere, nemlig indtil man har faaet to ens Aflesninger. Saa kan der ikke absorberes mere, og den sidste Aflesning angiver da, hvor mange $\text{cm}^3 \text{CO}_2$, der har været i de 100cm^3 Røg, d.v.s. Røgens CO_2 -Procent.

Røggæsten føres nu paa samme Maade over i den næste Dobbeltbeholder, hvorved Jern (O_2) absorberes:



Ved derefter at føre Rørgæsten over i den 3' Dobbeltholder faar man endelig Küalilten (CO) absorberet.

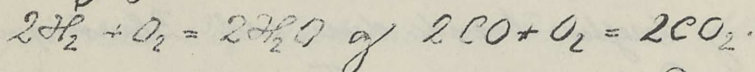
Procentindholdet beregnes hver Gang let som Differensen mellem de endelige Aflesninger.

Som Vejledning tjener, at i Almindelighed vil en Tid af ca. 3 Min. være tilstrækkelig til Absorption af CO₂ og O₂, ca. 9 Min. til Absorption af CO; dog bør disse Tider ikke følges kritiskløst.

Der staar nu tilbage at bestemme Mængden af H₂ samt en mulig Rest af CO, som kan hidrøre fra, at Kobberforet absorberer tungt, navnlig dersom Vædsken ikke er helt frisk. De to nævnte Luftarter findes ved først at blande Rørgæsten med den nødvendige Mængde alm. Luft og derefter brænde den, idet Blandingen føres fra A over i Dobbeltholderen F og i undervejs passerer Palladiumasbesten, der bringes til Glødnings ved Opvarmning af Rørst G med en Spritlampe. Fødsugning af alm. Luft i Målebeholderen sker ved at aabne T, sænke B og aabne Klemhænde. Naar der indsuges saa meget Luft, at Vandspejlet synker til O, vil der ofte være rigelig Tæt til en fuldstændig Forbrænding; det maa dog kontrolleres ved en Udregning senere,

naar H_2 og CO -Resten er jündet. Overgangen af den med
Luft blandede Røgrøst fra A til F maa ske langsomt,
for at Forbrændingen kan faa Tid til at foregaa. Naar
helt Blandingen er kommet over, suges den langsomt
tilbage igen, og hvis der er sket nogen Forbrænding, vil
det vise sig derved, at Vandspejlet i A nu staar højere
end for, da Forbrænding af de 2 nævnte Stoffer giver
Anledning til en Kontraktion (se nedenfor).

Da man ikke kan være sikker paa at alt er brændt
i første Omgang fortsatte paa samme Maade, til 2 Afles-
ninger blivne ens. Betrag at denne Slutnings aflæsning
er a, medens Aflesningen efter Indtøjning af Luft
var 0. Kontraktionsen er da $a \text{ cm}^3$. Forbrændingslignin-
gerne er følgende:



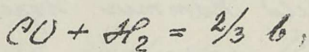
Her kan i Stedet for Molekyler tænkes Rumfang, altsaa

$$2 \text{ cm}^3 \text{ Brint} + 1 \text{ cm}^3 \text{ Iet} = 2 \text{ cm}^3 \text{ Vanddamp}.$$

Vanddampen fortales straks til flydende Vand, hvis Rum-
fang kan regnes = 0. Ligningen viser altsaa, at for hver
 $2 \text{ cm}^3 H_2$, der brænder, faas en Kontraktion paa 3 cm^3 .

Hvis man nu spør det, det er tilovers i A efter Forbrændin-
gen, med 2 Kalilüden og tilbage igen, vil den mulig
indeholdte CO_2 være bleven absorberet, og man faas na

en ny Aflesning b . Differensen $(b-a)$ angiver, hvor mange $\text{cm}^3 \text{CO}_2$, der er dannet ved Forbrændingen, hvilket i Hensyn til Forbrændingsligningen netop er lig med det Antal $\text{cm}^3 \text{CO}$, der fandtes før Forbrændingen ($b-a$) er altsaa ligesom det Tal, med hvilket den tidligere fundne CO -Procent skal forøges. Naar CO_2 er absorberet, har man i Følge Forbrændingsligningen ogsaa for hver $2 \text{cm}^3 \text{CO}$ faaet en Kontraktion paa 3cm^3 . Man maa da have:



og da CO -Mængden er fundet i Forvejen, kan H_2 -Mængden nu beregnes.

Det skal endvidere bemærkes, at man for alt for gode Resultater skal behandle Orsaks App. med megen Omhu. Begyndelsen begaar let ved Uagtsomhed Fejl, der ikke alene kan berinke, at Analysen bliver forkert, men som ogsaa paa anden Maade kan give Anledning til Ulemper. Her anføres derfor nogle praktiske Vink, som det vil være nyttigt at indskærpe sig:

- 1) Lad aldrig mere end 1 Glas have være aabent ad Gangen.
- 2) Hav altid Opmærksomheden henvendt paa den Vædkeoverflade, der stiger; den kan meget let løbe for Løst.
- 3) Pas paa, at der ikke kommer Vand op i Palladiumsbestrøket; ellers vil det springe ved den følgende Opvarm-

ning.

4) Ved Aflæsninger maa keens Klemkanen være aaben; alle Glaskaner skal være lukkede, de to Vandspejle i samme Højde.

5) Af Tæthedhensyn bør Glaserne holdes vel smurte og under Drejningen trykkes let indsejter. Efter Brøgen bør de løsnes, da de ellers let klemmer sig fast ved at stå i nogen Tid.

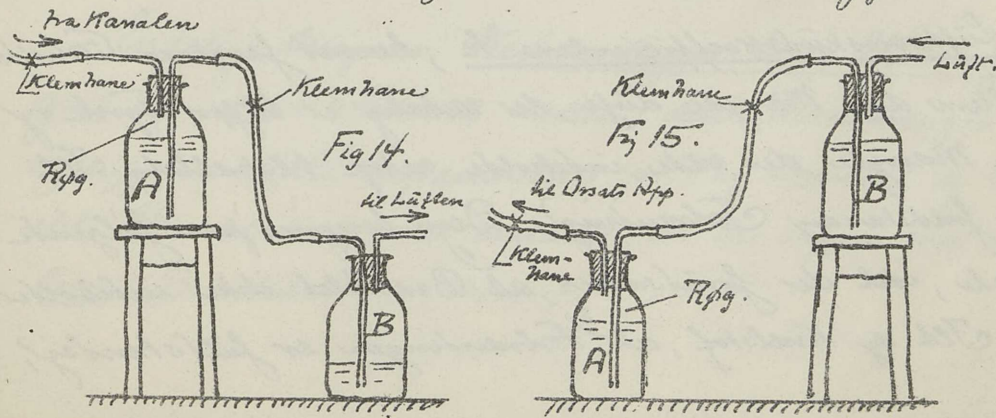
6) Hvis der ved et Uheld kommer noget af de andre Væsker over i Maalbeholderen, maa denne tømmes og dens Indhold af Vand fornyes, da en Del af Absorptionen ellers vil foregaa allerede her. Dog kan en Analyse, der er paabegyndt, for Uheldet indtræffer, godt fuldføres, da det jo er ligegyldigt, hvor Absorptionen foregaa, naar først Gassen er afmaalt; men skal der foretages Forbrænding, maa Vandet skilles først (Gasresten kan i Mellemtiden opbevares i Beholderen med Fosforstængerne), da ellers den ved Forbrændingen dannede CO_2 straks absorberes.

7) Pas paa, at Propperne i Filtret slukkes tæt, da der ellers under Indsugning af Proppen kan komme Luft ind.

Røggproppen tages direkte fra sidste Træk (lige før

Røgspjældet), og for bedre at kunne følge Forbrændingen
 tillige f. Eks. for Røgen gaar ind i sidste Kanal. Til-
 fældigheder kan dog let komme til at spille en Rolle,
 endda en temmelig stor Rolle, navnlig hvis Dampforbrin-
 get og derfor ogsaa Fyningen er ujevn. Aabning af Fyr-
 doren og Omstilling af Spjældet paavirker straks Røg-
 gens Sammensætning, ligesom denne ogsaa kan være ret
 forskellig kort før og kort efter en Paafyning. Det hel-
 digste er derfor at analysere Middelprøver af Røgen,
 som faas ved kontinuerligt at suges denne fra Røghana-
 len over i en støpsen Beholder, hvorfra man saa atter leder
 Analyseringsapparatet tage den.

Laboratoriet benytter herfor 2 Flasker, hver paa ca: 8
 Liter, forsynet med Gummipropper og Glasrør og forbundne
 ved Gummislanger med Klemhamer, saaledes som Fig 14 og
 15 viser. — Skal det nu suges Røg fra Kanalen, stilles
 Flaskerne som Fig. 14 angiver, idet A hi at begynde med



er helt fyldt med Vand for at ikke atm. Luft skal blandes med Fjægen. Under Indsugningen optager Flasken B Vandet. - Naar man har faaet den fornødne Røgmængde indsøget, stilles Røghornet som Fig 15 viser, og man kan nu tage Røgsprovet til Orsats App. for Flasken A; herved faar man en god Middelsprovet.

For at kunne opstille Varmebalance maa man endvidere kende følgende:

Källenes (lavens) Brændeværdi; denne opgives af Forsøgsberetningen som omstalt tidligere.

Fyrpladens Temperatur; den maales saa tæt ved Fyret som muligt; Termometret maa beskyttes mod Straalevarme.

Forbrændingsprodukternes Temperatur maales ved Spjældet ved Hjælp af et "Fjerntermometer".

Frakket's Styrke kan maales ved et Differentialmanometer.

Luftoverskudscoefficienten k ; herved forståes Forholdet mellem den Mængde Luft, der virkelig er tilført Fyret, og den Mængde, der vilde indeholde netop tilstrækkelig Ilt til fuldstændig Forbrænding. Den beregnes paa følgende Maade, idet der forudsættes, at Brændet ikke indeholder fri Ilt og Kvalstof, at ¹Forbrændingen er fuldstændig,

og³⁾ at der ingen Ubæthed er i Kældens Indmuring.
 Man kan da i Definitionen for k sætte "Tet" i St. f.
 "Luft" og regne, at den forbragte Tet er Differensen mel-
 lem den tilførte og den fri Tet, der er tilbage i Røggas.
 Lad denne indeholde 0% fri Tet og 14% Kuldstof; men
 har da, idet Luften regnes at indeholde 21% Tet og 79%
 Kuldstof:

$$k = \frac{\text{Tilført Tet}}{\text{Forbragt Tet}} = \frac{\text{Tilført Tet}}{\text{Tilført} \div \text{Fri Tet}} = \frac{2/79 \cdot n}{2/79 \cdot n - 0} = \frac{21}{21 - 79 \cdot 14}$$

Ved Opstilling af Varmebalancen regnes Varmemængderne ud fra Fyrpladens Temperatur.

Som Kontrol kan man beregne Skorstens tabet til nær-
 melseris efter følgende af Siebert opstillede Formel:

$$\text{Skorstens tab} = \frac{T-t}{C} \cdot 0,65 \%,$$

hvor T er Skorstens temperaturen og t Fyrpladens Temp;
 C er Kulsyreprocenten; Formelen angiver Tabet i %.

Endelig beregnes Kedelanlæggets totale Virknings-
grad η , d.v.s Forholdet mellem den Varmemængde, der
 omlyttingenes til Dampdannelse pr. 1 kg Brændsel og Brænd-
 slets Brændværdi; det erindres, at der regnes med den
lavere Brændværdi (se ovenfor).

Skad igjennem den nærmere Udarbejdelse af Rapporterne til disse Kædelundersøgelser angaar, henvises til de trykte Skemaer, der udlæveres efter Prøverne.

I Rapporterne maa alle Udregninger indføres.

Prøve Nr. 10 og 11.

Prøver med „Forsøgsdampmaskinen“ I & II.

De normale Prøver med Laboratoriets „Forsøgsdampmaskine“ falder i følgende Grupper:

- A: Økonomiprøve, hvorved Dampforbruget pr. HK. bestemmes
- B: Økonomiprøve i forbindelse med Beregning af HK og Dampforbrug efter Maskintarens Formler.
- C: Opstilling af Varmebalance.

A: Økonomiprøve.

Dampforbruget bestemmes ved Førtælling og Vejning af Spilledampen. Dette falder ganske naturligt, naar Maskinen arbejder med Førtælling d.v.s. med et Modtryk under 1 Atm., men selv om der forlanges, at den skal arbejde med et Modtryk over 1 Atm., kan den samme Metode anvendes, idet der paa Spilledampledningen mellem

Maskinen og Kondensatoren er anbragt en Skydeventil, der kan indstilles til at give det ønskede Modtryk. Naar Dampforbruget skal bestemmes ved denne Vej, maa man være sikker paa, at Kondensatorrørne og Ledningen fra Maskine til Kondensator er tætte. Under denne Forsøgsstilling vil den Vandmængde, der kommer ud af Luftpumpen, være den samme som den, der er gaaet ind i Maskinen. Kondensatet pumpe af Luftpumpen ud i en Beholder, der er anbragt paa en Decimalvægt. Efter Vejningen udtømmes Vandet i Kloaken gennem en Bændventil. Saa længe Vejningen og Udskumningen af Beholderen staar paa, opsamles Kondensatet midlertidigt i et mindre Kar, anbragt ved Siden af Væggen, fra hvilket Kar det senere hældes over i den paa Væggen staaende Beholder. Paa denne Maade kan man finde hele den under Proppen forbrügte Dampmængde direkte ved Vejning.

Under Igangsættning og indtil Forsøgets Begyndelse gaar Kondensatet direkte i Kloaken. Naar Forsøget begynder lukkes en Hane paa Ledningen til Kloaken samtidig med, at en Hane paa Ledningen til Maaletolderen aabnes. Ved Forsøgets Slutning forstreges den modsatte Omsvelling af de 2 Haver.

Til Maskinens Dampforbrug hører ogsaa Frojedam-

pen, snarere Frøje anvendes. Den maales ligeledes ved Fortækning og Vejning, idet Frøjekondensatet fra en Vandudladet løber i en Beholder, hvis Vægt før og efter Forsøget bestemmes.

Maskinens indicerede Hestekraft maates ved at tage Diagrammer med en Indikator ved hver Cylindereude; (om Diagramtagning se under Papir Nr. 7). Frøjerne vælges under Hensyn til Damptrykket.

Naar ved Hjælp af Diagrammerne det indicerede Middeltifferens tryk, p_i , er fundet, beregnes Hestekraften ved Hjælp af dette, de opgivne Dimensioner og Omdrejnings-tallet n pr. Min, der er maalt ved Hjælp af en Omdrejnings-tæller, som trækkes fra Fordelings-gliderens Stempelstang. Betegner saaledes F Stempelarealet i cm^2 (der maa regnes med en Middelværdi af det rigtige Stempelareal i Top og Bænd, idet der tages Hensyn til Stempelstangen) og s Slaglangden i m , har man den indicerede Hestekraft:

$$N_i = \frac{p_i \cdot F \cdot s \cdot 2 \cdot n}{60 \cdot 75} \text{ Hk.}$$

Den effektive Hestekraft, N_n , bestemmes, idet Maskinen trækker en Dynamo, hvis Ydeevne (Amp. og Volt) maales. Dynamovens og Remtrækkets Virkningsgrad er

fjenden ad anden Vej og opgives af Forsøgs lederen.

Den eff. Hk kan ogsaa bestemmes ved efter Papren at lade Maskinen gaa tom og tage et Diagram af den tomgaaende Maskine. Heraf beregnes Tomgangs-
hestekraften N_t , hvorefter man med tilstrækkelig Nøj-
agtighed kan regne:

$$\underline{N_n = N_i \div N_t.}$$

Maskinens mekaniske Virkningsgrad, η , beregnes som Forholdet mellem eff. og ind. Hk.

Ved Hjælp af de ovenfor omtalte Maalinger kan nu Dampforbruget pr Hk-Time let beregnes. For at kunne bestemme dette Tal, maa man dog kende det Kedeltryk og det Modtryk, som Maskinen har arbejdet med.

Kedeltrykket maales paa et Manometer, som er anbragt umiddelbart foran Stopventilen. Her er tillige anbragt et Termometer til Kontrol.

Modtrykket maales paa et Mano-Vacuüm-meter, anbragt paa Spildedampledningens foran den omtalte Skydeventil; ogsaa her er anbragt et Termometer. - Begge de maalte Tryk er Differenstryk; de absolulte Tryk faas ved hertil at addere Barometer-
standen omsat i kg/cm^2 . Højden af den Kvick-

spiløsspøje, der svarer til 1 at, afhænger af Luffens Temperatur og findes af Tabellen i Flætte.

B: Økonomiprøve i Forbindelse med Beregning af Ht. og Dampforbrug efter Maskinlærens Formler.

Ved Forsøgene af denne Gruppe sammenlignes de under Prøve A fundne Arbejdsydelse og Dampforbrug med dem, man vilde faa ved i Maskinlærens Formler for disse Størrelser at indsætte Maskinens Dimensioner og de samme Tryk, Omdrejningstal o.s.v., som har været benyttet ved det foreliggende Forsøg.

Den indicerede Hestekraft beregnes som angivet ovenfor, men idet p_i findes af Udstrykkel (se Borchs Maskl. I S. 441):

$$p_i = f p_1 + f' p_3$$

p_1 er Middeltrykket af Dampen bag Stempet under Indstrømningen (Indstrømningstrykket).

p_3 er Middeltrykket af Dampen foran Stempet under Afstrømningen (Modtrykket).

Paa Grund af Ledningsmodstande maa p_1 være mindre end Kædeltrykket, p_3 større end Kondensatortrykket.

p_1 og p_3 faas begge ved Maaling paa de under For-

Søget skærene Diagrammer, da disse kun være noget forskellige, men der ved grundig Undersøgelse findes et Par Gennemsnitstal.

Koefficienterne f og f' tages efter Tabellerne paa S. 444 i Maskl., idet der regnes med et skadeligt Rum paa 5%. Fyldningsgraden $\frac{S_1}{5}$ og Kompressionsgraden $\frac{S_2}{5}$ maales paa Diagrammerne. $\frac{S_1}{5}$ findes ved at afmøtte et Punkt paa Expansionskurven saa nær som muligt ved Afskæringspunktet, men dog saa langt ned paa Kurven, at man er sikker paa, at Løsningen er foregaaet. Gennem dette Punkt tankes lagt en ligesidet Hyperbel, hvis Skæringspunkt med Damplinien bestemmes. Her regnes Expansionen at begynde. — Det andet forhold, $\frac{S_2}{5}$, er det ikke altid let at maale nøjagtigt paa Diagrammerne, men en mindre Fejl her faar ingen praktisk Betydning).

Den effektive Hk. beregnes paa samme Maade som den indicerede, men med p_n i Stedet for p_i , hvor (se Maskl. S. 446):

$$p_n = p_i \div p_t,$$

idet der regnes at $\theta = 0$. p_t beregnes efter en af Formlerne (130).

Maskinens Dampforbrug pr. ind. Hk. Time beregnes efter

Formlerne (138), (139) og (140) i Maskel: S. 454. I Formel (139) regnes med de højestes Værdier af Konstanterne.

Ved disse Forsøg ønskes ogsaa tegnet et teoretisk Dampdiagram (se desang. Borch's Maskel. I S. 414) svarende til, at den samme Dampmængde tænkes virkende i den foreliggende Maskine, men uden de Tab, der stammer fra Ledningsmodstande o.s.v. Diagrammet tegnes derfor med skarpe Hjørner og vandret Damplinie og Modtrykslinie i en Højde lig med Trykkeh. henholdsvis lige før og lige efter Maskinen. Disse Tryk er maalt paa de Manometre, der er omtalt ovenfor. Baae Expansions- og Kompressionskürven tegnes som ligesidede Hyperbler. For Expansionskürvens Utkommende bliver det den samme som tidligere er omtalt; idet den forlænges op til den vandrette Linie, der svarer til Kædeltrykkeh., bliver Fyldningsgraden lidt mindre, men i Virkeligheden er det den samme Dampmængde, som blot ved det højere Tryk fylder mindre.

Udfyldningskoefficienten d. v. s. Forholdet mellem det virkelige og det teoretiske Diagrams Areal indregnes, idet det teoretiske Diagrams Areal lettes maales ved Hjælp af et Planimeter.

C: Opstilling af Varmebalance.

Paa Grundlag af de samme Maalinger og Beregninger, som er udført under A, opstilles en Varmebalance. Hensigten hermed er at gøre Rede for, ad hvilke Veje den tilførte Varmemængde indrykkes eller tabes.

Den pr. Time tilførte Varmemængde kan findes direkte, idet Dampforbruget pr. Time kendes, og Varmeindholdet pr. kg Damp, W , faas af Damp Tabellen i Slutte; dog tages der Hensyn til Forbrugsraten (se ogsaa under Kedelforsøget).

De til det effektive Arbejde og de indre Modstande svarende Varmemængder findes idet:

$$1 \text{ Hr-Time} \sim \frac{75.3600}{427} = \underline{632,3 \text{ kg}^\circ}.$$

Med Hensyn til Tabet ved Trøjtekondensatet regnes, at Trøjtedampen afgiver sin Forvarmingsvarme til Cylinderen, men tager Værdvarmen med sig til Kondenspotte, og denne sidste Varme betrages da som tabt. Da Trøjtedampen tages fra Damprøret lige før Maskinen, kan dens Tryk regnes lig det tidligere omtalte Kedeltryk. Trøjtekondensatets Temperatur maales.

For Spæledampens Vedkommende regnes, at den for-

lader Cylindren med den til Modstykket svarende Tempera-
tur.

Til sidst indregnes Maskinens indicerede termiske
Utskningsgrad η_i , hvorved forstås Forholdet mellem
den til indiceret Arbejde nyttiggjorte Varmemængde og
hele den i Dampen indeholdte Varmemængde (smgt. Borchs
Maskel. I S. 534-35). Kaldes altsaa Dampforbrøget pr.
ind. HK-Time D og den til Dannelse af 1 kg Damp
nødvendige Varmemængde for W , have:

$$\eta_i = \frac{75.60.60}{427.D.W.}$$

—
Ivad isvrigt den nærmere Udarbejdelse af Rapport-
terne til disse Forsøg angaar henvises til de trykte Ske-
maer, der udleveres efter Prøverne. I Rapporterne maa
alle Beregningerne indføres.

Prøve Nr. 12.

Skitseringsøvelse III.

Ie desang. Prøve Nr. 1. Det er her en til Laborato-
riets Gasmaskine hørende Detail, der skal skitseres.

67

Prøve Nr. 13.

Prøve med Gasmaskinen.

De sædvanlige Prøver med Gasmaskinen (og de gamle Forbrændingsmotorer) kan indordnes under 2 Hovedgrupper:

- A: Økonomiprøve, hvorved Gasforbrug pr. HK bestemmes
- B: Opstilling af Varmebalance m.m. *)

A: Økonomiprøve.

Gasforbruget bestemmes ved Aflæsning paa Gasmaaleren, hvis Tal angiver det i m^3 . Da Rumfanget sætter sig efter Trykket h og Temperaturen t , maa disse 2. Størrelser maales inde i Maaleren. Trykket maales ved Hjælp af et U-bojet Glasrør med Vand i $\frac{m}{m}$ Vandsojle, der maa omregnes til $\frac{m}{m}$ Hg.-Søjle inden h indføres i nedenstaaende Formel. Temperaturen maales ved et i Maaleren indsat Termometer.

Det maalte Gasrumfang V_m reduceres nu til Normaltilstand ($15^\circ \text{ Cel. } \rho = 1 \text{ kg/cm}^3$) ved Hjælp af følgende Formel, idet V_r betyder det reducerede Rum-

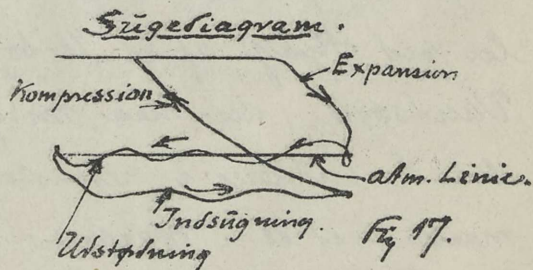
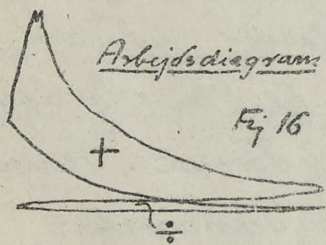
*) I Rapporten leveres Redegørelse for begge Grupper.

fangt:

$$U_T = U_m \cdot \frac{T_r}{T_m} \cdot \frac{p_m}{p_r} = U_m \cdot \frac{273+15}{273+t} \cdot \frac{B+h}{p_r}$$

B betyder Barometerstanden i m/m Hg.; p_r er Højden af den Kviksølv søjle, der svarer til et Tryk paa 1 kg/cm^2 . p_r afhænger af Kviksølvet's (= Luftens) Temperatur; denne maa derfor ogsaa maales, og p_r faas da f. Eks. af en liden Tabel i Slutten.

Den indicerede Arbejdsydelse bestemmes ved Hjælp af Indikator. Da Explosionsstrykret som Regel, navnlig ved store Belastninger, er ret højt, benyttes ikke alene en stor Fjeder, men tillige et Stempel i Indikatoren, der er halvt saa stort, som det normale. Diagrammet bestaar af en positiv og en negativ Del (se Fig. 16).



Den sidste bliver som Regel ret utydelig. Det vigtigste er da ved Planimetringen kun at udmaale den positive Del, og saa tage nogle enkelte "Sugesdiagrammer" med en blødsø Fjeder, hvis Sammentrykning dog for at

indgaa Overanstrengelse maa begrænses af en Stopper, hvorved Diagrammet foroven afsluttes af en vandret Linie (se Fig 17). Man indmaaler da det negative Areal paa Sugesdiagrammet og regner, at det er konstant ved alle Diagrammerne.

Paa Sugediagrammerne skrives den alm. Linie, derimod ikke paa de alm. Diagrammer.

Maskinens Omdrejningstal aflæses paa en Omdrejningstæller, der trækkes fra Styrerakelen, der kun løber halvt saa mange Omdrejninger, som Hovedakelen.

Mashinen reguleres ved „Udøttien“. Antallet af Explosioner tælleres ved et Tælleapparat, som trækkes fra Gasventilen. Det maa under Forsøget kontrolleres, om der virkelig kommer Explosioner for hver Gang der indsuges Gas. Er Antallet af Explosioner pr. Min. e , Antallet af Omdr. pr. Min. n og Middeltarbejdet for et Explosionsstryk A kgm, da er den indicerede H_i :

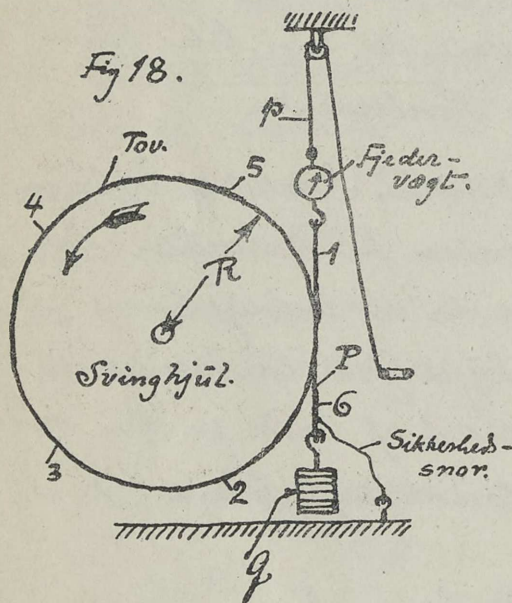
$$H_i = \frac{A \cdot e}{60 \cdot 75} H_t.$$

Den effektive Arbejdsfyldelse kan ved disse Forsøg bestemmes paa samme Maade som ved Dampmaskinproverne, ved elektrisk Belastning. Kaldes Remmens Arbejdsfyldning i H_t N_r , har man:

$$N_e = \frac{e \cdot J}{735 \cdot \eta} + N_r.$$

E = Dynamoens Spænding i Voel ; I = Strømstyrken i Strøm.
Dynamoens Virkningsgrad η vil blive opgjort sammen
med Nr.

T Reglen bestemmes N_e dog her ved direkte Aflesning
ning ved Hjælp af en Tovbrænse, der lægges om
Maskines Springhjul (se Fig. 18). Et bøjeligt Tov er fastet
til en Fjedervægt, der er ophængt i et Tov, der gaar over



en Frise under loftet. Tovet
er slynget én Gang om
Springhjulet og derefter ført
ned til Julek. I denne Ende
af Tovk kan der ophænges
Vægte G efter Behov. Som
ved en Baandbrænse saas:

$$N_e = \frac{2\pi R \cdot F \cdot n}{60 \cdot 75}$$

$F = P - p$ er ikke netop Dif =

fersken mellem G = Loddernes Vægt og Fjederreglens
Udsly, idet Tovets Egenvægt vil komme til at spille en
Rolle. Vægten af Parten 1 berører, at Aflesningen paa
Fjedervægt er større end Spændingen p . Vægten af
Tovparten 6 gør, at Pafleses for lille, naar man kun
regner med Vægten G . Man bør derfor tage:

$$F = P - p + b,$$

hvor S er Vægten af Pastorne 1 og 6, Krogeu under Tjedesvægten og Krogeu ved G medregnet. (Korrekktionen er sjældent mindre end 2%). Hvis Tøvet er ganske homogent om Hølet, vil Vægten af Pastorne 2, 3, 4 og 5 opføre hinandens Vekning. Formlen til Beregning af N_e kan da skrives:

$$N_e = \frac{2\pi R(P-p+S) \cdot n}{60 \cdot 75} \text{ HK.}$$

Af Gasforbrug og Arbejdsydelse kan man beregne Gasforbruget pr. ind. HK eller pr. eff. HK, men da Gassen kan have forskellig Brændværdi, er disse Tal ikke helt fyldestgørende. Man bør derfor bestemme den termiske Virkningsgrad d.v.s. Forholdet mellem den til Arbejdsydelsen svarende Varmemængde og den tilførte Varmemængde. Brændværdien H bestemmes ved Junkers Kalorimeter (se nærmere under Papir Nr. 19). Den til et Arbejde af 1 HK Time svarende Varmemængde er:

$$\frac{75 \cdot 3600}{427} = 632,3 \text{ kg}^\circ;$$

et Arbejdsydelsen N HK, bliver den termiske Virkningsgrad:

$$\eta_t = \frac{632,3 \cdot N}{G \cdot H} \quad (G = \text{Gasforbrug i m}^3 \text{ pr. Time})$$

For N kan indsættes N_i eller N_e ; for H sættes i Reglen ved se

med H_{11} (den „lavere“ Brændværdi), da Forbrændingsprodukterne paa Grund af deres høje Temperatur altid medtager det indholdte Vand i Dampform, hvorved Forbrændingsvarmen nødvendigvis maa gaa tabt.

B: Opsstilling af Varmebalance.

For at kunne opstille en Varmebalance er det — som omtalt i P. Schrøder: „Teknisk Varmelære“, hvilken Bog der igrigt henvises til — nødvendigt at kende saare Gasens som Forbrændingsprodukternes Sammensætning; desuden maa Kølervandets Mængde, dets Tilføls- og Afløbstemperatur og Forbrændingsprodukternes Temp. maales. For at kunne beregne den volumetriske Virkningsgrad maa den indsugede Luftmængde kendes; den faas ved Beregning paa Grundlag af Gas- og Røganalyserne (se senere).

Hensigten med Varmebalancen er som bekendt at gøre Rede for, ad hvilken Vej den tilførte Varmemængde udnyttes eller tabes.

Følgende Betegnelser indføres:

Q = Tilført Varme

Q_1 = Varme omsat til indseend Arbejde (eff. Arb + inde Mødt)

Q_2 = Varme bortført med Kølervandet

Q_3 = Varme, der gaaer tabt ved „lavere“ Forbrændingsprodukter, Vanddamp

med Vægte og Stråling m.m. Ved ufærdstændig Forbrænding.

$F =$

Man har da:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$

Af disse Varmemængder kan de 4 første beregnes (se senere), og Q_4 findes derefter ligesom som Resten; den kommer da til ogsaa at indeholde de uundgaaelige Fejl og Unøjagtigheder, og bliver den usandsynlig stor eller lille, tyder det paa, at der er begaet grovere Fejl og Unøjagtigheder, og disse maa da findes eller Prover kasseres. Q_2 og Q_3 maa regnes ud fra en bestemt Temperatur, og man plejer herat at vælge Luften Temperatur t_2 paa det Sted, hvor Luften indsuges i Maskinen. Det med bliver den Varmemængde, der tilføres Processen med den indsugede Luft = 0, og den, der ^{tilføres} med Gassen:

$$G \cdot C_g \cdot (t_g - t_e) \text{ kg}^\circ;$$

naar G er Gasforbruget i m^3 pr. Time, C_g Gassens Varmefylde, t_g dens Temperatur; men t_g og t_e vil som Regel ligge hinanden saa nær, at hele dette Led i Varmebalancen kan bortkastes,

Den pr. Time tilførte Varme Q er ligesom Produktet af Gasforbruget pr. Time (henført til 15° og 1 at.) og Brændværdien (den øvre), som faas dels direkte ved Junkers Kalorimeter (se under Prove Nr: 19) dels ved Beregning

paa Grundlag af Gasanalyse (se senere).

Arbejds mængderne omsættes til Varmemængder (Q₂) idet $1 \text{ HKT} = 632,3 \text{ kg}^\circ$.

Den af Kølevandet bortførte Varmemængde Q₂ er lig med Kølevandsmængden pr. Time (i kg), multipliceret med Differensen mellem Temp. ved Udlob og Indlob. Kølevandet vejes ved Hjælp af en Vandvægt. Ved Udlobet fra Kølekappen sidder et Springrør, der dels kan springe hen over et Aflob til Kloakene, dels hen over Beholderen, der staar paa Væggen. Udenfor Forsøgstiden benyttes Aflobet til Kloakene. Naar Beholderen er fuld, foretages Afvejningen og medens denne staar paa, ledes Kølevandet i en særlig Beholder, der bagges tilstoppes i den paa Væggen staaende.

Analysen af Forbrændingsprodukterne ("Røgen") foretages ganske som omtalt under Dampkedelprøven (se S: 46 og følg. Sider).

Angaaende Analyseringen af Gassen skal nævnes følgende: Naar det drejer sig om Belysningsgas, har det sin Betydning ogsaa at kende Indholdet af Methan (CH₄) og af høje Kuelbrinter bestemte. Da det er vanskeligt at skille de sidste ad, hvad der heller ikke har stor Betydning, plejer man at finde alle de høje Kuelbrin-

ter under et ved Absorption i nygende Svovlsyre og betragte dem som C_2H_4 (Oxylen). C_2H_4 -Mængden findes ved den afsluttende Forbrændingsproces.

Det til disse Analyser anvendte Heinz' Apparat har da en Dobbeltbeholder mere end det tidligere omtalte Orsat-App.; denne Beholder er indskjættet mellem de to Glas med Kalilud og Pyrogallussyre, saaledes at Glasene med Absorptionsvædterne stadig er anbragt i den Orden, i hvilken de skal benyttes. Derimod er Dobbeltbeholderen med Vand flyttet over paa den anden Side af Maalebeholderen, og endmål længere til Siden, helt udenfor Apparats Forramme, er Forbrændingsrør anbragt; det er her et Platinrør, der delvis, for Afkøling, er nedbænkhet i et Vandbad. For at Absorptionen kan foregaa hurtigere, er Absorptionsbeholderne indrettede saaledes, at Gassen, der drives over i dem, gennem et Rør ledes helt ned til Bunden af dem og herfra løbter op gennem Vædken, altsaa bringes til at komme i Berøring med en stor Overflade. Det kræver en lidt mere indviklet Hænekonstruktion (se Fig 19). Hænen har dels en lige (a) dels en krøm (b) Gennemløring. Den sidste udmünder med sin ene Ende midt i den første, med sin anden Ende i samme Keglepemdringer som

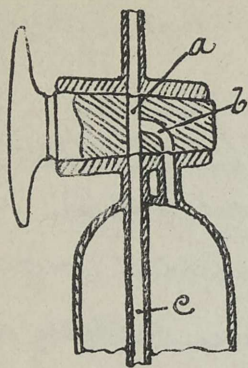


Fig 19.

den første men lidt længere bagude. Naar de to paa samme Højdepunkter liggende Huller vender nedad, korresponderer de hver med en Kanal i Hanehuset; den bageste af disse Kanaler fortsattes i et kort Rør ned til Dobbeltbeholderens første Ende, den anden i et langt Rør omkrunt ned til Sammes Bænd. Den i Fig 19 viste Hane-
 skilling benyttes, naar Gasen skal suges tilbage fra Dobbeltbeholderen; den gaar da gennem Kanal b. Naar Gasen skal drives over i Beholderen, drejes Haneen 180° og Gasen er da nødt til at gaa gennem a og det lange Rør c. — Den Hane, der sidder ligesom Maalebeholderen, har 2 Vinkelgennemføringer, den ene i et Plan vinkelret paa Toldens Akse, den anden i et Plan gennem dens. Den sidste Kanal udmunder i Enden af den til et Rør forlængede Hanebold, men bruges sædvanlig ikke og holdes da helst lukket med en Gummihætte. Den anden Kanal kan give Forbindelse fra Maalebeholderen dels til den ene Side (under Indsugning og Absorption), dels til den anden Side (under Forbrænding).

Dette Heinz' Apparat benyttes nu paa lignende Maade som Orsaks. Dog maa det bemærkes, at efter Absorp-

tionen i den ryggede Sorleypse, er Gassen fyldt med Sorleypsedamp, som maa skaffes af Vejen inden Aflesningen ved at sende Gassen en Gang over gennem Kalituden.

Naar der analyseres Belysningsgas eller lignende Gasarter med stort Indhold af brændbare Stoffer, vil man ikke faa Telt nok til den afsluttende Forbrænding ved efter Absorptionen at indsuge Luft, til Vandreglet i Maaleglas- set staar paa 0. Indtages f. Eks. den paagældende Belysningsgas af hore Sammensætningen:

3% CO_2 ; 4% C_2H_4 ; 10% CO ; 35% C_2H_2 ; 45% H_2 og 3% N_2 ,

saar til den sidste Aflesning, efter at Absorptionen er afsluttet være $3+4+10=17$. Det kan altsaa vi indsuges 17 cm^3 Luft, som indeholder ca: $17:5=3,4 \text{ cm}^3$ Telt. Men 35 cm^3 C_2H_2 kræver til fuldstændig Forbrænding $2 \cdot 35=70 \text{ cm}^3$ O_2 , og 45 cm^3 H_2 kræver $\frac{1}{2} \cdot 45=22,5 \text{ cm}^3$ O_2 , og saa skulde der endda gerne for Sikkerheds Skyld være ca: 1,2 Gange den teoretisk nødvendige Teltmængde til Steds. Man gaar da saaledes frem, at man kun udfører Forbrændingen for en mindre Portion af Gassen, idet man blæser Indholdet af Maalebeholderen ud, indtil der f. Eks. kun er 12 cm^3 Gas tilbage i St. f. 87. Det kræves da af Telt kun

$$\text{ca: } \frac{12}{87} (70 + 22,5) \cdot 1,2 \sim \underline{16 \text{ cm}^3},$$

altsaa af Luft $5.16 = 80 \text{ cm}^3$. Men naar der kun er 12 cm^3 Gas tilbage, kan der indsuges 88 cm^3 Luft, altsaa tilstrækkeligt. Hvis Forbrændingen skulde mislykkes, eller man kunde ønske en Kontrol paa den, vil det være heldigt at kunne give den om med en anden Portion af Gasresten; det er derfor rigtigst ikke at blæse denne fra Maalebeholderen ud i Luftten, men slippe den over i et af de andre Glas f.eks. i Pyrogallussystem (ikke i Kaliluden, da denne skal bruges til Absorption af den ved Forbrændingen dannede CO_2).

Angaaende Bestemmelse af Røjmængde og Luftmængde henvises til Varmelæren.

NB: Da selv mindre Forandringer i Procenttallene kan give ret betydelige Forandringer ved Beregning af Røjmængden F og af Luftmængden L, er det af Vigtighed, at Analyserne foretages med største Omhu og i saa stort Antal, at man virkelig kan stole paa Gennemsnitstallene.

Af de ved Gasanalysene finte Procenttal kan ogsaa Gassens Brændværdi beregnes, idet man gaar ud fra den kendte Brændværdi af de enkelte Bestanddele (se Tabel 9 i Varmelæren)

Ved Beregning af den med Røjen bortførte fri Varme maa man holde den „ tørre “ Del af Røjen og den deri indeholdte Vanddamp hver for sig, da den sidste jo

i Ovsats Apparat afkøles saa stærkt, at den forkøles, saa at Mængderne af de andre Bestanddele gaar som % af den for Vanddamp befrieede Røj. Vandmængden beregnes, idet man gaar ud fra, at hele den Brændmængde, der findes i Gas- sen, med Fradrag af den ved Røjanalyserne fundne fri Brænd, gaar bort som Vanddamp, og idet man ser bort fra den Vanddamp, der for Forbrændingen findes i Løfløen og Gasven. - Den fri Varme i den „toppe“ Del af Røjen gaar ved at multipliceres Rumfangene af de enkelte Bestanddele, hvor med en Varmehyld (for konst. Tryk) og med $(T-t_0)$, og summere Produktterne. Varmehylderne findes i Tabel G: Varmemåleren, og det maa erindres at tage Hensyn til Temperatu- rernes Indflydelse paa disse Tal.

Den Varmemængde, der tabes p. g. a. ufuldstændig For- brænding findes ved Multiplication af Rumfangene af de uforbrændte Bestanddele med de respektive Brændvarier.

Ved Hjælp af de tidligere fundne Sprokker beregnes nu den termiske Virkningsgrad og den roluimetricke Virkningsgrad; ved den sidste forstås Forholdet mellem den i et Slag indbragte Luft- og Gasvolumen og Slagvolumen.

Prøve Nr. 14.

Forsøg med Benzimotor.

Forsøget udføres paa samme Maade som det foregaaende med Gasmaskinen, kun er Brændet her flydende, og man maaler nu ikke dets Rumfang men derimod dets Vægt. Benzinen løber fra en højstaaende Beholder forsynet med Oliestandglas med forskydelige Mærker gennem en Karburator, hvor Benzingassen dannes, til Maskinen. - Ved Forsøgets Begyndelse stilles Oliestandglassets øverste forskydelige Mærke med sin nederste Kant ud for Benzins Overfladen i Røret. Ved Forsøgets Slutning stilles nederste forskydelige Mærke med sin øverste Kant ud for Benzins Overfladen. Derefter fyldes Benzin paa det øverste Mærke, og i en aftenet Spand tapper man nu netop saa meget Benzin ud, som blev knytt under Røret. Benzindampene vejes derefter i Spanden, hvis Vægt jo i Forvejen er kendt.

Benzinens Brendværdi kan findes ved Hjælp af Jühlers Kalorimeter (se under Prøve Nr 19).

Ved Beregning af Røg- og Luftmængden maa der tages Hensyn til, at Brændelsanalyser her, som ved faste Brændestoffer, findes i Vægtprocent,

medens Røgganalysen angiver Ruumfangs procent.

Prøve Nr. 15.

Forsøg med Petroleumsmotor.

Denne Prøve udføres med en af de to i Laboratoriet opstillede Motore, enten Hein-Motoren, der normalt udrvikler 6 HK ved 400 Omdr., eller Alpha-Motoren der normalt udrvikler 8 HK ved 400 Omdr. Forsøget udføres nøjagtigt som for Gasmotoren og Benzinmotoren (Prøve Nr 13 & 14), idet der lædes foretages en Økonomi-prøve og en Opstilling af Varmebalancen.

Prøve Nr. 16.

Forsøg med Dieselmotor.

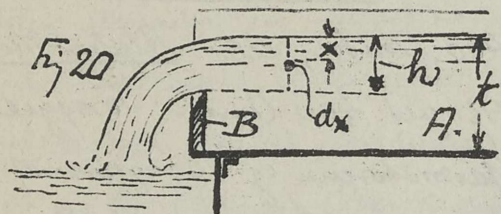
Her til benyttes Skolens Deutz-Motor, der normalt udrvikler 12 HK ved 280 Omdr. pr. Min. Prøven udføres som de foregaaende; der er her 4 Køllevandtemperaturer at aflæse, idet Køllevandet først gaar til Kompressoren og derefter til Cylinderen.

Prøve Nr. 17.Forsøg med Centrifugalpumper.

Pumpen drives af en direkte koblet 440 Voets
Shuntmotor.

Vandmængden Q m³/sek maales paa 3 Maader:

I: Ved Oversfald. Vandet pumpes op og løber gen-



nem en Rende A (se
Fig. 20), der er saa lang,
at Skiver kan sætte
sig, og at man tør reg-

ne, at der i Tidsenheden løber den samme Vandmængde ud over et for Enden anbragt Oversfald B med nøjagtig vandret og skarp afskaaret Kant. Gennem en vandret Strimmel af Gennemstrømningsarealet med Bredden b og Højde dx vil Vandet strømme ud med den teoretiske Hastighed $\sqrt{2gx}$, og den teoretiske Uldstrømningsmængde vil da være

$$\sqrt{2gx} \cdot dF = \sqrt{2gx} \cdot b \cdot dx,$$

altsaa for hele Gennemstrømningsarealet:

$$b \cdot \sqrt{2g} \cdot \int_0^h \sqrt{x} \cdot dx = \frac{2}{3} b \sqrt{2gh}^3.$$

Den virkelige Udløbsmængde Q bliver en anden, dels

paa Grund af Kontraktion, dels af den Omstændighed, at Vandet kommer løbende gennem Røret med en vis Hastighed, hvilket naar desto større Betydning, jo større Forholdet $h:t$ (se Fig 20) er.

Hastighedskoefficienten ϵ kan ifølge Frese regnes til:

$$\epsilon = 1 + 0.55 \cdot \left(\frac{h}{t}\right)^2$$

Kontraktionskoefficienten μ_0 kan, naar Sidekontraktion indgaar ved at give Overfaldet samme Bredde som Røret, ifølge Frese regnes til:

$$\mu_0 = 0.615 + \frac{0.0021}{h}$$

Udløbskoefficienten bliver nu $\mu = \epsilon \cdot \mu_0$, og den virkelige Udløbsmængde altsaa:

$$Q = \mu \cdot \frac{2}{3} b \sqrt{2gh^3}$$

h skal maales saa langt borte fra Overfaldet (f. Eks. 1 m.), at Vandspejlets Sænkning ved mod dette enden er umærkelig.

II: Maaling af Q ved "Pitot"-Rør. Giver man en Vandstrøm en Modstand at overvinde, f. Eks. ved Hjælp af et Rør (Pitot-Rør) som Fig 21 viser, saaledes at Vandstrømmen stanses i et Løb, vil Hastigheden omsættes i Trykhøjde. Beregnet i Meter Vandøjle bliver denne

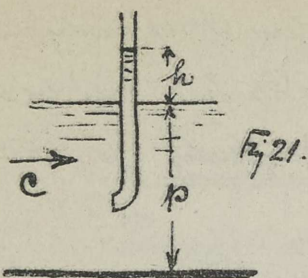


Fig. 21.

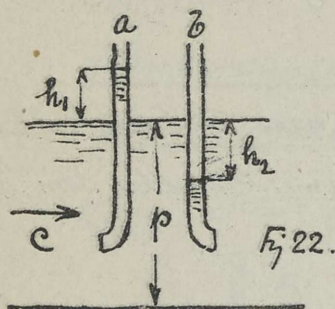


Fig. 22.

$h = \frac{c^2}{2g}$, hvor Højden h (se Fig 21) er Forskellen mellem statisk og dynamisk Trykhøjde. Det statiske Tryk p er i Almindelighed vanskelig at bestemme. Ved at anvende 2 Pilot-Rør, som vist i Fig 22, angives Vandhøjden i Røret a det statiske + det dynamiske Tryk, altsaa:

$$p + h_1 = p + \frac{c^2}{2g}$$

Vandhøjden i Røret b angiver det

statiske ÷ det dynamiske Tryk:

$$p - h_2 = p - \frac{c^2}{2g}$$

Differensen mellem disse to Vandhøjder bliver:

$$p + h_1 - (p - h_2) = p + \frac{c^2}{2g} - (p - \frac{c^2}{2g})$$

$$h_1 + h_2 = 2 \cdot \frac{c^2}{2g} = \frac{c^2}{g}$$

hvoraf:

$$c = \sqrt{g(h_1 + h_2)}$$

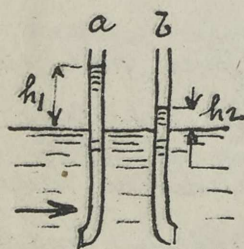


Fig. 23.

Her er h_2 regnet negativ. Stær Vandet i begge Rør a og b over Vandstanden (Fig 23), bliver:

$$c = \sqrt{g(h_1 - h_2)}$$

Højderne h_1 og h_2 måles paa Skalaer med Millimeterinddeling med vilkaarligt Nulpunkt.

En Erfaringskoefficient, som egentlig burde tilføjes, vil ikke gaa synderlig Betjødning her og indelases.

Hastigheden i Villøbsrenden er rimeligvis ikke ens overalt i Træsnittet, hvorfor det maa bestemmes en Middelværdi af c . Vandstrømmens Træsnit tænkes i det

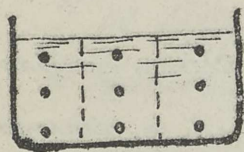


Fig 24.

øjemed delt, f. Eks i 3 Bødder (Fig 24).

I hvert af disse bestemmes Hastigheden ved Pitot-Rør paa 3 Steder: lige under Overfladen, midt i Renden og lige over dennes Bænd. Middelværdien af

de fundne 9 Værdier giver det søgte h i Formlen for c .

III: Maaling af Q direkte. En korkprop (eller et lille Stykke Træ) lader man flyde med Vandet i Renden.

Ved med et Stoppeur at maale den Tid, den bruger om at passere 2 afmærkede Steder i Renden, faas Hastigheden.

Vandmængden Q faas nu af:

$$\underline{\underline{Q = A \cdot c \text{ m}^3/\text{sek.}}}$$

hvor A er Rendens Træsnit i m^2 og c kan toges som Middelværdi af de paa ovennævnte 3 Maader bestemte Hastigheder. (Dersom Pitot-Rørs Maalingen giver Resultater der væsentlig afviger fra de 2 andre, kan man nøjes med at tage c som Middelt af de ved I og III fundne)

Verdier}.

Den Pumps tilførte Hk. N_2 faas ved at multipliere den tilførte elektriske Energi $\underline{eJ \text{ Watt}}$ omsat i Hestkræfter

$$N = \frac{eJ}{736} \text{ Hk.}$$

med Motorens praktiske Virkningsgrad η_1 . Altsaa:

$$\underline{N_2 = \eta_1 \cdot N.}$$

η_1 bestemmes ved først at maale Strøm og Spænding (J og e), naar Motoren trækker Pumpen, og dernæst, efter at Pumpen er frakoblet, at maale Motorens Tomgangsforbrug ganske som omtalt under Papire Nr 21 i Veiledningen for de elektrotekniske Prober; (man kan med tilstrækkelig Nøjagtighed regne, at de „Punige Tab“ er konstante ved alle Belastninger). Ankermodstand og Magnetmodstand maales lige efter Papiret med en Maalebro.

Ved at lade Motor og Pumpe løbe tom, bestemmes Tomgangsarbejdet for Motor og Pumpe N_1 , og idet Motorens Virkningsgrad η_3 kan bestemmes ved denne Belastning, bliver Pumpens Tomgangsforbrug altsaa:

$$\underline{\eta_3 N_1 \cdot \text{Hk.}}$$

hvilket Arbejde netop bringes til Overvindelse af Pumpens mekaniske Modstande (se nedenfor)

Pumpens mekaniske Virkningsgrad kan derfor
 nu indregnes og bliver ::

$$\eta_2 = \frac{N_t = \eta_3 N_1}{N_t}$$

Den Pumpen tilførte HK N_t benyttes til :

- 1) at løfte Vandmængden Q gennem Højden H
 = Forskellen mellem øvre og nedre Vandspjæld, hvilket
 Arbejde svarer til N_v HK.
- 2) at overvinde Tab ved Ledningsmodstande og
 Hastighedsforandringer. Hertil bruges N_m HK.
- 3) Overvindelse af Tab ved Rystelser og mekanisk
 Friktion i Pumpen. Hertil bruges N_f HK.

Nu maa:

$$N_t = N_v + N_m + N_f.$$

N_v findes af:

$$N_v = \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{75} \text{ HK.}$$

N_f er ovenfor funden:

$$N_f = \eta_3 N_1.$$

Had endelig N_m angives, kunde den findes ved
 Beregning af alle Modstande og Hastigheder i Ledning-

ger og i selve Pømpen (se BIII S: 200), hvad der dog vilde gøre for vidt her. Vi nøjes da med at bestemme den som Resten af N_t altsaa:

$$N_m = N_t \div N_v - N_f.$$

Af N_m kan saa atter den hydrauliske Virkningsgrad ε bestemmes:

$$\varepsilon = \left(1 \div \frac{N_m}{N_t} \right),$$

og endelig Pømpens totale Virkningsgrad η af:

$$\eta = \frac{N_v}{N_t}.$$

Prøve Nr: 18.

Forsøg med Vandturbine.

Turbinen er en Radialturbine med indvendigt Fjelløb efter Fitch's System. Den indicerede Arbejde faas af:

$$N_i = \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{75} \text{ HK.}$$

hvor Q bestemmes ved Prøve Nr 17. og H maales i m som Høiden mellem Tyngdepunktet af Løbehjulets Udløbsværserie og Overfladen af Vandet i Beholderen

over Turbinens.

Pumpens Ydelse (den i Papire Nr. 17. anseende Centrifugalpumpe) maa affpasses saaledes efter Turbinens Vandforbrug, at H bliver konstant under Forsøget, og det maa paases, at intet Vand løber gennem Overflodsvent.

Det effektive Arbejde bestemmes ved Hjælp af en Tovbremse, der lægges om en Remskive paa selve Turbinakæden. Tovbremsaanordningen er her vendt og den eff. H bestemmes af:

$$N_e = \frac{(P-p) \cdot 2\pi r \cdot n}{60 \cdot 75} H.$$

hvor $r = 0,24$ m og n normalt skal være 170. P og p maales i kg.

Turbinens totale Virkningsgrad er:

$$\eta = \frac{N_e}{N_i}$$

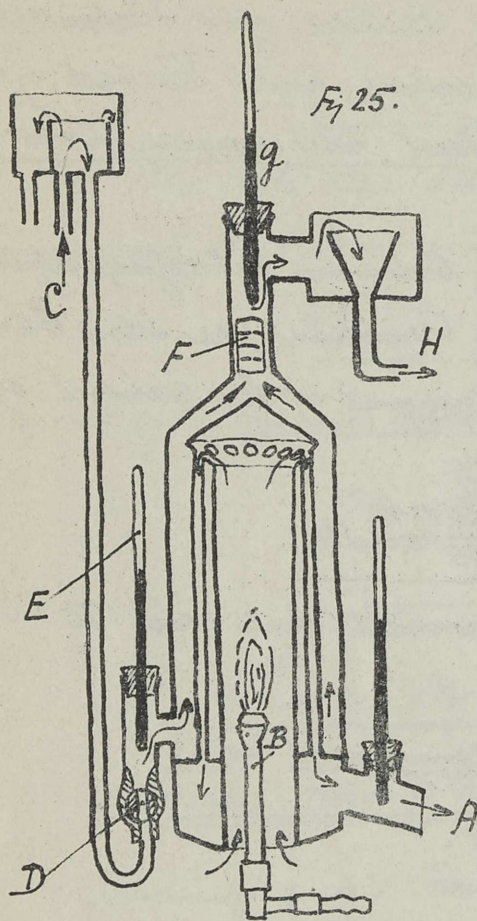
Papire Nr. 19.

Bestemmelse af Brændværdien for luftformig og flydende Brændsel.

Hertil benyttes Junkers Kalorimeter, hvis Indret-

ning) er vist skematisk i Fig 25.

I: Bestemmelse af luftformig Brændels Brændværdi.



Gasen, der skal undersøges, passeret først en Gasmaaler, dernæst en Flykregulator og strømmer desfra ind af en Brænder B, som anvendes indvendigt i Kalorimetret. Forbrændingsprodukterne stiger op gennem det indvendige Rum, gaar derefter gennem et stort Antal Rør nedad og klistet ind gennem Aftrækkel ved A. De omtalte Rør er omgivet af strømmende Vand, der tilføies Apparatch ved C, saaledes at der stadig løber lidt over, føies videre gennem Hænde D, forti Termometret E, udenom Rørene, gennem nogle Blandingsplader F med Slidder forsatte for hinanden, forti Termometret G og ind ved H, hvor man ogsaa maa sørge for, at der stadig løber noget over, da man kun paa den Maade kan sikre sig, at

Vandet staaer under konstant Tryk, hvorved det bliver muligt at regulere Mængden af stømmende Vand ved Hjælp af Hænen D. Sørger man nu for, at Temperaturen af Forbrændingsproduktterne ikke er væsentlig forskjellig fra Luftsens Temperatur, og er Tilstanden først eller Stationær, saa maa den Varmemængde, Vandet modtager, være lig med den, der udvikles ved Forbrændingen. Kaldes Brændværdien (d. v. s. den Varmemængde, der udvikles ved fuldstændig Forbrænding af 1 m^3 Gas) for $H_0 \text{ kg}$, den forbrændte Gasmængde (aflest paa Maaleren, eventuelt korrigeret) for G Liter, den tilsvarende Kølevandsmængde $W \text{ kg}$, Temp. af Luften t_L , af Gassen t_g , af Kølevandet ved Indløbet t , ved Udløbet T , Luftsens Tryk $B \text{ mm Hg}$ -Søjle, Gassens Overtryk $b \text{ mm Vand}$ -Søjle, og betegner p Højden i mm af den Hg -Søjle, der svarer til t ved Temp. t_g , saa har man den ved Forbrændingen udviklede Varme:

$$G \cdot \frac{273+15}{273+t_g} = \frac{B + \frac{b}{13,6}}{p} \cdot \frac{H_0}{1000} = W(T-t) \text{ eller:}$$

$$H_0 = \frac{1000 W(T-t)}{G \cdot \frac{288}{273+t_g} \cdot \frac{B + \frac{b}{13,6}}{p}}$$

Næveren i denne Boks angives den forbrændte Gas-
mængde i Liter, reduceret til Normaltilstand ($15^{\circ}\text{C}.$
1 at.).

Et Forsøg med Kalorimetret udføres nu paa den Maade,
at man først spørger for at faa tilvejelagt Stationær Til-
stand og derefter, idet Viseren paa Gasmaaleren passer-
ses et Liter-Mærke), kaster Slangen med Afløsvandet
over i et tomt Maaleglas og opsamler Vandet heri, me-
dens der gaar f. Uds. 3 Liter Gas gennem Maaleren, hvort-
efter Slangen altså hurtigt fjernes. I Mellemtiden har
man aflæst de forsk. Tryk og Temp., for Fülløsvandets
Udkommende et Par Gange, for Afløsvandets 5-6 Gange.
Disse to Temperaturer er særlig vigtige; den fündre
Brændværdi er jo proportional med deres Differens.
Den uundgåelige Fejl i Aflesningerne faar desto min-
dre Betydning, jo større denne Diff. er, men til Gengæld
vil man, dersom T er meget stor, neppe undgaa en
Fejl p. 9 a Udstaalingen. I Reglen ligger T-t ikke mere
større end ca: 20^{\circ}.

Da det ved Forbrændningen i Kalorimetret dannede
Vand fortæller, frigøres Forbrændningsvarmen, og H₂O
er derfor den store (højere) Brændværdi. Heraf fin-
des den mindre (lavere, nyttige) Brændværdi ved Sub-

traktion af Fordampningsvarmen Q , der findes ved et Forsøg af lidt længere Varighed, da Usikkerheden ellers bliver for stor. Man kan f. Eks. brænde 10 Liter Gas og opsamle det deraf dannede Fordampningsvand, som drypper ind gennem et Rør i Bunden af Kalorimeteret og opsamles i et lille Måleglas. Man regner nu (se Varmemåleren), at der frigøres 600 kg° pr. kg Vand, og betegner Q det Antal kg° , der frigøres pr. m^3 Gas, og den forbrændte Gasmængde i Liter (ved. til 15° og lab.), b den forbrændte Vandmængde i cm^3 , saa har man:

$$\frac{a}{1000} \cdot Q = \frac{b}{1000} \cdot 600, \text{ eller:}$$

$$Q = \frac{b}{a} \cdot 600.$$

Den nedre Brændværdi er da:

$$\underline{H_u = H_o - Q.}$$

II: Bestemmelse af flydende Brændsels Brændværdi.

Man anvender her en særlig konstrueret Brænder, i hvilken det flydende Brændsel kan fordampes (forbrændes) og forbrænde julestandig. Denne Brænder opbygges paa den ene Side af en fin Vægt. Man fører nu Flammen ind i Jünkers Kalorimeter, indregulerer og

venter, indtil der er indtrædt Stationer Tilstand. I det
 det flydende Brændsel forbrænder, bliver den Side af
 Vægten, paa hvilken Brændselen er opbragt, lettere; her
 man maa til at begynde med lægt for saa Lodder paa
 Vægten, vil Viseren under Brændingen berøge sig mod
 Nulpunktet. I det Øjeblik, Nulpunktet naas, begyn-
 der man Vædsmaalingen og Temperaturaflesningerne.
 Derefter fjernes et bestemt Antal Gram fra Vægten,
 og naar de neste Gang Viseren passerer Nulpunktet,
 er nøjagtig det samme Antal Gram flydende Brænd-
 sel forbrændt; i dette Øjeblik sluktes man Vædsmaa-
 lingen. Brændværdien kan nu beregnes paa nøjagtig
 den samme Maade som for Gas. Ogsaa Maalingen
 af Forbræningsvædsmaængden og Berøining af den ned-
 se Brændværdi er som omtalt.

Prøve Nr: 20.

Forsøg med Centrifugalregulator.

Forsøget gælder en Watt-Regulator paa Laborato-
 riets Forsøgsdampmaskine.

Følgende Vægte opgis: Kuglevægten 6 kg pr. Kugle;
Hyldewægten: 30 kg.

Regulatoren skitseres og tegnes op. Talles C-kter-
ret konstrueres, idet man gaa ud fra 3 valgte Stillin-
 ger, hvilket svarer 3 bestemte Omdrejningstal (Regulato-
 rens el. Maskinens). Herved faar man undersøgt Stabili-
 teten.

Regulatorens Energi P findes ved at udløse Regula-
 toren fra Forbindelsen med Reguleringsapparatet (her en
 Drevventil) og maale, hvor stor den kraft er, man skal
 trykke opad paa Stykstedet med for at holde Regula-
 toren i ovennævnte 3 Stillinger, naar den staar stille.
 Maalingen foretages ved Afvejning og kontrollens paa Teg-
 ningen.

Regulatorens Uregelmæssighedsgrad S_r findes dels ved
 Beregning efter de maalte Omdrejningstal og dels efter
 Tegningen (se Læsebogen).

Udfølsomhedsgraden E bestemmes af $E = \frac{P}{F}$, hvor P er
Indstillingskraften. Denne kan tilnærmelsesvis findes ved
 at undersøge, hvor stort et Tryk udover P , man skal ud-
 føre opad paa Stykstedet for at bevæge Regulatoren, naar
den er forbundet med Regulerapparatet, op eller ned fra
 ovennævnte 3 Stillinger. P findes ligeledes ved Uvejning.

Regulatorens Arbejdsevne A faar af:

$$\underline{A = E \cdot S},$$

hvor S er Hylsterandringen. A bestemmes ogsaa grafisk.

I Rapporten leveres fastheftet en Tegning i 1:2,5 af Regulatoren med indtegnede Kurver m.m.

Prøve Nr. 21.

Afleveringsprøve med Dampkedel.

For denne og de følgende Afleveringsprøver udføres, maa Deltagerne gøre sig bekendt med Dansk Ingeniørforenings "Normer for Papirer med Dampkedler, Dampmaskiner og Forbrændingsmotorer".

På Prøverne faar hver af Deltagerne udstyret et trykt Skema, der saa vidt muligt udfyldes i alle Endeligheder. Eventuelle Fejl ved Maskiner el. Apparater maa angives.

Ved Afleveringsprøverne med Motorerne (Nr 24, 25 og 26) drejer det sig navnlig om at bestemme den eff. HK ved det normale Omdrejningsstal for $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$ eller $\frac{1}{4}$ Belastning (eftersom det forlanges), samt for Tomgang, at bestemme Gas- el. Olieforbruket pr. Time og pr. ind. og eff. HK, Virkningsgraden o. s. fr.

Til Dampkedelprøven benyttes Skema Bilag A.

Kedlens vandberørte Flade er 40 m^2 ;

Risdeareal er: $1,115 \text{ m}^2$

Denne Prøve, saavel som Nr. 22 og 23 vil strække sig over en længere Periode for saa vidt muligt at undgaa for stor Fejl ved Benyttelse af Køleforbruket pr. Time, Dampmængden pr. Time, Aske o. s. fr. Deltagerne afløses hverandre i Dagens Løb, og samtlige Deltagere i Prøven er derfor ansvarlige for dens Udfald.

Prøve Nr: 22.

Afleveringsprøve med Dampmaskine.

Hertil anvendes Skema Bilag B.

Maskinens Hoveddimensioner er:

Cylinderdiameter: 250 mm

Flaglængde: 500 mm .

Omdrejningstal: 150.

Maskinen indvikles ved fuld Belastning ca: 35 aff. Hk.

Se ellers Bemærkningerne til Prøve Nr: 21.

Prøve Nr: 23.Aflævningsprøve med Dampturbinen.

Turbinen er af Laval's Konstruktion og yder 20 eff. Hk. ved et Damptryk af $6,5 \text{ kg/cm}^2$. Omdrejnings-tallet for Turbinen er 21000 pr. Minut, for Dynamoen: 2100, idet der er en Tandhjulsindretning paa 1:10.

Der anvendes Schema Bilag B.

Se især Bemærkningerne til Prøve Nr: 21.

Prøve Nr: 24.Aflævningsprøve med Gasmotor.

Til denne Prøve anvendes Schema Bilag C.

Gasmotorens Hoveddimensioner er:

Cylinderdiameter: 178 mm .

Slaglængde: 305 mm .

Springhjulsdiameter: 1830 mm .

Omdrejningstal: 266 pr. Min.

Salgshestekraften er 10 eff. Hk.

Se ibrigt Bemærkningerne S: 96 Papir Nr: 21.

Papir Nr: 25.

Afliveringsprøve med Petroleumsmotor.

Der anvendes Skema Bilag C.

Prøven foretages enten med Hein-Motoren eller med Alpha-Motoren. Hoveddimensionerne er:

For Hein-Motoren: (eff: H: 6).

Cylinderdiameter: 170^{mm}; Slaglængde: 250^{mm}.

Springhjuls diameter: 760^{mm}; Omdrejningstal: 440.

For Alpha-Motoren: (eff: H: 8)

Cylinderdiameter: 190^{mm}; Slaglængde: 241^{mm}.

Springhjuls diameter: 735^{mm}; Omdrejningstal 400.

Se ibrigt Bemærkningerne S: 96 Papir Nr: 21.

Papir Nr: 26.

Afliveringsprøve med Dieselmotor.

Se denne Prøve anvendes Skema Bilag C.

Motorens Hoveddimensioner er følgende:

Cylinder diameter: 185 mm.

Slaglængde: 330 mm.

Springstjæls diameter: 2000 mm.

Omdrejningsstal: 280 pr. min.

Normal eff. HK: 12.

Se i øvrigt Bemærkningerne S: 96 Prøve Nr: 21.

