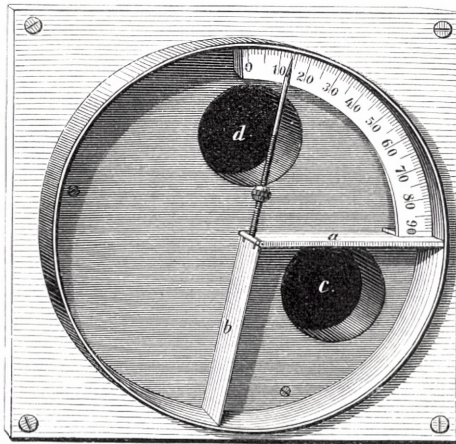


Sinusmanometret,
 et Apparat til Maaling af smaa Differenser i Lufttrykket,
 af
 Professor **Julius Thomsen.**

Apparatets Indretning. Sinusmanometret, som i sin simpleste Skikkelse er afbildet i vedstaaende Træsnit, bestaaer af en flad cylindrisk Metalkapsel, 10 Centimeter i Diameter og 2 Centimeter



dyb, hvis forreste Side er dækket af et planslebet Glas. Fra Cylindrens Væg gaaer en horizontal Metalplade *a* ind imod dens Axe, idet den slutter tæt saavel til Cylindrens Rand som til dens forreste og bageste Grundflade. I Cylindrens Axe, altsaa i Enden af Pladen *a*, er der anbragt en Vinge *b* af Alu-

minium, som foroven bærer en Viser med forskydelig Kugle. Vingens horizontale Axe ender i et Par smaa Agatteier, som hvile paa fine i Pladen a anbragte Staaltappe. Vingen b udfylder Planet imellem Cylindrens tvende Grundflader og Kanten af Pladen a saa nøie som muligt, uden at dens Svingning hindres ved nogen Gnidning mod disse Dele af Apparatet. Paa hver Side af Pladen a er der en Aabning, c og d , i Cylindrens bageste Grundflade, og langs dennes øverste Rand er anbragt en Gradbue til at maale Vingens Udslag. Naar Apparatet skal bruges, stilles det saaledes, at Cylindrens Axe er horizontal og lodret under Gradbuens Nulpunct.

Apparatets Theori. Naar der ved c og d er et forskjelligt Lufttryk, vil Vingen b være udsat for et forskjelligt Tryk fra de to Sider; den kan derfor ikke bevare den lodrette Stilling, men afviger fra denne; den vil gjøre et Udslag, hvis Størrelse maa være afhængig af Trykforskjellen paa dens to Sider. Vingen slutter vel ikke lufttæt til Apparatets Vægge, og det ringe Mellemrum vil derfor tillade en Deel af Luften at bevæge sig fra c til d eller omvendt, eftersom Lufttrykket er større eller mindre i c end i d ; men da Vingen har et Areal af 10 Qvadratcentimetre, medens Mellemrummene tilsammen næppe udgjøre 1 Procent af dette Areal, vil denne Gjennemstrømning af Luft ikke i nogen kjendelig Grad forandre Trykforskjellen i c og d , naar kun disse Aabningers Areal er rigeligt. Da nu Trykket ikke forandrer sig ved Vingens Udslag, vil Udslagsvinklens Sinus blive proportional med Trykdifferensen. Naar

- p betegner Vingen og Viserens samlede Vægt i Gram,
 r — det fælleds Tyngdepunkts Afstand fra Omdreiningss-
 axen,
 α — Udslagsvinklen,
 R — Vingens Radius (Længde) i Centimetre,
 A — Vingens Areal i Qvadratcentimetre,
 y — Lufttryksdifferensen i Centimetre Luftsøilehøide,
 s — Vægten af 1 Cubikcentimeter Luft,

da haves følgende Ligning imellem Udslaget og Trykdifferensen:

$$p \cdot r \cdot \sin x = \frac{1}{2} R \cdot A \cdot y \cdot s$$

eller

$$\sin x = \frac{R \cdot A \cdot s}{2pr} \cdot y = C \cdot y,$$

som udtrykker, at Sinus til Udslagsvinklen er proportional med Trykforskjellen.

Den constante Factor

$$C = \frac{RAs}{2pr}$$

kan imidlertid antage forskjellige Værdier ved en forskjellig Stilling af Skyderne paa Vingens Viser, idet derved Systemets Tyngdepunct flyttes, og Størrelsen r kan altsaa gjøres saa lille, som man ønsker det, d. v. s. Apparatets Følsomhed kan ændres efter Behag ved Flytning af den lille Skyder paa Viseren.

Der staaer endnu tilbage ved Forsøg at eftervise, at denne Proportionalitet imellem Trykket og Sinns til Udslagsvinklen finder Sted. Da det vilde være umuligt at maale Trykdifferensen directe paa Grund af dens overordentlige Lidenhed, sammenlignede jeg Manometrets Udslag med Hastigheden af den Luftstrøm, som Trykdifferensen vilde kunne frembringe. I en større Aabning, som stod i Forbindelse med en Skorsteen, i hvilken Trækket efter Behag kunde reguleres, blev et almindeligt Anemometer anbragt, og samtidigt blev Manometrets Aabning d ved et længere Glasrør sat i Forbindelse med Luften omkring Anemometret. Da dette angiver Luftens Gjennemstrømningshastighed, medens Manometret giver den Trykdifferens, som frembringer Bevægelsen, faaer man altsaa derved et Middel til at controllere Apparatet, idet den gjennemstrømmende Lufts Hastighed skal være proportional med Qvadratroden af Trykforskjellen; man faaer altsaa følgende Relation, idet man sætter Luftens Hastighed til h ,

$$h = N \sqrt{\sin x}$$

idet N er en constant Factor. Forsøgene gave følgende Resultat:

x	h	N	h'
39°	2,97	3,74	2,88
31	2,67	3,72	2,63
$23\frac{1}{2}$	2,32	3,67	2,32
19	2,09	3,66	2,09
11	1,53	3,60	1,60

Værdien af N varierer altsaa kun meget lidet, og Afvigelserne hidrøre maaske ligesaa meget fra Anemometret, der som bekjendt ikke nøiagtigt angiver Hastigheden, som fra Manometret, hvis Viser altid svinger lidt frem og tilbage paa Grund af Umuligheden at frembringe en fuldkomment constant Luftstrøm. Tallene i den 4de Række ere de beregnede Hastigheder for Luftstrømmen i Fod, naar N sættes til 3,67. Afvigelserne beløbe sig kun til Tallene i 2den Decimal, altsaa til højst 1 Tomme paa en Hastighed af et Par Fod i Secundet, og man kan derfor uden væsenlig Feil sætte Hastigheden proportional med Quadratroden af Sinus til Udslagsvinklen eller Trykforskjellen proportional med selve Sinus.

Apparatets Følsomhed. Flere Forhold have Betydning for Apparatets Følsomhed, nemlig Gnidningsmodstandene paa Tapperne, Vingens Størrelse og det statiske Moment. Da Vægten af Vinge med Viser for et bestemt Apparat kun udgjorde 2,27 Gram, og da Axens Staaltapper gaae i smaa Agatleier, er Gnidningsmodstanden en reent forsvindende Størrelse. For det samme Apparat udgjorde Skyderens Vægt 0,182 Gram; anbragtes denne i en Afstand af 34,5 Millimetre fra Omdreiningssaxen, faldt Tyngdepunktet for Pendulet (Vinge + Viser + Skyder) sammen med Omdreiningssaxen. Det statiske Moment for Pendulet uden

Skyder er derfor $34,5^{\text{mm}} \times 0,182^{\text{gr}} = 6,28$ Gr. millimeter. Da nu Vingens Længde er 50 Millimetre, vil altsaa et Tryk paa Vingens Midtpunct af 251 Milligram frembringe et Udslag af 90° . Da endvidere Vingens Areal er $10 \square$ Centimetre, vilde et Lufttryk af 1 Centimeters Høide svare til et Tryk af 13 Milligram (idet 10 Cubikcentimetre Luft veie 13 Milligram), og Pendulet vilde altsaa give et Udslag af 90° ved et Lufttryk af 19 Centimetres Høide, naar Skyderen ikke er anbragt paa Viseren.

Anbringes derimod Skyderen paa Viseren, vil Systemets Tyngdepunct rykke nærmere til Omdreiningssaxen, og derved Følsomheden tiltage. Apparatet kan altsaa reguleres efter de Trykdifferenser, som man ønsker at maale, og Forsøgene have viist, at Følsomheden kan blive saa stor, naar Skyderen anbringes i passende Afstand fra Omdreiningssaxen, at man endog kan iagttage en Trykforskjel, der kun beløber til Trykket af en Luftsoile af 1 Millimeters Høide, hvilket svarer til en Trykforskjel af $\frac{1}{770}$ Millimetre Vandtryk. Apparatet overgaaer derfor alle hidtil bekjendte Manometre med Hensyn til Følsomhed.

Apparatets Anvendelighed i forskjellige Øiemed. De Egenskaber, som gjøre Sinusmanometret meget anvendeligt i forskjellige Øiemed, ere væsenligt dets ringe Størrelse, dets simple Construction, som gjør det transportabelt, og dets store Følsomhed. Ved den physiske Underviisning kan Sinusmanometret tjene til at vise mange bekjendte Phænomener vedrørende Luftarternes Egenskaber, f. Ex. at Lufttrykket stiger foran et i Luften bevæget Legeme og aftager bag ved samme; at en Luftstrøm, hvis Tværnsnit forandres, frembringer en Fortætning eller Fortynding efter Forandringens Natur; at Luften i et aabent Rør ved Opvarmning eller Afkøling frembringer en Sugning, et Tryk eller forholder sig indifferent, alt efter Rørets Stilling; selv Rør af ikkun 1 Fods Længde vise ved en Temperaturforandring, som Haandens Varme kan frembringe, disse Forhold meget tydeligt; at Centrifugalkraften virker paa Luften

i et som Pendul svingende Rør o. s. v. Det sidste Forsøg er især overraskende; thi man behøver kun at befæste et nogle Tommer langt Kautschukrør i Manometrets ene Aabning og bevæge Rørets Munding for at see et stærkt Udslag af Manometrets Pendul, frembragt af den ved Bevægelsen indtrædende Fortynding af Luften.

I praktiske Øiemed kan Manometret ligeledes finde megen Anvendelse. Sættes dets ene Aabning i Forbindelse med en Canal, i hvilken Luft bevæges ved Sugning eller Tryk, kan man selv for meget svage Hastigheder af Luftstrømmen kontrollere dennes Styrke, hvilket er af særlig Betydning for Controllen af de Luftmængder, som Ventilationscanaler føre, i hvilke Lufttrykket kun er meget lidt forskjellig fra det ydre Lufttryk. Er Forskjellen derimod større imellem Trykket i Røret og i den ydre Luft, hvilket f. Ex. er Tilfældet i Ledninger, som føre Belysningsgas, vil man til enhver Tid kunne bestemme disse Ledningers Gasføring, d. v. s. den Mængde Gas, som strømmer igjennem dem i en vis Tidseenhed, naar man sætter Manometrets tvende Aabninger i Forbindelse med Gasrøret paa to Steder, som ligge nogle faa Fod fra hinanden; thi man vil da paa Manometret iagttage Gasstrømmens Tryktab i den lille Deel af Ledningen og deraf kunne slutte sig til Gasstrømmens Hastighed, der som bekjendt er proportional med Quadratroden af Tryktabet. Til dette Øiemed maa Manometret være lufttæt sammenføiet. Anbringes Manometret paa en Hovedgasledning, idet dets tvende Aabninger sættes i Forbindelse med denne med en Afstand af 10 Fod imellem Forbindelsesstederne, og reguleres Manometret saaledes, at det for en Gasføring af 20 Cubikfod i Secundet viser et Udslag af 30° , vil

en Gasføring af 18 Kubikfod give et Udslag af $23^{\circ} 55''$

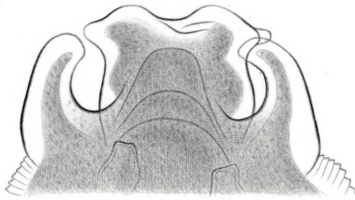
—	19	—	—	26 50
—	20	—	—	30 0
—	21	—	—	33 30
—	22	—	—	37 10

Man vil altsaa kunne iagttage selv meget smaa Forandringer i Gasstrømmens Hastighed.

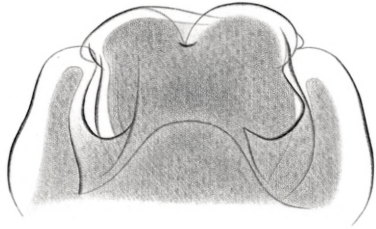
Det er i Praxis af stor Vigtighed at kunne komme til Kundskab om den Gasmængde, som gennemstrømmer Hovedledningen fra et Gasværk paa et givet Tidspunkt, thi jo større den gennemstrømmende Gasmængde er, desto større er ogsaa det Tryktab, som Luftstrømmen lider, forinden den naaer til det fra Gasværket fjerne Forbrugssted, og selv om man paa Gasværket holder et constant Tryk paa Hovedledningerne, vil derfor Trykket, med hvilket Gassen møder hos Consumenten, variere stærkt med Størrelsen af den Mængde Gas, som Ledningen skal føre til forskjellige Tider. Hidtil har man kun kunnet maale Gjennemstrømningens Hastighed ved at undersøge, hvormeget Gasbeholder-Klokken synker i en vis Tid; men derved opnaaer man kun at faae at vide, hvor stærk Gjennemstrømningen har været, ikke hvor stor den er i et bestemt Øjeblik, og Gastrykket kan derfor ikke reguleres saaledes, at det f. Ex. stedse er lige stort, hvor Hovedledningerne forgrene sig paa Byens Grund. Anbringes derimod Sinusmanometret paa Gasværket i Forbindelse med Hovedledningen, idet Manometrets tvende Aabninger forbindes med denne paa to Steder, der ligge omtrent 10 Fod fra hinanden, vil man stedse paa Manometret kunne iagttage Gasstrømmens Hastighed ved det stedfindende Tryktab og da regulere Trykket paa Hovedledningen saaledes, at Gastrykket stedse bliver lige stort, hvor Hovedledningen udmunder i Byen. Sinusmanometret vil derfor blive af stor Betydning med Hensyn til Frembringelsen af et constant Gastryk og løser Opgaven paa den simpleste og billigste Maade.

Universitetslaboratoriet, April 1878.

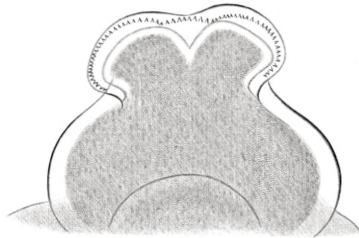
1.



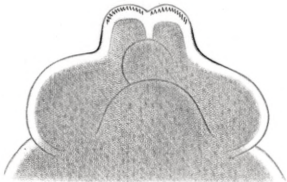
2.



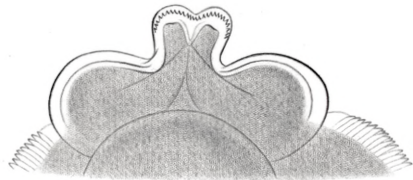
3.



4.



5.



1. *Ascaris osculata*. 2. *A. lobulata*. 3. *A. decipiens*.
4. *A. simplex*. 5. *A. conocephalus*.