

Wydział Mechaniczny

Reczyński

BIBLIOTEKA POLITECHNIKI
WARSZAWSKIEJ
Nr. Inwent. 599

FIZYKA DOŚWIADCZALNA

SKRYPT WEDŁUG WYKŁADÓW PROF. CZESŁAWA RECZYŃSKIEGO
NA POLITECHNICE LWOWSKIEJ, DLA STUDENTÓW WYDZIAŁÓW
MECHANICZNEGO, CHEMICZNEGO I OGÓLNEGO

(FIZYKA B)

RYSUNKI

WE LWOWIE
NAKŁADEM AUTORA
1931

i.z. 3872

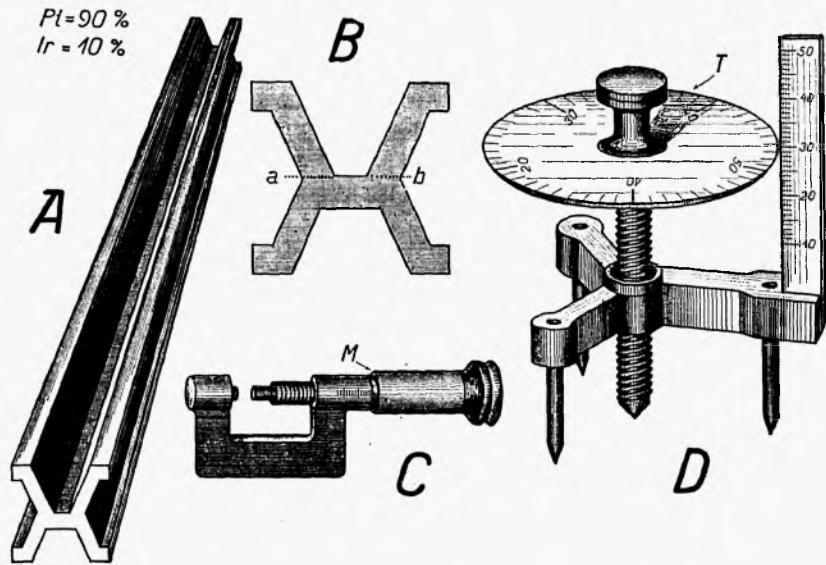


B.226/iii

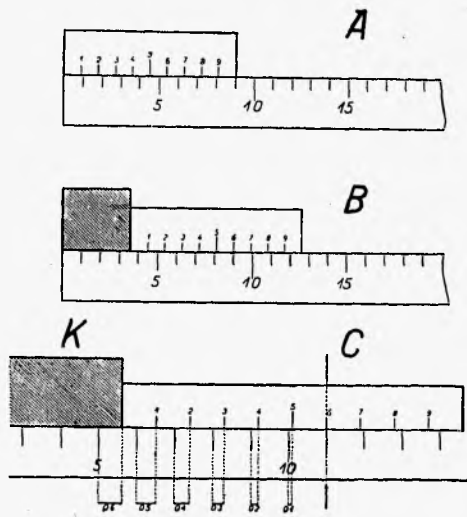
i.z. 3872/iii

BG05A/016-39

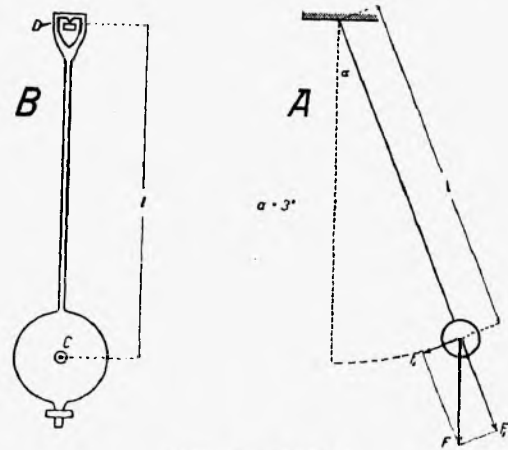
Mierzenie długości i czasu.



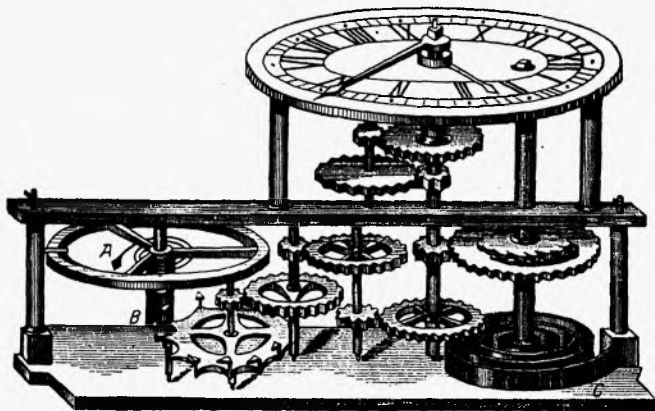
Rys. 1. Metr normalny. Śruba mikrometryczna. Sferometr.



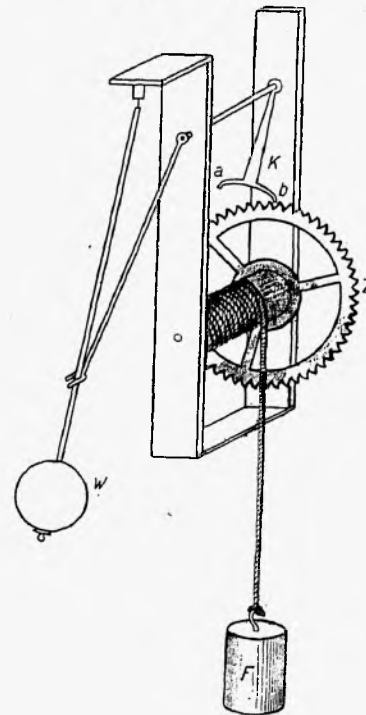
Rys. 2. Noniusz.



Rys. 3. Wahadło.

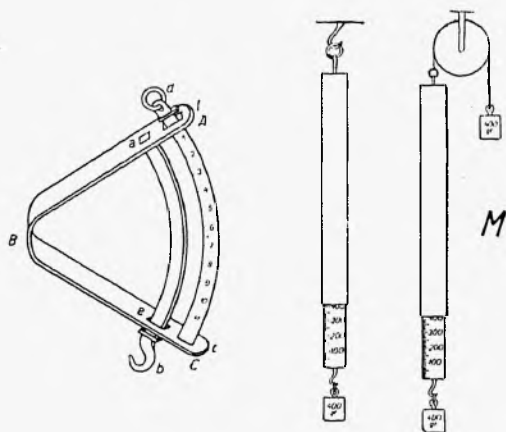


Rys. 5. Balans A. Sprężyna C.

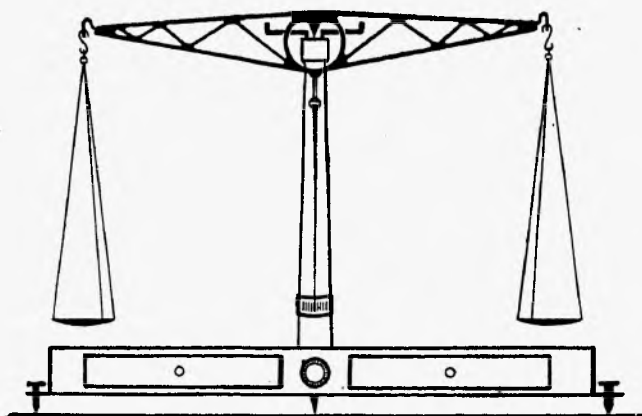


Rys. 4. Wahadło W. Ciężar F.

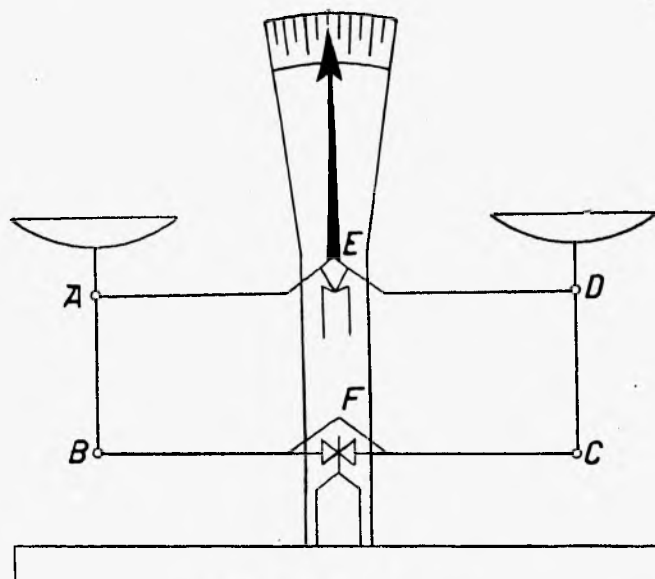
Mierzenie siły.



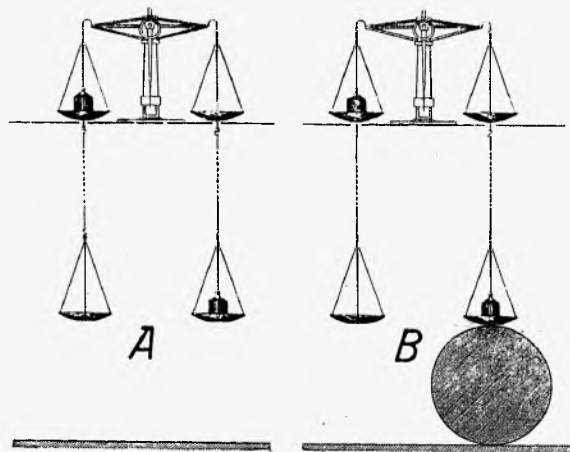
Rys. 6. Dynamometry.



Rys. 7. Waga dwuramienna (typ zwyczajny).

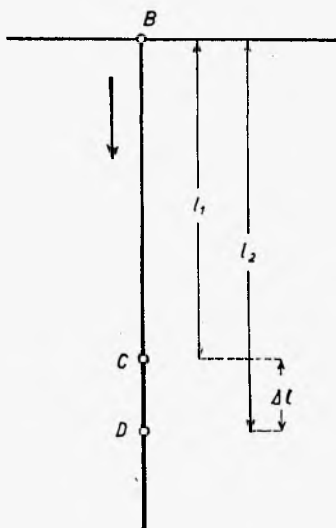


Rys. 8. Waga Roberval.

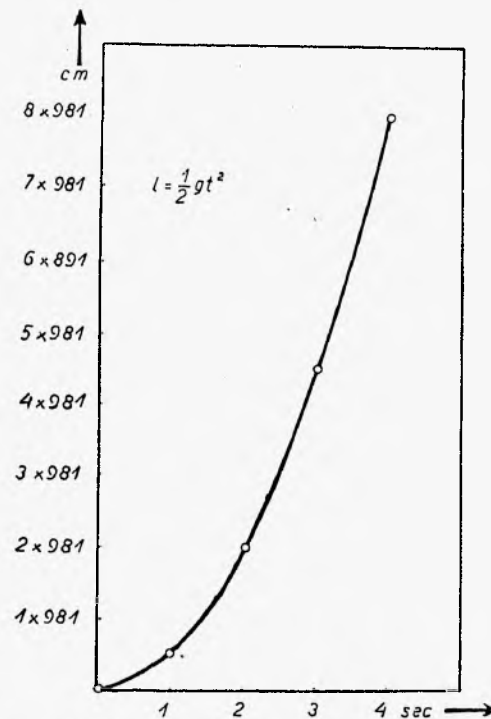


Rys. 9. Grawitacja (doświadczenie Jolly'ego).

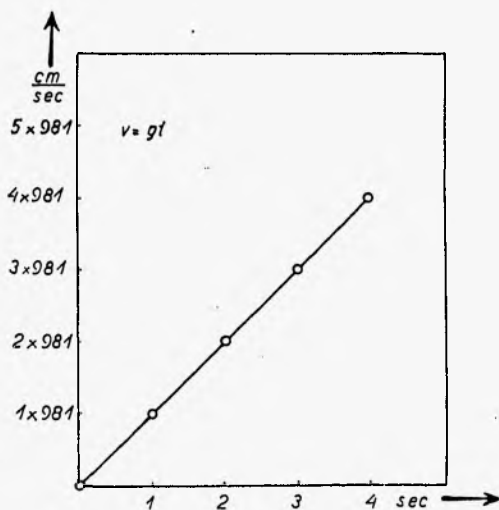
Ruch jednostajnie przyspieszony.



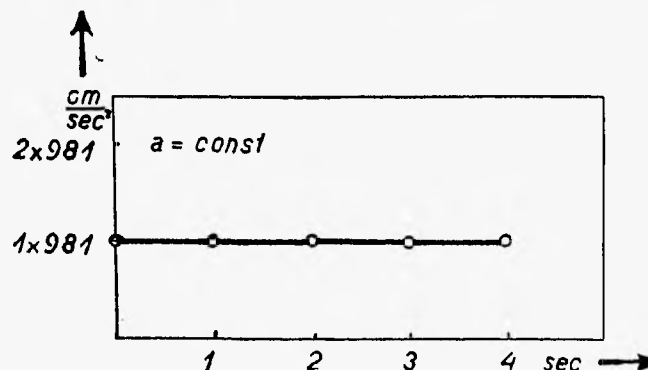
Rys. 10. Swobodne spadanie ciała.



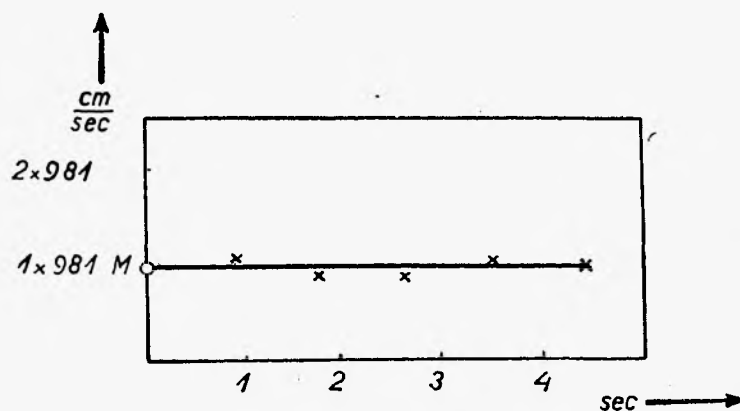
Rys. 11. Droga przebyta w zależności od czasu.



Rys. 12. Prędkość w zależności od czasu.

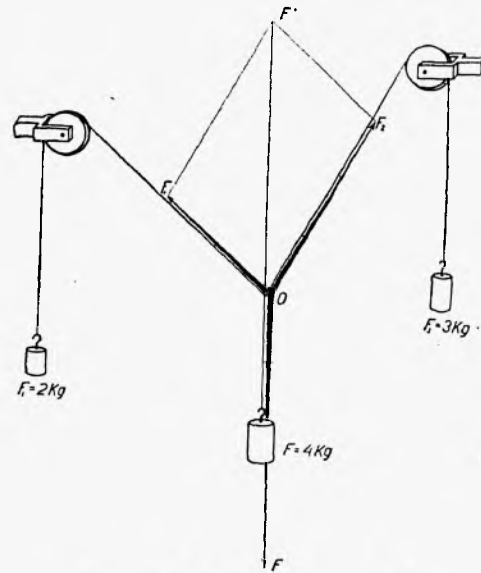


Rys. 13. Przyspieszenie w zależności od czasu.



Rys. 14. Błędy doświadczalne.

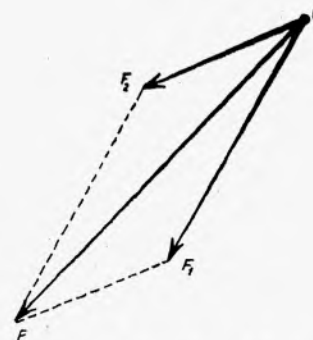
Składanie i rozkładanie sił.



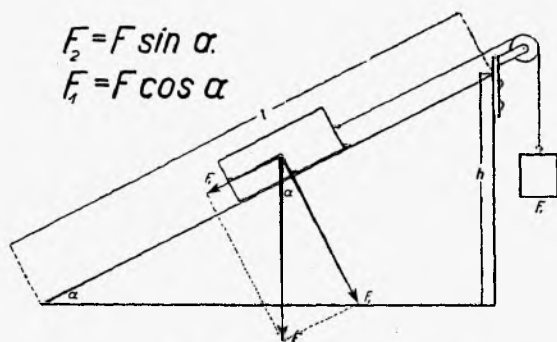
Rys. 16. Równowaga trzech sił.



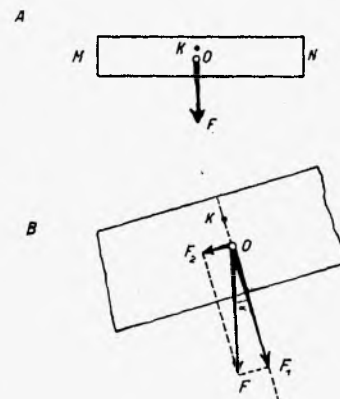
Rys. 15. Wykreślne przedstawienie siły.



Rys. 17. Równoległobok sił.

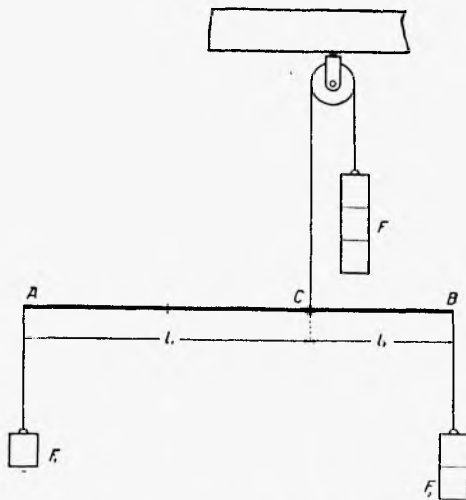


Rys. 18. Płaszczyzna pochyla.

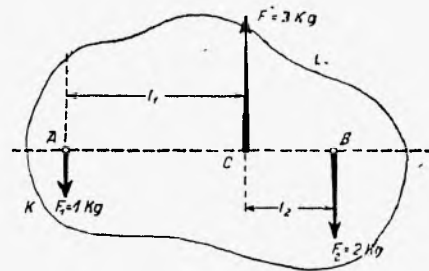


Rys. 19. Belka wagi.

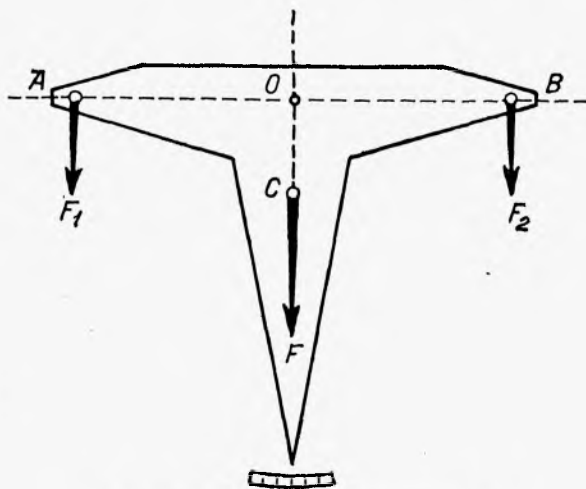
Momenty sił równoległych.



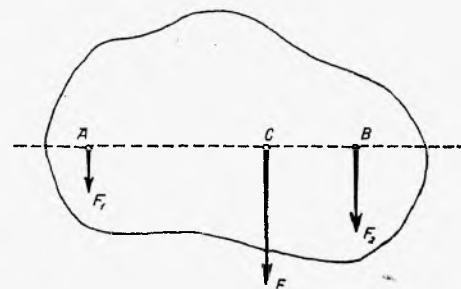
Rys. 20. Równowaga trzech sił równoległych.



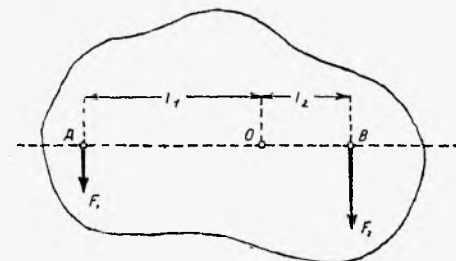
Rys. 21. Bryła pod działaniem sił równoległych.



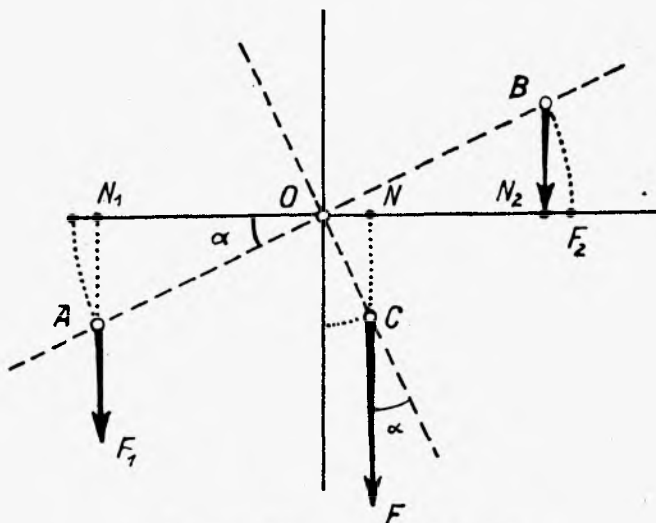
Rys. 25. Belka wagi dwuramiennej.



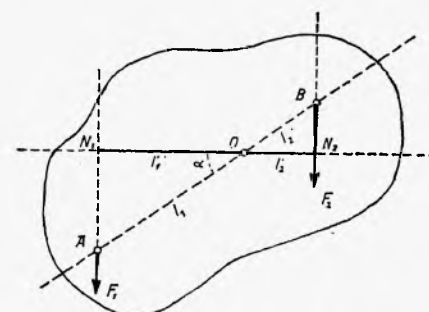
Rys. 22. Wypadkowa sił równoległych.



Rys. 23. Bryła obracalna dookoła osi O.



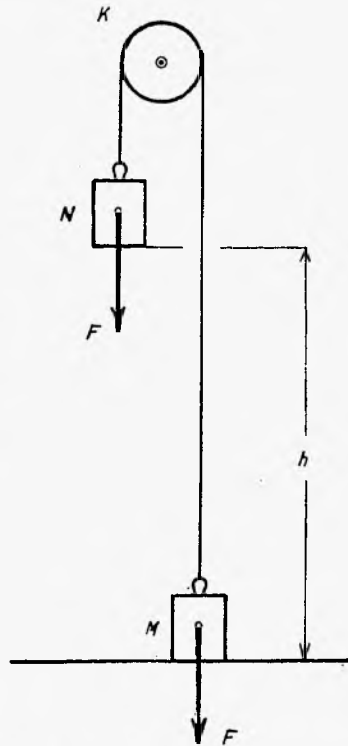
Rys. 26. Obliczenie czułości wagi.



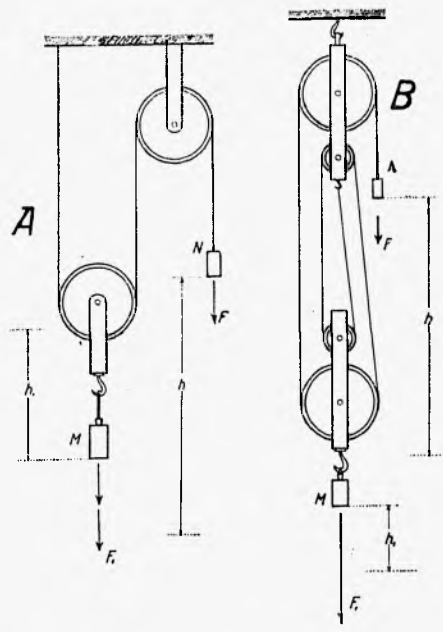
Rys. 24. Bryła odchylona.

Praca mechaniczna. Energia potencjalna.

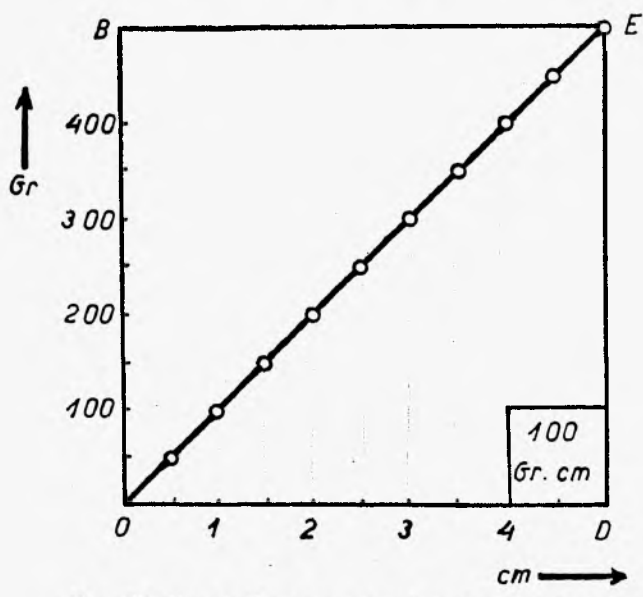
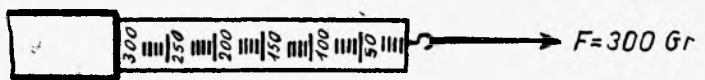
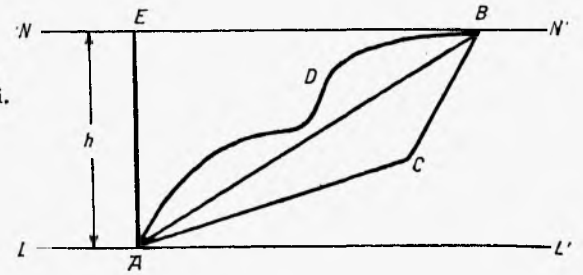
Rys. 27.
Praca mechaniczna.



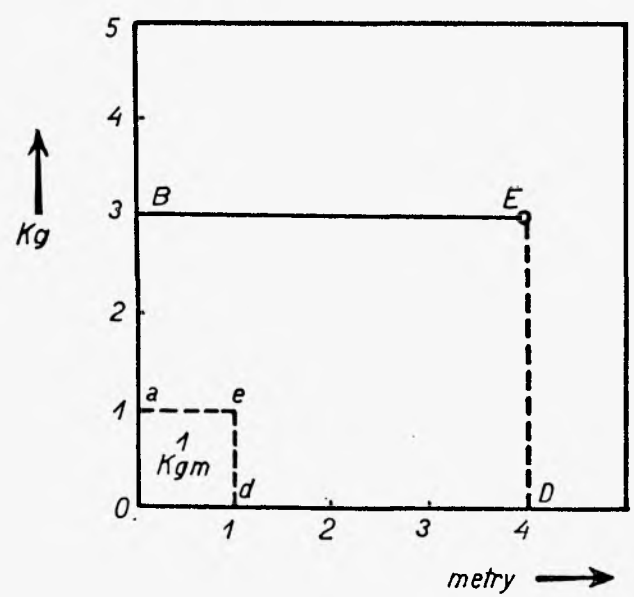
Rys. 28.
Wielokrażki.



Rys. 29.
Niezależność pracy od drogi.

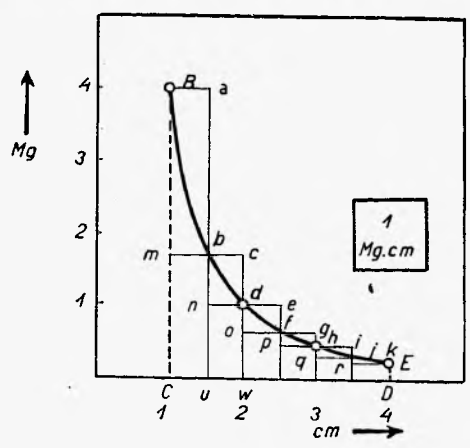


Rys. 30. Praca siły proporcjonalnej do wydłużenia.

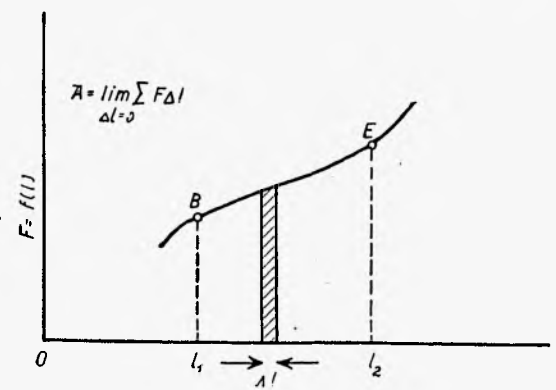


Rys. 31. Praca siły stałej.

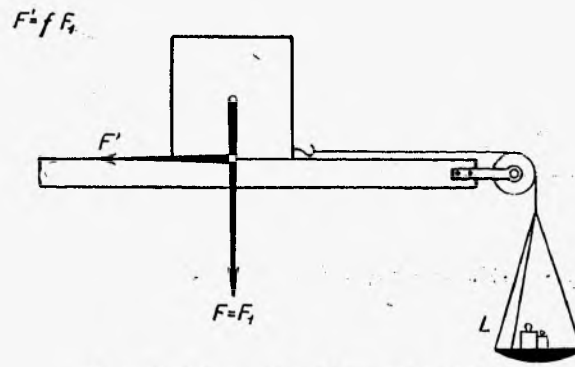
Rys. 32.
Praca siły odwrotnie proporcjonalnej do kwadratu odległości.



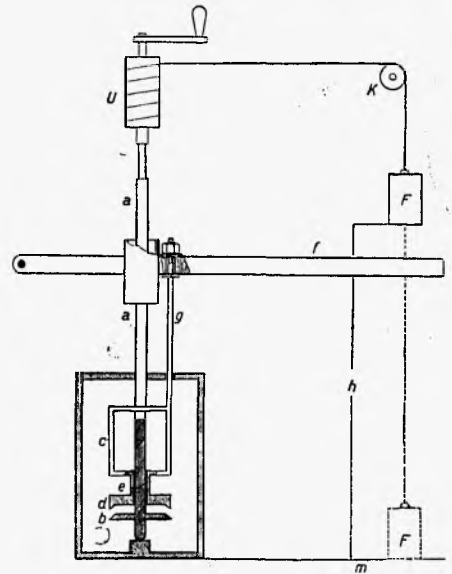
Rys. 33.
Praca siły dowolnej.



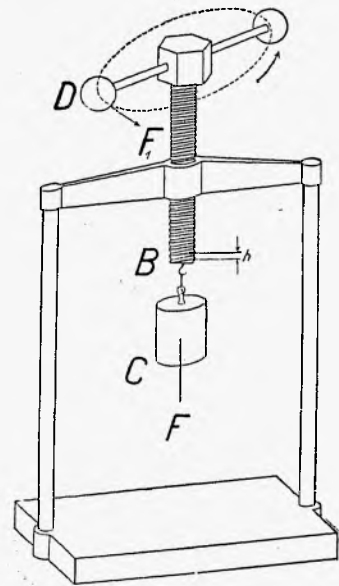
Moc. Sprawność. Masa. Energia kinetyczna.



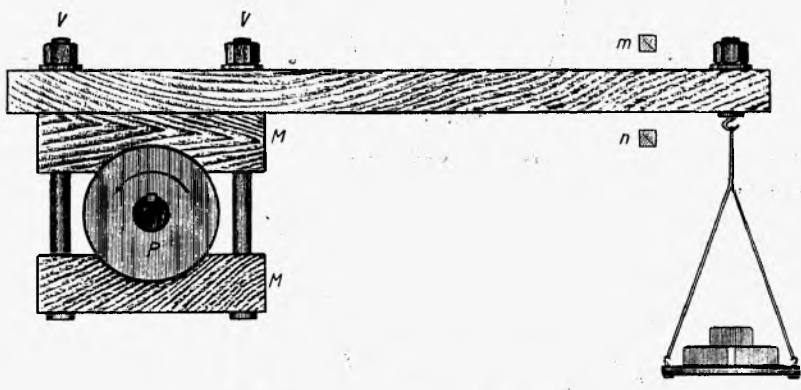
Rys. 84. Mierzenie współczynnika tarcia.



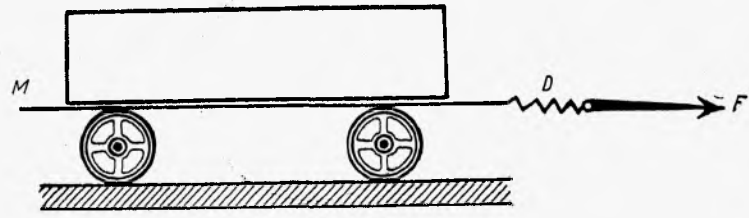
Rys. 85. Mierzenie dynamicznego równoważnika jednostki ciepła.



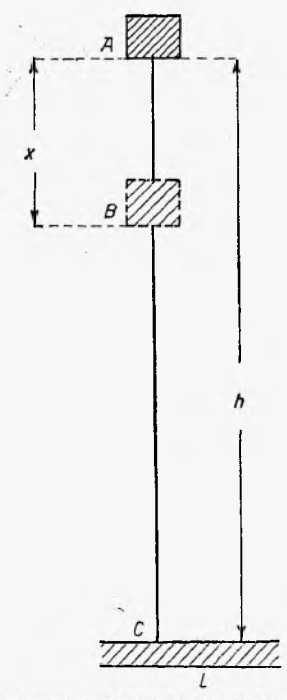
Rys. 86. Mierzenie sprawności śruby.



Rys. 87. Mierzenie mocy motoru.

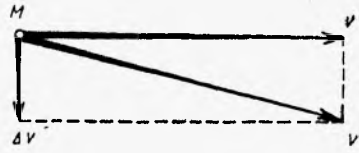


Rys. 88. Mierzenie masy.

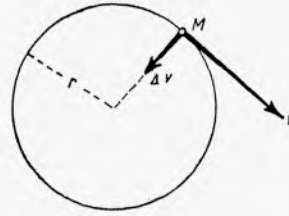


Rys. 89. Energia kinetyczna.

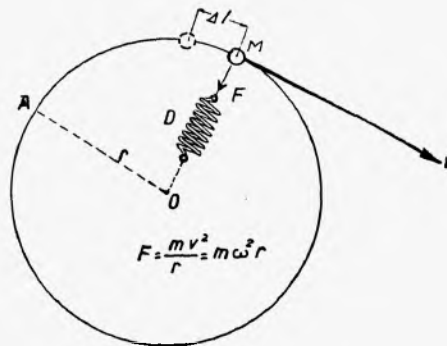
Ruch po obwodzie koła. Grawitacja.



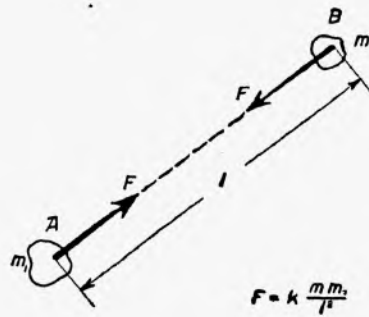
Rys. 40. Geometryczne składanie prędkości.



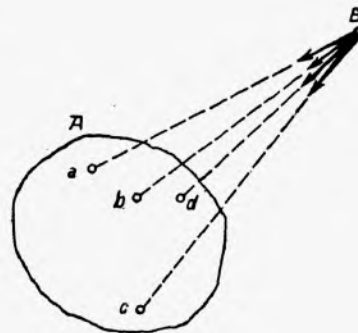
Rys. 41. Przyspieszenie dośrodkowe.



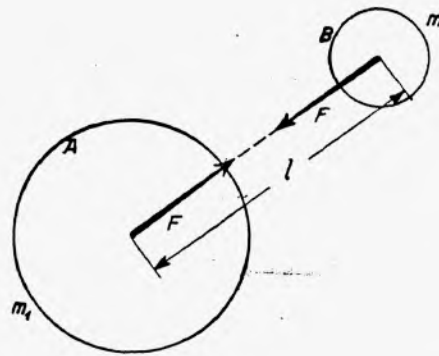
Rys. 42. Siła dośrodkowa F .



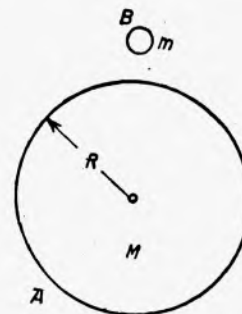
Rys. 43.
Prawo Newtona.



Rys. 44.
Grawitacja.

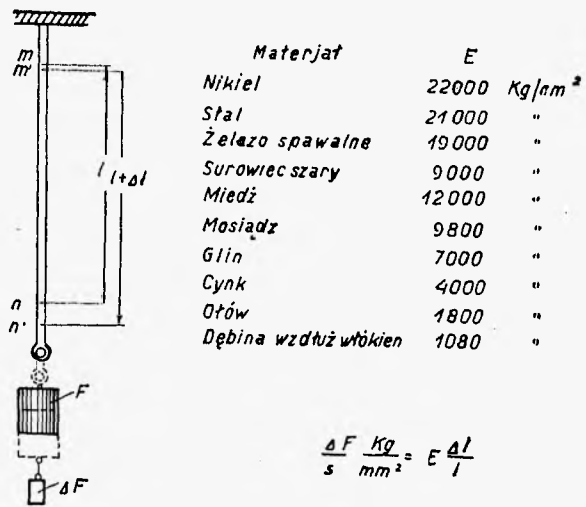


Rys. 45. Przyciąganie się kul.

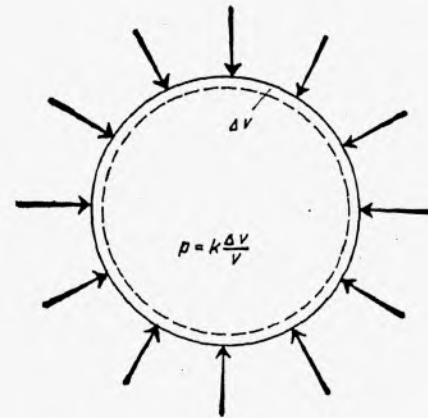


Rys. 46. Ciężar na powierzchni ziemi.

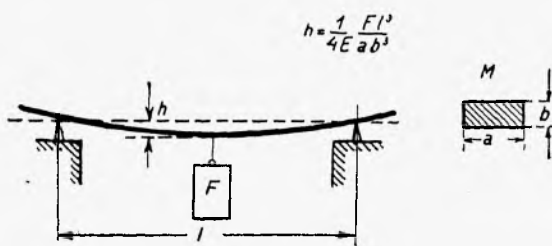
Odształcenie ciał stałych.



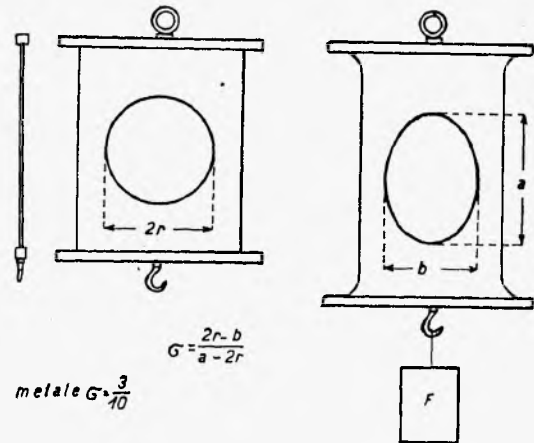
Rys. 47. Moduł Young'a.



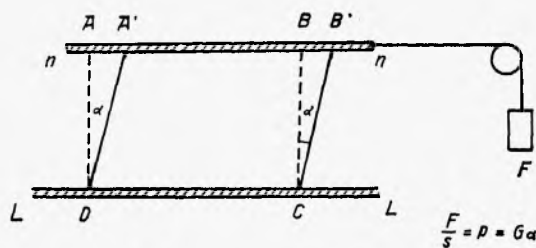
Rys. 48. Wszeczhonne ściskanie.



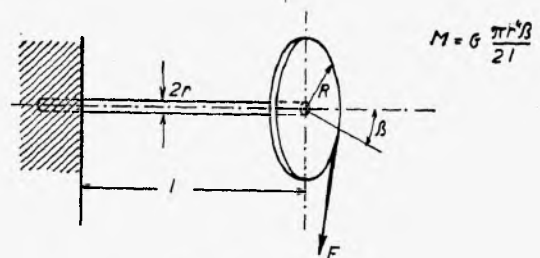
Rys. 49. Strzałka ugięcia.



Rys. 50. Spółczynnik Poisson'a

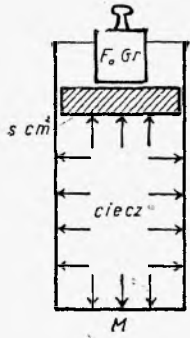


Rys. 51. Ścinanie. (Skręcenie proste).

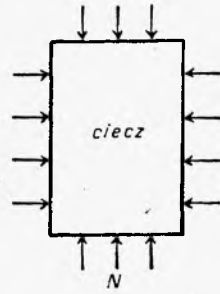


Rys. 52. Skręcenie.

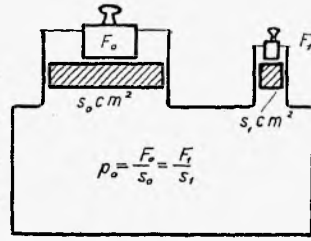
Prawo Pascal'a. Ściśliwość cieczy.



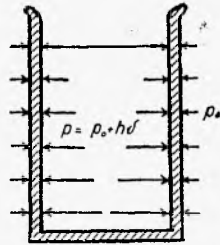
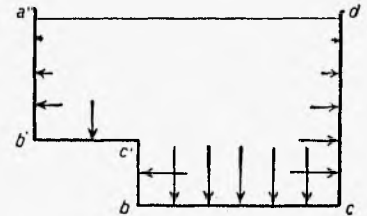
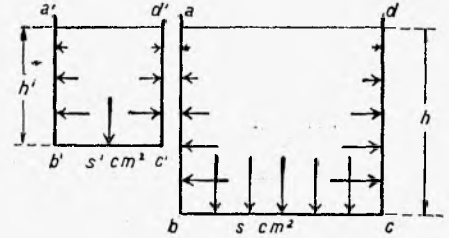
Rys. 53. Prawo Pascal'a.



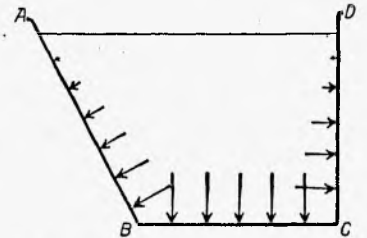
Rys. 54.



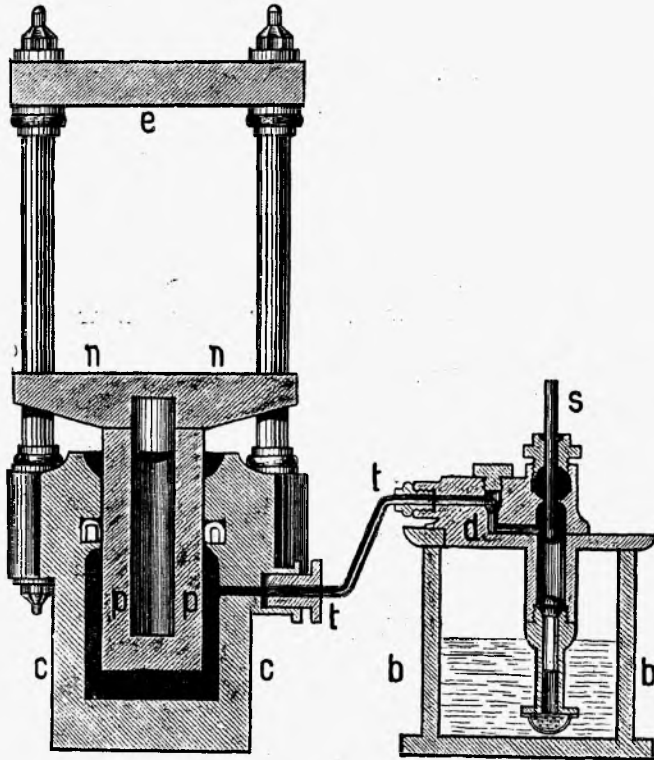
Rys. 55. Prasa hydrauliczna (schemat).



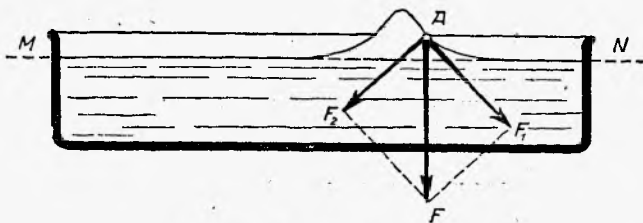
Rys. 60. Parcie na ścianki naczynia.



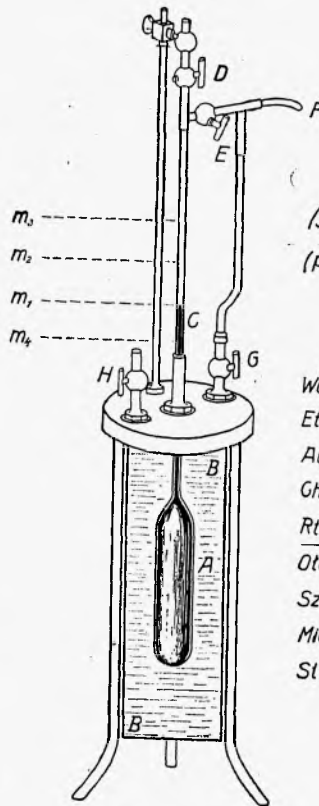
Rys. 61. Parcie na dno naczynia.



Rys. 56. Prasa hydrauliczna (przyrząd).



Rys. 59. Zwierciadło cieczy.

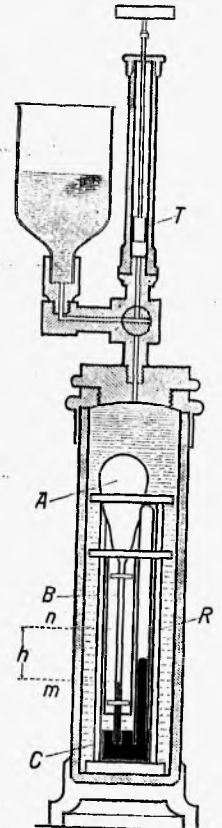


$$\beta = -\frac{1}{v} \frac{dv}{dp}$$

(p w atmosf.)

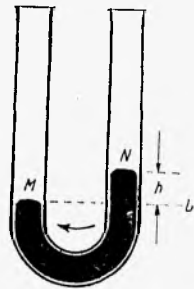
	10 ⁶ β
Woda	48,-
Eter	140,-
Alkohol	90,4
Glorof.	62,5
Rtęć	2,95
Ołów	2,76
Szkło	2,20
Miedź	0,86
Stal	0,68

Rys. 58. Piezometr Regnault'a



Rys. 57. Piezometr Oerstedt'a.

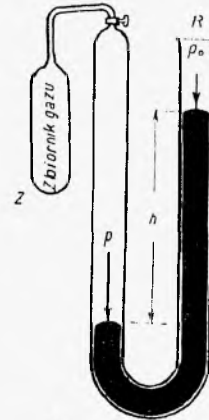
Naczynia połączone. Mierzenie ciśnienia.



Rys. 62.



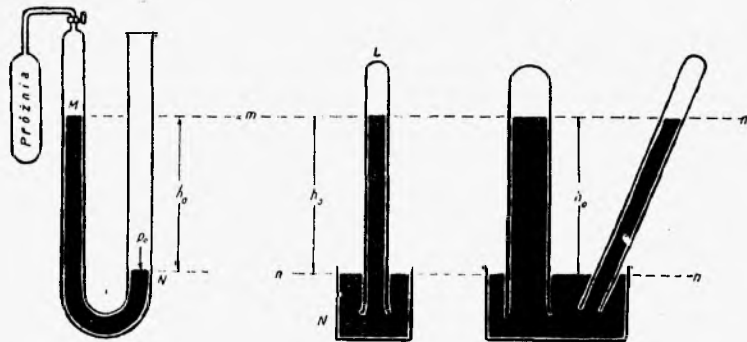
Rys. 63.



$$p = p_0 + h\delta$$

Rys. 64. Mierzenie ciśnienia gazu.

Naczynia połączone.



$$\rho_0 \cdot h_0 = 76 \text{ cm} = 136 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \cdot 1033 \frac{\text{cm}}{\text{cm}^3}$$

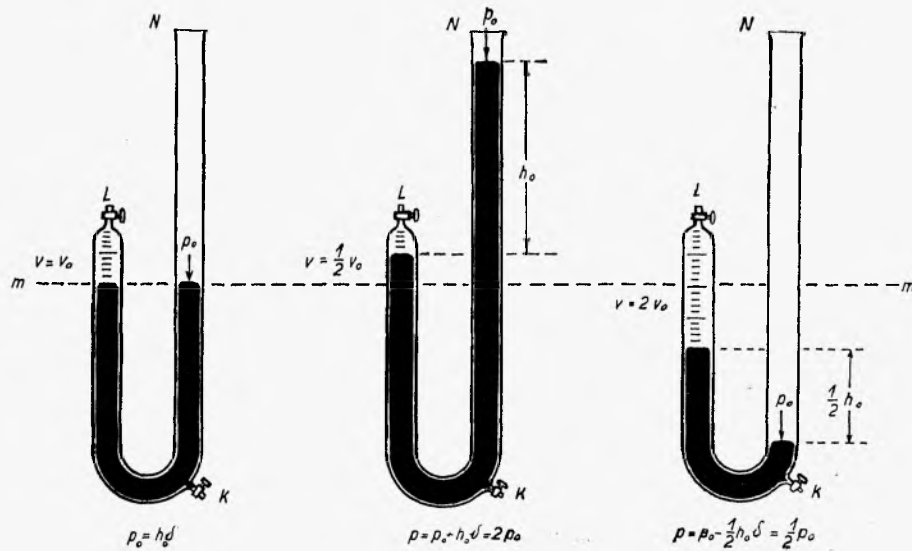
Rys. 65.

Mierzenie ciśnienia atmosfery.

Rys. 66.

Doświadczenie Torricelli'ego.

Rys. 67.



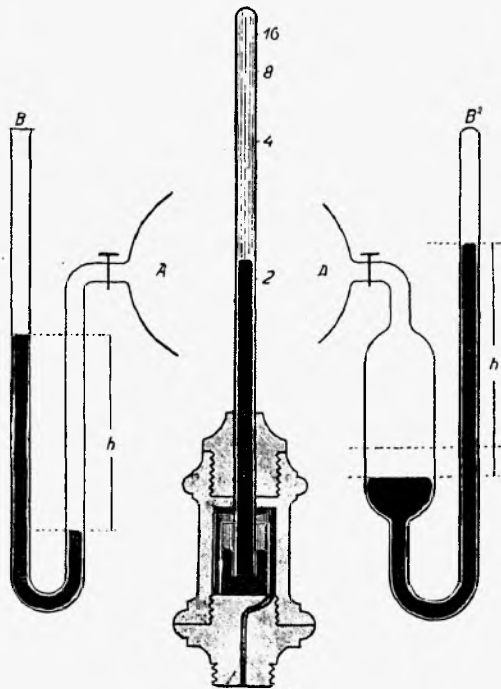
Rys. 68.

Rys. 69.

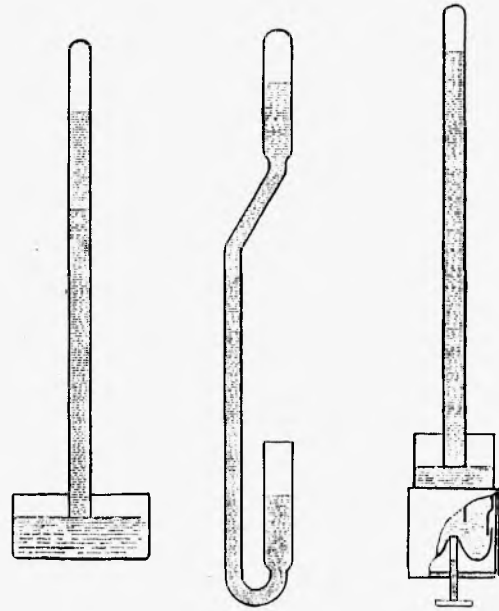
Rys. 70.

Prawo Boyle'a i Mariotte'a.

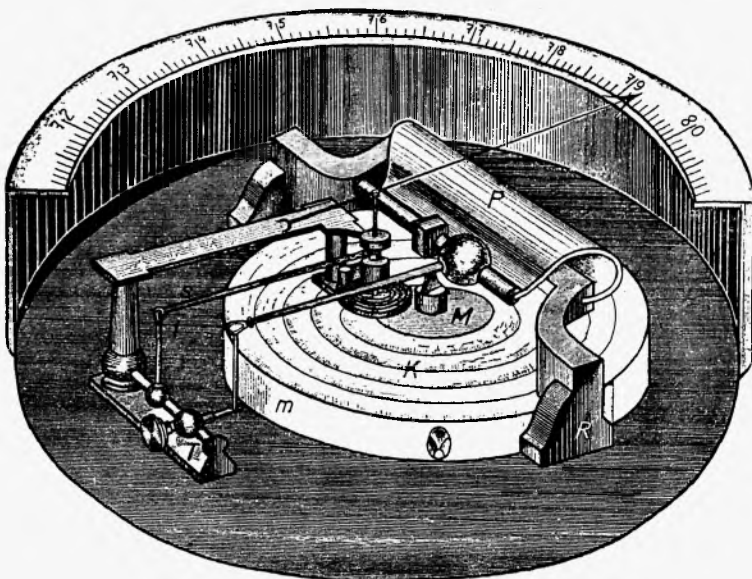
Manometry i barometry.



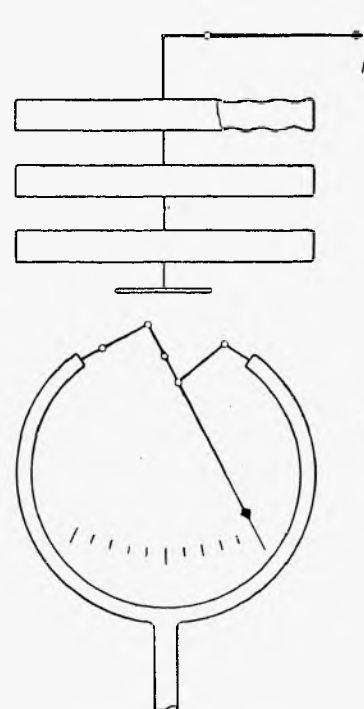
Rys. 72. Manometry rtęciowe
(pół-schematycznie).



Rys. 71. Barometry rtęciowe
(schematycznie).

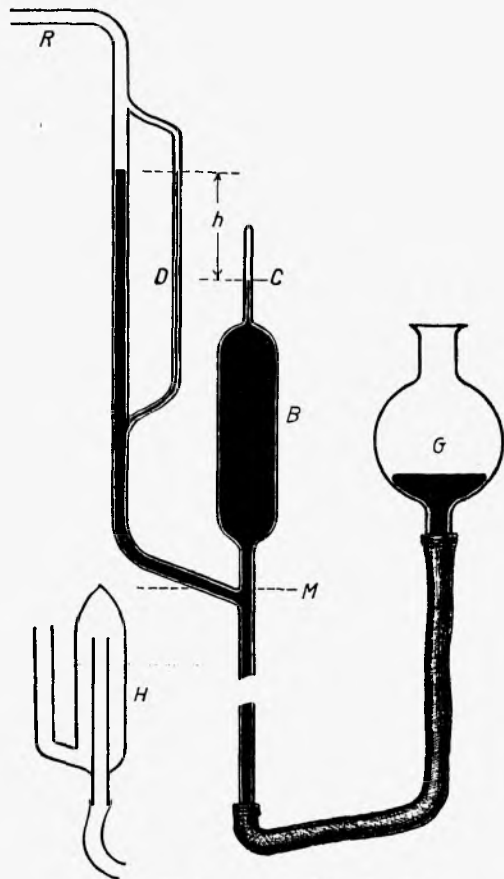


Rys. 73. Barometr-aneroid Vidi'ego
(przyrząd).

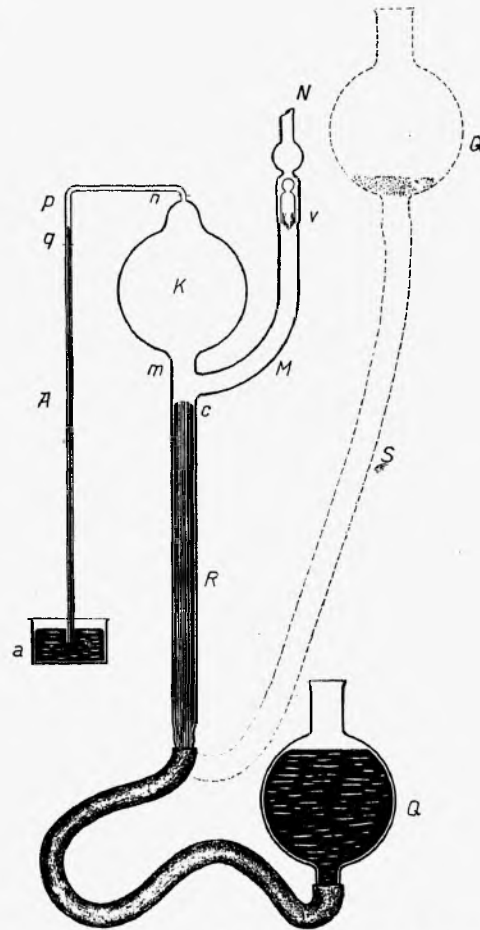


Rys. 74. Barometr i manometr metalowy
(schemat).

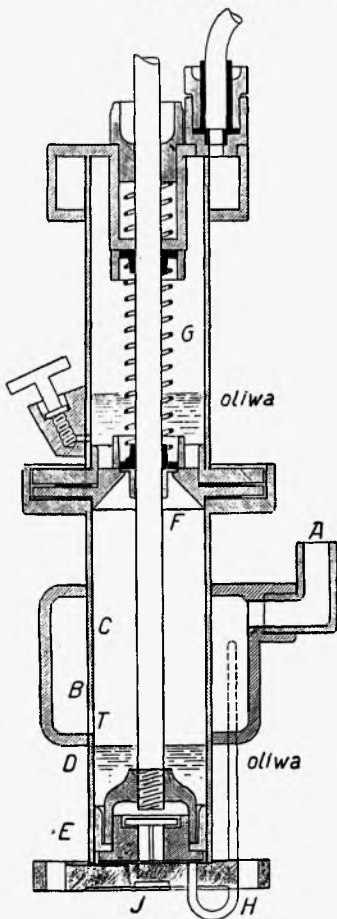
Pompy.



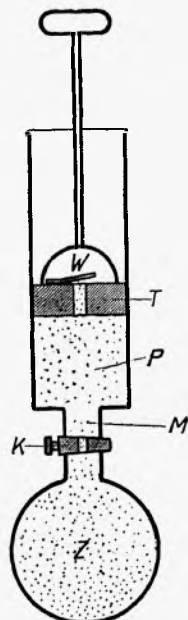
Rys. 75. Wakuummeter Mac Leod'a.



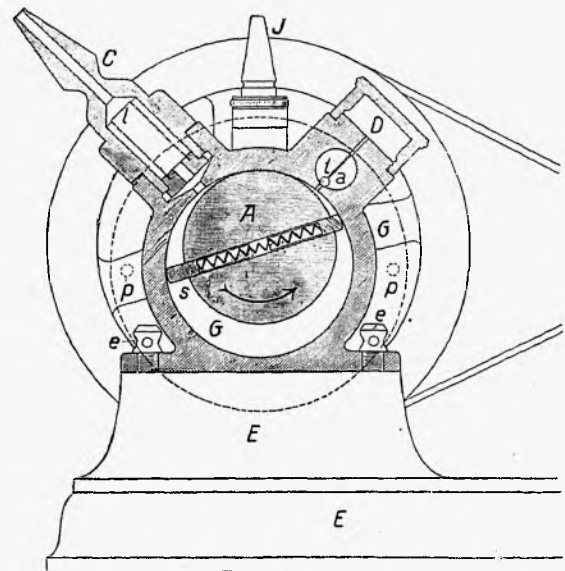
Rys. 76. Pompa rtęciowa.



Rys. 78. Pompa olejowa tłokowa.

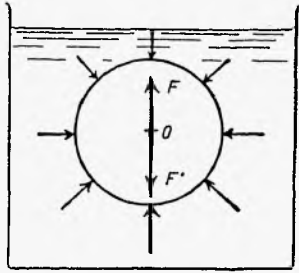


Rys. 77. Pompa tłokowa (schemat)

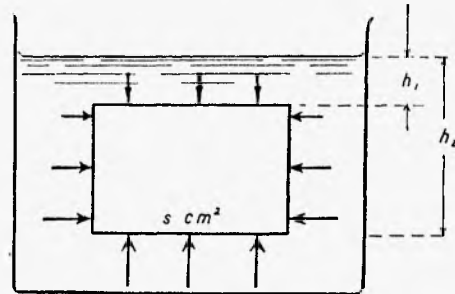


Rys. 79. Pompa rotacyjna kapslowa.

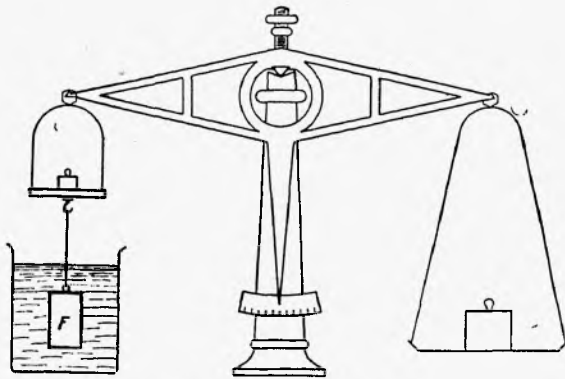
Prawo Archimedesza.



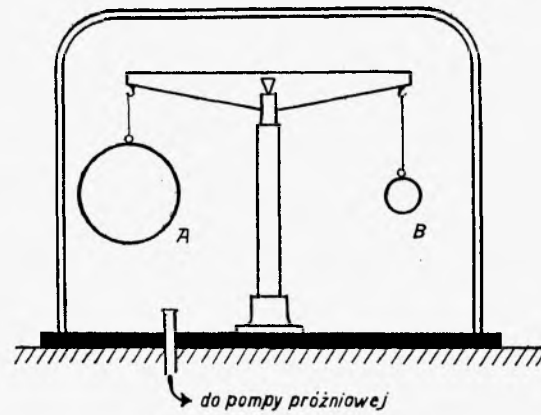
Rys. 80. Parcie na ciało zanurzone w cieczy.



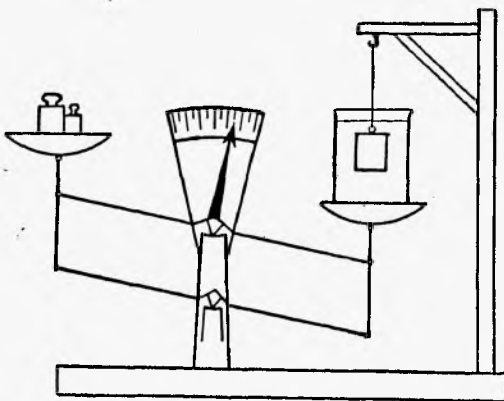
Rys. 81. Prawo Archimedesza.



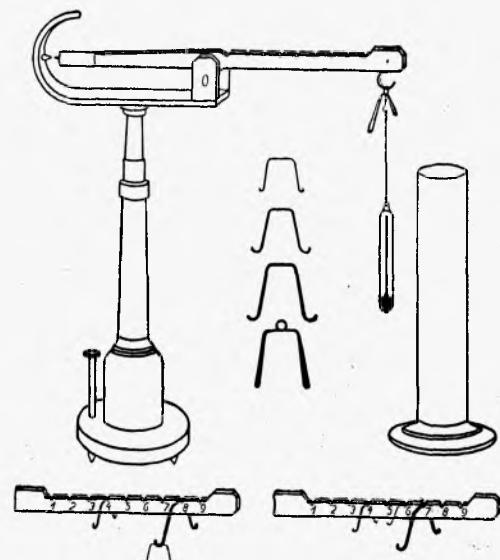
Rys. 82. Waga hydrostatyczna.



Rys. 83. Parcie powietrza.

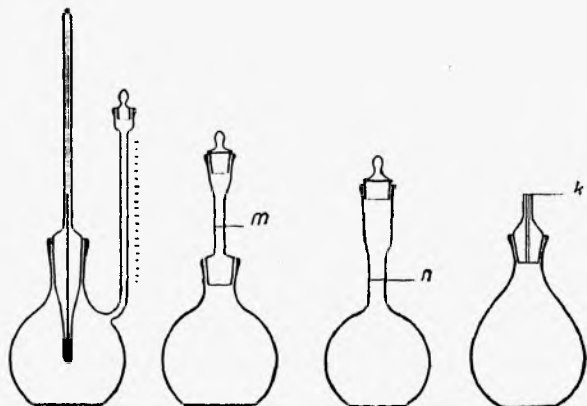


Rys. 84. Oddziaływanie ciała zanurzonego na ciecz.



Rys. 85. Waga Mohr'a.

Ciężar właściwy. Gęstość. Gęstość względna.



Rys. 86. Piknometry.

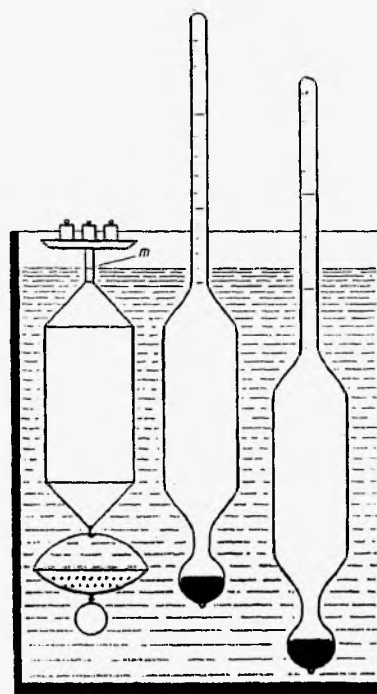
Ciężary właściwe.

<i>Ir</i>	22·4	<i>Cu</i>	8·9
<i>Pł</i>	21·4	<i>Fe</i>	7·8
<i>Au</i>	19·2	<i>Al</i>	2·7
<i>Pb</i>	11·3	<i>Na</i>	0·97
<i>Ag</i>	10·5	<i>Li</i>	0·53
<hr/>			
<i>Szko</i> ..	2·4 do 5·9	<i>Hg</i>	13·595
<i>NaCl</i> ..	2·164	<i>CH₂J₂</i> ..	3·324
<i>Drzewo</i>	1·2 do 0·5	<i>H₂SO₄</i> ..	1·833
<i>Lód</i>	0·917	<i>C₂H₅OH</i> ..	0·791
<i>Korek</i> ..	0·2	<i>Eter</i>	0·717

Rys. 89.

	<i>H₂O-1</i>	<i>POWIETRZE-1</i>	<i>O₂-16</i>
<i>POWIETRZE</i>	0·001293	1·0000	1·447
<i>H₂</i>	0·0000898	0·0695	1·008
<i>He</i>	0·000179	0·1383	2·001
<i>N₂</i>	0·001250	0·9674	1·4002
<i>O₂</i>	0·001429	0·1056	16·000
<i>Ar</i>	0·001783	1·3791	19·96
<i>CO₂</i>	0·001977	1·5291	22·000
<i>H₂O</i>	0·000606	0·622	9·00

Rys. 90. Gęstości względne gazów.

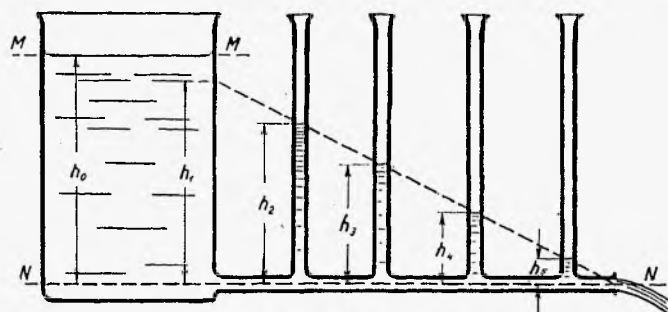


Rys. 87. Areometry.

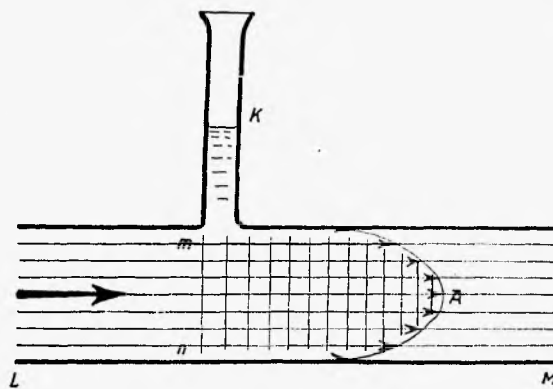


Rys. 88.

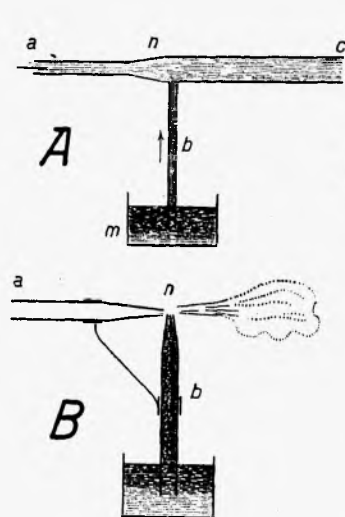
Strumień cieczy i gazu.



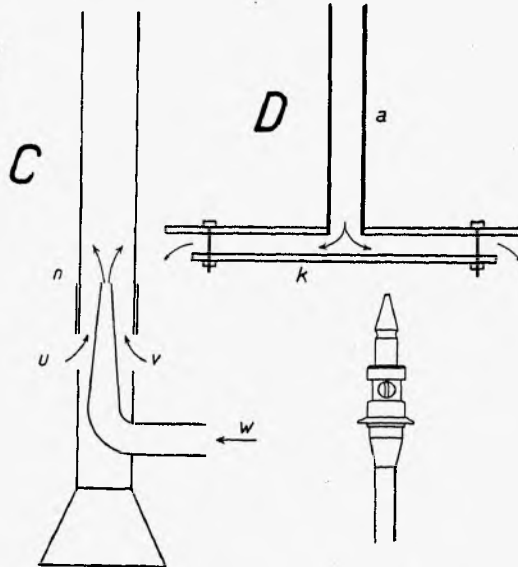
Rys. 91. Spad ciśnienia w rurze.



Rys. 92. Ruch cieczy w rurkach włoskowatych.



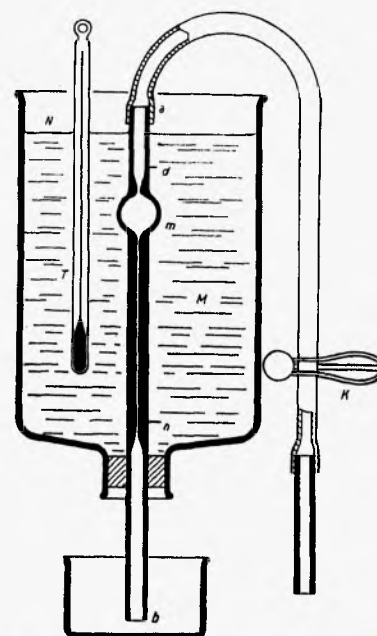
Rys. 94. Rozpylacz.



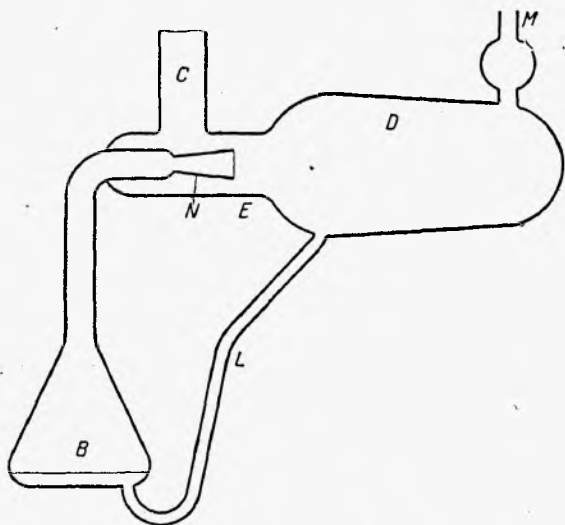
Palnik Bunsena.



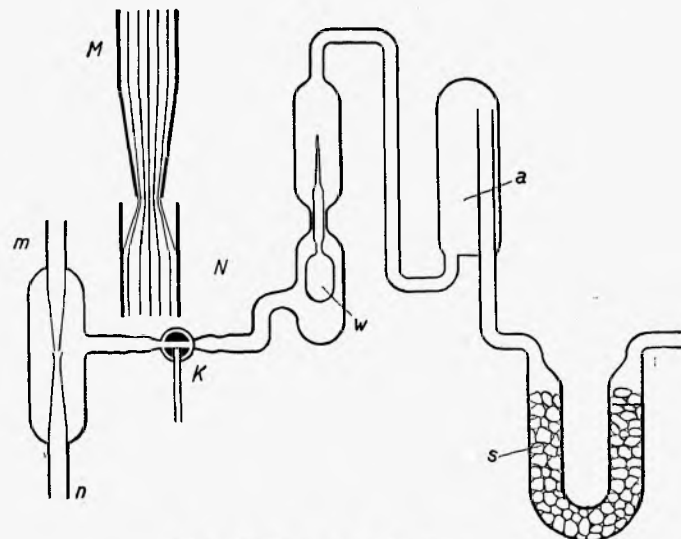
Injektor.



Rys. 93. Mierzenie lepkości cieczy.

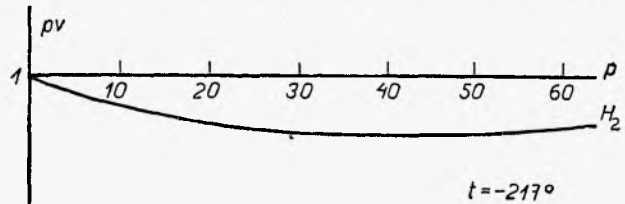
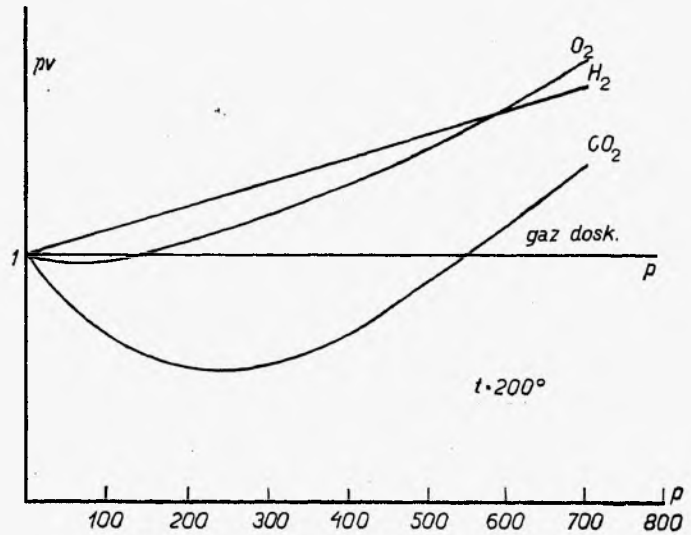
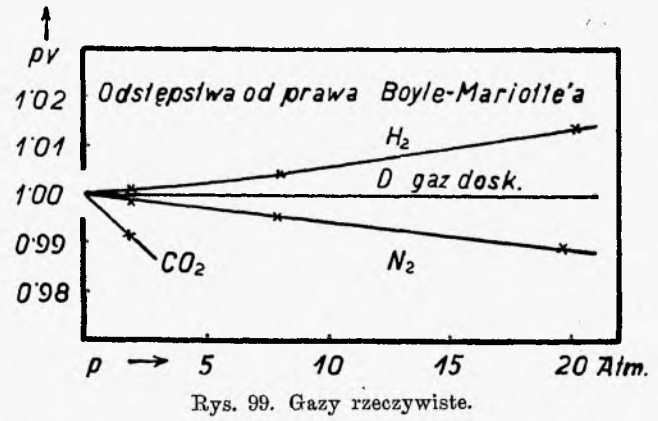
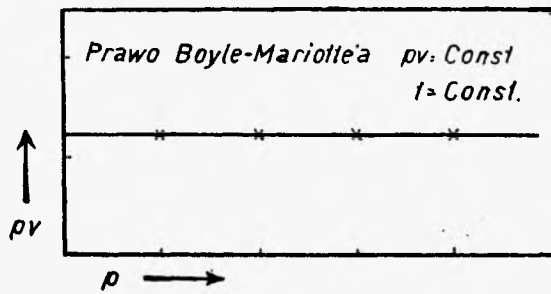
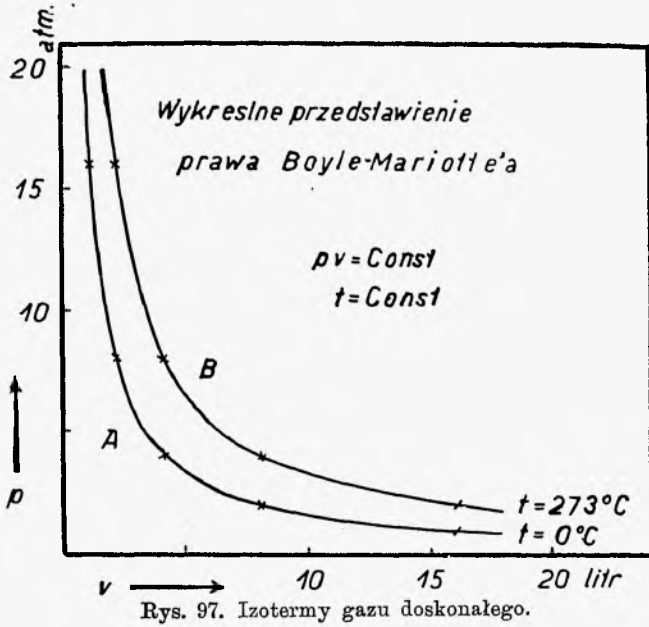


Rys. 95. Pompa dyfuzyjna rtęciowa.

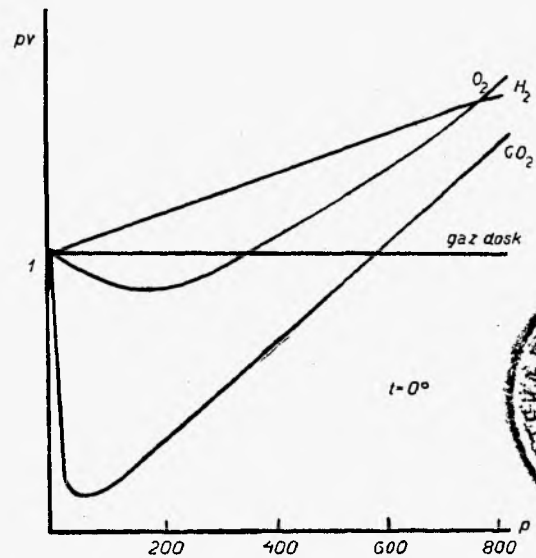


Rys. 96. Pompa wodna Bunsena.

Ściślność gazów przy różnych temperaturach.

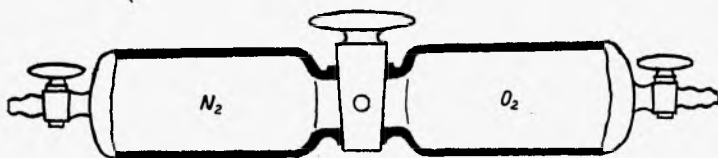
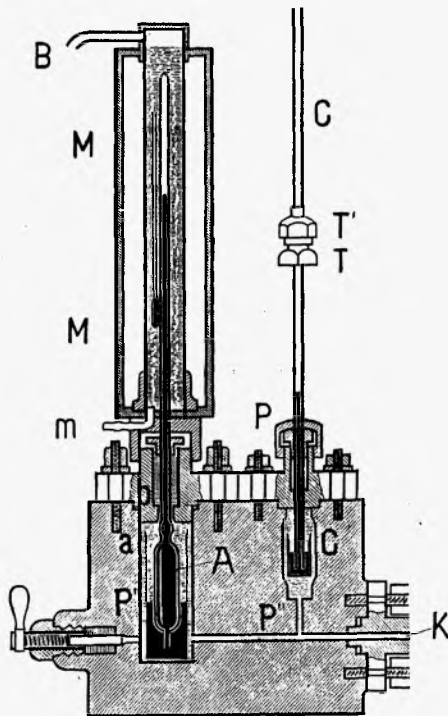


Rys. 102. Odstępstwa od prawa B.-M. przy wysokich i niskich temperaturach.



Rys. 101. Odstępstwa od prawa B.-M. przy temperaturze 0°C.

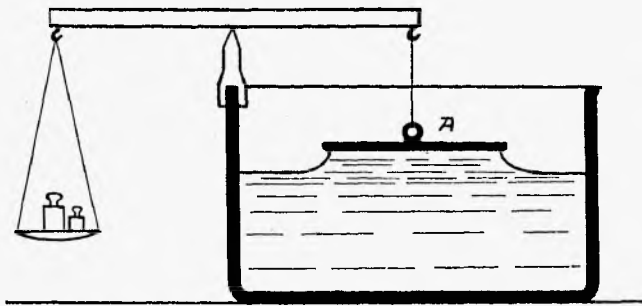
Rys. 100. Piezometr do badania ściślności gazów.



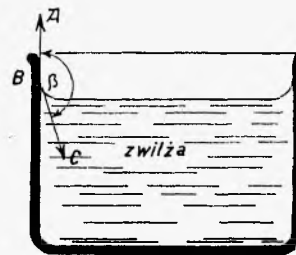
Rys. 103. Dyfuzja gazów.



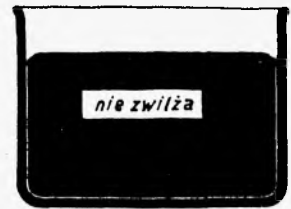
Spójność i przyleganie. Napięcie powierzchniowe.



Rys. 104. Spójność i przyleganie (schematycznie).

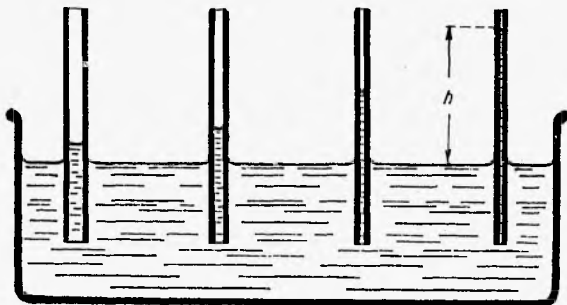


Rys. 105.

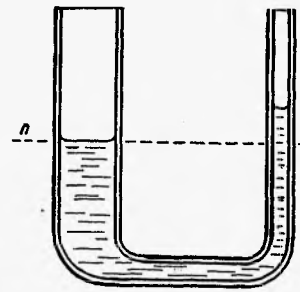


Rys. 106.

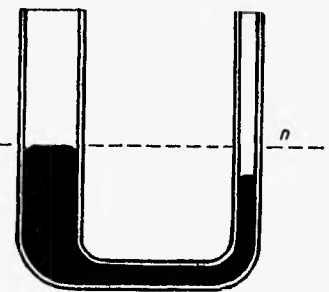
Kąt zetknięcia.



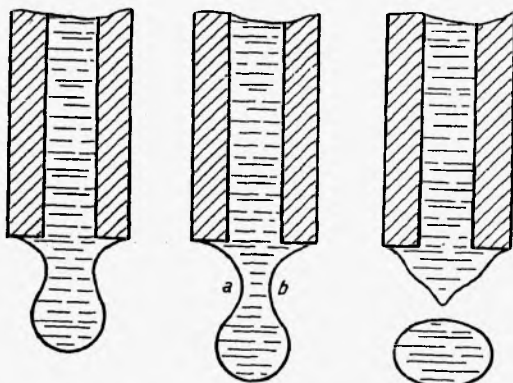
Rys. 108. Rurki włoskowate.



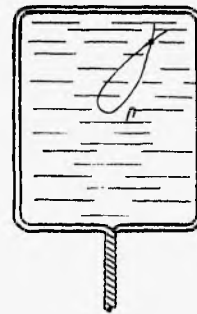
Rys. 107.



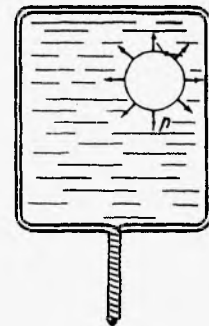
Rys. 109.



Rys. 110. Napięcie powierzchniowe.

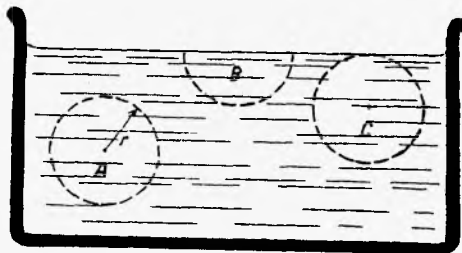


Rys. 111.

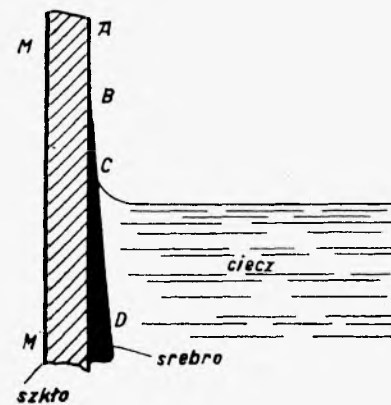


Rys. 112.

Błona mydlana.



Rys. 113. Sfera działania sił międzycząsteczkowych.



Rys. 114. Mierzenie promienia sfery działania.

Znakowanie wielkości fizycznych i jednostek. Wzory. Wymiary.

ZNAKOWANIE WIELKOŚCI MECHANICZNYCH

Wielkość		Jednostka C.G.S.		Wymiar		
Nazwa	Znak	Nazwa	Znak	l	m	t
DLUGOŚĆ	l	CENTYMETR	cm	cm	-	-
POWIERZCHNIA	S	-	cm ²	cm ²	-	-
OBJĘTOŚĆ	V	-	cm ³	cm ³	-	-
MASA	m	GRAM	gr	-	gr	-
GĘSTOŚĆ	$D = \frac{dm}{dv}$	-	-	cm ⁻³	gr	-
CZAS	t	SEKUNDA	sec	-	-	sec
PRĘDKOŚĆ	$v = \frac{dl}{dt}$	-	$\frac{cm}{sec}$	cm	-	sec ⁻¹
PRZYSPIESZENIE	$a = \frac{dv}{dt}$	-	$\frac{cm}{sec^2}$	cm	-	sec ⁻²
SILA	F = ma	DYNA	dyna	cm	gr	sec ⁻²
CISNIENIE	$p = \frac{dF}{ds}$	BAR	bar	cm ⁻¹	gr	sec ⁻²

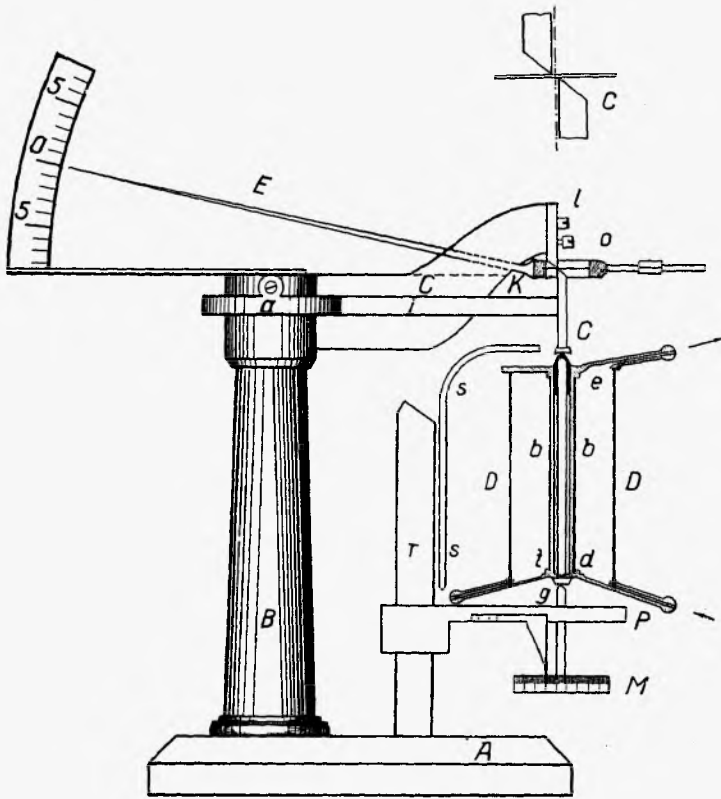
Rys. 115.

ZNAKOWANIE WIELKOŚCI MECHANICZNYCH

Wielkość		Jednostka C.G.S.		Wymiar		
Nazwa	Znak	Nazwa	Znak	l	m	t
MOMENT SIŁY	M = Fl	-	-	cm ²	gr	sec ⁻²
PRACA	A = Fl	ERG	erg	cm ²	gr	sec ⁻²
ENERGJA	W	ERG	erg	cm ²	gr	sec ⁻²
MOC	$P = \frac{dA}{dt}$	-	$\frac{erg}{sec}$	cm ²	gr	sec ⁻³
SPRAWNOŚĆ	η	-	-	-	-	-
KĄT	α, β, γ	RADJAN	R	-	-	-
PRĘDKOŚĆ KĄTOWA	$\omega = \frac{d\alpha}{dt}$	-	-	-	-	sec ⁻¹
LICZBA OBROTÓW	N	-	-	-	-	-
LICZBA OBROT. PRZYP. NA JEDNOSTKĘ CZASU	$n = \frac{dN}{dt}$	-	-	-	-	sec ⁻¹

Rys. 116.

Rozszerzalność cieplna ciał stałych.

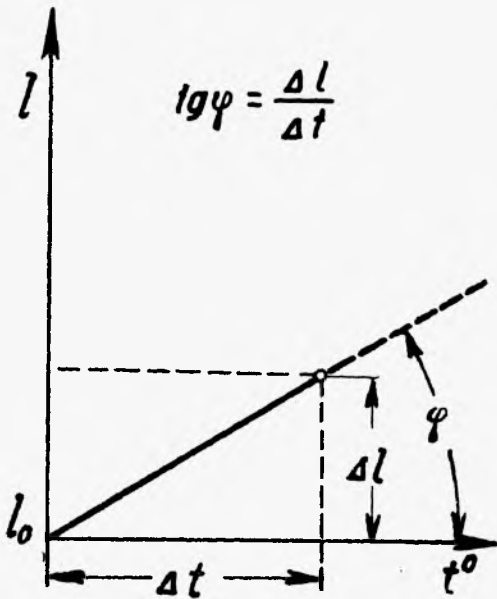


Rys. 117. Mierzenie współczynnika rozszerzalności prętów.

Spółczynniki rozszerzalności cieplnej

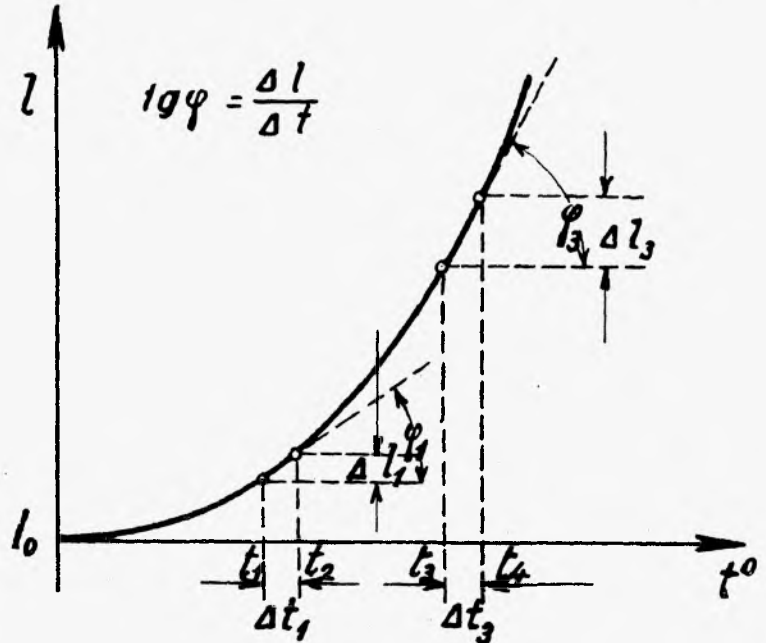
Zn	0,000030
Al	23
Cu	18
Fe	12
beton	13
Pł	0,0000090
szkło	085
inwar (64Fe, 36Ni)	002
szkło kwarcowe	004

Rys. 118. Spółczynniki ϵ dla ciał stałych.



Rys. 119. ϵ nie zależy od t .

$$\epsilon = \frac{1}{l_0} \operatorname{tg} \varphi.$$

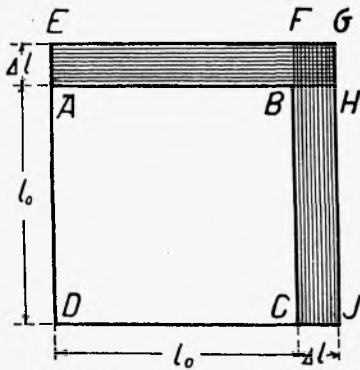
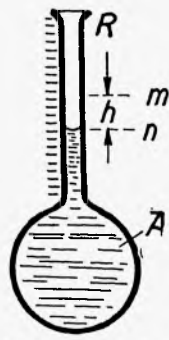


Wykreślne przedstawienie współczynnika ϵ .

Rys. 120. ϵ zależy od t .

$$\epsilon_1 = \frac{1}{l_0} \operatorname{tg} \varphi_1; \quad \epsilon_3 = \frac{1}{l_0} \operatorname{tg} \varphi_3.$$

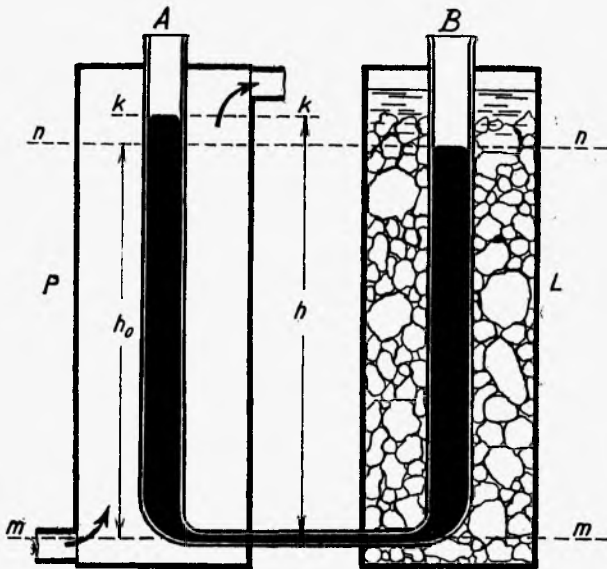
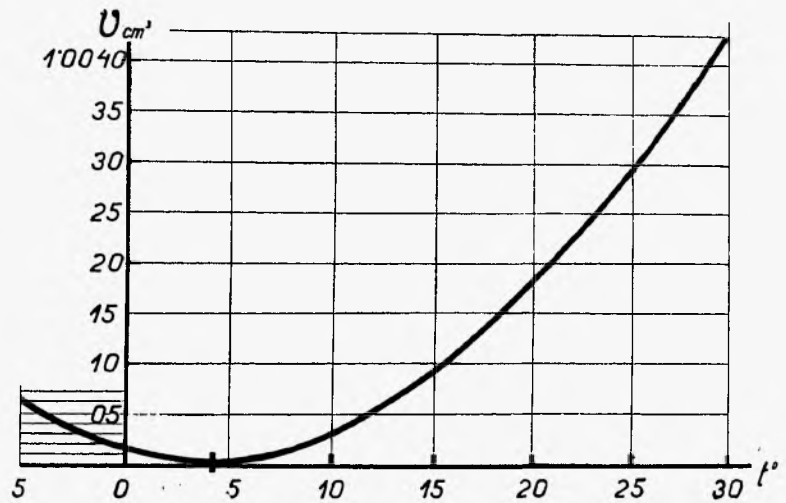
Rozszerzalność cieplna ciał ciekłych.

Rys. 121. Spółczynniki rozszerzalności powierzchniowej ($\gamma = 2\varepsilon$).

Rys. 122. Dilatometr.

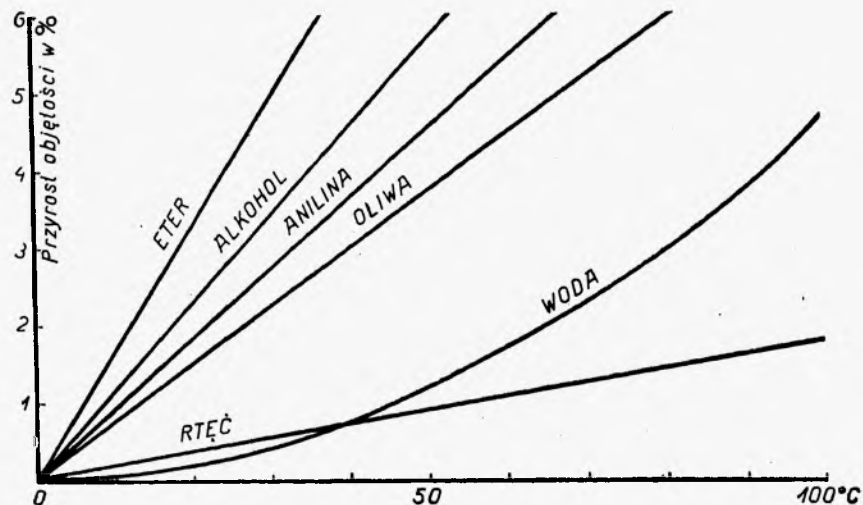
Spółczynniki rozszerzalności cieplnej

CO_2 płynny przy ciśn. 20 atm	0,00507
Eter	0,001656
Alkohol	0,001033
Anilina	0,000858
Oliwa	0,000721
Rtęć	0,000182

Rys. 124. Spółczynnik α dla cieczy.Rys. 123. Mierzenie współczynnika α ($\alpha = 3\varepsilon$).

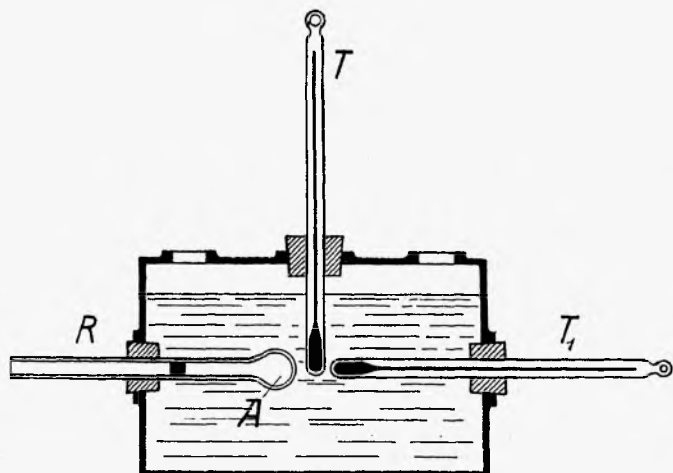
Rys. 126. Objętość 1 gr wody przy różnych temperaturach.

Rozszerzalność cieczy.

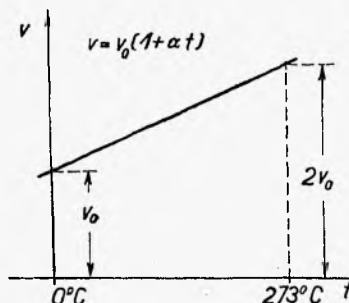


Rys. 125. Przyrost objętości przy różnych temperaturach.

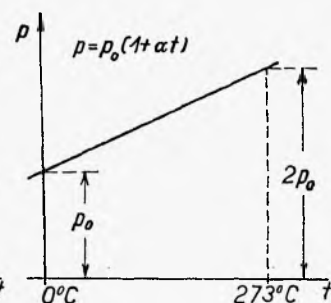
Rozszerzalność i rozprężliwość cieplna gazów.



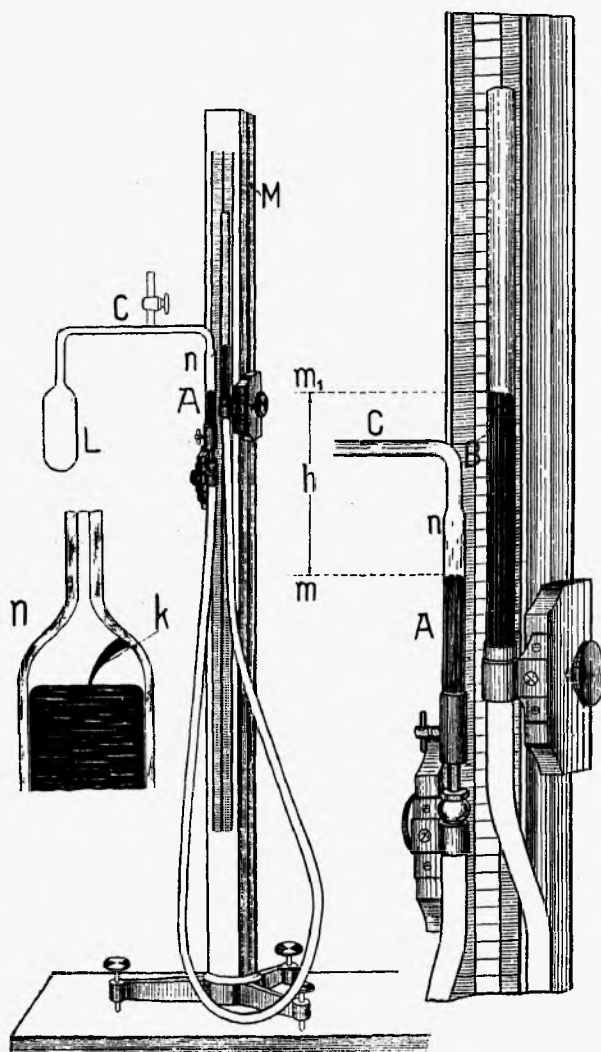
Rys. 127. Rozszerzalność gazu przy stałym ciśnieniu
($p = \text{const.}$).



Rys. 128. Wykreślne przedstawienie prawa Charles'a
($p = \text{const.}$)

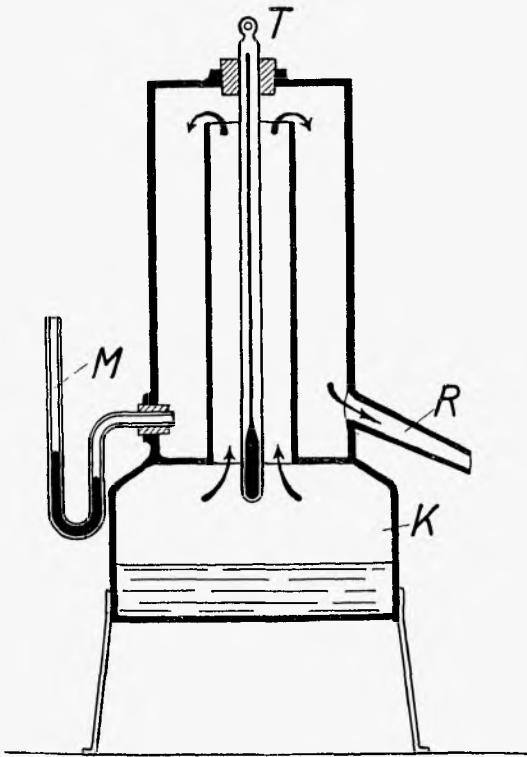


Rys. 130. Wykreślne przedstawienie prawa Gay-Lussac'a
($v = \text{const.}$)

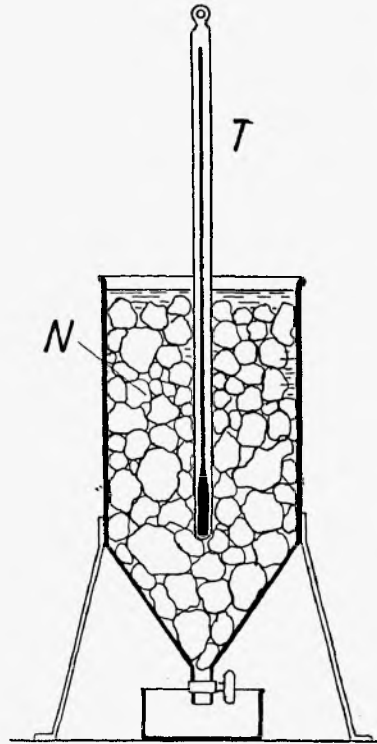


Rys. 129. Rozprężliwość gazu przy stałej objętości.
Termometr gazowy Jolly'ego; L — naczynie termometryczne.
($v = \text{const.}$)

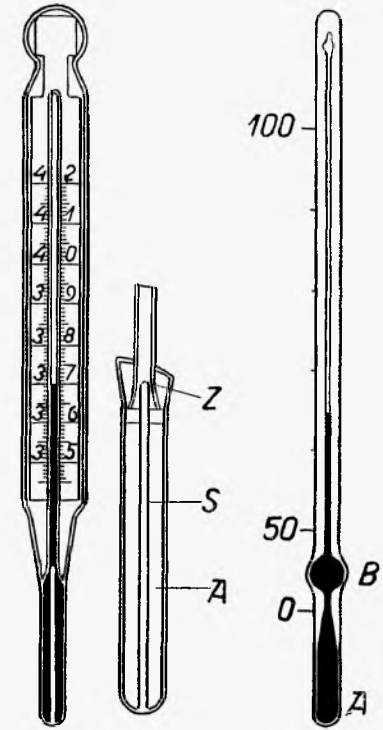
Termometry rtęciowe.



Rys. 181. Sprawdzenie punktu wrzenia (100°C).

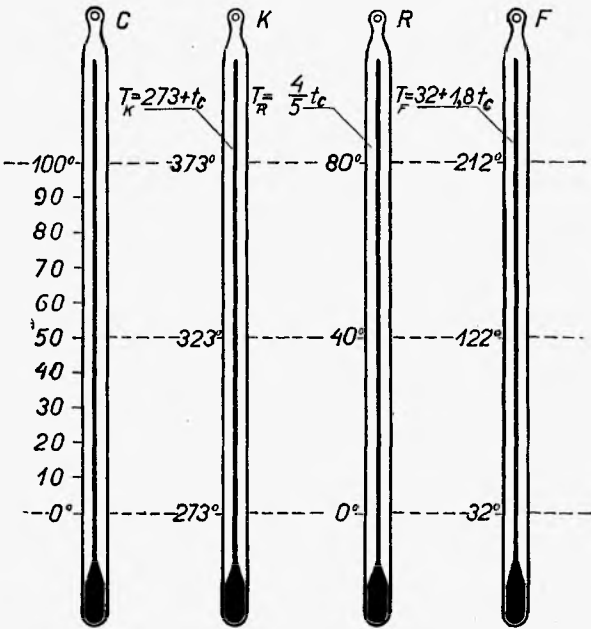


Rys. 182. Sprawdzenie punktu topnienia (0°C).



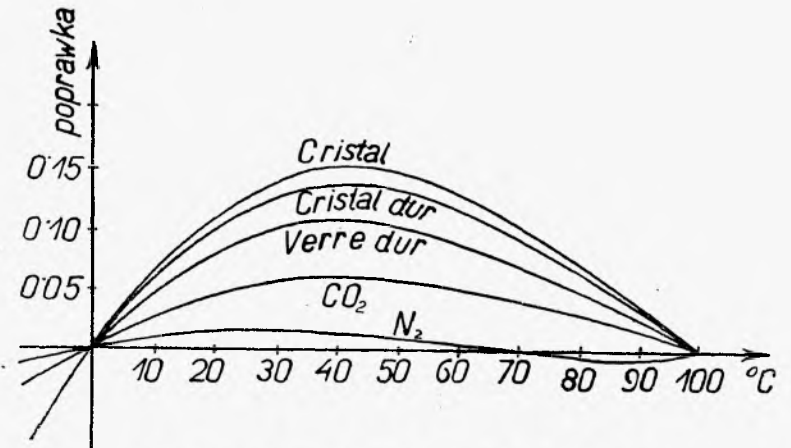
Rys. 185. Termometr maksymalny.

Rys. 184. Termometr z obydwoimi punktami zasadniczymi.

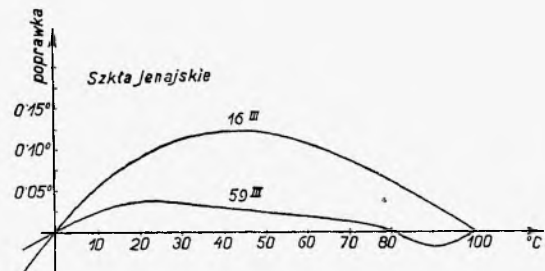


Celsiusz, Kelvin, Réaumur, Fahrenheit.

Rys. 188. Porównanie skal termometrycznych.

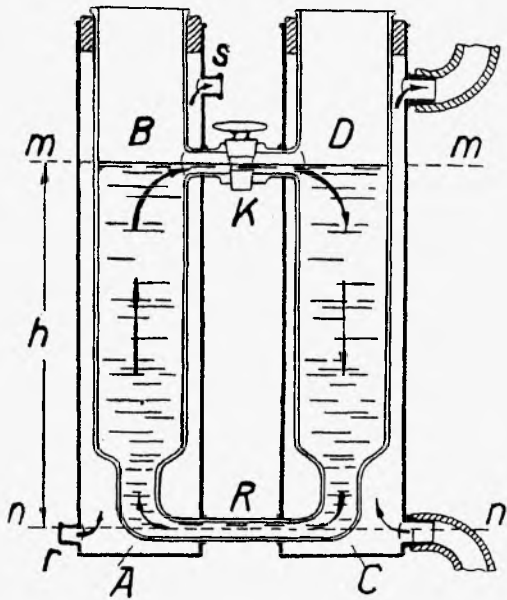


Rys. 186. Poprawki względem skali wodorowej.

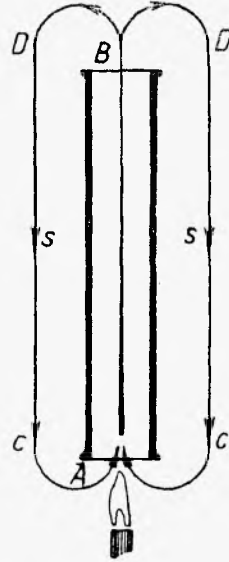


Rys. 187. Poprawki względem skali wodorowej.

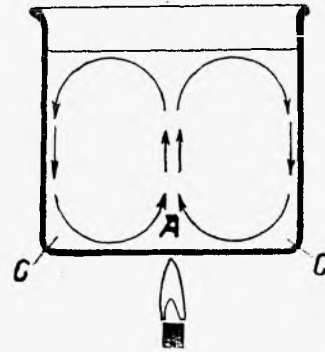
Cyrkulacja cieczy i gazu. Kalometry.



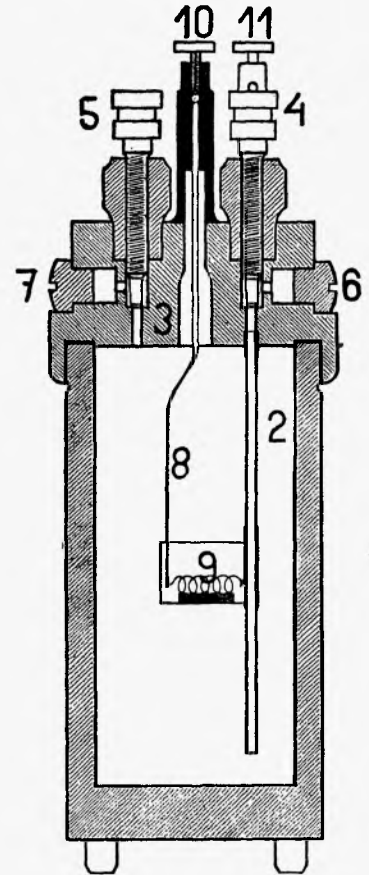
Rys. 138. Cyrkulacja w naczyniach połączonych.



Rys. 139. Cyrkulacja w kominie.



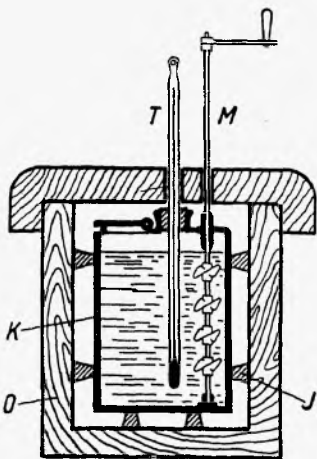
Rys. 140. Cyrkulacja w zlewie.



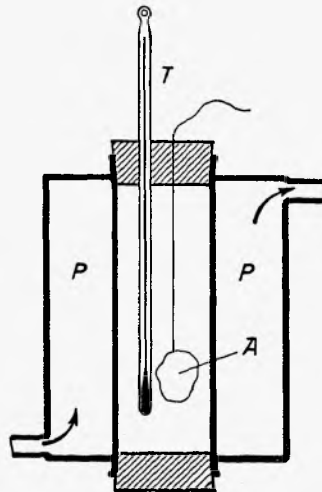
Rys. 141. Bomba kalometryczna.

Rys. 143. Ciepło spalania.

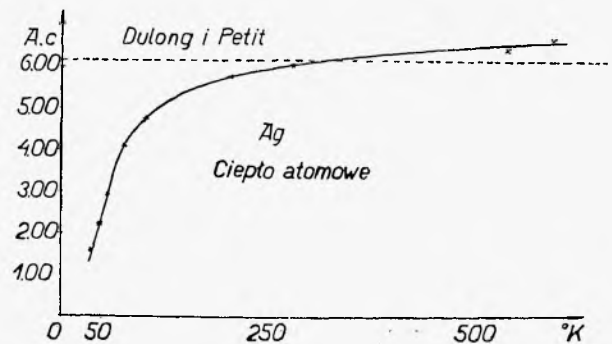
Antracyt walijski	8450 $\frac{\text{cal}}{\text{gr}}$
Węgiel Zagł. Ruhry	8300
Węgiel chem. czysty	8080
Koks	7830
Węgiel śląski	7800
Węgiel drzewny techn.	7000
Węgiel dąbrowski	6760
Węgiel brunat. śląski	5000
Torf skład średni	4270
Drzewo skład średni	3000



Rys. 142. Kalorymetr wodny.

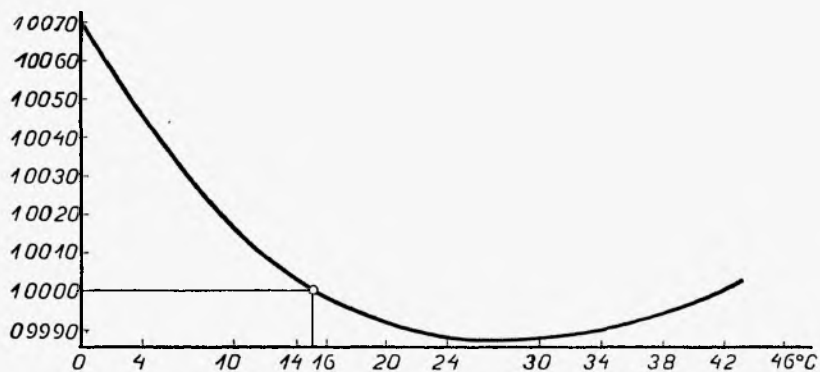


Rys. 144. Ogrzewacz dla kalorymetru.

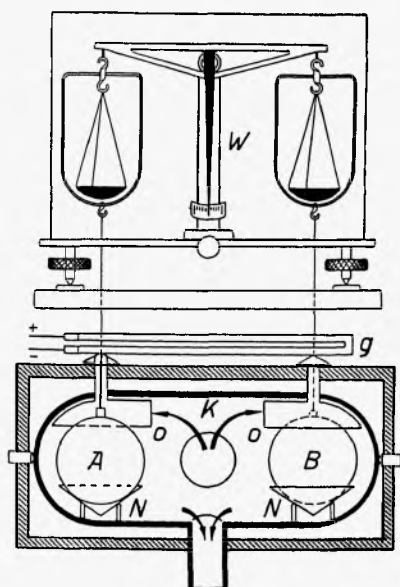
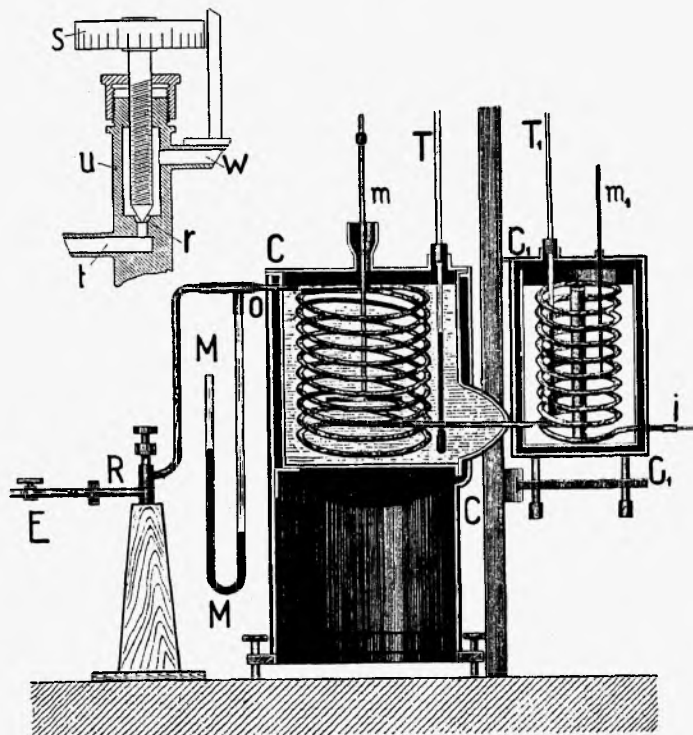
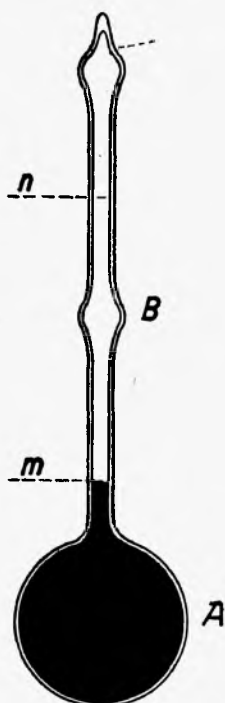


Rys. 145. Zależność ciepła atomowego od temperatury.

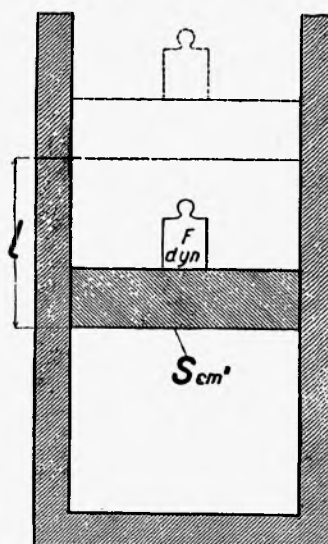
Ciepło właściwe cieczy i gazu.



Rys. 147. Ciepło właściwe wody przy różnych temperaturach.

Rys. 148. Kalorymetr parowy. Mierzenie c_p .Rys. 149. Mierzenie c_p .

Rys. 146. Kaloryfer.



$$p = \text{const} \quad v = v_0 [1 + \alpha t]$$

$$p = \frac{F}{S} \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2} [\text{bar}]$$

$$s \cdot l = \Delta v \text{ cm}^3$$

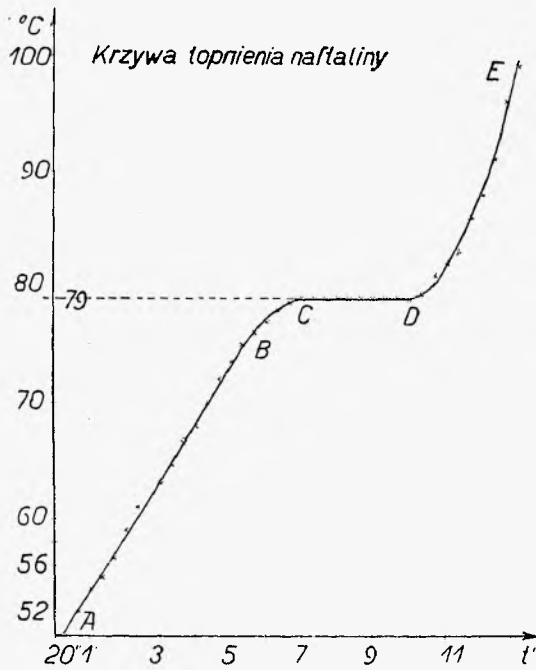
$$A = F \cdot l = p \cdot \Delta v \text{ erg}$$

$$\Delta Q = \Delta U + p \cdot \Delta v$$

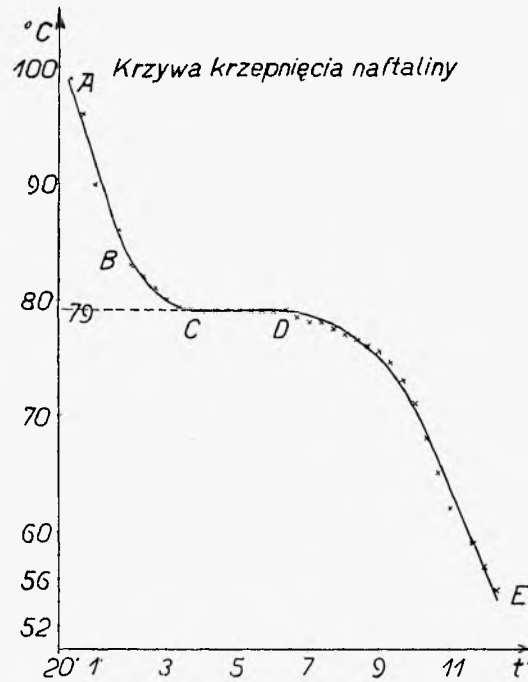
$$dQ = dU + p \, dv$$

Rys. 150. Praca przy zmianie objętości gazu.

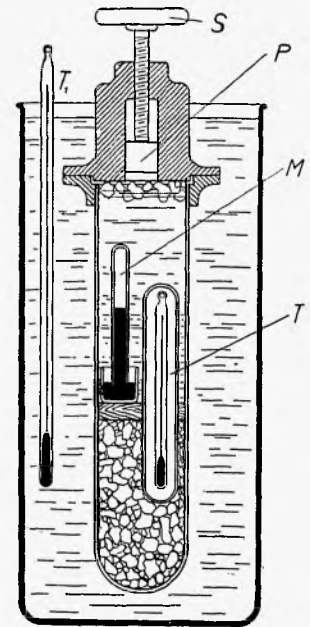
Topnienie.



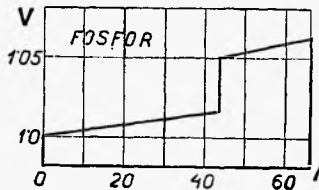
Rys. 152.



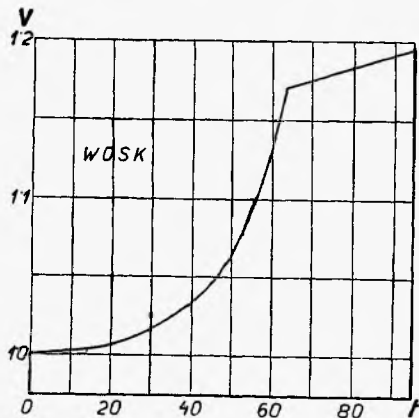
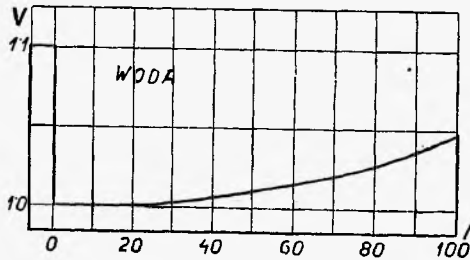
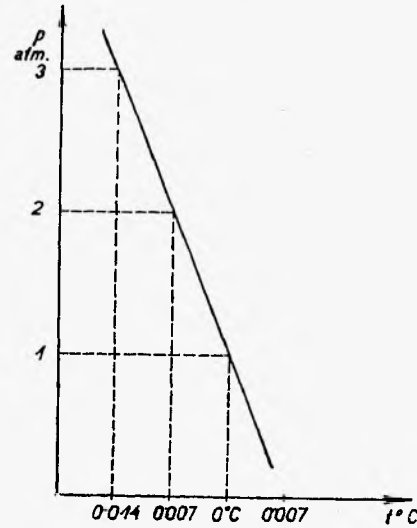
Rys. 151.



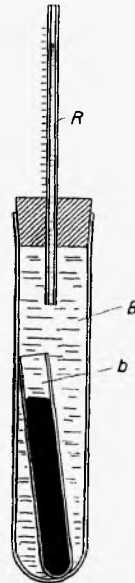
Rys 153. Mierzenie temperatury topnienia lodu przy różnych ciśnieniach.



Rys. 154. Równowaga cieplna wody i lodu przy różnych ciśnieniach.



Rys. 157. Zmiana objętości przy topnieniu.

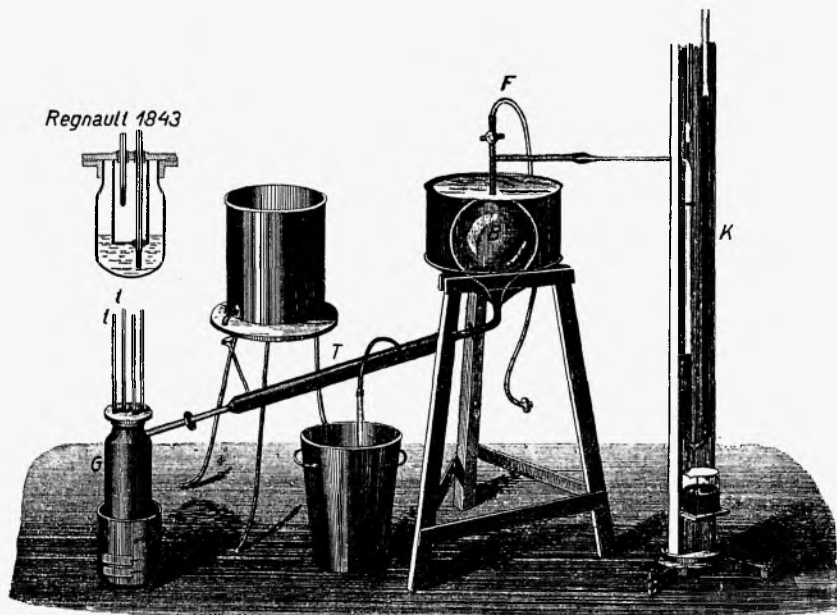


Rys. 156. Mierzenie zmiany objętości przy topnieniu.

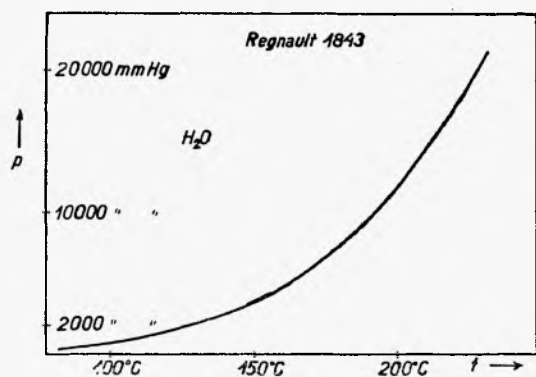
Pt	1718	Zn	419
Fe	od 1500 do 1600	Pb	327
Cr	1515	Sn	232
Ni	1476	Na	98
Cu	10847	K	62
Au	1062	Hg	- 388
Ag	9615	N ₂	-211 przy 94 mm
Al	6573	O ₂	-227 przy 09 mm
	H ₂		-257 przy 55 mm

Rys. 155. Temperatury topnienia.

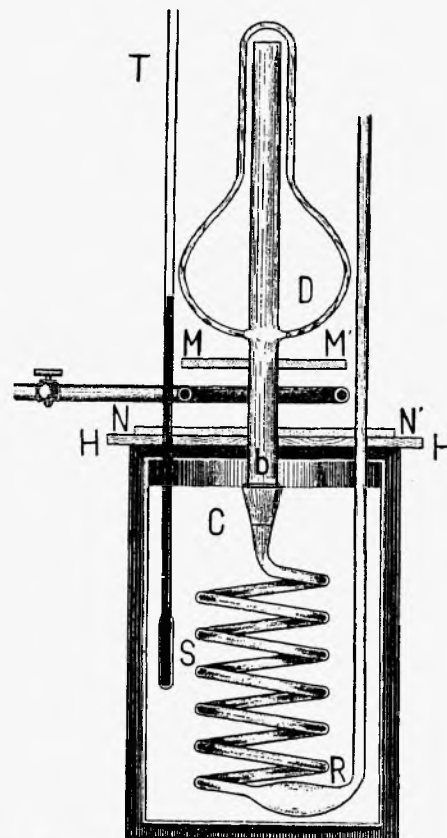
Wrzenie.



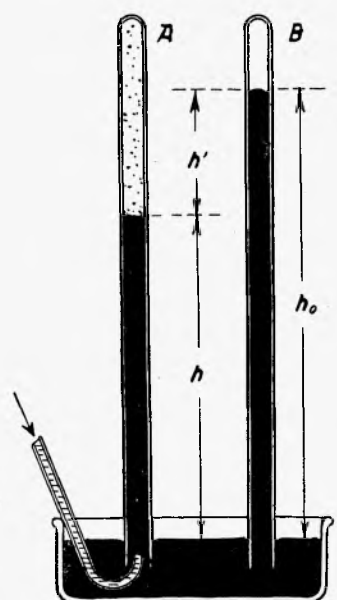
Rys. 158. Mierzenie zależności temperatury wrzenia od ciśnienia.



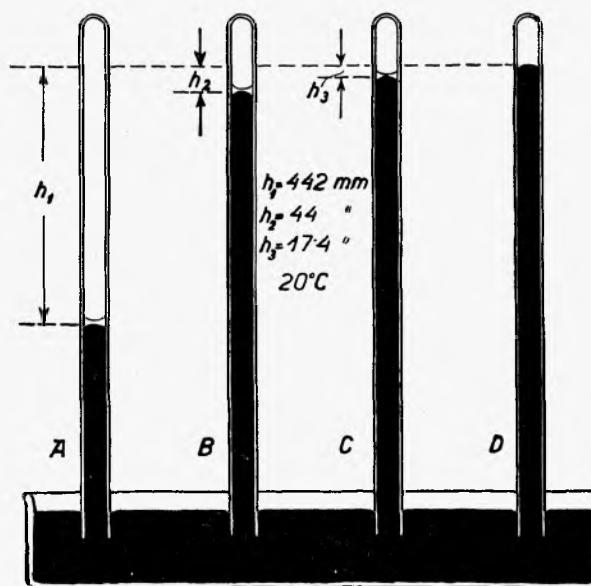
Rys. 159. Temperatury wrzenia wody przy ciśnieniach większych od 1 atm.



Rys. 160. Mierzenie utajonego ciepła parowania.

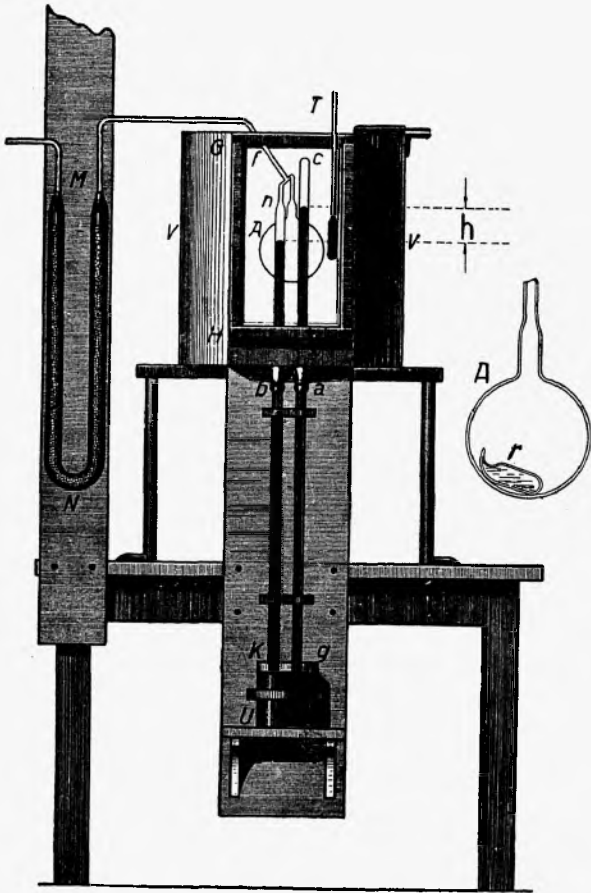


Rys. 161. Mierzenie prędkości pary.



Rys. 162. Prędkość pary nasyconej eteru, alkoholu i wody.

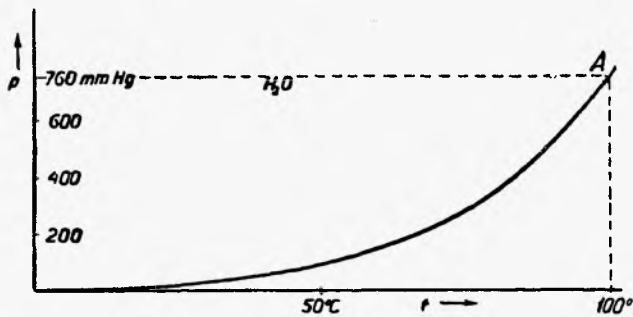
Prężność pary nasyconej.



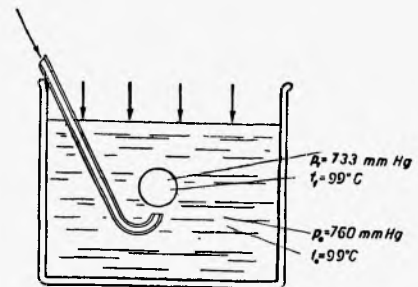
Rys. 163. Mierzenie zależności prężności pary od temperatury.

t	p
-40	0,094 mm Hg
-20	0,77 "
0	4,68 "
20	17,5 "
40	55,3 "
60	149,2 "
80	355,1 "
100	760 "
120	1489 "
140	2711 "
160	4636 "
180	7521 "

Rys. 165. Tablica prężności pary wodnej nasyconej.



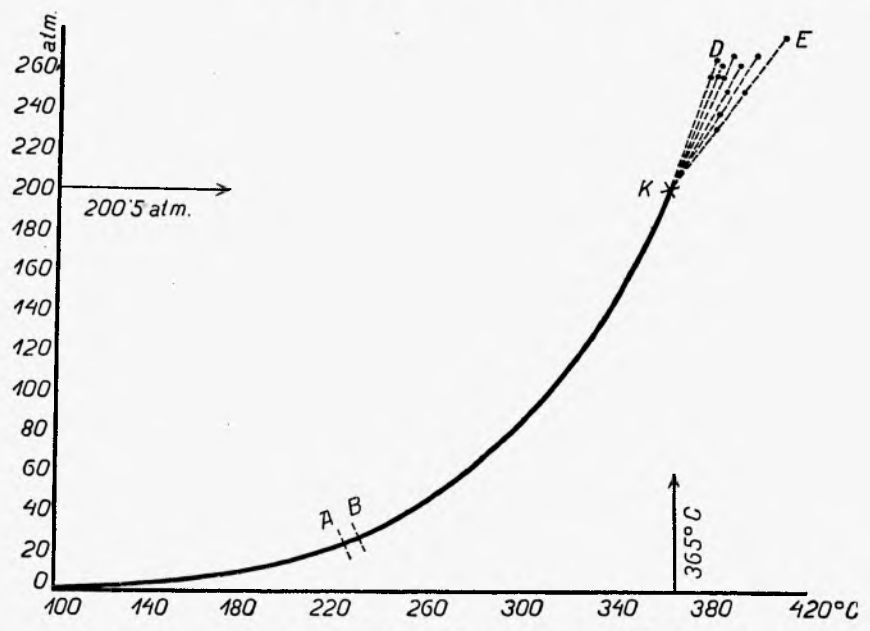
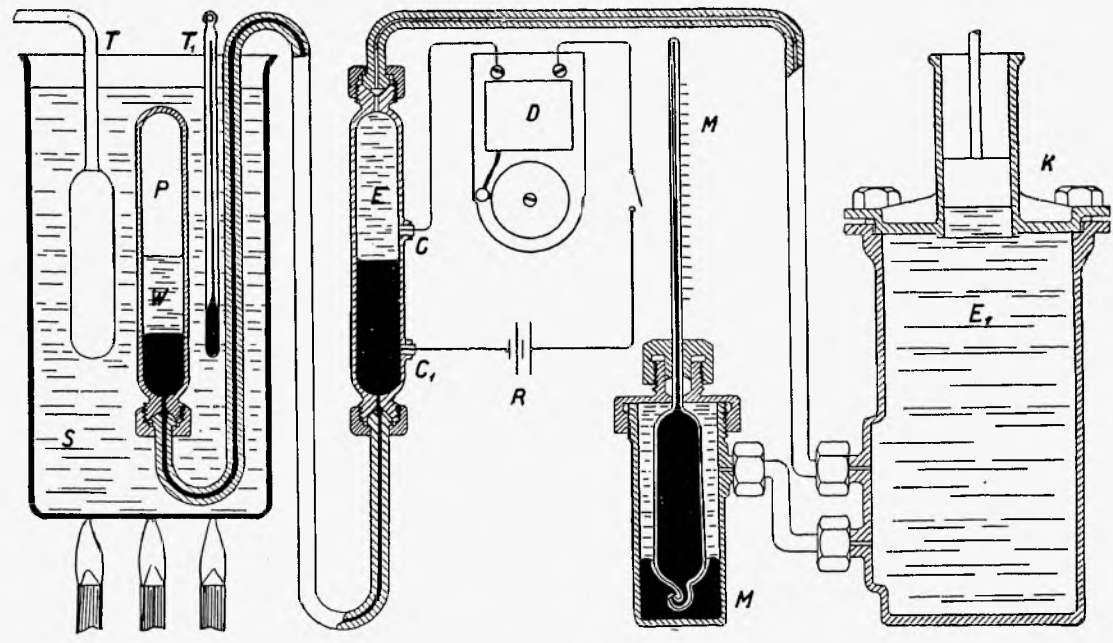
Rys. 164. Prężność nasyconej pary wodnej w zależności od temperatury.



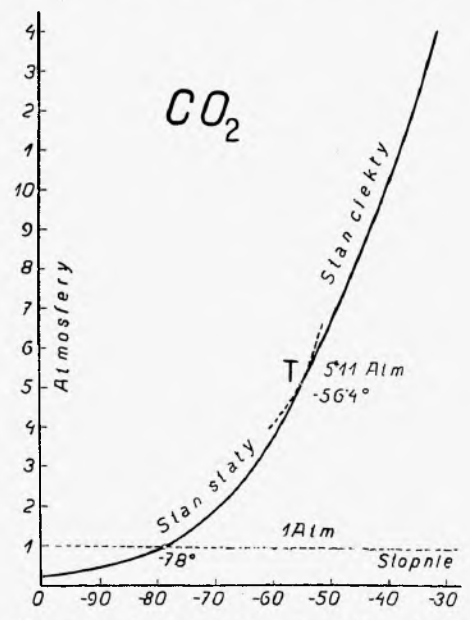
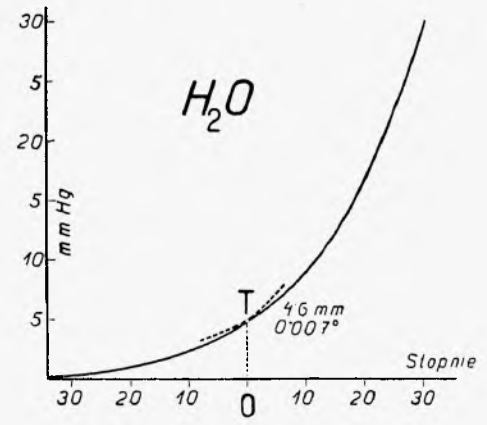
Rys. 166. Tworzenie się baniek pary przy wrzeniu.

Punkt potrójny.

Rys. 167. Mierzenie prężności pary wodnej nasyconej przy wysokich temperaturach.

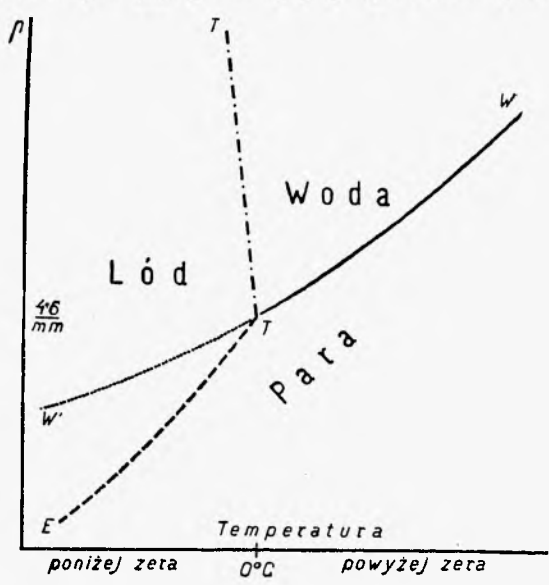


Rys. 168. Prężność nasyconej pary wodnej przy wysokich temperaturach.



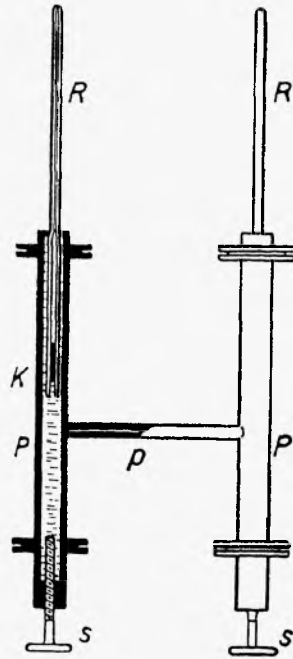
Rys. 170. Punkt potrójny dla H₂O i CO₂.

Rys. 169. Punkt potrójny dla H₂O.

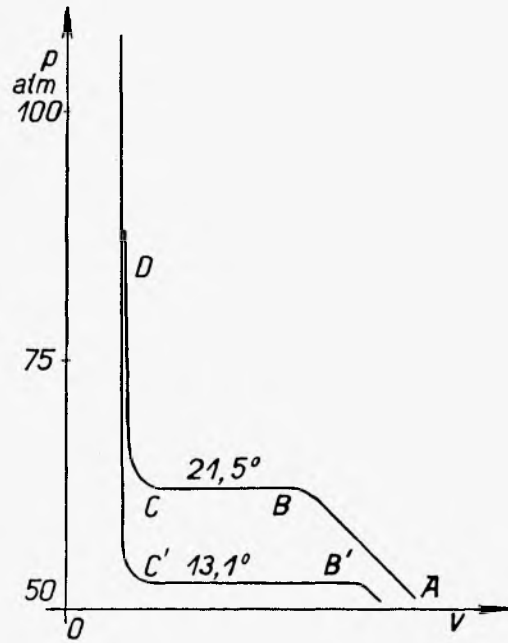


Punkt krytyczny.

Rys. 171. Mierzenie izoterm dla CO₂.

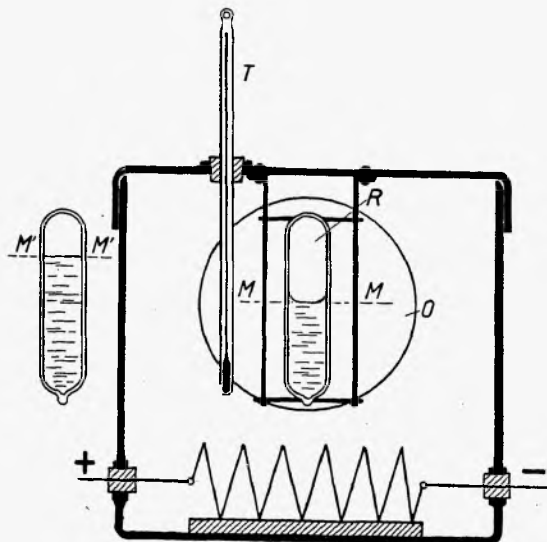


Rys. 172. Izotermi dla CO₂.

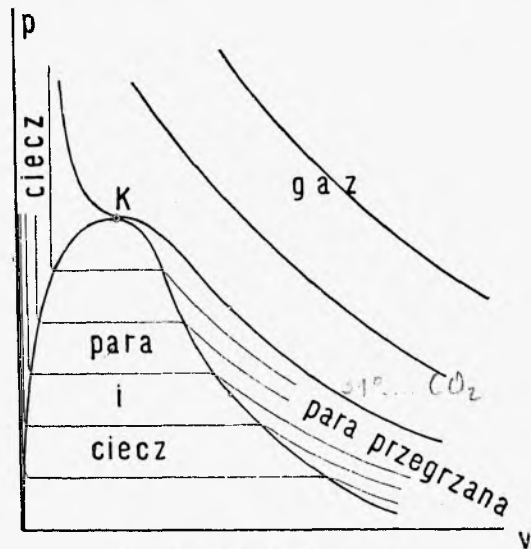


	temper. °C	ciśnienie w atm.
H ₂ O	+365	197.3
NH ₃	+132	109.2
CO ₂	+ 31.4	72.9
O ₂	-118.8	50.8
N ₂	-149	27.5
H ₂	-241	15.3
He	-267	2.1

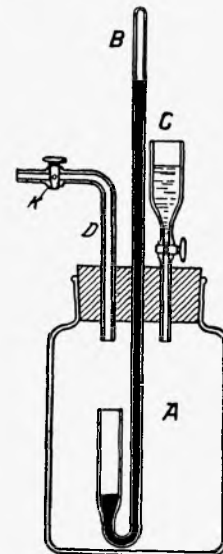
Rys. 174. Temperatury i ciśnienia krytyczne.



Rys. 175. Mierzenie temperatury krytycznej.

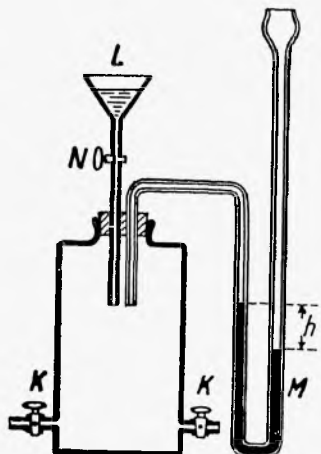


Rys. 178. Punkt krytyczny.

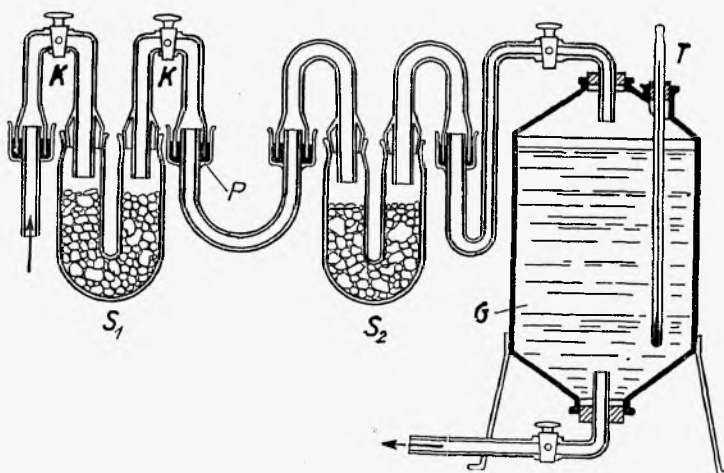


Rys. 176. Parowanie w powietrzu. (Prawo Dalton'a).

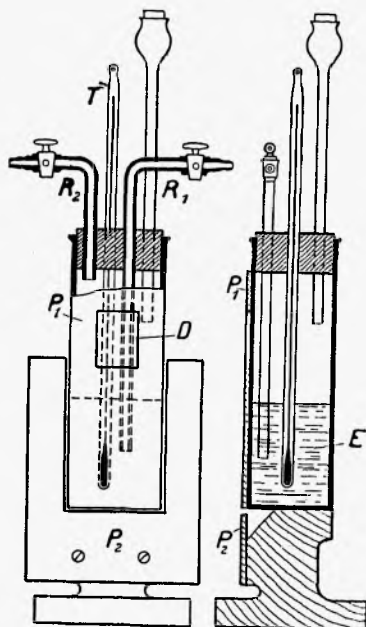
Wilgotność powietrza.



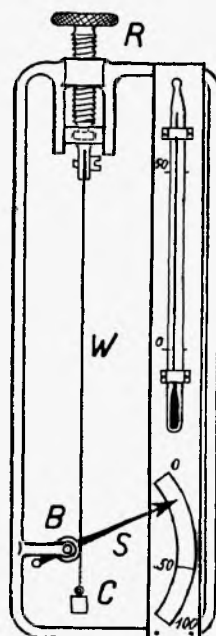
Rys. 178. Mierzenie prędkości pary wodnej, zawartej w powietrzu:
 h mm Hg.



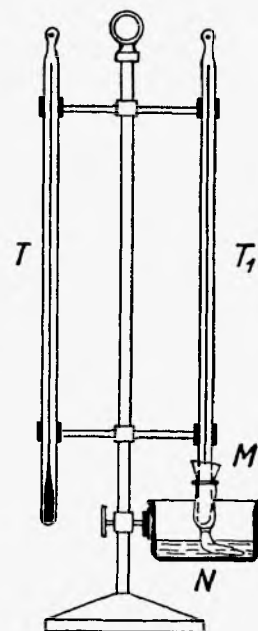
Rys. 177. Mierzenie masy pary wodnej, zawartej w powietrzu: q gr/m³.



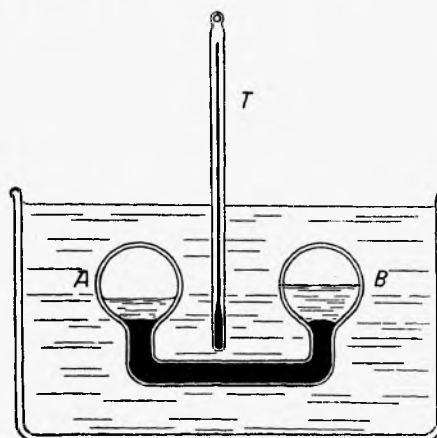
Rys. 179. Mierzenie punktu rosy.



Rys. 181. Hygrometr włosowy.

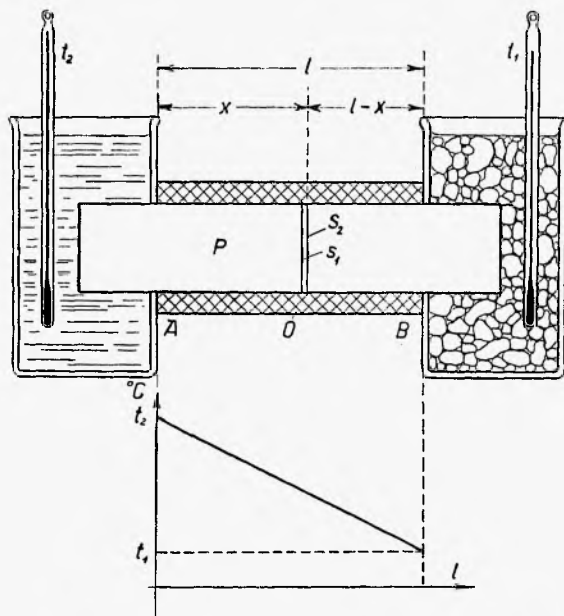


Rys. 180. Psychrometr.

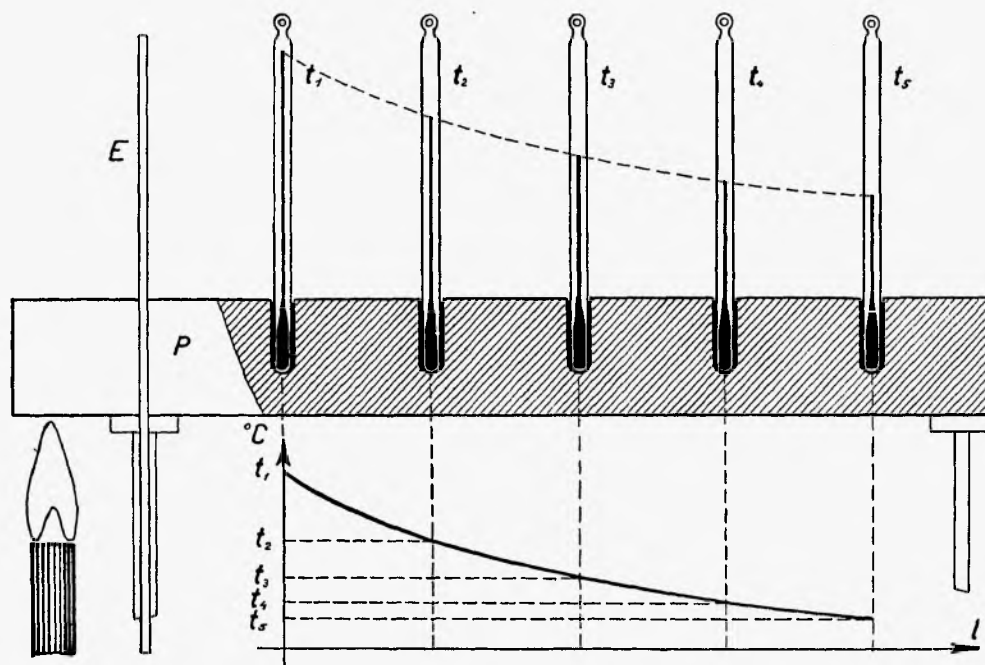


Rys. 182. Mierzenie gęstości pary nasyconej.

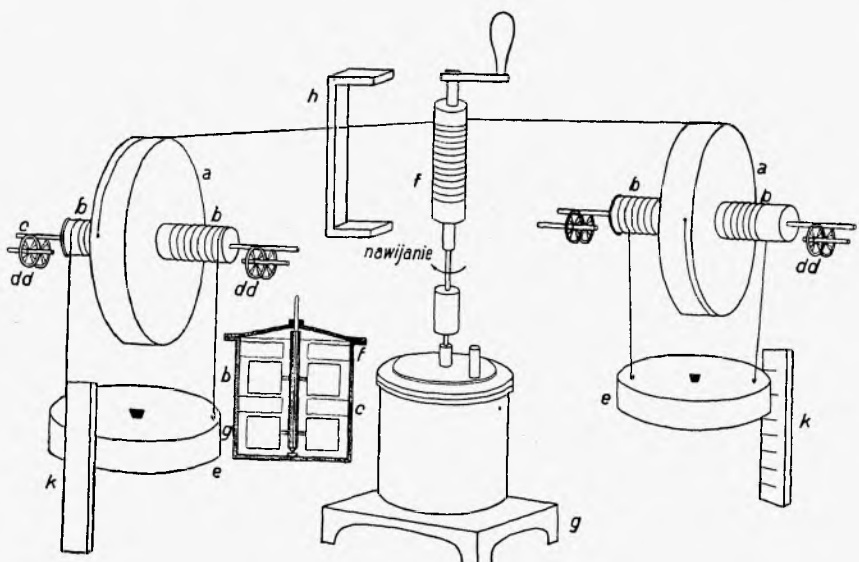
Przewodnictwo ciepłne.



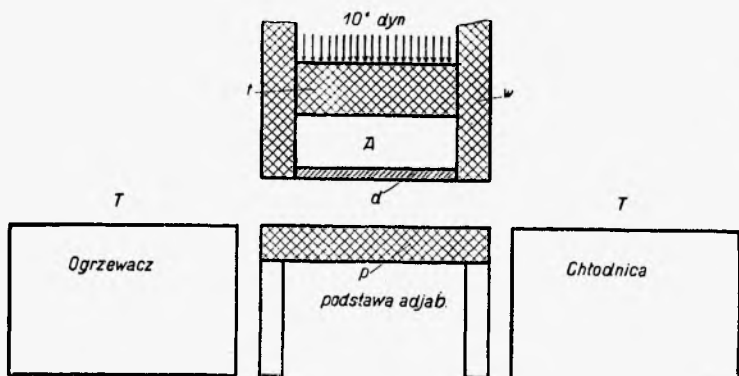
Rys. 183. Spad temperatury w przecie.



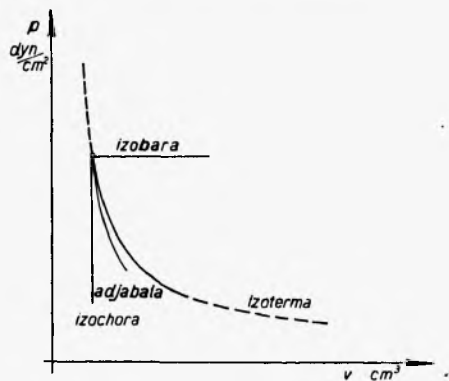
Rys. 184. Mierzenie przewodnictwa właściwego.

Rys. 185. Mierzenie dynamicznego równoważnika kalorii: J .

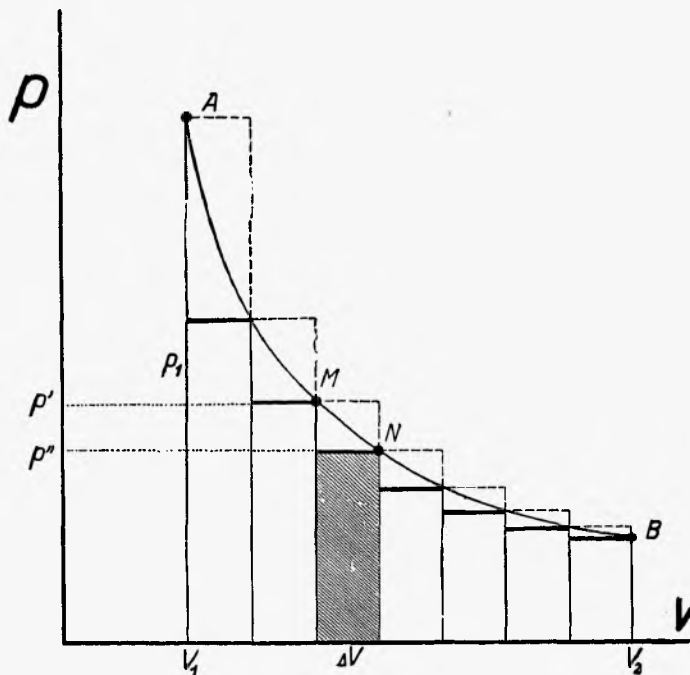
Procesy termodynamiczne.



Rys. 186. Maszyna Carnot'a.



Rys. 187. Wykreślne przedstawienie procesów termodynamicznych.

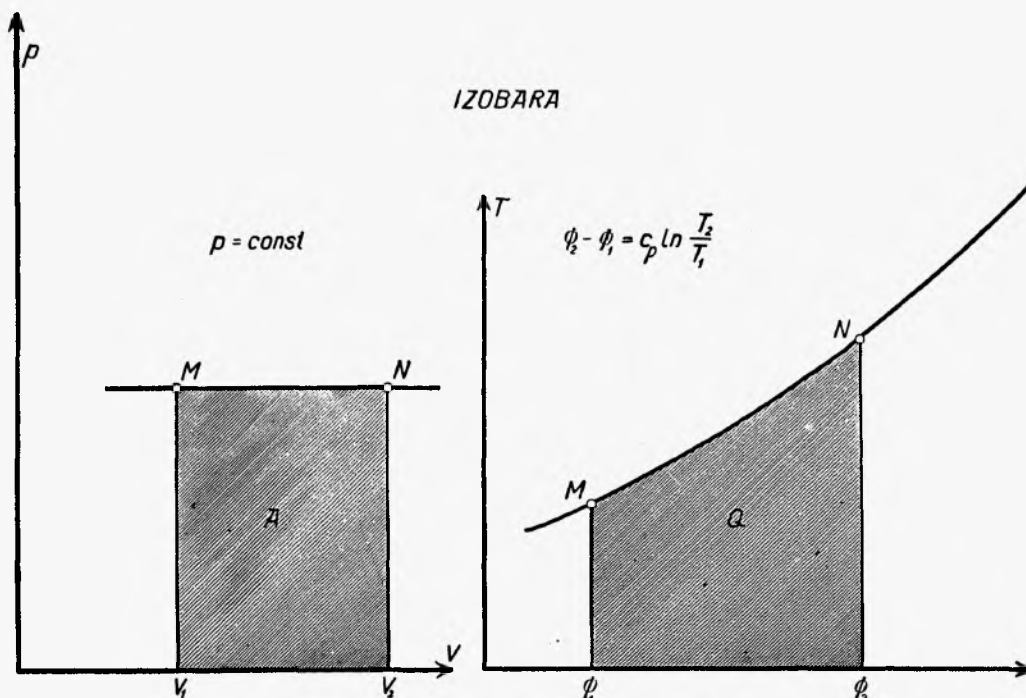


$$p' \Delta v > \Delta A > p'' \Delta v$$

$$A = \sum \Delta A = \int_{v_1}^{v_2} p dv$$

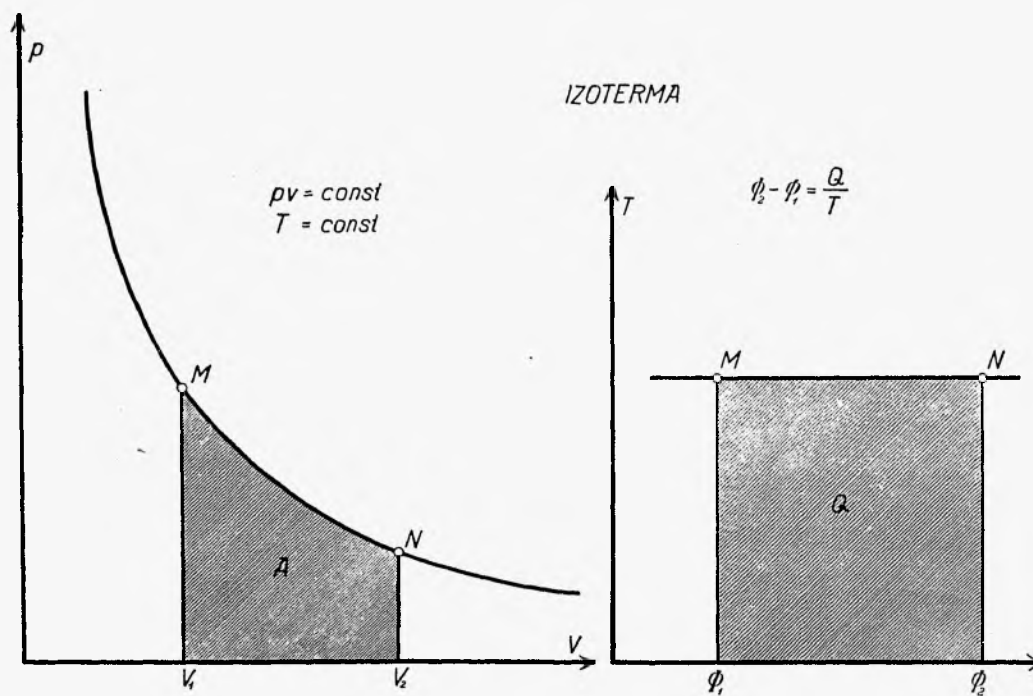
$$p_1 v_1 = p_2 v_2$$

Rys. 189. Obliczenie pracy w procesie izotermicznym.

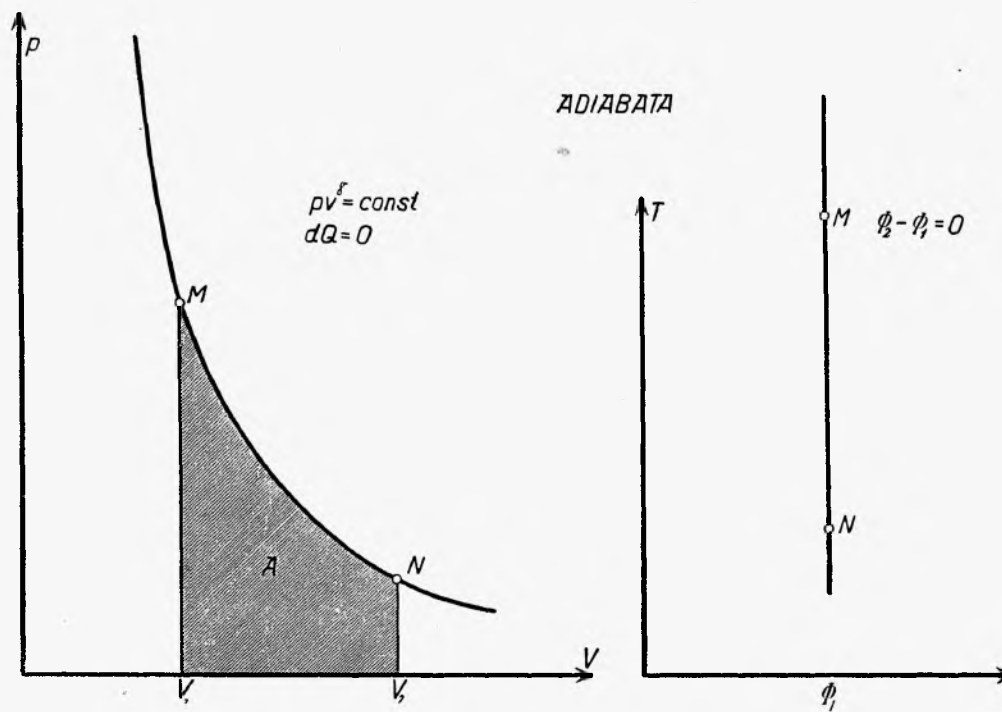


Rys. 188. Wykres pracy i ciepła w procesie izobarycznym.

Procesy termodynamiczne.

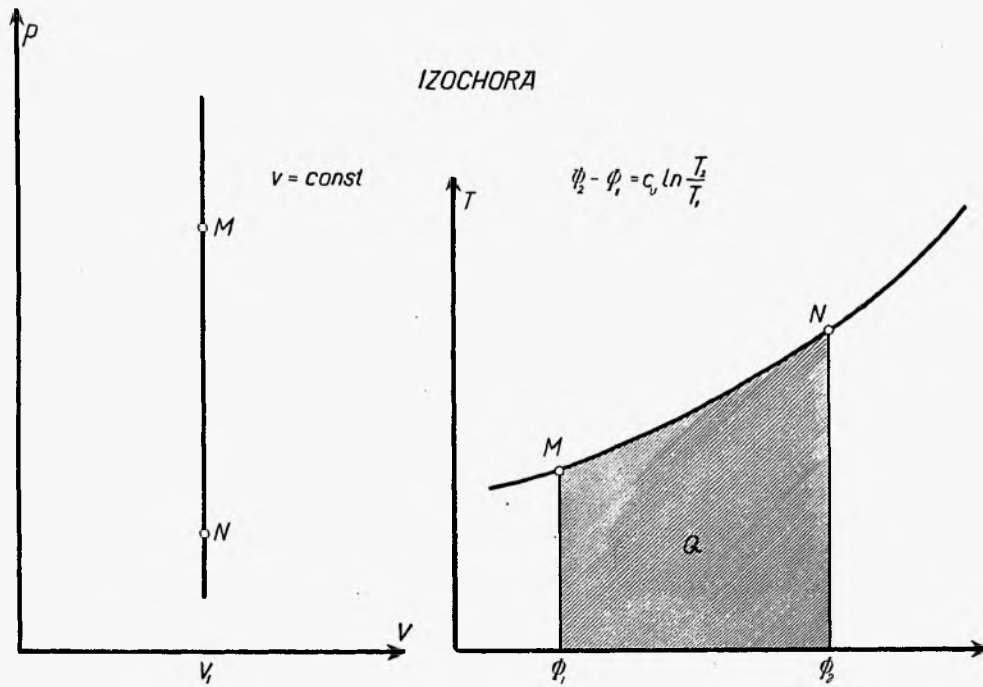


Rys. 190. Wykres pracy i ciepła w procesie izotermicznym.

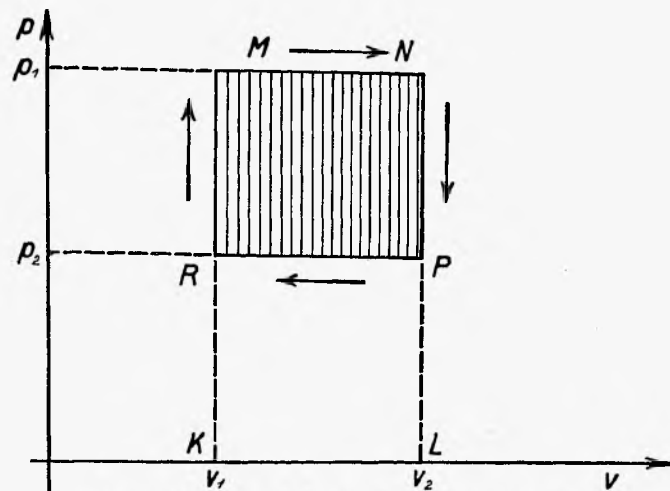


Rys. 191. Wykres pracy i ciepła w procesie adyabatycznym.

Procesy kołowe.

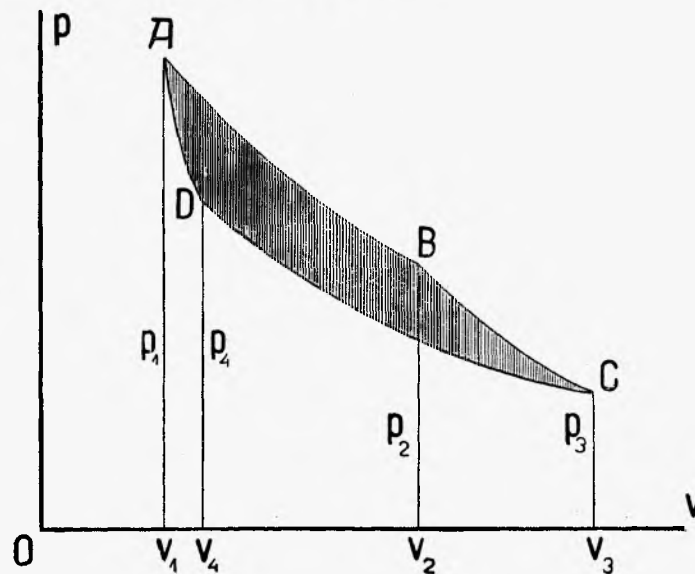


Rys. 192. Wykres pracy i ciepła w procesie izochorycznym.

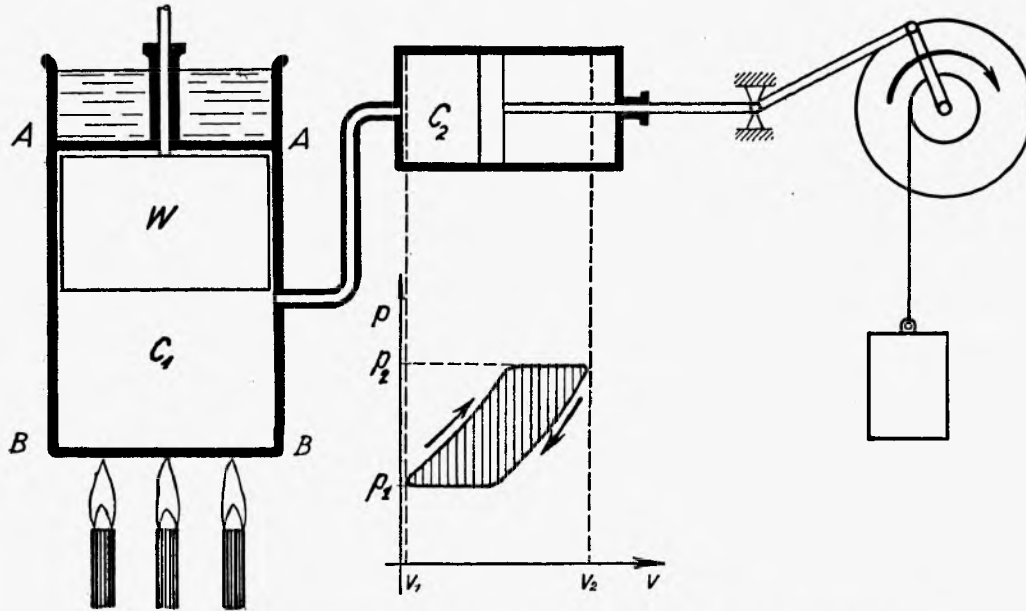


Rys. 193. Proces kołowy, $A = (p_1 - p_2) (v_2 - v_1)$.

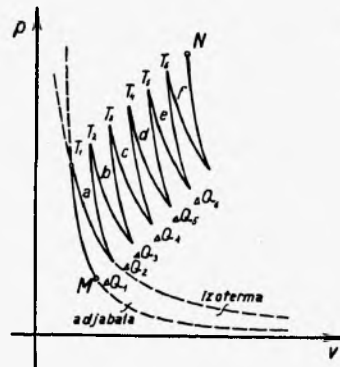
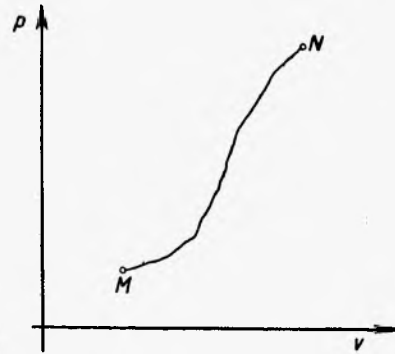
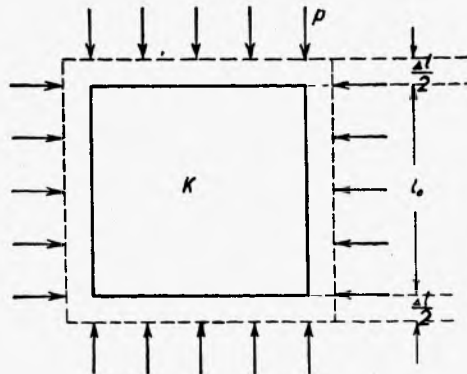
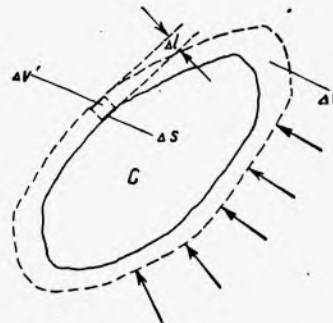
Rys. 194. Proces kołowy Carnot'a.



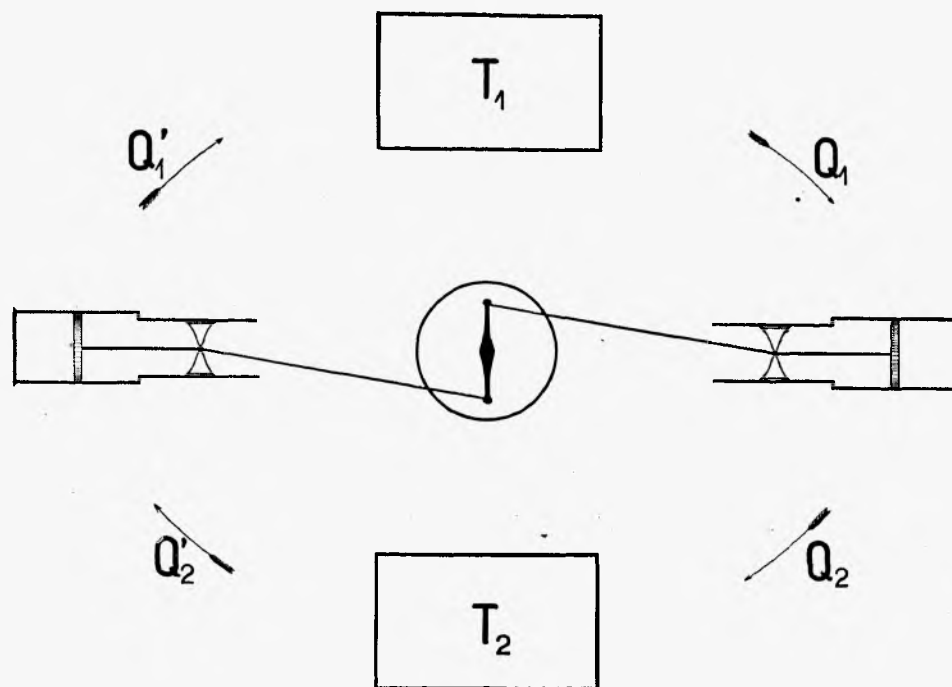
Ogólne procesy termodynamiczne.



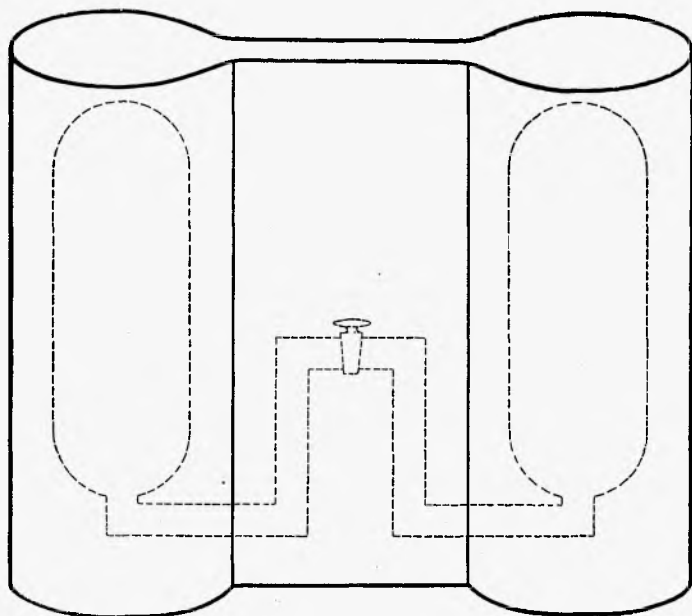
Rys. 195. Maszyna wytwarzająca pracę kosztem ciepła (schematycznie).

Rys. 196. Proces izotermiczno-
adjabatyczny.Rys. 197. Proces termodynamiczny
w przypadku ogólnym.Rys. 198. Praca zewnętrzna przy ogrzewaniu
ciał stałych.Rys. 199. Praca zewnętrzna w przypadku
ogólnym.

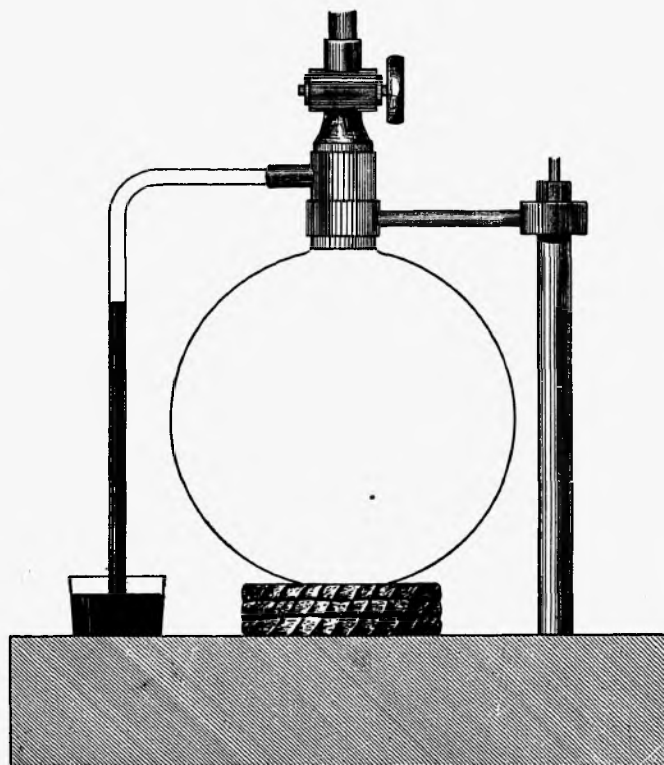
Badanie energii wewnętrznej. Mierzenie c_p/c_v .



Rys. 204. Dwie maszyny sprzężone ze sobą (schematycznie).



Rys. 201. Badanie energii wewnętrznej.



Rys. 202. Mierzenie c_p/c_v .

Wytwarzanie zimna.

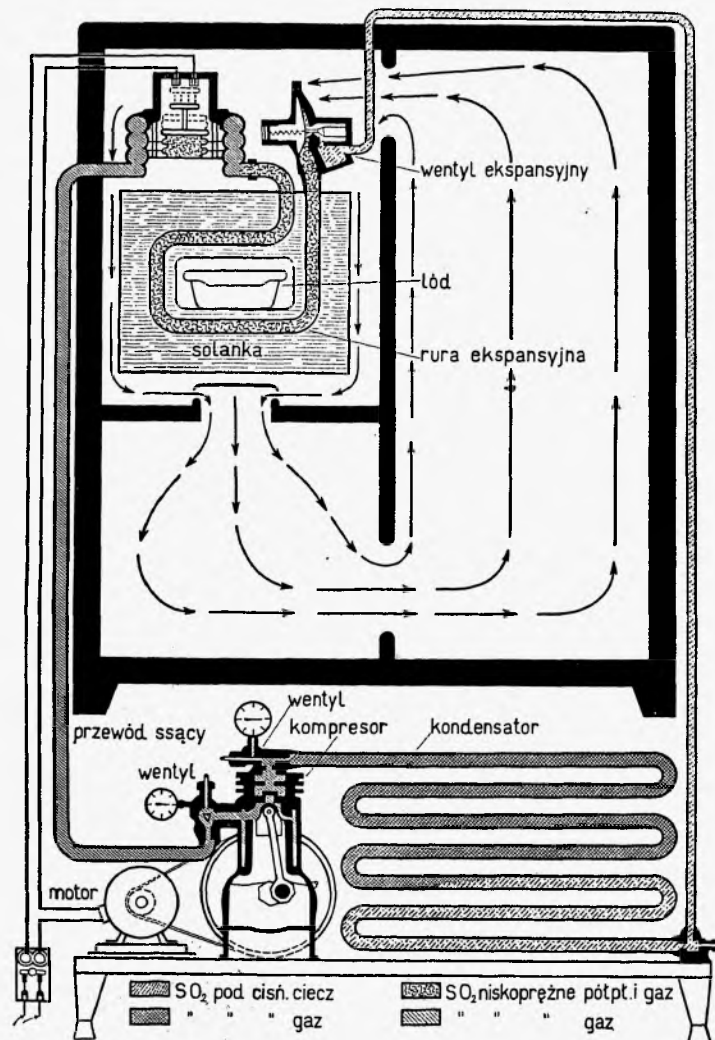
$$I. dQ = dU + pdv \quad p = \text{Const} \quad v = v_0 [1 + \alpha t] \quad \text{IZOBARA}$$

$$II. dQ = dU + 0 \quad v = \text{Const} \quad p = p_0 [1 + \alpha t] \quad \text{IZOCHORA}$$

$$III. 0 = dU + pdv \quad dQ = 0 \quad pv^\gamma = \text{Const} \quad \text{ADJABATA}$$

$$IV. dQ = 0 + pdv \quad t = \text{const} \quad pv = \text{Const} \quad \text{IZOTERMA}$$

Rys. 200. Zestawienie wzorów procesów termodynamicznych.



Rys. 208. Maszyna chłodnicza.