



FIZYKA DOŚWIADCZALNA

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

(FIZYKA B)

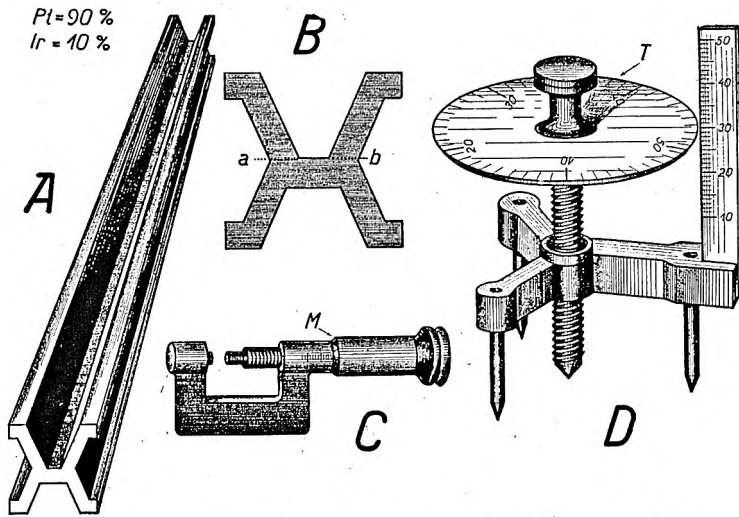
RYSUNKI

W E L W O W I E

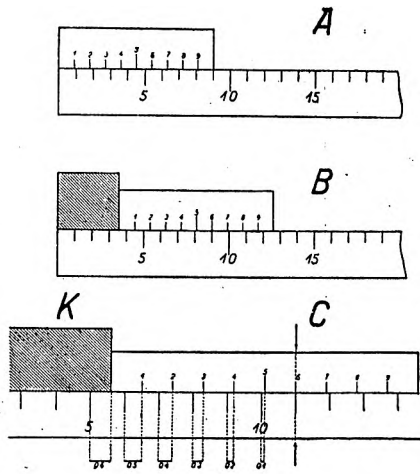
NAKŁADEM AUTORA

1931

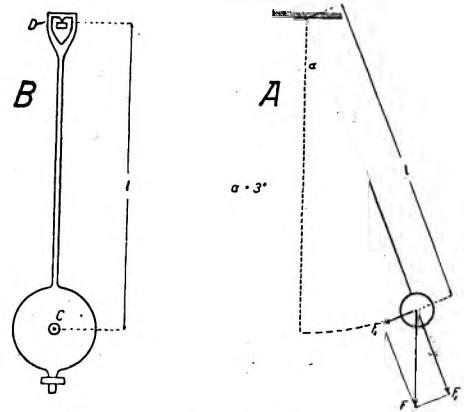
Mierzenie długości i czasu.



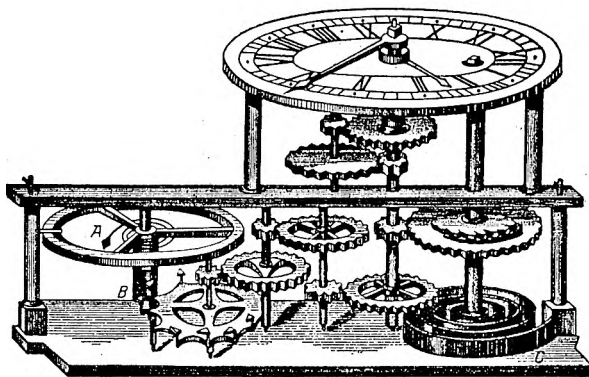
Rys. 1. Metr normalny. Śruba mikrometryczna. Sferometr.



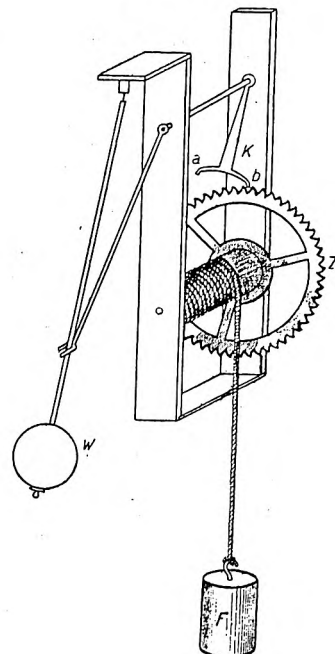
Rys. 2. Nonjusz.



Rys. 3. Wahadło.

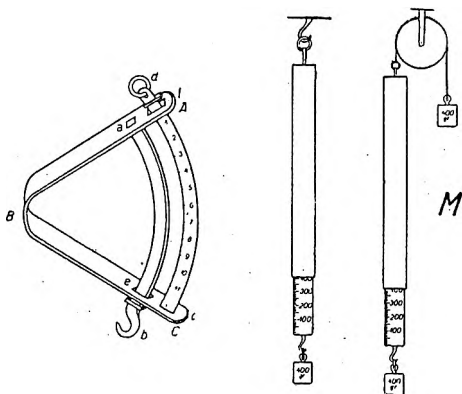


Rys. 5. Balans A. Sprężyna C.

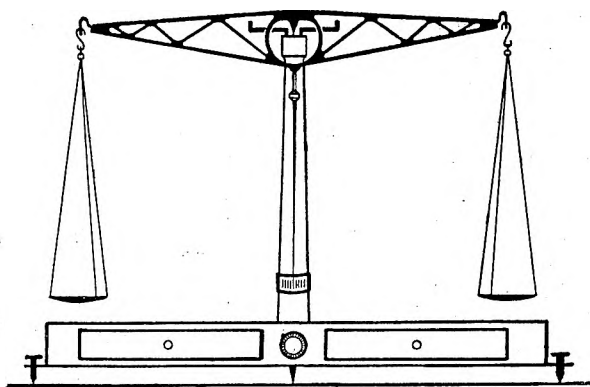


Rys. 4. Wahadło W. Ciężar F.

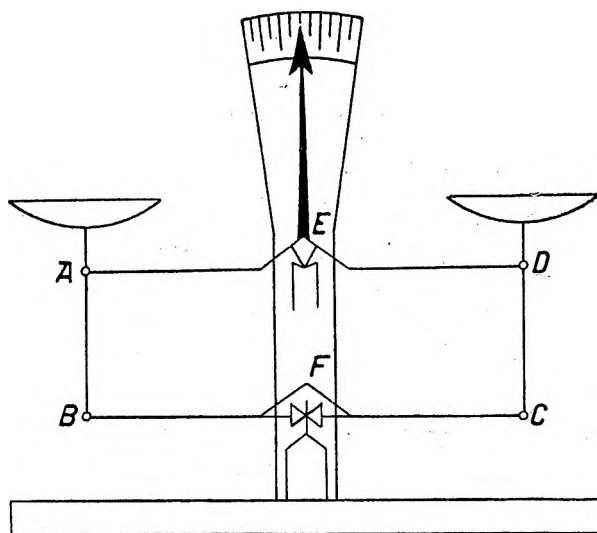
Mierzenie siły.



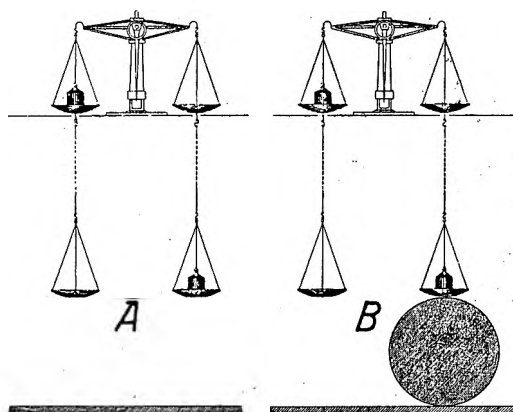
Rys. 6. Dynamometry.



Rys. 7. Waga dwuramienna (typ zwyczajny).

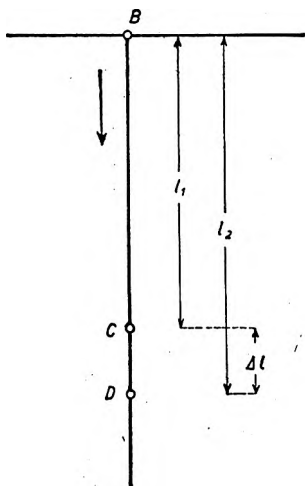


Rys. 8. Waga Roberval.

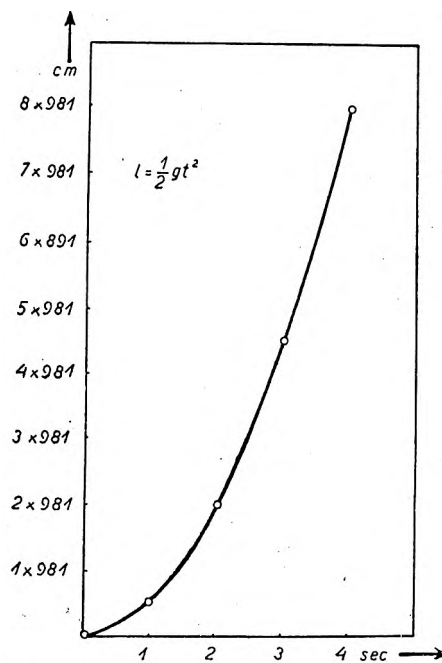


Rys. 9. Grawitacja (doświadczenie Jolly'ego).

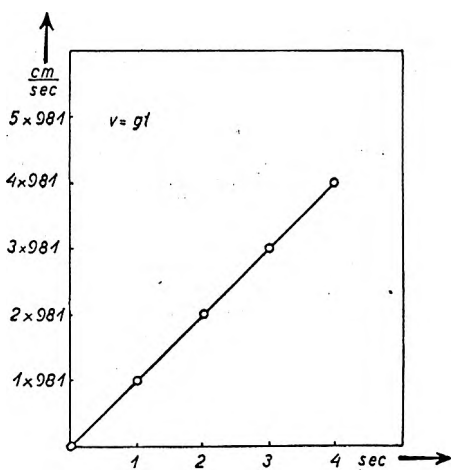
Ruch jednostajnie przyspieszony.



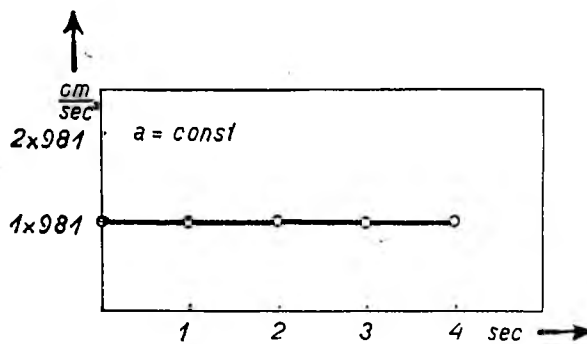
Rys. 10. Swobodne spadanie ciała.



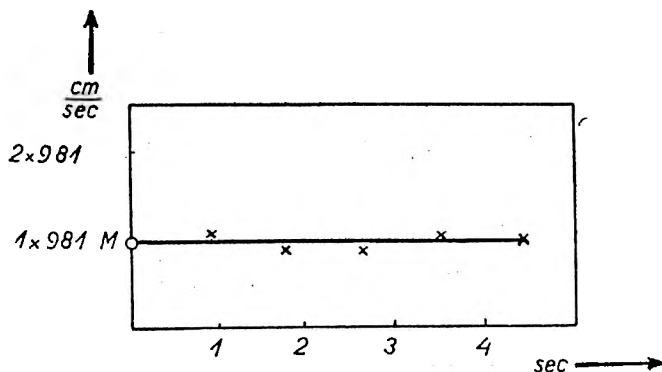
Rys. 11. Droga przebyta w zależności od czasu.



Rys. 12. Prędkość w zależności od czasu.

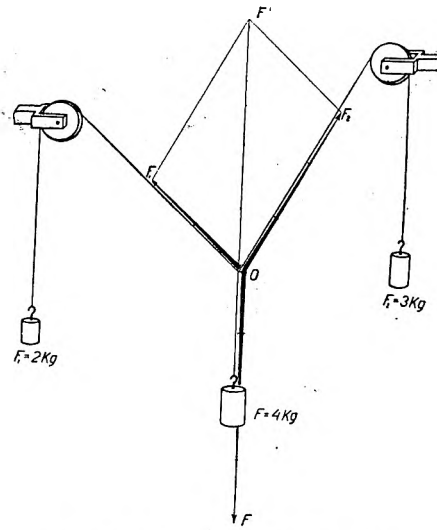


Rys. 13. Przyspieszenie w zależności od czasu.

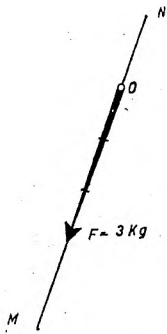


Rys. 14. Błędy doświadczalne.

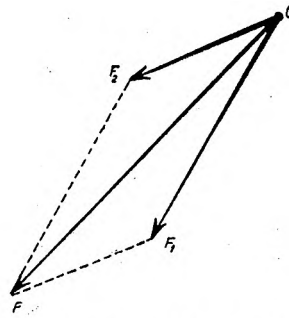
Składanie i rozkładanie sił.



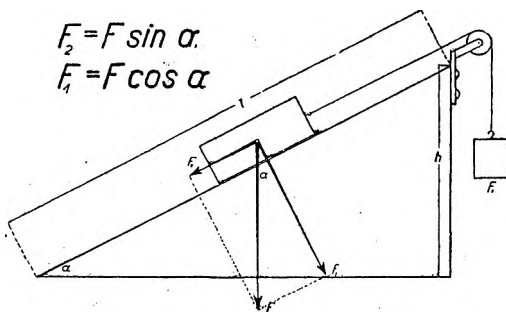
Rys. 16. Równowaga trzech sił.



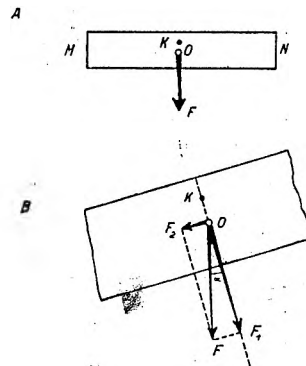
Rys. 15. Wykreślne przedstawienie siły.



Rys. 17. Równoległobok sił.

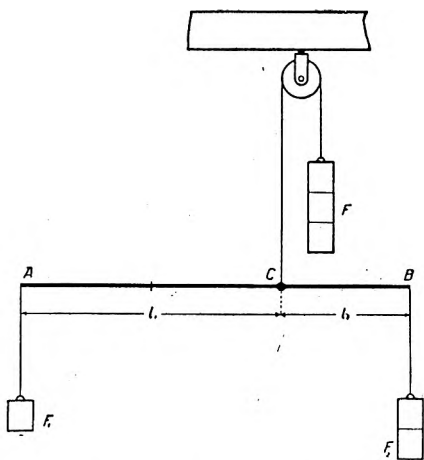


Rys. 18. Płaszczyzna pochyła.

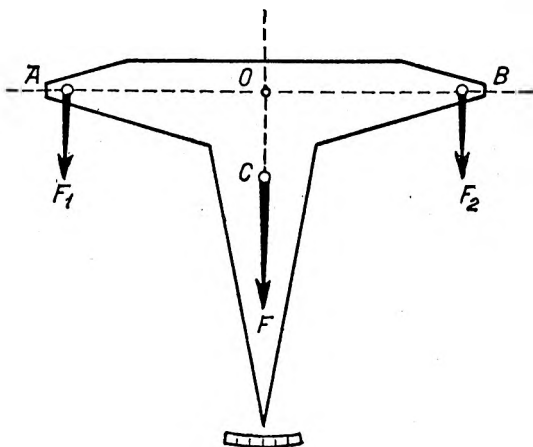


Rys. 19. Belka wagi.

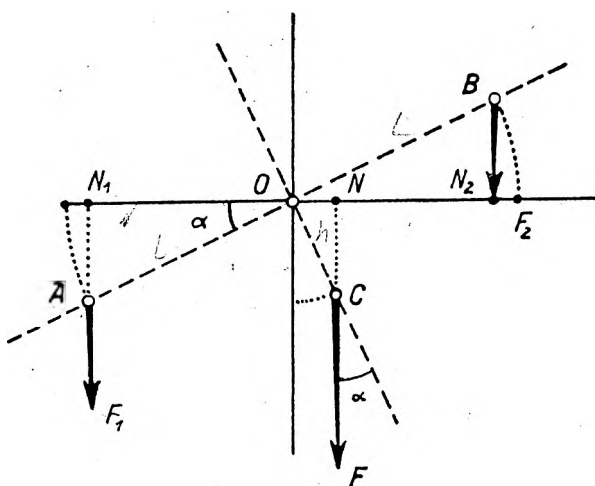
Momenty sił równoległych.



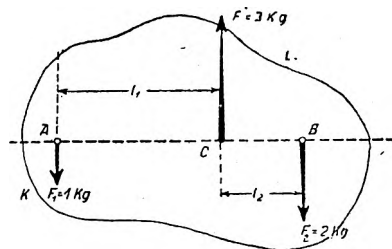
Rys. 20. Równowaga trzech sił równoległych.



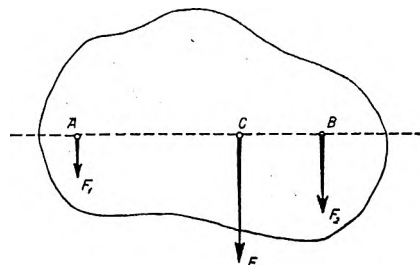
Rys. 25. Belka wagi dwuramiennej.



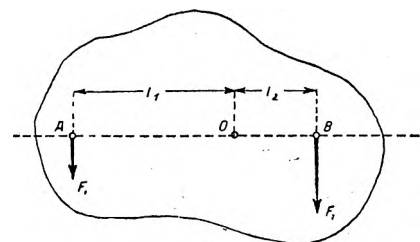
Rys. 26. Obliczenie czułości wagi.



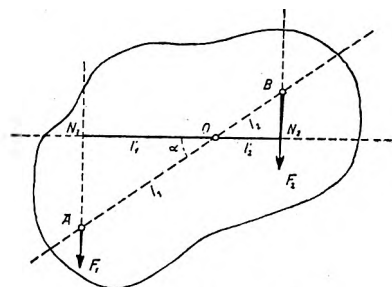
Rys. 21. Bryła pod działaniem sił równoległych.



Rys. 22. Wypadkowa sił równoległych.



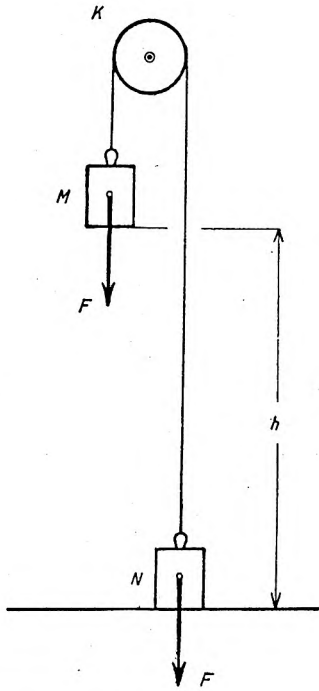
Rys. 23. Bryła obracalna dookoła osi O.



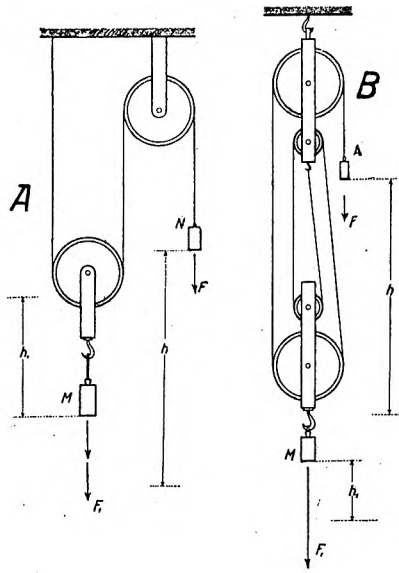
Rys. 24. Bryła odchylona.

Praca mechaniczna. Energia potencjalna.

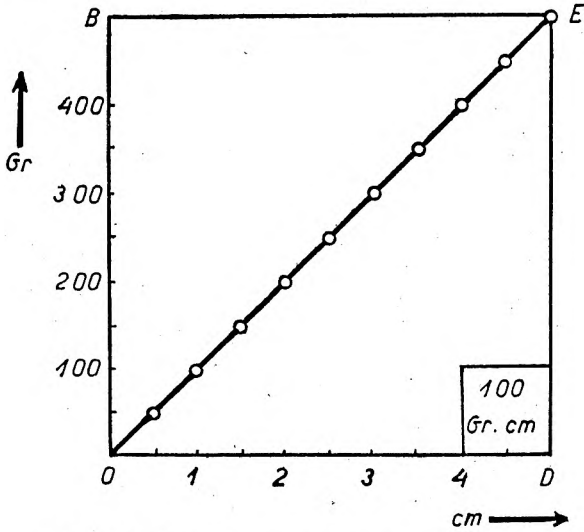
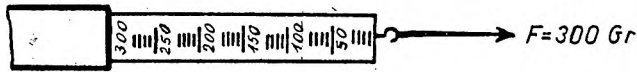
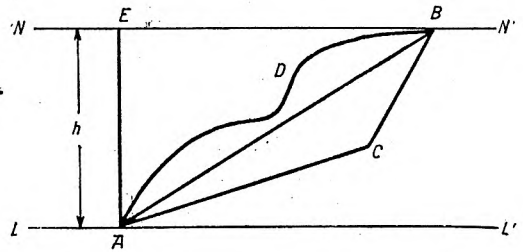
Rys. 27.
Praca mechaniczna.



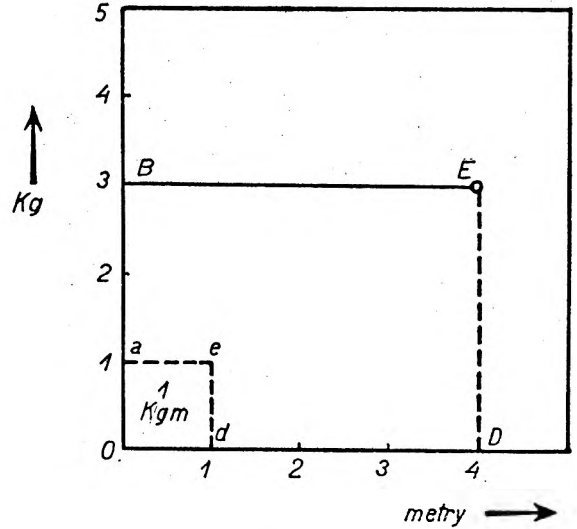
Rys. 28.
Wielokrażki.



Rys. 29.
Niezależność
pracy od drogi.

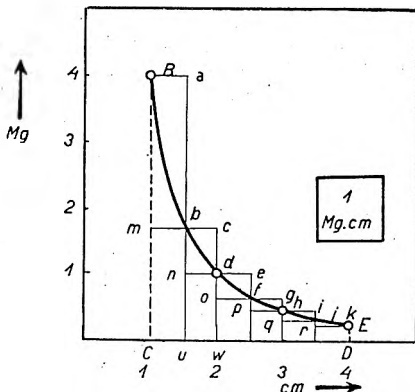


Rys. 80. Praca siły proporcjonalnej do wydłużenia.

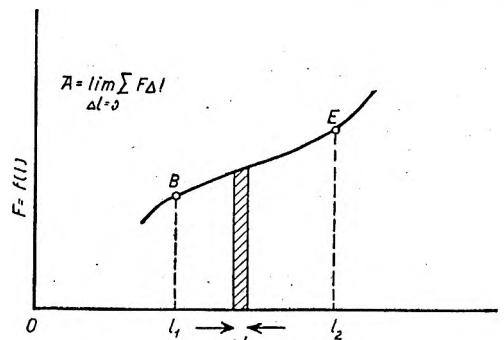


Rys. 81. Praca siły stałej.

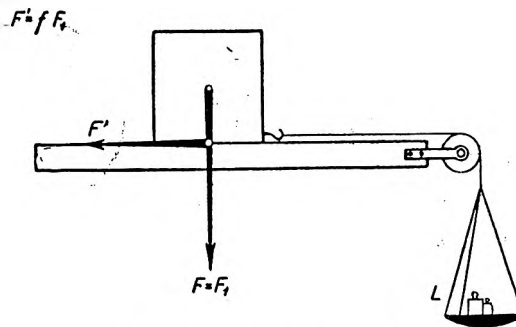
Rys. 82.
Praca siły
odwrotnie
proporcjonalnej
do kwadratu
odległości.



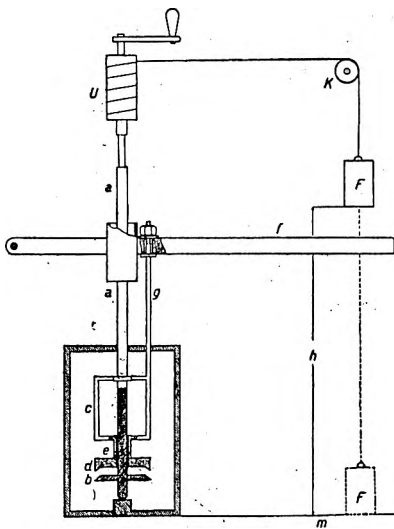
Rys. 83.
Praca
siły dowolnej.



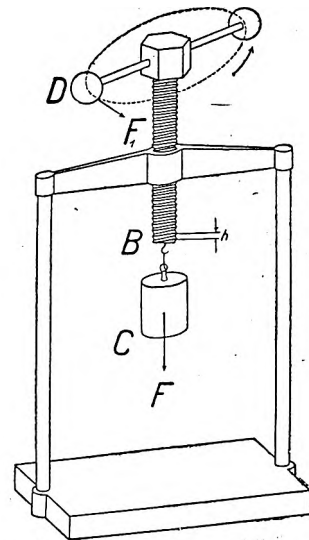
Moc. Sprawność. Masa. Energia kinetyczna.



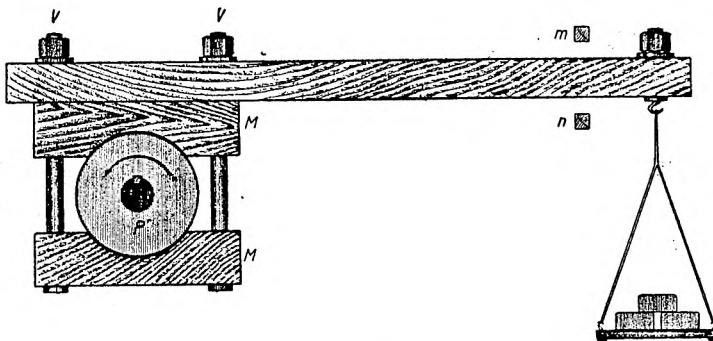
Rys. 84. Mierzenie współczynnika tarcia.



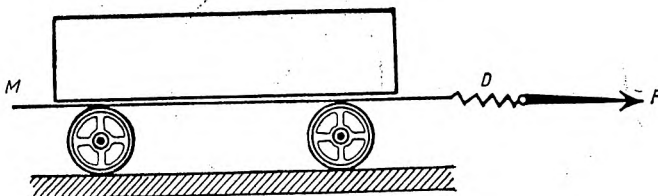
Rys. 85. Mierzenie dynamicznego równoważnika jednostki ciepła.



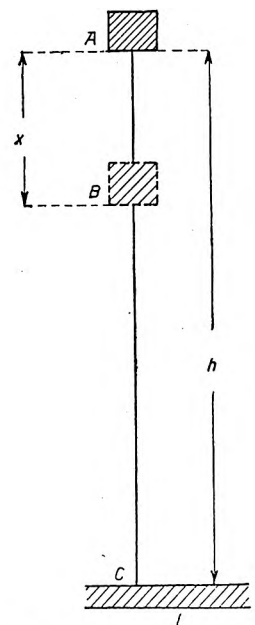
Rys. 86. Mierzenie sprawności śruby.



Rys. 87. Mierzenie mocy motoru.

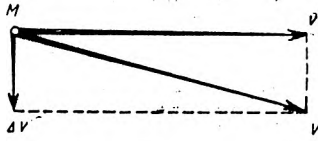


Rys. 88. Mierzenie masy.

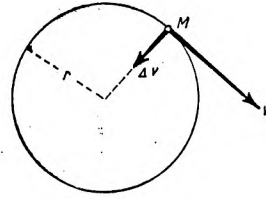


Rys. 89. Energia kinetyczna.

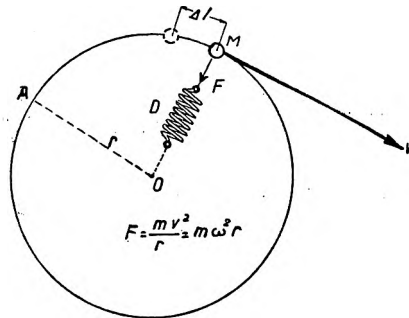
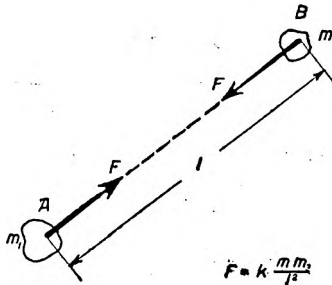
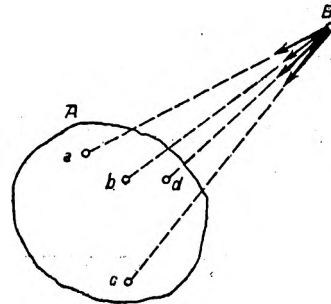
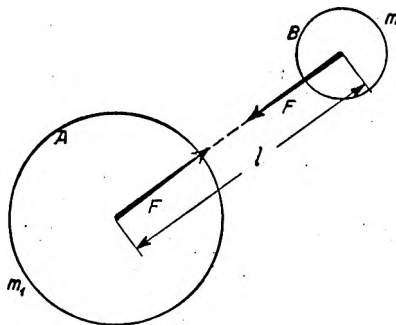
Ruch po obwodzie koła. Grawitacja.



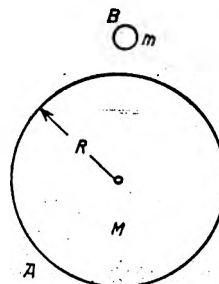
Rys. 40. Geometryczne składanie prędkości.



Rys. 41. Przyspieszenie dośrodkowe.

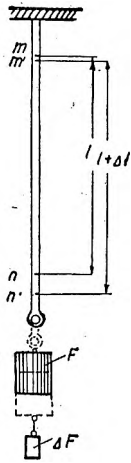
Rys. 42. Siła dośrodkowa F .Rys. 43.
Prawo Newtona.Rys. 44.
Grawitacja.

Rys. 45. Przyciąganie się kul.



Rys. 46. Ciężar na powierzchni ziemi.

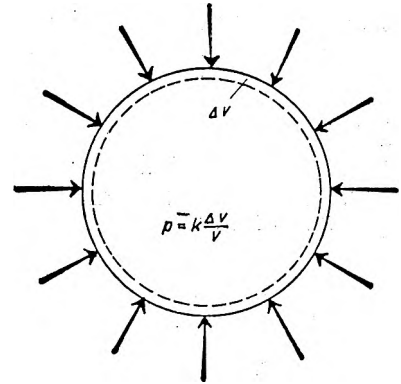
Odształcenie ciał stałych.



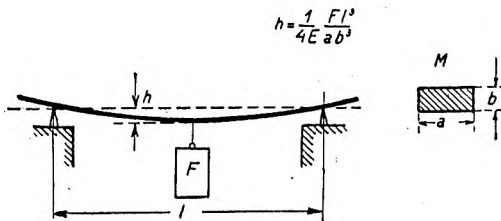
Materiał	E
Nikiel	22000 Kg/mm ²
Stal	21000 "
Żelazo spawalne	19000 "
Surowiec szary	9000 "
Miedź	12000 "
Mosiądz	9800 "
Glin	7000 "
Cynk	4000 "
Otów	1800 "
Dębina wzdłuż włókien	1080 "

$$\frac{\Delta F}{s} \frac{Kg}{mm^2} = E \frac{\Delta l}{l}$$

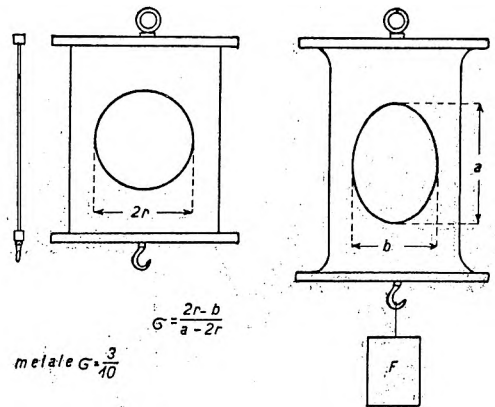
Rys. 47. Moduł Young'a.



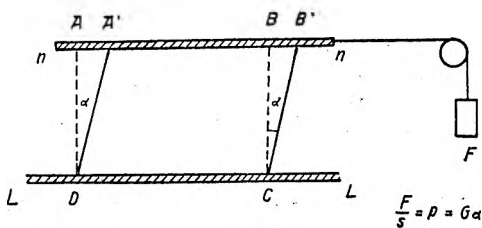
Rys. 48. Wszechstronne ściskanie.



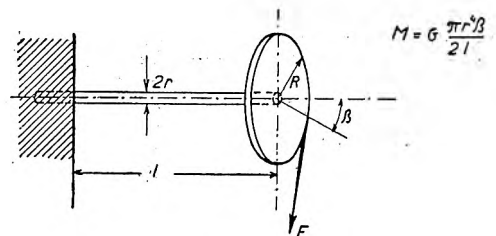
Rys. 49. Strzałka ugięcia.



Rys. 50. Współczynnik Poisson'a

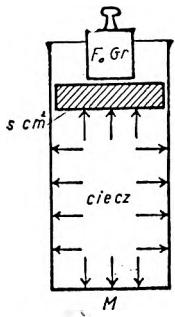


Rys. 51. Ścinanie. (Skręcenie proste).

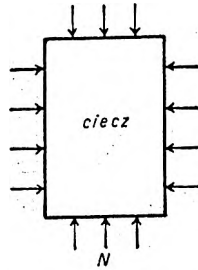


Rys. 52. Skręcenie.

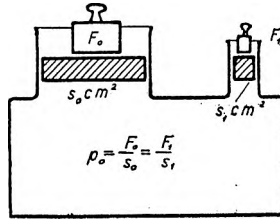
Prawo Pascal'a. Ściśliwość cieczy.



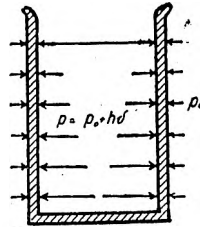
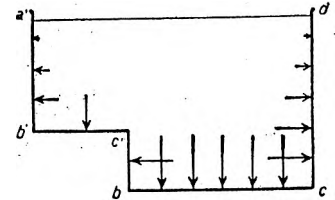
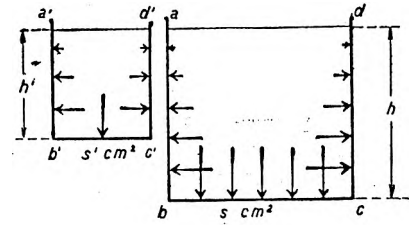
Rys. 53. Prawo Pascal'a.



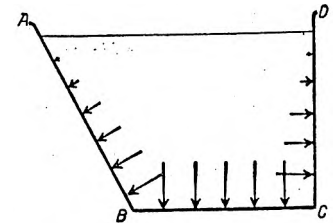
Rys. 54.



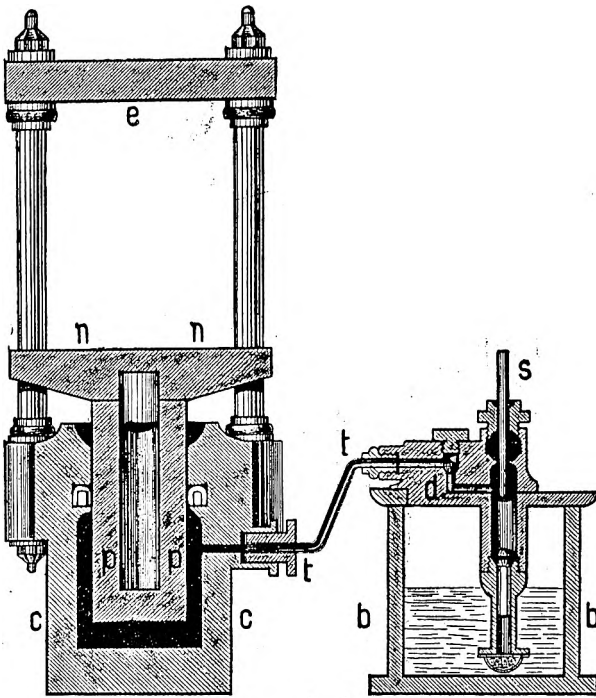
Rys. 55. Prasa hydrauliczna (schemat).



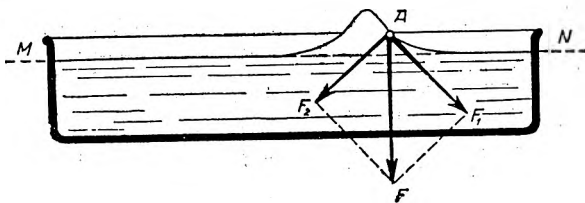
Rys. 60. Parcie na ścianki naczynia.



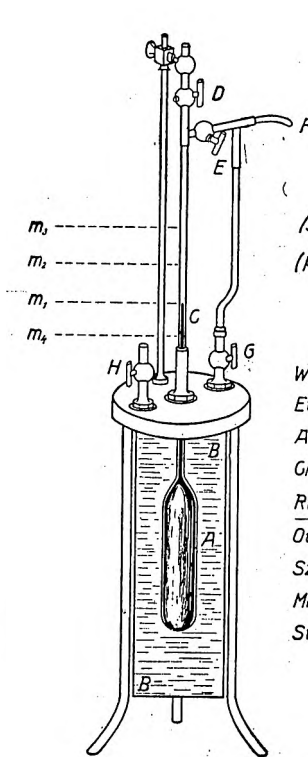
Rys. 61. Parcie na dno naczynia.



Rys. 56. Prasa hydrauliczna (przrząd).



Rys. 59. Zwierciadło cieczy.

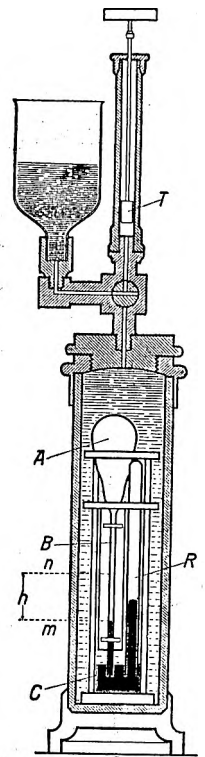


Rys. 58. Piezometr Regnault'a.

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

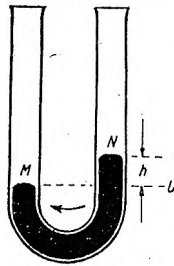
(p w atmof.)

	$10^6 \beta$
Woda	48,-
Eter	140,-
Alkohol	90,4
Ghlorof.	62,5
Rtęć	2,95
Otów	2,76
Szkło	2,20
Miedź	0,86
Stal	0,68

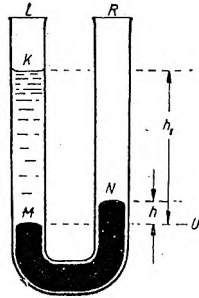


Rys. 57. Piezometr Oerstedt'a.

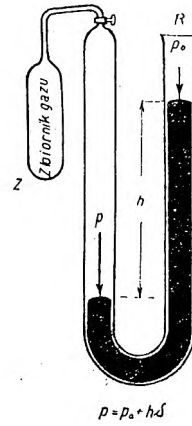
Naczynia połączone. Mierzenie ciśnienia.



Rys. 62.



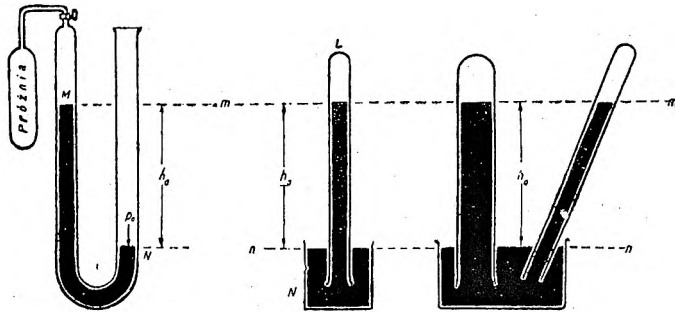
Rys. 63.



Rys. 64. Mierzenie ciśnienia gazu,

$$p = p_0 + h\delta$$

Naczynia połączone.



Rys. 65.

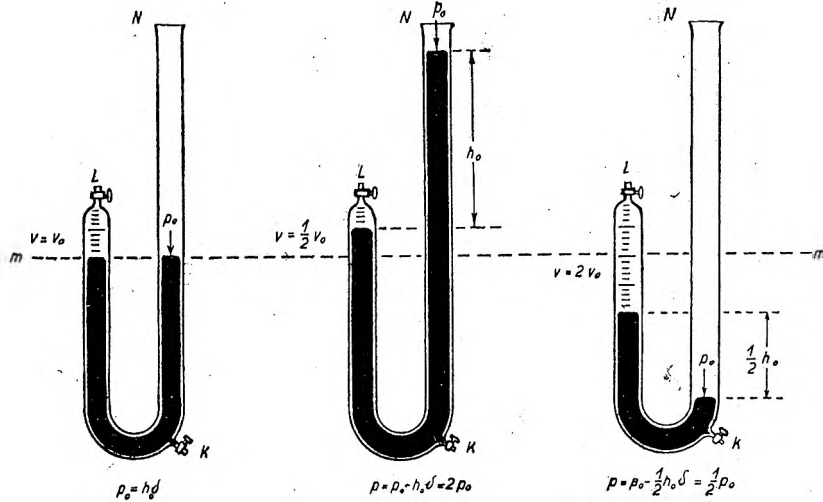
Mierzenie ciśnienia atmosfery.

Rys. 66.

Rys. 67.

$$p_0 \cdot h_0 = 76 \text{ cm} = 136 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \cdot 1033 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

Doświadczenie Torricelli'ego.



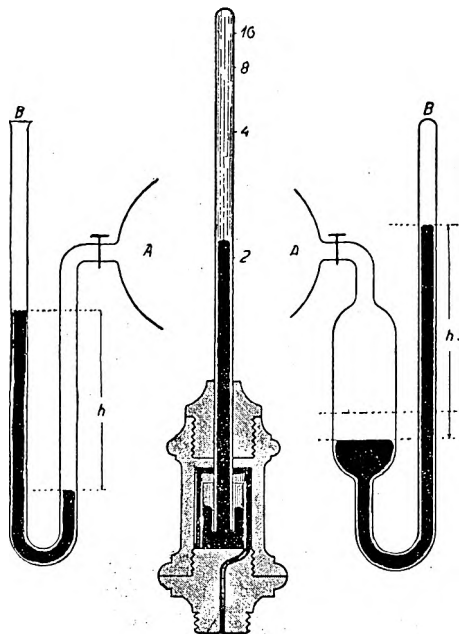
Rys. 68.

Rys. 69.

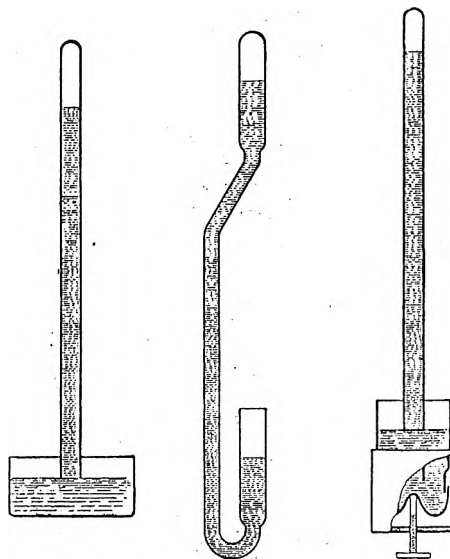
Rys. 70.

Prawo Boyle'a i Mariotte'a.

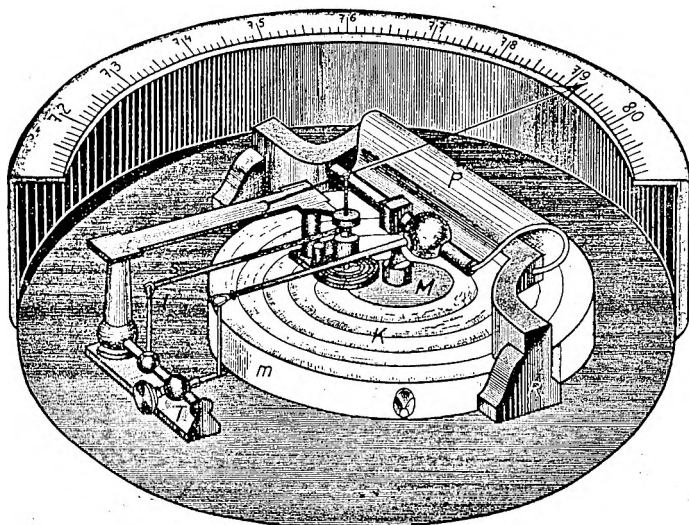
Manometry i barometry.



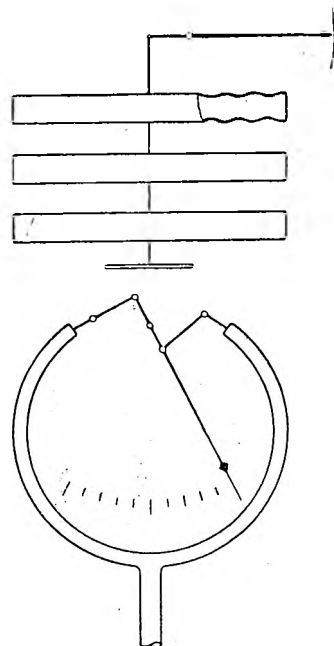
Rys. 72. Manometry rtęciowe
(pół-schematycznie).



Rys. 71. Barometry rtęciowe
(schematycznie).

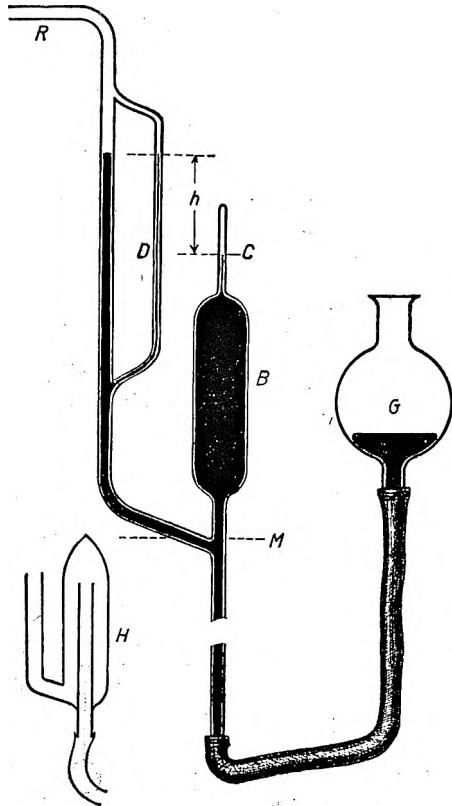


Rys. 73. Barometr-aneroid Vidi'ego
(przyrząd).

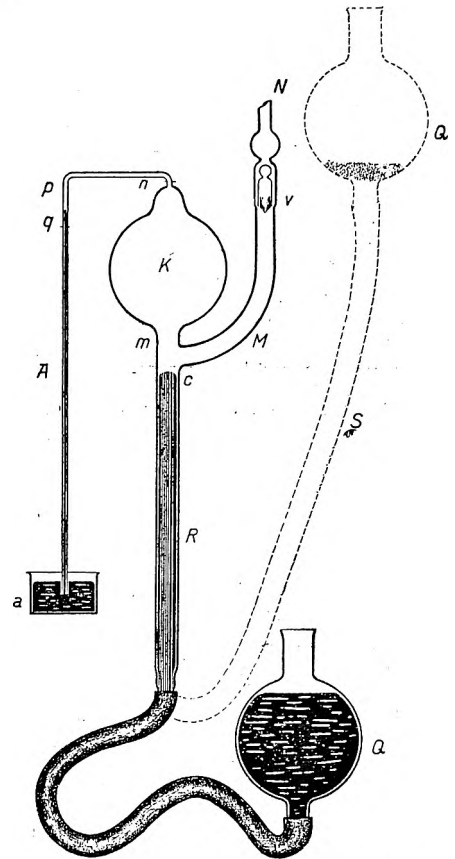


Rys. 74. Barometr i manometr metalowy
(schemat).

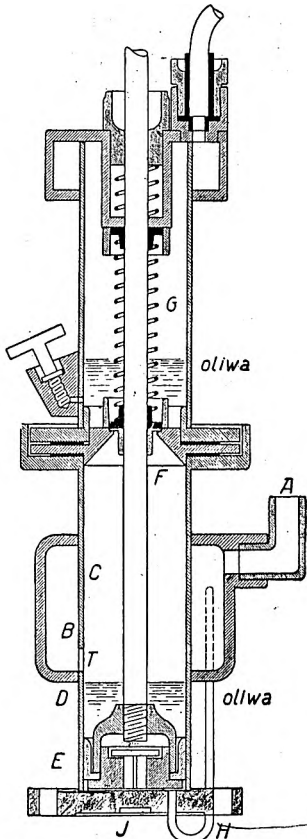
Pompy.



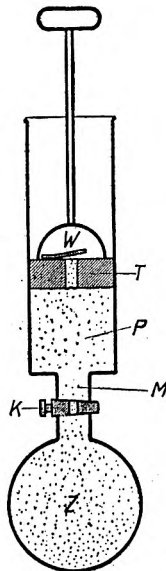
Rys. 75. Wakuumetr Mac Leod'a.



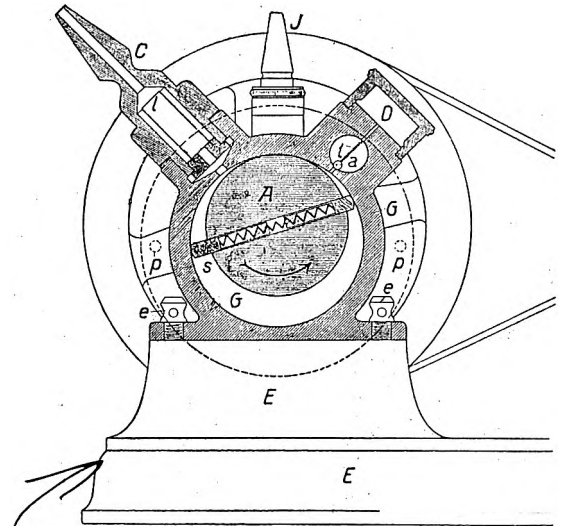
Rys. 76. Pompa rtęciowa.



Rys. 78. Pompa olejowa tłokowa.



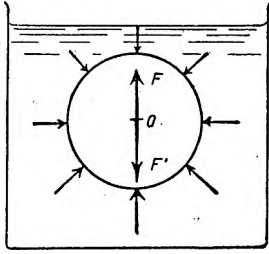
Rys. 77. Pompa tłokowa (schemat)



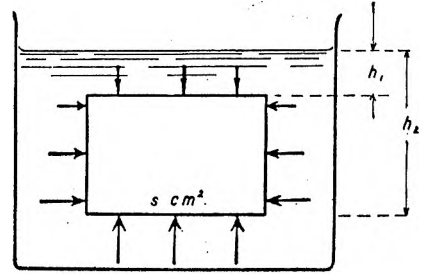
Rys. 79. Pompa rotacyjna kapslowa.

Janina Kees

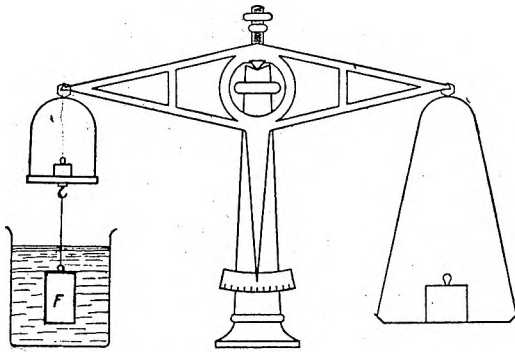
Prawo Archimedes.



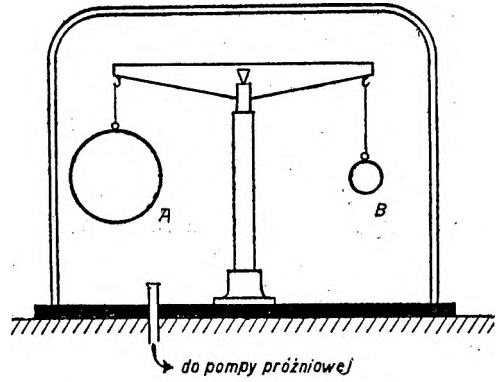
Rys. 80. Parcie na ciało zanurzone w cieczy.



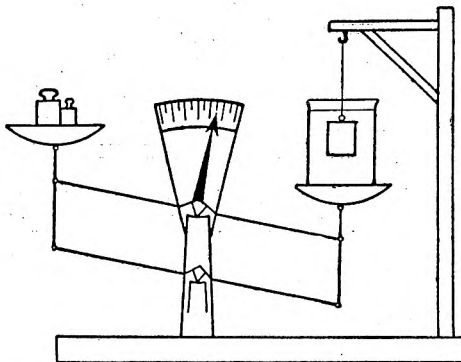
Rys. 81. Prawo Archimedes.



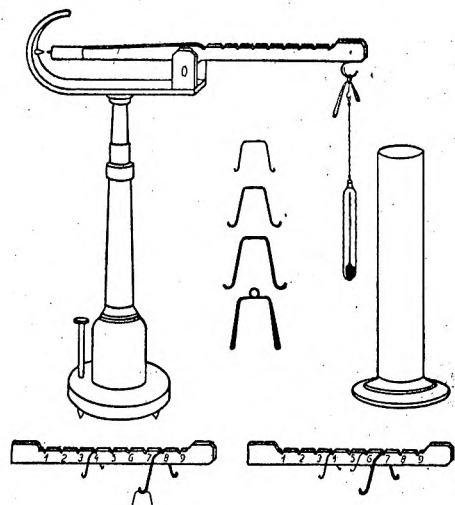
Rys. 82. Waga hydrostatyczna.



Rys. 83. Parcie powietrza.

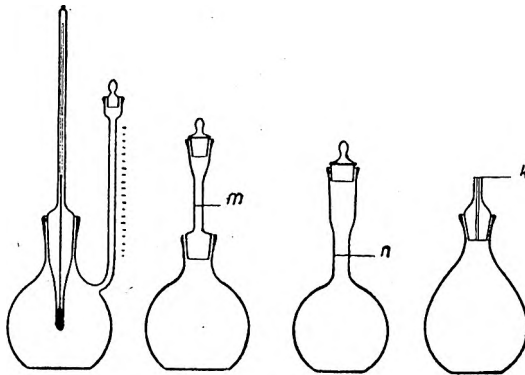


Rys. 84. Oddziaływanie ciała zanurzonego na ciecz.



Rys. 85. Waga Mohr'a.

Ciężar właściwy. Gęstość. Gęstość względna.

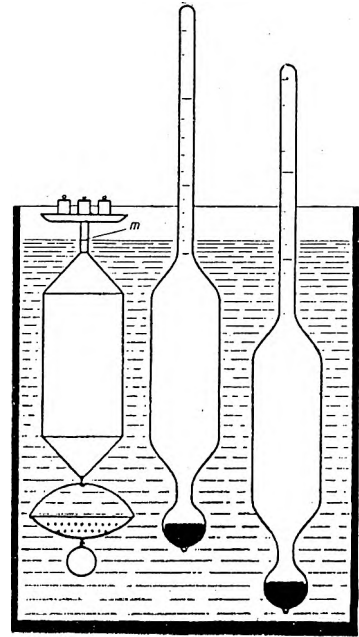


Rys. 86. Piknometry.

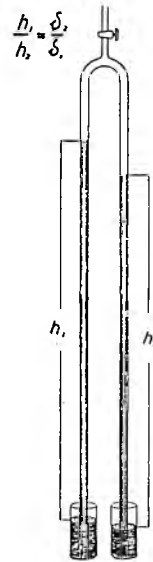
Ciężary właściwe.

Ir	22.4	Cu	8.9
Pł	21.4	Fe	7.8
Au	19.2	Al	2.7
Pb	11.3	Na	0.97
Ag	10.5	Li	0.53
Szkło ...	2.4 do 5.9	Hg	13.595
NaCl	2.164	CH ₄ J ₂	3.324
Drzewo ..	1.2 do 0.5	H ₂ SO ₄	1.833
Lód	0.917	C ₂ H ₅ OH	0.791
Korek	0.2	Eter	0.717

Rys. 89.



Rys. 87. Aeometry.

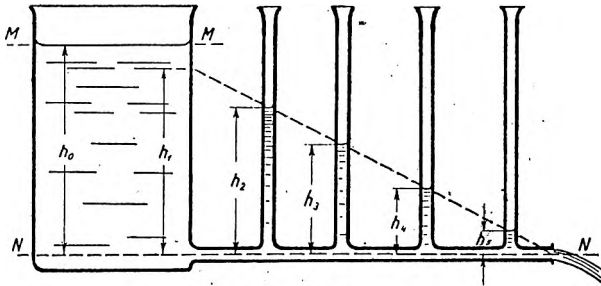


Rys. 88.

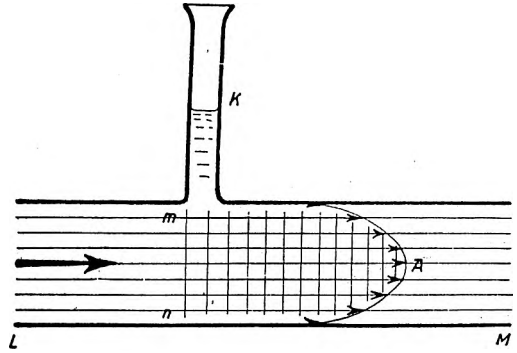
	H ₂ O-1	POWIETRZE-1	O ₂ -16
POWIETRZE	0.001293	1.0000	1.447
H ₂	0.0000898	0.0695	1.008
He	0.000179	0.1383	2.001
N ₂	0.001250	0.9674	14.002
O ₂	0.001429	0.1056	16.000
Ar	0.001783	1.3791	19.96
CO ₂	0.001977	1.5291	22.000
H ₂ O	0.000606	0.622	9.00

Rys. 90. Gęstości względne gazów.

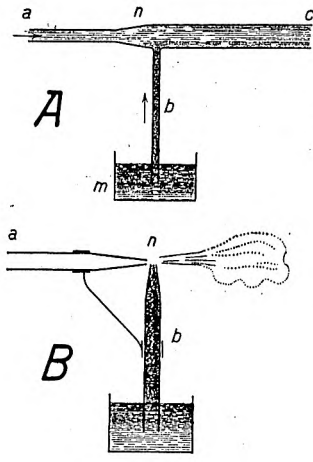
Strumień cieczy i gazu.



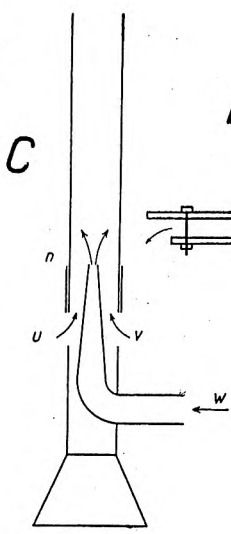
Rys. 91. Spad ciśnienia w rurze.



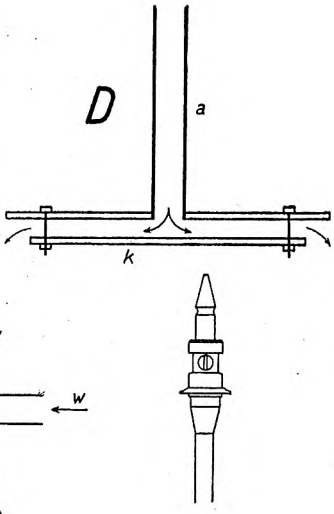
Rys. 92. Ruch cieczy w rurkach włoskowatych.



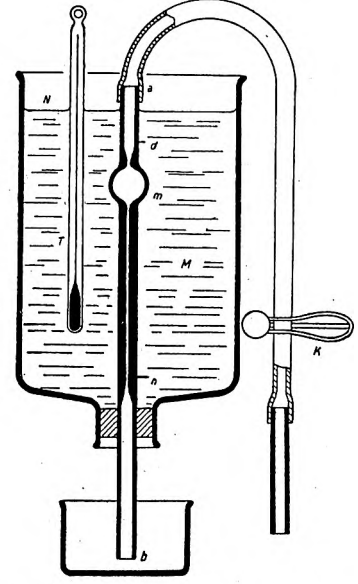
Rys. 94. Rozpylacz.



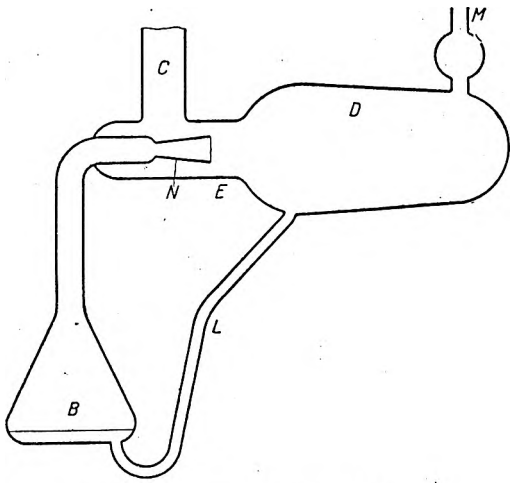
Palnik Bunsena.



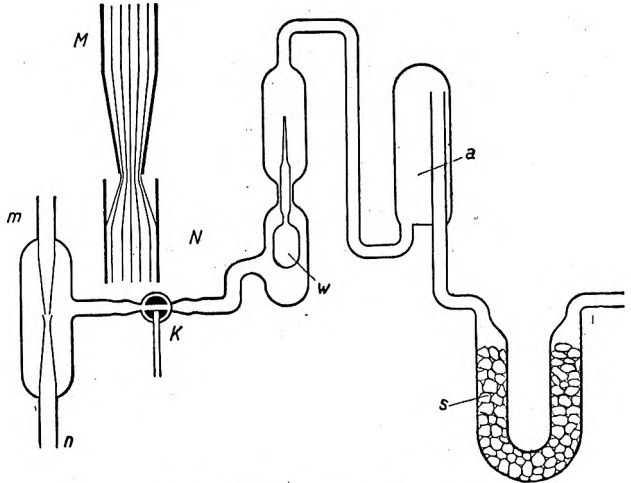
Injektor.



Rys. 93. Mierzenie lepkości cieczy.

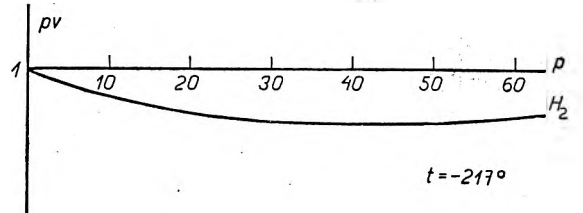
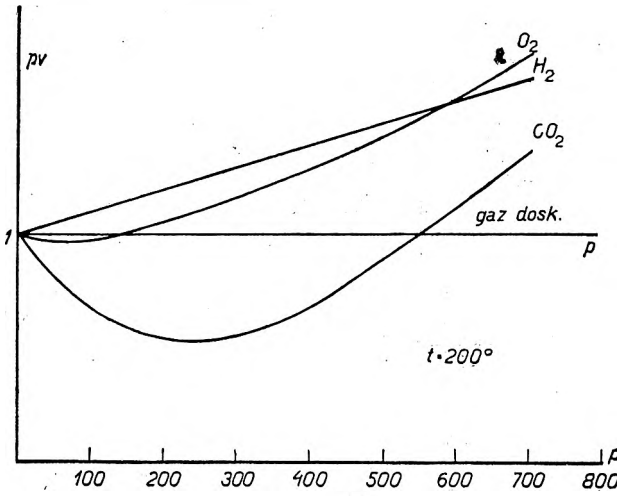
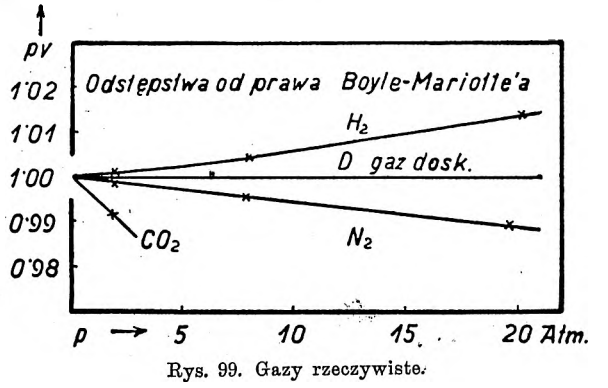
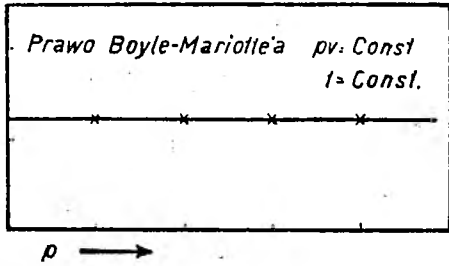
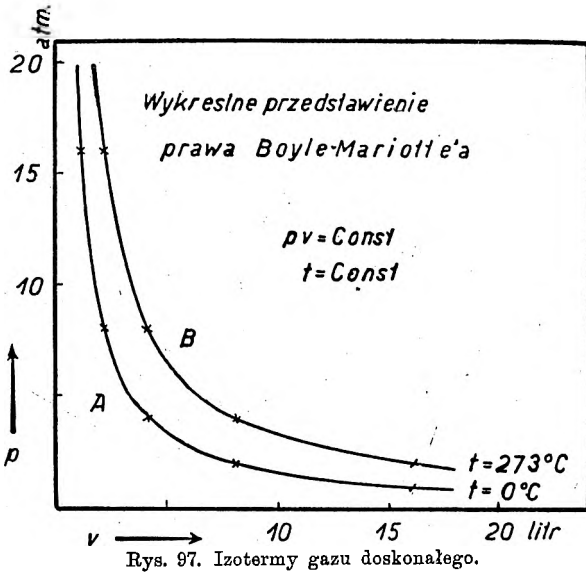


Rys. 95. Pompa dyfuzyjna rtęciowa.



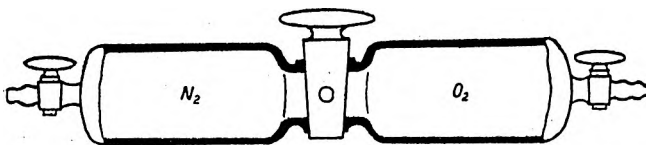
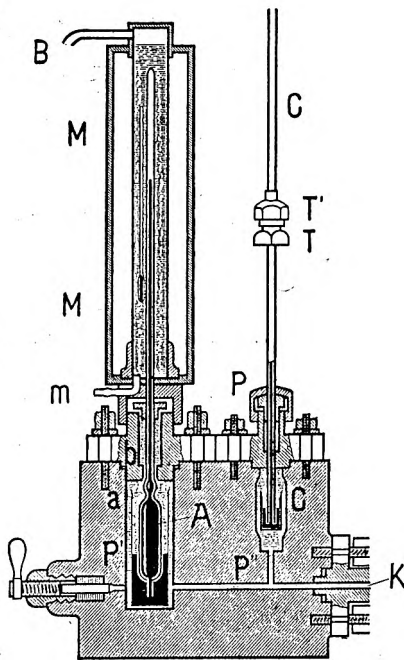
Rys. 96. Pompa wodna Bunsena.

Ściśliwość gazów przy różnych temperaturach.

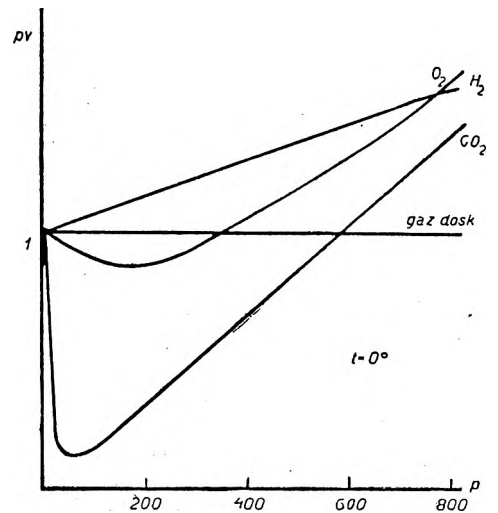


Rys. 102. Odstępstwa od prawa B.-M. przy wysokich i niskich temperaturach.

Rys. 100. Piezometr do badania ściśliwości gazów.

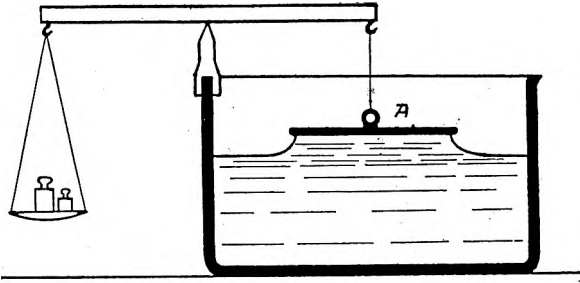


Rys. 103. Dyfuzja gazów.

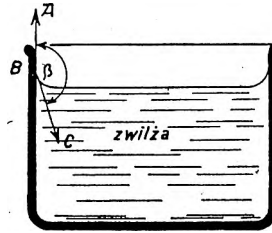


Rys. 101. Odstępstwa od prawa B.-M. przy temperaturze 0°C.

Spójność i przyleganie. Napięcie powierzchniowe.

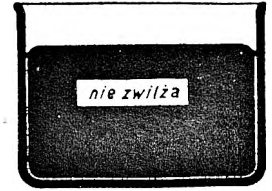


Rys. 104. Spójność i przyleganie (schematycznie).

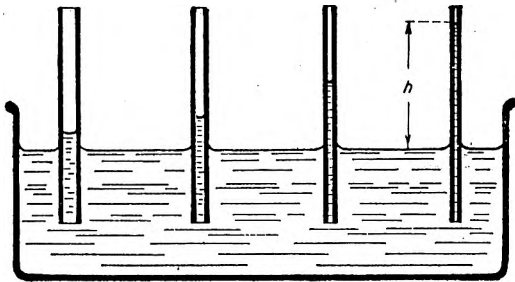


Rys. 105.

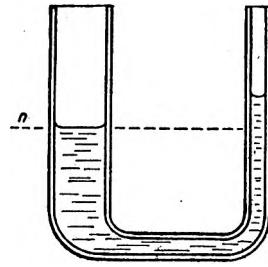
Kąt zetknięcia.



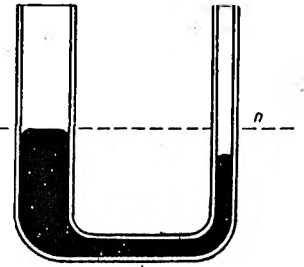
Rys. 106.



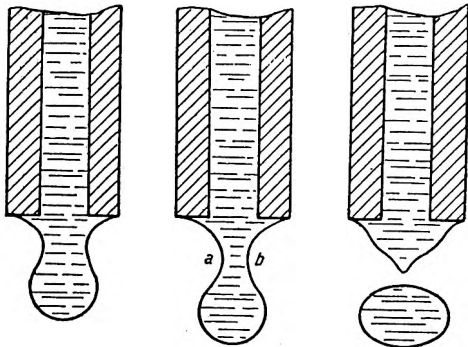
Rys. 108. Rurki włoskowate.



Rys. 107.



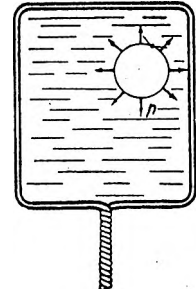
Rys. 109.



Rys. 110. Napięcie powierzchniowe.

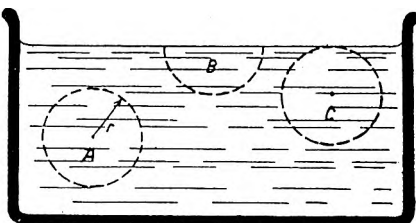


Rys. 111.

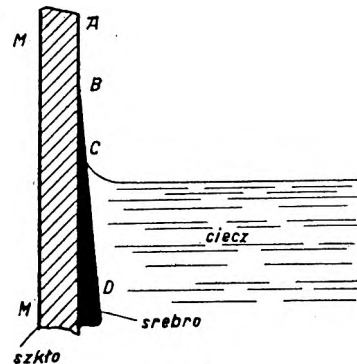


Rys. 112.

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
CIŚNIENIE	$p = \frac{dF}{ds}$	BAR	bar	cm ⁻¹	gr	sec ⁻²

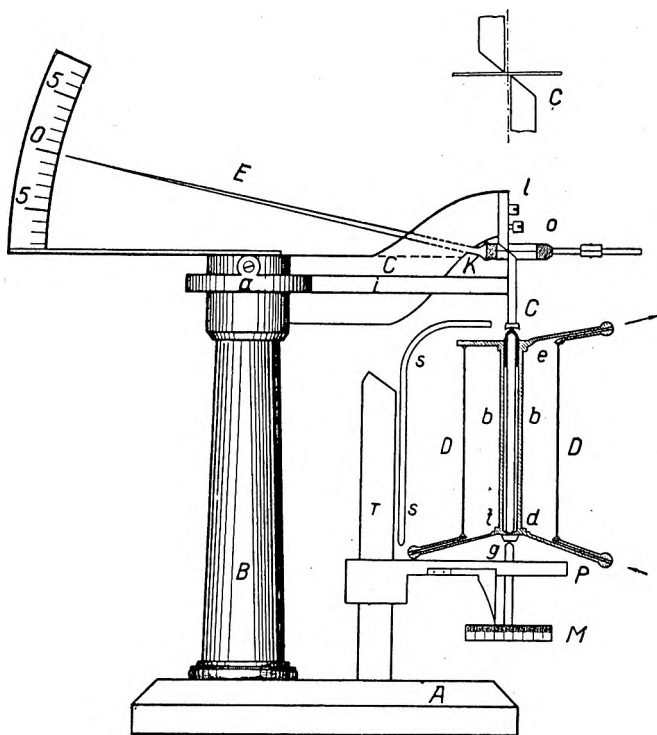
Rys. 115.

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.

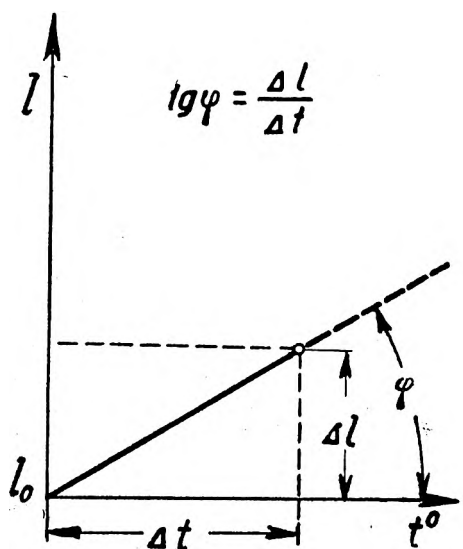
Rozszerzalność cieplna ciał stałych.



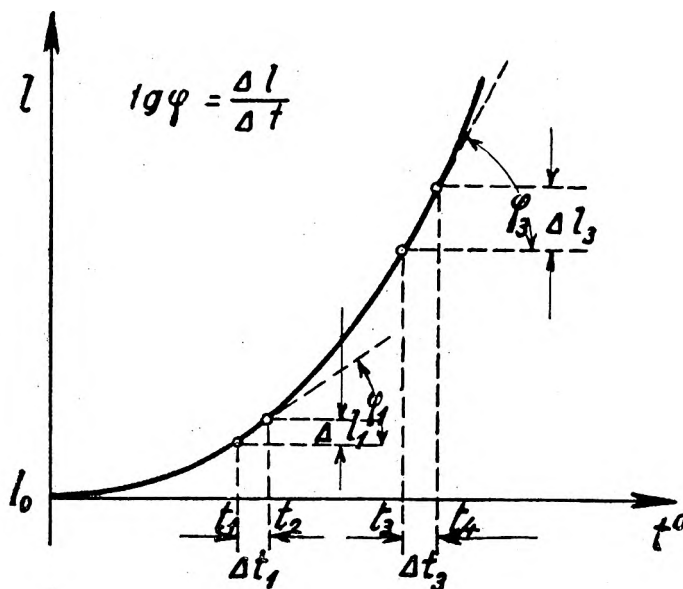
Rys. 117. Mierzenie współczynnika rozszerzalności prętów.

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

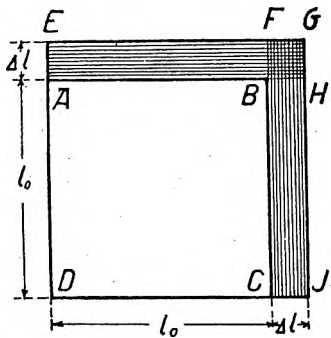
Rys. 118. Współczynnik ε dla ciał stałych.Rys. 119. ε nie zależy od t .

$$\varepsilon = \frac{1}{l_0} \text{tg } \varphi.$$

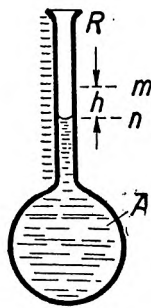
Wykreślne przedstawienie współczynnika ε .Rys. 120. ε zależy od t .

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{l_0} \text{tg } \varphi_1; \quad \varepsilon_3 = \frac{1}{l_0} \text{tg } \varphi_3.$$

Rozszerzalność cieplna ciał ciekłych.



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

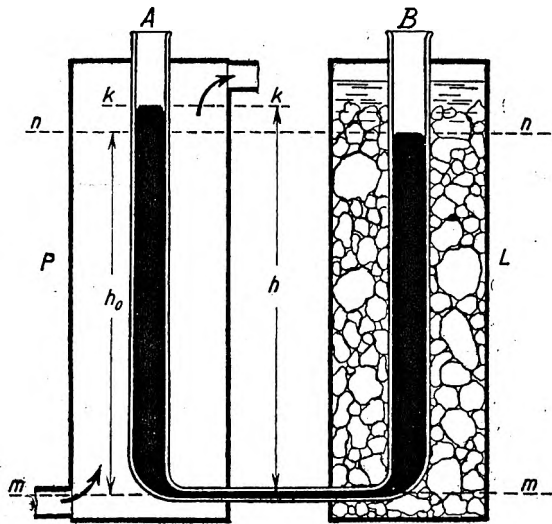


Rys. 122. Dilatometr.

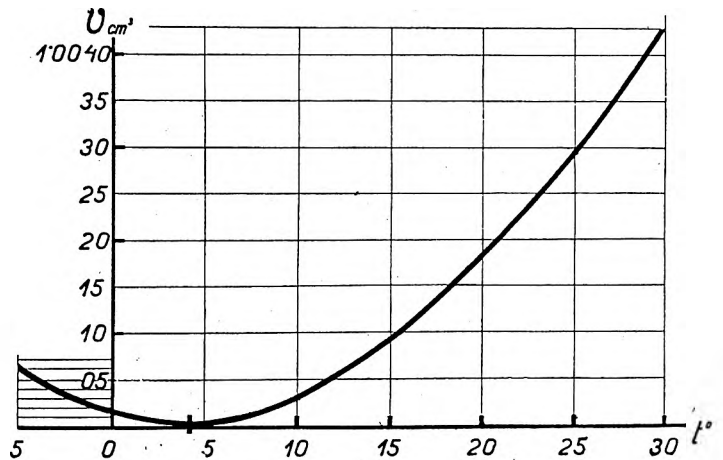
Spółczynniki rozszerzalności cieplnej

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

Rys. 124. Spółczynnik α dla cieczy.

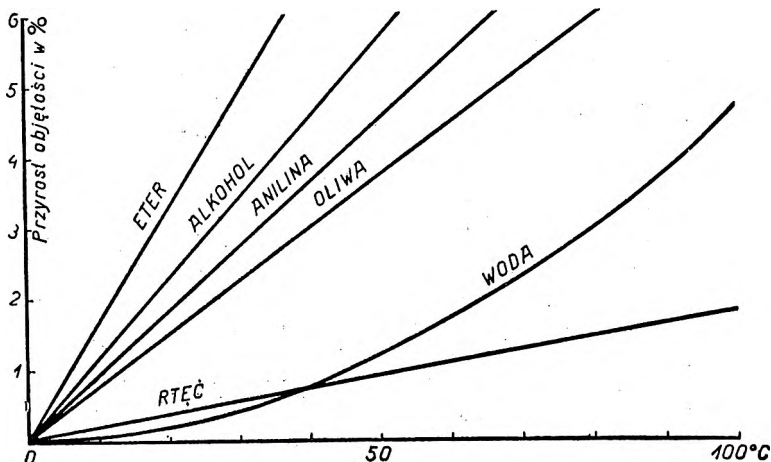


Rys. 123. Mierzenie spółczynnika α ($\alpha = 8\epsilon$).



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

Rozszerzalność cieczy.

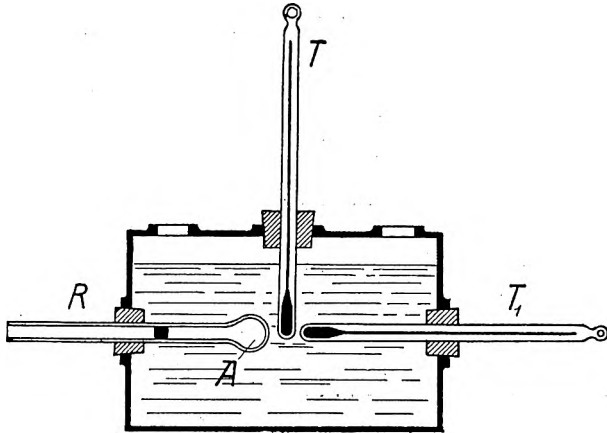


Rys. 126. Przyrost objętości przy różnych temperaturach.

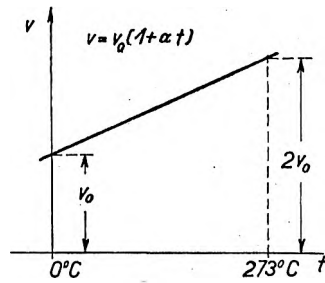


III 505142

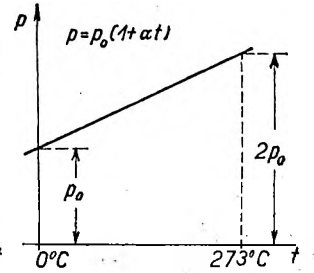
Rozszerzalność i rozprężliwość cieplna gazów.



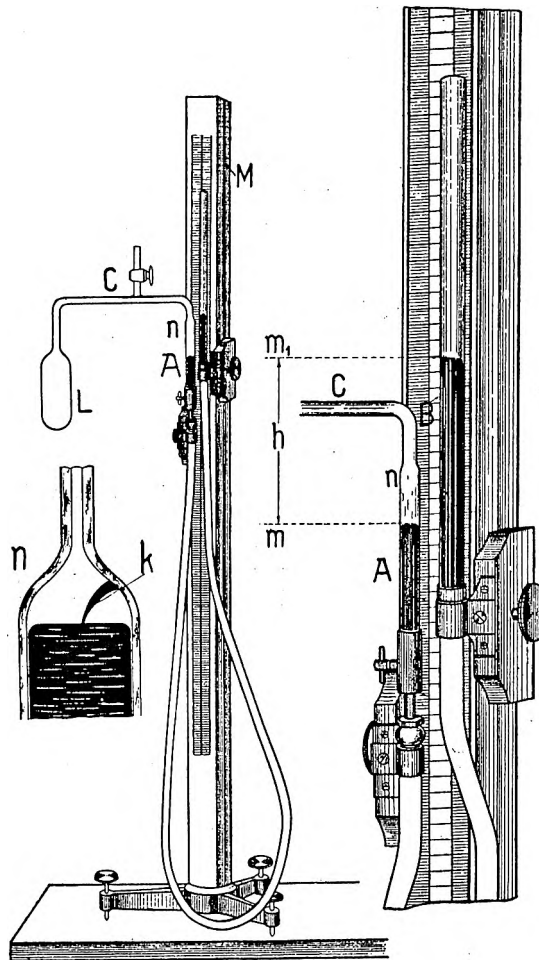
Rys. 127. Rozszerzalność gazu przy stałym ciśnieniu
($p = \text{const.}$).



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

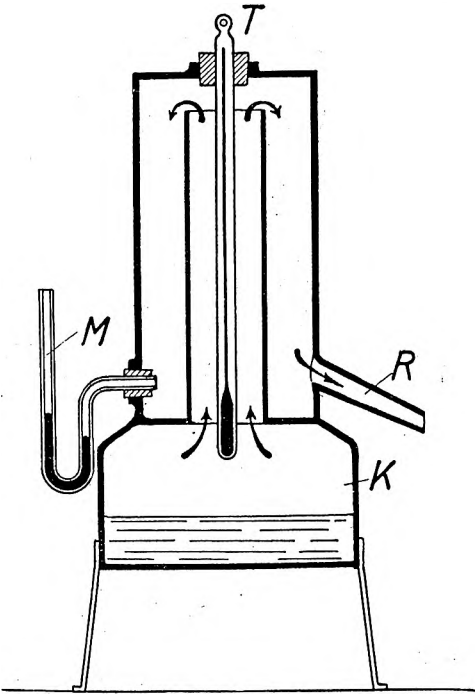


Rys. 130. Wykreślnie przedstawienie prawa Gay-Lussac'a
($v = \text{const.}$)

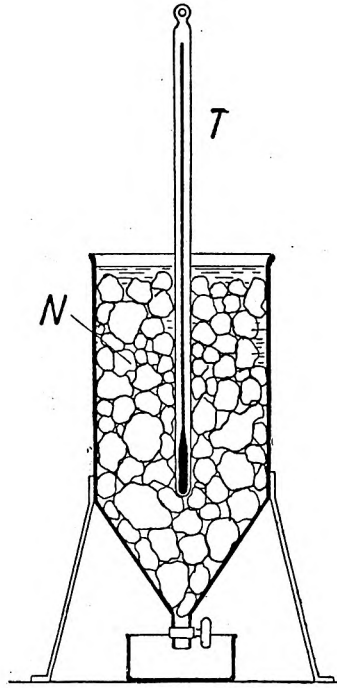


Rys. 129. Rozprężliwość gazu przy stałej objętości.
Termometr gazowy Jolly'ego; L — naczynie termometryczne.
($v = \text{const.}$)

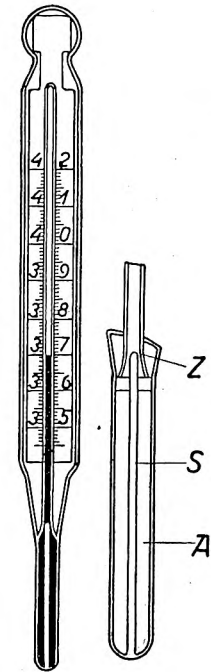
Termometry rtęciowe.



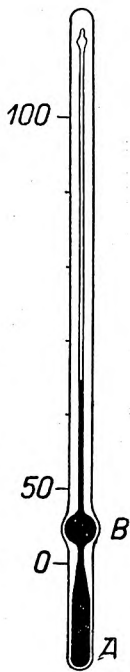
Rys. 181. Sprawdzenie punktu wrzenia (100°C).



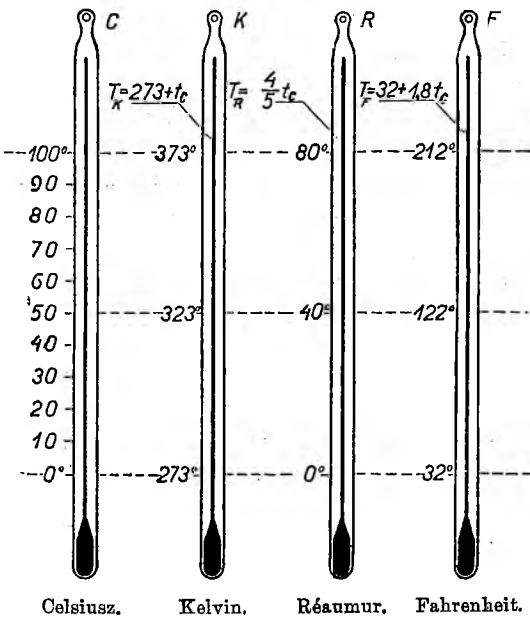
Rys. 182. Sprawdzenie punktu topnienia (0°C).



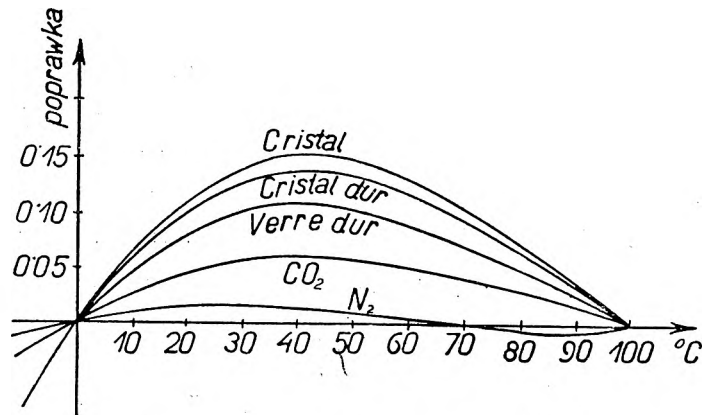
Rys. 185. Termometr maksymalny.



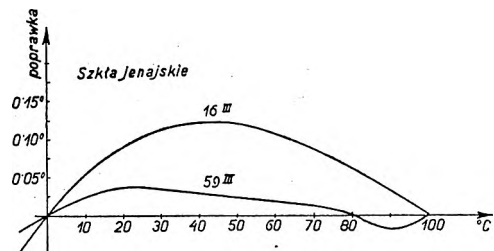
Rys. 184. Termometr z obydwoimi punktami zasadniczymi.



Celsiusz, Kelvin, Réaumur, Fahrenheit.
Rys. 183. Porównanie skal termometrycznych.

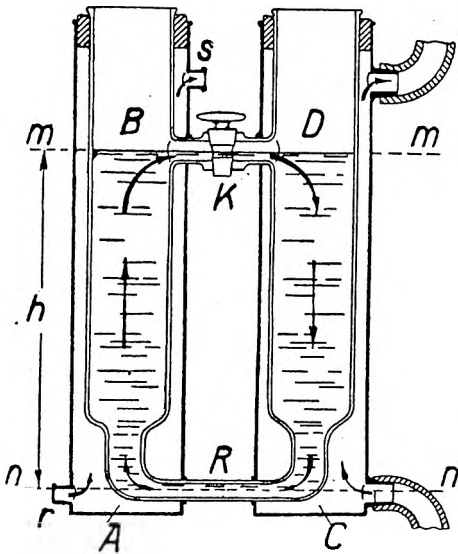


Rys. 186. Poprawki względem skali wodorowej.

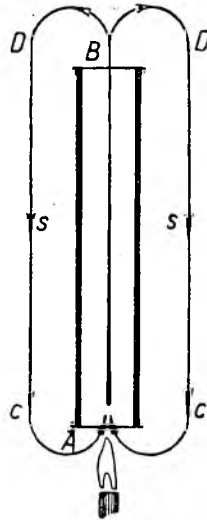


Rys. 187. Poprawki względem skali wodorowej.

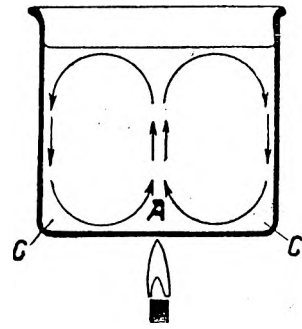
Cyrkulacja cieczy i gazu. Kalorymetry.



Rys. 138. Cyrkulacja w naczyniach połączonych.



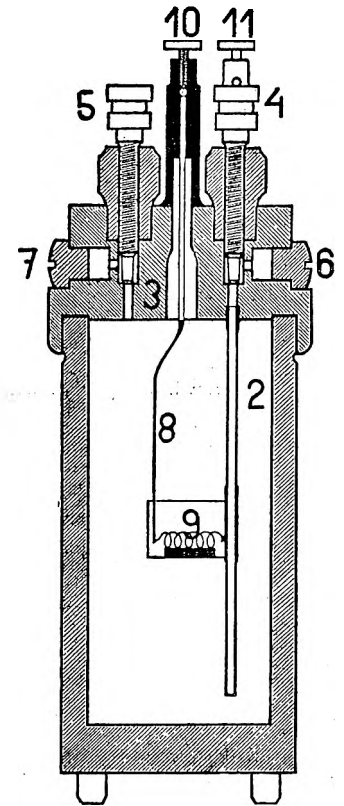
Rys. 139. Cyrkulacja w kominie.



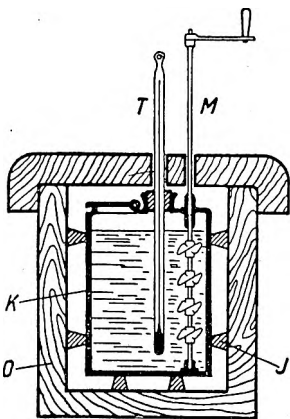
Rys. 140. Cyrkulacja w zlewce.

Rys. 143. Ciepło spalania.

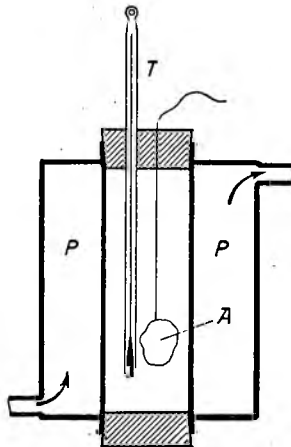
Antracyt walijski.....	8450	cal
Węgiel Zagł. Ruhry.....	8300	gr
Węgiel chem. czysty.....	8080	
Koks.....	7830	
Węgiel śląski.....	7800	
Węgiel drzewny techn.....	7000	
Węgiel dąbrowski.....	6760	
Węgiel brunat. śląski.....	5000	
Torf skład średni.....	4270	
Drzewo skład średni.....	3000	



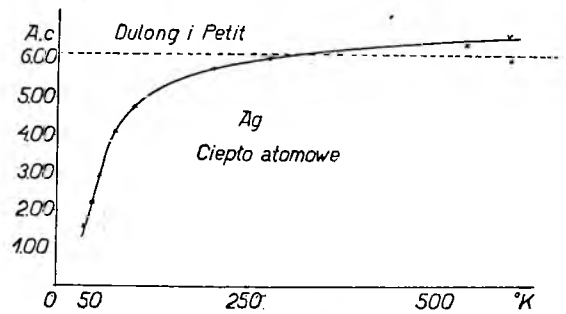
Rys. 141. Bomba kalorymetryczna.



Rys. 142. Kalorymetr wodny.

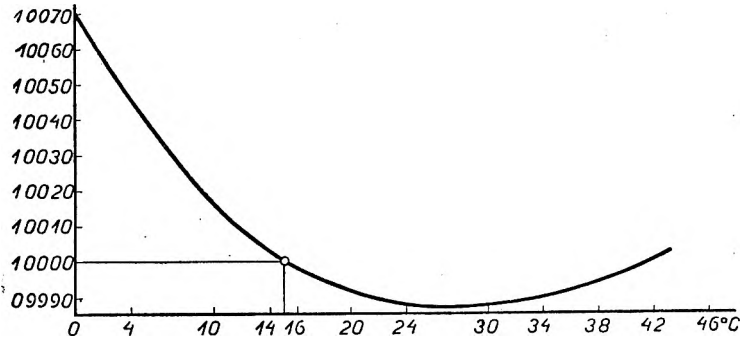


Rys. 144. Ogrzewacz dla kalorymetru.

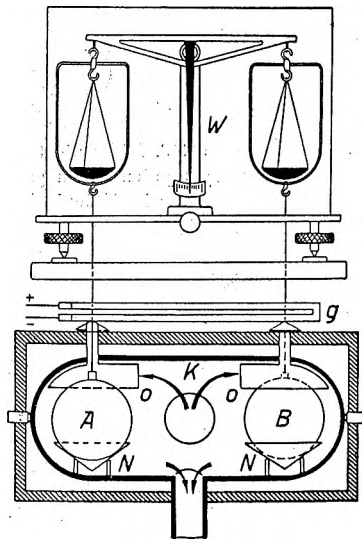


Rys. 145. Zależność ciepła atomowego od temperatury.

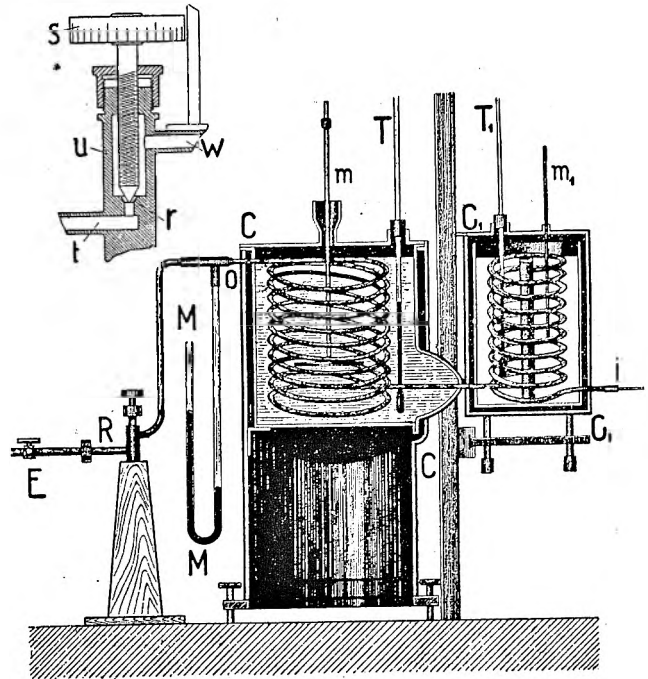
Ciepło właściwe cieczy i gazu.



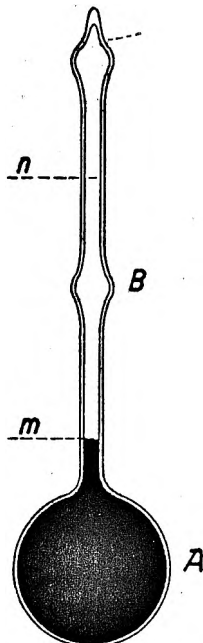
Rys. 147. Ciepło właściwe wody przy różnych temperaturach.



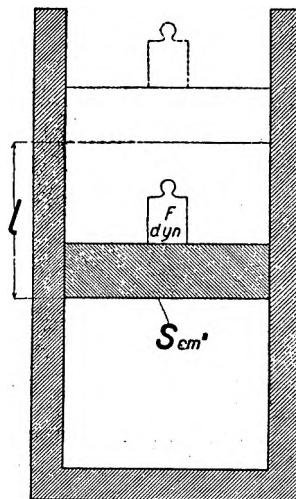
Rys. 148. Kalorymetr parowy. Mierzenie c_p .



Rys. 149. Mierzenie c_p .



Rys. 146. Kaloryfer.



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

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

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

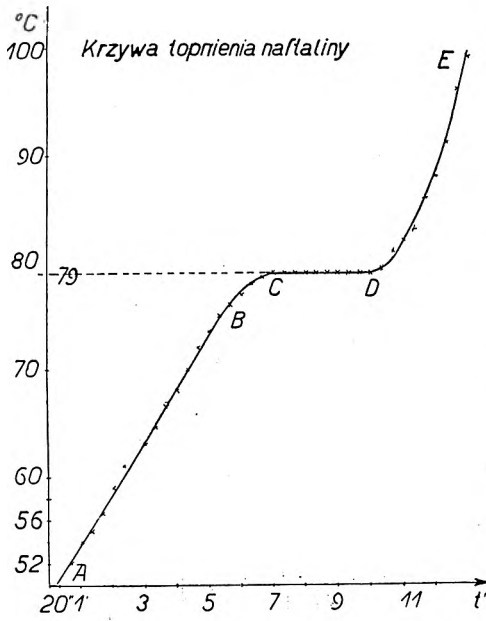
$$A = F \cdot l = p \cdot \Delta v \text{ erg}$$

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

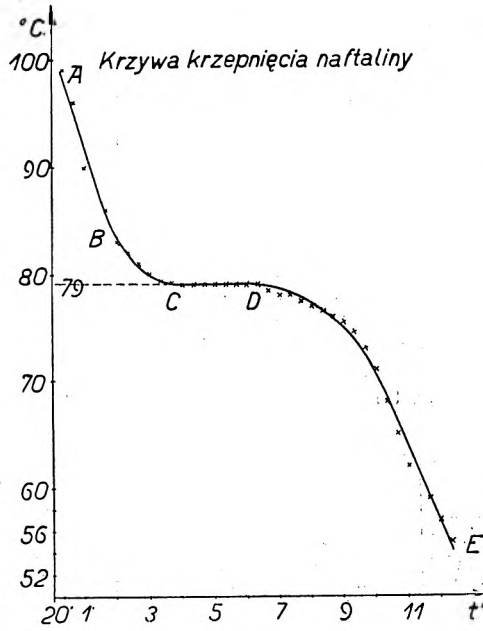
$$dQ = dU + p \cdot dv$$

Rys. 150. Praca przy zmianie objętości gazu.

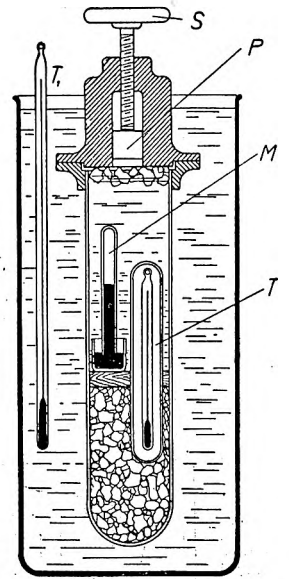
Topnienie.



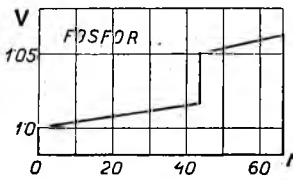
Rys. 152.



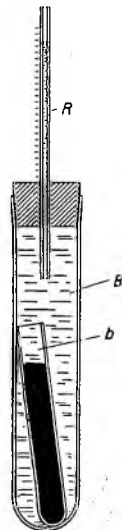
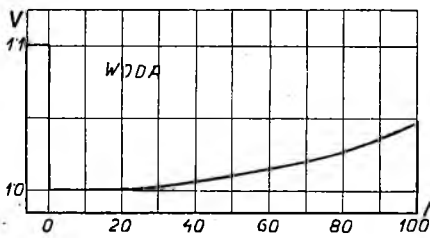
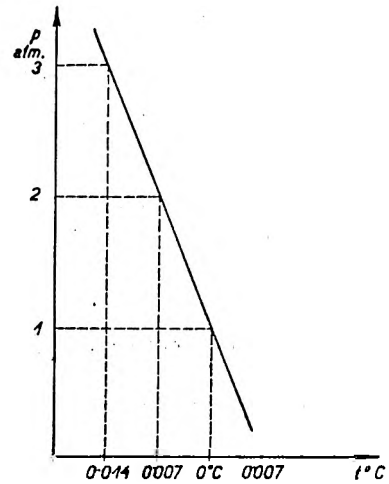
Rys. 151.



Rys. 153. Mierzenie temperatury topnienia lodu przy różnych ciśnieniach.



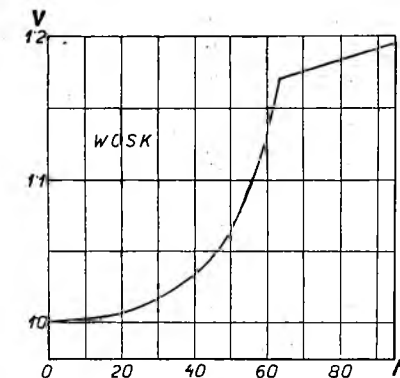
Rys. 154. Równowaga cieplna wody i lodu przy różnych ciśnieniach.



Rys. 156. Mierzenie zmiany objętości przy topnieniu.

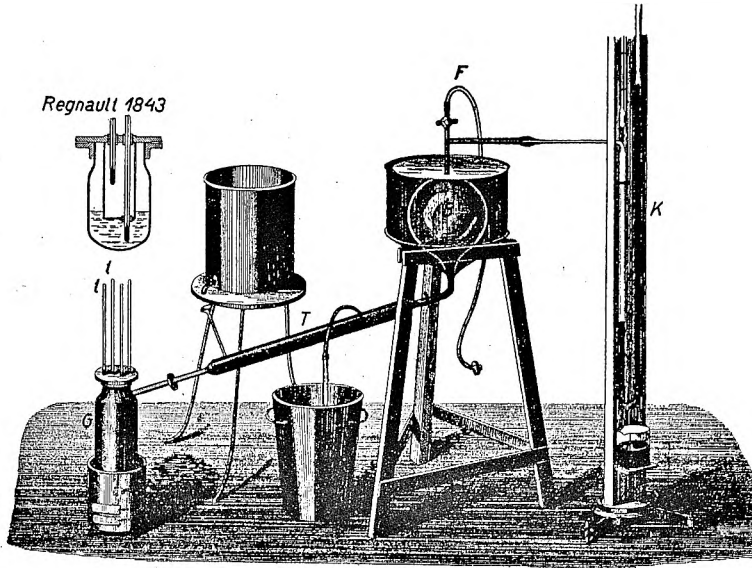
Pł	1718	Zn	419
Fe	1600	Pb	327
Cr	1515	Sn	232
Ni	1476	Na	98
Cu	10847	K	62
Au	1062	Hg	- 388
Ag	9615	N ₂	-211 przy 94 mm
Al	6573	O ₂	-227 przy 0,9 mm
		H ₂	-257 przy 55 mm

Rys. 155. Temperatury topnienia.

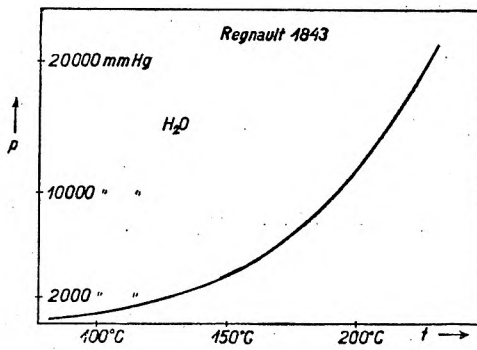


Rys. 157. Zmiana objętości przy topnieniu.

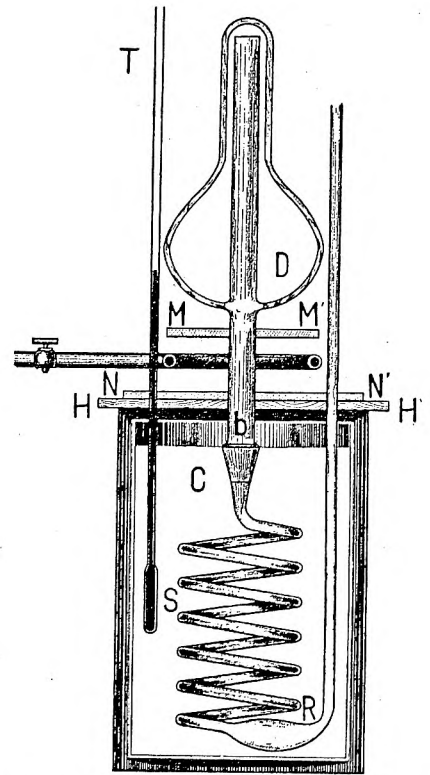
Wrzenie.



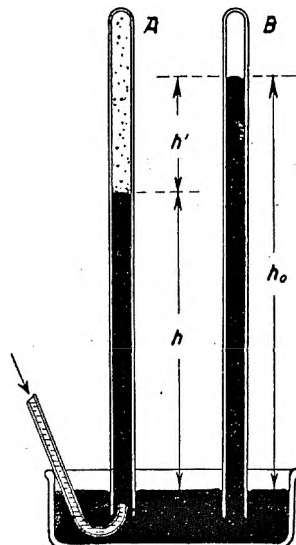
Rys. 158. Mierzenie zależności temperatury wrzenia od ciśnienia.



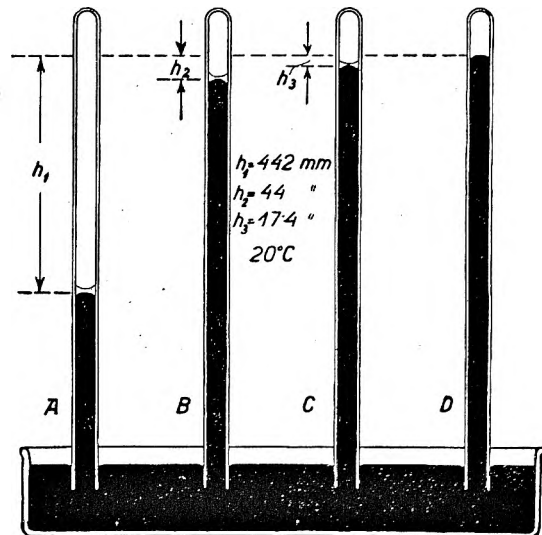
Rys. 159. Temperatury wrzenia wody przy ciśnieniach większych od 1 atm.



Rys. 160. Mierzenie utajonego ciepła parowania.

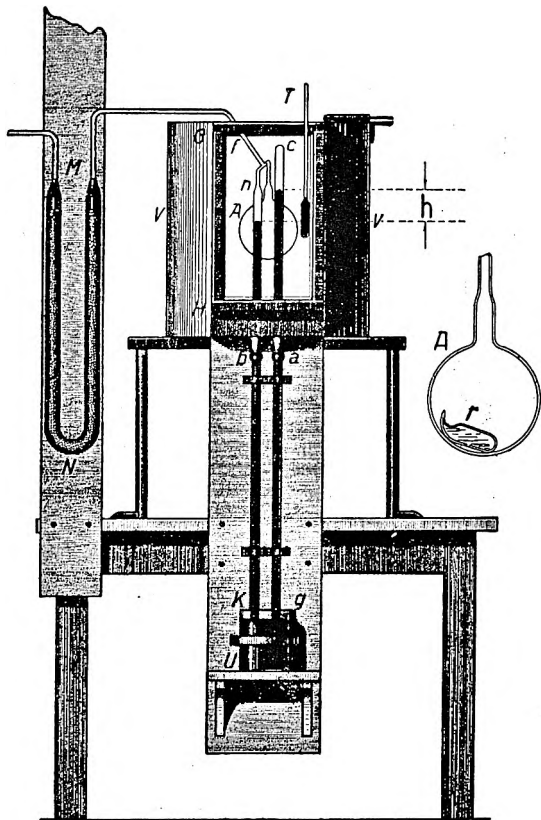


Rys. 161. Mierzenie prężności pary.



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

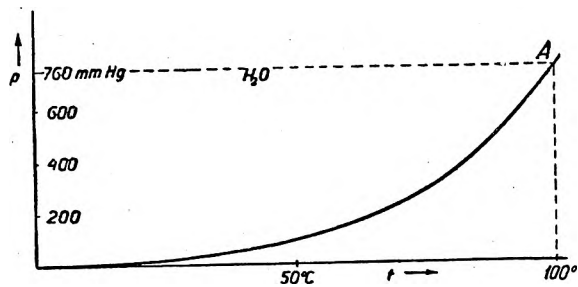
Prężność pary nasyconej.



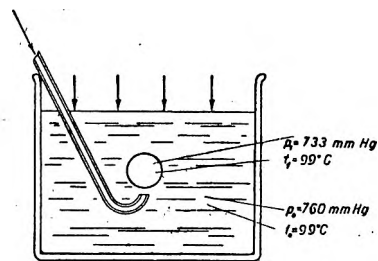
Rys. 163. Mierzenie zależności prężności pary od temperatury.

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.



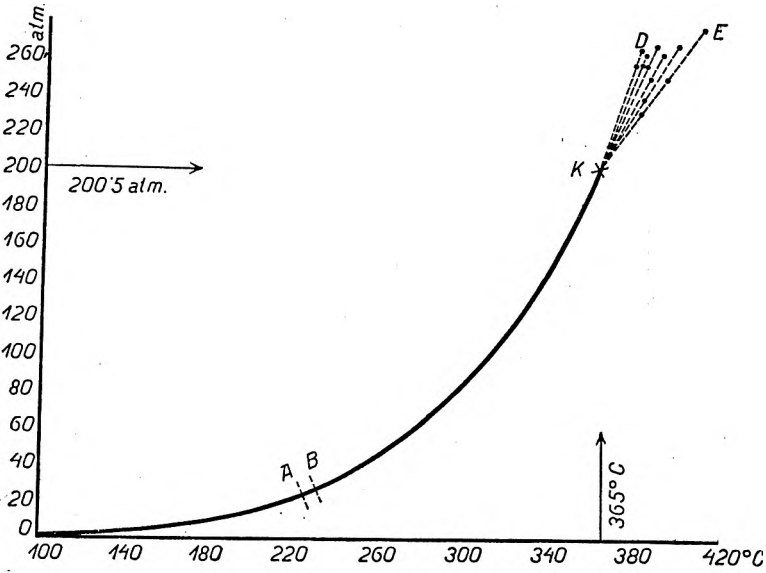
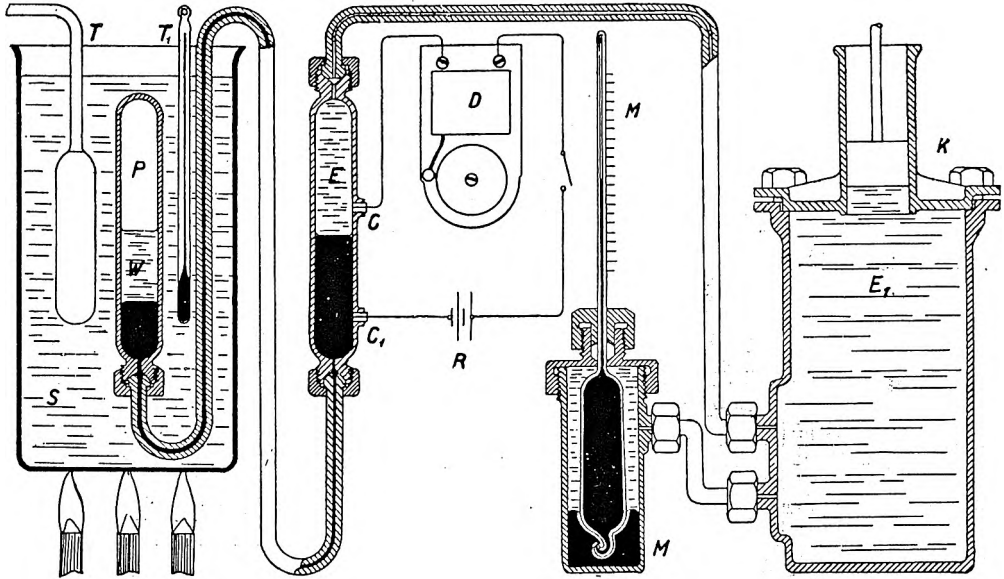
Rys. 164. Prężność nasyconej pary wodnej w zależności od temperatury.



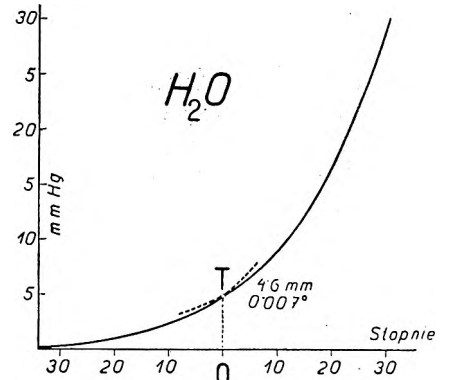
Rys. 166. Tworzenie się baniek pary przy wrzeniu.

Punkt potrójny.

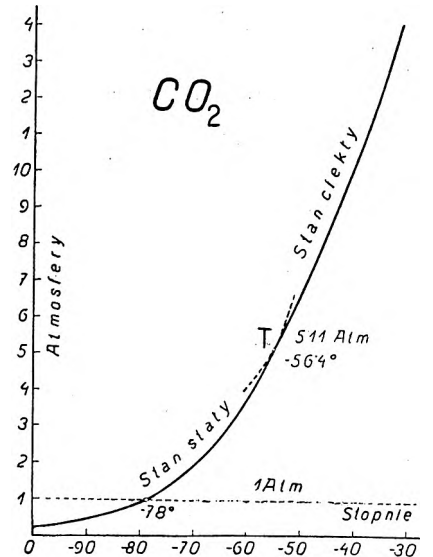
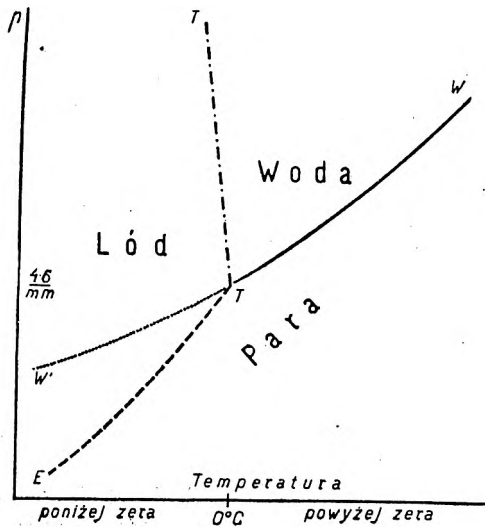
Rys. 167. Mierzenie prężności pary wodnej nasyconej przy wysokich temperaturach.



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



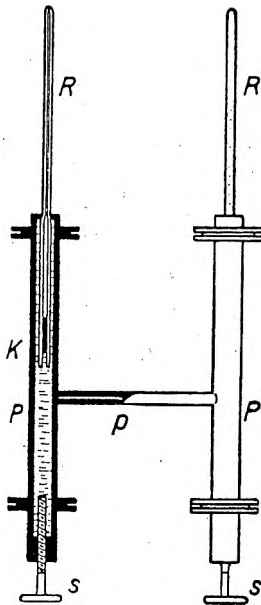
Rys. 169. Punkt potrójny dla H₂O.



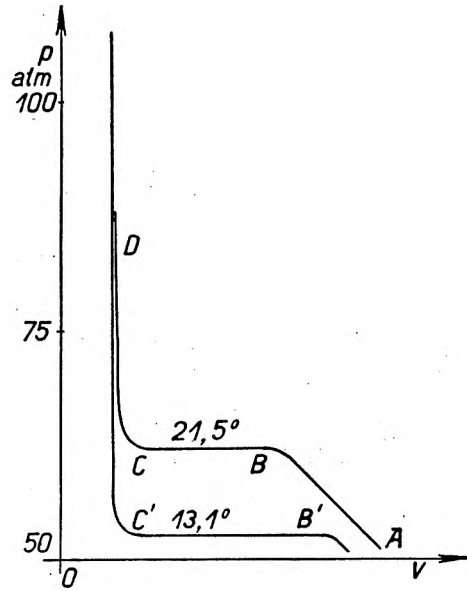
Rys. 170. Punkt potrójny dla H₂O i CO₂.

Punkt krytyczny.

Rys. 171. Mierzenie izoterm dla CO₂.

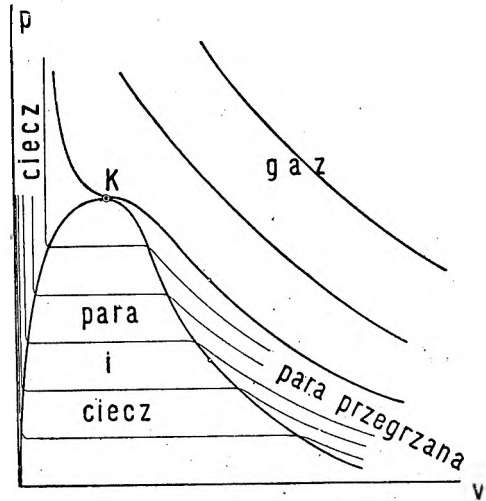


Rys. 172. Izotermny dla CO₂.

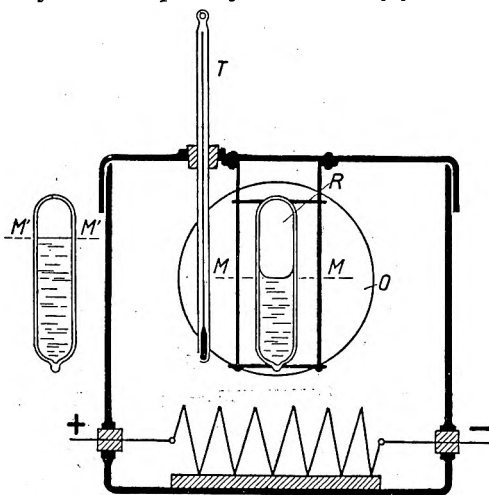


	temper. °C	ciśnienie w atm.
H ₂ O	+365	1973
NH ₃	+132	1092
CO ₂	+ 31.4	729
O ₂	-118.8	508
N ₂	-149	275
H ₂	-241	153
He	-267	2.1

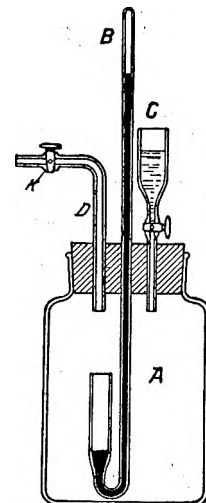
Rys. 174. Temperatury i ciśnienia krytyczne.



Rys. 178. Punkt krytyczny.

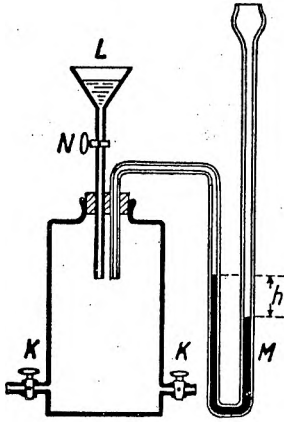


Rys. 175. Mierzenie temperatury krytycznej.

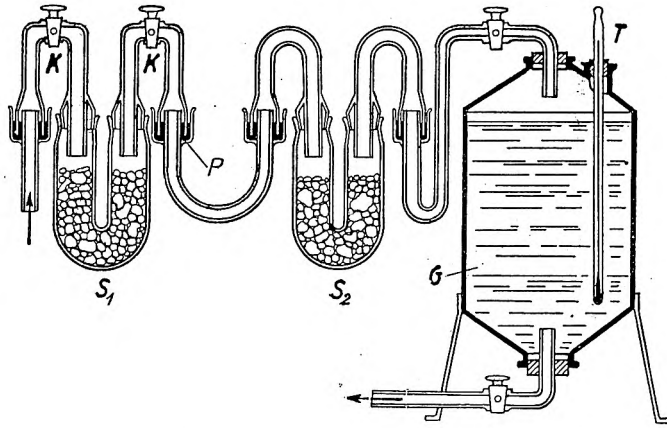


Rys. 176. Parowanie w powietrzu. (Prawo Dalton'a).

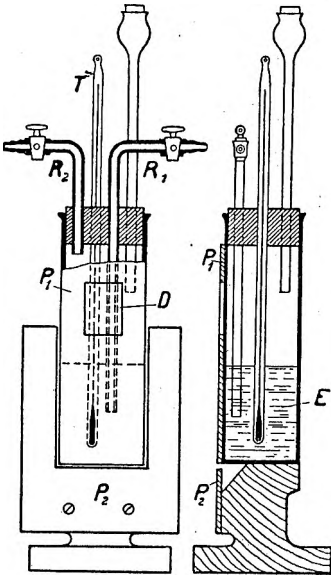
Wilgotność powietrza.



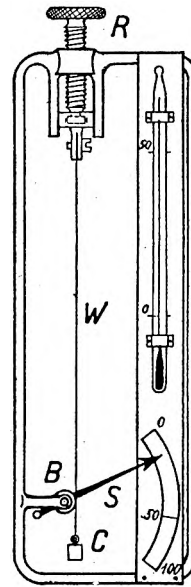
Rys. 178. Mierzenie prężności pary wodnej, zawartej w powietrzu:
 h mm Hg.



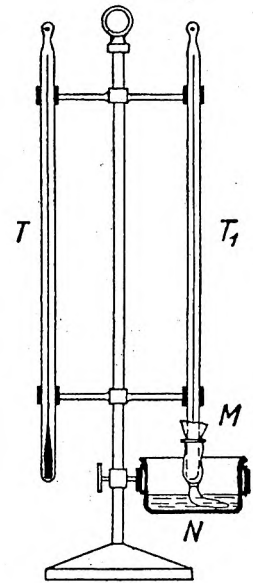
Rys. 177. Mierzenie masy pary wodnej, zawartej w powietrzu: g gr/m³.



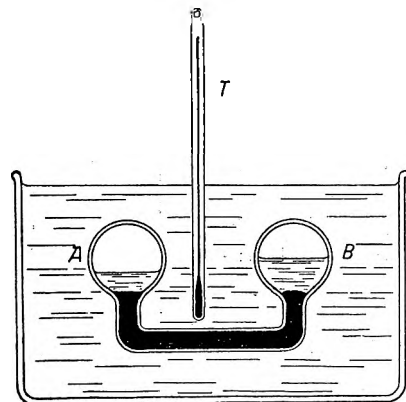
Rys. 179. Mierzenie punktu rosy.



Rys. 181. Hygrometr włosowy.

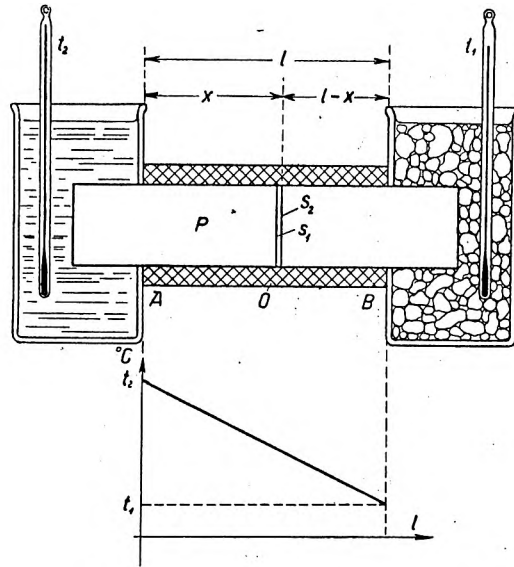


Rys. 180. Psychrometr.



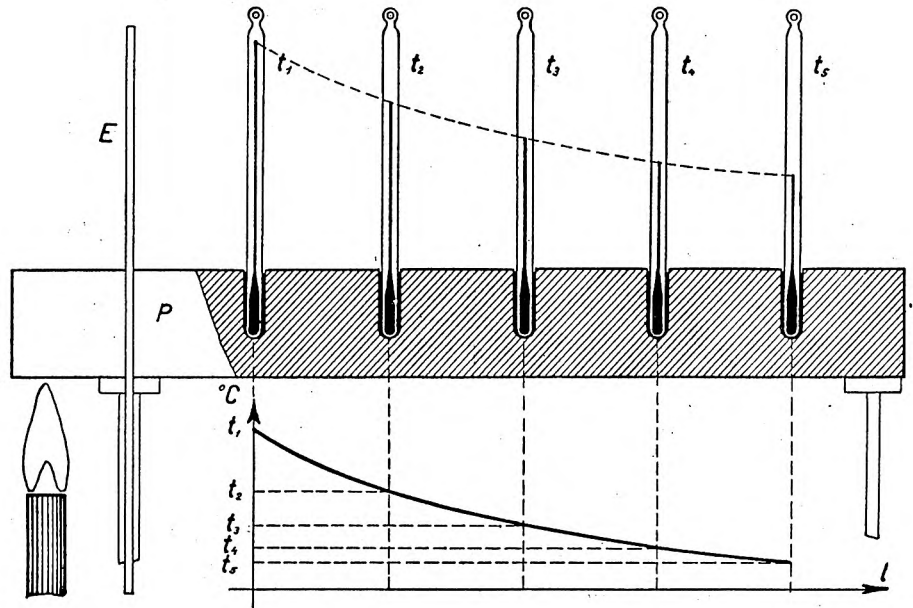
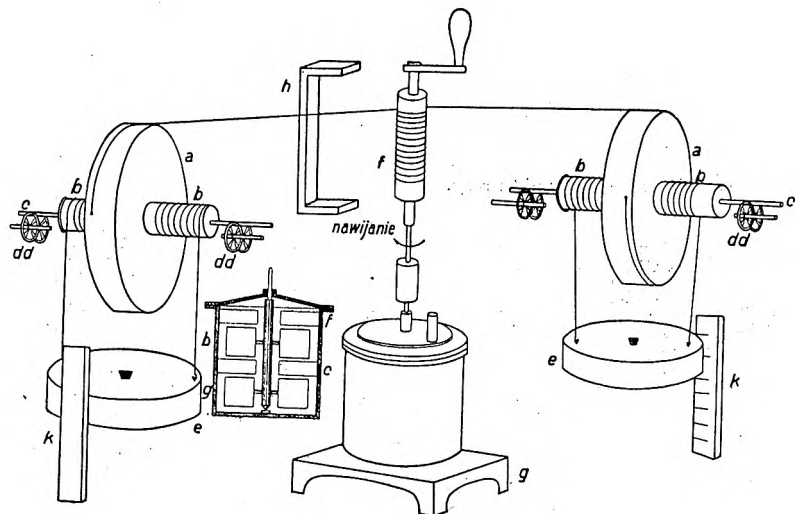
Rys. 182. Mierzenie gęstości pary nasyconej.

Przewodnictwo ciepne.

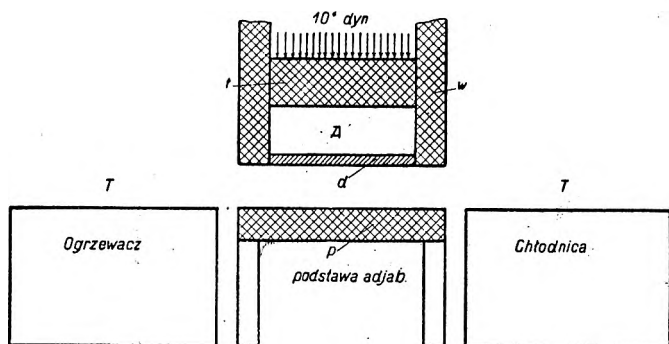


Rys. 183. Spad temperatury w pręcie.

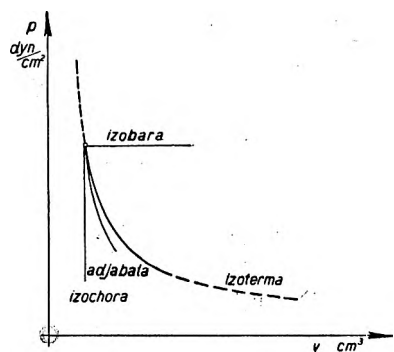
Rys. 184. Mierzenie przewodnictwa właściwego.

Rys. 185. Mierzenie dynamicznego równoważnika kalorii: J .

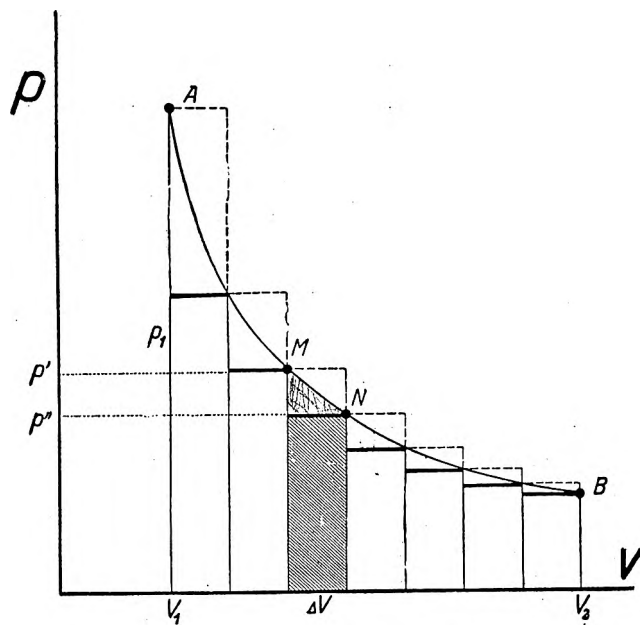
Procesy termodynamiczne.



Rys. 186. Maszyna Carnot'a.



Rys. 187. Wykreślnie przedstawienie procesów termodynamicznych.

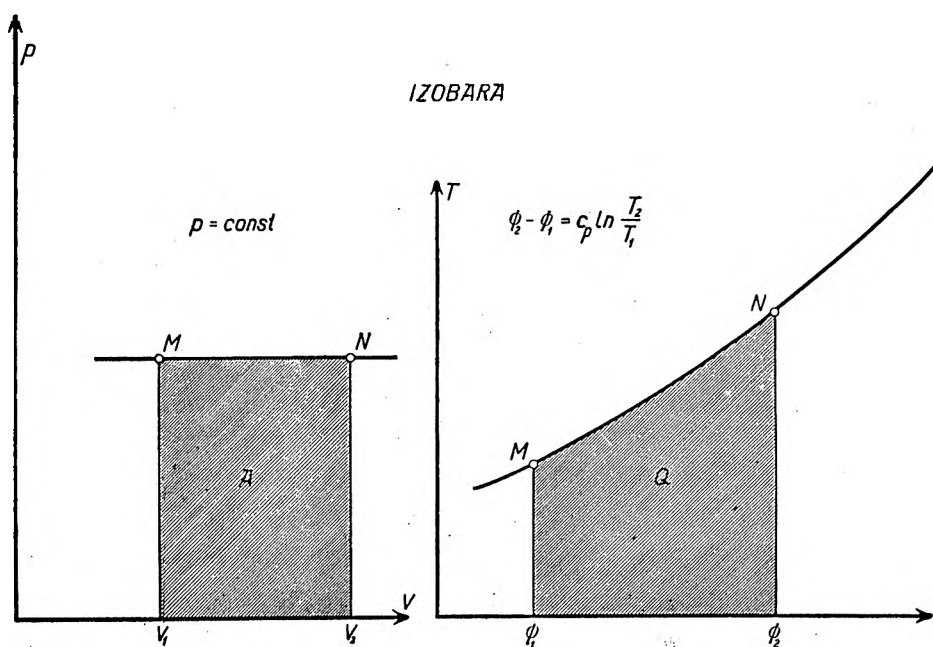


$$p' \Delta V > \Delta A > p'' \Delta V$$

$$A = \sum \Delta A = \int_{V_1}^{V_2} p dv$$

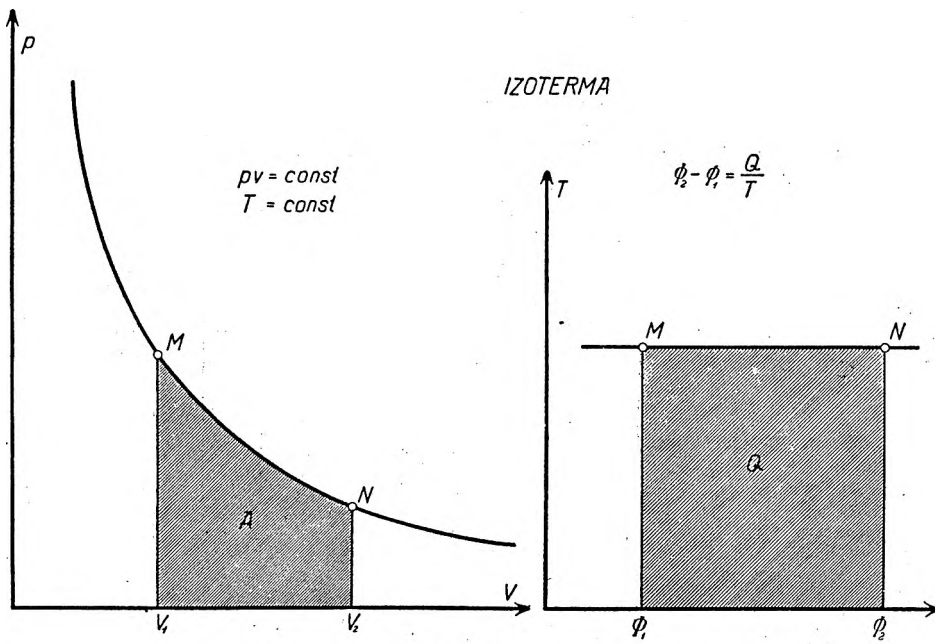
$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Rys. 189. Obliczenie pracy w procesie izotermicznym.

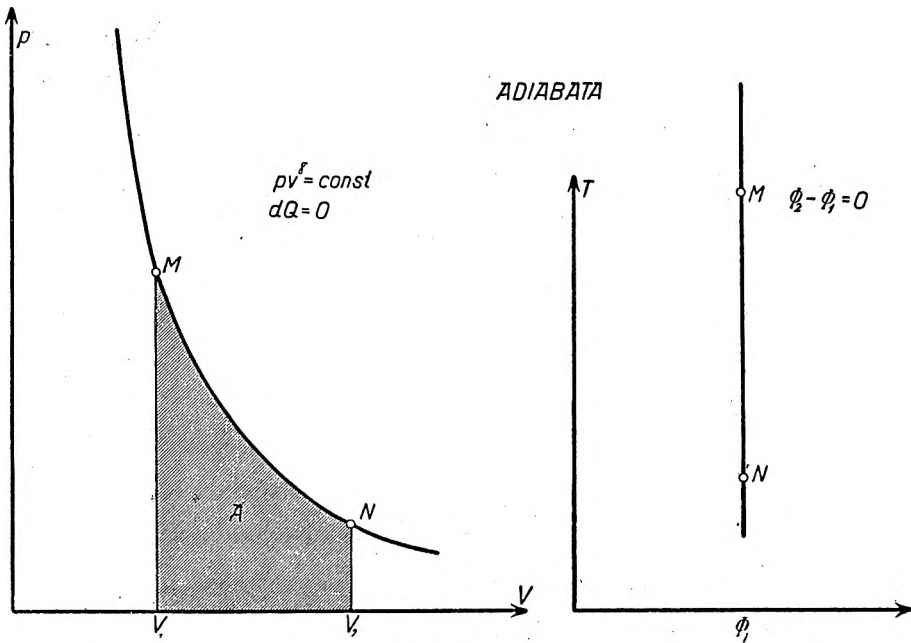


Rys. 188. Wykres pracy i ciepła w procesie izobarycznym.

Procesy termodynamiczne.

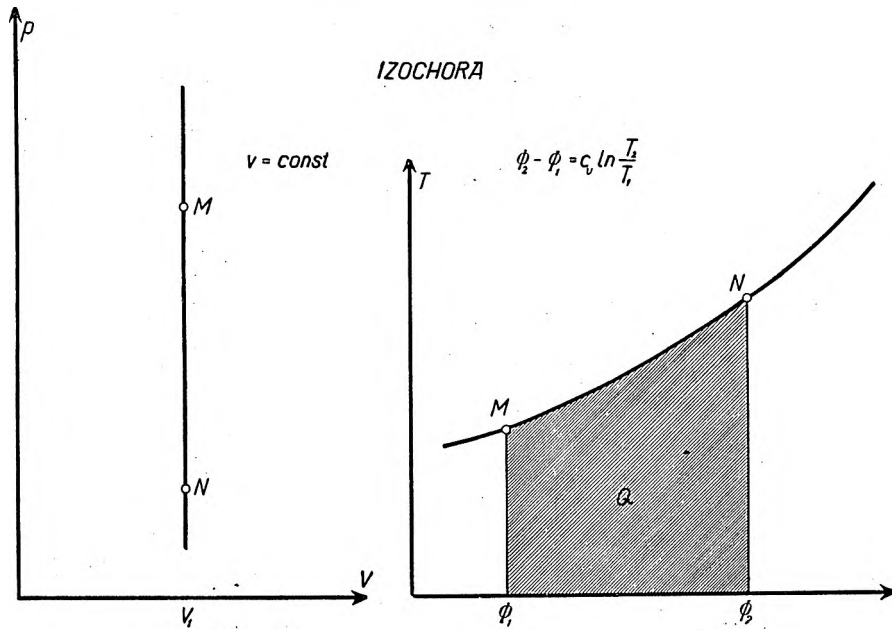


Rys. 190. Wykres pracy i ciepła w procesie izotermicznym.

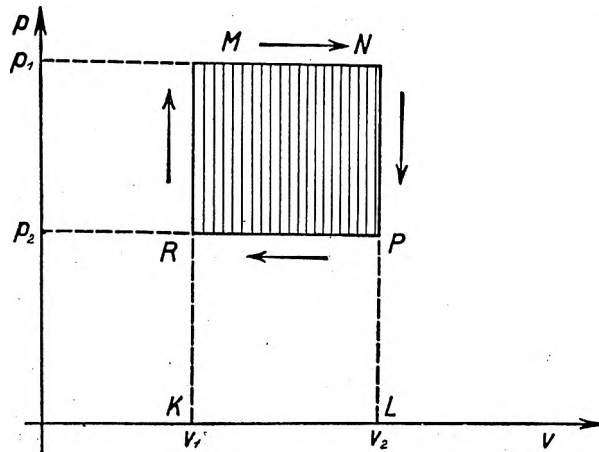


Rys. 191. Wykres pracy i ciepła w procesie adyabatycznym.

Procesy kołowe.

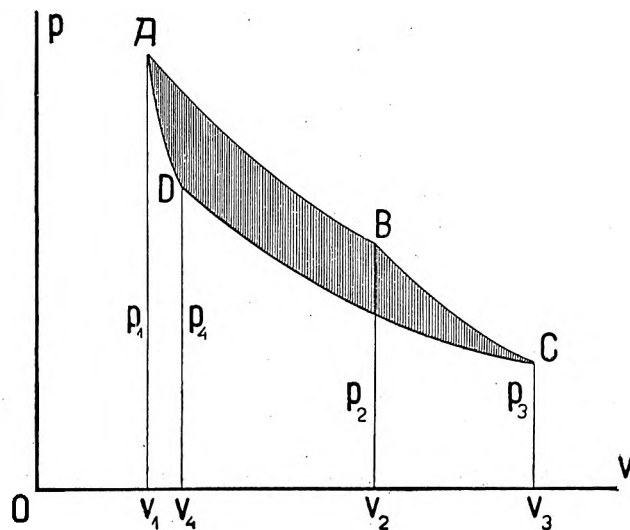


Rys. 192. Wykres pracy i ciepła w procesie izochorycznym.

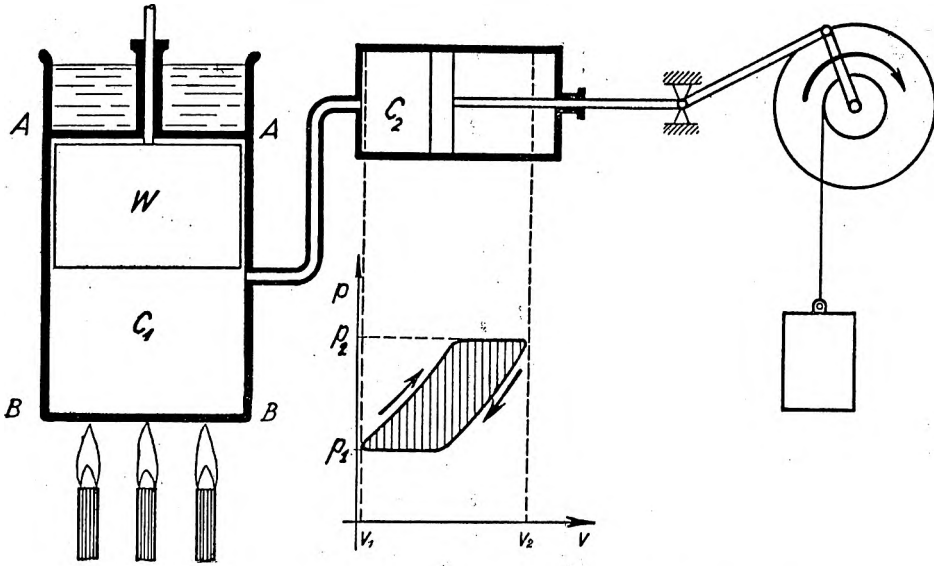


Rys. 198. Proces kołowy, $A = (p_1 - p_2) (v_2 - v_1)$.

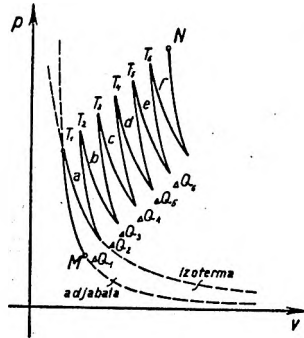
Rys. 194. Proces kołowy Carnot'a.



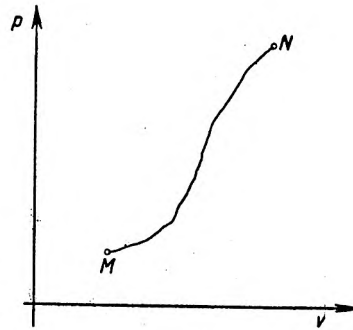
Ogólne procesy termodynamiczne.



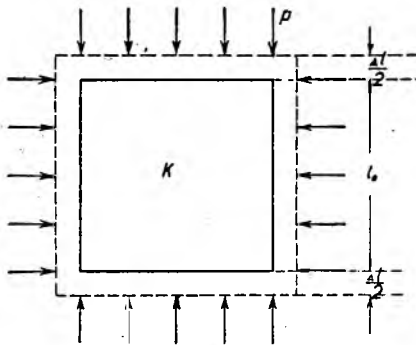
Rys. 195. Maszyna wytwarzająca pracę kosztem ciepła (schematycznie).



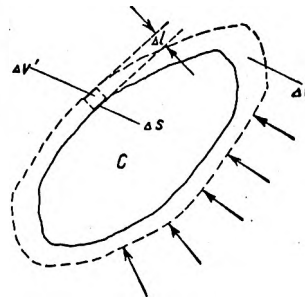
Rys. 196. Proces izotermiczno-
adjabatyczny.



Rys. 197. Proces termodynamiczny
w przypadku ogólnym.

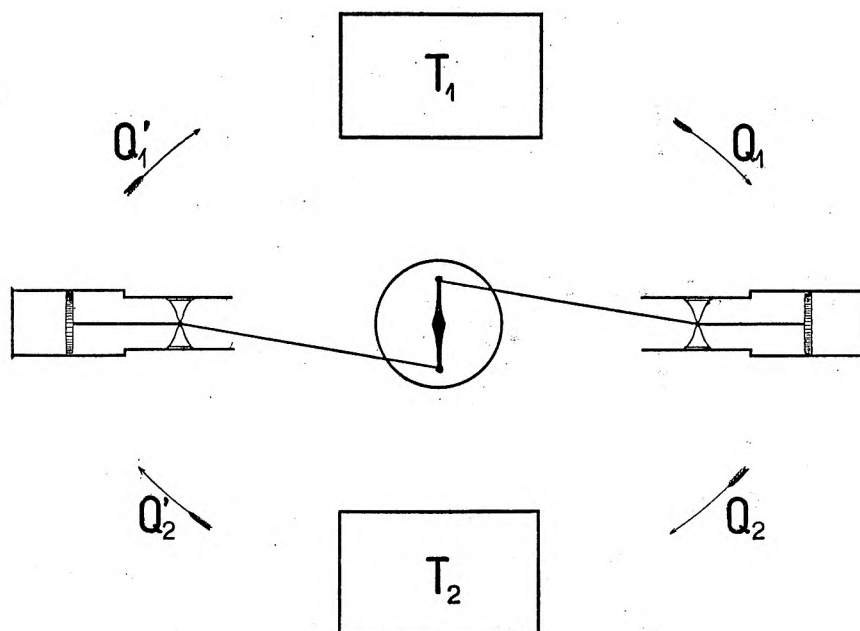


Rys. 198. Praca zewnętrzna przy ogrzewaniu
ciał stałych.

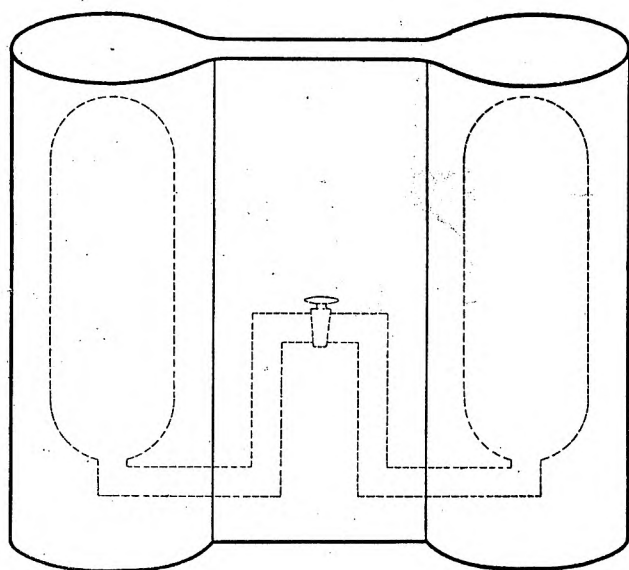


Rys. 199. Praca zewnętrzna w przypadku
ogólnym.

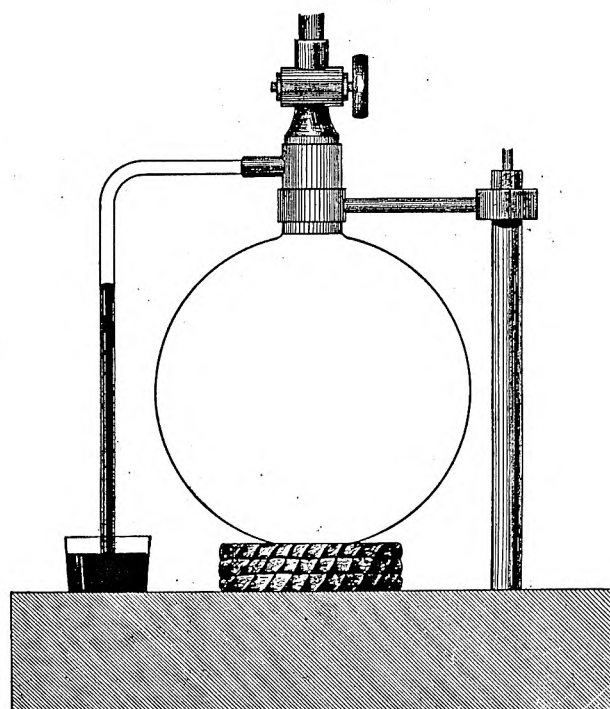
Badanie energii wewnętrznej. Mierzenie c_p/c_v .



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



Rys. 201. Badanie energii wewnętrznej.



Rys. 202. Mierzenie c_p/c_v .



Wytwarzanie zimna.

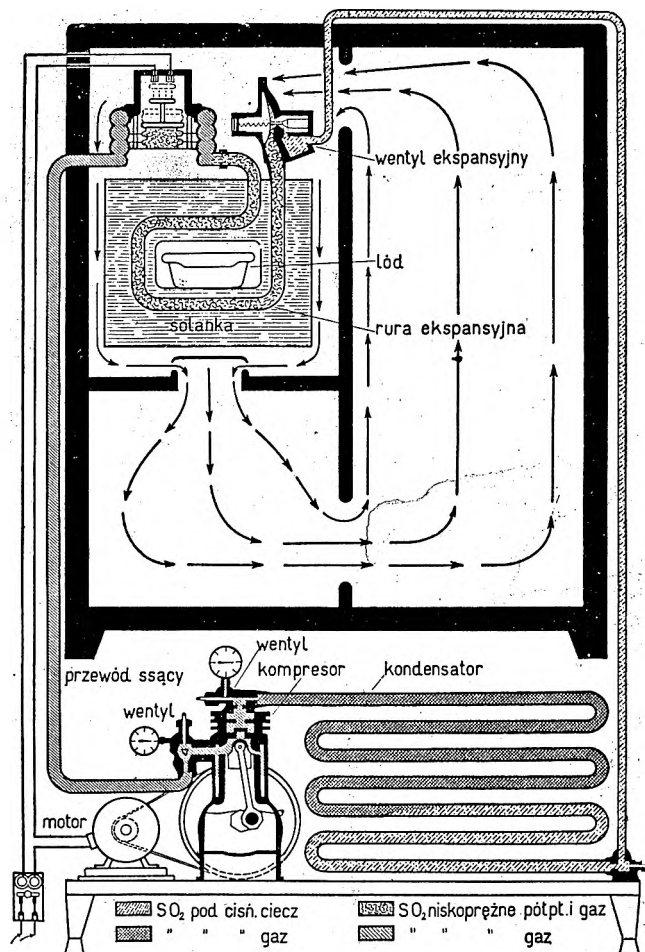
$$I. dQ = dU + pdv \quad p = \text{Const} \quad v = v_0 [1 + \alpha t] \quad \text{IZOBARA}$$

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

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

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

Rys. 200. Zestawienie wzorów procesów termodynamicznych.



Rys. 208. Maszyna chłodnicza.

