

Spis treści

Prolegomena – termodynamika jako wiedza o silnikach cieplnych	11
Rozdział I. Rumford – przewodzenie, konwekcja i promieniowanie ciepła	23
§ 1. Maszyny zwierzęce napędzane siłą spalanego paliwa	24
§ 2. Silniki parowe – konwersja ciepła w pracę	34
§ 3. Silniki powietrzne	46
§ 4. Pierwotne urządzenia chłodnicze	52
§ 5. Rozwój pojęcia energii kinetycznej i potencjalnej	58
§ 6. Analityczny opis stanu czynnika roboczego	76
§ 7. Ciepło Lavoisiera miarą podatności przemian substancji	92
§ 8. Rumford – eksperymentalne zręby nauki o ciepłe	106
8.1. Przewodnictwo ciepła	107
8.2. Konwekcja swobodna	111
8.3. Poszukiwanie źródeł ciepła podczas tarcia	114
8.4. Ile waży ciepło?	117
8.5. Gęstość wody w temperaturze 4° C	118
8.6. Radiacyjne przenoszenie ciepła (1804)	119
8.7. Promienisty chłód	125
§ 9. Davy – odkrycie elektrochemii	127
§ 10. Fourier – uniwersalny model ochładzania się Ziemi	148
Rozdział II. Carnot – zasady wytwarzania pracy z ciepła	161
§ 11. Grzew i wysił – dwa procesy w nauce Lazare Carnota	161
§ 12. Struktura logiczna rozprawy Sadięgo Carnota	178
§ 13. Główne motywacje – jakie są zasady działania silników cieplnych?	188
§ 14. Medium konwertujące – która substancja nie nadaje się na czynnik roboczy?	191
§ 15. Kaloryk – czwartym parametrem stanu fizycznego płynnego czynnika roboczego	194
§ 16. Powrót kaloryka do stanu równowagi – pierwowzór drugiej zasady termodynamiki	206
§ 17. Bilanse innych parametrów stanu	215
§ 18. Bilans stanu fizycznego ciała roboczego – pierwowzór pierwszej zasady termodynamiki	217
§ 19. Obieg o największej „potędze poruszającej”	226
§ 20. Pięć obiegów Carnota	229
20.1. Obieg ogólny silnika cieplnego i ziębiarki o maksymalnej sprawności – koncepcja idealnego czynnika roboczego	229
20.2. Obieg parowy otwarty	231
20.3. Obieg gazowy na gaz permanentny	234

20.4.	Obieg z prętem metalowym jako czynnikiem roboczym	237
20.5.	Obieg infinitezymalny Carnota	249
§ 21.	Rekonstrukcja zrębów modelu analitycznego	251
21.1.	Wyrażenie na pracę przemiany izotermicznej	251
21.2.	„Funkcja Carnota” na pracę jednostkową	252
21.3.	Wyrażenie na funkcję Carnota z warunku stałości ciepła właściwego	254
21.4.	Wyrażenie na funkcję Carnota z warunku małości ciepła właściwego	255
§ 22.	Rekonstrukcja obliczeń sprawności obiegu powietrznego	255
§ 23.	Cieplne <i>perpetuum mobile</i> drugiego rodzaju	257
§ 24.	Termiczne równanie stanu i równanie postępu geometrycznego	260
§ 25.	Problem funkcji Carnota	262
Rozdział III. Clapeyron – ciepło jako rodzaj ruchu		265
§ 26.	Model Lamégo-Clapeyrona powstawania skorupy Ziemi	265
§ 27.	Parametry stanu w sprężystym ciele stałym (1833)	268
§ 28.	Mechanika Carnotowska <i>versus</i> mechanika Newtonowska – twierdzenie Clapeyrona	286
§ 29.	Clapeyron – analityczny zapis funkcji Carnota (1834)	295
29.1.	Diagram pracy Clapeyrona	297
29.2.	Termiczne równanie stanu Clapeyrona dla gazu idealnego	298
29.3.	Kompletny obieg infinitezymalny Clapeyrona	298
29.4.	Funkcja ciepła Clapeyrona $Q(v, p)$	299
29.5.	Analityczne wyrażenie na sprawność obiegu infinitezymalnego – funkcja Carnota $C = 1 / F'$	299
29.6.	Analog formuły Carnota na ciepło napędowe	301
29.7.	Analityczne wyrażenie na ciepło w infinitezymalnego obiegu parowego – zasadnicza formuła Clapeyrona	301
29.8.	Ogólny związek na funkcję Carnota	303
29.9.	Eksperymentalne wyznaczenie funkcji Carnota	304
29.10.	Wnioski Clapeyrona (§7)	305
29.11.	Wykładowa postać funkcji ciepła	305
§ 30.	Model termosprężystego materiału Duhamela (1838)	306
§ 31.	Kontinuum Cauchy’ego	312
§ 32.	Energia wewnętrzna Greena (1838)	315
§ 33.	Energia wewnętrzna MacCullagha (1839)	322
§ 34.	Konwersja elektryczności w magnetyzm (1820)	327
§ 35.	<i>Affinity</i> i <i>vis occulta</i> Berzeliusa (1836)	332
§ 36.	Równoważnik elektro-chemiczny Faraday’a (1834)	342
§ 37.	Odkrycie elektryczności magnetycznej (1832)	347
§ 38.	Powrót ciała roboczego do równowagi – różniczkowa interpretacja Pfaffa (1818)	351
§ 39.	Zręby modelu kinematycznego	361
§ 40.	Proenergia wewnętrzna Hessa (1840)	374
§ 41.	Badania kaloryczne Regnaulta (1840-1860)	378
§ 42.	Niezniszczalność, przemienność i nieważkość energii – Mayer (1842)	382
§ 43.	Równoważnik termomechaniczny Joule’a	391
§ 44.	Obliczenie równoważnika w rozumowaniu Mayera (1845)	400
§ 45.	Unifikacja sił w bilansie pędu – Stokes (1845)	407
§ 46.	Esej Helmholtza o zachowaniu sił przyrody (1847)	422

§ 47. Silniki cieplne drugiej generacji	438
§ 48. Falowy model ruchu ciepła (1835)	442
§ 49. Koncepcja absolutnej temperatury (1848)	447
§ 50. Silnik lodowy Jamesa Thomsona (1849)	456
§ 51. Całkowa postać funkcji Carnota – W. Thomson (1849)	459

Rozdział IV. Clausius - sześć pierwotnych kroków termodynamiki **463**

§ 52. Prawa mechanicznej teorii ciepła (1850)	463
§ 53. Pierwsze i drugie równanie termodynamiki (1850)	468
§ 54. Antycypowanie drugiej zasady termodynamiki (1854)	479
§ 55. Obieg Clausiusa- Rankine'a (1856)	485
§ 56. Zasada równoważności transformacji (1856)	487
§ 57. Entropia – wprowadzenie nazwy i prawa półzachowania (1865)	491
57.1. Warunki całkowalności wobec dowolnych funkcji stanu x, y	491
57.2. Ogólny związek między C_p i C_v	492
57.3. Niefortunna definicja entropii	492
57.4. Obliczenie parametrów stanu U i S	494
57.5. Bilans entropii dowolnego obiegu nieodwracalnego	495
57.6. Bilans entropii pojedynczej przemiany	495
57.7. Energia promieniowania	496
57.8. Termodynamiczny los wszechświata	496
§ 58. Lokalny w czasie, integralny w przestrzeni bilans entropii (1872)	497
§ 59. Komentarze uczniów i następców Clausiusa	501
§ 60. Uzwarczenie wymiaru Kirchhoffa (1850)	509
§ 61. Lokalna postać bilansu energii mechanicznej i cieplnej	516

Rozdział V. Rankine – zapomniane podstawy termodynamiki **525**

§ 62. Atomizm i budowa dróg żelaznych w Szkocji	525
§ 63. Konwersja energii w modelu wiru molekularnego (1851)	530
§ 64. Przekazywanie ruchu cieplnego – zerowa zasada termodynamiki	537
§ 65. Termosprężyste związki konstytutywne	541
§ 66. Mechaniczne działanie ciepła (1850)	548
§ 67. Druga zasada termodynamiki dla przemiany sprężystej	558
§ 68. Termodynamika geometryczna Rankine'a (1854)	566
§ 69. Zarys nauki energetyki (1855)	579
§ 70. Entropia wszechświata jest stała	594
§ 71. Rekonstrukcje Dauba, Truesdella i Hutchisona	609
§ 72. Proentropia Reece'a	611

Rozdział VI. Maxwell – energia pola **619**

§ 73. Energia pól długo i krótko zasięgowych	619
73.1. Przestrzeń niebytu Gosiewskiego (1877)	620
73.2. Linie sił Faradaya (1838)	634
73.3. Elektrodynamika Maxwella	647
73.4. Wyradzanie się materii z energii pola	705
73.5. Struna Skiby	718

Rozdział VII. Thomson – podstawy termoelektryczności	727
§ 74. Dynamiczna teoria ciepła (1851-1855)	728
74.1. Werbalne zakazy drugiej zasady termodynamiki (I-III, 1851)	729
74.2. Warunki całkowalności – pierwsze i drugie równanie termodynamiki (I, 1851)	733
74.3. Moc napędzająca ciepła w skończonym zakresie temperatur (II, 1851)	735
74.4. Relacje między własnościami fizycznymi substancji roboczej (III, 1851)	737
74.5. Potwierdzenia eksperymentalne (IV, 1852)	739
74.6. Energia mechaniczna i proentalpia (V, 1853)	739
74.7. Teoria termoelektryczności (VI, 1854)	742
74.8. O termosprężystych, termomagnetycznych i piroelektrycznych własnościach substancji (VII, 1855)	754
§ 75. Eksperyment Joule’a - Thomsona (1852-54)	772
§ 76. Uniwersalna zasada dyssypacji energii w trakcie jej konwersji	781
§ 77. Ruchliwość termodynamiczna	782
 Rozdział VIII. Gibbs – podstawy termodynamiki przejść fazowych	 795
§ 78. Termodynamika obiegów złożonych – zmiana argumentacji	795
§ 78. Tożsamości Maxwella	797
§ 80. Metody geometryczne w termodynamice płynów	802
§ 81. Powierzchnia pierwotna mieszaniny wielofazowej	811
§ 82. Termodynamika heterogenicznych mieszanin wielofazowych i wieloskładnikowych	816
82.1. Potencjał chemiczny – nowy parametr stanu	817
82.2. Warunki równowagi termicznej, mechanicznej i chemicznej	818
82.3. Lokalny model krystalizacji – zasada wariacyjna Gibbsa	822
82.4. Termodynamika zjawisk kapilarnych	826
82.5. Doskonałe urządzenie elektrochemiczne – obieg Gibbsa	827
§ 83. Termodynamika zjawisk powierzchniowych	833
 Rozdział IX. Duhem – podstawy termochemii układów złożonych	 857
§ 84. Energia fal	857
§ 85. Energia swobodna Helmholtza	866
§ 86. Termodynamika wirowego ośrodka Cosseratów, 1896, 1909	880
§ 87. Potencjały termodynamiczne Duhema	906
§ 88. Energetyzm Ostwalda	926
§ 89. Energia promieniowania Plancka	938
§ 90. Energia turbulencji Reynoldsa (1895)	969
 Rozdział X. Natanson – podstawy termodynamiki rozszerzonej	 989
§ 91. Maxwell – molekularne podstawy modeli ciągłych	989
§ 92. Zjawisko Joule’a wg kinetycznej teorii gazów (1888)	998
§ 93. Termodynamika jako dziedzina fizyki teoretycznej (1890)	1003
§ 94. Zasadnicze związki rozszerzonej termodynamiki (1895)	1011
94.1. Zasada korekcji i inercji – splot zjawisk odwracalnych i nieodwracalnych	1012
94.2. Rewaloryzacja modelu Natansona – równanie fundamentalne	1014
94.3. Równanie ciągłości	1014

94.4.	Równanie bilansu pędu	1015
94.5.	Równanie bilansu energii	1015
94.6.	Równanie ewolucji strumienia ciepła	1016
94.7.	Równanie ewolucji strumienia pędu	1017
94.8.	Równanie dyfuzji strumienia masy	1019
94.9.	Hipoteza koercji	1019
94.10.	Przewodzenie ciepła w nieruchomym przewodniku	1020
94.11.	Struktura logiczna termokinetyki	1021
§ 95.	Obiektywność równań ewolucji (1903)	1022
§ 96.	Termokinetyczna zasada wariacyjna (1896)	1033
§ 97.	Zasady teorii promieniowania	1036
§ 98.	Undulacyjny transport energii	1043
Rozdział XI. Truesdell – podstawy termodynamiki racjonalnej		1061
§ 99.	Termodynamika racjonalna Trusdella	1062
§ 100.	Polowa termochemia Sieniutycza (2004)	1093
§ 101.	Energia próżni	1104
§ 102.	Zasady konwersji energii	1126
Literatura		1135
Indeks postaci historycznych		1173