

熱學與聲學

乙酉學社叢書第一集

熱學與聲學

HEAT AND SOUND

VOLUME II
OF
A TEXTBOOK OF PHYSICS
BY

E. GRIMSEHL
EDITED BY
R. TOMASCHEK

許國保譯述

中華書局印行

一九五〇年九月初版

大學用書

熱學與聲學 (全一冊)

Heat and Sound

◎ 基價十七元五角

(郵運匯費另加)

E. Grimschl

原 著 者

譯 述 者

許 國 保

發 行 者

上海河南中路二二一號
中華書局股份有限公司

印 刷 者

上海澳門路四七七號
中華書局永寧印刷廠

發 行 處

各埠中華書局

* 印 翻 得 不 · 權 作 著 有 *

· 總目編號 · (二四九一八)

印數1—2,000

熱學與聲學目錄

第一編 熱 學

緣 起	1
第七版原序摘要	3
譯者序	4
第一章 計溫術 比熱 熱與功	9
1.1 溫度計	9
1.2 固體之熱膨脹	16
1.3 液體之熱膨脹	19
1.4 氣體之熱膨脹 絕對溫度	21
1.5 氣體溫度計	27
1.6 熱量 比熱	31
1.7 比熱之測定	33
1.8 熱與功 熱功當量	38
1.9 熱力學第一定律(能量原理)	45
第二章 熱之分子動力論	48
2.1 氣體	48
2.2 分子運動	68
2.3 瀰漫	76
第三章 物態之變化	82
3.1 固態液態與氣態	82
3.2 熔解與凝固之過程	84

3.3	關涉汽化之過程	90
3.4	汽之行爲	98
3.5	溼度	102
3.6	氣體之液化	106
3.7	Van der Waals 物態等式	109
第四章 熱力學		111
4.1	熱力學第一定律	111
4.2	氣體之絕熱變化	111
4.3	C_p/C_v 之測定 (Clément-Desormes)	117
4.4	恆溫與絕熱曲線	119
4.5	隸屬於氣態變化之功量	120
4.6	不作外功之氣體膨脹	124
4.7	致冷機	127
4.8	循環過程或循環	130
4.9	熱力學第二定律	144
4.10	熵	149
4.11	熱力學第一定律與第二定律之聯合	161
4.12	熱化學上之關係	165
4.13	熱力學定律在化學過程上之應用	168
4.14	Nernst 熱定理	171
4.15	Le Chatelier 原理	172
4.16	熱機	174
第五章 熱之轉移		196
5.1	熱之轉移方式	196
5.2	測定導熱係量之實驗方法	202
附錄 實驗方法數則		207

1.	恆流量熱術	207
2.	Joule 熱功當量	207
3.	水之比熱	208
4.	氣體之兩種比熱	209

第 二 編 振動與波動

第一章	振動	211
1.1	振動之通論	211
1.2	振動之併合	215
1.3	強迫振動 共振器	220
1.4	耦合振動	223
1.5	能量經一耦合體系組之傳播	225

第二章	波動	231
2.1	水波之引言	231
2.2	前進橫正弦波之定律	241
2.3	前進縱正弦波	250
2.4	駐波	255
2.5	波傳播之普遍定律	263

第 三 編 聲 學

第一章	聲源	275
1.1	聲學之範圍	275
1.2	音調	276
1.3	響度	279
1.4	音品或音色	281
1.5	音源	282

第二章 聲波 聽覺 音樂.....	302
2.1 聲之傳播.....	302
2.2 Doppler 效應.....	306
2.3 人耳.....	308
2.4 音樂之理論.....	310
附表.....	315
習題.....	319
習題答案.....	329
附錄 歲寒譯書記.....	331

乙酉學社叢書第一集

緣 起

民國三十有四年之初，抗日戰事猶酣，曙光未露，殊深風雨如晦之感。本社同人塾處滬濱，幽憂隱憤，共相策勵，亟思藉韜潛之光陰，從事於嚴正科學之述作，爲將來復興作育人才之準備上略效涓埃之助，而苦於經濟拮据，徒有心餘力絀之憾。

適袁良、黃伯樵兩先生見告：實業家章榮初先生疎財好義，擬於否塞之會作有意義之舉，問其道於兩先生；兩先生固夙稔同人之志事者，遂爲之介。一席傾譚，章氏毅然任編輯上經濟之責；並相與約定同人個人暨章氏均拋棄版稅，期減輕成書售價，以利讀者。

於是邀集同人，詳加商討。僉認爲國內文化界中最感貧乏者，莫過於大學所需嚴正科學之教本；補拯之道則莫善於逡譯國外名著。蓋泰西名家著述既正確可靠，且由經驗所積，深合講授之用；況當前需要至亟，尤須爭取時間，爲求剋期觀成，則譯述尙焉。爰商定叢書第一集應採之原本及分任譯述之人選如次：

R. Courant: Differential-und Integral-rechnung	<u>朱言鈞</u>
L. Bieberbach: Theorie der Differentialgleichungen	<u>沈 璿</u>
Grimsehl-Thomaschek: Lehrbuch der Physik:	
Mechanik	<u>裘維裕</u>
Wärmelehre-Akustik	<u>許國保</u>
Elektromagnetisches Feld	<u>史鍾奇</u>
Optik	<u>葉蘊理</u>
Atomphysik	<u>王福山</u>
M. Planck: Vorlesungen der theoretische Physik:	
Allgemeine Mechanik	} <u>陸學諤</u>
Mechanik deformierbarer Körper	

Abraham-Becker: Theorie der Elektrizität: Band I: Ein-

führung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität 楊肇燿

Hildebrand: Principles of Chemistry 曹惠羣

Latimer-Hildebrand: Reference Book of

Inorganic Chemistry 曹惠羣

以上各書均期以一年告竣。又爲編撰程式之規劃及名詞之統一，推定下走爲總編輯。遂於是年二月初開始工作。當時承中國科學社惠借房屋一間爲編輯室。每星期六日同人集會一次，互作各方面之商榷。並延趙學士孟養襄理編校及其他事務；後趙君他就，改由許學士霖繼之。兩君皆踴勉將事，爲助良多。

一年之中，同人昕夕從事，雖環境艱危，生活窘迫，仍莫不精神煥發，視爲樂事，故均獲完成。嗣中華書局鑒於本集叢書之重要，雖丁此經濟萬分艱苦之時期，慨然擔任出版，本集叢書乃得問世。

茲值付梓，爰誌其涯略，俾讀者知本集之獲藏事，實由於章榮初氏崇學之熱忱，與夫袁、黃兩先生之多方贊助，同人均深緬佩；而方子衡先生以其餘暇，不吝協力，並此申謝。

所望海內學者，對於本集惠予指正，俾於再版時得減少瑕疵，同人不敢不拜嘉；會當勉竭庸愚，繼爲第二集之譯述，請以本集爲其息壤云爾。

中華民國三十六年一月三十一日

楊肇燿

第七版原序摘要

Grimsehl 在講授與著述上，有特殊之天才，此書之成就主要由於此點。Grimsehl 卒後，此教本依其原有精神擴充之，更獲廣泛之認識，因得在大學及工程學院中普及應用，既供教授之參考，亦作學生之課本。

本版在保存此書之原有特點下，加入近代之進步，因新材料之加入，在論述及編纂上亦必須稍有改變，但仍注意於不越出此書之原有範圍也。

R. Tomaschek

Marburg

一九二九年八月。

譯 者 序

Grimsehl 物理學，其優點在闡明原理及描寫實驗，均不厭詳盡；而所用數學不越出大學初年範圍，故可供參考或自修之用。當時乙酉學社所以選譯此集，其原由亦在於此。原本文辭流利，既詳且明，讀來有無師自通之概。譯者以其拙筆，力求曲盡原意，但舛誤在所不免，有望讀者，不吝指教，俾得於日後更正也。

本書譯稿，完成於一九四六年一月，已見緣起，近數年中，在原子物理學進步頗速，對於原子恆量有更精確之測定。例如本書所載之 Boltzmann 恆量 k 及 Loschmidt 數 L ，據最近測定 $k=1.3807 \times 10^{-16}$ 爾格/度， $L=6.024 \times 10^{23}$ （見德文 Westphal 物理學第12版）。又本書插圖，因經複製，多不甚明晰，尤以在波動學中諸照相圖為甚，亦一憾也。

譯 者

一九五〇年七月誌於上海國立交通大學

熱學與聲學目錄

第一編 熱 學

緣 起	1
第七版原序摘要	3
譯者序	4
第一章 計溫術 比熱 熱與功	9
1.1 溫度計	9
1.2 固體之熱膨脹	16
1.3 液體之熱膨脹	19
1.4 氣體之熱膨脹 絕對溫度	21
1.5 氣體溫度計	27
1.6 熱量 比熱	31
1.7 比熱之測定	33
1.8 熱與功 熱功當量	38
1.9 熱力學第一定律(能量原理)	45
第二章 熱之分子動力論	48
2.1 氣體	48
2.2 分子運動	68
2.3 瀰漫	76
第三章 物態之變化	82
3.1 固態液態與氣態	82
3.2 熔解與凝固之過程	84

3.3	關涉汽化之過程.....	90
3.4	汽之行爲.....	98
3.5	溼度.....	102
3.6	氣體之液化.....	106
3.7	Van der Waals 物態等式.....	109
第四章 熱力學.....		111
4.1	熱力學第一定律.....	111
4.2	氣體之絕熱變化.....	111
4.3	C_p/C_v 之測定 (Clément-Desormes).....	117
4.4	恆溫與絕熱曲線.....	119
4.5	隸屬於氣態變化之功量.....	120
4.6	不作外功之氣體膨脹.....	124
4.7	致冷機.....	127
4.8	循環過程或循環.....	130
4.9	熱力學第二定律.....	144
4.10	熵.....	149
4.11	熱力學第一定律與第二定律之聯合.....	161
4.12	熱化學上之關係.....	165
4.13	熱力學定律在化學過程上之應用.....	168
4.14	Nernst 熱定理.....	171
4.15	Le Chatelier 原理.....	172
4.16	熱機.....	174
第五章 熱之轉移.....		196
5.1	熱之轉移方式.....	196
5.2	測定導熱係量之實驗方法.....	202
附錄 實驗方法數則.....		207

1.	恆流量熱術	207
2.	Joule 熱功當量	207
3.	水之比熱	208
4.	氣體之兩種比熱	209

第 二 編 振動與波動

第一章	振動	211
1.1	振動之通論	211
1.2	振動之併合	215
1.3	強迫振動 共振器	220
1.4	耦合振動	223
1.5	能量經一耦合體系組之傳播	225

第二章	波動	231
2.1	水波之引言	231
2.2	前進橫正弦波之定律	241
2.3	前進縱正弦波	250
2.4	駐波	255
2.5	波傳播之普遍定律	263

第 三 編 聲 學

第一章	聲源	275
1.1	聲學之範圍	275
1.2	音調	276
1.3	響度	279
1.4	音品或音色	281
1.5	音源	282

第二章 聲波 聽覺 音樂.....	302
2.1 聲之傳播.....	302
2.2 Doppler 效應.....	306
2.3 人耳.....	308
2.4 音樂之理論.....	310
附表.....	315
習題.....	319
習題答案.....	329
附錄 歲寒譯書記.....	331

熱學與聲學

第一編 熱學

第一章 計溫術⁽¹⁾ 比熱 熱與功

1.1 溫度計

1. 溫度 溫度計 凡大多數物體加熱⁽²⁾則脹，去熱復縮。設取去之熱量等於先前所加之熱量，則物體回復其原有體積。固體或定量之液體，設其熱之情態⁽³⁾(溫度)⁽⁴⁾持續不變，則體積不變。是以此體積可用為相當熱態⁽⁵⁾之指示器⁽⁶⁾。定量氣體之體積亦適宜於此用，祇須其所受壓力不變。

一種設置，利用物體體積之變化以指示溫度之變化者，謂之驗溫器⁽⁷⁾。利用體積之變化以為熱態之量度之儀器，謂之溫度計⁽⁸⁾。

以一玻璃器，上連細管，中盛以一種液體，直達細管下部。若緩緩加熱於此器及其中之液體，則液體之表面顯然上升。此可表示液體之體積加增(體積膨脹)⁽⁹⁾大於玻璃器之容積膨脹。在每一溫度下，液體在管內有一定之高度。故此高度可用為其相當溫度之指示器。在各種液體中，汞經證明為最適合於測量溫度之用。

2. 汞溫度計 固定點 普通汞溫度計⁽¹⁰⁾(圖1.1) 以一端封閉、空

1. 溫度計之名稱始見於公元1628年。

(1)Thermometry, Thermometric, Thermométrie. (2)Heat, Wärme, Chaleur.

(3)Thermal Condition, Wärmezustand, Etat thermique. (4)Temperature, temperatur, température. (5)Thermal state, Wärmezustand, Etat thermique.

(6)Indicator, Erkennungszeichen, Indicateur. (7)Thermoscope, Thermoskop, Thermoscope. (8)Thermometer, Thermometer, Thermometre. (9)Cubical

expansion, Kubische Ausdehnung, Dilatation cubique. (10)Mercury thermometer, Quecksilberthermometer, Thermomètre a mercure.

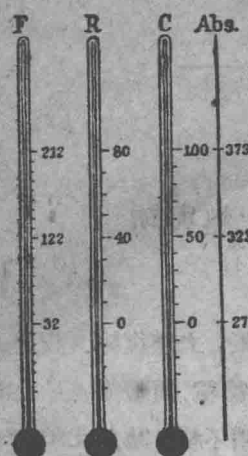


圖1.1 Fahrenheit, Réaumur與百分汞溫度計及其固定點。

心截面均勻之細玻璃管(稱溫度計之莖⁽¹⁾)、他端連一玻璃泡(稱溫度計之泡⁽²⁾)製成。泡及莖之一部均盛以汞,莖之餘部通常不含空氣。

在760毫米大氣壓下,置此儀器於正熔之冰中,則汞面在莖內有一定之位置。此位置不變,屢試屢驗(但參看第13頁)。同樣,置此溫度計於沸純水之汽中,則汞面升至另一固定之位置。是以在標準大氣壓下,正熔之冰與正沸之純水溫度各為常量。其在汞溫度計上兩相當點稱為固定點⁽³⁾(冰之熔點,水之沸點¹)。此兩點間之間程,謂之基本間程⁽⁴⁾。設溫度計莖之空心截面為均勻,此基本間程(即莖內兩固定點間之容積)分為100等份。每份謂之一度⁽⁵⁾。下面之固

定點標為 0°C ,上面之固定點為 100°C 。(如是則在760毫米大氣壓下,冰熔於 0°C 。而水沸於 100°C 。).標度之分度係用外推法推至基本間程兩端之外,而依基本間程內之分度法等分之,且依次標以數字。在 0°C 以下之標數為負。

3.溫度計小史 溫度計乃在公元1600年後不久,Galileo所發明;同時荷蘭人 Drebbel (與 Galileo 無關)亦發明之。標度之分度法當初乃任意為之。約在公元1660年 Florentine Accademia del Cimento (意學會名)用酒精溫度計⁽⁶⁾,其標度在 Tuscany (意國地名)最冷之冬日為 11° 至 12° ,正熔之冰為 $18\frac{1}{2}^{\circ}$,在最熱之夏日陽光中為 40° ,此種 Florentine 溫度計當時應用頗廣。遂引起許多對於改良及統一出品之建議。

Fahrenheit (1686年生,1736年卒於Danzig)經過許多透徹試驗後,最早使

1.前點乃 Hooke 於1664年引為固定點,而後點乃 Huygens 於1665年引入。

(1)Stem. (2)Bulb. (3)Fixed points, Fundamentalpunkte, Points fixées.

(4)Fundamental interval, Fundamentalabstand. (5)Degree, Grad, Degré.

(6)Alcohol thermometer, Weingeistthermometer, Thermomètre à alcool.