

物理器械实验法及其原理

物理器械實驗法

及其原理

第二卷

中華民國廿二年

關百益題

原名物理器械說明書

物理器械實驗法及其原理

第二卷

此書有著作權翻印必究

中華民國廿二年十二月初版

每册定價	道林紙	二元四角
	報紙	一元六角

外埠酌加運費滙費

編纂者 王 晚 梅

發行者 科學儀器館

上海福州路中段

印刷者 文明印刷所

上海河南路

物理器械實驗法及其原理目次

中 卷

第五編 熱學

節數	頁數
130 熱漲條.....	1
131 熱漲球.....	3
132 凹字形熱漲板.....	5
133 銅鐵縫合板.....	6
134 柵擺.....	7
135 液體熱漲器.....	8
136 測水最大密度器.....	11
137 華氏寒暑表.....	14
138 攝氏寒暑表.....	16
139 三氏比較寒暑表.....	17
140 最高寒暑表.....	18
141 最低寒暑表.....	20
142 最高最低寒暑表.....	21
143 列斯利氏示差寒暑表.....	23
144 定沸點器.....	24
145 定冰點器.....	26

146	比熱試驗用金屬球	27
147	水熱量表	30
148	真空中蒸汽漲力測定器	33
149	稠蔓氏蒸汽密度測定器	34
150	水點化汽試驗器	37
151	彼並氏山鍋	38
152	沸點下降試驗器	40
153	弗蘭克林氏沸騰球	41
154	胡拉斯頓氏結冰球	42
155	真空造冰器	44
156	寒劑造冰器	45
157	華氏凝固寒暑表	47
158	但尼里氏溼度表	49
159	阿辯斯脫氏溼度表	52
160	毛髮溼度表	56
161	液體交流試驗器	58
162	空氣交流試驗器	59
163	代斯披利氏較傳熱器	61
164	因近好斯氏較傳熱器	63
165	蜘蛛形較傳熱器	64
166	兌飛氏防火燈	65
167	回熱凹鏡	66

168 吸熱試驗器 簡式	68
169 射熱試驗器 簡式	69
170 里起氏吸熱射熱試驗器	71
171 射熱輪	72
172 摩擦生熱器	73
173 壓氣發火管	75
174 海崙氏汽轉球	76
175 蒸汽機關解剖模型	78
176 臥式蒸汽機關雛形	81
177 立式蒸汽機關雛形	83
178 蒸汽車雛形	84
179 蒸汽臥輪雛形	87
180 內燃機關說明用雛形	90
181 熱氣機關雛形 臥式	94

第六編 聲學

182 可羅浮氏示波器 縱波	97
183 韋脫司登氏示波器 縱波	100
184 哥爾特司挺氏示波器 橫波	101
185 真空鈴	103
186 真空電鈴	105
187 薩物氏發音齒輪	106
188 西培克氏圓板測音器	108

189 多孔輪測音器.....	109
190 曲線記音器.....	112
191 杜哈枚氏曲線記音器.....	113
192 音叉.....	115
193 唇管.....	118
194 舌管.....	121
195 氫氣發音管.....	123
196 喉頭模型.....	124
197 準弦器.....	126
198 美爾特氏弦振動試驗器.....	128
199 板振動試驗器.....	130
200 鐘振動試驗器.....	132
201 膜振動試驗器.....	135
202 棒振動試驗器.....	136
203 螺線振動試驗器.....	138
204 海麻賀斯氏共鳴球.....	139
205 柯尼奇氏共鳴器.....	140
206 薩物氏共鳴器.....	142
207 柯尼奇氏音波躍儀器.....	143
208 交音器.....	146
209 韋脫司登氏棒振動直交合成器.....	149
210 語管.....	152

211 聽管	154
212 耳模型	155
213 留聲機	157

第七編 光學

214 旋轉反射鏡	163
215 掘拉門特氏石灰光燈	167
216 電石氣燈	168
217 受光玻璃板	172
218 光學用細隙板	173
219 倒影箱	176
220 示光之直進器	178
221 本生氏光度表	180
222 勒姆福特氏光度表	183
223 米列阿氏光線反射試驗器	185
224 米列阿氏光線屈折試驗器	187
225 勃留枚爾氏液體屈折率試驗器	189
226 光線反射及屈折試驗器	192
227 平面鏡	193
228 平行鏡	195
229 角度鏡	197
230 萬花筒	199
231 球面鏡	200

232 凹面鏡.....	201
233 凸面鏡.....	205
234 半圓鏡.....	208
235 拋物體鏡.....	210
236 日本魔鏡.....	211
237 六種凹凸透鏡.....	214
238 雙凸透鏡.....	215
239 雙凹透鏡.....	220
240 三稜鏡.....	222
241 空三稜鏡.....	226
242 減色三稜鏡.....	228
243 減色透鏡.....	230
244 奈端氏七色板.....	233
245 着色玻璃片.....	236
246 分光器.....	238
247 螢光管.....	242
248 磷光管.....	244
249 眼球模型.....	246
250 實體鏡.....	249
251 惑視圖.....	252
252 驚盤.....	254
253 廓大鏡.....	256

254 顯微鏡.....	258
255 顯微鏡解明器.....	262
256 天文望遠鏡.....	263
257 地上望遠鏡.....	266
258 雙眼鏡.....	267
259 稜鏡式雙眼鏡.....	270
260 望遠鏡解明器.....	272
261 映畫鏡.....	273
262 照像器.....	275
263 幻燈.....	281
264 奈端環試驗器.....	284
265 電氣石缺.....	287
266 奴林伯偏光試驗器.....	290
267 複屈折方解石.....	263
268 尼哥爾氏稜鏡.....	295
269 結晶板.....	298
270 變結性玻璃.....	300

物理器械實驗及其原理

第五編

熱學

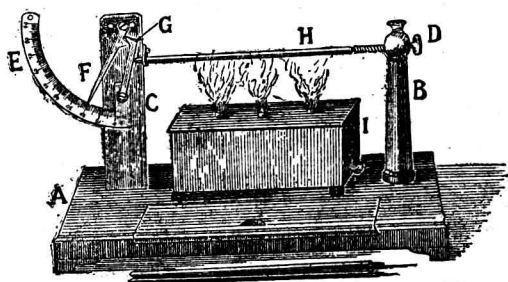
熱漲條

金屬桿三種 銅，黃銅，鐵，

Apparatus to show the expansion of metals,
With 3 metal rods (Copper, brass and iron,

用途 熱漲條，一名金屬線膨脹試驗器。供說明金屬線條受熱時，能令長度增加之理。並示各種金屬線條。其增長之數，各有不同。

構造 如第一八六圖。(A) 爲木臺。(B) (C) 爲二木柱。對立於木臺之上。(B) 柱之上端。設一螺旋釘如(D)。(C) 柱之下端。則附有刻度象限。如(E)。並於其上端設一(F) 指針。令指針之尖端。適與象限相切。(G) 爲推桿。下端固定於(C) 柱。上端作矩曲形。與(F) 指針之樞樞相接近。(H) 爲金屬線條。通常所用者。有銅，黃銅，鐵等三種。一端以螺旋釘(D) 令固定於(B) 柱。他端則使與推桿(G) 相接。(I) 爲酒精燈。供加熱於金屬線條之用。



第一八六圖

實驗法

任取何種金屬線條。裝置如圖中所示。次乃引火於酒精燈令金屬線條受熱。則此金屬線條。即因熱而膨脹。使其長度增加。最初先推動推桿(G)。次由(G)推桿更推動(F)指針。令其尖端逐漸向象限上方移指。觀針尖在象限所指之度數。即可知金屬線條增長為若干。次易以他種金屬線條。如前法試之。則其結果相同。惟其增長之數。略有差異。即黃銅最大。銅次之。鐵又次之。

原理說明

各種物質。無論為具有一定形態之固體。或隨器變形之液體。或處於擴散性之氣體。若施熱於其表面。令溫度較平時增高若干。則大多數均得使其體積或長度增加若干。此現象謂之膨脹。物體因受熱而膨脹之原因。實由於分子間之內力發生變化而來。例如固體。在平時其分子間之引力與反斥力。兩相平衡。故能保持其平均位置。具有一定之形狀與體積。迨一經受熱力之影響。則其各分子即發生激烈振動。增進其反斥力。而有互相分離之勢。於是平均位置之距離。亦隨而增大。其現於外表者。即為體積或長度之增加。如本節所述現象。係專指物體長度之增加者。謂之線膨脹。或簡稱長脹。凡各種固體。因溫度之增高而呈膨脹時。其長度伸張之數。與溫度有關。反之。若溫度下降。則其長度縮短之數亦如之。由是而得一定義。即凡各種固體。因溫度升降攝氏一度而起之長度變化之數。對於其原有長度之比。其值恆一定不變。是名某物質之線膨脹率。或謂之線膨脹係數。因各種固體。自攝氏零度至一百度以內。多為均等膨脹。質言之。即其長度增減之數。必與溫度之升降成正比例也。例如有一熱鐵條。在攝氏零度時。其長度假定為九七。二三公分。今熱之至九十八度。其長度伸張為九七。三四公分。是即對於溫度之增加。其伸張之

總數爲〇，一一公分。而對於溫度每增加一度時。其伸長之長度。卽爲〇，〇〇〇一一公分也。若以此伸張之度，對於原有長度九七，二三公分。求得其精確之比例數。則得〇，〇〇〇〇一一四。是卽在攝氏零度時，長一公尺之熟鐵條。每遇溫度上昇一度時伸張之長度。亦卽熟鐵條之線膨脹率也。今以 a 表某種固體之線膨脹率。以 t 表其原有之溫度。以 l 表其原有之長度。若加熱至攝氏 t' 度時。其膨脹之數應爲 $al(t-t')$ 。故在 t' 度時之全長 l' 。當爲

$$l' = l \{1 + a(t' - t)\}$$

各種固體。因受熱而增加之長度。爲數極微。無過於十萬分之五者。茲據實驗所得將若干種重要固體之線膨脹率。揭之如下表。

白金	0,0000090	錫	0,000021	鈣玻璃	0,000085
金	0,0000144	鎳	0,000013	石英玻璃	0,0000042
銀	0,0000192	鋁	0,0000255	水晶 { 與軸平行	0,0000050
銅	0,0000167			{ 與軸垂直	0,0000133
熟鐵	0,0000114	鎳30%	0,0000126	大理石	0,0000014
鋅	0,0000190	鎳鋼 ,,36%	0,0000009	木材 { 縱	0,0000049
黃銅	0,0000191	,,40%	0,0000060	{ 橫	0,0000054
鉛	0,000027	鉑鈦合金(鈦10%)	0,0000087		
		鉛玻璃	0,0000078		

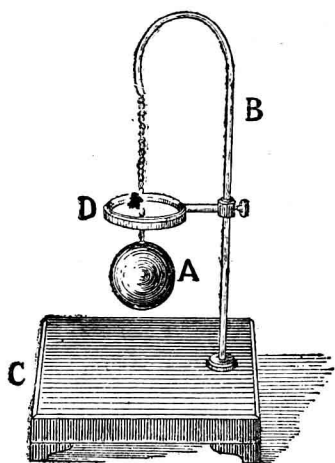
物質因受熱而增加其長度之理。在實用上應用極大。例如鋪設鋼軌。兩鋼軌相啣接之處。必稍存空隙。庶溫度增高時。不致因膨脹而致妨礙行車。又如車匠欲以鐵箍加於木輪。必先將鐵箍加熱令膨脹。然後加於輪外。則俟鐵箍冷時。自能束輪極緊不致脫落。

熱 漲 球

Apparatus to show expansion of metal, brass ball and ring on stand

用途 熱漲球，又名金屬球膨脹試驗器。供證明各種金屬受熱時，其全部體積能向各方面平均增大之事。

構造 如第一八七圖。(A) 爲圓球。頂端附有金屬鏈。(B) 爲上端屈曲之金屬柱。直立於(C) 之木臺上。(D) 爲圓形金屬環。以螺旋固定於(B) 柱。並可任意使之上下。以上各件，通常均用黃銅製成。或以他種金屬，如白銅或鐵等代之。亦無不可。



第一八七圖

實驗法 先將(D)圓環套於(A)圓球之外。則(A)圓球適可通過於(D)圓環中。次以酒精燈加熱於(A)圓球。則球體即不能復如前通過於圓環中。次又以酒精燈同時加熱於圓球及圓環。則與未加熱以前無異。仍能如常通過。

原理說明 物體受熱。不僅增加其長度。即其全部體積，亦能平均增大。熱漲球即所以證明此理者。如本節實驗。最初單獨加熱於球體。則因球體全部體積平均增大。其不能通過於圓環，固無容疑也。其後同時加熱於圓球與圓環。仍能如前通過者。則以球體雖因受熱，使其體積增大。其在圓環則亦因受熱而增加其直徑故也。換言之，即球體直徑之伸長。與環體內部直徑之伸長。適爲相等也。由此實驗。可得下之二種定律。

(一) 凡固體受熱時，係向各方面平均膨脹。

(二) 凡固體不問其內部爲空虛者，或充實者。均爲同樣膨脹。

此種現象。在物理學中，謂之體膨脹。或簡稱體脹。又各種固體，因受熱之影響，使其體積增大或減小。亦與長度之增減相同。即因溫度昇降攝氏一度而起之體積增減之數，與其原有體積之比。是名體膨脹率。其計算方法，亦與計算線膨脹率之法相同。今以 b 表某種固體之體膨脹率。以 t 表其原有溫度。以 t' 表加熱至某度之溫度。以 V 表在 t 溫度之體積。以 V' 表加熱至 t' 溫度時之體積。則溫度每昇高攝氏一度。體積增加 $\frac{V' - V}{t' - t}$ 。以 V 除之。即得單位體積每昇高攝氏一度時之增加數。即所謂某種固體之體膨脹率也。其應用之公式如下。

$$V' = V \{ 1 + b (t' - t) \}$$

凹字形熱漲板

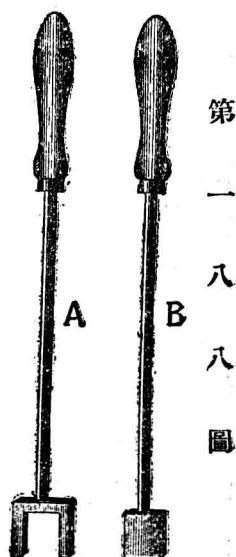
Apparatus to show expansion of metal, plate and gauge form.

用途 凹字形熱漲板，一名金屬凹字形試驗器。

其用途與前節熱漲球相同。

構造 如第一八八圖。(A) 爲凹字形板。(B) 爲長方形板。均以黃銅製成。各附於黃銅長桿之前端。並於長桿之後端。各鑲以木柄。以便兩手執持。

實驗法 先取(B) 之方形板。嵌入於(A) 之凹字形板中。則兩板間之大小，適相吻合。次將方形



板在酒精燈上加熱。仍如前令嵌入於凹字形板中。則即覺方形板體積增大。而凹字形板之體積與前無異。故覺格格不相入。最後乃取(A) (B)二板。同時在酒精燈上熱之。則二板間所受之熱力相等。即其體積之增大，亦必相等。故能仍如未經加熱時，適相吻合。其理已詳述於前節。茲不贅。

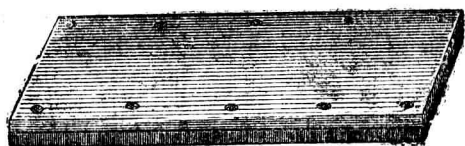
銅鐵縫合板

Compound bar of copper and iron,

用途 銅鐵縫合板，供證明各種金屬遇熱膨脹時。其膨脹率之大小，視其物質而有不同之用。

構造 取長短廣狹相同之銅片與鐵片各一塊。上下相疊置。以小釘數枚，使之連接即成。狀如第一八九圖。

實驗法 本器在普通溫度時常呈一種平正之狀。若置之於夾臺之上。令銅片在上面。鐵片在下面。以酒精燈加



第一八九圖

熱於其中部。則漸漸向下彎曲。反之，若將溫度降至極低。則其所得結果，適與前相反。即不向下方彎曲。却向上方彎曲也。

原理說明 銅與鐵兩種金屬。雖因溫度之升降。同一能伸長或縮短。惟因其膨脹率之大小不同。故其伸縮之度，不能無異。即銅之膨脹率為 0.0000167 。而鐵之膨脹率 0.0000114 。故當加熱時。銅片伸長之數較多。於是銅片為鐵片所牽繫。乃不得不向下彎曲。反之，溫度下降時。銅片縮短之數。亦必較多於鐵片。於是鐵片反為銅片所

牽繫。遂不得向上彎曲。此中原理。固極易瞭解也。

柵 擺 金屬桿五本

Compensation Pendulum, 5 rods Combined,

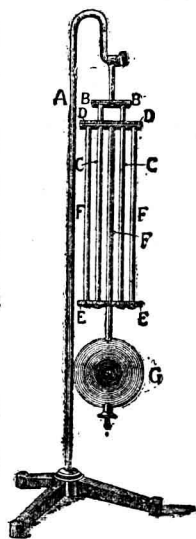
用途 柵擺，供說明製鐘擺時。應用膨脹率不同之二種金屬桿條。

可使擺動週期，不致因寒暑而有改變之理。一名補正擺。又名抵償擺。

構造 柵擺之製法有數種。如第一九〇圖。即其中之一種也。(A)爲懸全擺之鐵桿。(B)(B)爲上部水平橫樑。(C)(C)爲二銅桿。上端起於(B)(B)橫樑。通過(D)(D)橫樑之孔。其下端則直達於(E)(E)橫樑。(F)(F)(F)均係鐵製長桿。內有二條。分列於左右兩側。上端與(D)(D)橫樑相連。下端則直達於(E)(E)橫樑。其中間之一條。視左右兩側較長。其下端通過(E)(E)橫樑之孔而下垂。更綴以圓形擺錘(G)。因其全部之形。有如柵欄。故謂之柵擺。

實驗法 取柵擺上端。懸於(A)鐵桿之三角形尖刃上。使之不絕擺動。則無論氣候之寒暖若何改變。其擺動之週期。決不因之而有改變。

原理說明 凡懸擺往復擺動之遲速。與其擺之長短有關。故時計上所用之懸擺。其長短必須一定。庶能節制各輪軸。不致旋轉時。有過速或過緩之虞。惟依照前節所述之理。凡各種金屬均能因溫度之昇降。使其長度。或增或減。即溫度上昇時。長度必因膨脹而增加。於是擺動緩慢。反之。溫度下降時。長度必因收縮而減少。於是擺動加速。



第一九〇圖