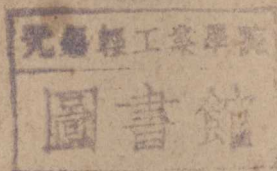


東北人民政府教育部編譯

高級中學教科書

物理學

第二冊



東北人民出版社

編譯者聲明

這一套中學自然科學教科書，包括算術、代數、平面幾何、物理、化學、動物、植物、人體解剖生理學等，是根據蘇聯十年制中學的教科書翻譯的。爲了適合我國的情況，在校閱時作了必要的修改，所以說是編譯。

這套教科書的初中用部分於一九四九年下半年匆匆編譯，一九五〇年起在東北各地中學試用。由於時間和人力的不足，發生了不少錯誤與不妥之處。一九五〇年下半年，我們一面修改了初中用書，一面又編譯出版了高中用的一部分。時間和人力仍然很受限制，在校閱時仍然感到很多地方不能趕上原書的精彩，特別是在理論與實際結合一方面。

我們希望，各地教師同志和別的同志們，指正我們的錯誤，提供我們進一步修改的要點，幫助我們來把這套教科書修訂得更好。

東北人民政府教育部

一九五〇年十二月

再版後記

爲了使本書中的名詞與1952年使用的初中物理和高中物理第一冊中的名詞一致，凡是本書中所有的「等速運動」、「等加速運動」、「等速圓周運動」和「變形」均應分別改爲「勻速運動」、「勻加速運動」、「勻速圓周運動」和「形變」，希讀者隨時予以訂正。

編譯者 一九五一年十二月



目 錄

第一編 力 學 (續)

第六章 振 動 與 波

1. 簡諧振動 (簡諧運動)	(1)
2. 規定振動性質的各個量	(3)
3. 振動和轉動的關係	(4)
4. 簡諧振動的圖解	(5)
5. 實驗 1: 研究單擺的振動定律	(6)
6. 單擺的振動定律	(6)
7. 複 擺	(7)
8. 擺在鐘內的應用	(7)
9. 應用擺測量重力加速度	(8)
練習 1	(8)
10. 彈性體的振動	(9)
11. 彈性體內振動的傳播 · 波	(10)
12. 橫 波	(10)
13. 縱 波	(12)
14. 波 長	(13)
15. 波的反射及折射	(14)
16. 波的干涉	(15)
17. 駐 波	(16)
18. 共 振	(18)
19. 共振現象與工業技術	(19)
複 習 題	(19)
20. 聲 音	(20)
21. 樂音和噪音 · 音的響度和音調 · 驗音器	(22)
22. 聲波的反射	(24)
23. 聲波的干涉	(25)

24. 拍	(25)
25. 物體的固有音	(26)
26. 物體的基音	(26)
27. 諧 音	(27)
28. 音 品	(28)
29. 聲音的共鳴	(28)
30. 實驗 2: 各種物質中聲音傳播速度的測定	(29)
31. 實驗 3: 利用共鳴來求聲波的波長	(30)
32. 留聲機	(31)
33. 超聲波	(32)
34. 聲音現象在軍事上的應用	(33)
練習 2	(35)
複 習 題	(36)

第二編 熱學及分子物理學

第一章 基 本 知 識

(1) 熱 和 能

35. 熱學的發展	(37)
36. 熱量單位	(39)
37. 物質的比熱	(39)
38. 物體溫度升高或降低時所吸收或放出的熱量	(40)
39. 熱平衡方程式	(41)
40. 實驗 4: 測定物質的比熱	(44)
41. 實驗 5: 用量熱器測定高溫物體的溫度	(45)
練習 3	(46)
42. 熱與功	(47)
43. 熱功當量	(49)
44. 焦耳對熱功當量的測定	(50)
45. 能的轉變和能量不滅定律在熱現象中的推廣	(51)
46. 熱 源	(53)
47. 燃料及食物的燃燒值	(56)
練習 4	(57)
複 習 題	(59)

(2) 分子運動學說

48. 分子.....	(59)
49. 物體分子間的間隙.....	(61)
50. 分子引力.....	(62)
51. 擴散.....	(64)
52. 布朗運動.....	(66)
53. 分子運動學說.....	(67)
54. 用分子運動學說來解釋熱狀態.....	(67)
複習題.....	(70)

第二章 物體的熱膨脹

55. 物體的線膨脹和體膨脹.....	(70)
56. 固體的線膨脹係數.....	(71)
57. 實驗 6：測定固體的線膨脹係數.....	(72)
58. 任意溫度下物體長度的公式.....	(73)
59. 物體的體膨脹係數.....	(74)
60. 任意溫度下物體體積的公式.....	(75)
61. 物體的密度與溫度的關係.....	(75)
62. 熱膨脹在技術上的應用.....	(76)
練習 5.....	(78)
複習題.....	(79)

第三章 氣體的性質

63. 氣體知識的發展.....	(79)
64. 實驗 7：求溫度不變時一定質量的氣體的體積和壓力的關係 (波義耳-馬略特定律).....	(79)
65. 波義耳-馬略特定律.....	(81)
66. 壓力和體積的關係圖解——壓容圖.....	(83)
67. 氣體密度和壓力的關係.....	(84)
68. 利用波義耳-馬略特定律解習題.....	(85)
69. 給呂薩克定律.....	(85)
70. 實驗 8：測定空氣在壓力不變時的體膨脹係數.....	(87)
71. 查理定律.....	(88)
72. 氣體溫度計.....	(89)

73. 絕對溫度.....	(89)
74. 用絕對溫度來表示給呂薩克定律和查理定律.....	(90)
練習 6	(91)
75. 理想氣體.....	(91)
76. 氣體狀態方程式.....	(91)
練習 7	(94)
77. 氣體分子運動學說.....	(95)
78. 氣體的克分子和一克分子內的分子數.....	(97)
79. 氣體在技術上的應用.....	(98)
複習題.....	(100)

第四章 液體的性質

80. 在外力作用下液體表面的形狀.....	(101)
81. 液體的表面層.....	(101)
82. 液體的壓縮性.....	(104)
83. 液體表面層有位能。表面張力.....	(104)
84. 表明表面層性質的實驗.....	(105)
85. 浸潤與不浸潤.....	(108)
86. 彎月面.....	(109)
87. 分子壓力和彎月面形狀的關係.....	(110)
88. 毛細管現象.....	(111)
89. 實驗 9：表面張力的測定.....	(113)
90. 液體分子運動學說.....	(113)
練習 8	(114)
複習題.....	(115)

第五章 固體的性質

91. 結晶狀態.....	(115)
92. 非結晶狀態.....	(117)
93. 結晶的空間點陣.....	(118)
94. 形變.....	(119)
95. 外力與形變大小的關係.....	(122)
96. 韌性。脆性。可塑性.....	(124)
97. 實用應力.....	(125)

98. 虎克定律.....	(126)
99. 實驗10：研究形變的大小與外力的關係.....	(127)
100. 形變時能的轉變.....	(128)
101. 固體分子運動學說.....	(128)
練習 9	(129)
複習題.....	(130)

第六章 物質狀態的變化

(1) 熔解和凝固

102. 熔解溫度和凝固溫度.....	(130)
103. 液體的過度冷卻.....	(132)
104. 熔解熱.....	(132)
105. 熔解或凝固時的熱平衡方程式.....	(133)
106. 熔解和凝固時體積的變化.....	(134)
107. 壓力對熔解溫度的影響.....	(135)
108. 實驗11：測定冰的熔解熱.....	(135)
練習 10.....	(136)
複習題.....	(137)

(2) 汽 化

109. 汽 化.....	(137)
110. 蒸 發.....	(137)
111. 根據分子運動學說解釋蒸發現象.....	(138)
112. 汽化熱.....	(139)
113. 在一定溫度下，蒸汽的體積和壓力之間的關係.....	(140)
114. 飽和蒸汽壓和溫度的關係.....	(142)
115. 道爾頓定律.....	(145)
116. 沸 騰.....	(146)
117. 汽化或液化時的熱平衡方程式.....	(147)
118. 實驗12：用量熱器測定水的汽化熱.....	(148)
119. 使未飽和蒸汽變成飽和蒸汽的方法.....	(149)
120. 臨界溫度.....	(150)
121. 氣體的液化.....	(150)
122. 獲得低溫的方法.....	(151)
123. 液態氣體的應用.....	(153)

練習 11.....	(154)
複習題.....	(154)
(3) 空氣的濕度	
124. 空氣的濕度.....	(155)
125. 露 點.....	(157)
126. 濕度計.....	(157)
127. 乾濕泡濕度計.....	(158)
128. 毛髮濕度計.....	(159)
練習 12.....	(159)
複習題.....	(160)

第七章 熱 力 機

129. 熱力機.....	(161)
130. 在一定壓力下氣體膨脹所做的功.....	(161)
131. 在變化壓力下氣體膨脹所做的功.....	(162)
132. 蒸汽發動機.....	(163)
133. 火 室.....	(164)
134. 鍋 爐.....	(165)
135. 蒸汽機.....	(168)
136. 蒸汽機的改進.....	(170)
137. 蒸汽在氣缸內的做功.....	(173)
138. 蒸汽機的效率.....	(175)
139. 蒸汽輪機.....	(176)
140. 內燃機.....	(178)
141. 內燃機的應用.....	(179)
142. 噴氣發動機.....	(182)
143. 火 箭.....	(186)
144. 冷凍機.....	(187)
練習 13.....	(189)
複習題.....	(190)

附 錄

表1. 固體的熱學常數.....	(192)
表2. 液體的熱學常數.....	(192)
表3. 壓力不變時的氣體比熱.....	(193)
表4. 由乾濕泡濕度計的示度求空氣的相對濕度.....	(193)

第一編 力學 (續)

第六章 振動與波

1. 簡諧振動 (簡諧運動)。振動現象，和以前所講過的各種運動現象一樣，是經常可以遇到的。

物體沿着直線或圓弧，由原來的位置向兩側作往復運動時，就是在振動。

上端固定的螺旋彈簧，先向下拉，再鬆手時，就發生振動。有彈簧的馬車，在不平的道路上行走時，也發生振動。小鳥從樹枝上飛走後，樹枝就發生振動。樹木、工廠的煙囪、湖水和海水，由於風力的作用而振動。所有正在發聲的物體，都是在振動狀態中。正在工作的蒸汽機的活塞，也在振動。以上的例子，遠不能完全包括所有的振動現象，但却說明了：振動現象廣泛存在於自然界和工程界中。

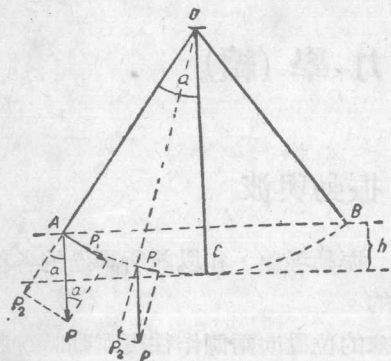
爲了認識那些能規定這種運動特性的各個量，最好是先研究一下單擺 (數學擺) 的振動。

在沒有彈性的線上，繫一個具有一定質量，但體積可以忽視的物體 (質點)，就叫做單擺。如果在細長的線上繫一小球 (擺錘)，就能做成相當精確的單擺 (註)。

當擺錘和懸點在同一鉛直線上時，則擺爲靜止狀態。使擺錘離開平衡位置，沿着圓弧 CA 拉到比原來的水平高 h 的 A 點，這時擺錘就具有位能 $Ph=mgh$ (m 爲擺錘的質量)。在此點，擺錘的重量 P 已

註： 線的質量很輕，與擺錘的質量比較起來，可以略而不計。

經不能和懸點的反作用力相平衡；此反作用力僅和擺錘重量在線的方向上的分力 P_2 相平衡，而 P



第1圖 單 擺

的另外一個分力 P_1 ——其方向是沿着弧 CA 的切線而指向平衡位置這一邊——就成為使擺錘運動的作用力，於是鬆開手以後，擺錘就開始向平衡位置的這一邊運動。

如果以 α 表示擺的偏角 AOC (用弧度來度量)(註)，則 $\angle P_2AP = \angle APP_1 = \alpha$ ，而使

擺運動的力 $P_1 = P \sin \alpha = mgs \sin \alpha$ 。

根據力學第二定律，力可以用質量和加速度的乘積來表示。在 $P_1 = mgs \sin \alpha$ 式中 m 表示擺錘的質量，所以 $g_1 = gs \sin \alpha$ 就是表示擺錘運動的加速度。當 α 角很小時，用 α 來代替 $\sin \alpha$ ，所產生的誤差甚小。而角 α 以弧度為單位時，等於弧長 $CA = x$ 被半徑 l 除，即 $\alpha = \frac{x}{l}$ 。

當擺在平衡位置的右方時，加速度的方向向左；而擺在平衡位置的左方時，加速度的方向則向右。擺錘離開平衡位置的位移方向，和振動加速度的方向永遠相反，所以它們的符號相反。因此如果考慮到方向時，則上式應寫做：

$$P_1 = mg_1, \text{ 而 } g_1 = -\frac{g}{l} \cdot x. \quad (I)$$

當擺的振動很小時，其加速度和離開平衡位置的偏差成正比，而方向與偏差的方向相反。

在從 A 到 C 的路程中，加速度不斷減小，但其方向和速度的方

註： 弧度：當弧長等於半徑時，圓弧所張的圓心角為1弧度。

向相同，所以速度漸次增大，到平衡位置C時，加速度變爲零，而速度達到最大值，這個值可以由能量不滅定律的公式 $\frac{mv^2}{2} = mgh$ 算出來。在從C到B的路程中，加速度的大小逐漸增加，方向爲沿着圓弧的切線而指向平衡位置這一邊，也就是與速度的方向相反；這時運動是減速運動，設擺錘上昇到高度 h_1 時，擺的全部動能都變成位能，即速度變爲零。如果能量並沒有消耗，也就是沒有克服任何阻力，那麼 $mgh_1 = \frac{mv^2}{2}$ 。比較上面的兩個等式，就可以知道，擺錘在左面上昇的高度等於在右面上昇的高度 ($h=h_1$)，所以 $BC=CA$ 。再從B點開始運動時，一切運動情況都和以前相似。

如果運動的加速度和質點離開平衡位置的位移成正比，其方向又永遠指向平衡位置時，這種運動就叫做簡諧振動。

假如單擺僅受重力的作用而振動，而沒受到任何阻力，並且偏角很小，這時單擺的振動就可以看作是簡諧振動。

2. 規定振動性質的各個量。離開平衡位置的最大位移（如第1圖弧AC）（註1），叫做振動的振幅。

擺沿着弧A B往復一次所需的時間，換句話說，就是經過等於振幅四倍的距離所需要的時間，叫做振動的週期（T）。週期的一半叫做半週期（ $T_1 = \frac{1}{2}T$ ）。

也可以用頻率 $\nu = \frac{1}{T}$ （ $T = \frac{1}{\nu}$ ）代替週期 T（註2），來規定振動的性質。

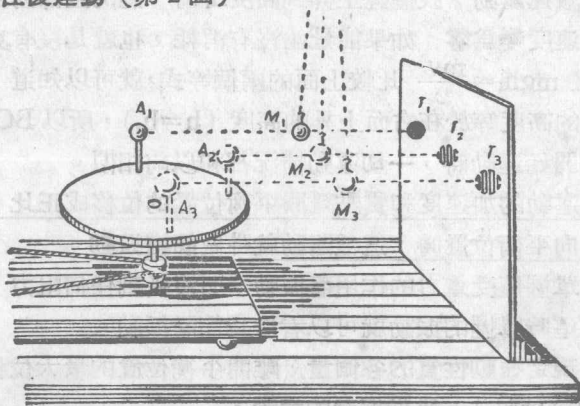
事實上，如果每秒間振動10次，則週期等於 $\frac{1}{10}$ 秒。週期爲 $\frac{1}{2}$ 秒，則一秒內振動兩次。

由於上面所講的，顯然可以看到：當沒有阻力時，平衡位置兩側的振幅相等。振幅保持一定的振動，叫做無阻尼振動；振幅逐漸減小的振動，叫阻尼振動。

註1：在振動的偏角很小時，把弧AC當作位移其誤差是非常小的。

註2：1秒鐘內的振動數，叫做頻率。

3. 振動和轉動的關係。假若在迴轉機的軸上裝一圓盤，在圓盤的邊緣上垂直安一個頂端帶有小球的棒，並用水平的平行光來照射這整個的裝置，於是小球的影子就落在和光線方向垂直立着的屏上。這時轉動迴轉機使小球作等速圓周運動，那麼，它的影子便沿一直線做往復運動（第2圖）。



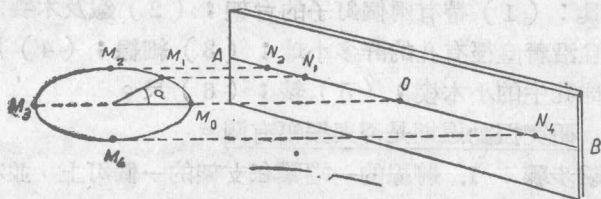
第2圖 A_1, A_2, A_3 ——做等速圓周運動的小球的位置； M_1, M_2, M_3 ——振動着的擺錘的位置； T_1, T_2, T_3 ——小球和擺錘合在一起的影。

在同一屏前，懸一個擺線很長的擺，使擺錘運動的影子和轉動小球的影子落到同一直線上。然後使擺在平行於屏的平面上振動，這時再調節小球轉動的速度，就可能使屏上的小球影子在每一點都和振動着的擺錘的影子相重合。而這個重合，只有當擺的振幅很小的時候才能作到。

這種重合表示着：沿着直線 AB 振動的點（第3圖），可以看做是等速圓周運動的點 M 在該直線上的投影運動。作等速圓周運動的點 M 叫做輔助點；聯結圓心與輔助點的直線，叫做動徑。

當圓周上的輔助點在最初的位置 M_0 時，它的投影就落在线段中點 O 上，當輔助點轉到 M_1 ，動徑轉了 α 角時，它的投影就在 N_1 上；經過 $\frac{1}{4}$ 週期，輔助點到 M_2 ，動徑離開最初位置 90° 時，振動

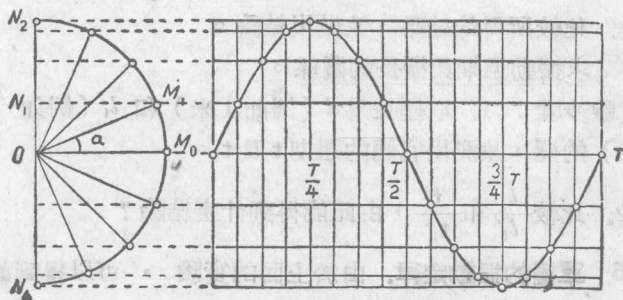
點就移到 N_2 ；經過半週期，動徑離開最初位置 180° ，輔助點到達了位置 M_3 時，振動點又回到線段中心 O 點，經過 $\frac{3}{4}$ 週期，即動徑轉了 270° ，輔助點到達 M_4 時，振動點則在 N_4 ；經過了一週期，這兩個點都回到原來出發的位置。



第3圖 動徑離開最初位置的夾角 α 叫做振動的位相

動徑離開最初位置所轉動的角度，叫做振動的位相。所以，在第3圖中，最初在 O 點的瞬間，位相為零；在 N_2 點時，位相等於 $\frac{\pi}{2}$ (90°)；回到 O 時，位相等於 π (180°)；到達 N_4 點時，位相等於 $\frac{3\pi}{2}$ (270°)，而最後回到 O 點時，位相等於 2π 。從 O 點到 N_2 點的運動路程中，位相由零變到 $\frac{\pi}{2}$ ；從 N_2 到 N_4 ，位相由 $\frac{\pi}{2}$ 變到 $\frac{3\pi}{2}$ ，從 N_4 到 O ，位相由 $\frac{3\pi}{2}$ 變到 2π 等等。

4. 簡諧振動的圖解。如果在橫座標軸（時間座標軸）上，截取相等的諸線段，而各相等線段所代表的時間，皆相當於週期的若干分之一，然後在橫軸的各截點上以任意的比例尺作縱線，使其代



第4圖 簡諧振動的圖解及其作圖法

表在該時刻振動點離平衡位置的距離，這些縱線的頂點將落在所謂正弦曲線上（第4圖）。所以，正弦曲線能表示出振動點離平衡位置的距離隨着時間的變化而變化的情形。

5. 實驗 1：研究單擺的振動定律。

用具：（1）帶有兩個釘子的台架；（2）鐵及木製的、質量不同的且沿着直徑有孔的許多小球；（3）細線；（4）用來把線固定在球孔中的小木楔；（5）錶；（6）尺。

I. 研究振動週期是否與振幅有關。

實驗步驟：1. 將線的一端繫在支架的一個釘上，並在另一釘上纏繞一下，然後用木楔將小球固定在線的另一端（線必須比小球的直徑長很多）。

2. 將小球傾斜任意一個角度（需在 10° 以內），然後鬆開它；用錶測量（以秒計算）振動 100 次的時間，並計算出振動的週期。

3. 重新移動小球，傾斜的角度更要小一些，同樣計算出振動週期，並比較一下這兩次所算出的數值。由於這個實驗可以得出什麼結論呢？

II. 研究振動週期是否與擺錘的質量有關。

實驗步驟：1. 依次在等長的線端繫上一個小球（小球的質量彼此不同），使其傾斜很小的角度而振動，算出每一個球的振動週期。

2. 比較所得的結果，並做出結論。

III. 求振動週期與擺長的關係。

實驗步驟：1. 取擺長為 l （例如 1 米）和 l_1 （例如 $\frac{1}{4}$ ， $\frac{1}{9}$ 或 $\frac{1}{2}$ 米）的擺，並測出它們的週期 t 及 t_1 。

2. 比較 $\frac{l}{l_1}$ 和 $\frac{t^2}{t_1^2}$ ，由此能得到什麼結論？

6. 單擺的振動定律。由於上面的實驗，可以得到如下的結論：

1. 擺的振動週期，當振幅很小時，與振幅無關（這個性質叫做單擺的等時性）。

2. 振動週期與擺錘的質量無關。

3. 振動週期與擺長的平方根成正比。

4. 振動週期和重力加速度的平方根成反比（註）。

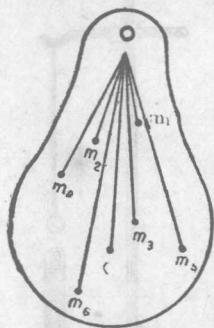
所以，擺長增至 4 倍，週期就增至 2 倍；擺長若為原長的 $\frac{1}{9}$ ，週期就是原來的 $\frac{1}{3}$ 。

由理論可以得到半週期及週期的公式如下：

$$T_1 = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}; T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (II)$$

單擺的等時性，是伽利略在 1583 年發現的。

7. 複擺。一個物體，圍繞不通過其重心的水平軸振動，這個物體就叫做複擺（物理擺）。在擺上和軸距離不同的每個點，都可以看作是長度不同的單擺（第 5 圖）。離軸近的點，週期就要小；



第 5 圖

離軸遠的點，週期就要大。因為複擺是一個整體，只有一個週期，這個週期必須在這些週期的最大值與最小值之間。對於所有的複擺都可以找到一個與它週期相同的單擺。和複擺週期相同的單擺的擺長，叫做該複擺的等值長。因此表示單擺週期的公式，也可以應用於複擺，而公式中的 l 用複擺的等值長來代替。在一個桿上裝一個重的擺錘，就是常見的複擺。

8. 擺在鐘內的應用。擺被應用在鐘內作運動的調節器。鐘的指針所以能轉動，是由於提高了的重錘的下墜或者捲緊了的發條的放鬆，但是它們的下墜或放鬆並不均勻，而指針的運動是要指

註： 這個結論，是由理論得出的。

出相等的時間間隔，因此就使用了擺，利用其等時性來調節鐘的運動（註）。

在所有的鐘錶裏都有一個特殊的錨環，它和擺聯在一起振動。擺振動時，錨環每次只放過齒輪的一個齒，因此就保證了指針運動的均勻。又由於齒輪的轉動，錨環受到了微小的推動，因此保持了擺的振動不息。

第6圖表示鐘擺的構造。

9. 應用擺測量重力加速度。由於單擺半週期的公式，可以得到：

$$g = \frac{\pi^2 l}{T_1^2}$$



第6圖 用擺調節鐘的運動

為了計算地球上任意地方的重力加速度，必須：（1）測量擺的等值長；（2）測量擺振動幾百到幾千回的時間，由於測出的數值計算出擺的半週期；（3）把 l 和 T_1 的值代入公式算出 g 。

練習 1.

1. 為什麼擺錘要做成扁圓形？

2. 求秒擺（半週期為1秒的擺）在北極（ $g=983.24$ ）、在赤道（ $g=978.05$ ）、在北京（ $g=980.12$ ）、在莫斯科（ $g=981.56$ ）、在巴黎（ $g=980.94$ ）等地的等值長各是多少？

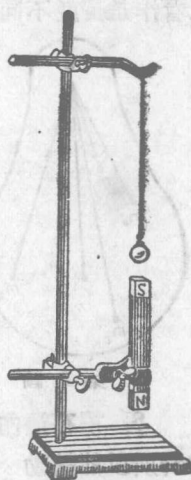
答：在北京 $l=99.30$ 厘米。

3. 在北京已將擺調整好的鐘，拿到北極和赤道時，其快慢如何？

4. 求擺長是76米和300米的擺，在巴黎的半週期各是多少？

答：8.8秒；17.4秒。

5. 在被線吊着的小鐵球下方放一塊磁鐵（第7圖），



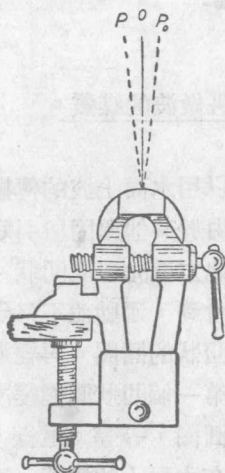
第7圖

註：荷蘭物理學家惠更斯，在1658年將擺應用到鐘內。

其週期有何變化？爲什麼？

6. 將擺從空氣中移到水或黏性油類中，其週期有何變化？
7. 假如將擺長增加二倍或三倍，其週期有何變化？
8. 鐘慢了的時候，應將擺錘移上或移下？
9. 在炎熱的夏天和嚴寒的冬天，鐘的速度將發生什麼變化？

10. 彈性體的振動。物體的振動，可以由於重力的作用而發生，也可以由於彈力的作用而發生。假若撥一下挾在鉗子上的鋼片的上端，那麼鋼片就作簡諧振動（第8圖）。當使鋼片離開平衡位置時，



第8圖 彈性片的振動

它的形狀便發生了變化，由於變形就產生了一種當外力停止作用後能使物體恢復原狀的彈力。彈力及其所生的加速度，與離開平衡位置的偏差成正比，而方向永遠向着平衡位置這一邊（註）。當物體回到平衡位置時，彈力變爲零，而速度在這一瞬間達到了最大值。由於物體積蓄了動能，它就經過平衡位置向另一方面運動。在沒有阻力時將運動到距平衡位置與開始運動時相等的距離。鋼片受彈力作用而作簡諧振動，其振動方向與鋼片長的方向垂直。

如果不使物體形狀發生變化，而使其體積發生變化，例如：壓縮空氣柱或是順着軸的方向壓縮螺旋彈簧，其內部也發生彈力。當去掉外力以後，彈力能使物體恢復原體積；彈力和物體的體積變形成正比。但是去掉外力以後，物體不能立即回到平衡狀態而靜止，而是沿着外力的作用線作簡諧振動。

由此可見，簡諧振動發生於有形狀變形或體積變形的彈性體中。

註：設外力不超過物體形變的彈性限度（第94節）。