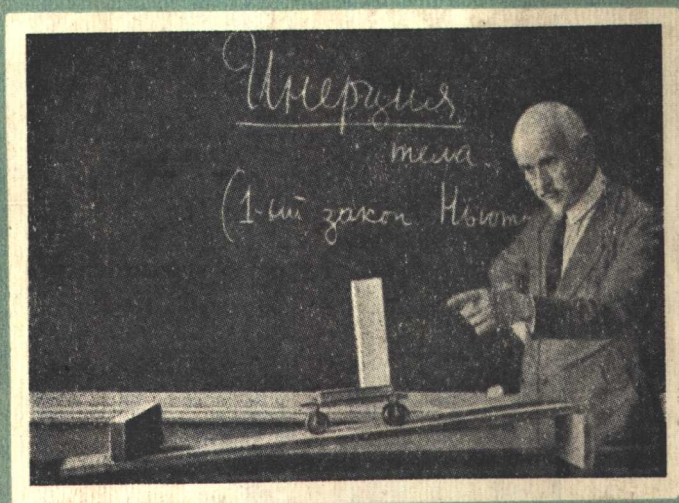


果 梁 赤 金 著

苏联七年制学校物理教学法

物理实验方法 和实验技术

第三分册



洪义

人 民 教 育 出 版 社

苏联七年制学校物理教学法

物理实验方法和 实验技术

第三分册

果梁赤金 著
喬汝棋 译

人民教育出版社

这本物理实验方法和实验技术第三分册是本书的第三篇：苏联七年制学校的物理实验室作业。

这一篇共有六章(第十一章到第十六章)。第十一章的内容是物理实验室作业的教学法简述。在这一章里详细地讲述了怎样运用实验室作业的结果的问题、量度里的误差以及实验里的计算问题、准备和进行实验室作业的问题。以下各章，依次讲述苏联六——七年级物理学各个课题的实验室作业。在这些章里，就着每个课题，都提出了教学法简述，详细地讲述了实验时所用的仪器、使用这些仪器时的规则和有关实验技术和实验方法的问题，此外，还提出了许多实验室作业，供读者掌握实验技术和实验方法。

在本分册的最后，附有三节(\$72, \$73, \$74)本书的附录，分别讲述了蓄电池的充电和学校用风力发电站，介绍了苏联出版的一些关于物理实验技术和实验方法的参考书。在这里，特别是对蓄电池的充电技术，作了相当详细的讲述。

*

Е. Н. ГОРЯЧКИН
**МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ
ФИЗИКИ
В СЕМИЛЕТНЕЙ ШКОЛЕ
МЕТОДИКА И ТЕХНИКА
ФИЗИЧЕСКОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА**
УЧПЕДГИЗ • 1948

本书根据俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国教育部教育出版社
一九四八年莫斯科俄文版译出

*

苏联七年制学校 **物理实验方法和实验技术**
物理教学法

第三分册

苏联·果梁赤金著

喬汝棋译

北京市书刊出版业营业登记证出字第2号

人民教育出版社出版

北京景山东街

新华书店发行 新华印刷厂印刷

书号：空0234 字数：83千

开本：850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张：3 $\frac{5}{8}$

1955年6月第一版

1955年10月第一次印刷

1—6,500册

定价(5)三角七分

目 錄

第三篇 七年制学校的實驗室作業

第十一章 實驗室作業教學法簡述

- §58. 關於運用實驗室作業結果的問題 7
- §59. 量度裏的誤差及其對計算的影響 11
1. 量度裏的誤差的種類。 2. 學生在讀讀數時的誤差。 3. 實驗中的計算。
- §60. 關於大學生進行實驗的問題 21
1. 實驗的準備和進行。 2. 實驗細則和記錄表的格式。

第十二章 關於基本量度的實驗室作業

- §61. 實驗室作業：長度的量度 23
1. 教學法簡述。 2. 量度工具。 3. 量度的對象。 4. 用尺量度時的規則。 5. 實驗室作業 I 直線長度的量度。 6. 實驗室作業 II 曲線長度的量度。 7. 大學生實驗作業問題。
- §62. 實驗室作業：面積和體積的量度 32
1. 量度面積和體積時所用的儀器。 2. 用量筒或量杯量度時的規則。 3. 實驗室作業 I 不規則圖形的面積的量度。 4. 實驗室作業 II 利用量筒或量杯測量固體的體積。 5. 大學生實驗作業問題。
- §63. 實驗室作業：稱量重量和測定比重 36
1. 教學法簡述。 2. 儀器。 3. 稱量規則。 4. 實驗室作業 I 測定固體的比重。 5. 實驗室作業 II：應用阿基米德定律來測定液體的比重。 6. 大學生實驗作業問題。

第十三章 關於力學的實驗室作業

- §64. 實驗室作業：槓桿 測力計 43

1. 教學法簡述。 2. 儀器。 3. 使用測力計的規則。 4. 實驗室作業 I 槓桿的平衡條件。 5. 實驗室作業 II 練習給測力計刻度。 6. 實驗室作業 III 研究摩擦定律。 7. 實驗室作業 IV 測定斜面和滑輪的機械效率。 8. 大學生實驗作業問題。

第十四章 關於熱學的實驗室作業

§65. 實驗室作業: 溫度變化的圖線……………50

1. 教學法簡述。 2. 儀器。 3. 使用溫度計測量溫度的規則。 4. 實驗室作業 I 觀察水直到沸騰的溫度變化。 5. 實驗室作業 II 觀察受熱的固體在熔解前後溫度的變化。 6. 大學生實驗作業問題。

§66. 實驗室作業: 量熱學……………54

• 1. 教學法簡述。 2. 儀器。 3. 使用量熱器的說明。 4. 實驗室作業 I 測定供熱裝置的效率。 5. 實驗室作業 II 測定固體的比熱。 6 和 7. 實驗室作業 III 和 IV 測定熔解熱和汽化熱。 8. 大學生實驗作業問題。

第十五章 關於電學的實驗室作業

§67. 實驗室作業: 電路……………60

1. 教學法簡述。 2. 儀器。 3. 組成電路的規則。 4. 實驗室作業 I 組成最簡單的電路。 5. 實驗室作業 II 電燈照明電路。 6. 大學生實驗作業問題。

§68. 實驗室作業: 電學的量度……………69

1. 教學法簡述。 2. 儀器。 3. 連接伏特計和安培計的規則。 4. 實驗室作業 I 不分支的電路各點上的電流強度相等 測定電功率和電阻。 5. 實驗室作業 II 部分電路的歐姆定律。 6. 實驗室作業 III 根據銅的析出校正安培計的示數。 7. 實驗室作業 IV 電流在實驗中放出的熱量跟從計算中求出的熱量相比較。 8. 大學生實驗作業問題。

§69. 實驗室作業: 磁學 電磁現象……………77

1. 教學法簡述。 2. 儀器。 3. 使用磁鐵的規則。 4. 實驗室作

業 I 磁極的相互作用 羅盤。 5. 實驗室作業 II 磁力線譜。
6. 實驗室作業 III 電磁鉄 研究小電動机的作用。 7. 大学生实验作業問題。

第十六章 關於光学的實驗室作業

§70. 實驗室作業: 光的反射和折射……………84

1. 教學法簡述。 2. 儀器。 3. 實驗室作業 I 反射角跟入射角相等。 4. 實驗室作業 II 光線在空氣和水的分界面上的折射。
5. 實驗室作業 III 通过平行板的光線 6. 實驗室作業 IV 通过稜鏡的光線。 7. 大学生实验作業問題。

§71. 實驗室作業: 透鏡成像……………90

1. 教學法簡述。 2. 儀器。 3. 實驗室作業 I 測定透鏡的主焦距。 4. 實驗室作業 II 透鏡成像。 5. 實驗室作業 III 顯微鏡望遠鏡。 6. 大学生实验作業問題。

附 錄

§72. 蓄電池的充電……………95

1. 教學法簡述。 2. 蓄電池需要充電的特徵。 3. 充電的標準電流。 4. 充電終結的特徵。 5. 蓄電池在充電時的連接法。 6. 電源的電壓。 7. 蓄電池充電時所用的儀器。 8. 實驗 I 用 120 伏特的電源充電。 9. 實驗 II 用 12 伏特的電源充電。 10. 實驗 III 用氧化銅整流器充電。

§73. 学校用風力發電站……………104

§74. 關於物理实验方法和实验技術的參考書……………106



第三篇 七年制学校的實驗室作業

第十一章 實驗室作業教學法簡述

§58 關於運用實驗室作業結果的問題

在本書第一卷裏 (§26, 1—2 和 §27, 1—6), 關於實驗室作業的意義、種類和教學法等問題已經詳細地討論過了, 並在該卷的教學法指示裏 (見第一卷, §§55—111) 按照教學大綱的課題提出了關於作業內容的具体材料。在本卷第一分冊 §16, 1 裏, 我們列出了實驗室作業用的儀器的目錄。

所以, 在本章的教學法簡述裏, 我們只談一談關於量度性質的實驗室作業的結果的運用問題, 這個問題, 在研究量度性質的實驗室作業的實驗方法和實驗技術上是應該特別加以考慮的。在定量性質的作業裏, 學生將實際地認識到某些物理量的簡單量度的方式和方法, 並學會進行同樣的量度。

有許多作業, 就是要達到這個目的。至於所得的結果, 既用不到進行數學的計算, 也用不到加以任何研究和對照並從中得出某個結論。在這種情形下, 量得的結果本身是不能被學生用來獲得任何新的知識的, 所以, 進行這類的實驗室作業只能認為是研究某一物理量的量度方法。屬於這一類的作業有: 長度的量度, 體積的量度, 物體重量的量度, 力的量度, 電壓、電流強度和電阻的量度等。事實上, 當一個學生知道某一物體的重量是 127.3 克重, 拉力是 82 克重, 所取導線的電阻是 5.6 歐姆等以後, 他究竟還能獲得什麼新的知識呢?

但是, 教師應當而且可以有目的地組織實驗, 以使每一次作業的結果都能在當時或在下一次課業裏成為得出這種或那種結論的

材料。例如，曲線的量度，我們就很可以把它作為求圓周長和圓周直徑關係的問題提出來。教師在總結性的談話中，要把各個小組量得的結果列在黑板上，這樣就可以使學生容易看出：這個比值跟圓周的長短無關，等於一個常數 $\pi = 3.14$ 。這樣來佈置作業，不僅讓學生學會了量度曲線長度和直徑的方法，而且還可以得出極其重要的結論。即使稱量物體重量的第一個實驗，也可以用來初步說明比重的問題。如果把幾個體積相等、不同金屬的物體發給學生做實驗，然後再把各組量得的結果寫出來比較一下，就可以讓學生看出：同體積的物體的重量跟組成各該物體的物質有關。

每一個實驗室作業，那怕是建立初步認識的作業也好，教師都應當認真地考慮，不僅要做到使學生學會量度本身的技術和方法，而且要使他們從分析所得的結果（經過數學計算的）中獲得新的知識和學會定義某些物理量，所有這些知識，對於學生說來都是特別重要的。努力做好這個工作，應該是教師的確定不移的任務。屬於這一類的作業有：比重、比熱、熔解熱和汽化熱等的測定。關於這些作業首先應當提到的，就是教師把各小組的量度結果例如比重和比熱的結果寫在黑板上以後，在他的總結性的談話中要指出：這些物理量的大小由於物質的不同而各不相同。在另外的情形下（例如冰的熔解熱的測定和水的汽化熱的測定），可以採用同一的方法使學生認識到各組量得的結果大致是差不多的，而從各組所得結果中得出的算術平均值^①才能說是最正確的。上述性質的作業，當每次把本課的物理問題整個講述完了以後，可以當作‘檢驗’性的實驗，或更確切地說，當作練習性的實驗提出來進行；或是當學生們還根本不了解他們將會得出什麼結果來的時候，也可以當做誘導‘研究’性的實驗提出來進行。

那些為了闡明物理定律但不要求得出各量間準確的數值關係

的作業乃是一種特別類型的實驗。屬於這一類的實驗有：研究摩擦力，測定各種簡單機械的效率，測定供熱裝置的效率，導線電阻跟物質、長度和橫截面積的關係，利用光學透鏡得到物體的像等。所有這些作業都能夠確定出各量之間的關係，但不是用數值表示這種關係。例如，學生在研究摩擦力隨物體重量的加大而增大、電阻跟導體的長度和橫截面積有關、物體的像的性質和大小由物體在透鏡主光軸上的位置所決定等等的時候就是這樣進行的。如果教師能在事先多採用一些辦法，使各組學生所進行的同一內容的作業有所區別，那麼，在比較各組所得出的結果的時候，就能使學生得到重要的結論。例如，各個學生小組在測定各種供熱裝置（第一組用燒杯，第二組用白鐵罐頭盒，第三組用燒瓶，第四組用普通的鋁鍋等）的效率的時候，如果有的採用了熱絕緣，有的沒採用熱絕緣，那麼，我們就能從所得的結果中讓學生知道關於提高效率的方法這一個最重要的問題。在測定各種不同坡度的斜面的效率的實驗裏，如果把各組所得的結果都拿來討論一下，就可以使學生認識到效率的高低跟省力的大小有關。當然，只有教師經過了深思熟慮和適當組織了實驗室作業的情況下，所有得出的結論才能是正確的。而且，教師要考慮的不僅是整個實驗，同時還要考慮到每一個小組的裝置。各組作業中所得到的不同的結果不應該是出乎教師意料之外的，而應該是嚴格考慮到的；否則，就很難得出必要的結論來，甚至完全不可能得出結論來。

最後，還要做一部分驗證定律的實驗室作業，在這種實驗中，需要把定律用數值關係表示出來。屬於這一類的作業有：部分電路上的歐姆定律，焦耳—楞次定律，阿基米德定律和光的反射定律等。我們絕對不能把這些作業叫做檢驗定律的實驗，更不能以檢

① 當然應該把不正確的結果除外。

驗定律爲目的而進行這些實驗。事實上，使用學校裏的那套其實非常簡陋的儀器，再加上是毫無經驗的學生們來量度的，所以根本就談不到什麼準確不準確的問題。如果教師硬要從已得的結果中使學生來建立定律中所表示的數值關係，那就是不可饒恕地向學生散佈了不求甚解的影響，說得嚴重一些，就是讓他們以走馬觀花的態度對待學習。如果讓學生任意綜合各種現象和隨意取捨數字的位數，他們會發現無數的但自然界裏並不存在的定律。相反的，物理教師有責任向學生指出，實驗中測得的結果並不能絲毫不差地完全符合於定律中所表示的數值關係，並且必須說明學校實驗的結果跟科學結論不能一致的原因。因此，驗證定律的作業決不能當做檢驗定律的實驗來進行，而只是利用它們的公式來進行這種或那種量度，或者是拿學生在實驗中所得的結果跟計算所得的結果相比較。在後一種場合裏，實驗的結果越接近計算的結果就越好，但是要知道，兩者完全成爲一致，那只能是一種偶然的情形。

在總結上述一切的時候，必須指出，每次佈置實驗室作業以前，首先要確切地規定實驗的目的，在每一次實驗裏都要力求多讓學生學會一些實際的技能和一些新的物理知識。從這裏我們就可以知道：必須周密考慮整個實驗和個別處理每組作業，以便在比較各組所得的結果中可以使學生在當時或是在以後獲得某些新的知識，並擴大和加深已有的知識。

在物理學這門課程中，實驗具有巨大的意義。因此，應該以小組作業的方式多進行一些輔助性的實驗，最低限度也要把特別愛好物理實驗的學生們組織起來做一些輔助性的實驗。正是因爲這個緣故，本書後面敘述的實驗超出了正式物理學教學大綱所規定的範圍。

§59 量度裏的誤差及其對計算的影響

1. 量度裏的誤差的種類 各種量度裏的誤差，首先是由於量度方法不正確和量度儀器本身不準確而產生的。這種誤差叫做系統誤差。一般說來，完全消滅這種誤差是根本辦不到的。採用比較精密的儀器和比較完善的量度方法能够使這種誤差減少。但是，在中等學校裏，一般都是採用極不完善的量度儀器來進行各種量度的，所以，系統誤差是很大的。

除了系統誤差，還有一種誤差，叫做偶然誤差，這種誤差主要是跟實驗者本人有關的。例如，學生根據某一量度儀器，例如刻度尺、量杯、天平、安培計和溫度計等進行讀數的時候，就總會產生這類偶然誤差。偶然誤差雖然不可能全部消滅，但無論如何也能够利用取各次量度結果的算術平均值的計算方法來大大減小它對結果的準確性的影響。因此，在學校裏，在學生沒有更多的時間進行反覆量度的情形下，也就只好取各小組的量度結果的算術平均值，這樣我們可以得出最接近於真值的結果來。不過這裏要有一個條件，就是所有被量度的物理量都應該是相同大小的。在多次量度中，如果有一個結果跟別的結果相差太大，那就要把它當做一個錯誤的結果加以摒棄。學生是應當知道量度中會產生偶然誤差的，教師也要給學生說明取算術平均值的意義。在許多實驗裏（測定 π 值，測定比重、比熱、熔解熱和汽化熱等），算術平均值是在總結性的談話中計算出來的。把每個小組的量度結果跟這個算術平均值相比較，這是評定小組作業成績的最好的標準，而比根據對照表裏的數值來評定要好多。

應當記住，由於有系統誤差存在，即使完全消除了偶然誤差，在學校用的量度儀器上也永遠不會得到跟表裏的數值完全一致的

結果。不过，这种差異也可以是由別的原因所造成的。

物理教師和特別是學生，在每次做完實驗室作業以後，都有一種拿自己得出的結果跟表裏的數值相比較的傾向。這種比較可分為下列的兩種情形。

第一種情形是量度物理常數的實驗；物理常數的大小是跟被量度的物體以及用什麼裝置進行量度無關的。這種情形的最具有代表性的一個例子就是 π 值的測定， π 值的大小既跟被量度的圓周的大小完全無關，也跟量度的方法無關。這種情形的另一個例子是驗證焦耳—楞次定律的實驗室作業，在這個實驗裏我們要計算表示焦耳和卡路里兩個單位間的關係的常數。

絕大部分的實驗室作業都屬於另一種情形即第二種情形。在這些實驗裏，要測定的物理量的數值跟被研究物體的特有的性質有關。像比重、比熱、電阻率等都屬於這種物理量。課本表格裏的數值是相當於那些化學上純淨的或者嚴格按一定比例組成的物質的（例如各種合金）。但是學校實驗室作業裏所用的各種物體，顯然不是化學上純淨的物質，並且大部分都是沒有一定的組成成分的；可能是含有雜質的某種合金或其他物質，由於雜質的存在，便破壞了它們原有的性質。很明顯，在實驗室作業裏，對於這些特殊成分或混合成分的物體所量得的結果不但不可能、而且也不應當跟表裏列出的數值一致。

對於學校實驗室裏現有的各種物體，教師應當自己作出數據表。為了作出這種數據表，應該把實驗室作業裏所用的一切物體加以編號，並在每次實驗室作業之後，把對該物體所量得的結果填寫到特備的筆記本裏。然後從多次記載的數值材料中算出算術平均值，這樣作出一張最接近於真值的數據表。對於這些物體在實驗中所測得的結果，都不會跟這張表裏的數據相差太大。並且在

以後的量度中，我們也可以把學生所量得的結果拿來跟這張自製的參考數據表進行比較。

誤差有絕對誤差和相對誤差。絕對誤差的大小由量的真值和量度結果之差而定。

相對誤差用絕對誤差跟被量的物理量的大小的比值來表示，例如，有一個學生從溫度計刻度上讀出溫度的度數，所發生的誤差不到半度，那麼，這一量度中的絕對誤差就等於 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。相對誤差可以計算出來：求出絕對誤差（在現在情形下等於 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ）跟被測物體的溫度（假定 80°C ）的比值。這時相對誤差是：

$$\frac{\Delta t}{t} = \frac{\pm 0.5}{80} = \pm 0.006 = \pm 0.6\%$$

2. 學生在讀讀數時的誤差 學校裏所用的各種量度儀器都是不甚精確的，因此，用這些儀器來量度物體，就一定會產生比較大的系統誤差。但是，更大的誤差卻發生於學生在這些量度儀器上進行讀數的時候。

現在我們來說明學生在讀讀數時所發生的相對誤差。這裏，我們假定學生在讀讀數時只讀出標度上的整分度，不用眼睛估計整分度的小數點以下的數值。這種假定是切合實際的，因為根本不能要求七年制學校裏的學生準確地讀出分度的小數點以下的數值。不過，我們要事先對學生說明：儀器上的指示，例如指針（或是被量線段的端點），如果是大約指在相鄰的兩個刻線中間的位置，那麼應取的結果是：

I. 當指針指在不到一半分度的位置時，取較小的值。

II. 當指針指在大於分度中間的位置時，取較大的值。

III. 當指針恰好指在相鄰的兩個刻線的正中間的時候，在學校裏舉行實驗的情形下，可以取其中的任何一個值，大值、小值均可。

比如說，有一個伏特計(標度的最小分度是 $\frac{1}{10}$ 伏特)，在第一次量度裏指針指出的數值是 $3.2 + 0.07$ 伏特^①，第二次是 $1.4 + 0.03$ 伏特^①，那麼應該讀出來的電壓伏特數第一次就是3.3伏特，第二次就是1.4伏特。我們就是根據這個原則從刻度尺上讀出長度、從量杯裏的液面的位置讀出物体的體積、從水銀柱的頂端讀出溫度等等的。

這樣，在遵守上列的規定情形下，學生在讀讀數時所生的絕對誤差就永遠是儀器標度的分度值的 ± 0.5 了。

從這裏可以知道，學生在學校實驗室裏用的各種儀器上進行實驗的時候，在讀讀數時所發生的絕對誤差如下：

儀 器 名 稱	最 小 分 度 值	誤 差 大 小
刻 度 尺	1 毫米(圖 462)	± 0.5 毫米
量 杯 或 量 筒	$\frac{1}{2}$ [厘米] ³	± 0.25 [厘米] ³
量 杯 或 量 筒	1 [厘米] ³ (圖 469)	± 0.5 [厘米] ³
量 杯 或 量 筒	5 [厘米] ³	± 2.5 [厘米] ³
測 力 計	10 克重(圖 103)	± 5 克重
測 力 計	100 克重(圖 104)	± 50 克重
溫 度 計	1°C(圖 106)	$\pm 0.5^\circ\text{C}$
伏 特 計	0.1 伏特(圖 112)	± 0.05 伏特
安 培 計	0.1 安培(圖 112)	± 0.05 安培

相對誤差隨着量度結果的大小而改變。例如，有一個學生從溫度計上讀出來的溫度第一次是 5°C ，第二次是 80°C ，那麼，在絕對誤差都是 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 的情形下，兩次的相對誤差分別等於：

$$\frac{0.5}{5} = 0.1 = 10\%, \quad \frac{0.5}{80} = 0.006 = 0.6\%.$$

在長度的量度裏，如果學生第一次得出的結果是 45 厘米，第二次是 8 毫米，那麼，在絕對誤差都是 ± 0.5 毫米的情形下，兩次的相對誤差分別等於：

$$\frac{0.5}{450} = 0.001 = 0.1\% ; \frac{0.5}{8} = 0.06 = 6\% .$$

學生用藥房天平(到 100 克)進行測量時所發生的絕對誤差應該認為等於 10 毫克 $\div 2 = 5$ 毫克。這樣，在測量比較大的物體的時所發生的相對誤差就非常小，跟其他的誤差比較起來，在大多數情形下都可以略去不計。例如，在測量 10 克和 100 克的兩個物體時，它們的相對誤差各等於：

$$\frac{0.005}{10} = 0.0005 = 0.05\% ; \frac{0.005}{100} = \frac{0.01}{200} = 0.005\% .$$

在上皿天平上，絕對誤差由極限荷重的大小所決定；學生在量度中所發生的絕對誤差等於 100 毫克 $\div 2 = 50$ 毫克，或者在大天平上等於 500 毫克 $\div 2 = 250$ 毫克。

然而，除了偶然誤差，還有跟學生本人無關的系統誤差，系統誤差由所用的儀器的精密程度所決定。在學校實驗室裏所用的一切量度儀器中，藥房天平(圖 95)是最完善的。

在大多數實驗室作業裏，學生每一次都要進行某些不同的量度，所以，所有這些量度結果的誤差都要對最後的結果發生影響。從理論上可以計算出最後結果的相對誤差來，這個誤差由量度各個物理量時所生的誤差大小而定。計算誤差時所用的公式隨着各個物理量間的關係的形式而不同。如果不把包括二次方(焦耳—楞次定律裏的電流強度平方)的公式這種唯一的情形拿來

① 這是根據有經驗的實驗員估計得出的。學生只能看出，在第一种情形裏指針的位置超過了分度的一半，在第二种情形裏還差一點不到一半。

進行計算的話，那麼，我們在七年制學校實驗室作業的計算中所遇到的可以說只是公式中各量的乘法和除法。在這種情況下，所有相對誤差就可以實行相加了。

為了簡單起見，我們把相對誤差都當成是同一符號的並實行算術加法；根據這種假定來計算，就得到了最大可能的相對誤差，這個誤差是相當於最不好的情況的①。

包含在計算裏的各物理量的相對誤差很少在數值上是彼此相近的；常常要遇到的情形却是，一部分物理量的相對誤差比其他物理量的相對誤差大許多倍（10 倍以上）。造成這種情形的原因，通常是因為某一物理量的絕對值比其他物理量的絕對值小得多。例如，在測定固體比熱的實驗裏，水的溫度的變化（大約 5°C ）就比物體的質量（大約 100 克）和水的質量（大約 200 克）小得多（見下面的例題 3）。

在這種情況下，如果對最小的物理量的量度不加特別注意，就會得到特別大的相對誤差，而別的誤差跟它比較起來以致可以完全不計。從這裏我們可以得出這樣的結論：幾個被量度的物理量在數值上的差異特別大的時候，應該把大部分的注意和精力放在量度最小物理量上面，並力求得到最大可能的精密度。別的物理量可以量得稍粗率些，也就是說，不一定非要得到最大的絕對精密度不可；相對誤差只要不超過量度最小物理量時所生的相對誤差就行（見例題 3）。在量度幾個物理量的時候，如果其中有一個物理量在儘量精密量度的情形下仍舊產生很大的相對誤差，那對別的物理量就不要費更多的時間和精力去追求最大的絕對精密度了。這一點教師是必須加以注意的，因為學生一般不了解量度物理量時條件的不同，而在所有的量度中總是不加區別地想求得同樣的精密度。他們更想不到自己的這種努力不但徒勞無益，而且