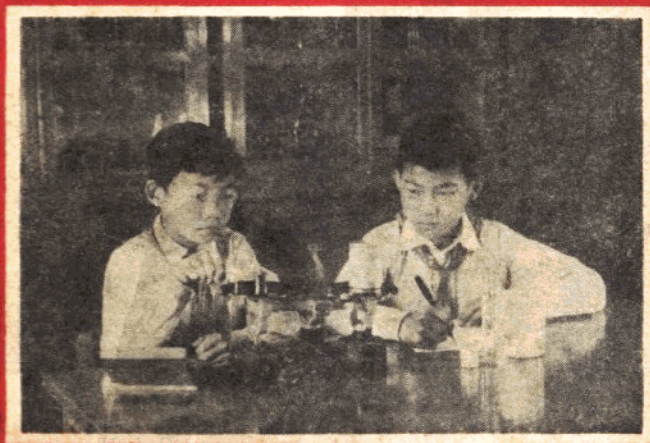


初級中學物理實驗參考書



人民教育出版社

初級中學物理實驗參考書

江蘇師範學院物理系編

人 民 教 育 出 版 社

初級中学物理实验参考书

江苏师范学院物理系編

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)

新华书店北京发行所发行

全国新华书店經售

北京外文印刷厂印装

統一书号：7012·453 字数：72千

开本：787×1092毫米 1/32 印张：3 $\frac{3}{8}$

1959年8月第一版

1959年11月第一次印刷

北京：1—20,000册

定价 0.28元

前 言

全国各中等学校在党和政府的领导下，物理教学质量显著提高，普遍重视了物理实验，但中学教师十分缺乏物理实验教学参考书。为了进一步提高中学物理教学质量，教育部于一九五七年委托我系编写初中物理实验教学参考书，以满足中学物理教师的迫切需要。我系为了使本书能密切联系中学实际，特约请苏州高中吴保祉、苏州市一中钱拙、苏州市二中殷坎源和我院实验中学张则箴四位老师集体编写，并由本编委会组织系中教师讨论审订，加以整理出版，供全国初中物理教师指导学生物理实验的参考。

本书的内容包括总论、力学、热学、电学和光学等五部分。总论着重地分析了物理实验的重要性和教学目的，并一般地讲述了怎样上实验课、物理实验误差及有效数字的意义。本书其余部分则分别介绍了力学、热学、电学和光学等部分的共四十个实验。这些实验除了包括初中物理教学大纲中的全部十五个实验而外，还介绍了一些教学大纲以外的初中程度的实验，供教师同志根据各校具体情况选择采用。

本书所写物理实验内容，除其中十五个是对现行初中物理课本中的实验加以分析而外，有少数是参考物理通报和苏联波克洛夫斯基著“物理课外作业的实验和观察”等书刊编写的，其余各实验均是根据编写人的教学经验编写的。对于每个实验，除提出了实验目的、实验器材和实验步骤外，还根据实际教学经验指出实验中的注意事项（如怎样减少误差、维护仪器、注意实

驗安全等),在必要时还介紹了跟实验有关的一些参考資料和提供一些教法建議。

由于我們的水平的限制,許多实验的經驗还介紹得不全面,对于实验教材的分析也还不够深透,甚至有不正确的地方,希望参考这本书的教师提出意見和批評。

江苏师范学院物理系教材編委会

一九五九年三月

目 录

总論.....	1
一 物理实验的意义和实验課的教学目的.....	1
二 实验課的教学过程.....	2
三 实验的誤差.....	5
四 有效数字.....	7
五 实验課的評分标准.....	12
第一章 关于量度和力学的实验.....	14
实验 1 长度的測定.....	14
实验 2 体积的測定.....	17
实验 3 重量的測定.....	19
实验 4 比重的測定.....	21
实验 5 彈簧測力計.....	22
实验 6 固体压强.....	24
实验 7 液体压强.....	26
实验 8 大气压强的測定.....	27
实验 9 物体浮沉的条件.....	30
✓实验 10 摩擦力.....	31
实验 11 滑动摩擦和滚动摩擦.....	34
✓实验 12 杠杆平衡的条件.....	36
实验 13 制造杆秤.....	39
实验 14 滑輪.....	40
实验 15 声源的研究.....	43
实验 16 声音的傳播和反射.....	45
第二章 热学实验.....	48

实验 1 物体的热膨胀	48
实验 2 温度计	50
实验 3 水的热膨胀的特点	54
✓实验 4 热平衡	56
实验 5 比热	58
实验 6 供热装置的效率	61
✓实验 7 萘的熔化和凝固	62
第三章 电学实验	65
实验 1 静电现象	65
实验 2 验电器的应用	68
实验 3 串联和并联电路	70
实验 4 导体电阻的测定	73
实验 5 电功率的测定	77
实验 6 保险丝	79
实验 7 磁力线	81
实验 8 电流的磁场	82
实验 9 电磁铁	84
实验 10 电铃	85
实验 11 电动机	87
实验 12 发电机	90
第四章 光学实验	93
实验 1 光的反射	93
实验 2 平面镜	95
实验 3 潜望镜	96
实验 4 光的折射	97
实验 5 透镜	100

总 論

一 物理实验的意义和实验課的教学目的

物理学起源于生产实践，它是一门以实验为基础的科学。因此，物理教学在贯彻教育为无产阶级的政治服务，教育与生产劳动结合的教育工作方针中，起着巨大的作用。通过物理教学，可以使學生获得一定的现代科学和现代生产技术的基础知识；可以培养学生了解和使用一般仪器和生产工具的技能；可以培养学生的辩证唯物主义观点、劳动观点和爱国主义的思想品质等。

要使物理教学完成上述的任务，极重要的条件之一是必须重视实验，特别是学生亲自操作的实验。否则，学生将得不到使用一般仪器和工具的初步训练，所学到的书本知识也会是很不巩固的。正是因为这样，所以中学物理教学大纲（修订草案）指出：初中的物理教学应以实验观察为基础；高中的物理教学仍应以实验为基本的方法。

物理实验課中所安排的实验，虽然也是学生对物理知识认识过程中的一个步骤，但是它和物理学家为研究新的物理现象而做的实验或观察有所不同。因为物理学家的实验是要研究新的物理现象，所以他所进行的实验和观察的结果，可能是否定的；而学生在物理实验課中所学习的，是已经肯定了的物理知识，因而他们在实验課中所进行的应该是按照一定教学目的而设计的，在教师指导之下可以保证得到正面结果的实验。这些实验将帮助学生获得正确的物理知识，并且牢固地掌握它们。

但是，实验課在物理教学上的意义远远不止这一点。在实验

課中, 学生將使用各种仪器和工具, 將逐漸学会使用这些东西的技能, 学会如何安排和进行实验, 因此, 实验課有助于培养他們成为具有实际工作的技能与技巧、能独立在認識途徑中繼續前进的人。

学生亲自做实验时, 对工作中的 每一步驟, 每一观察和測定, 都要認真思考, 因此, 实验課还有助于发展他們的邏輯思維, 养成深入洞察自然的习惯, 能够把主要的、本質的东西同次要的、偶然的东西区分开来。

由此可見, 实验課在物理教学中具有非常重大的意义。

根据初中物理实验的具体内容, 可以大致認為, 实验課的教学目的應該有下面各项:

1. 验证物理規律从而巩固物理知識;
2. 学会物理学的实验方法和物理常数的測定方法;
3. 培养使用仪器、仪表和工具的技能;
4. 培养独立工作和解决实际問題的能力;
5. 培养实事求是、准确、耐心、守紀律、整洁、有条理和爱护公共財物等优良品質。

但是, 在物理实验課中, 不能要求每一个实验都能完成上述所有的教学目的, 所以教师在选择教材和教学方法时, 就必须考虑某个实验是为了实现上述的哪些目的, 而其中哪些又是主要的。教学目的明确, 而准备又十分充分的物理实验課, 总是能收到良好效果的。

二 实验課的教学过程

中学物理实验, 也是一种教学形式。在这里, 教师的主导作

用更为重要。在課堂教学中,学生的主要活动是思維,思維的方向是由教师的講述所决定的。在實驗室里,学生不仅要思維,而且还要操作,这时,学生的活动是多方面的,彼此的活动可能有很大的差异。因此,教师对实验課的准备、組織和指导,就必须特別加强,才能很好地引导学生思維和操作,使整个实验工作进行得有条不紊,从而达到預期的教学目的。否則,学生的活动,不但可能使实验的目的不能达到,还可能使實驗室的秩序陷于混乱。由此可知,在实验課中,經過教师仔細研究的,紧密安排的各个教学环节是很重要的。当然,安排各个教学环节,目的都是在于使得学生能更好地进行实验操作,以达到該項实验的預定要求。实验課的一般教学过程可以包含以下几个环节:

1. 組織教学和复习提問: 实验課开始时,同課堂教学一样,教师首先应进行組織教学,然后再向学生提問,使学生复习本次实验課所根据的理論知識。在复习提問时,可以采用問答式的思考題,由学生就地回答;或者提出計算題,指名板演。然后,通过教师对学生的答案的整理和糾正,使全班学生都正确地回忆起本节課所要驗證的或应用的規律和公式。

2. 宣布实验課題和确定实验目的: 复习以后,教师即可向学生宣布本节实验課的課題,并通过启发性的談話,最后让学生自行用文字写出实验的目的,例如,是驗證某一公式、測定某一物理量或者是学会使用某种仪器等。因此,如果給学生印发实验报告,其中的实验目的一项可以不必印出,留下空白让学生自己填写。

3. 教师讲解实验方法、步驟和要求: 在学生已經明确了本节实验課的目的,有了进行实验的积极性以后,教师就應該告訴学

生实验所采用的方法并扼要地说明实验的具体步骤，应尽可能运用实物，模型或黑板画来说明主要仪器的装置和使用方法。最后，明确提出实验的要求和注意事项，例如，对误差的要求，注意有效数字以及错误的防止和仪器的维护等。

4. 学生进行实验：学生领得仪器或者取用预先放在实验桌上的仪器进行实验操作时，教师在实验室内巡回视察，随时发现和纠正学生操作中的错误或解决他们的困难，随时进行纪律教育，并纠正某些袖手旁观和作“记录员”的学生的学习态度。

5. 进行实验总结：在大部分学生的实验操作都已完成时，教师就应该告诉学生停止进行实验，一道来总结。总结的方式要根据实验的内容来决定：可以是检查提问；也可以分析学生实验的结果和产生误差的原因，也可以是作出实验所探求的结论。

6. 布置家庭作业：总结以后，学生即可当堂整理实验报告，在下课前约3—5分钟时，结束报告并交给教师，然后布置家庭作业，下课。学生的实验报告可以根据学校的具体情况，另外印出或用练习簿都可以。内容要明白简单，它一般只包括：1. 课题，2. 实验目的（在课堂上即时填好），3. 记录（边做边记），4. 计算及结论（整理报告时的主要工作），5. 问题（不一定每次都有，如果有，在总结时，口头回答后填入）。

按以上的全部教学环节进行的实验课，学生实际进行操作的时间是不会多的，因此只有实验的内容不多时才可采用。教师在每一次安排实验课的教学时，都要充分考虑到学生实际操作所必需的时间，在保证学生完成实际操作的前提下，来安排其他的教学环节。譬如，可以省去复习旧课这一环节，也可以在下一大讲授课中再进行总结等。但实验报告最好要求学生当堂做好，

以保證學生獨立完成實驗報告，防止個別學生抄襲別人實驗報告的現象。總之，物理教師在學生的物理實驗中應充分發揮主導作用，根據學校的實際情況和實驗的性質，安排實驗課的教學環節，並抓緊每一個教學環節，嚴格要求學生，以全面完成教學任務。

本書以後即按照這樣的教學過程，將每一實驗的教材進行教學法的分析，並提出指導實驗時的注意事項等，以供教師們參考。

三 實驗的誤差

實驗課應該要求學生消滅錯誤、減少誤差，因為誤差是不可避免的，而錯誤則是不允許的。我們必須弄清誤差和錯誤的區別，研究誤差產生的原因，從而正確地幫助學生防止錯誤，減少誤差，並確定某實驗所允許的誤差。

1. 誤差與錯誤的區別：誤差與錯誤完全是兩回事。在實驗中進行量度時所獲得的數據，儘管在相同情況下，由同一個人用同一種儀器作多次同樣的量度，他所得數值都可能是先後不同的。這種結果，無論儀器如何精密、操作怎樣小心都是無法避免的。這種量度數值與正確數值之間的差別，我們稱之為誤差。

至於錯誤，那完全是另外一件事。例如，記錄時將 3 記作 8，將 3×5 計算成為 8 等，這些都是由於記錄或演算而產生的完全人為的錯誤。它和誤差是不能混為一談的。

教師在指導實驗時就應該向學生說明該次實驗可能產生的錯誤，而嚴格要求學生努力消滅它。特別是粗枝大葉的作風，是產生錯誤的根源，那就必須通過嚴格的要求來加以糾正。

至于誤差,只能告訴学生如何减少,并規定每次实验所許可的最大誤差。还要特別向学生說明由于所用仪器的性能的限制和方法的不严格,誤差可能較大,学生不必徒劳无功地去追求数据,更不可以修改实测的数据。

2. 誤差产生的原因: 由于誤差产生的原因不同,有些誤差是可以設法减少,甚至消除的,但在一定条件下,有些誤差是难于避免的。从誤差的性质来看,实验誤差可以分系統誤差和偶然誤差。

1) 系統誤差,产生的原因:

①仪器不精密——中学仪器一般并不精密,因而所产生的誤差可能是相当大的,所以,中学的实验,一般不可能要求很高的准确度;

②方法粗略——中学实验所用的实验方法,多半是很简单的,所用的公式本身也往往是不够严格的,这也使得中学实验产生較大的誤差。

2) 偶然誤差,产生的原因:

①实验者量度技术的不熟練或者不准确,通过学习和锻炼,这种誤差是可以避免的;

②意外的影响,例如学生实验时,生理和心理状态的变化,室内温度的改变,气流的震动等等。

系統誤差一般是可以估計的,偶然誤差一般是服从統計学的概率律。初看这些誤差的出現,大小正負好象变化莫测,而从統計的結果可以知道小的誤差产生的概率远远大于严重的誤差,而正負誤差出現的概率則常常相等。因此,多做几次,而取其算术平均值,就可以减少誤差。

3. 绝对误差与相对误差: 实验量度的结果和标准值的数量之差叫绝对误差, 绝对误差和所量度的物理量的比值叫相对误差。实验效果的准确程度, 应该看相对误差的大小, 而不在于绝对误差数值的大小。例如, 有一学生从温度计上读出温度的度数, 所发生的误差是半度, 那么, 这一量度中的绝对误差是 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。但如果要测的温度是 80°C , 那么, 相对误差是 $\pm 0.5/80 = \pm 0.006 = \pm 0.6\%$ 。这个实验的结果在中学里来说, 可以算是很好的了。但是如果测的温度是 10°C , 那么, 相对误差是 $\pm \frac{0.5}{10} = \pm 5\%$, 绝对误差虽然一样, 而相对误差则显然增大了。由此可知, 教师在指导学生减少误差时, 指出对实验结果产生的误差有重大影响的那些量, 使学生在测定这些量时格外注意, 是很重要的。

教师在准备实验课时, 应自行用准确的方法, 先多次求出实验结果的比较准确数值, 作为学生计算实验的误差的标准值, 并根据所采用的实验方法和所用的仪器定出对误差的要求。一般中学所用材料, 多半不是纯粹的, 例如, 用普通的铜测出它的比重和比热等, 所以, 拿书上所列表中的数值来作计算相对误差的标准, 是不切实际的。

四 有效数字

学生在进行实验的量度和计算实验结果的时候, 常常将小数点以后不必要的许多位数字都写上去, 以为这样更加显得精密。这表明他们是不懂得有效数字的意义的。因此, 教师在初中学生做实验之前, 就应该向学生说明有效数字的意义和计算实验数据的方法, 并在每次指导实验的时候, 告诉他们本实验所

得数据的有效数字的位数。

1. 有效数字的意义:

我們在生活实际和生产实际中所碰到的物理量的数值, 并不一定都是整数。例如, 北京到南京鉄路的长度是 1052.5 公里; 某一块鉄矿石的含鉄量是 0.43; 有一本书的重量是 250.8 克; 某人跑完 100 米所需要的时间是 12.4 秒等等。在做实验时, 量度所得的数据, 也常常都不是整数。因此, 测得什么数据, 就应该記下什么数据, 不能为了求簡便而只取整数。

在另外一方面, 由于各种量度仪器的精密程度不同, 测出来的数据, 它們可靠的位数也有不同。例如: 用米尺量出桌子的长度为 138.65 厘米, 米尺上有毫米的刻度, 那么, 毫米的数值可以从米尺上讀出来, 所以这前四位数字都是准确的、可靠的。毫米以下还有一位数字, 是我們用眼睛估計出来的, 虽然是估計或可疑的, 但还有一定的可靠性, 所以仍然取在数据中。一个数据中估計或可疑的数字只可以取一位, 不能多取, 因为多取的估計数字中后面的各位数字是毫无意义的。例如, 一般溫度計上的刻度只刻到度为止。那么, 在取溫度的数据时, 只能取度以下的一位估計数字。例如, 测出温度为 23.7°C , 0.7 度已經是估計的, 0.7 以下的数字, 都是无意义的, 故不必取入。

前面的准确数字和最后一位可疑数字, 都叫有效数字。在記有效数字的时候应该注意以下几点:

(1) 有效数字的位数与小数点无关, 例如: 6371 是四位有效数字; 6.371 也是四位有效数字。

(2) 零“0”在数字的中間或者在数字之末, 都是有效数字, 但在数字之前就不是有效数字。例如: “1.01”, “100”都是三位有

效数字;“0.011”則只有两位有效数字。7.30 和 7.3 两个数的意义不同,虽然他們的数值相同。前者是表示“3”为准确数字,“0”为可疑数字;后者表示“3”为可疑数字。

(3)遇到大数字时,表示有效数字的方法可以写成这样: 1.2×10^4 或 12×10^3 、 1.20×10^2 、12000,它們分別是两位、三位、五位有效数字,虽然他們的量值相同,但是意义不同,不可混淆。遇小数时,可以把 0.00129 写成 1.29×10^{-3} 或 12.9×10^{-4} ,結果还是三位有效数字,意义不变。

2. 量度結果的記錄和实验数据的計算:

在实验中所获得的数据的位数愈多,表示量度結果愈精确。实验室的米尺一般可量到 0.01 厘米;天平可量到 0.1 克或 0.01 克或 0.001 克,須視天平的精密程度而定;停表可量到 0.1 秒;一般溫度計可測量到 0.1 度;至于电学仪表所能測的位数,要根据它刻度精密的程度来决定。凡可以測到的精密程度,就一定要記錄到,不可省略。例如,米尺可以測到 0.01 厘米,就一定記錄到 0.01 厘米;如果某本书的长度用米尺測出来剛剛为 21 厘米,則应記为 21.00 厘米,有效数字为四位,相当精确;如果只記为 21 厘米,則認為米尺只能測到厘米,有效数字只有两位,那就不甚精确。物理学上的記錄法和算术上的記錄法有些不同:算术上小数末尾的“0”一律取消;在物理实验的数据中,應該保留的就要保留。

在做实验时,我們直接測量的是某几个物理量,必須应用这几个直接測量的物理量,根据一定的理論算式,經過計算以后,才能得到所要求的結果。在計算时,应用有效数字要注意以下两个基本原则:

(1) 每一个数据只要保留一位估计或可疑数字。

(2) 去掉第二位可疑数字时要用四舍五入的方法。

现将几种基本运算中关于有效数字的处理原则，分述如

下：①

甲、加法：

在下面的论述中，我们在每一个可疑数字下面加一横，以资区别。

例如，用米尺量得桌子的厚度为 2.24 厘米，用游标尺量得书的厚度为 0.834 厘米，求它们的总厚度。

$$\begin{array}{r} 2.24 \\ +0.834 \\ \hline 3.074 \end{array}$$

2.24 中的“4”是可疑数字， 0.834 中的“4”也是可疑数字。加起来以后 3.074 中有两位可疑数字，只须要保留一位“7”就可以了，“4”这一位可以舍掉。于是，得出总厚度是 3.07 厘米，还是三位有效数字。

乙、减法：

例如，用固体温度计测出蒸汽机汽缸中蒸汽的温度是 281°C （固体温度计 10 度以下的读数都是估计的或可疑的），用水银温度计测出当天的气温是 16.5°C ，求它们的温度差。

$$\begin{array}{r} 281 \\ -16.5 \\ \hline 264.5 \end{array}$$

281°C 中的“1”是可疑数字， 16.5°C 中的“5”是可疑数字。相减

① 关于有效数字的运算，我们在这里只作了初步的介绍。读者如果愿意了解得更详细，可以参阅任何一本近似计算方面的书。