

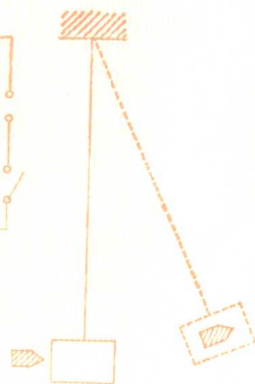
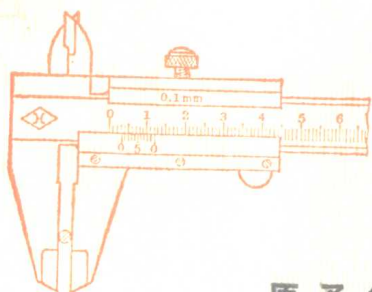
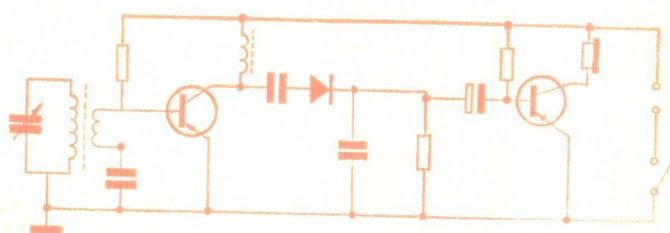
中学物理实验

高中部分

戴正宏

潘须连 编

蒋德仁



原子能出版社

中学物理实验

高中部分

戴正宏 潘须连 蒋德仁 编

原子能出版社

内 容 简 介

本书根据新编中学物理教材的内容和教学大纲的要求，按照课本的顺序，编入高中部分的二十六个实验。对各实验的实验目的、器材、原理、步骤、数据处理、注意事项和实验结论均有详细说明，此外留有思考题及供学生填写答案的空白。本书可供高中学生进行物理实验时使用（并可作实验报告册），也可作为教师指导学生进行实验的参考书。

中学物理实验

高中部分

戴正宏 潘须连 蒋德仁 编

原子能出版社出版

（北京 2108 信箱）

北京丰华印刷厂印刷

（北京市丰台区岳各庄）

新华书店北京发行所发行·新华书店经售



开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $2\frac{3}{4}$ · 字数 58 千字

1984年5月第一版·1984年5月第一次印刷

印数 1—99,000 · 统一书号：15175·551

定价：0.34元

前 言

物理学是一门以实验为基础的科学。物理知识，包括物理概念、定律和理论，都是在实验基础上建立起来并由实验加以验证的。培养学生掌握一定的实验技能，是中学物理教学目的之一。为使学生掌握有关实验的一般原理和实验方法，了解基本仪器的原理、构造和使用方法，学会正确记录实验数据和进行数据分析处理，知道产生误差的原因和减少误差的方法，我们根据新编中学物理教材的内容和中学物理教学大纲的要求，按照课本的顺序，经过反复实验和认真讨论，编写了这本《中学物理实验》。本书可供中学生进行物理实验时使用，也可作为物理教师指导学生实验的教学参考书，在学生进行全面复习的过程中，本书也有较好的参考价值。

本书在编写过程中，虽然反复实验、讨论和修改，但限于我们的水平，书中缺点和错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

目 录

一、谈谈中学物理实验	1
二、高中生物理实验	5
实验一 游标卡尺的使用	5
实验二 螺旋测微器的使用	10
实验三 互成角度的两个力的合成	12
实验四 有固定转动轴物体的平衡	15
实验五 研究匀变速运动的规律	16
实验六 研究平抛物体的运动	21
实验七 验证牛顿第二定律	24
实验八 验证机械能守恒定律	29
实验九 研究弹性碰撞	33
实验十 用冲击摆测弹丸的速度	37
实验十一 研究单摆的振动周期	41
实验十二 验证玻意耳—马略特定律	44
实验十三 验证气体状态方程	47
实验十四 示波器的使用	49
实验十五 用电流表和电压表测定电池的电动势和内电阻	54
实验十六 研究电源的输出功率	57
实验十七 把电流表改装为伏特表	59
实验十八 用惠斯通电桥测电阻	62
实验十九 研究电磁感应现象	65
实验二十 用示波器观察交流电的波形	67
实验二十一 安装变压器模型	70
实验二十二 研究整流滤波电路	74
实验二十三 用万用电表判别晶体三极管的管脚并估测 β 值	76
实验二十四 研究三极管放大电路	78
实验二十五 晶体管收音机的安装和调试	80
实验二十六 利用双缝干涉测定光波的波长	83

一、谈谈中学物理实验

(一)

中学物理实验，既是帮助学生获得感性认识的有效手段，又是帮助学生总结和验证物理规律的重要方法。培养学生能使用基本仪器，能根据实验原理和实验器材进行实验，能正确分析和处理有关实验数据并从中得出相应的规律，是中学物理教学的目的之一。学生掌握了这方面的知识，也为进一步学习现代科学技术，以及今后在工农业生产中进行科学实验和技术革新打好基础。

“百闻不如一见，一见不如实践”。“从做中学”是教好和学好物理知识的有效方法之一。因为实验现象与测量结果，往往给人以深刻的启示。加强实验是启发思维、培养学生观察物理现象和理解物理规律的能力的有力措施。它能帮助学生形成物理概念，理解和巩固物理知识，并能排除或纠正日常形成的错误观念。因此，教师在授课时，对基本概念的建立，物理规律的导出，应尽量通过实验来完成。例如凸透镜的成像规律，无论怎样生动地描述都代替不了用实验的方法，去直接观察凸透镜成像特点及规律。在教师演示的同时，也可以让学生做一做或给学生安排一些实验课。这样，可以培养学生的兴趣，充分调动学生的主动性和积极性，以增强学生的观察能力、分析能力和运用数学知识解决物理问题的实际能力。

(二)

为了做好物理实验，在每次实验之前，实验者必须认真预习所学的知识，明确实验目的，了解实验方法。

在实验课上根据实验的要求，准备好所需要的器材并熟悉仪器性能、数据读法和操作规程。一切准备就绪之后，依照实验步骤顺次进行实验。在实验过程中要手脑并用，仔细观察、记录所出现的现象，力求准确地读取所需要的数据。然后认真地整理实验资料，分析和处理实验数据，进行总结。最后写出实验报告。

(三)

完好的实验器材是进行物理实验的必要条件和手段。因此实验者应爱惜和保管好实验器材，要严格按照说明书的要求正确使用仪器，并在教师的指导下进行操作。

玻璃器皿要轻拿轻放，切勿碰撞和敲击，以防破损。

精密仪器要防止震动和磨损，以免发生变形影响仪器的精确度。

电学实验要注意接线正确，直流与交流电不要用错。有些电学仪器还得使用36伏特以上的高电压，使用时要对仪器严格检查，防止内部短路，外部带电。注意仪器的负荷和耐压限度，以免烧坏仪器或造成触电事故。电磁仪器要防止敲击，放置正确，不要与强磁场接近，以免使一些部件退磁或磁化。

光学仪器除应轻拿轻放外，还得特别要注意镜头、镜片

等器件不要用粗糙的东西去揩拭。

仪器用完之后，要擦拭干净，放在通风干燥的地方，不要与腐蚀性的酸、碱、盐接触。除此以外，精密仪器要装箱加罩；经常转动的部件，要注意加油润滑。

(四)

实验的结果不可能是绝对正确的，测量值与被测物理量的真实值总有一定的差异，这种差异称为误差。

由于仪器不够精确，实验方法粗略，实验原理不完善而产生的误差称为系统误差。系统误差在多次重复实验时，总是同样地偏大或偏小。要减小系统误差，必须校准仪器或使用更精密的仪器，改进实验方法，改进实验的设计等。

由于各种偶然因素对实验者、测量仪器和被测物体的影响而产生的误差称为偶然误差。例如在读数时，最小刻度以下的数值只能用眼睛估计，这样就会产生误差。这种误差在多次重复实验时，有时偏大，有时偏小，并且偏大偏小的机会相等。要减小偶然误差，除应提高实验技能，仔细进行读数外，还应该进行多次重复实验，因所测实验值的平均值更接近于真实值。这样可用此平均值作为被测物理量的数值。

被测物理量的测量值 M 与其真实值 M_0 之差的绝对值称为绝对误差 ΔM ， $\Delta M = |M - M_0|$ 。绝对误差与真实值的比 $\Delta M/M_0$ 称为相对误差，常用百分数表示。在实际测量中，常以平均值作为真实值来计算误差，并以每次的测量值与平均值之差的绝对值的平均值作为绝对误差，而把测量结果写成 $M \pm \Delta M$ 。它表示被测物理量的数值在 $M + \Delta M$ 与 $M - \Delta M$ 之间，用 M 表示被测物理量的数值时，与其真实值的偏差不超

过 ΔM_0 。使用相对误差，可以更好地反映测量的精确度。

另外在读取测量数据时，常可以读至最小刻度的十分之一，这估计的数值是不可靠的，但仍然认为是有效的，这种带有一位不可靠数字的近似数称为有效数字。

有效数字的计算应遵循下述规则：不可靠数字与其他数字进行运算的结果仍然是不可靠数字；计算的结果只能保留一位不可靠数字，但在计算的中间过程可以多保留一位。例如，

$$\begin{aligned} & (25.\overline{4} + 1.\overline{63}) \times 4.\overline{25} \div 0.\overline{16} \\ &= 27.\overline{03} \times 4.\overline{25} \div 0.\overline{16} \\ &= 114.\overline{9} \div 0.\overline{16} \\ &= 718 \\ &= 720 \\ &= 7.2 \times 10^2 \end{aligned}$$

式中，数字上面带有一小横的为不可靠数字。运算过程中的准确数（如物品的个数、实验次数等）都是可靠数字，这一点应该注意。

二、高中学生物理实验

实验一 游标卡尺的使用

【目的】了解游标卡尺的构造原理，学会用游标卡尺测量长度。

【器材】游标卡尺、金属圆管、厚纸片。

【原理】图1-1为游标卡尺示意图。 a 为主尺，是一根有毫米刻度的直尺，其左端与左测脚相连并垂直。 b 为游标尺，套在主尺上，可沿主尺滑动，刻有相等间隔的刻度线，其左端与右测脚相连。金属狭条 c 固定在游标尺上，可用来测深度。一对上测脚可用来测槽宽和管内径，一对下测脚可用来测长度和管外径。 d 为制动螺旋，拧紧时，游标尺便不能滑动。

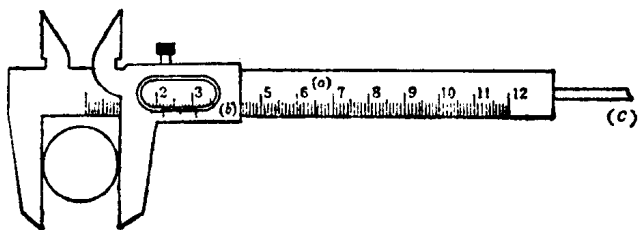


图 1-1

图1-2所示为主尺和游标尺上的刻度。图示的游标尺可读至十分之一毫米。游标上的刻度共有十格，总长度为9毫米，每格的长度为0.9毫米。当游标尺的零刻度线与主尺的

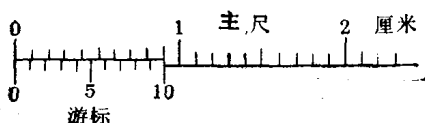


图 1-2

零刻度线对齐时，游标尺的第一刻度线恰在主尺第一刻度线的左方0.1毫米处。游标尺的第二刻度线恰在主尺第二刻度线的左方0.2毫米处。依此类推，游标尺的第九刻度线恰在主尺第九刻度线的左方0.9毫米处。当游标尺向右移动0.1毫米，即两测脚间相距0.1毫米时，游标尺的第一刻度线便恰好与主尺的第一刻度线对齐了，其余的刻度线都不对齐。当两测脚间相距0.2毫米，即游标尺向右移动了0.2毫米时，游标尺的第二刻度线便恰好与主尺的第二刻度线对齐，其他的刻度线也都不对齐。因此，游标尺上的第几条刻度线与主尺刻度线正对，就说明游标尺向右移动了零点几毫米，也就表示被测物体的长度为零点几毫米。如果被测物体的长度较大，则整毫米数由主尺上读出，零点几毫米由游标尺上读出。如图 1-3 所示的读数为4.5毫米。

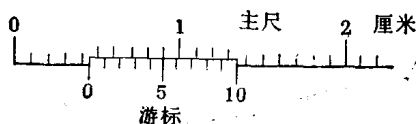


图 1-3

因此，如图 1-2 所示的游标尺的每一刻度线代表0.1毫米。我们常把游标尺上每一刻度线所代表的长度称为游标精

度，上述游标尺的精度为0.1毫米。

有的游标尺上不是10格，而是20格（或50格）。这20格总长恰为19毫米，即游标尺全刻度的长度均比主尺上相同格数的长度少1毫米，它的每一格的长度就均比主尺上每一格的长度（1毫米）少 $1 \div 20 = 0.05$ 毫米。用这种卡尺测量长度时，可以精确到0.05毫米，它的游标尺的每一格代表0.05毫米，或者说游标精度为0.05毫米。测量长度时，如果游标尺上的第 n 条刻度线与主尺的刻度线对正，则它所表示的长度尾数为 $n \times 0.05$ 毫米。

在使用游标卡尺时，首先要认好它的游标精度是多少。方法是用1毫米去除以游标尺上的总格数即得。读数时，游标尺上的第 n 条刻度线与主尺上的刻度线对正，拿这个格数乘以游标精度，就得到读数的毫米以下的数。（游标精度常在游标尺上注明。）

有时，当游标卡尺的两测脚并拢时，读数并不为零，这时的游标尺读数称为零误差。如果此时游标尺的零刻度线在主尺零刻度线的右边，零误差为负，应从读数中减去零误差；反之，零误差为正，应加上零误差。

【步骤】

(1) 熟悉游标卡尺，读取游标精度，了解是否有零误差，如有，读取零误差。

(2) 测量圆管外径。拧松制动螺旋，将圆管放在两下测脚之间。推动游标尺，使两测脚将圆管卡住。拧紧制动螺旋，仔细读取读数。

(3) 将圆管转过某一角度，重复步骤(2)，共测量四次。将结果填入下表。

(4) 测量圆管内径。拧松制动螺旋，移动游标尺，使两

上测脚卡住圆管内径，其余按步骤(2)和(3)所述的方法测量四次。将结果填入下表。

(5) 按步骤(2)所述方法测量厚纸片的厚度，也测量四次，将数据填入下表。

【 数据处理 】

游 标 精 度	圆 管 外 径				圆 管 内 径				纸 片 厚 度			
	每次读数		平 均 值	外 径	每次读数		平 均 值	内 径	每次读数		平 均 值	厚 度
零 误 差	1				1				1			
	2				2				2			
	3				3				3			
	4				4				4			

【 注意事项 】

(1) 读数时要特别细心，仔细看好游标尺上哪条刻度线与主尺的刻度线对正。当游标尺上格数较多时，常易看不准。

(2) 要移动游标尺时，必须首先将制动螺旋拧松，否则容易损坏卡尺。

(3) 测量时，两测脚不宜将被测物体卡得太紧，也不宜太松。

(4) 要在拧紧制动螺旋后再读数。

【 思考题 】

(1) 为什么在拧紧制动螺旋后，才能读数？

(2) 怎样测量槽的深度?

(3) 当零误差为正时, 怎样读取零误差的数值?

实验二 螺旋测微器的使用

【目的】了解螺旋测微器（千分尺）的构造原理，学会使用螺旋测微器测量长度。

【器材】螺旋测微器、金属圆管、金属片、头发丝。

【原理】图2-1所示为螺旋测微器的示意图。

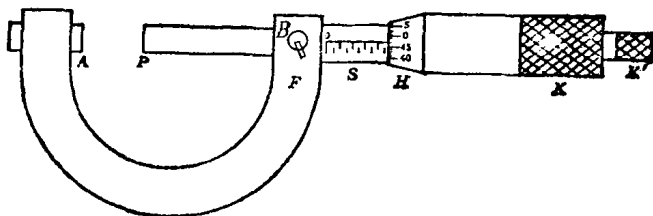


图 2-1

半圆形支架的左边固定着小砧 A，右端与固定刻度 S 固定在一起。固定刻度上有一条与轴线平行的横线，横线上下有两排相间排列的刻度线，上下相邻两刻度线间相距 0.5 毫米。可动刻度 H 与小砧 P 连接在一起，通过精密螺纹套在固定刻度上。当旋钮 K 旋转一周时，可动刻度 H 与小砧 P 一起前进或后退 0.5 毫米。可动刻度是将圆周划分成 50 等分的。当旋钮 K 使可动刻度转过一格时，小砧 P 前进或后退 0.5 毫米的五十分之一，即 0.01 毫米，也就是说，

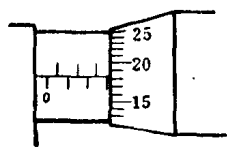


图 2-2

可动刻度上每一格代表 0.01 毫米。读数时，在固定刻度上可读至 0.5 毫米，再看可动刻度上第几刻度线与固定刻度上的水平横线对齐，把这个格数乘以 0.01，即得 0.5 毫米

以下的读数，加上固定刻度上的读数，就得被测物体的长。在可动刻度上读数时，可估读到每格的十分之一，即可读到0.001毫米。如图2-2所示的读数为3.184毫米。

K' 为微调旋钮， B 为制动螺旋。

当小砧 A 和 P 并拢时，如果读数不为零，此时的读数即为零误差，使用时要注意。

【步骤】

(1) 松开制动螺旋，使小砧 A 和 P 并拢，读取零误差。

(2) 把金属管放在小砧 A 和 P 之间，旋转旋钮 K ，使小砧 P 与金属管逐渐靠近，快要接触时，再旋转微调旋钮 K' ，直至听到“咯咯”声为止，两小砧恰与金属管卡好。旋紧制动螺旋，读取金属管的直径。

(3) 松开制动螺旋，旋转旋钮 K 使小砧 P 后退。将金属管转过某一角度，再测量一次。如此共测四次，将数据填入下表。

(4) 按步骤(2)和(3)所述方法测量金属片的厚度，将数据填入下表。

(5) 测量头发丝的直径，也将数据填入下表。

【数据处理】

零误差	金属管直径			金属片厚度			头发丝直径		
	每次读数	平均值	直径	每次读数	平均值	厚度	每次读数	平均值	直径
	1			1			1		
	2			2			2		
	3			3			3		
	4			4			4		

【 注意事项 】

(1) 当小砧 P 与 A 即将卡住被测物体时，必须改旋微调旋钮，直至听到“咯咯”声为止。不可一直用力旋转旋钮 K 。否则，既影响测量的精确度，又容易损坏精密螺纹。

(2) 必须在制动螺旋松开后，才能旋转旋钮。

(3) 读数时，必须注意固定刻度上的半毫米刻度线是否已经露出，否则易使读数发生0.5毫米的误差。

【 思考题 】

(1) 螺旋测微器为什么又叫千分尺？

(2) 用螺旋测微器来测量金属片厚度时，可达到几位有效数字？

(3) 零误差何时为正？何时为负？当零误差为正时，怎样读取零误差？

实验三 互成角度的两个力的合成

【 目的 】验证力的合成的平行四边形法则。