

陕西省高师函授教材

高中物理教学 参考资料

第一册

(第一分册)

陕西教育学院师训部编

一九八〇年三月

说 明

这册高中《物理教学参考资料》的原稿是我院教学教材研究室根据教育部统编的高中物理课本第一册（征求意见稿）组织编写的，现选为我部高师函授物理专业学习《中学物理复习与研究》课时的参考资料。付印前，我们对原稿中的章节顺序和练习题号等作了调整，以便与正式出版的高中物理第一册相一致；对原稿中的插图作了编号，以便于阅读；对原稿中个别与课文内容关系不大的参考材料作了删减；对原稿中的语气作了一些更动；其余均保留了原稿的内容。对于这册参考资料中选入的参考题，希望函授学员尽量多作，以便通过这些题目加深对有关概念的理解。

这册原稿的编写工作曾得到西安市教育局教研室物理教学研究会、扶风县教研室、豆会中学和长安韦曲一中等单位的大力支持，直接参加写稿的有孙景泰、高继显、张雄飞、赵玉佩、魏至旺、徐新符、王佩英、刘林荫、薛维子、李甲乙等同志，在此表示感谢。

由于时间仓促，这册参考资料的出版一定存在不少问题。希望各地函授辅导教师、函授学员和广大读者在使用中提出宝贵意见。

陕西教育学院师训部物理组

一九七九年十二月

目 录

第一章	学好物理知识.....	(1)
第二章	力 物体的平衡.....	(12)
第三章	变速运动.....	(45)
第四章	运动定律.....	(78)
第五章	圆周运动 万有引力.....	(92)

第一章 学好物理知识

一、全章概述

本章教材主要介绍了学好物理的某些方法。

物理知识来源于实践经验，并把实践经验通过分析、推理、归纳、概括等抽象的思维活动提高到理论认识，得出概念、定理和系统理论，用以指导人们认识和改造客观世界，推动科学技术的发展，不断地提高社会生产力。

在学习物理过程中，实践的主要手段是科学实验，抽象的主要手段是数学推算。在教材分析中我们讲一些误差及有效数字的基础知识；举例阐明了数学知识在物理学中的作用以及近似计算。这几部分内容在近年来的中学物理课本中是不曾出现的，但却是进行物理实验与数学运算时所应该掌握的基础知识和基本功，是本章教材的重点。希望给以足够的重视，并在以后的实验与计算中贯彻始终地加以应用。

二、目的要求

通过本章学习，应该达到以下几个目的：

- 1、了解学习物理的过程就是实践——理论——实践的过程，为在以后的学习中重视物理实验和抽象思维打下思想基础；
- 2、理解有关误差和有效数字的初步知识，要求熟练掌握其基本计算方法；

3、了解数学公式和图象在物理学中的应用；

4、了解有关近似计算的初步知识，以及它在物理学中的运用。

三、教材分析与教法建议

1、关于物理知识来源于实践

在总结初中所学知识的基础上，要明确什么是物理概念，什么是物理定律，什么是物理理论。这些概念、定律和理论又是怎样抽象出为的。人类探索物理知识的过程是一个实践、认识、再实践、再认识的过程，对客观世界的认识是无穷的。要把辩证唯物主义的认识论和方法论引申到学习物理知识的过程中来。要求学员在学习要认真做好实验，培养抽象思维能力，能理论联系实际，运用所学知识去分析解决问题。知道物理研究和科学技术的发展二者可以互相起促进的作用，可以进一步明确学习物理的目的性，培养为实现四个现代化而学习的自觉性。

2、关于物理实验的误差

根据教学大纲的要求，初步了解误差的概念，并学会初步的误差计算。

学习误差的概念，要从物理实验时进行物理量的测量中引出来。说明实验的近似性是客观存在。实验数据要靠测量得出，不能主观臆造，不能随便凑数字。然而，我们也一定要掌握所做实验的近似程度，即实验的准确度，作到心中有数。要尽量提高准确度。关于实验的准确度是用误差来表示的，误差愈小说明准确度愈高，误差愈大说明准

准确度愈低。因而提出了误差的概念并产生了误差的理论。

要求知道误差的定义,误差与错误的区别、绝对误差与相对误差的计算方法等。暂不要求知道更深的误差理论。

关于误差的计算,要通过习题及实验后数据的计算处理加以掌握。

3、关于有效数字

要了解有效数字的意义及有效数字的计算方法。

测量既然有误差,所以测量结果就不可能是被测物理量的真实值。由于测量仪器精度的限制,一般测量数据的前几位数都是可靠数字,而最后一位是估计出来的,叫不可靠数字。我们把测量结果里的可靠数字和最后一位不可靠数字,都叫有效数字。

有效数字是有一定物理意义的数字,它不同于一般数字。从物理实验中测量出来的有效数字与数学中的一般的数字有很大的区别;有效数字不仅表示了其物理量的大小,它还表示出测量该物理量时所达到的精确性。因此,有效数字11厘米不等于有效数字110毫米。前者表示有两位有效数字,10厘米是可靠数字,1厘米是估计数字,是不可靠数字,它的测量只精确到10厘米;后者表示有三位有效数字,110毫米都是可靠数字,而最后的“0”是估计数字,是不可靠数字,它的测量已精确到10毫米。所以11厘米与110毫米的意义不同,它们不是相同的两个数。

应该掌握有效数字的写法。如:

$$10.23 = 1.023 \times 10^5 \text{微米} \approx 102300 \text{微米}.$$

因为前面两项都表示有4位有效数字,它们的测量都只精

确到1毫米,最后面的数表示有6位有效数字,它的测量精确度要达到10微米。因此,前后两者是不同的,它们分别是两个不同的有效数字,绝不能用它们来表达共同的某一个有效数字。这是有效数字的写法上应该特别注意的地方。

有效数字的加减乘除的计算,其方法并不复杂,道理也不难懂。但是要真正掌握是不容易的。误差及有效数字的计算,是今后实验后进行计算的基础知识,也是整个物理学计算的基础知识。因此应该熟练掌握其基本计算方法。

4、关于物理中的数学

数学公式及图象在物理学中的应用很广泛,可以结合我们在初中学过的阿基米德定律及欧姆定律的数字表达式

$$f = Vd \text{ 及 } I = \frac{V}{R}$$

说明数学公式在物理学中的应用。结合力的图示、二力平衡、物态变化等说明图象在物理学中的应用,并比较公式法及图象法的特点,全面地掌握这些知识。

5、关于近似计算

科学的精确性与计算的近似性,本来是互相对立的,但在一些许可的范围内,近似的估算往往可以带来许多便利,有其可取的一面。可以通过教材中的举例向学生说明这一点。

数量级是研究宏观世界(如天文学)和微观世界(如分子物理学、原子物理学等)时经常用到的,应该理解它的概念,掌握它的写法。

四、参 考 资 料

(一) 物理量测量的准确度

为了能从实验的结果中得到物理定律,即发现某物理量与其它物理量之间的关系,需要经过测量去寻找出不少物理量的量值。然而用任何仪器去对某个物理量进行测量时,其结果总不是所测某物理量的真实值,而是该物理量的近似值。其原因当然是由于物理量本身的性质(具有连续性)及测量仪器本身的局限性所造成的。但是我们总还是尽量要求测量数值接近某个物理量的真实数值,以便保证定律的真实性。

在测量中,我们把某一个物理量的测量值与该物理量的真实值之接近程度称为准确度。准确度可以用绝对误差和相对误差来表示。绝对误差是观测值与其真实值之差,相对误差是绝对误差对真实值的百分比。绝对误差或相对误差愈小则准确度愈大。

某物理量的真实值(N)往往是由多次测量结果的算术平均值($\bar{N}$)去近似表示的,即:

$$N = \frac{N_1 + N_2 + \cdots + N_K}{K}.$$

(二) 误差和误差分析的初步知识

1、误差与错误

误差是指某一物理量的测量值与其真实值之间出现的差异。它是不可避免的,只能逐渐缩小。而错误则是在测量过程中,由于进行测量的人违犯操作规则而产生的差

错，它是完全应当而且能够避免的。

2、绝对误差与相对误差

绝对误差 (ΔN_1) 分别是各次测量值 (N_1) 与其算术平均值 N 之差。即：

$$N = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_K}{K}$$

$$\Delta N_1 = |N - N_1|$$

各次绝对误差的算术平均值称为平均绝对误差 (ΔN)，
即：

$$\Delta N = \frac{|\Delta N_1| + |\Delta N_2| + \dots + |\Delta N_K|}{K}$$

相对误差

比值 $\frac{\Delta V_1}{V_1}$, $\frac{\Delta N_2}{N_2}$ 称为各次测量的相对误差，

比值 $\frac{\Delta N}{N}$ 称为结果 N 的平均相对误差 (Z)，

$$\text{即： } Z = \frac{\Delta N}{N}。$$

相对误差通常以百分数表示。

在计算实验结果时，我们经常要确定结果的平均绝对误差及平均相对误差。上述定义在实验室中是普遍采用的，放在其它研究工作及精密测量场合则用其它更严格的方法来计算。

为了掌握误差分析及有效数字的计算的知识，可进行以下练习。

3. 有关误差分析的基本概念的练习

练习1：在测量棒的长度 L 的实验中，共进行了五次测量。如果各次测量的结果分别为：

$$l_1 = 2.32 \text{ cm}$$

$$l_2 = 2.34 \text{ cm}$$

$$l_3 = 2.36 \text{ cm}$$

$$l_4 = 2.33 \text{ cm}$$

$$l_5 = 2.35 \text{ cm}$$

试计算测量长度的平均值，各次测量的绝对误差，结果的平均绝对误差及结果的平均相对误差各是多少？

$$\bar{l} = 2.34 \text{ cm}$$

$$\Delta l_1 = 0.02 \text{ cm}$$

$$\Delta l_2 = 0.00 \text{ cm}$$

$$\Delta l_3 = 0.02 \text{ cm}$$

$$\Delta l_4 = 0.01 \text{ cm}$$

$$\Delta l_5 = 0.01 \text{ cm}$$

$$\Delta l = 0.01 \text{ cm}$$

$$Z = 0.4\%$$

(三) 有效数字及其运算

1、什么是有效数字？

在实际的测量中，我们所采用的量具的精密度总是有限的。假如我们测量长度所采用米尺的最少刻度是 1 毫

米，而我们要量度的物体其长度在12毫米与13毫米之间，我们就量不出其真实值是多少。然而我们可以经过估计判断出它的长度，近似地等于12.3毫米，其中12毫米是可以在尺上准确地读出来，叫做可靠数字，而末尾的数字0.3毫米是一位估计出来的数字。它是不可靠数字。在测量的结果里我们总是会迁到这种情况的。我们把测量中得到的可靠数字和后一位不可靠数字（即估计数字）都叫做有效数字。

有效数字是从观测中得到的，它具有特殊的物理意义。由实验中观测得到的有效数字，它不仅表示了量的大小，而且还表示了测量该量的精确性。测定量的有效数字愈多，表示测定量的精确性愈高。如10.2厘米，表示测量时所用米尺的最小刻度是一个厘米；10.21厘米则表示测量时所用米尺的最小刻度是1个毫米。因此：

①10.20厘米是一个四位有效数字。小数点以后最末一位非零数字之后的零，也是有效数字。

②0.01020米是一个四位有效数字。左边第一位非零数字之前的零都不是有效数字。

③10.23厘米 $=1.023 \times 10^5$ 微米，其前后都有四位有效数字。即有效数字的位数与单位的变换无关。

④ 1.023×10^4 微米 $\neq 10230$ 微米，因其前后有效数字的位数不相同。

2、关于有效数字的读数练习

①读出用米尺测量一只铅笔长度时的有效数字是多少？

②试分别就安培计、伏特计的指针在表面上某一个位置时读出它们的有效数字是多少？

本题目可以采用大型示教电流计作演示实验 配合 进行，也可以配合挂图进行读数，还可以在黑板上画出表面刻度及指针位置进行读数练习等。

③就秒表或秒钟的指针停于某一位置进行有效数字的读数练习。

④如果要对一根长度在 2 至 3 米范围内的电阻丝，量出其 5 位有效数字来。问选择怎样的刻度尺？（用有毫米刻度的长卷尺）。

⑤如果有一只量程为 $0 \sim 1 \text{ mA}$ 的电流表，其表面所分刻度为 150 格，问用此表测电流强度时其读数的有效数字可能是几位？（可能是 1 位，2 位，3 位或 4 位）。

3、有效数字的运算

①有效数字的加减

当有效数字相加（或减）的时候，在相加（或减），这些数字里，哪一位先出现不可靠数字，在计算结果中，有效数字就保留到那一位。

例题 1

$$\begin{array}{r} 121.88 \\ 37.1 \\ +) 52 \\ \hline 210.9 \approx 211 \end{array}$$

在计算中多计算了一位数，最后再经过四舍五入减少

了一位数字。

例题 2

$$\begin{array}{r} 121.88 \\ -) \quad 37.1 \\ \hline 84.78 \approx 84.8 \end{array}$$

②有效数字的乘除

当有效数字相乘或相除时，其积或商的有效数字的位数跟原来数值中有效数字最少的位数相同。

例题 3

$$\begin{array}{r} 2.65 \\ \times) \quad 0.7 \\ \hline 1.855 \approx 2 \end{array}$$

例题 4

$$\begin{array}{r} 7.857 \approx 7.86 \\ 5.03 \overline{) 39.52} \\ \underline{35.21} \\ 431 \\ \underline{4024} \\ 29?? \\ \underline{2515} \\ 4??? \\ \underline{3521} \\ ??? \end{array}$$

4、有关有效数字的基本练习

(1) $3.5 + 1.32 = ?$ (4.8)

(2) $3.5 - 1.32 = ?$ (2.2)

(3) $1.67 \times 10^4 + 183 = ?$ (169×10^4)

(4) $8964.533 + 7746.84 = ?$ (16711.37)

(5) $8964.533 - 7746.84 = ?$ (1217.69)

(6) $2.65 \times 0.3 = ?$ (0.8)

(7) $5.00 \times 10.0 = ?$ (50.0)

(8) $39.52 \div 5.03 = ?$ (7.86)

(9) $5.00 \div 8.0 = ?$ (0.63)

(10) $744.3 \div 120 = ?$ (6.20)

第二章 力 物体的平衡

一、全章概述

本章是力学部分的开始，它包括在学习力学部分时要用到的关于力的基本概念和力的合成与分解；同时又有力的平衡这部分表现本章特点的内容。

通过初中物理的学习，我们对“力”已有一定的感性认识，已知力的三要素，初步接触到力的图示方法。但对力的一些重要性质，如力的矢量性质，物体间的相互作用力的性质，以及根据力的性质的不同所作的力的分类等，需要在高中阶段进一步深化。课文强调了力的矢量性质，对在力学中经常遇到的三种力（重力、弹力、摩擦力）的产生条件和方向等分别作了比较详细的叙述。这就给物体受力分析的学习奠定了基础。但物体受力分析是解决力学问题的“调查”阶段，还必须对“调查”到的材料进行研究，这就是力的合成与分解，它是研究问题的普遍方法——分析法与综合法在研究力学问题时的具体体现。所以，识别力的种类并分析物体的受力情况（即作为研究对象的物体受到哪些力的作用？哪个物体施力给它？所施之力属于什么性质？其作用效果如何？等等），作出物体受力图，以及掌握力的合成法与分解法，是学好本章和整个力学部分的关键。

“力矩”是力学中的重要概念之一，是经常用到的也是较难接受的一个物理量，特别是在学习过程中选择转动轴

和确定力臂以及识别力矩的方向时，容易发生错误。考虑到学员在以后学习现代科学技术中经常要迁到有关“矩”的问题，在高中阶段进行初步培养是必要的。所以，这一内容也是教材的关键部分。

物体受力的分析，共点力的合成法与分解法以及物体的平衡条件是本章的重点教材。

力的正交分解法往往能为解题提供方便，教材第九节作了专述。应该通过足够的练习掌握好这一方法。

把牛顿第三定律提前放在本章讲述，是为进行物体受力分析时在判断力的存在、力的方向等问题时提供必要的手段，同时，第三定律所表述的也是力的一个最基本、最重要的性质，所以，它也是本章重点教材之一。

二、目的要求

通过本章学习，应达到下列目的：

- 1、明确力不能离开物体独立存在，认识力有运动效应（改变物体的运动状态）和变形效应（使物体发生形变），要对力的单位形成具体观念，并能正确使用和书写，同时掌握其换算。理解力是矢量，掌握矢量的表示法并认识矢量与标量的不同性质。掌握在力学中经常迁到的三种力的产生条件和判断其方向、大小、作用点的方法。清晰完整地理解牛顿第三定律并能用以判断作用力的大小、方向和作用点。能正确进行物体受力分析并能作出正确的物体受力图。

- 2、通过实验和实例分析，明确力的“等效原理”。

理解并掌握力的合成和分解的平行四边形法则，并且要理解并能运用力的三角形法和力的多边形法，以及力的正交分解法。要求会用三角法和相似三角形原理计算合力或分力的大小和方向。

3、要正确理解“共点力的平衡条件是合力为零”的意义，能运用此条件解决物体在共点力作用下的平衡问题，要正确理解力矩的意义，能正确计算力矩与合力矩，并正确使用其单位。理解有固定转动轴物体的平衡条件的意义，能正确判断什么问题是属于有固定转动轴物体的平衡问题，并能正确运用其平衡条件解题。理解物体的一般平衡条件的意义，并能正确判断在什么情况下运用一般物体的平衡条件解题。

三、教材分析与教法建议

1、本章教材分三个单元：第一单元讲授力的性质和物体受力分析（第一、二、三、四、五、六节）；第二单元讲授力的合成和分解（第七、八、九节）；第三单元讲授力的平衡（第十、十一节）。

2、在第一单元中：第一节《力》，使学生从力不能离开物体而独立存在和力的效应两点来认识力，再由力的效应认识力的矢量性质。第二、三、四节对力进行概括分类，培养学生根据三种力的产生条件识别力的种类和判断某种力的有无；又根据三种力的性质，判断其方向和作用点。加上第五节《牛顿第三定律》所提供的力的相互作用的重要性质，就为物体受力分析提供了必要的准备。再通