



一册在手 知识全有

YICEZAISHOU ZHISHIQUANYOU

高中理化生

实验知识手册

主 编 薛金星

第二次修订



YZLI0890128201

19年，
3年精雕细刻，畅销中华大地！

北京出版集团公司

北京教育出版社





一册在手 知识全有

YICEZAISHOU ZHISHIQUANYOU

高中理化生

实验知识手册



主 编 薛金星

本 册 主 编 武昭忠 桑林海 刘 玲

本册副主编 李各武 马鹏程

本 册 编 委 丁 勇 孙金英 刘克兴

杨景超 王天虹 李晓益

张翠云 冯素荣 时 伟



YZLI0890128201

第二次修订

北京出版集团公司 北京教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

基础知识手册. 高中理化生实验知识手册 / 薛金星主
编. —北京: 北京教育出版社, 2009. 5
ISBN 978-7-5303-6953-1

I. 基... II. 薛... III. ①物理课—实验—高中—教学参
考资料②化学实验—高中—教学参考资料③生物课—实
验—高中—教学参考资料IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 059770 号

高中理化生实验知识手册

GAOZHONG LIHUASHENG SHIYAN ZHISHI SHOUCHE

主 编 薛金星

*

北京出版集团公司
北京教育出版社 出版
(北京北三环中路 6 号)

邮政编码: 100120

网址: www.bph.com.cn

北京出版集团公司总发行

各 地 书 店 经 销

北京泽宇印刷有限公司

58

*

890×1240 32 开本 11.5 印张 480 000 字

2009 年 5 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次修订 2011 年 3 月第 2 次印刷

ISBN 978-7-5303-6953-1/G · 6872

定价: 20.80 元

质量监督电话: 010-61743009 010-58572750 010-58572393

目录



CONTENTS

第一编 物理实验知识

第一篇 物理实验综述	(1)	8 描绘小电珠(小灯泡)的伏安特性曲线	(56)
第二篇 基本仪器使用	(5)	9 传感器的简单应用	(59)
一 力学实验仪器	(7)	三 测量型实验	(63)
1 游标卡尺	(7)	10 探究单摆的运动、用单摆测定重力加速度	(63)
2 螺旋测微器	(9)	11 测定金属的电阻率(含伏安法测电阻)	(69)
3 天平	(10)	12 测定电源的电动势和内阻	(77)
4 弹簧测力计	(11)	13 用油膜法估测分子大小	(82)
5 打点计时器	(12)	14 测定玻璃的折射率	(85)
6 机械停表	(14)	15 用双缝干涉测光的波长	(88)
二 热学实验仪器	(14)	四 基本仪器使用型实验	(92)
7 温度计	(14)	16 练习使用多用电表	(92)
三 电学实验仪器	(15)	五 演示实验	(100)
8 小量程电流计	(15)	1 观察桌面微小形变	(100)
9 电流表	(16)	2 静摩擦力的特点	(101)
10 电压表	(17)	3 探究作用力与反作用力的关系	(101)
11 滑动变阻器	(19)	4 运动的合成与分解	(102)
12 电阻箱	(20)	5 研究平抛运动	(103)
13 电源	(21)	6 探究影响电荷间相互作用力的因素	(104)
第三篇 典型实验详解	(21)	7 验证平行板电容器电容大小的决定因素	(104)
一 验证规律型实验	(21)	8 欧姆定律	(106)
1 验证力的平行四边形定则	(21)	9 磁场对电流的作用	(106)
2 验证牛顿第二定律	(25)	10 观察阴极射线在磁场中的偏转	(107)
3 验证机械能守恒定律	(31)		
4 验证动量守恒定律	(36)		
二 观察探究型实验	(41)		
5 研究匀变速直线运动	(41)		
6 探究弹力与弹簧伸长的关系	(47)		
7 探究动能定理	(51)		



11 电磁感应现象	(108)
12 自感现象	(109)
13 演示交变电流的产生	(111)
14 验证分子间有间隙	(112)
15 演示布朗运动	(112)
16 模拟气体压强的产生机理	(113)
17 演示做功使气体内能增加	(113)
18 演示全反射现象	(114)

19 演示薄膜干涉	(115)
20 演示光电效应现象	(115)
五 设计与综合型实验	(116)
附录:课外精品小实验集锦	(121)

第四篇 物理实验学习、复习方法

.....	(123)
一 物理实验的学习方法	(123)
二 物理实验的复习方法	(126)

第二编 化学实验知识

第一篇 化学实验基础篇

一 必修实验

1 粗盐的提纯	(128)
2 SO_4^{2-} 的检验	(129)
3 实验室制取蒸馏水	(130)
4 萃取	(131)
5 配制 100 mL 1.00 mol/L NaCl 溶液	(132)
6 丁达尔效应	(135)
7 离子反应	(136)
8 离子反应发生的条件	(137)
9 钠跟水、氧气反应的化学性质	(138)
10 铝的氧化膜	(140)
11 铝在氧气中燃烧	(141)
12 镁与二氧化碳的反应	(142)
13 铁与水蒸气的反应	(143)
14 铝与酸、碱溶液的反应	(144)
15 Na_2O_2 与 H_2O 的反应	(145)
16 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的性质	(147)
17 焰色反应	(149)
18 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的制取和性质	(149)
19 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的制取	(151)
20 Fe^{3+} 的检验	(152)
21 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 的转化	(153)
22 铝盐和铁盐的净水作用	(155)
23 硅酸钠溶液的碱性和热稳定性	(156)

24 氢气在氯气中燃烧	(157)
25 氯水的漂白作用	(158)
26 氯离子(Cl^-)的检验	(159)
27 二氧化硫与水 and 品红溶液的反应	(160)
28 二氧化氮与水的反应	(161)
29 雨水 pH 的测定	(163)
30 氨与水的反应	(165)
31 氨的实验室制法	(166)
32 铵盐的热稳定性	(168)
33 铵盐与碱的反应	(169)
34 浓硫酸与铜反应	(170)
35 硝酸的氧化性	(171)
36 钾与水、氧气反应的化学性质	(172)
37 卤素单质间的置换反应	(174)
38 镁与水、盐酸及铝与盐酸反应的化学性质	(175)
39 离子键的形成——金属钠在氯气中燃烧	(176)
40 吸热反应和放热反应	(178)
41 原电池及其工作原理	(179)
42 设计原电池	(180)
43 影响化学反应速率的因素	(182)
44 甲烷跟氯气的取代反应	(184)
45 石蜡油分解产生乙烯及乙烯的化学性质	(185)
46 苯分子的结构与化学性质的关系	(186)

47 乙醇与金属钠的反应	(187)	20 乙炔的实验室制法和性质	(225)
48 乙醇的催化氧化	(189)	21 苯环对烷基的影响	(227)
49 醋酸和碳酸酸性强弱的比较	(190)	22 溴乙烷的取代反应	(227)
50 乙酸乙酯的制备	(191)	23 溴乙烷的消去反应	(229)
51 糖类和蛋白质的特征反应	(193)	24 乙醇的消去反应	(230)
52 蔗糖的水解反应	(194)	25 乙醇与重铬酸钾酸性溶液的 反应	(232)
53 铝热反应	(195)	26 苯酚的酸性	(233)
54 海带中含碘元素	(196)	27 苯酚与溴水的反应	(234)
55 海水提溴的实验设计	(197)	28 苯酚的显色反应	(236)
二 选修实验	(198)	29 乙醛与银氨溶液的反应	(236)
1 测定中和反应的反应热	(198)	30 乙醛与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的反应	(238)
2 化学反应速率的表示方法	(201)	31 乙酸、碳酸和苯酚的酸性强弱	(239)
3 浓度对反应速率的影响	(202)	32 乙酸乙酯的水解	(241)
4 温度对反应速率的影响	(203)	33 葡萄糖的还原性	(244)
5 催化剂对反应速率的影响	(204)	34 二糖的还原性及水解	(245)
6 浓度对化学平衡的影响	(206)	35 淀粉的水解	(246)
7 温度对化学平衡的影响	(208)	36 蛋白质的性质	(248)
8 强弱电解质对比实验	(209)	37 酚醛树脂的制备与性质	(249)
9 弱酸的相对强弱	(210)		
10 利用中和滴定法测定强酸、强 碱溶液的浓度	(211)	第二篇 化学实验高考专题篇	(252)
11 探究盐溶液的酸碱性	(214)	一 化学实验的重要作用	(252)
12 影响盐类水解平衡的因素	(215)	二 化学实验常用仪器	(254)
13 沉淀的溶解和转化	(217)	三 化学实验基本操作	(258)
14 锌铜原电池	(218)	四 常见气体的制备	(263)
15 电解 CuCl_2 溶液	(219)	五 物质的检验、分离和提纯	(267)
16 铁的吸氧腐蚀	(220)	六 实验方案的设计与评价	(271)
17 牺牲阳极的阴极保护法	(221)	七 实验综合能力	(273)
18 含有杂质的工业乙醇的蒸馏	(222)		
19 苯甲酸的重结晶	(223)		

第三编 生物实验知识

第一篇 生物实验基本操作技术

..... (275)

一 实验仪器、用具和使用方法

..... (275)

1 观察工具

(275)

2 计量用器具

(277)

3 制片工具

(278)

4 灭菌器具

(279)

5 培养用器具

(279)

6 接种器具

(279)

7 其他常用器具

(279)



二	常用实验试剂及配制方法	··· (280)
三	基本实验方法	··· (283)
四	基本实验技术	··· (285)
1	玻片制作技术	··· (285)
2	测定技术	··· (287)
3	玻璃仪器的洗涤技术	··· (288)
4	细菌培养的基本技术	··· (289)
5	分离技术	··· (290)
6	细胞融合技术	··· (291)
7	试管婴儿技术	··· (292)
8	PCR 技术	··· (293)
五	生物实验的注意事项	··· (294)
第二篇	基础实验篇	··· (297)
1	生物组织中还原糖、脂肪、蛋白质的鉴定	··· (297)
2	观察 DNA 和 RNA 在细胞中的分布	··· (300)
3	用高倍显微镜观察多种多样的细胞	··· (301)
4	用高倍显微镜观察线粒体和叶绿体	··· (302)
5	体验制备细胞膜的方法	··· (303)
6	探究影响酶活性的因素	··· (304)
7	探究植物细胞的吸水和失水	··· (306)
8	叶绿体中色素的提取和分离	··· (308)
9	探究酵母菌的呼吸方式	··· (310)
10	模拟探究细胞表面积与体积的	

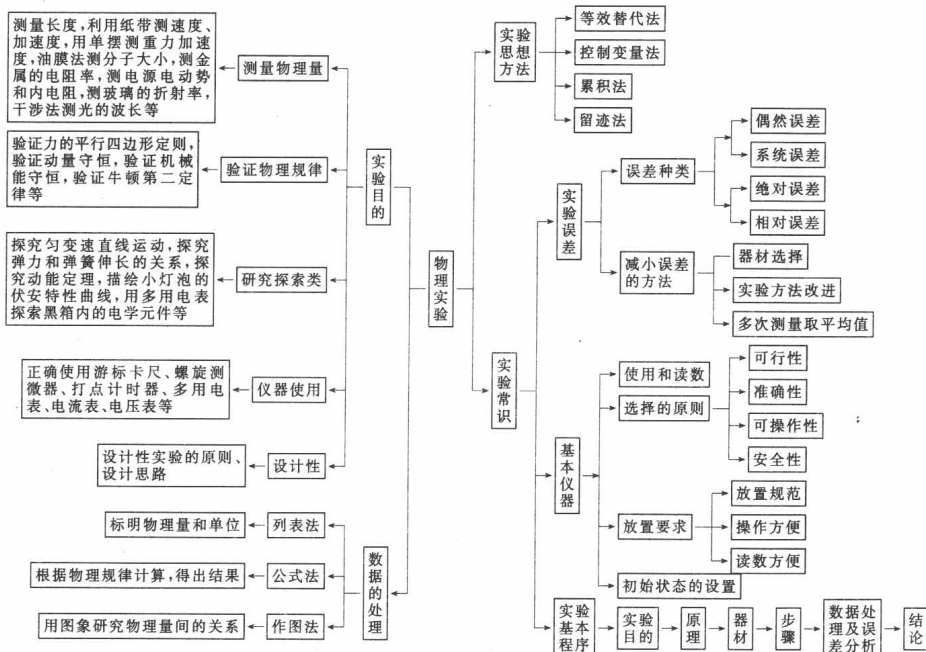
关系		(311)
11	观察细胞的有丝分裂	 (312)
12	观察细胞的减数分裂	 (313)
13	低温诱导染色体加倍	 (314)
14	调查常见的人类遗传病	... (315)
15	探究植物生长调节剂对扦插枝条生根的作用	 (316)
16	探究培养液中酵母菌数量的动态变化	 (317)
17	土壤中小动物类群丰富度的研究	 (318)
18	探究水族箱(或鱼缸)中群落的演替	 (319)
第三篇	实验设计篇	 (320)
一	实验设计与实验分析	 (320)
1	科学探究的一般过程	 (320)
2	科学探究的思维方法	 (320)
3	实验类型的分析与设计	 (322)
二	生物实验设计的原则	 (324)
三	生物实验的变量	 (328)
四	生物实验设计的方案内容	... (329)
第四篇	实验试题解读	 (330)
一	高考实验要求	 (330)
二	常考题型归类	 (337)
三	实验备考策略	 (349)
附录	中小学理科实验室装备规范	 (353)

第一编 物理实验知识

第一篇 物理实验综述



知识网络构建



实验思想方法

一、等效替代法

等效替代法是科学探究中常用的一种思维方法。对一些复杂问题采用等效替代方法,将其转换成理想的、简单的、已知规律的过程来处理,可使问题简化。因此,等效替代法也是物理实验中常用的方法。如在“验证力的平行四边形定则”的实验中,要求用一个弹簧测力计单独拉橡皮条时,要与用两个弹簧测力计互成角度同时拉橡皮条产生的效果相同——使结点到达同一位置 O ,即要在合力与两分力等效的条件下,才能找出它们之间合成与分解时所遵守的关系——平行四边形定则;在“验证动量守恒”实验中,用小球的水平位移代替小球的水平速度;画电场中等势线分布时用电流场模拟静电场;验证牛顿第二定律时调节木板倾角用重力的分力抵消摩擦力的影响,等效于小车不受阻力等。

二、控制变量法

控制变量法即在多因素的实验中,可以先控制一些物理量不变,依次探究某一个因素的影响。



如验证牛顿第二定律实验中可以先保持质量一定,探究加速度和力的关系;再保持力一定,探究加速度和质量的关系。在探究欧姆定律的实验中,先控制电阻一定,探究电流与电压的关系,再控制电压一定,探究电流与电阻的关系等。

三、累积法

把某些用常规仪器难以直接准确测量的微小量累积后将小量变成大量后测量,以提高测量的准确度减小误差。如在缺乏高精度的测量仪器的情况下测细金属丝的直径,常把细金属丝紧密绕在圆柱体上,测若干匝的总长度,然后除以匝数可求细金属丝的直径;测一张薄纸的厚度时,常先测出若干页纸的总厚度,再除以被测页数即可求出每页纸的厚度;在用单摆测重力加速度的实验中,单摆周期的测定就是通过测单摆完成多次全振动的总时间除以全振动次数,以减小个人反应时间造成的误差影响。

四、留迹法

留迹法即是利用某些特殊的手段,把一些瞬间即逝的现象(如位置、轨迹图象等)记录下来,以便对其进行仔细的研究。如用打点计时器找出纸带上的点迹记录小车的位移与时间的关系;用频闪照相机拍摄平抛运动中小球的位置、轨迹;用沙摆显示振动的图象;在测定玻璃的折射率的实验中,用大头针的插孔显示入射光线和出射光线的方位等。

五、转换法

将某些不易显示、不易直接测量的物理量转化为易于显示、易于测量的物理量的方法。如测力计是测力的大小转换成弹簧的伸长量;在验证动量守恒定律的实验中是用小球的水平位移代替小球的速度等。



数据处理方法

常用方法	方法应用说明
列表法	(1)写明表的标题或加上必要的说明 (2)必须交代清楚表中各符号所表示的物理量的意义并写明单位,单位写在标题栏中 (3)表中的数据要正确反映测量结果的有效数字 (4)自变量应按逐渐增大或减小的顺序排列
作图法	(1)作图最好要用坐标纸。坐标纸的大小要根据测量数据有效数字的多少和结果的需要来定 (2)要标明坐标轴名、单位,在轴上每隔一定相等的间距按有效数字位数标明数值 (3)连线时不一定通过所有的数据点,而要使数据点在线的两侧合理的分布 (4)在图上求直线的斜率、截距等物理量时,要选取直线上相距较远的两点,不一定要取原来测的数据点 (5)作图时经常设法使图线性化,即“将曲改直”。例如,在验证牛顿第二定律的实验中,将 $a-m$ 图象改画成 $a-\frac{1}{m}$ 图象后,就可将不易看出二者关系的曲线改画成了关系明朗的直线
公式法	(1)用于物理量的测量:把实验数据代入公式求出实验要测量的物理量,如用单摆测重力加速度 (2)用于物理规律的验证:把实验数据代入公式验证物理规律是否成立,如验证机械能守恒定律 (3)公式法处理实验数据误差较大,所以应采取多次测量取平均值的方法来减小实验误差



实验误差研究

一、误差及与误差相关的两个概念

测量值与真实值之间的差异叫误差。误差不是错误,在测量时,误差是不可避免的。

(1)真实值:是指被测量物理量在规定的时间和空间内的客观大小。实验中真实值是得不到的,通常用多次测量的算术平均值来代替真实值,且测量次数越多,平均值就越接近真实值。

(2)测量值:由测量仪器直接读出的物理量的数值或将测量数据直接代入公式计算出来的物理量的数值。

二、误差的两种分类方式

1. 从误差来源看,误差可分为系统误差和偶然误差

(1)系统误差:主要是由于仪器本身不够精密、实验方法粗略或实验原理不完善而产生的误差。其特点是多次重复测量的结果总是大于(或小于)被测量的真实值,呈现单一倾向。例如:由于游标卡尺的零刻线不准,每次测量的结果总是偏大或偏小。系统误差不能用多次测量求平均值的方法消除或减小。

(2)偶然误差:是由于各种偶然因素对实验者和实验测量仪器、被测物理量的影响而产生的误差。其特点是多次重复做同一实验时,误差总是时大时小,且偏大、偏小的机会相同。

2. 从误差性质看,误差可分为绝对误差和相对误差

(1)绝对误差:是测量值与真实值之差。设某物理量真实值为 A_0 , 测量值为 A , 则绝对误差 $\Delta = |A - A_0|$ 。

(2)相对误差:是绝对误差和真实值之比,常用百分比表示:

$$\eta = \frac{\Delta}{A_0} = \frac{|A - A_0|}{A_0} \times 100\%, \text{它反映了实验结果的精确程度。}$$

在实际中,真实值 A_0 常以公认值、理论值或多次测量的平均值代替。

三、减小误差的方法

1. 减小系统误差的常用方法有:

(1)完善实验原理和实验方法。如在验证牛顿第二定律的实验中,用砂和砂桶的重力代替小车受到的拉力,给实验带来了系统误差。减小这一误差的方法是把砂和砂桶及小车和车上砝码整体作为研究对象,伏安法测电阻时,要根据待测电阻的大小正确选择内接法还是外接法。

(2)恰当选择实验器材及仪器的量程和精度。例如单摆测重力加速度的实验中,要选择密度大、体积小的钢球,长度测量中刻度尺、游标卡尺、螺旋测微器要合理选用。

(3)选好测量仪器后,要认真核准测量仪器,如调零等,以减小不必要的系统误差。

2. 为减小由于数据而引起的偶然误差常用的有:

(1)多次测量求平均值。

(2)用图象法处理数据。



高考实验要求

高考物理学科对实验与探究能力的要求是:能独立完成“知识内容表”中所列的实验,能明确实验目的,能理解实验原理和方法,能控制实验条件,会使用仪器,会观察、分析实验现象,会记录、处理实验数据,并得出结论,对结论进行分析和评价;能发现问题、提出问题,并制定解决方案,能运用已学过的物理理论、实验方法和实验仪器去处理问题,包括简单的设计性实验。

内容	说明
1. 研究匀变速直线运动 2. 探究弹力和弹簧伸长的关系 3. 验证力的平行四边形定则 4. 验证牛顿运动定律 5. 探究动能定理 6. 验证机械能守恒定律 7. 测定金属的电阻率(同时练习使用螺旋测微器) 8. 描绘小灯泡的伏安特性曲线 9. 测定电源的电动势和内电阻 10. 练习使用多用电表 11. 传感器的简单应用 12. 用油膜法估测分子的大小 13. 探究单摆的运动,用单摆测定重力加速度 14. 测定玻璃的折射率 15. 用双缝干涉测光的波长 16. 验证动量守恒定律	1. 要求会正确使用的仪器主要有:刻度尺、游标卡尺、螺旋测微器、天平、停表、电火花计时器或电磁打点计时器、弹簧测力计、温度计、电流表、电压表、多用电表、滑动变阻器、电阻箱等 2. 要求知道有效数字的概念,会用有效数字表达直接测量的结果。间接测量的有效数字运算不作要求 3. 要求认识误差问题在实验中的重要性;了解误差的概念;知道系统误差和偶然误差;知道用多次测量求平均值的方法减小偶然误差;能在某些实验中分析误差的主要来源;不要求计算误差

常考题型归类

实验常考题型从形式上仍为选择题、填空题等;而功能上对物理实验从知识(形成概念、理解知识、掌握实验方法等),技能(基本实验仪器、用品的使用及操作等),能力(学会科学探究,具有一定的质疑能力、实验设计、信息收集和处理能力、分析解决问题的能力、交流合作能力等),情感、态度、价值观(科学态度、科学精神以及节约、安全、环保等意识)等方面进行考查。

从实验题内容上可分为:

1. 实验基本仪器的使用

- (1)测长度:刻度尺、游标卡尺和螺旋测微器。
- (2)测时间:停表和打点计时器。
- (3)测质量:天平。
- (4)测电流、电压、电阻:电流表、电压表、多用电表。
- (5)调节仪器:滑动变阻器、电阻箱。
- (6)其他:测温度的温度计、测气压的气压计、测力的弹簧测力计。

重点是懂得原理、掌控实际操作过程、会正确读数。注意掌握好仪器选择的适用性、准确性、安全性、方便性四原则。

2. 实验原理的理解

要求同学们理解实验原理,能运用学过的实验原理解决具体问题,对间接法测量的物理量的公式,能够熟练变形,如:“用单摆测重力加速度”是由 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 公式变形后 $g=4\pi^2\frac{L}{T^2}$,通过测 L 、 T 来计算 g 。

3. 实验步骤的掌握

这类题一般是根据实验原理、目的构想出合理的步骤,结合试题的叙述进行解答。常见的有步骤排序、补漏、删除、改错等形式。更高要求则是完整写出实验方案、设计实验步骤等。

4. 实验操作的过程

这类实验题想考查同学们的实验技能,但考试又仅限于笔试,就只能出一些与实验操作相近的题目。这类试题主要有:电路的实物连接、插针确定光路、画出实验电路图等等。

5. 实验的误差分析及处理

高中物理实验一般不对测量数据、结果进行定量误差计算,但要求定性分析。如根据仪器准确度,按有效数字规则读数;用列表法记录数据,随时检查测量结果的合理性,从数据分析中及时发现问题,分析问题,找出各量的规律性联系,导出公式等。还常考查用作图法处理数据,根据图线找出函数关系,确定图线方程。平滑曲线还具有多次测量取平均值的效果,可根据图线发现测量的错误等。

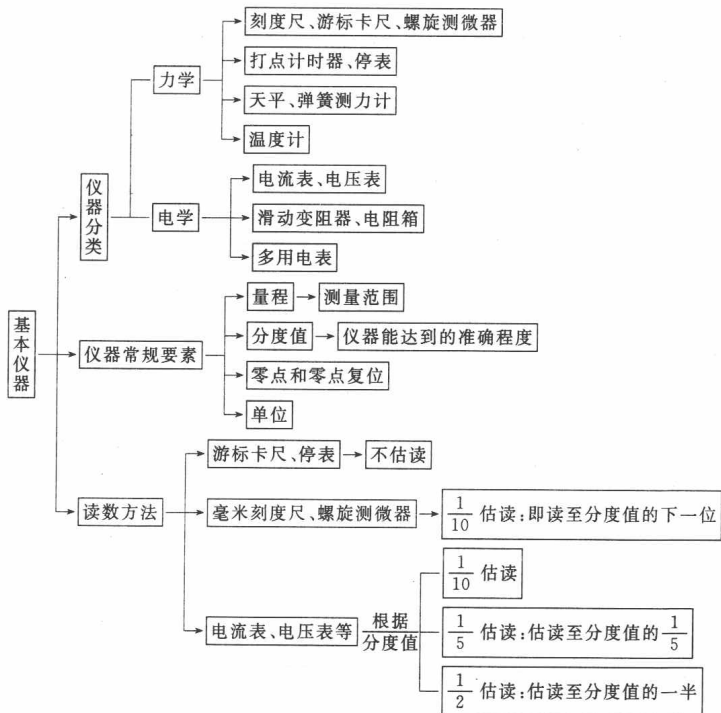
6. 设计型实验

这类试题综合涉及对实验原理的理解、实验器材的选取、实验步骤的合理安排、具体操作数据的分析处理、实验误差的分析及得出实验结论等一系列的知识、技能和能力。但它是依据考纲,立足深向物理新课程过渡的命题方向。要求考生有较高的科学素养和综合实验能力。

第二篇 基本仪器使用



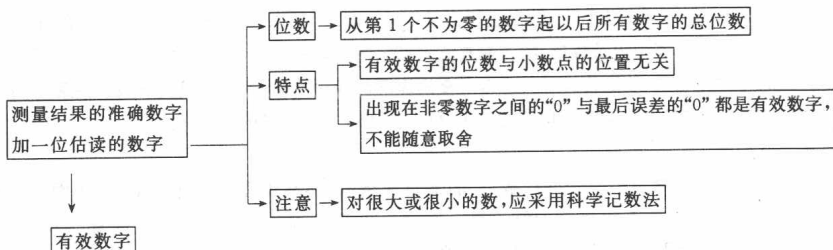
要点知能导图



考点要求精析

一、有效数字简介

1. 图示要点



2. 要点简介

(1) 有效数字定义: 带有一位不可靠数字的近似数字叫有效数字。而这位不可靠数字往往是产生于测量时的估读数字。

(2) 有效数字位数, 从数字左边第一位不为零的数字算起, 如 0.015 为两位有效数字。

(3) 关于有效数字, 应注意掌握以下四点。

① 一切非零数字都是有效数字, 如 12.85 cm 是四位有效数字。

② 非零数字之间的零及非零数字后边的零都是有效数字, 如 1.004 和 6.000 均是四位有效数字, 0.480 和 0.408 均是三位有效数字。

③ 有效数字的位数与单位和小数点的位置无关, 如 17.85 cm、178.5 mm、0.178 5 m 均是四位有效数字。

④ 乘方不算有效数字, 如 6.18×10^4 为三位有效数字, 6 000 若说明为三位有效数字, 则应写为 6.00×10^3 。

(4) 测量仪器的读数规则

在直接测量中读出的测量值的有效数字的最后一位要与读数误差所在的一位取齐, 因而测量仪器的读数规则为: 测量误差出现在哪一位, 读数就应相应地读到哪一位。在中学阶段一般可根据测量仪器的分度值来确定读数误差出现的位置。对于常用的仪器可按下述方法读数。

① 分度值是“1”的仪器, 测量误差出现在下一位, 下一位按十分之一估读。如分度值是 1 mm 的刻度尺, 测量误差出现在毫米的十分位上, 估读到十分之几毫米。

② 分度值是“2”或“5”的仪器, 测量误差出现在同一位上, 同一位分别按二分之一或五分之一估读。如直流电流表量程为 0.6 A, 则其分度值为 0.02 A, 误差出现在安培的百分位, 只读到安培的百分位, 估读半小格, 以安培为单位读数时, 百分位上的数字可能为 0, 1, 2, ..., 9; 直流电压表量程为 15 V, 其分度值为 0.5 V, 测量误差出现在伏特的十分位上, 只读到伏特十分位, 估读五分之几小格, 以伏特为单位读数时, 十分位上的数字可能为 0, 1, 2, ..., 9。

③ 下列仪器在分度值间不进行估读: 游标卡尺只要求读数是游标分度值的整数倍; 体温计读数应是 0.1°C 的整数倍; 机械式停表和指针式电子停表在分度值间不进行估读; 欧姆表一般不估读, 指针靠近哪条刻度线, 就读哪条刻度线的数值。

利用测量结果还可以判断出测量仪器的分度值(准确度)。如测得质量为 56.745 g, 则天平的感量是 0.01 g。有效数字的位数愈多, 反映了测量仪器的精度越高。

二、基本仪器的一般使用原则

1. 观察仪器,掌握仪器所能测量的物理量、测量范围和采用的单位。
2. 检查仪器的零点和回零情况。
3. 掌握仪器的安装(或放置)规则。
4. 仪器测量前的调整或调节。
5. 保护仪器安全和进行正确测量的措施。
6. 基本仪器的使用方法:
 - (1)观察仪器的刻度,掌握分度值;
 - (2)掌握仪器的估读方法,特别要注意量程;
 - (3)正确读出测量的数据;
 - (4)可通过多次测量求平均值的方法来减小测量的偶然误差。



仪器选用原则

关于基本仪器的选择、使用要掌握好以下四项原则

1. 适用性原则

仪器类型和量程的选择要适合所测物理量。例如:测量物体的运动时间,在测定匀变速直线运动加速度中不能用停表,而在测单摆周期时就不能用打点计时器。又如在检测副线圈中是否产生了感应电流时要用灵敏电流计,而在伏安法测电阻、测电源电动势和内阻的实验中,则要用电流表。

2. 精确性原则

在量程适合的前提下,应尽量选用精度高(分度值小)的仪器。如选用电表量程应考虑尽可能减小测量值的相对误差,电压表、电流表在使用时,要尽可能使指针在满刻度的量程 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$,使用欧姆表时宜选用指针尽可能在中间刻度附近的倍率档位。

3. 安全性原则

要注意保护仪器,例如:(1)多量程的电流表 A、电压表 V,在被测对象取值范围不详时,应先试用最大量程挡,示数若不超过较低量程挡,再改接到较低量程挡;(2)使用多用电表测试完毕,应将选择开关置于 OFF 或交流电压最高挡;(3)滑动变阻器作限流器时,滑片初位置应在使串入电路的电阻丝较长的位置处,作分压器时则滑片初位置应在使用电器获得电压较小处;(4)使用螺旋测微器,在测微螺杆推到快接近被测物体表面时,要停止使用旋钮,改用微调旋钮推进,以免仪器和工作表面被卡死损坏。

4. 方便性原则

实验时要调节方便,易于操作。比如对滑动变阻器,如果是用分压法连入电路的,则应选用小阻值的滑动变阻器,只有这样,在移动滑片时,相应的用电器上的电压变化才会明显,电压变化与滑动距离几乎成线性关系。如果选用大阻值的滑动变阻器,就会出现在移动滑片时,刚开始时用电器上的电压几乎不变,过了某位置后又突然增大的现象,不易操作。



一 力学实验仪器

1 游标卡尺



仪器构造

游标卡尺主要由主尺和游标尺组成。它是利用主尺的分度值与游标尺的分度值的差值制成的一种测量长度的工具。

构造如图 1-2-1 所示,主尺和游标尺上内外都各有一个测量爪。游标尺上还有一个深度尺,尺身上有紧固螺钉。

用途:测厚度、长度、深度、内径、外径。

内测量爪:用来测量槽的宽度和管的内径;

外测量爪:用来测量零件的厚度和管的外径;

深度尺:固定在游标尺上,用来测量槽、孔和筒的深度;

紧固螺钉:读数时,为了防止游标尺的移动,旋紧它可使游标尺固定在主尺上。

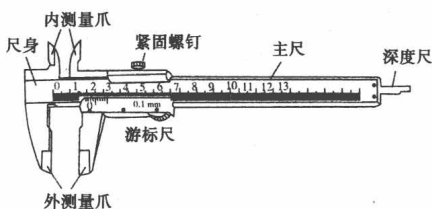


图 1-2-1

原理简介

主尺上的分度值与游标尺上的分度值不一样长,有一个差值,差值不同,尺的精度就不同。不管游标尺上有多少个等分刻度,它的刻度部分长度总比主尺上的同样多个小等分刻度差 1 mm。

也就是说游标卡尺是利用主尺和游标尺上分度值差,把不易直接测量的微小量通过“放大”显示成容易测量的较大值,从而提高测量的精度。

根据游标尺上的分度格数,常把游标卡尺分为 10 分度、20 分度、50 分度的下列三种。

游标尺			精度/mm	测量结果(游标尺上第 n 个格与主尺上的刻线对正时)/mm
刻度格数	刻度总长度/mm	每小格与 1 mm 差/mm		
10	9	0.1	0.1	主尺上读的毫米数 + $0.1n$
20	19	0.05	0.05	主尺上读的毫米数 + $0.05n$
50	49	0.02	0.02	主尺上读的毫米数 + $0.02n$

使用方法

1. 测量:使测量爪并拢,查看游标尺与主尺零刻线是否对齐,检查无误后即可测量。读数之前要用紧固螺钉把游标尺固定。

2. 读数:(1)以游标尺零刻线位置为准,在主尺上读取毫米数 L_0 。

(2)看游标尺上第几条刻线与主尺上的某一刻线(不管是第几条刻线)对齐,从游标尺上读出毫米以下的小数为 $n\Delta L$,式中 n 为与主尺某刻线对齐的游标尺第 n 条刻线, ΔL 为该游标卡尺的精度。

(3)得读数为 $L_0 + n\Delta L$ 。

五点注意

1. 看清游标卡尺的精度。在读数时均不需要向后估读一位。

2. 测量物体时应使测量爪轻轻卡住被测物体,不要夹得太紧。

3. 读数时要使视线与尺垂直,避免产生视差。

4. 使用卡尺时应防止撞击。切不可用游标卡尺量度毛坯,以免损伤测量爪。

5. 测量爪必须紧靠工件,用紧固螺钉把游标尺固定后再读数。

典例精析

例 (天津高考)有一种游标卡尺,它的游标尺上有 50 个小的等分刻度,总长度为 49 mm。用它测

量某物体长度,游标卡尺读数如图1-2-2所示,则该物体的长度是_____cm。

解析:主尺刻度为41 mm,游标尺上第10格与主尺刻度重合,则读数为:41 mm + 0.02 × 10 mm = 41.20 mm = 4.120 cm。

答案:4.120

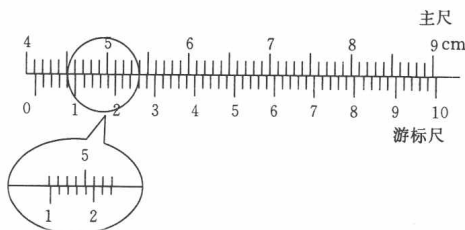


图 1-2-2

2 螺旋测微器



仪器构造

如图1-2-3所示,它的小砧A和固定刻度B固定在框架C上,旋钮D、微调旋钮D'、可动刻度E和测微螺杆F连在一起,通过精密螺纹套在B上。

用途:测小球直径、金属丝直径、薄板厚度等。

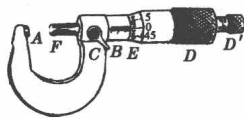


图 1-2-3



原理简介

螺旋测微器的螺距一般为0.5 mm,螺栓上的可动刻度一周分50格,当螺栓每转一周时,前进或后退一个螺距0.5 mm,当螺栓转过一格时,前进或后退0.5/50 mm = 0.01 mm的距离,故这种螺旋测微器的精确度为0.01 mm。读数时,误差出现在小数点后第三位,即毫米的千分位上,因此,螺旋测微器又称千分尺。



使用方法

1. 校准零位:测量前使测微螺杆F和小砧A并拢,可动刻度E的零刻度与固定刻度B的轴向线应在固定刻度的零刻度线处对齐,否则应加以修正。

2. 测量:旋动旋钮D,将测微螺杆F旋出,把被测的圆柱体放入A、F之间的夹缝中,转动D,当F将要接触圆柱体时,再轻轻转动微调旋钮D',当听到“嗒、嗒……”的声音时(表明待测物刚好被夹住),然后转动锁紧手柄使F止动。

3. 读数:(1)先从固定刻度上读出半毫米以上的长度;(2)再从可动刻度上读出小于半毫米部分的长度;(3)将以上两部分相加就是具体的读数,读数=固定刻度示数(整毫米数+半毫米数)+可动刻度示数(要估读一位)×0.01。



三点注意

1. 测量时,当F将要接触被测物体时,要停止使用D,改用D',以避免F和被测物体间产生过大的压力,这样,既可以保护仪器又能保证测量结果准确。

2. 读数时,要注意固定刻度上表示半毫米的刻度线是否已经露出。

3. 读数时要准确到0.01 mm,估读到0.001 mm,即测量结果若用mm为单位,则小数点后必须保留三位。



典例精析

例 (海南高考)某同学用螺旋测微器测量一金属丝的直径,测微器的

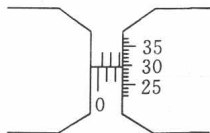


图 1-2-4

示数如图 1-2-4 所示,该金属丝直径的测量值为 _____ mm。

解析:固定刻度上的整毫米数为 2,它之后的半毫米刻度线已露出,故固定刻度上的读数为 2.5 mm;可动刻度上第 29 条和第 30 条刻度线都不与固定刻度基线重合,只能读成 29.5 条与基线重合,小数部分为 $29.5 \times 0.01 \text{ mm} = 0.295 \text{ mm}$ 。金属丝的直径为固定刻度读数+可动刻度读数= $2.5 \text{ mm} + 0.295 \text{ mm} = 2.795 \text{ mm}$ 。

答案:2.795(在 2.793~2.797 之间均可)

3 天平



仪器构造

天平是测量物体质量的仪器,中学物理实验室中常用的天平有物理天平和托盘天平,托盘天平的结构如图 1-2-5 中甲所示,其中 A 是托盘,B 是指针,C 是标尺,D 是横梁,E 是平衡螺母,F 为游码,G 为游码刻度尺,H 为底盘。物理天平的结构如图乙所示。

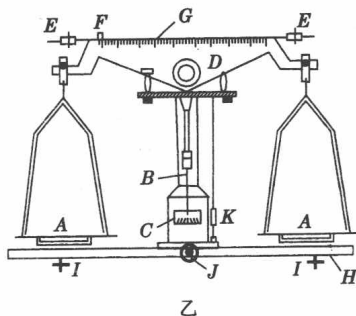
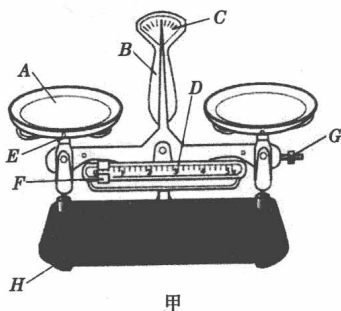


图 1-2-5

天平的主要技术参数有:①全称量:天平所能称量的最大质量;②感量:使天平指针从平衡位置偏转到最小分度所需质量。感量也叫做“分度值”。这一数值愈小,天平愈灵敏。实验室中常用的托盘天平感量一般为 0.2 g,全称量有 1 000 g、500 g 等规格。



原理简介

平衡时, $m_{\text{物}} g l_1 = m_{\text{码}} g l_2$,因为 $l_1 = l_2$,故 $m_{\text{物}} = m_{\text{码}}$ 。



使用方法

1. 天平的调节

(1)托盘天平的调节:①应把天平放在水平桌面上;②先把游码放在标尺左端的“0”点上;③然后转动横梁左、右端的平衡螺母 E,使指针 B 对准标尺 C 的中央,这就表示横梁平衡了。

(2)物理天平的调节:①先调底板 H 水平,调节调平螺旋 I,观察重锤 K,直至底板水平为止;②再调天平平衡,将游码 F 置于横梁 G 上游码标尺的“0”位置上,调节横梁两端的平衡螺母 E,旋转止动旋钮 J 升起横梁,观察指针 B,直到指针 B 指在标尺 C 的中央或使指针能在中央刻线两侧等幅摆动为止。

2. 测量方法

(1)托盘天平的测量方法:测量时,把被测物体放在左盘里,估计被测物体的质量选择适当的砝