

大学物理实验试题集

主 审 潘 人 培

编 者 (按姓氏笔划为序)

王开淙 王国华 史 彭 吴乃爵

李寿岭 单人琛 陆廷济 唐丕显

袁玉辉 梁华翰 缪连元 戴春泉

杭州大学出版社

(浙)新登字第12号

大学物理实验试题集

杭州大学出版社出版

(杭州天目山路34号)

浙江省新华书店发行 浙江工学院印刷厂印刷.

787×1092毫米1/32 9.5 印张 200千字

1992年9月第1版 1992年9月第1次印刷

印数: 00001—12000

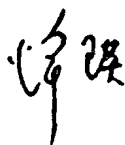
书号: ISBN 7-81035-229-6/O · 013

序

“实验能推翻理论，而理论却不能推倒实验，如果我再活一辈子，我就去搞实验……。”这是丁肇中先生于1992年7月在南京时谈及当年影响了他工作志趣的乌伦贝克教授(电子自旋理论的创始人)对他的教诲，并以此勉励青年学子们，诚挚地希望他们重视实验并投身到这一事业中去。同年，在庆祝吴健雄、袁家骝教授从事科技工作五十年的会上，袁教授回忆了当年吴健雄教授精心安排的并对物理学界产生深远影响的用 β 衰变实验证明了在弱相互作用中的宇称不守恒，并以他们青年时代的切身体验作为印证，亦殷殷劝导年青一代要立志从事实验工作。

千里之行始于足下，作为科学实验的基础课程：大学物理实验，在明确了它的设置目的与任务后，十年教改取得了很大的变化与进展。但遗憾的是，与之相应的参考书却寥寥，而起总结归纳、启迪思维的试题集之类的书更是短缺，究其原因可能因我国高校层次多，实验内容、实验设备又有参差，使之难以统一，难以汇集成册。现由吴乃爵、李寿岭等同志联合编写的《大学物理实验试题集》，是本很有意义的书，它在我国还是首次出现，这是个良好的开端。从“教”的方面看，它将促进各院校间的交流、讨论与相互切磋；从“学”的方面看，它将有助于学生开拓视野、启迪思维，在“刺激

一个体因素—反应”这一个体心理发展过程中，能使学生学得更活、更好；从“教改”的角度看，“考试”是个重要的教学环节，它将促进从事物理实验教学的同志们从中演化出更多更好的考核形式与办法。我祝愿这本书能取得成功，也殷切希望在这良好的新起点上不断前进，并借此机会向把毕生精力献身于物理实验教学的同行们致敬！

A handwritten signature in black ink, appearing to be '陈志' (Chen Zhi), written in a cursive style.

1992年7月于东南大学

前 言

大学物理实验在高等工科学学校作为独立的课程已有十年的历史，在不断的探索中明确了它作为一门技术基础课在培养学生从事科学实验的基本理论、基本方法与基本技能中的奠基作用。然而各校的层次与培养方向的差别，决定了它们的实验要求不尽相同；各校的实验条件又决定了它们实验内容的差异，所以始终没有一本统一的教材。尽管如此，各校的实验教学无不围绕着统一的“课程基本要求”而展开，所以，实验内容的“共性”仍是主体。

为了促进兄弟院校的交流，我们十一所院校广泛收集了数十所院校多年来的试题，按照“基本要求”联合编写了这本试题集，希望对实验考试这一重要的教学环节有所促进，更希望对广大学生在学习本课程中进一步复习和总结有所帮助。

鉴于各校在教学上具体要求不尽一致，而且本学科有些问题亦无统一的标准，我们一方面本着“双百”方针，并不强求一致，而是力图保留各校教改的特色；另一方面作为一本书又必须前后连贯一致，这给统稿增加了难度。我们本着求同存异、集各家之所长的原则进行整理，仍不免存在许多差异的痕迹。保留它旨在引起同行的关注与讨论，以期经过共同的努力促进其健康成长，使本学科臻于完善。

本书由吴乃爵、李寿岭（按姓氏笔划）主持编写并统

稿。其成书过程是是：先由参编院校各自独立收集资料、分工整理；再以“西北片”与“华东片”分别自审、互审，最后统稿，并请潘人培教授主审。在成书的过程中，得到了各参编院校领导、物理实验室教研室许多同志的热情协助与大力支持，并得到恽瑛教授关心与帮助谨在此表示我们的衷心感谢！

必须指出，本书所提供的答案多系要点，可资参考，却不能说都是唯一的。短时间内面对着形形色色各有千秋的大量试题并予以筛选整理，疏漏谬误之处，恳请读者批评指正。

编 者

1992年6月

目 录

第一章 误差基础知识

§ 1. 误差的基本概念(1—1~1—65)	(1)
§ 2. 误差传递公式基本训练(1—66~1—86)	(13)
§ 3. 有效数字与误差估算(1—87~1—115)	(22)
§ 4. 仪器误差和实验误差的估算与分配 (1—116~1—131)	(26)
§ 5. 数据处理(2—132~1—151)	(29)

第二章 力学、热学与分子物理学

§ 1. 长度测量(2—1~2—28)	(34)
§ 2. 密度的测定(2—29~2—48)	(38)
§ 3. 杨氏模量的测定(2—49~2—67)	(40)
§ 4. 气垫导轨上的实验	(43)
一、气轨及其调节(2—68~2—73)	(43)
二、测速度、加速度及重力加速度与碰撞实验(2—74~2—85)	(43)
三、研究阻尼振动和简谐振动 (2—86~2—89)	(45)
四、操作题(2—90~2—97)	(45)
§ 5. 转动惯量和转动定律(2—98~2—119)	(46)
§ 6. 重力加速度(g)的测定(2—120~2—132)	(50)

§ 7. 照相法研究抛体运动与表差法处理数据	
(2—133~2—134)	(52)
§ 8. 弹簧振子研究(2—135~2—140)	(52)
§ 9. 线膨胀系数测定(2—141~2—146)	(53)
§ 10. 表面张力系数测定(焦利秤法与毛细管法)	
(2—147~2—164)	(54)
§ 11. 落球法测液体的粘滞系数(2—165~	
2—171)	(56)
§ 12. 固体比热容的测定(混合法、电热法)	
(2—172~2—187)	(57)
§ 13. 电热法测热功当量(2—188~2—193)	(59)
§ 14. 混合法测冰的溶解热(2—194~2—202)	(60)
§ 15. 热线法测气体的导热系数(2—203~	
2—216)	(61)

第三章 电磁学

§ 1. 电磁学实验基础知识	(64)
一、电源(3—1~3—8)	(64)
二、开关及电阻器(3—9~3—20)	(64)
三、磁电系电表(3—21~3—36)	(66)
四、变阻器使用与电路控制设计(3—37)	(68)
五、电表改装及伏安法测电阻(3—38~3—44)	(68)
六、操作题(3—45~3—59)	(69)
§ 2. 桥式电路	(72)
一、问答、填充与选择(3—60~3—72)	(72)
二、操作题(3—73~3—77)	(75)

§ 3. 电位差计	(76)
一、问答、填充、选择(3—78~3—99)	(76)
二、电位差计测定电阻(3—100~3—101)	(79)
三、操作题(3—102~3—107)	(79)
§ 4. 示波器及 R L C 电路(3—108~3—148)	(80)
§ 5. 灵敏电流计与冲击电流计	(89)
一、是非题(3—149~3—154)	(89)
二、选择题(3—155~3—156)	(89)
三、填空题(3—157~3—166)	(90)
四、问答和计算(3—167~3—168)	(91)
五、操作题(3—169~3—176)	(92)
§ 6. 静电场模拟	(94)
一、静电场测绘(3—177~3—189)	(94)
二、操作题(3—190)	(95)
§ 7. 磁场的测量(冲击电流法、感应法、霍尔元件法)(3—191~3—213)	(95)

第四章 声学 & 光学

§ 1. 超声波波速的测定(4—1~4—21)	(100)
§ 2. 薄透镜的焦距测定(4—22~4—61)	(104)
§ 3. 望远镜与显微镜(4—62~4—70)	(110)
§ 4. 阿贝折射仪测折射率(4—71~4—77)	(111)
§ 5. 分光计的调整与使用(测棱镜顶角、折射率、色散及光栅衍射等)(4—78~4—146)	(112)
§ 6. 光的干涉(牛顿环)(4—147~4—187)	(123)
§ 7. 单缝衍射的光强分布(4—188~4—197)	(129)

- § 8. 双棱镜干涉测光波波长(4—198~4—215)(132)
- § 9. 光的偏振(糖量计实验)(4—216~4—224)(134)
- § 10. 光速测定(4—225~4—227)(136)
- § 11. 摄影技术(4—228~4—264)(136)

第五章 综合和近代物理实验

本章含密立根油滴、光电效应、钨的逸出功、夫兰克赫芝等实验以及氢原子光谱与棱镜摄谱仪、塞曼效应、迈克尔逊干涉、微波、全息照相与信息处理、真空的获得与测量等实验。

- § 1 是非与选择题(5—1~5—66)(140)
- § 2 填空题(5—67~5—95)(149)
- § 3 问答与计算题(5—96~5—120)(152)
- § 4 操作题(5—121~5—143)(155)

参 考 答 案

- 第一章 误差基础知识(161)
- 第二章 力学、热学与分子物理学(175)
- 第三章 电磁学(224)
- 第四章 声学与光学(247)
- 第五章 综合和近代物理实验(280)

第一章 误差基础知识

§ 1 误差的基本概念

1—1 凡可用仪器或量具直接测出某物理量值的测量，称____测量，例如____；凡须通过测量并通过数学运算后方能得到某物理量的测量，称____测量，例如____。

1—2 误差是____与____之差，亦称为____误差。它反映了测量值偏离真值的____和____。偏差（残差）是____值与其____值之差。通常真值是不可知的，实验中往往用____差作为____差的估算值。

1—3 真值是____值，它是个理想的概念，下列几种值可作为真值：____、____、____、____。

1—4 对于某一次测量值而言，它的绝对误差符号____，而表示某一物理量测量结果的绝对误差 $\pm \Delta x$ ，它反映的是误差____的大小。

1—5 百分误差的求算方法为：____值减____值取绝对值后再除以____值并以百分数表示；而相对误差则定义为：____值减____值取绝对值后再除以____值并以百分数表示。（上述两种误差往往并不严格予以区分而统称相对误差）

1—6 误差按其性质与来源可分为____和____。

1—7 偶然误差产生的原因是测量____、测量____读数产生的随机变化，以及仪器____度等原因造成的；而系统误

差产生的原因是____、____、____、____、____等造成的。

1—8 偶然误差是____为零的____误差，它呈____分布，故具有____性、____性、____性、____性。

1—9 系统误差的主要特点是：它的方向和大小总保持____或____(有、无)规律(有时呈____规律)变化。

1—10 把大小和符号已知的系统误差称为____系统误差，大小和符号未知的系统误差称为____系统误差。

1—11 精密度系指多次等精度重复测量各测量值的____程度，它反映的是____误差；正确度反映的是测量值的____误差；准确度是反映测量值中____误差与____误差的____，它表示测量结果与____的一致程度。精度是____以上“三度”，是个____的概念。

1—12 视差多属____误差；天平不等臂产生的误差属于____误差；千分尺零位误差属于____误差；磁电系仪表的磁场减弱引起的误差属于____误差。

1—13 一次测量的误差可用____误差来估算，亦可用量具的____或____来估算，多次测量时常用____误差、____误差或____误差来估算其偶然误差的大小。

1—14 对于重复测量某一物理量而言，等精度测量为每一次重复测量的____、____、____及____均不变的测量，对于某一间接量而言，等精度测量是指该间接量的各个直接量测量的____误差应基本____。

1—15 当已知量的真值为 x_0 时， x_i 为第 i 次的测得值，则绝对误差 $\Delta x_i = \underline{\hspace{1cm}}$ ；若仅知该量的算术平均值为 $\bar{x}$ ，则 $\Delta x_i = \underline{\hspace{1cm}}$ 。因此，其算术平均误差可表示为 $\overline{\Delta x} = \underline{\hspace{1cm}}$ 或 $\overline{\Delta x} = \underline{\hspace{1cm}}$ ，其标准误差可表示为 $\sigma_x = \underline{\hspace{1cm}}$ 或 $\sigma_x = \underline{\hspace{1cm}}$ 。

____, 其算术平均值标准误差可表示为 $\sigma_{\bar{x}} =$ ____ 或 $\sigma_{\bar{x}} =$ ____。

1-16 ____ 称为单次测量的误差界 (极限误差), 它说明测量列中任一测量值仅有小于 ____ 的概率落到 ____ 区间之外。____ 称为测量结果的极限误差, 它说明任何一组测量结果 $\bar{x}$, 仅有 ____ 的概率落到 ____ 区间之外。

1-17 对于间接测量, 若 $N = A \cdot B$, 则 $\frac{\Delta N}{N} = \sqrt{\left(\frac{\Delta A}{A}\right)^2 + \left(\frac{\Delta B}{B}\right)^2}$, $\Delta N =$ ____; 若 $N = A/B$, 则 $\frac{\Delta N}{N} =$ ____, $\Delta N =$ ____。

1-18 测量结果写成 $N = N_{\text{测}} \pm \Delta N$, 它的含义是: N 的 ____ 值有较大的可能性落在 ____ 区间之内。表示测量结果的三要素是: ____、____ 及 ____。

1-19 某测量列的算术平均值为 $\bar{N}$, 算术平均误差为 $\Delta \bar{N}$, 事实上 $\Delta \bar{N}$ 是误差限, 它的概率含义是: 在测量列中任何一次测量值 N_i 落在 ____ 到 ____ 之间的可能性为 57.5%; 标准误差 σ 的概率含义是: 测量列中任一次测量值落在 ____ 到 ____ 之间的可能性为 68.3%, 而任一次测量值落在 ____ 到 ____ 之间的可能性为 99.7%。

1-20 表示重复测量数据离散程度的是 ____ 度, 它属于 ____ 误差, 用测量列的 ____ 误差描写它较为合理。

1-21 已知某地重力加速度值为 9.794 m/s^2 , 甲、乙、丙三人测量的结果为: $9.790 \pm 0.024 \text{ m/s}^2$, $9.811 \pm 0.004 \text{ m/s}^2$, $9.795 \pm 0.006 \text{ m/s}^2$, 试比较他们测量的精密度、正确度、准确度的高低。甲测量的精密度 ____, 正确度 ____, 乙测量的精密度 ____, 正确度 ____, 而丙的 ____ 高。

1—22 任何仪器皆存在误差，它是由于____、____、____及____等原因产生的。

1—23 常用仪器测量范围内示值中的____误差作为该仪器的示值误差，此外，尚有以仪器量程中____示值误差除以____并以____数表示的，称为仪器精度等级，其表示式为：级别 = ____。

1—24 仪器误差既有____误差的成份，又含有____误差的成份。对于准确度较低的仪器，它主要反映了____误差的大小，而准确度高的仪器则是____综合的结果，很难区分哪类误差起主要作用。

1—25 由于观测人员的感官灵敏度或测量条件的限制，测得值的误差必然大于仪器误差时，必须引入____误差。

1—26 游标卡尺的零读数不为零，此零位误差属于____误差；测量中估读时的视差多属于____误差；被测量随温度的变化而变化，而测量时未考虑温度影响产生的误差属于____误差；某间接量在计算过程中采用近似计算，其误差属____误差；量具的分度线不准属____误差。

1—27 用千分尺进行测量时，____误差是可修正的系统误差，视差是____偶然误差。

1—28 使用游标卡尺时____误差是可修正的系统误差，视差____偶然误差(可修正与否)。

1—29 用伏安法测电阻，未考虑电压表及电流表的内阻，测量结果将带入：____校正的____误差。

1—30 用1.0级，量程为10V的电压表，一次测量某一电压值，其测量绝对误差 $\Delta V = \underline{1.0}$ (V)。若经多次测量，并求出其标准误差(偏差)为 $\pm 0.2V$ ，其绝对误差应记为 $\underline{1.0}$ V。

V。

1-31 用0.5级,量程为100mA的电流表,一次测量某一电流值,其测量绝对误差 $\Delta I = \underline{1.01}$ (mA)。若多次测量的标准误差(偏差)为0.5 mA,此时绝对误差(偏差)应记为 $\underline{1.01}$ mA。

1-32 用一最小分度为1mm的钢卷尺,测量长约500mm物体,若只测一次,其测量绝对误差应记为 $\underline{\pm 1}$ (mm),相对误差为 $\underline{1/500}$ 。若重复测量后其标准误差(偏差)为0.1mm,则绝对误差应记为 $\underline{\pm 1}$ (mm)。

1-33 用测量范围为300mm,主尺最小分度为1mm的50分度游标卡尺测量某物体的长度。一次测量,其绝对误差可估为 $\underline{\pm 0.5}$ mm,若多次测量后标准误差(偏差)为0.03mm,则绝对误差应记为 $\underline{0.03}$ mm。 $\sqrt{0.03^2 + 0.02^2}$

1-34 用国标I级,测量范围为0~25mm的螺旋测微计(千分尺)测量某物体的长度,只测一次,其测量绝对误差可估为 $\underline{0.004}$ mm。 $\frac{0.01}{25} = 0.004$

1-35 从0.1级电阻箱上读出电阻值为200.0 Ω ,若不考虑各旋钮的接触电阻,则其电阻的绝对误差可估为 $\underline{0.2}$ Ω 。

1-36 用最小分度为0.2 $^{\circ}\text{C}$ 的水银温度计,一次测量某一温度,测得温度为20.7 $^{\circ}\text{C}$,其绝对误差应记为 $\underline{0.2}$ $^{\circ}\text{C}$ 。

1-37 测得某长度 L 的数据如下:(单位mm)4.278、4.256, 4.265, 4.242, 4.251, 4.261, 求其算术平均值 $\bar{L}$ 、算术平均误差 $\Delta \bar{L}$ 及相对误差 E_L 及单次测量的标准误差 σ_L 和算术平均值标准误差 $\sigma_{\bar{L}}$ 。

$\bar{L} = \underline{4.256}$ mm; $\Delta \bar{L} = \underline{0.004}$ mm; $E_L = \underline{0.001}$;

$\sigma_L = \underline{0.004}$ mm; $\sigma_{\bar{L}} = \underline{0.001}$ mm。

1—38 偏差(残差)的定义式为

- A. $|\text{测量值} - \text{平均值}|$; B. $\text{测量值} - \text{平均值}$;
C. $|\text{平均值} - \text{测量值}|$; D. $\text{平均值} - \text{测量值}$;
E. $\text{测量值} - \text{公认值}$.

(AB)

1—39 偶然误差的单峰性是指绝对值小的误差出现的概率比绝对值大的误差出现的概率

- A. 大; B. 小; C. 相同; D. 不一定.

(A)

1—40 偶然误差的有界性是指在一定测量条件下, 误差的绝对值

- A. 不超过一定的限度; B. 全超过;
C. 不一定.

(A)

1—41 偶然误差的对称性是指绝对值相等的正负误差出现的概率

- A. 不同; B. 相同; C. 不一定.

(B)

1—42 偶然误差的抵偿性是指偶然误差的算术平均值随测量次数的增加而趋向

- A. 无穷大; B. 某非零定值; C. 零.

(C)

1—43 某螺旋测微计的示值误差为 $\pm 0.004\text{mm}$, 选出下列说法中正确者:

- A. 它的精度为 $\pm 0.004\text{mm}$;
B. 用它进行一次测量, 其偶然误差为 0.004mm ;

C. 用它作一次测量, 可用 $\pm 0.004\text{mm}$ 估算其误差;

D. 用它测量时的相对误差为 $\pm 0.004\text{mm}$.

(AC)

1—44 某量具的示值误差为 $\pm 0.02\text{mm}$, 选出下列测量结果中可能是正确的答案:

A. $38.755 \pm 0.02\text{mm}$; B. $38.78 \pm 0.02\text{mm}$;

C. $338.8 \pm 0.4\text{mm}^3$; D. $388.79 \pm 0.02\text{mm}^2$.

(BC)

1—45 选出下列表达式中的正确者:

A. $\rho = (7.60 \pm 0.04) \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$, $E = 0.53\%$;

B. $\rho = (7.60 \pm 0.041) \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$, $E = 0.54\%$;

C. $\rho = (7.60 \pm 0.14) \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{M}$, $E = 1.8\%$;

D. $\rho = (7.603 \pm 0.04) \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$, $E = 0.526\%$.

(AC)

1—46 选出下列说法中的正确者:

A. 可用仪器最小分度或最小分度的一半作为该仪器的一次测量的误差;

B. 可以用仪器的示值误差作为该仪器一次测量的误差;

C. 可以用仪器精度等级估算该仪器一次测量的误差;

D. 只要知道仪器的最小分度值, 就可以大致确定仪器误差的数量级。

(AB) CD

1—47 选出下列说法中的正确者:

A. 以算术平均误差估算偶然误差最方便最合理;