

应用物理奥林匹克竞赛 讲座

陈刚 主编

竞赛知识要点、实例分析、竞赛训练题

$$I = \frac{U}{R}$$

武汉工业大学出版社

应用物理奥林匹克竞赛讲座

主 编 陈 刚
副主编 张 明 钟炎盛
编 委 黄桂芹 张生文
陈帮荣 邓 云
陈建国

武汉工业大学出版社

鄂新登字 13 号

主 编 陈 刚
主 编 陈 刚
主 编 陈 刚
主 编 陈 刚
主 编 陈 刚

应用物理奥林匹克竞赛讲座

主 编 陈 刚

责任编辑 杨学忠

*

武汉工业大学出版社出版发行

新华书店湖北发行所经销 仙桃市新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 9 字数: 177 千字

1992 年 8 月第 1 版 1992 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—12000 册

ISBN 7-5629-0613-0/G · 92

定价: 4.60 元

序

随着教育理论的发展和教育的深化,我国新的中、小学教学计划明确地将课程分为学科课程和活动课程两个部分。物理竞赛活动是中学活动课程的一项重要内容。目前,由中国教育学会物理教学研究会举办的全国初中应用物理知识竞赛是活动课程的具体内容之一。应用物理知识竞赛活动的宗旨是激发初中学生学习物理的兴趣,促进学生掌握物理基础知识,发扬创造精神,培养学生善于把所学物理知识用于分析、解决生活和生产技术中的实际问题的能力。应用物理知识竞赛试办两年来,深受广大中学生的欢迎。但是,到现在为止,尚没有一本供辅导应赛学生用的书籍。在广大中学师生的呼吁下,湖北省部分从事物理教学的教师,在总结了两年来指导学生参加竞赛经验的基础上,参考了国内外有关这方面的书籍,编写了这本《应用物理奥林匹克竞赛讲座》,填补了当前应用物理知识竞赛辅导教材的空白。

该书根据全国竞赛简章,将物理基础知识的复习、巩固与应用物理知识竞赛有机地结合在一起,注重传授学生科学方法,培养学生能力,开发学生智力。该书内容丰富,条理清晰,深入浅出,通俗易懂。在编排上还具有新、精、活、趣的特点。因此,这是一本好的活动课程辅导书,对开展初中物理竞赛,将会起到积极的作用。

李来政

1992年5月14日于武昌桂子山

编写说明

全国各地先后举办的各种形式的物理知识竞赛活动,在激发学生学物理的兴趣,培养学生善于把所学物理知识用于分析、解决生活和工作中的实际问题的能力,发扬创造精神,促进基础知识的掌握等方面都起到了很好的作用。为帮助广大应赛者和竞赛指导教师搞好应用物理竞赛,促进奥林匹克物理竞赛活动的开展,我们组织了湖北省部分有丰富竞赛指导经验的教师共同编写了这本书,以满足广大物理竞赛指导教师和应赛学生的迫切需要。

本书以章为单元。各章的内容包括竞赛知识要点、实例分析、竞赛训练题和训练题分析与答案四个部分,最后一章为综合训练。书后附有近两年《全国初中应用物理知识竞赛试卷》。

编写时,以《竞赛简章》为依据,以应用物理知识为主线,在初中物理教材的基础上适当加以引伸提高。在内容上,力求新、精、活,着重培养能力、开发智力。例题分析和训练题分析与答案富有启发性和概括性,能促使学生运用掌握的物理知识解决实际问题。

本书主要作竞赛指导教师和应赛者参加物理竞赛的教材,也可供中学、中专、技校学生的课外学习参考,还可作为社会青年和一般物理爱好者学习物理知识的读物。

在本书的编写过程中,得到了中国教育学会物理教学研究会常务理事、湖北省物理学会副秘书长、华中师范大学物理系李来政副教授的指导和帮助,最后审阅了全部书稿并写了序。在编写出版过程中,还得到了华中师大《高师函授学刊》王荣槐副总编和物理系马世豪老师的大力支持和帮助。在此一并表示感谢。

参加本书编写工作的有(按姓氏笔划):邓云、邓辉茂、许发明、刘明、刘先富、李师文、李蓬军、张振谦、张明、张生文、陈帮荣、陈刚、陈建国、钟炎盛、胡建平、徐松柏、黄桂芹。

目 录

第一章	测量	(1)
第二章	力 运动和力	(12)
第三章	密度	(30)
第四章	压强	(47)
第五章	浮力	(63)
第六章	简单机械 功和能	(79)
第七章	光的初步知识	(100)
第八章	热膨胀 热传递	(124)
第九章	热量	(134)
第十章	物态变化	(144)
第十一章	分子热运动 热能 热机	(154)
第十二章	简单电现象	(164)
第十三章	电流的定律	(176)
第十四章	电功 电功率	(200)
第十五章	电磁现象	(216)
第十六章	用电常识	(230)
第十七章	竞赛综合训练	(236)
附录 I	《1991 年全国初中应用物理知识竞赛》 试卷及答案	(257)
附录 II	《1992 年全国初中应用物理知识竞赛》 试卷及答案	(269)

第一章 测 量

一、竞赛知识要点

(一) 国际单位制及单位换算

在物理学中,为量度物质的属性或描述它的运动状态,引进了各种量值,即物理量。为了便于科学技术的交流,由国际计量大会决定,以七个物理量的单位为基本单位,规定了一套统一的单位,叫做国际单位制(SI制)。在国际单位制中,长度的单位是米,质量的单位是千克,时间的单位是秒。除了这三个力学的基本单位以外,还有电流强度的单位安培,热力学温度的单位开尔文,物质的量的单位摩尔,发光强度的单位坎德拉。

在实际应用中,每个物理量只有一个单位是不够的。因此,国际单位制中还规定了一些词头,将词头放在单位之前,使单位按一定的倍数变大或变小。常用的词头有:“千”、“分”、“厘”、“毫”、“微”、“兆”等。与之相当的倍数关系为:千(k)— 10^3 ,分(d)— 10^{-1} ,厘(c)— 10^{-2} ,毫(m)— 10^{-3} ,微(μ)— 10^{-6} ,兆(M)— 10^6 。由此可以方便地得到常用单位之间的换算关系。例如长度:

$$1 \text{ 千米} = 10^3 \text{ 米}$$

$$1 \text{ 米} = 10 \text{ 分米}$$

$$1 \text{ 分米} = 10 \text{ 厘米}$$

$$1 \text{ 厘米} = 10 \text{ 毫米}$$

$$1 \text{ 毫米} = 10^3 \text{ 微米}$$

把上面五式平方即得到面积单位的换算关系,如 $(1 \text{ 米})^2 = (10 \text{ 分米})^2$,即 $1 \text{ 米}^2 = 10^2 \text{ 分米}^2$;立方得到体积单位的换算关系,如 $(1 \text{ 分米})^3 = (10 \text{ 厘米})^3$,即 $1 \text{ 分米} = 10^3 \text{ 厘米}^3$ 。

(二) 测量工具的选择和使用

1. 了解测量工具:包括测量工具的单位、量程、准确度(最小刻度)以及该测量工具可测量何种物理量等。

2. 选择测量工具:首先,要根据实际需要达到的准确程度选择适当的测量工具;其次,要根据被测量对象的大小选择适当量程的测量工具。

3. 调整测量工具:在测量前,常常对测量工具要进行必要的调整。例如:平衡调整、零点调整等。

4. 按照有关规定正确使用测量工具。

5. 读取和记录测量结果的方法:(1)要随读随记;(2)数据记录到最小刻度的下一位,其中前面的数字为准确数字,最后一位为估计数字;(3)数据后面一定要写上单位。

(三) 误差及减小误差的方法

误差是测量值与真实值之间的差异。由于仪器本身不精确,实验方法粗糙或实验原理不完善而产生的误差叫做系统误差。要减小系统误差,应使用更精密的测量仪器,改进测量的方法,完善实验原理。由于各种偶然因素对进行实验测量的人、仪器和被测物体的影响而产生的误差叫偶然误差。减少偶然误差的方法是多次测量,取平均值。实验中误差是不可能完全消除的。

(四) 测量的一些特殊方法

1. 替代法:测量某个与应测量相等的量来代替不便直接

测量的应测量,这种方法叫替代法。

2. 累加法:把多个相同的微小量放在一起进行测量,再将结果平均,这种方法叫累加法。

3. 辅助工具法:借助一些工具将不便测量的量方便而准确地测出,这种方法叫辅助工具法。

(五) 质量及其测量

质量是物体所含物质的多少,是物体惯性大小的量度。因为,一个物体组成它的物质的分子数和分子质量是不变的,所以这个物体的质量就是不变的。而与该物体的形状、温度、状态、位置等无关。因此,质量是物体本身的一种属性。

测量质量时,实验室和工厂化验室常用托盘天平;商店里常用台秤、杠秤、案秤、电子秤;仓库常用磅秤。要求较高时常用物理天平、分析天平等。

二、实例分析

例 1.1 体检时,测得某同学身高为 1.532 米,这把刻度尺的最小刻度是 1 毫米,准确值是 1.53 米,估计值是 0.002 米。

分析:由于数据记录到最小刻度的下一位,所以,如果用最小刻度做单位,则数据的小数点后面只有一位数字(估计值);反之,如果数据的小数点后面只有一位数字,则这个数据的单位就是刻度尺的最小刻度。因此,这类题型实际上转化为单位换算,但要保证换算后的数据小数点后面只有一位数字。由此可得:1.532 米 = 153.2 厘米,所以最小刻度为 1 厘米,准确值为 153 厘米(或 1.53 米),估计值为 0.2 厘米(或 0.002 米)。

米)。

例 1.2 有一段折线 $ABCD$, 如图 1-1 所示。请用最简单的方法测出折线的总长。

分析: 所谓最简单方法, 应包括 (1) 所用器材最少; (2) 测量步骤最简便; (3) 读数最直接。所以, 我们仅用一把毫米刻度尺分别测出 AB 、 BC 、 CD 的长度后相加即得总长。而不需采用替代法, 用与折线等长的细棉线替代折线的长度。但如果是曲线, 则需用替代法。

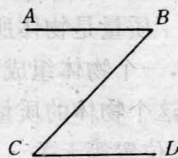


图 1-1

例 1.3 测量某一本书的长度, 甲记录的数据是 19.3 厘米, 乙记录的数据是 19.30 厘米。这两个数据表示的意义相同吗?

分析: 从纯数学的角度看, 这两个数据的意义是相同的。但在物理上, 它表明甲、乙两同学所用的刻度尺的准确程度 (最小刻度) 不同。从例 1.1 的分析可知, 甲的刻度尺的最小刻度是 1 厘米, 准确到 1 厘米; 乙的最小刻度是 1 毫米, 准确到 1 毫米。可见, 刻度尺的最小刻度越小, 测量的准确程度就越高, 数据的位数就越多。

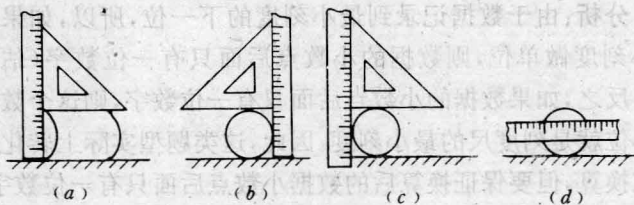


图 1-2

例 1.4 在图 1-2 中有四种辅助工具法测圆筒直径,其中正确的是:〔 〕

分析:方法(b)中直尺的零刻度线没对齐;方法(d)中无法确定直径的准确位置;方法(a)中同时存在(b)、(d)的问题;正确的是(c)。

例 1.5 有一卷长为 l 的金属细丝,你能测出它的体积吗? 写出测量方法。

分析:细金属丝可看作是圆柱体,体积 $v = \frac{\pi}{4} D^2 l$, 其中 D 为直径。所以只要测出了金属丝的直径,就可以算出其体积。

方法一:用累加法测直径。如图 1-3 所示。在一根毫米刻度尺上紧密地绕几圈细金属丝,

直接读出绕的宽度 l_0 , 则 $D = \frac{l_0}{n}$,

$$V = \frac{\pi l_0^2}{4n^2} l.$$



图 1-3

方法二:用游标卡尺(或千分尺)直接测出金属丝的直径 $D = (D_1 + D_2 + \dots + D_n) / n$ (在不同部位多次测量), 则体积 $V = \frac{\pi}{4} D^2 l$ 。

方法三:用排水法。可根据金属丝体积的大小具体选择量筒、量杯或容积足够的容器。请同学们分情况自行设计测量步骤。

例 1.6 给你一架称量足够的天平、砝码,你怎么确定一杯米的粒数? 写出测量步骤。

分析:可先称量出一粒米的质量 m , 再称量出一杯米的质量 M , 则一杯米的粒数 $n = \frac{M}{m}$ 。但一般天平的感量在 10~20 毫克, 只能用累加法称 1 粒米的质量。具体步骤如下:

(1) 数出 n_0 粒米 (50~100 粒), 用调好的天平称出其质量 m_0 , 则一粒米的质量 $m = \frac{m_0}{n_0}$;

(2) 称出一杯米 (包括 n_0 粒) 的总质量 M , 则一杯米的粒数 $n = \frac{M}{m} = \frac{M}{m_0} n_0$ 。

例 1.7 使用托盘天平时, 要先对天平进行调节。某同学调节时未将游码放在标尺左端的零刻度处, 测量的结果将 []。

A 偏大; B 偏小; C 正常。

分析: 横梁调平衡后, 读数应为零, 但题述结果却不为零 (游码所对刻度值)。假设为 0.2 克, 如果在左盘中放一 5 克的物体, 测量的结果将是 5.2 克, 即偏大。

三、竞赛训练题

(一) 选择题

1. 用激光在金刚石上打一直径约为 0.000065 米的小孔, 如果用微米做单位约为 []。

A 0.0065; B 0.65;

C 6.5; D 65。

2. 用螺旋测微器测得某金属丝的直径是 2.573 毫米, 则该仪器的最小刻度为 []。

A 1 毫米; B 100 毫米;

C 0.01 毫米; D 0.1 毫米。

3. 下面哪个量最接近 4.5 厘米? []

A 火柴盒的长度; B 铅笔的直径;

C 课本的长度; D 钢笔的长度。

4. 一位同学用刻度均匀的米尺测得方桌边长 0.980 米。他用这把米尺与标准米尺相比,发现此米尺实际长为 1.002 米,则方桌每边实际长是〔 〕。

A 0.978 米; B 0.982 米;

C 1.000 米; D 1.002 米。

5. 某物体的质量是 2.7×10^4 克,该物体可能是〔 〕。

A 一头小象; B 一只小鸡;

C 一个小学生; D 一只小蚂蚁。

6. 用天平测量物体的质量,横梁平衡时,右盘中五个砝码分别是 20 克、5 克、2 克、20 毫克和 10 毫克(游码在零位),则被测物体的质量是〔 〕。

A 27.300 克 B 27.030 克;

C 27.003 克; D 30.000 克。

7. 用一把最小刻度是毫米的尺子,测量一个圆盘的直径,读数唯一正确的是:〔 〕。

A 23.4 厘米 B 23.厘米;

C 23.420 厘米; D 23.42 厘米。

8. 测量物体长度时,有下列原因造成误差:〔 〕。

A 刻度尺弯曲; B 视线没与尺垂直;

C 刻度尺的刻度没有紧贴被测物体;

D 刻度尺放得不正。

9. 调节天平时,若天平左盘下沉,那么调节时应该〔 〕。

A 调节横梁右端螺母使它向里移;

B 调节横梁左端螺母使它向外移;

C 同时调节横梁两端螺母,都向左移;

D 同时调节横梁两端螺母,都向右移。

10. 国际千克原器的质量相当于〔 〕。

A 1 升纯水的质量;

B 4°C 时 1 升纯水的质量;

C 0°C 时 1 升纯水的质量;

D $0\sim 4^{\circ}\text{C}$ 时 1 升纯水的质量。

(二) 填空题

1. 测量长度时,需要达到的准确程度跟_____有关,而测量能够达到的准确程度由_____决定。

2. 现有最小刻度是毫米的刻度尺,最小刻度是厘米的卷尺,最小刻度是 0.02 毫米的游标卡尺和激光测距仪,它们中准确程度最高的是_____。欲测篮球场的长度,最合适的工具是_____。

3. 用塑料卷尺测物体的长度,若用力拉伸尺子测量,结果将_____。

4. 质量为 3 千克的铁块,把它轧成薄铁板,其质量为_____千克;把它熔化成铁水后其质量为_____千克;把它带到月球上,质量为_____千克;这说明物体的质量不随物体的_____、_____、_____和_____的改变而改变。

5. 如果被测物体的质量是 139 克,那么可能有_____个砝码,其质量分别是_____、_____、_____、_____、_____。

6. 人的头发丝直径为 77 微米,要用_____根头发才能排成 1 厘米宽。

7. 请你给下面的测量数据填上恰当的单位:黑板的长度是 33.5 _____;物理课本的质量是 140 _____;纸的厚度是 0.09 _____;一个人的质量是 0.06 _____。

8. 测得某星球的半径是 6.3784×10^6 米, 所用仪器的准确程度是_____。

9. 我国第一颗人造卫星离地面的平均高度是 1.8×10^3 千米, 合_____厘米; 我国领土面积是 960 万平方公里, 合_____米²。

10. 一位同学在实验中测得某物体长 1.14 米, 请用其它两个比米小的长度单位表示这个测量值, 但不能改变其准确程度 1.14 米 = _____; 1.14 米 = _____。

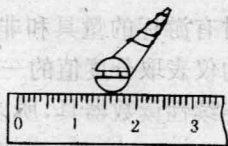
(三) 刻度尺的最小刻度是 1 毫米, 用它来测量长度时, 最大误差是多少?

(四) 在用物理天平称量时, 发现指针偏向标尺的右侧, 某同学旋动底板螺钉使指针停在标尺的中央。用这架天平称出一个物体的质量, 读数为 80 克。物体的实际质量比 80 克大一些还是小一些? 为什么?

(五) 请你设法用天平称出一片树叶的面积。

(六) 在绕地球同步飞行的航天飞机内, 能使用天平测物体的质量吗?

(七) 如图 1-4 所示。请用两种方法测出铁钉头部圆的周长(不能借助其它器材)。



(八) 现有一卷丝线, 请你测出 1 厘米长的丝线的质量。需要哪些器材? 写出操作步骤。

图 1-4

四、训练题分析与答案

(一) 选择题

1. D; 2. C; 3. A;

4. B; 分析: 设方桌实际边长为 L , 则 $1.00 \text{ 米}/1.002 \text{ 米} = 0.98 \text{ 米}/L$, 解得 $L = 0.982 \text{ 米}$ 。

5. C; 分析: 先把 2.7×10^4 克换算成常用的“体重”单位: $2.7 \times 10^4 \text{ 克} = 27 \text{ 千克}$, 显然这相当于一个小学生的质量。

6. B; 7. D; 8. A; 9. D; 10. B。

(二) 填空题

1. 测量的要求; 刻度尺的最小刻度。2. 激光测距仪; 卷尺。3. 偏小。4. 3; 3; 3; 形状、温度、状态、位置。5. 6; 100 克、20 克、10 克、5 克、2 克、2 克。6. 130。7. 分米; 克; 毫米; 吨。8. 1 千米。9. 1.8×10^8 ; 9.6×10^{12} 。10. 11.4 分米; 1.14×10^2 厘米。

(三) 1 毫米。分析: 单次测量误差可以按下述方法确定: 对有游标的量具和非连续读数的仪表取分度值; 对连续读数的仪表取分度值的一半。刻度尺的最小分度是 1 毫米, 由于是连续性读数器具, 所以测长度时两端长度误差各为 0.5 毫米。

(四) 分析: 这架天平底板不水平, 当指针调到标尺中央时, 底板右侧高, 左侧低, 因而实际上左端下沉, 右端上翘, 故比 80 克大一些。

(五) 分析: (1) 依据: 密度均匀, 厚度一致的薄板的面积与质量成正比。

(2) 器材: 天平、砝码、刻度尺, 均匀长方形厚纸板、树叶、