

物理

金牌奥校

奥林匹克教程

束炳如 王溢然 主编

初中

WULIAOLINPIKEJIAOCHENG



中国少年儿童出版社

WULIAOLINPIKE
JIAOCHENG

金牌奥校

初中

物理
奥林匹克教程

束炳如 王溢然 主编

中国少年儿童出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物理奥林匹克教程·初中年级/《金牌奥校》编写组编.
-北京:中国少年儿童出版社,2000.12

(金牌奥校)

ISBN 7-5007-5519-8

I. 物… II. 金… III. 物理课-初中-教学参考资料
IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 79032 号

主编:束炳如 王溢然

编著:(按姓氏笔划为序)

王文高	万海防	王 军	王列放	王明秋
王建华	王溢然	孔竹清	艾立克	刘 华
李百强	李渊业	许逢梅	孙鹏书	沈 晟
沈金林	何大衡	束炳如	陆洪洲	周叔范
钟 鐸	张一为	段延平	喻英才	谢步时
韩祥泰	戴 永			

物理奥林匹克教程·初中

中国少年儿童出版社 出版发行

责任编辑:余俊雄

美术编辑:徐 欣

社址:北京东四十二条 21 号

邮政编码:100708

印刷:北京泽明印刷有限责任公司

经销:新华书店

850×1168 1/32 12.875 印张 307 千字

2001 年 3 月北京第 1 版 2001 年 3 月北京第 1 次印刷

印数:1—20000 册

ISBN7-5007-5519-8/G·4311

(全二册) 总定价:47.80 元 本册定价:15.80 元

凡有印装问题,可向印装厂家调换

编写说明

推进素质教育，培养创新能力，是当前我国教育改革的重大方向，并受到教育界的普遍重视和社会的广泛关注。多年的学科竞赛实践表明，合理地开展学科竞赛活动，是促进学校教育改革，提高学生学科素质的积极因素。

为了配合素质教育改革的形势需要，进一步推动学科竞赛活动的开展，我们依据统编教材，并按照我国学科竞赛大纲的规定，编写了这套《金牌奥校》丛书。希望能对中学生开阔视野、启迪思维、发展智力、提高能力有所帮助，从而促进从知识型向能力型的转变。同时也希望能为广大同行在对中学生实施素质教育的过程中提供一些参考。

《金牌奥校》丛书是数学、物理、化学等专业学会专家学者及奥校教练员、部分省市教研员，在认真分析了中学生应具备的各学科基础知识和基本技能的前提下，结合奥校智能训练实际情况编写而成的，本丛书有以下二个特色：

一、面向全体中学生

本丛书覆盖了中学的全部基础知识、基本方法、基本技能和学科思想。取材源于统编教材，但又不局限于课本，坚持“强化基础，适当提高，突出重点”的原则，对课本内容作了必要概括、合理变通和适应拓广，因此该套丛书可作为中高考复习资料。

二、照顾有兴趣特长的中学生

本套丛书设立了专题研究，对竞赛中的常见方法在理论和实践的基础上作了综合性研究，可培养深广的学科思维能力、学科思想方法和学科应用意识，因此本套丛书又可作为竞赛学习、培训的资料和教材。

本套丛书按年级和学科编写，并包括以下几个部分：奥林匹克教程、奥林匹克集训题精编、奥林匹克题典、奥林匹克模拟试卷。内容由易到难，由简入繁，讲练结合，编排科学合理。

本丛书是在统一规划下，根据详细的计划界定而由全体编委分工编写的。它是教学和科研的成果，是集体智慧的结晶。在编写和统稿的过程中，我们虽然注意博采众长，并力求有自己的风格，但由于水平有限，缺点和错误难免，诚恳地希望读者能提供宝贵意见和建议。

编者

目 录

第 1 章	测量和简单的运动	(1)
第 2 章	声现象 热现象	(31)
第 3 章	光的反射和折射	(50)
第 4 章	质量和密度	(74)
第 5 章	力、力和运动	(93)
第 6 章	压强 大气压强	(115)
第 7 章	浮力	(156)
第 8 章	简单机械、机械功和机械能	(184)
第 9 章	热量 内能	(215)
第 10 章	电路和电流基本概念	(239)
第 11 章	欧姆定律	(267)
第 12 章	电功和电功率	(310)
第 13 章	生活用电	(355)
第 14 章	电和磁	(375)

第1章 测量和简单的运动

一、内容提要

1. 长度测量

工具:刻度尺.

使用:零刻度对齐,尺面紧贴被测物体,视线与尺面垂直.

测量值:由准确值、估计值和单位三部分组成.估计值通常是最小刻度值的下一位.

特殊方法:

(1)累积法——把难以直接测量的微小量累积起来测量.

(2)替代法——用容易测量(或能直接测量的量替代不容易测量(或难以直接测量)的量,如以直线替代曲线,以部分替代整体(即以小测大、以少测多),以外部替代内部等.

2. 测量误差

误差:测量值与真实值的差异.

产生原因:测量仪器的不精确,实验原理的不完善,实验方法的不仔细,以及实验环境的影响和人为的各种偶然因素等.

减小误差的途径:选用准确度较高的测量仪器,完善实验理论,改进实验方法等.最常用的是取多次测量的平均值.

注意:误差与错误不同.误差是不可避免的,任何测量都有误差.



3. 物体运动的基本概念

机械运动:物体位置的变化.自然界里任何物体都在不停地做机械运动.

参照物:研究运动时被选作标准的物体.

速度:表示物体运动快慢的物理量.

4. 运动的分类

(1)匀速直线运动:快慢不变、路线是直线的运动.

匀速直线运动的速度,等于运动物体在单位时间内通过的路程.

$$v = \frac{s}{t}, (\text{单位: m/s})$$

(2)变速运动:速度是变化的运动.

变速运动中的平均速度 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ (式中 s 是时间 t 内通过的路程).

二、解题指导

例1 用最小刻度是1mm的刻度尺去测量一个物体长度,其中记录正确的是 ()

A. 18.3cm.

B. 18.31.

C. 18.32cm.

D. 183.10mm.

【分析】用最小刻度是1mm的刻度尺测长度时,记录时应估读到0.1mm,它与记录结果所选用的单位无关.

记录值A为18.3cm=183mm,未估读到mm的下一位.

记录值B为18.31,没有单位.

记录值D为183.10mm,已表示估读到mm的百分位.

记录值C为18.32cm=183.2mm,是正确的.

【答】 C.

例2 用一把普通学生三角尺,测物体长度,共得5组数据如下:①5.37cm,②5.36cm,③5.38cm,④5.44cm,⑤5.39cm.其中哪个数据是有问题的?该物体长度的测量平均值应为多大?

【解答】 第④组数据是有问题的,它与其他各组数据的偏差较大,应排除.该物体长度的平均值为

$$\bar{l} = \frac{5.37 + 5.36 + 5.38 + 5.39}{4} \text{cm} = 5.38 \text{cm}.$$

【说明】 普通三角尺只能准确到 mm,估算到 mm 的十分位.计算平均值时应保持原来的有效位数,即也只能估算到 mm 的十分位.

例3 下列说法中,正确的是 ()

- A. 只要测量方法正确就不会有误差.
- B. 测量时的误差是不可避免的.
- C. 误差是由于没有遵守操作规则引起的.
- D. 多次测量的平均值可消除误差.

【分析】 任何测量都会由于仪器、环境、人为因素等而产生一定的误差,误差并不完全是由于没有遵守操作规则所引起的.误差只能通过某些途径(如取多次测量的平均值)加以减小而不能消除.

【答】 B.

例4 一位跳伞运动员在下落过程中,看到身旁的直升飞机在向上运动,直升飞机相对地面的运动是 ()

- A. 一定上升.
- B. 一定下降.
- C. 一定静止.
- D. 无法判定.

【分析】 由于跳伞员相对地球是在向下运动,当以自身作为参照物时,若直升飞机相对地球向上运动或静止,跳伞员都会看到直

升机与自身距离变大,即看到直升机向上运动.若直升机相对地球向下运动,且下降速度比跳伞员下降速度慢,跳伞员同样会看到直升机与自身距离变大,即认为直升机向上运动.由此可见,跳伞运动员无法依据自己看到的现象来判定直升机相对地球的运动情况.

【答】 D.

例5 甲看到路旁的树木向南运动,乙看到甲静止不动,若以树木为参照物,则 ()

- A. 甲、乙都向北运动.
- B. 甲、乙都向南运动.
- C. 甲向北、乙向南运动.
- D. 甲向南、乙向北运动.

【分析】 树木与地面保持相对静止.甲看到树木向南运动,说明甲相对地面向北运动.乙看到甲静止不动,说明乙与甲处于相对静止状态,即乙与甲相对地面沿同样方向、以同样速度在运动,因此也向北运动.

【答】 A.

例6 甲、乙两车沿平直公路行驶.甲车前一半时间以 $v_1 = 4\text{m/s}$ 的速度作匀速直线运动,后一半时间内以 $v_2 = 6\text{m/s}$ 的速度作匀速直线运动,设甲车在整个时间内的平均速度为 $\bar{v}_甲$.乙车前一半路程上以 $v_1 = 4\text{m/s}$ 的速度作匀速直线运动,后一半路程上以 $v_2 = 6\text{m/s}$ 的速度作匀速直线运动,设乙车在全程内的平均速度为 $\bar{v}_乙$.则 ()

- A. $\bar{v}_甲 = \bar{v}_乙$.
- B. $\bar{v}_甲 > \bar{v}_乙$.
- C. $\bar{v}_甲 < \bar{v}_乙$.

D. 因路程未知, 无法比较.

【分析】 设甲车的运动时间为 t , 则在前、后两个半段时间内通过的路程分别为

$$s_1 = v_1 \frac{t}{2}, s_2 = v_2 \frac{t}{2}.$$

整个时间内的平均速度为

$$\begin{aligned} \bar{v}_{\text{甲}} &= \frac{s_1 + s_2}{t} = \frac{v_1 \frac{t}{2} + v_2 \frac{t}{2}}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2} \\ &= \frac{4\text{m/s} + 6\text{m/s}}{2} = 5\text{m/s}. \end{aligned}$$

设乙车的运动路程为 s , 则在前、后两个半段路程内的运动时间分别为

$$t_1 = \frac{\frac{1}{2}s}{v_1} = \frac{s}{2v_1}, t_2 = \frac{\frac{1}{2}s}{v_2} = \frac{s}{2v_2}.$$

整个路程内的平均速度为

$$\begin{aligned} \bar{v}_{\text{乙}} &= \frac{s}{t_1 + t_2} = \frac{s}{\frac{s}{2v_1} + \frac{s}{2v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} \\ &= \frac{2 \times 4\text{m/s} \times 6\text{m/s}}{4\text{m/s} + 6\text{m/s}} = 4.8\text{m/s} < \bar{v}_{\text{甲}}. \end{aligned}$$

【答】 B.

例7 甲骑自行车以 16km/h 速度从某地出发沿平直路面运动, $\frac{1}{2}\text{h}$ 后, 乙有事需追赶甲, 于是骑摩托车以 40km/h 从同一地出发追甲. (1) 乙经多少时间后追上甲? (2) 此时甲运动了多少路程?

【分析】 本题有两个运动物体, 运动速度与运动时间都不相同, 但追上时两者路程相同. 他们的运动示意图如图 1-1 所示.

【解】 设乙追上甲用时 $t(\text{h})$, 则甲运动时间为 $t + 0.5(\text{h})$. 由

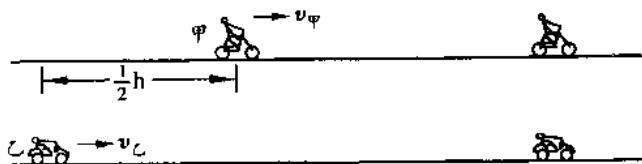


图 1-1

$$s_{\text{甲}} = s_{\text{乙}},$$

即

$$v_{\text{甲}}(t_{\text{乙}} + 0.5) = v_{\text{乙}} t_{\text{乙}},$$

$$16\text{km/h}(t_{\text{乙}} + 0.5)\text{h} = 40\text{km/h} \cdot t_{\text{乙}},$$

得

$$t_{\text{乙}} = \frac{1}{3}\text{h} = 20\text{min}.$$

所以 $s_{\text{甲}} = s_{\text{乙}} = v_{\text{乙}} t_{\text{乙}} = 40\text{km/h} \times \frac{1}{3}\text{h} = 13.3\text{km}$.

【答】 (1) 20min 后乙追上甲。(2) 追上时, 甲运动路程是 13.3km.

【说明】 也可从两人的速度差着手. 由题意知, 乙的速度比甲快 $\Delta v = 24\text{km/h}$. 设甲先行 $\frac{1}{2}\text{h}$ 行驶的路程为 Δs , 所以乙追上甲的时间

$$t_2 = \frac{\Delta s}{\Delta v} = \frac{16\text{km/h} \times 0.5\text{h}}{40\text{km/h} - 16\text{km/h}} = \frac{1}{3}\text{h}.$$

这种计算方法, 实际上是以甲为参照物, 此时乙相对甲的速度为 24km/h , 运动距离是 $\Delta s = 8\text{km}$.

例 8 一位乘客坐在一辆速度 $v_1 = 108\text{km/h}$ 的火车中(甲车), 旁边平行的轨道上迎面开来另一列速度 $v_2 = 72\text{km/h}$ 的火车(乙车). 这位乘客从窗口看见另一列火车驶过他身旁的时间是多少? 设另一列火车长 $l = 150\text{m}$.

【分析】 两列火车都在运动,火车的示意图如图 1-2 所示.

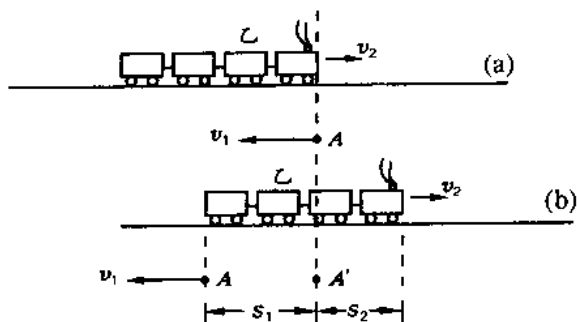


图 1-2

图(a)是乘客 A 看到乙车车头到达他身旁的情况. 经过时间 t 后,乘客 A 看到乙车车尾到达他身旁(图 b),在这段时间 t 内,甲、乙两车的路程分别为 s_1 、 s_2 .

【解】 两车都作匀速运动,因此

$$s_1 = v_1 t, v_1 = 508 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s};$$

$$s_2 = v_2 t, v_2 = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}.$$

由示意图可知, $s_1 + s_2 = l$, 即

$$v_1 t + v_2 t = l,$$

所以

$$t = \frac{l}{v_1 + v_2} = \frac{150 \text{ m}}{30 \text{ m/s} + 20 \text{ m/s}} = 3 \text{ s}.$$

【答】 乘客看见乙车驶过身旁的时间是 3 s.

【说明】 上面是以两个运动物体,都以地面为参照物研究的. 如果以甲车(乘客)自身为参照物,则乙车相对于甲的速度为

$$v = v_1 + v_2 = 30 \text{ m/s} + 20 \text{ m/s} = 50 \text{ m/s}.$$



立即可得乙车驶过甲车身旁的时间为

$$t = \frac{l}{v} = \frac{150\text{m}}{50\text{m/s}} = 3\text{s}.$$

例9 有一列沿平直公路匀速行军的队伍,全长 $l = 800\text{m}$. 通信员从队尾匀速跑向队首,向指挥员递交一份报告后,立即用原速度匀速跑回队列的尾端. 此时整个队伍刚好行进了 800m . 求通讯员在这个运动过程中所通过的路程

【分析】 设通信员跑步的速度为 v , 队伍行进的速度为 v_0 . 当队伍前进的路程为 x 时, 通信员在某处(设为 C)追上指挥员. 在这段时间内通信员的路程为 $l + x$.

通信员从 C 处立即返回, 当他回到队尾时, 由题意知, 此时尾端恰在 A 处, 通信员跑的路程是 x , 队伍在这段时间内行进路程是 $(l - x)$.

运动示意图如图 1-3 所示.

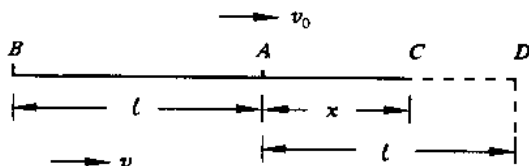


图 1-3

【解】 因为通信员从队尾跑到队首的时间等于队伍前进 x 的时间, 所以有关系式

$$\frac{x}{v_0} = \frac{l + x}{v}. \quad (1)$$

返回时, 同理可知有关系式

$$\frac{l-x}{v_0} = \frac{x}{v} \quad (2)$$

①②两式相比,得

$$x = \frac{\sqrt{2}}{2} l = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 800\text{m} = 400\sqrt{2}\text{m}.$$

通信员跑的总路程为

$$\begin{aligned} s &= l + 2x = 800\text{m} + 2 \times 400\sqrt{2}\text{m} \\ &= 1931\text{m}. \end{aligned}$$

【答】通信员通过的总路程为 1931m.

三、问题研究

1. 有效数字

在测量记录时,即要记录准确值,又要记录估计值.准确数和估计数统称为有效数字.

例如,图 1-4a 中用毫米刻度尺测量木块的长度记为 14.3mm,其中最后一位是估计数.有效数字是 1、4、3,称三位有效数字.

同理,图 1-4b 中木块应记为 10.0mm,有效数字是 1、0、0,也是三位有效数字.

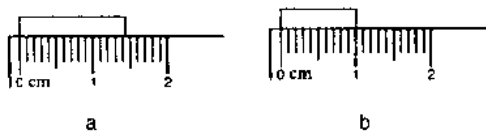


图 1-4

必须注意:单位变换时,有效数字的位数不变.如上述两次测

量,也可改写成

$$l_1 = 1.43\text{cm}, l_2 = 1.00\text{cm}.$$

例 1 一位学生用不同的刻度测量三个物体的长度时,按测量规则准确记录的数据如下: $l_1 = 6.15\text{cm}$, $l_2 = 61.5\text{cm}$, $l_3 = 615\text{cm}$. 请判断这三次测量所用刻度尺的最小刻度值各为多少?

【分析】 物理测量需对最小刻度以下估算一位,因此,只需把测量记录的最后一位除去,就可得到准确值,从而可判断出所用刻度尺的最小刻度值.如下表

测量记录值	准确的数值	最小刻度
6.15cm	6.1cm	mm
61.5cm	61cm	cm
615cm	610cm = 61dm	dm

【答】 分别为 mm、cm、dm.

例 2 一个学生用刻度尺测量某物体的长度,记录四个结果是:20mm、20.0mm、2.0cm、0.20dm,它们的意义一样吗?

【解析】 在数学上,可以有关系式

$20\text{mm} = 20.0\text{mm} = 2.0\text{cm} = 0.20\text{dm}$,上述四个测量结果完全相同,但在物理上,这四个测量结果的意义不同,因为它们对应着不同的测量长度的工具.

20.0mm,说明测量准确到 mm,用的是最小刻度为 mm 的刻度尺.

2.0cm,测量值准确到 cm,尺的最小刻度是 cm.

0.20dm,尺的最小刻度是 dm,

20mm 这个数,不符合常用的最小刻度是 mm 的刻度尺的测量记录.

2. 运动的相对性

研究运动时,都必须先选定一个参照物.同一物体的运动,相对于不同的参照物,观察到的结果会有不同.实际问题中,可以根据需要灵活地选择、变换.

例如:甲、乙两物体相对地面分别以 $v_{甲}$ 和 $v_{乙}$ 同向作匀速直线运动,当以乙为参照物时(即从乙去看甲),则甲相对乙的速度为

$$v_{甲对乙} = v_{甲} - v_{乙}.$$

两者反向运动时,同理知

$$v_{甲对乙} = v_{甲} + v_{乙}.$$

又如,船在静水中的速度为 v ,水速为 u ,则船顺流和逆流航行时,相对岸的速度分别为

$$v_{顺} = v + u, v_{逆} = v - u.$$

例3 一架自动扶梯,人站在梯上不动,扶梯将人送到楼上的时间为 t_1 ;若扶梯不动,人沿梯匀速走上楼的时间为 t_2 ,则人沿着开动的扶梯保持原来的步伐上楼的时间为 ()

A. $t_1 - t_2$.

B. $\frac{t_1 + t_2}{2}$.

C. $\sqrt{t_1 t_2}$.

D. $\frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2}$.

【分析】 设从地面到楼上运行的路程为 s .由题意知,自动扶梯的速度和人沿梯而上的速度分别为

$$v_1 = \frac{s}{t_1}, v_2 = \frac{s}{t_2}.$$

人沿开动的扶梯上行时对地的速度为

$$u = v_1 + v_2 = \frac{s}{t_1} + \frac{s}{t_2} = \frac{s(t_1 + t_2)}{t_1 t_2}.$$

所以上楼的时间为