

Q I D O N G Z H O N G X U E A O S A I X U N L I A N J I A O C H E N G

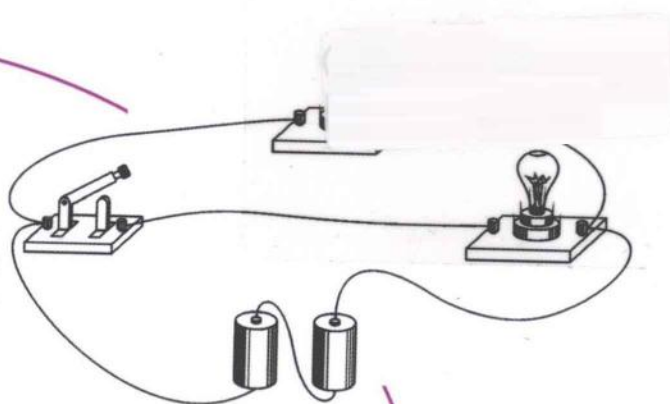
启东中学

奥赛

训练教程

初中
物理

丛书主编 王 生
本册主编 王建忠



启东中学

QIDONGZHONGXUEAOSAIXUNLIANJIAOCHENG

奥赛 训练教程

初

中

物

理

主 编 王建忠
副主编 方春雷
作

辉

宋振岐 杨维贤 范小侯
范新风 席媛媛



南京师范大学出版社
NANJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

启东中学奥赛训练教程. 初中物理 / 王建忠主编
— 4 版. — 南京 : 南京师范大学出版社, 2013. 5
ISBN 978-7-5651-1194-5

I. ①启… II. ①王… III. ①中学物理课—初中—教
学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 003597 号

书 名 启东中学奥赛训练教程·初中物理
主 编 王建忠
责任编辑 倪晨娟
出版发行 南京师范大学出版社
地 址 江苏省南京市宁海路 122 号(邮编:210097)
电 话 (025)83598919(传真) 83598412(营销部) 83598297(邮购部)
网 址 <http://www.njnup.com>
电子信箱 nspzbb@163.com
印 刷 南京大众新科技印刷有限公司
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 22
字 数 535 千
版 次 2013 年 5 月第 4 版 2013 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5651-1194-5
定 价 45.00 元

南京师大版图书若有印装问题请与销售商调换
版权所有 侵犯必究

目 录

第一章	测 量	(1)
第二章	机械运动	(8)
第三章	力和运动	(18)
第四章	物质密度	(29)
第五章	压 强	(39)
第六章	浮 力	(57)
第七章	简单机械	(74)
第八章	机械功和机械能	(95)
第九章	声现象	(119)
第十章	热现象	(128)
第十一章	热量 内能	(144)
第十二章	光的初步知识	(164)
第十三章	电 路	(190)
第十四章	电流定律	(214)
第十五章	电功 电能	(257)
第十六章	电磁联系	(290)
第十七章	生活用电	(315)
第十八章	近代物理知识简介	(327)
	参考答案	(337)

第一章 测 量

知识提要

本章主要内容为长度、面积、体积的概念和它们的测量. 虽然这部分内容在初中物理中所占的比例很少, 但是它和后面的力学、热学、光学、电学等知识有着密切的联系. 长度的测量、单位的换算及有关估测都是近几年竞赛的热点, 而且主要都是以填空题、选择题的形式出现. 估计在今后的竞赛试题中, 有关测量内容一般仍以选择题、填空题的形式出现. 考查测量能力一般仍以间接测量为主, 与实际生活的联系也越来越密切, 强调解决实际问题, 所以在学习研究过程中应注意以下几个方面:

1. 长度单位.

长度在国际单位制中的主单位是米(m), 此外, 还有千米(km)、分米(dm)、厘米(cm)、微米(μm)、纳米(nm)等.

$$1 \text{ m} = 10^{-3} \text{ km} = 10 \text{ dm} = 10^2 \text{ cm} = 10^3 \text{ mm} = 10^6 \mu\text{m} = 10^9 \text{ nm}.$$

起初规定, 1 m 等于通过法国巴黎的地球子午线总长的四千万分之一, 后在 1983 年规定, 1 m 等于光在真空中 $1/299\,792\,458 \text{ s}$ 的时间所传播的距离.

2. 测量长度的基本工具.

测量长度的基本工具是刻度尺, 除此以外的工具还有皮卷尺、米尺, 精密一些的游标卡尺、螺旋测微器、激光测距仪.

3. 刻度尺的使用.

刻度尺的使用要做到: 选准、放准、看准、读准、记准.

选准:指刻度尺的选择, 不同的刻度尺最小刻度不同, 如米、厘米、毫米等. 测量对象不同, 要求的最小刻度也不同, 所以要弄清楚被测物体是什么, 测量目的是什么, 以便选用合适的刻度尺.

放准:指刻度尺的位置要放准, 刻度尺要与被测物体的边平行, 并贴近被测物体, 使刻度尺的零刻度线与被测物体的边缘对齐. 如果原有的零刻度线有磨损, 那么应当重新寻找“新”的零刻度线.

看准:指读数时, 视线要正对刻度尺, 不要斜视.

读准:指读数时, 除准确读出分度值的数字, 还要估读分度值的下一位数字.

记准:指除了正确无误地记下所读的数字以外, 还要注上相应的单位, 特别是数值(小数点的位置)与单位间的对应关系. 单位不同, 记录数值意义不同; 没有单位的数值是无意义的. 如果估计数字为 0, 在记录数值中一定要写上 0, 多写 0 无意义, 而不写 0 则不能表示出刻度尺的分度值. 因此, 这里小数点末位的 0 与数学中小数点末位的 0 是不同的. 数学中小数点后末位的 0 完全可以去掉.

4. 测量结果.

测量中结果应反映测量工具的准确程度. (“最大误差”、“精确到”等都为同一个意思)

5. 错误和误差.

测得值和真实值之间的差异叫做误差. 测量中的错误和误差是两种不同的概念. 错误是指没有严格遵守测量规则, 以及采取了不正确、不科学的方法从而导致的, 它与真实值之间存在差异, 但错误是可以避免的; 误差的产生和测量的工具和测量的人都有关系, 而且是不可避免的. 所以, 测量长度时: ①要根据测量需要达到的准确程度选择适当的测量工具或仪器去测量; ②要根据被测量对象的最大可能值选配刻度尺; ③用多次测量取平均值的方法得到更接近真实的测量值, 从而尽可能减小误差.

6. 测量长度、面积及体积的特殊方法.

(1) 替代法.

一般用于测量曲线的长度: 设法将曲线段转化为直线段后再进行测量.

(2) 测多算少法.

测量一张纸的厚度或细金属丝的直径, 我们可以将同类待测物集中, 测出总长度再算出每个待测物的长度. 如测细金属丝的直径时, 可以在铅笔上将细金属丝紧密地绕 n 圈, 再用刻度尺量出 n 圈细金属丝的宽度 L , 则细金属丝的直径 $D=L/n$. 这种方法也叫累积法.

(3) 平移法.

如测一块砖的对角线的长度.



解题指导

例 1 下列单位换算中正确的是().

A. $80 \text{ mm} = 80 \text{ mm} \times \frac{1}{1\,000} = 0.08 \text{ m}$

B. $80 \text{ mm} = 80 \text{ mm} \times \frac{1}{1\,000} \text{ m} = 0.08 \text{ m}$

C. $80 \text{ mm} = 80 \times \frac{1}{1\,000} \text{ mm} = 0.08 \text{ m}$

D. $80 \text{ mm} = 80 \times \frac{1}{1\,000} \text{ m} = 0.08 \text{ m}$

解答 选项 A 单位毫米没有经过换算, 它表示的是 80 mm 的千分之一; 选项 B 单位重复, 运算结果表示面积单位; 在 C 中将换算关系 $1 \text{ mm} = \frac{1}{1\,000} \text{ m}$ 中的“m”错写成“mm”, 它表示 80 个千分之一毫米; 选项 D 完全符合单位换算过程的等量替代关系, 是正确的. 因而选 D.

注 单位换算是单位的“换”和“算”统一进行等量替换, 将大单位换算成小单位时应乘以它们间的进率, 将小单位换算成大单位时应除以它们间的进率, 同时单位要做相应的变化.

例 2 某同学先后四次测同一物体的长度, 记录的数据分别是 1.79 cm、1.81 cm、

1. 68 cm、1.81 cm, 则物体长度应取()。

- A. 1.80 cm B. 1.803 cm C. 1.77 cm D. 1.81 cm

解答 同一物体的长度测量的数据有不同, 是因为误差和错误的存在. 我们应允许误差的存在, 避免错误的存在. 由于误差自身产生的原因, 数据应都比较相近, 而由错误引起的数据的差异一般相差较大, 故应先删去错误的的数据, 再取平均值. 故 A 为正确答案.

注 多次测量取平均值, 结果将更接近于真实值.

例 3 一名粗心的学生在测量记录时总忘记写上单位, 下列记录结果中数据单位为 m 的应该是()。

- A. 一位学生的身高为 163 B. 一支新铅笔长度为 0.175
C. 一本字典的厚度 3.5 D. 一枚一元硬币的厚度为 19

解答 答案为 B.

注 此题的答案很容易得出, 关键在于平时对实物长度要有一定的感性认识. 类似的例子还有很多.

例 4 洗衣机的洗涤容量约为()。

- A. 0.5 kg B. 5 kg C. 50 kg D. 100 kg

解答 答案为 B.

注 此题解题方法同上. 也可以同生活中一些自己所熟悉的物体的质量进行比较.

例 5 现有一直径为 2 cm 的圆环和一直径为 0.6 cm 的圆柱形铅笔, 仅用上述器材, 如何较精确地测出一足够长且厚薄均匀的纸带的厚度?

方法: _____.

纸带厚度的表达式: _____.

解答 将纸带紧密地环绕在铅笔上, 直至恰好能套进圆环内, 记下纸带环绕的圈数 n , 则表达式为 $[(2-0.6)/(2n)]$ cm.

注 此题关键在于正确提取题目中的有用信息, 将铅笔和圆环直径分别作为纸带环绕后的内径和外径.

例 6 给你一只钢卷尺、一支粉笔, 不许通过任何数学计算, 也不许打开油桶, 你怎样才能直接测量出圆柱形封闭圆桶内最长直线距离? (如图 1-1)

解答 测量的具体步骤如下:

①用粉笔依桶底画一个圆; ②将桶平移到桶底与所画的圆相切处; ③利用卷尺找出切点正上方桶缘上的点; ④用卷尺直接测出切点正上方桶缘上的点与所画圆周上的最大距离即为所求.

注 桶内的最长直线距离为图 1-1 中的 A、C 两点间的连线或 B、D 两点间的连线.

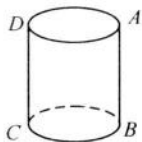


图 1-1

例 7 有两种不同直径的铜丝,一个直径已知,另一个未知,不用刻度尺(可用常见的生活或学习用品作辅助器材),你如何简单地测定未知铜丝的直径?

解答 将两种铜丝分别紧密地缠绕在两支相同的圆笔杆上,并使其圈长相等. 因为圈长=圈数×直径,所以 $n_{\text{已}} \times D_{\text{已}} = n_{\text{未}} \times D_{\text{未}}$, $D_{\text{未}} = \frac{n_{\text{已}} \times D_{\text{已}}}{n_{\text{未}}}$.

注 替代法.

例 8 某同学用一直杆和皮尺测一楼高,他的做法是先把直杆竖直立在地面,用皮尺测出直杆和其影子的长度,然后用皮尺测出楼的影子的长度,如图 1-2 所示,现测得杆 AB 长为 1.02 m,杆的影子 BC 长为 0.22 m,并测得楼的影子 $B'C'$ 长为 15.20 m,那么楼高 $A'B'$ 等于多少?

解答 因为 $\triangle ABC \sim \triangle A'B'C'$, 所以 $\frac{AB}{BC} = \frac{A'B'}{B'C'}$. 代入数据后,可得 $\frac{1.02}{0.22} = \frac{A'B'}{15.20}$, 所以得 $A'B' = 70.47$ m.

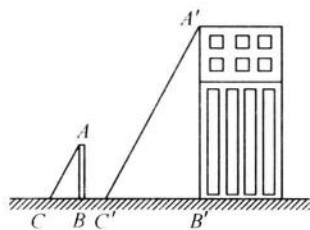


图 1-2

注 数学和物理的结合. 关键在于如何运用此种巧妙的方法.

例 9 有如图 1-3 所示的一个纯水瓶,而在瓶子里面装有一定量的水,现给你一把刻度尺、一根细线,试测出这个纯水瓶中所装水的质量,要求:

- (1) 简述主要步骤.
- (2) 写出用测出的物理量表示的水的质量的数学表达式.

解答 (1) 步骤: ①用细线绕瓶子转一圈后,用刻度尺量出瓶子的周长 C ; ②用刻度尺测出水的深度 h .

(2) 表达式: $m = \rho_{\text{水}} h \frac{C^2}{4\pi}$.

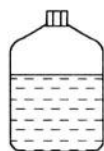


图 1-3

例 10 一块玻璃碎成几片,用刻度尺、量筒和水如何测出这块玻璃的面积? 写出主要步骤及玻璃面积的表达式.

解答 玻璃碎片的形状不规则,我们无法用刻度尺量出它们的长和宽来计算出面积,但是根据 $V = Sd$ 可以将测量面积替换成测量玻璃的体积(如用量筒和水测量),再用累积法测量玻璃的厚度即可求得玻璃的面积.

步骤: ①将 n 块玻璃叠在一起测出其厚度 D ; ②在量筒中倒入适量的水,测得其体积为 V_2 ; ③将这 n 块玻璃放入量筒,测出此时的体积为 V_1 ; ④玻璃面积的表达式 $S = n \frac{V_1 - V_2}{D}$. V_1 是水和玻璃的总体积, V_2 是水的体积, D 是 n 块玻璃的总厚度.

注 “替代法”是一种重要的物理方法. 所谓替代法,就是根据已学的物理知识,把不易直接测量或无法直接测量的物理量替换成可以测量的甚至容易测量的物理量.



解题训练

1. 用刻度尺测量某一物体的长度为 110.19 cm , 这把刻度尺的分度值是 _____ cm , 如果用分度值为 1 cm 的卷尺来测量该物体的长度, 测量结果为 _____.

2. 分别用分度值为 1 米 、 1 分米 、 1 厘米 、 1 毫米 四种直尺来测量同一物体的长度, 并用米为单位作记录, 则记录数据中小数点后面的位数最多的是由 _____ 测量的.

3. 某人用一把刻度均匀的米尺量得一块玻璃的宽度为 0.753 m , 将这把米尺与标准尺校准时, 发现此米尺的实际长度为 1.005 m , 如果此人的测量方法完全正确, 则这块玻璃的宽度实际应为 _____.

4. 篮球场地的长度规定为 26 m , 画线时画成 26.1 m ; 一幅窗帘的长度应裁 1 m , 裁剪时裁成了 1.05 m , 那么后者的绝对误差 _____ 前者, 后者的相对误差 _____ 前者. (填“>”、“<”或“=”)

5. 词句“楼倚春江百尺高”, 东汉人用“一鬟五百万, 两鬟千万余”来描写女子头饰贵重, 这里的数值都是 _____. (填“真实值”、“估读值”或“准确值”)

6. 人们对测量结果的精确程度有时要求很高, 有时要求不高. 当精确程度要求不高时, 可以借助自然现象或身边的物品进行估测; 当精确程度要求较高时, 则要选择合适的测量工具进行测量. 下面对测量工具的选择合适的是 ().

- A. 测量跳远的成绩选用分度值是 1 mm 的刻度尺
- B. 测量 $1\ 000$ 粒稻种的质量选用托盘天平
- C. 测量百米赛跑的时间选用普通手表
- D. 测量室温选用测量范围是 $0\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度计

7. 把细铜丝在铅笔上紧密排绕 50 圈, 用刻度尺测出该线圈的总长度为 7.05 cm , 那么细铜丝的直径是 _____ mm , 所用刻度尺的分度值是 _____.

8. 有一把刻度尺是用金属材料制的, 且这种金属材料受温度影响 (热胀冷缩) 很明显. 那么在严冬季节用它测量物体时, 其测量结果将 _____. (填“偏大”或“偏小”)

9. 某同学利用柔软棉线测地图上长江长 63.00 cm , 北京至郑州铁路线长 6.95 cm . 经查书, 长江实际长度为 $6\ 300\text{ km}$, 则此地图的比例尺为 _____, 北京至郑州实际铁路线长为 _____.

10. 下列数据中最接近事实的是 ().

- A. 一张课桌的高度是 1.6 m
- B. 一个中学生的质量是 50 kg
- C. 人步行的速度是 30 m/s
- D. 洗澡水的温度是 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$

11. 日常生活中我们常用“ 21 吋”、“ 29 吋”等来说明电视机的大小, 这里的“吋”是什么制中的长度单位? “ 21 吋”、“ 29 吋”等指的是电视机上哪条线段的长度?

12. 粗测一高度为 L 的酒瓶的容积, 办法是先测出瓶的直径 D , 再倒入部分的水 (大半瓶水, 正立时近弯处), 如图 1-4 所示, 测出水面高度 L_1 , 然后堵住瓶口, 将瓶倒置, 测出水面高度 L_2 , 则瓶的容积为 _____.

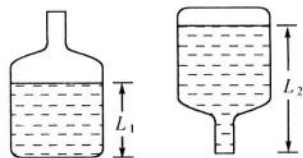


图 1-4

13. “万里长城”是中华民族的骄傲,它的全长是 6.7×10^6 ().
- A. mm B. cm C. dm D. m
14. 纳米材料的出现对信息技术、材料技术的提高具有很大的推动作用.“纳米”实际上是一个长度单位,1 纳米 = 10^{-9} 米.那么 0.3 纳米可能是下列哪个物体的长度? ().
- A. 某原子的半径 B. 一枚硬币的厚度
C. 一根铅笔芯的直径 D. 地球的半径
15. 在用刻度尺测量物体长度时,为减小误差,应进行多次测量取平均值,下列关于测量的做法正确的是().
- A. 每次测量都必须以尺的零刻度线为起点测量
B. 每次应尽量用物体的不同部位测量
C. 每次测量都必须另换一把尺
D. 每次测量的读数必须都一样
16. 下列关于误差的说法正确的是().
- A. 对于一个物体的长度进行多次测量取平均值,可以避免误差的产生
B. 只要使用精密的测量工具,测量方法正确,就不会产生误差
C. 在测量中,应力求准确,避免错误,误差是绝对不可能避免的
D. 误差和错误其实是等同的
17. 教室里照明用的 40 W 的日光灯管的长度大约是().
- A. 10 cm B. 1.2 m C. 1.2 dm D. 0.12 km
18. 使用下列工具测量圆柱体的直径,不能测得的是().
- A. 游标卡尺 B. 一根细线,一把直尺
C. 一张白纸,一把直尺 D. 一把量角器,一把直尺
19. 某同学用一把刻度尺 4 次测量物理课本的宽度,下列记录数据中错误的是().
- A. 18.77 cm B. 18.76 cm
C. 18.74 cm D. 18.89 cm
20. 某同学 4 次测量同一物体的长度,测量结果分别为 36.2 mm、36.3 mm、36.1 mm 和 36.3 mm,则他的测量结果应写作().
- A. 36.2 mm B. 36.22 mm
C. 36.225 mm D. 36.3 mm
21. 当两个点的间距小于某一值时,正常人的眼睛就不能分清这两个点了,这个值约为().
- A. 1 cm B. 1 mm
C. 0.1 mm D. 10 μm
22. 用塑料卷尺测量物体的长度时,若用力拉伸尺子进行测量,其结果将().
- A. 偏大 B. 偏小
C. 不受影响 D. 以上三种情况都有可能
23. 用刻度尺测量物体的长度,通过多次测量求平均值可以减小下列哪些误差? ().
- A. 不同的人估读尾数时的偏差
B. 同一个人估读尾数时的偏差

C. 刻度尺由于热胀冷缩造成的偏差

D. 上述三者偏差都不能减小

24. 小明同学用刻度尺测出一个物体的长度为 172.5 mm, 下面物体中最接近这个数值的是().

A. 物理课本的厚度

B. 一根粉笔的长度

C. 黑板的长度

D. 饮水杯的高度

25. 测量长度时, 测量所能达到的准确程度取决于().

A. 测量工具的种类

B. 测量工具的最大测量范围

C. 测量工具的分度值

D. 测量方法是否正确

26. 做完“装满水的杯子里还能放多少回形针”的实验, 强强对实验的结果感到非常吃惊, 同时对决定放入回形针多少的因素进行了猜想. 下面列出的猜想中, 不合理的是().

A. 杯子的材料

B. 杯口的大小

C. 杯里所盛的液体

D. 杯子的价格

27. 一幢七层住宅楼高约().

A. 40 cm

B. 50 dm

C. 0.24 km

D. 2 400 cm

28. 下列动作中, 各过程经历的时间最接近于 1 s 的是().

A. 眼睛迅速一眨

B. 人正常呼吸一次

C. 人体心脏跳动一次

D. 人打一次哈欠

29. 许多刻度尺上零刻度线并不在尺的起点上, 而是留一段距离再刻上零刻度线, 为什么?

30. 如何测一枚硬币的直径?

31. 小明所在的研究性学习小组利用自行车进行探究活动.

(1) 小组成员分别用不同的方法测量出了自行车后轮的周长为 180 cm. 请你说出其中的一种测量方法:

(2) 小明骑车在学校操场百米跑道上沿直线匀速前进, 小亮测出自行车后轮转 50 圈用时 30 s. 小明骑车的速度是多大?

32. 一位同学想用分度值是 1 mm 的刻度尺测量物理课本中一张纸的厚度, 请你帮忙设计一个实验, 并写出实验步骤.

33. 只有直尺而没有软皮尺, 你如何测量一棵树的树干上某处(比如距地面 1 m 高处)的直径? 说明所需的辅助器材, 写出简要步骤.

34. 给你同样的 3 块长方体的砖, 要求用一把刻度尺测量出砖的内部斜对角线 AB 的长度.

35. 现在有两支相同的铅笔, 一卷直径为 1 mm 的铜线, 请你设法测出另一卷细铜丝的直径.

第二章 机械运动



知识提要

一、物体的运动和静止

物理学中,判断一物体是运动还是静止,必须事先选择一个假定不动的物体作为参照的标准,也就是选择一个参照物.如果一个物体相对于参照物的位置发生了改变,我们就说它相对于参照物是运动的;如果一个物体相对于参照物的位置不变,我们就说它相对于该参照物是静止的.

在研究物体运动时,除物体本身外,都要选择参照物,但是从简化问题出发,参照物的选择应根据需要和方便而定.

研究同一物体的运动时,若选择的参照物不同,往往运动的描述也不同,这就是运动的相对性.因此,我们并不能简单地某物体是运动的或是静止的,而应该明确它相对于哪个物体是运动的或静止的.

从哲学方面讲,自然界里的万物每时每刻都在运动,绝对静止的物体是没有的,运动是绝对的,静止是相对的.

二、比较物体运动的快慢

速度(velocity)是描述物体运动的快慢的物理量,用物体在单位时间内通过的路程来定义.符号 v 表示速度, s 表示路程, t 表示时间,则 $v = \frac{s}{t}$. 若物体做变速运动,则用平均速度 $\bar{v} = \frac{s_{\text{总}}}{t_{\text{总}}}$ 表示物体在整个过程中运动的大致快慢情况.

速度的单位是由长度单位和时间单位复合而成的,其中国际单位制基本单位是 m/s ,常见的单位还有 cm/s 、 km/h 等,那么比较物体速度大小时,若各个速度所取单位不同,则须化成统一单位后再比较.

三、运动的分类

物体的机械运动,按照运动路线的形状可分为直线运动和曲线运动.在直线运动中,按照速度是否改变,又可分为匀速直线运动和变速直线运动.

速度表示物体运动快慢的情况,与物体运动的路程和时间无关.物体在每一时刻都有其运动快慢的状态.我们把每一时刻物体运动速度的大小叫做瞬时速度.如果物体在做直线运动时,各时刻的瞬时速度始终相等,则物体在做匀速直线运动.如果物体做直线运动时,各时刻的瞬时速度并不都相等,则物体在做变速直线运动.

匀加速直线运动:在变速直线运动中,物体的速度要改变,但速度的改变是均匀增加的,

每秒增加的速度始终相等. 例如: 物体第一秒速度 2 m/s , 第二秒速度 4 m/s , 第三秒速度 6 m/s ……物体每隔 1 s 速度增加 2 m/s . 每秒增加的速度称为加速度, 用字母 a 表示, 则该物体 $a=2 \text{ m/s}^2$ 表示每秒速度增加 2 m/s . 而匀减速直线运动表示速度均匀减少.

四、运动状态

速度是表示物体运动性质的一个物理量, 它既表示大小又表示方向, 这种物理量称为矢量. 例如: 力就是矢量. 而另外一些物理量, 如温度、质量等只表示大小, 则称为标量. 如果物体以 5 m/s 的速度在运动, 那么对于该物体我们只明确了它的运动速度大小而没有明确它的运动方向, 所以物体向什么方向运动我们并不知道.

判断物体的运动状态是否改变就看物体的速度有没有改变. 速度的改变包括速度的大小和方向两个方面. 例如: 做匀速直线运动的物体, 物体速度的大小和方向始终不变, 则物体运动状态没有改变; 做变速直线运动的物体速度的大小改变、方向不变, 则物体的运动状态发生了改变; 做匀速圆周运动的物体, 虽然物体速度大小没有改变, 但运动的方向始终在变化, 所以物体的运动状态发生了改变.

五、路程和位移

路程是物体运动时通过的长度. 位移大小是指物体从起点到终点的直线距离. 如图 2-1 所示, 某同学沿曲线从 A 走到 B , 则该同学通过的路程是由 A 到 B 的曲线长度, 该同学的位移大小是线段 AB 的长度. 例如: 小明从操场一端绕操场跑道跑了一圈, 他走的路程为操场的周长, 他的位移大小为 0 .

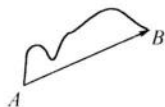


图 2-1

六、物理图像

物理学中, 物理量的变化过程还可以用图像来表示. 借助直角坐标系, 我们可以找到各物理量之间的联系, 同时, 我们也可以利用图像来帮助我们更方便地解决问题. 在运动学中, 路程、时间、速度、物理量之间的关系体现了物体的运动规律. 一般以时间为横坐标、路程、速度为纵坐标, 找出一一对应的点画出图像. 如图 2-2 所示.

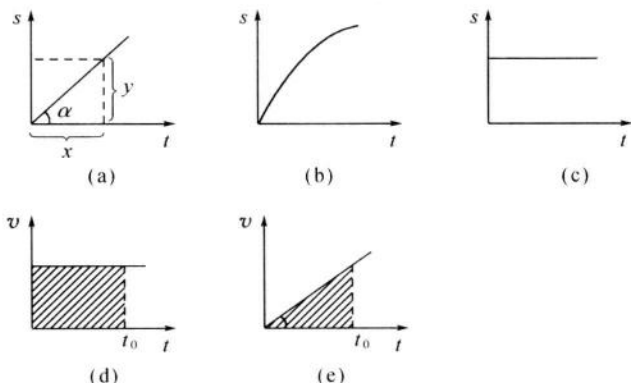


图 2-2

图(a)、(b)、(c)为 $s-t$ 图像,图像中体现了随着时间的增加,路程的变化规律.图(d)、(e)为 $v-t$ 图像,图像中体现了随着时间的增加,速度的变化规律.

图(a):路程随时间增加是均匀的,物体在做匀速直线运动,该直线与横坐标夹角的正切值($\tan\alpha = \frac{v}{x}$)为速度的大小.

图(b):表示物体做变速运动.该图像为曲线,路程随时间变化不均匀.

图(c):表示物体静止.时间在增加,物体的路程保持不变.

图(d):表示物体做匀速直线运动.速度的大小没有随时间而变化.

图(e):表示物体做匀加速直线运动.速度随时间的变化均匀增加,该直线与横坐标夹角的正切值表示加速度的大小.

在 $v-t$ 图像中,我们可以用几何方法求得物体通过的路程,如图(d)、(e)中,当时间为 t_0 时物体通过的路程是图中阴影部分的面积.

七、相对速度

两物体相对于地面的速度分别为 v_1 、 v_2 ,当两物体向相反方向运动时,若选其中之一为参照物,则另一个物体相对于它的速度大小为原来各自相对地面的速度之和,即 $v = v_1 + v_2$;两物体向相同方向运动时,若选其中之一为参照物,则另一个相对于它的速度大小为原来各自相对地面的速度之差,即 $v = |v_1 - v_2|$.



解题指导

例 1 (2004 年江苏省初中应用物理知识竞赛试题)如图 2-3 所示,竖直墙面靠着一个截面为直角三角形的木块 A,水平地面有一截面为正方形的木块 B,现用一水平向左的力 F 推 B, B 恰能以 10 cm/s 的速度匀速向左运动,求木块 A 向上滑行的速度.

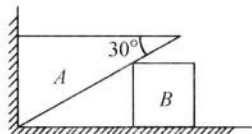


图 2-3

思路点拨 当用水平向左的力 F 推 B 时, B 恰能匀速向左运动, A 沿墙壁向上匀速滑行,设经时间 t 后, B 向左匀速运动至图 2-4 所示虚线位置处,物块 A 也向上滑行至图中所示的虚线位置处, B 向左移动的距离为 s , A 向上滑行的距离为 h ,则在 $\text{Rt}\triangle TQP$ 中, $QT = s$, $PT = h$, $\angle PQT = 30^\circ$, $PQ = 2h$, $s = \sqrt{(2h)^2 - h^2} = \sqrt{3}h$, $s = v_B t$, $h = v_A t$,可解得物块 A 向上滑行的速度.

解答 由图 2-4 可知

$$\frac{h}{s} = \frac{v_A t}{v_B t} = \frac{v_A}{v_B}$$

在 $\triangle QTP$ 中

$$\frac{PT}{QT} = \frac{h}{s} = \frac{h}{\sqrt{3}h} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{v_A}{v_B}$$

所以,物块 A 向上滑行的速度

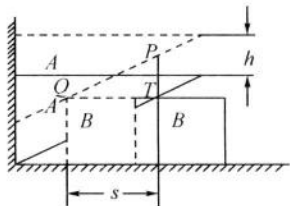


图 2-4

$$v_A = \frac{\sqrt{3}}{3} v_B = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10 \text{ cm/s} = 5.77 \text{ cm/s}.$$

例 2 自行车以 18 km/h 的速度向正东行驶, 骑车人感到无风, 则当时吹的什么风, 风速为多大? ().

A. 东风, 5 m/s

B. 西风, 5 m/s

C. 无风

D. 西风, 10 m/s

解答 18 km/h = 5 m/s, 因为骑车人感到无风, 所以自行车相对于风静止, 即风速的大小与自行车速度大小相同, 风的方向与自行车行驶方向相同, 风从西向东吹.

故本题应选 B.

例 3 一列火车以 15 m/s 的速度做匀速直线运动, 一个人以 3 m/s 的速度从车厢的一头走到另一头, 车厢长 36 m, 则需要的时间为 ().

A. 2 s

B. 3 s

C. 12 s

D. 5 s

解答 以车厢为参照物, 人相对于车厢的速度为 3 m/s, 在车厢内行走 36 m 所需的时间

$$t = \frac{s}{v} = \frac{36 \text{ m}}{3 \text{ m/s}} = 12 \text{ s}.$$

故本题应选 C.

例 4 一辆汽车从甲地驶往乙地的全过程中, 前一半路程内的平均速度是 30 km/h, 后一半路程内的平均速度是 60 km/h, 则在全路程内汽车的平均速度是 ().

A. 35 km/h

B. 40 km/h

C. 45 km/h

D. 50 km/h

解答 汽车全程做变速运动问题. 设全程为 s , 则

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{\frac{s}{2} + \frac{s}{2}}{\frac{\frac{s}{2}}{v_1} + \frac{\frac{s}{2}}{v_2}} = \frac{2}{\frac{1}{30} + \frac{1}{60}} = 40 (\text{km/h}).$$

故本题应选 B.

注 理解平均速度的物理意义, 熟悉平均速度的公式, 分清平均速度和速度的平均值的区别.

例 5 一辆汽车从甲地驶往乙地的全过程中, 前一半时间内的平均速度是 30 km/h, 后一半时间内的平均速度为 60 km/h, 则在全程内汽车的平均速度是 ().

A. 35 km/h

B. 40 km/h

C. 45 km/h

D. 50 km/h

解答 设全程共花时间 $2t$, 则总路程

$$s = v_1 t + v_2 t,$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{v_1 t + v_2 t}{2t} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{30 \text{ km/h} + 60 \text{ km/h}}{2} = 45 \text{ km/h},$$

故本题应选 C.

例 6 如图 2-5 中表示甲、乙两个物体运动的速度图像, 观察图像回答下列问题:

(1) 计时开始时, 即 $t=0$ 时, 甲的速度是 _____ m/s, 乙的速度是 _____ m/s.

(2) 3 s 时, 甲的速度是 _____ m/s, 乙的速度是 _____ m/s.

(3) 甲、乙两物体是不是都做匀速运动?

(4) 在 3 s 的时间内, 哪个物体运动的路程长些?

(5) 图中甲、乙两图线是相交的, 相交的那一点是不是表示两物体相遇?

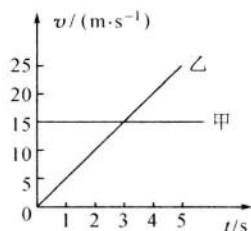


图 2-5

解答 此图像为 $v-t$ 图像, 从图像可知甲做匀速运动, 乙做匀加速运动, 如图 2-6 所示.

(1) 当 $t=0$ 时, $v_{\text{甲}}=15 \text{ m/s}$, $v_{\text{乙}}=0$.

(2) 从图像可知, 每一时刻都对应物体每一速度, 当 $t=3 \text{ s}$ 时, $v_{\text{甲}}=15 \text{ m/s}$, $v_{\text{乙}}=15 \text{ m/s}$.

(3) 甲做匀速运动, 乙做匀加速运动. 因为甲的速度始终保持不变, 而乙的速度随着时间的推移在均匀地增加.

(4) 从 $v-t$ 图像中, 可以用表示速度的直线和横轴之间的面积来表示一段时间内的路程. 所以, $ABCD$ 的面积的值表示甲在 3 s 内的路程, $s_{\text{甲}}=15 \text{ m/s} \times 3 \text{ s}=45 \text{ m}$. ACD 的面积的值表示乙在 3 s 内的路程, $s_{\text{乙}}=\frac{1}{2} \times 15 \text{ m/s} \times 3 \text{ s}=22.5 \text{ m}$. 所以甲走的路程长些.

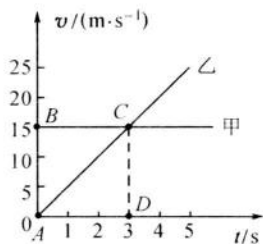


图 2-6

(5) 相交的那一点, 表示两物体在第 3 s 时速度相等, 通过的路程并不相等, 即两物体并没有相遇.

注 对于一些物理图像问题, 一定要对物理图像表示的物理意义有深刻的理解.

例 7 一列火车长 310 m, 要穿过一个长为 740 m 的山洞, 列车从进山洞到完全离开山洞共花 1 min 10 s, 则列车速度为 _____ km/h.

解答 列车从车头进山洞到车尾出山洞, 共行驶的路程为山洞的长度加上车的长度, 如图 2-7 所示,

即 $s=l_{\text{洞}}+l_{\text{车}}$,

所以 $v = \frac{s}{t} = \frac{l_{\text{洞}}+l_{\text{车}}}{t}$

$$= \frac{310 \text{ m} + 740 \text{ m}}{70 \text{ s}} = 15 \text{ m/s} = 54 \text{ km/h}.$$

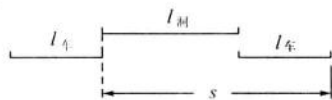


图 2-7

注 列车本身有长度, 当火车过桥(或过隧道), 完全通过时, 列车走过的全程为车长与

桥长(或隧道长)之和.若求列车完全在桥(或隧道)内的时间,则应先明确列车完全在桥上(或隧道上)时通过的路程为桥长(或隧道长)减去车长,再求时间.

例 8 一队士兵以 $v_1 = 2 \text{ m/s}$ 的速度匀速前进,队伍长 $1\,200 \text{ m}$, 骑兵通信员以 $v_2 = 10 \text{ m/s}$ 的速度从队尾向队首传达命令,到达队首后又立即掉头以原速返回,求通信员往返一次用了多少时间.

解答 队伍在运动,骑兵通信员也在运动,而且队伍有一定的长度,一次是同向运动,一次是反向运动,以队伍为参照物——假定队伍不动,则

(1) 骑兵从队尾到队首再到队末,往返的路程都是队伍的长度.

(2) 骑兵从队尾到队首时,骑兵与队伍同向运动,相对于队伍的速度是 $v_2 - v_1$.

(3) 骑兵再从队首回到队尾时,骑兵与队伍反向运动,相对于队伍的速度是 $v_2 + v_1$.

$$\text{因此 } t_1 = \frac{l}{v_2 - v_1} = \frac{1\,200 \text{ m}}{10 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}} = 150 \text{ s},$$

$$t_2 = \frac{l}{v_2 + v_1} = \frac{1\,200 \text{ m}}{10 \text{ m/s} + 2 \text{ m/s}} = 100 \text{ s}.$$

往返共需时间为 $t = t_1 + t_2 = 150 \text{ s} + 100 \text{ s} = 250 \text{ s}$.

注 本题如果以地面为参照物,情况复杂,用常规方法解决是很难的.选择适合的参照物是解决本题的关键.物体相对参照物移动的路程除以物体相对于参照物的速度等于时间.

例 9 在平直公路上有甲、乙两辆演习警车,先让乙车静止,而让甲车以 15 m/s 的速度远离乙车,甲车上的人每隔 10 s 时间鸣枪一次,求乙车上的人听到连续两次枪响时间间隔的时间.如果在甲车前进的同时让乙车以 30 m/s 的速度反向行驶,那么乙车上的人听到连续两次枪响时间间隔的时间又是多少?(假定声音传播速度为 300 m/s)

解答 设甲、乙两车相距为 s ,则乙车不动时声音从甲传到乙的时间为 $t_1 = \frac{s}{v_{\text{声}}}$,第二次枪声,从甲传到乙的时间为 $t_2 = \frac{s + v_{\text{甲车}} \Delta t}{v_{\text{声}}}$.

乙听到的连续的两次枪响所间隔的时间为

$$\begin{aligned} \Delta t' &= (t_2 + \Delta t) - t_1 = \frac{s + v_{\text{甲车}} \Delta t}{v_{\text{声}}} + \Delta t - \frac{s}{v_{\text{声}}} \\ &= \Delta t + \frac{v_{\text{甲车}} \Delta t}{v_{\text{声}}} = 10 \text{ s} \times \left(1 + \frac{15 \text{ m/s}}{300 \text{ m/s}}\right) \\ &= 10.5 \text{ s}. \end{aligned}$$

当乙车运动时,声音从甲车传到乙的时间为 $t_1 = \frac{s}{v_{\text{声}} - v_{\text{乙车}}}$.

第二次枪声,从甲传到乙的时间为 $t_2 = \frac{s + v_{\text{甲车}} \Delta t}{v_{\text{声}} - v_{\text{乙车}}}$.

乙听到的连续的两次枪响所间隔的时间为

$$\Delta t'' = (t_2 + \Delta t) - t_1 = \Delta t + \frac{v_{\text{甲车}} \Delta t}{v_{\text{声}} - v_{\text{乙车}}}$$