

北京阶梯素质教育研究所 组编
中小学学科奥林匹克编辑部



中学金牌奥赛精典题

一题多解

初中物理

京华出版社

中学金牌奥赛精典题一题多解

(初中物理)

主 编	龚 升		
编 委	龚 升	万凯丰	刘 智
	贡子荣	韩全林	何 涛
	李 林	陈 进	许良城
	陈李杨	顾宝民	

京 华 出 版 社

责任编辑:徐秀琴 王 建

封面设计:周春林 默 石

图书在版编目(CIP)数据

中学金牌奥赛精典题一题多解.初中物理/北京阶梯素质教育研究所编.

- 北京:京华出版社,2004.3

ISBN 7-80600-848-9

I.中… II.北… III.物理课-初中-解题 IV.G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 121191 号

著 者 ☐ 北京阶梯素质教育研究所

出版发行 ☐ 京华出版社

(北京市朝阳区安华西里 1 区 13 号楼 2 层 100011)

印 刷 ☐ 北京国防印刷厂印刷

开 本 ☐ 大 32 开

字 数 ☐ 200 千字

印 张 ☐ 9.875

印 数 ☐ 1-5000

出版日期 ☐ 2004 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

书 号 ☐ ISBN 7-80600-848-9/G·480

定 价 ☐ 11.00 元

京华版图书,若有质量问题,请与本社联系

前 言

中小学学科奥林匹克编辑部在精心研究了近几年国内外这项活动及大量该类优秀图书的基础上,邀请了全国各地一些潜心耕耘于这块园地的优秀园丁,编纂出版了一系列有关数学、语文、英语、物理、化学、生物、信息七大学科,教材辅导、同步训练及近年学科竞赛试卷汇编等类共计 100 多个品种的学科奥林匹克系列读物。可谓倾尽全力,鞠躬尽瘁。

中小学时期是学生打知识基础的阶段。在这个阶段,学生应该完成从要我学到我要学的转变。然而,目前中小学学生(尤其是大中城市的学生)普遍存在的问题是缺乏学习的主动积极性。没有动力源,一切都无从谈起。为了转变这一现象,我们认为:一要给中小学学生提供丰富有趣的适合他(她)们喜闻乐读的出版物,二要由老师、家长督促、帮助学生养成良好的学习习惯。小学、初中阶段没有形成好的学习习惯,到了高中就很难了。

中小学学科奥林匹克系列读物不仅可以使聪明好学的好学生在自己学有余力、学有潜力的学科不断地攀登知识的高峰,尽早尽多地获得解题的技能技巧,还可以使某些一时还没有开窍或一时对某一学科不感兴趣的学生不知不觉地对该学科产生浓厚的学习兴趣,以致后来居上,一发而不可收。因为这些孩子并不“笨”,相反,这些学生中的某些人是更有潜力的,问题是内因和外因没有结合好。

学生有了学习的积极性、主动性之后,还应该有意地培养自己“会学”知识的能力。我们认为,学会知识固然重要,但是会学的能力更为重要,因为人的一生更多的时间是在工作岗位上。我们的读物不仅重视让学生从本系列读物中学到更多的知识,更重视教会学生如何去获得知识。

中小学学科奥林匹克是该学科课内知识内容的补充、延伸，是“灵活”与“美”的提高，念好学科奥林匹克，对课堂基础知识的学习和掌握将有莫大帮助。

我们的目的是想让阅读使用本系列读物的中小学学生能对课堂教学产生兴趣，开发智力，在原有的基础上使学习能力有较大幅度提高。如果学生的家长、老师能对学生的放心、满意，我们的目的就达到了。

这一系列读物自出版以来，独树一帜，深受广大教师、家长、学生的喜爱；这一系列读物原由奥林匹克出版社出版发行，现又请国内多名奥林匹克教练员做了认真的修订并新增部分学科图书，现由京华出版社再版发行供各地中、小学生使用，并请提出宝贵意见。

中小学学科奥林匹克编辑部

作者的话

同一题目,采用多种不同的解法,不仅能使学生深入理解物理概念和规律,而且能训练提高学生灵活运用物理知识解决问题的能力,使学生在思考问题时注重多层次、多途径、多方案,在解决问题时能注重举一反三,触类旁通。在思考和解决问题时,学生们的思维得到发散和拓展,这正是现代素质教育的要求,是未来智力社会的需要。

本书从全国及各省市初中物理知识竞赛试题及全国各地中考升学试题精选部分代表性较强题目。每道题目都给出了两种或两种以上的解法。本书注重应用不同的物理知识和数学方法,采取不同的思维方式和解题手段,注重知识的迁移和思维的发散。

本书可供学生平时学习物理,升学复习、竞赛训练时使用,也可为广大物理教师提供参考。

由于作者水平有限,不当疏漏之处在所难免,恳请老师和同学们批评指正。

目 录

第一部分	力学	(1)
第二部分	热学	(122)
第三部分	光学	(142)
第四部分	电学	(150)
附:	物理竞赛试题及答案	(259)



第一部分 力学

1. 有一卷无木轴铜导线,需要确定它的长度,但是不能把导线全部拉开,更不能把导线截断.请你设计一个测量方案(提出所需器材,说明测量步骤,给出计算方法).

(1991年全国初中应用物理知识竞赛试题第三题)

【设计方案一】

所需器材:铅笔一支,刻度尺一把(或游标卡尺一把或螺旋测微器一个),能够称量铜导线质量的天平或任何形式的秤一个.

测量步骤:

(1)拉出一段导线,在铅笔上密绕若干圈,测得螺线管总长度,除以圈数,由此得出导线直径 D (或用螺旋测微器、或用游标卡尺测导线直径 D).

(2)用天平或秤称出导线总质量 m .

计算方法:用 L 代表铜导线的总长度,则导线的体积是

$$V = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 L = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

从密度表查出铜的密度 ρ ,则导线总质量 m 可表示为:

$$m = \frac{\pi D^2 L \rho}{4}$$

由此解出:

$$L = \frac{4m}{\pi D^2 \rho}$$

【设计方案二】

所需器材:铅笔一支,刻度尺一把(或游标卡尺一把或螺旋测微器一个),大量杯一只(若铜导线体积较大,可另附一能定向溢水的容器一个).



初中物理

中学金牌竞赛精英题一题多解 金牌奥数专用



麦克斯韦(英国)

测量步骤:

(1)同方案一步骤 1;

(2)用量杯测出铜导线总体积 V (若铜导线质量较大,则可将铜导线放入定向溢水容器,通过测溢水量测出它们总体积)。

计算方法:用 L 代替铜导线总长度 L ,则导线的总体积:

$$V = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 L$$

由此解得: $L = \frac{4V}{\pi D^2}$

2. 有一架不准确的天平,它的横梁的左右两臂不等长,虽然砝码很准确,但是通常的方法,却不能称出待测物体质量的准确值。如何用这架天平称得物体质量的准确值?

【方法一】

先在天平左盘上放上被测物体,右盘上铺一张纸,纸上加适量沙,使天平平衡;取去左盘物体,在左盘加砝码,使天平重新平衡。这样,左盘上砝码总质量即为被测物体质量。

【方法二】

设天平左、右臂长分别为 l_1 、 l_2 ,先在天平左右两盘加砝码,使天平平衡。若此时左、右托盘内砝码质量分别为 m_1 、 m_2 ,则由杠杆平衡条件有

$$m_1 g l_1 = m_2 g l_2 \quad ①$$

取去两盘砝码,把物体放在天平左盘,在右盘加砝码,使天平平衡,设此时砝码质量为 m_3 ,则由杠杆平衡条件有

$$m_{\text{物}} g l_1 = m_3 g l_2 \quad ②$$

①/②得 $\frac{m_1}{m_{\text{物}}} = \frac{m_2}{m_3}$

故物体质量 $m_{\text{物}} = \frac{m_1}{m_2} m_3$ 。



初中物理

中学金牌竞赛精英题一题多解 金牌奥校专用

【方法三】

设天平左右臂长分别为 l_1 、 l_2 ，先将被测物体放在天平左盘，在右盘加砝码，使天平平衡，设此时砝码质量为 m_1 ，则由杠杆平衡条件有

$$m_{\text{物}} g l_1 = m_1 g l_2 \quad ①$$

然后将被测物体放在天平的右盘上，在天平的左盘上放砝码，使天平平衡，设此时砝码质量为 m_2 ，则由杠杆平衡条件有

$$m_2 g l_1 = m_{\text{物}} g l_2 \quad ②$$

①/②得

$$\frac{m_{\text{物}}}{m_2} = \frac{m_1}{m_{\text{物}}}$$

故 $m_{\text{物}} = \sqrt{m_1 m_2}$ 。

3. 如图是某一地区的平面图，比例是 $1:n$ ，如何测出该地区的面积？

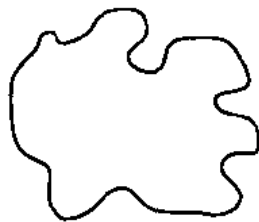


图 1-1

【分析】 本题要测量的地图形状不规则，故只能采取特殊方法，将测不规则形状变为测规则形状。

【解法一】 取一张硬纸板，依平面图剪下形状大小相同的一块，用天平测出其质量 m_1 ，设其面积为 S_1 ；再在同样的硬纸板上剪下一矩形，用天平测出其质量 m_2 ，用刻度尺测出矩形长和宽，算出矩形面积 S_2 。



$$\therefore \frac{m_1}{m_2} = \frac{S_1}{S_2},$$

$$\therefore S_1 = \frac{m_1}{m_2} S_2.$$

由上式即可算出平面图面积 S_1 , 故该地区面积为

$$n^2 S_1 = n^2 \frac{m_1}{m_2} S_2.$$

【解法二】取一把米, 将其均匀密布于平面图上, 注意不使米粒重叠或有空隙. 然后将这些米粒重新密布成一个矩形, 测出矩形的长 a 和宽 b , 则平面图面积为 ab , 该地区面积为 $n^2 ab$.

4. 淀粉厂收购土豆, 先要测土豆密度, 然后按等论价, 请你提出这个实验的实验步骤和所需仪器, 并导出计算公式.

【方法一】

器材: 天平(或杆秤)、量杯、水.

步骤: (1) 选取合适土豆若干, 用天平(或杆秤)测出土豆质量 m .

(2) 在量杯内倒入适量的水, 记下水面刻度 V_1 , 再将土豆放入量杯中, 读出此时水面刻度 V_2 , 则土豆体积为 $V_2 - V_1$.

导出计算公式:

$$\rho = \frac{m}{V_2 - V_1}$$

【方法二】

器材: 弹簧秤、细线、轻质薄型网袋, 盛有适量水的容器.

步骤: (1) 选取合适土豆若干, 装入轻质薄型网袋, 用弹簧秤称出它们重力 G .

(2) 将土豆浸没水中, 读出弹簧秤此时示数 G' .

导出计算公式:

$$\text{土豆所受浮力 } F_{\text{浮}} = G - G'$$





初中物理

中学金牌竞赛精英题一题多解

金牌奥校专用



法拉第(英国)

$$\text{土豆体积} \quad V = V_{\text{排}} = \frac{G - G'}{\rho_{\text{水}} g}$$

$$\text{土豆密度} \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{\frac{G}{g}}{\frac{G - G'}{\rho_{\text{水}} g}} = \frac{G}{G - G'} \rho_{\text{水}}.$$

5. 塑造一尊大理石的雕像,所选模特人的高度为 1.78 米,质量为 65 千克,若塑造的雕像比模特大一倍,试估算这尊石像的质量约为多少?(已知人的密度与水相近,大理石的密度为 2.7×10^3 千克/米³)

(95 年湖北部分地市初二物理知识竞赛)

【分析一】 本题先根据人体质量及人体密度估算出人体体积,再由人体与石像体积关系算出石像体积,最后结合大理石的密度算出石像的质量.

【解法一】 人的体积大约是

$$V_{\text{人}} = \frac{m_{\text{人}}}{\rho_{\text{人}}} = \frac{65 \text{ 千克}}{1.0 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3} = 6.5 \times 10^{-2} \text{ 米}^3,$$

雕像体积为人体积的 2^3 倍,即 8 倍,

$$V_{\text{像}} = 8 V_{\text{人}} = 8 \times 6.5 \times 10^{-2} \text{ 米}^3 = 5.2 \times 10^{-1} \text{ 米}^3,$$

雕像的质量

$$m_{\text{像}} = \rho_{\text{石}} V_{\text{像}} = 2.7 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3 \times 5.2 \times 10^{-1} \text{ 米}^3 \\ \approx 1.4 \times 10^3 \text{ 千克}.$$

【分析二】 先根据体积相等,质量与密度成正比算出与人体等体积石像的质量;再根据同种物质质量与体积成正比算出将石像体积扩大 2^3 倍后,石像质量.

【解法二】 等体积人体与雕像质量比

$$\frac{m_{\text{像}}}{m_{\text{人}}} = \frac{\rho_{\text{石}}}{\rho_{\text{人}}} = \frac{2.7 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3}{1.0 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3} = \frac{2.7}{1},$$

$$\therefore m_{\text{像}} = 2.7 m_{\text{人}} = 2.7 \times 65 \text{ 千克} = 175.5 \text{ 千克}.$$

第一部分
力学



初中物理

中学金牌竞赛精英题一题多解 金牌奥校专用



爱迪生(美国)

将雕像高度扩大一倍,则体积变为 2^3 倍,即 8 倍,则此时石像质量 $m'_{\text{像}}$

$$\frac{m'_{\text{像}}}{m_{\text{像}}} = \frac{V'_{\text{像}}}{V_{\text{像}}} = \frac{8}{1},$$

$$\therefore m'_{\text{像}} = 8m_{\text{像}} = 8 \times 175.5 \text{ 千克} \approx 1.4 \times 10^3 \text{ 千克}.$$

故上述两种方法均可求出石像质量为 1.4×10^3 千克.

6. 质量为 50 千克的钢质机器,为了把它安装在飞机上,必须将机器减轻 100 牛顿,为此,要将机器的部分钢质零件改为铝质,问至少要用多少千克铝件来代替钢件,才能达到要求?

(钢和铝的密度分别为 7.8×10^3 千克/米³, 2.7×10^3 千克/米³).

(98 年广东省初中物理知识竞赛初赛题)

【分析】 本题有一重要的隐含条件:用铝件代替钢件,两者体积相同,可以以此列方程求解,也可以以此列比例式求解.

【解法一】 设替代零件的体积为 V ,则

$$G_{\text{钢}} - G_{\text{铝}} = 100 \text{ 牛},$$

$$\text{即 } \rho_{\text{钢}} gV - \rho_{\text{铝}} gV = 100 \text{ 牛},$$

$$\therefore V = \frac{100 \text{ 牛}}{\rho_{\text{钢}} g - \rho_{\text{铝}} g}$$

$$= \frac{100 \text{ 牛}}{(7.8 \times 10^3 - 2.7 \times 10^3) \text{ 千克/米}^3 \times 9.8 \text{ 牛/千克}} \\ = 2.0 \times 10^{-3} \text{ 米}^3,$$

$$\therefore m_{\text{铝}} = \rho_{\text{铝}} V = 2.7 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3 \times 2.0 \times 10^{-3} \text{ 米}^3 = 5.4$$

千克,

故至少要用 5.4 千克的铝件来代替钢件.

【解法二】 用 1 分米³ 的铝,即 2.7 千克的铝代替等体积的钢,重力减小 $\Delta G_0 = (7.8 - 2.7) \text{ 千克} \times 9.8 \text{ 牛/千克} \approx 50 \text{ 牛}$,设用 G 千克铝件代替钢件时,机器减轻 100 牛,则有



初中物理

中学金牌竞赛精英题一题多解 金牌奥校专用

$$\frac{2.7 \text{ 千克}}{G \text{ 千克}} = \frac{50 \text{ 牛}}{100 \text{ 牛}}$$

得 $G = 5.4 \text{ (千克)}$

故至少要用 5.4 千克铝件代替钢件,才能达到要求.

7. 一空烧杯若装满水总质量为 200 克,若装满酒精总质量为 180 克,若装满某种待测液体总质量为 280 克(酒精的密度 $\rho = 0.8 \text{ 克/厘米}^3$)

求:该种待测液体的密度为多少?

(98 年中学生物理竞赛广西赛区初赛题)

【分析】 本题可设出空烧杯质量和烧杯容积,根据 $\rho = \frac{m}{V}$, 结合已知数值,求出烧杯质量和容积,再进一步计算出待测液体密度.

本题还可依据质量的增加量与密度改变量关系推算. 三种液体体积相等,液体质量改变量

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \rho_1 V - \rho_2 V = (\rho_1 - \rho_2) V = \Delta \rho V.$$

可见质量的改变量与密度改变量成正比.

【解法一】 设空烧杯质量为 m , 烧杯容积为 V , 则由已知条件有

$$\rho_{\text{水}} V + m = 200 \text{ 克}$$

$$\text{即 } 1.0 \text{ 克/厘米}^3 \times V + m = 200 \text{ 克} \quad \text{①}$$

$$\rho V + m = 180 \text{ 克}$$

$$\text{即 } 0.8 \text{ 克/厘米}^3 \times V + m = 180 \text{ 克} \quad \text{②}$$

联立①、②式,解得

$$m = 100 \text{ 克}, \quad V = 100 \text{ 厘米}^3$$

则未知液体质量

$$m' = 280 \text{ 克} - 100 \text{ 克} = 180 \text{ 克},$$

未知液体密度





$$\rho' = \frac{m'}{V} = \frac{180 \text{ 克}}{100 \text{ 厘米}^3} = 1.8 \text{ 克/厘米}^3.$$

【解法二】在更换液体过程中,液体体积不变,

$$\therefore \Delta m = m_2 - m_1 = \rho_2 V - \rho_1 V = (\rho_2 - \rho_1) V = \Delta \rho V.$$

即质量的改变与密度改变量成正比,设未知液体密度为 ρ 克/厘米³,则

$$\frac{m_{\text{水}} - m_{\text{酒精}}}{m_{\text{水}} - m_{\text{未知}}} = \frac{\rho_{\text{水}} - \rho_{\text{酒精}}}{\rho - \rho_{\text{水}}}$$

$$\text{即 } \frac{1.0 - 0.8}{\rho - 1.0} = \frac{200 - 180}{280 - 100}, (\text{此式隐略了单位})$$

$$\text{得 } \rho = 1.8.$$

故上述两种解法均求出该液体密度为 1.8 克/厘米³.

8. 一个表面是银的汤勺,质量为 52.5 克,把它放在量筒中,量筒的水面由标有 30 毫升的位置升到 35 毫升位置处.已知银的密度为 10.5×10^3 千克/米³.请根据以上数据判断此汤勺是否完全由银制成.

【分析】判断鉴别物质最常见的是求出密度值,与物质标准密度比较,从而得出结论.本题最直观方法由汤勺的质量值和体积值求出密度值.还可假设汤勺是由银制成,则由质量值求出对应体积值.若等于汤勺体积,汤勺由银制成,否则不是.或者由体积值求出对应质量值,再与汤勺质量比较,若相等则由银制成,否则不是.

$$\text{【解法一】汤勺体积 } V = 5 \text{ 厘米}^3$$

汤勺密度

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{52.5 \text{ 克}}{5 \text{ 厘米}^3} = 10.5 \text{ 克/厘米}^3 = 10.5 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3$$

$$= \rho_{\text{银}}$$

可见是纯银制的.





初中物理

中学金牌竞赛精英题一题多解

金牌竞赛专用



道尔顿(英国)

【解法二】 汤勺体积 $V = 5 \text{ 厘米}^3$,

若是纯银的,则其质量应为

$$m = \rho_{\text{银}} V = 10.5 \text{ 克/厘米}^3 \times 5 \text{ 厘米}^3 \\ = 52.5 \text{ 克} = m_{\text{勺}}$$

可见是纯银制的。

【解法三】 汤勺质量 $m = 52.5 \text{ 克}$

若是纯银的,则其体积应为

$$V = \frac{m}{\rho_{\text{银}}} = \frac{52.5 \text{ 克}}{10.5 \text{ 克/厘米}^3} = 5 \text{ 厘米}^3 = V_{\text{勺}}.$$

可见是由纯银制的。

9. 一辆汽车的最大运载量为 30 吨,容量是 40 米³,现在要用这辆汽车运送钢材和木材若干,问这两种材料应如何搭配,才能使这辆汽车的车厢得到充分利用?(钢材密度为 7.8×10^3 千克/米³,木材密度为 0.5×10^3 千克/米³).

【分析】 要将所运的钢材和木材将汽车装满,又不使它们的总质量超过汽车的最大运载量,这必须进行合理搭配.即满足钢材木材总质量为 30 吨,总体积为 40 米³ 这两个条件.可以设其中钢材质量为 m 或钢材体积为 V ,从而列出不同方程求解.

【解法一】 设每次运钢材质量为 m 吨,即 $1000m$ 千克则钢材体积为 $\frac{1000m}{\rho_{\text{钢}}}$ 米³ 木材质量为 $(30 - m)$ 吨,即 $1000(30 - m)$ 千克,木材体积为 $\frac{1000(30 - m)}{\rho_{\text{木}}}$ 米³.

$$\therefore V_{\text{钢}} + V_{\text{木}} = V_{\text{容}}$$

$$\therefore \frac{1000m}{7.8 \times 10^3} + \frac{1000(30 - m)}{0.5 \times 10^3} = 40.$$

$$\text{得 } m = 10.685.$$

$$\text{则木材质量 } m_{\text{木}} = 30 \text{ 吨} - 10.685 \text{ 吨} = 19.315 \text{ 吨}.$$

第一部分
力学



初中物理

中学金牌竞赛精英题一题多解 金牌奥校专用



高斯(德国)

故每次装钢材 10.685 吨,木材 19.315 吨,车厢得到充分利用.

【解法二】 设每次运钢材 V 米³,则钢材质量为 $7.8V$ 吨;木材体积 $(40 - V)$ 米³,质量 $0.5(40 - V)$ 吨.

$$\therefore m_{\text{钢}} + m_{\text{木}} = 30$$

$$\text{即 } 7.8V + 0.5(40 - V) = 30$$

$$\text{得 } V \approx 1.37$$

$$\text{则木材体积 } V_{\text{木}} = 40 \text{ 米}^3 - 1.37 \text{ 米}^3 = 38.63 \text{ 米}^3.$$

故每次装木材 38.63 米³,钢材 1.37 米³,车厢得以充分利用.

10. 有一块金、铜合金块,总质量为 185.5 克,合金块体积为 15 厘米³,已知 $\rho_{\text{金}} = 19.3 \times 10^3$ 千克/米³, $\rho_{\text{铜}} = 8.9 \times 10^3$ 千克/米³,则可知此合金块含金_____克.

(97 年全国初中物理知识竞赛复赛题)

【分析】 本题求解以两个方面为依据,从而建立方程求解.一是以总质量为 185.5 克为依据;设含金体积为 V 厘米³,再写出含金、含铜的质量代数式,从而列方程求出 V ,再算出含金质量为多少;二是以总体积为 15 厘米³ 为依据,设含金质量为 m 克,再写出金、铜体积的代数式,从而列方程求出 m .

【解法一】 设合金块含金体积为 V 厘米³,则含金质量为 $19.3V$ 克,含铜质量为 $8.9(15 - V)$ 克,因而得

$$19.3V + 8.9(15 - V) = 185.5$$

$$\text{解得 } V = 5 \text{ 厘米}^3$$

则含金质量

$$m_{\text{金}} = 19.3 \times 5 = 96.5 \text{ 克}.$$

【解法二】 设合金块含金质量为 m 克,则含金体积为 $\frac{m}{19.3}$ 厘米³,含铜体积为 $\frac{185.5 - m}{8.9}$ 厘米³,因而得, $\frac{m}{19.3} + \frac{185.5 - m}{8.9} = 15$,

$$\text{解得 } m = 96.5 \text{ 克}$$