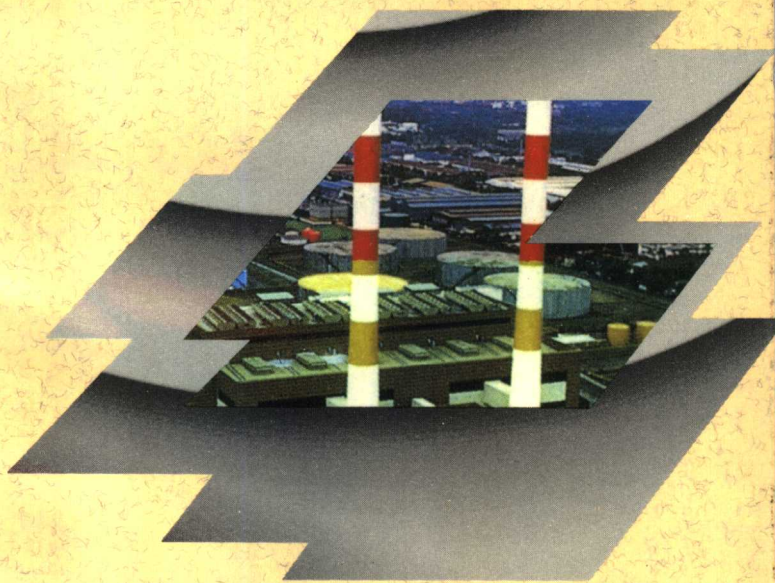


北京市华罗庚学校奥林匹克系列丛书

华罗庚学校 高中物理试题解析①

北京市华罗庚学校 编



中国大百科全书出版社

北京市华罗庚学校奥林匹克系列丛书

华罗庚学校 高中物理试题解析①

北京市华罗庚学校编
主编：刘彭芝

中国大百科全书出版社
北京·1998

编 者：北京市华罗庚学校
责任编辑：简菊玲
责任校对：李 静 王玉琴
封面设计：郭 健
版式设计：中 文

出版发行：中国大百科全书出版社
(北京阜成门北大街17号)

印 刷 北京四季青印刷厂印刷
经 销 新华书店总店北京发行所

版 次：1998年5月第1版
印 次：1998年5月第1次印刷
印 张：7.375
开 本：787×1092 1/32
字 数：160千字
印 数：1—10000

ISBN 7-5000-5930-2/G·232
定 价：9.80元

《北京市华罗庚学校奥林匹克系列丛书》

编辑委员会

顾 问 王 元 裘宗沪 冯克勤
陈德泉 丁往道 刘承沛
大卫·罗斯费尔德 (David Rosefield)
丽莎·泰森 (Lisa Theisen)

主 编 刘彭芝
编 委 (按姓氏笔画排列)

马 毅 王人伟 王健民
余红兵 吴 湛 尚 强
周沛耕 周春荔 莫颂清
陶晓勇 童 欣 舒幼生
熊 斌

本书编写人员

主 编：舒幼生
编 撰：王珉珠 李长庚

前 言

北京市华罗庚学校是由中国科学院华罗庚实验室、中国科技大学和中国人民大学附中联合创办的，是中国人民大学附中超常教育体系的重要组成部分。其办学目标是为国家大面积早期发现与培养现代杰出科技人才开辟一条切实可行的途径，为我国教育事业面向现代化、面向世界、面向未来的战略方针探索一项行之有效的措施。在这里，集中了一大批中学高级教师、大学教师和研究员精心执教，一批批数理超常儿童茁壮成长。华校全体师生缅怀我国著名数学家华罗庚教授在数学领域的伟大贡献，崇尚他为国为民鞠躬尽瘁的高贵品质，决心沿着他所开辟的道路继续前进。

超常教育与早期教育为当前各国教育家和心理学家所重视，这一方面的研究工作得到了各国政府以及有远见的社会各界人士的支持和赞助。在前苏联，国家开办有各类人才学校，用于培养科技文体方面的超常少年。在美国，控制论的创立者、“神童”维纳就是家庭和学校共同精心培育成功的典范。

近年来，我国众多有识之士在改革开放、建设有中国特色的社会主义的宏图大业感召鼓舞下，投身超常教育事业，辛勤耕耘，刻苦研究，已经取得可喜的成果。超常教育是人类教育史上的一大进步，然而它又是一个异常复杂的教育新课题。不论是历史上还是现实生活中，少年出众、而成果寻常的人比比皆是。究其原因，往往在于成长环境不佳，而主要则是未能在超常教育理论指导下施以特殊教育的结果。因此，

我们必须更新教育观念，采取新的教育理论和方法，把大批聪慧少年培养成为高科技时代的栋梁之才。创办华罗庚学校的主旨，就在于探索一条使那些天资优异的孩子们，既不脱离群体，以免身心畸形发展，又使他们的才华得以充分开发的可行之路。

七百多年前，英国思想家、现代实验科学先驱罗吉尔·培根曾说：“数学是科学的大门和钥匙”。时至今日，人们更加清楚地看到了数学在现代教育中占据着重要的地位。当今世界，自然科学、社会科学和数学都在蓬勃发展，而数学更是各门科学发展的基础。科学和技术的迅猛、巨大的发展，很大程度上是得益于数学的现代发展，特别是数学在物理学、生物学以及社会科学中的纵深渗透。因此，华校在以数学为带头学科的施教前提下，同时又鼓励学生们在自己感兴趣的其它课程，如物理、化学、生物、外语、计算机等学科中开拓进取、施展才华。这样，近而言之，希望他们在运用中体验数学的思维模式和神奇魔力；远而图之，则是为他们日后发展的多价值取向打下全面的科学文化素质的坚实基础。

华校采取科学的教学方法，进行开放式教学，努力开发学生的潜在能力，对学生实行超前教育。除由人大附中选派经验丰富的优秀教师任教外，还聘请中国科学院、中国科技大学、北京大学、清华大学、中国人民大学及北京师范大学等高校专家、教授来校办讲座，用最新的科技知识丰富学生的头脑，开阔他们的视野。

实践证明，华罗庚学校对超常儿童的培养方略是可取的。十余年来，华校为高一级学校输送了大量学业优异的人才。以第一、二、三届华校试验班为例，三届毕业生总数为136人。

其中，直接保送到国家第一流重点大学 35 人，占 25.7%。参加高考的 101 人，考入清华大学 42 人，占 30.8%；考入北京大学 41 人，占 30.1%；考入中国科技大学 10 人，占 7%。总计考入上述三校为 93 人，加保送 35 人，总计为 128 人。第四届华校试验班又进一步。全班 44 人，保送 9 人，参加高考 35 人，高考平均分数为 610.83 分，数学平均分数为 137 分，总分数超过 600 分的有 25 人。不仅如此，还有数以千计的学生参加各类数理学科竞赛，在区、市、国家乃至世界级学科竞赛中获奖夺魁者的人数位居北京市重点中学之首。上述大量事实证明，一种新的教育理论和实践，使得一批又一批英才脱颖而出，足以显示华罗庚学校的办学方向是正确的，教学是成功的。

更可喜的是在探索办学的过程中，以华校为核心，造就并团结了校内外一大批具有新思想、新观念、肯吃苦、敢拼搏的优秀教师和教育专家。在这个来自平凡的教学科研岗位的不平凡的群体中，有多年工作在教学第一线的中小学高级教师，有近年来执教于数学、物理、化学、生物、计算机等学科奥林匹克活动的高级教练员，有中国科学院和各高等学校中教学科研上成果卓著的专家教授。他们就像当年的华罗庚那样，做为人师，做为长者，着眼于祖国的未来，甘愿给下一代当人梯。狭义地说，他们是华校藉以成长、引以自豪的中流砥柱；广而言之，他们是推动中小学教育事业改革的一支特殊的劲旅。

今天，对华校创办十余年的经验进行总结时，我们可以说，在朝着自己的办学目标的不懈奋斗中，华校具有四大办学特色：

- 第一，从娃娃抓起的早期智力开发；
- 第二，必名师启蒙的成功教育传统；
- 第三，在全面发展时力求业有专精；
- 第四，处强手如林中敢于迎接挑战。

教材是教学质量的基本保证，也是教学的基础建设。高质量的教材，是建立在高水平的学术研究成果和丰富的教学经验的基础上的。因此，华罗庚学校开创了荟萃专家编书的格局。华校愿将《华罗庚学校奥林匹克系列丛书》奉献给广大教师、中小學生及學生家長同享。这套丛书的编写者都是华校的骨干力量，他们为了共同的目标献出了自己多年的教学经验和最新的教学科研成果，因而使得这套丛书具有实用、新颖、通俗、严谨的特点。

物理部分的教材与相应的试题解析及实验，分为初、高中两部分。初中部分包含教材一册、试题解析一册和实验一册；高中部分包含教材两册、试题解析两册和实验一册。编写者在初、高中物理教学大纲和全国中学生物理竞赛考纲的基础上，顾及当前国际中学物理教学发展、变化的趋势，初中以不下放高中物理主要内容为限，高中以不下放大学普通物理主要内容和不使用微积分等数学工具为限，在内容上作适当的引申和扩展，以开拓学生的知识视野，使其对某些重要的近代物理观念有初步的了解。作为实验性教材，初次尝试对学生进行物理思想、方法和实验设计的教学，有意在知识传授的基础上加强学科能力的培养。

俗云：“一花怒放诚可爱，万紫千红才是春。”华校在努力办学完善自身的同时，诚望对国内中小学数理教学水平的提高微尽绵薄，诚望与其他兄弟学校取长补短，携手共进。

“合抱之木，生于毫末，九层之台，起于垒土。”遥望未来，我们同呼志士之言：为中国在 21 世纪成为数理大国而奋斗终生。

作为本系列丛书的主编，我谨以一个超常教育的积极参与者和组织者的名义，向各位辛勤的编著者致以衷心的感谢，恳请教育战线的前辈和同仁给予指导和推荐，也恳请广大师生在使用过程中提出宝贵的意见。

刘彭芝

1997. 11. 24

目 录

力 学 篇

试题组 (一)	(1)
试题组 (一) 解答	(3)
试题组 (二)	(15)
试题组 (二) 解答	(18)
试题组 (三)	(28)
试题组 (三) 解答	(33)
试题组 (四)	(44)
试题组 (四) 解答	(48)
试题组 (五)	(61)
试题组 (五) 解答	(64)
试题组 (六)	(79)
试题组 (六) 解答	(82)
试题组 (七)	(93)
试题组 (七) 解答	(97)
试题组 (八)	(115)
试题组 (八) 解答	(118)
试题组 (九)	(135)
试题组 (九) 解答	(138)
试题组 (十)	(155)
试题组 (十) 解答	(159)

热 学 篇

试题组 (一)	(169)
试题组 (一) 解答	(172)
试题组 (二)	(181)
试题组 (二) 解答	(184)
试题组 (三)	(193)
试题组 (三) 解答	(196)
试题组 (四)	(205)
试题组 (四) 解答	(207)
试题组 (五)	(216)
试题组 (五) 解答	(218)

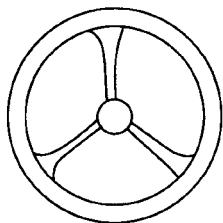
力 学 篇

试 题 组 (一)

时间：2 小时 满分：120 分

1. (6 分) 一小球从 A 点竖直上抛, 忽略空气阻力, 已知当它下落到 A 点下方 3 米时的速度大小, 恰好等于它上升到 A 点上方 3 米处时速度大小的两倍, 则小球所能达到的最高点在 A 点的上方_____米。

2. (6 分) 当人在电影屏幕上看到汽车向前行驶, 而如图力-1 所示的车轮却没有转动时, 则汽车运动的可能最小速度约为_____米/秒。(已知电影每秒钟放映 24 个画面, 转子半径为 0.5 米。)



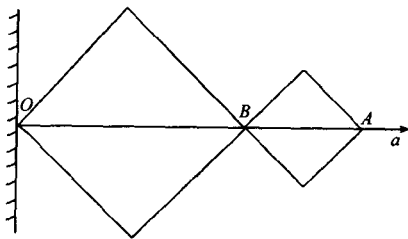
图力-1

3. (6 分) 一物体在上半个小时以速度 $v_1=20$ 米/秒、与规定方向成 60° 角的方向运动, 在下半个小时以速度 $v_2=40$ 米/秒、与同一规定的方向成 120° 角的方向运动, 则整个运动过程中平均速度为_____米/秒。

4. (6 分) 大炮在山脚直接对着倾角为 α 的山坡发射炮弹, 炮弹初速度为 v_0 , 要在坡上达到尽可能远的射程, 则大炮的瞄准角(从水平算起)为_____, 最远射程为_____。

5. (16 分) 如图力-2 所示, 合页构件由两菱形组成, 边长比为 2 : 1, 若顶点 A 以匀加速度 a 水平向右运动, 则节点

B 的加速度为多大？

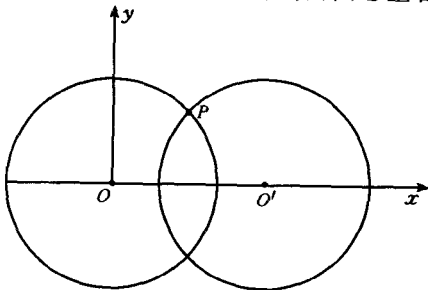


图力-2

6. (16分) 已知抛物线方程 $y = Ax^2$ ，试采用物理的方法确定任意 x 处抛物线的曲率半径是多少？

7. (16分) 一质点在平面上作匀变速运动，在时刻 $t = 1$ 秒、3 秒、5 秒时，质点分别位于平面上的 A、B、C 三点，已知 $\overline{AB} = 8$ 米， $\overline{BC} = 6$ 米，且 $AB \perp BC$ 。试求此质点运动的加速度是多少？

8. (16分) 如图力-3 所示，在 xy 平面上有两个半径均为 R 的圆，左圆圆心固定在坐标原点 O ，右圆圆心 O' 沿 x 轴以速度 v_0 作匀速直线运动， $t = 0$ 时刻两圆心重合，试求两圆



图力-3

交点之一 P 点的速率 v 和向心加速度 a_n 各与时间 t 的关系。

9. (16分) 已知等距螺旋线在垂直轴方向的截面圆半径为 R , 曲率半径为 ρ , 一质点沿此螺旋线作匀速率运动。已知质点在垂直轴方向的投影转过一周所用时间为 T , 则质点沿轴方向的分运动速度大小为多少?

10. (16分) 两两相距均为 a 的三质点 A 、 B 、 C 从 $t=0$ 时刻开始分别以相同的匀速率 v 运动, 运动过程中 A 的运动速度方向始终指着当时 B 所在的位置, B 始终指着当时 C 所在的位置, C 则始终指着当时 A 所在的位置, 试问, 三质点何时一起相遇?

试题组 (一) 解答

1. 建竖直坐标如图力-4所示。 A 为坐标原点, 竖直向上为 y 轴正方向。

在 B 点:

$$v_B = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

在 C 点:

$$v_C = -\sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

由题设可知

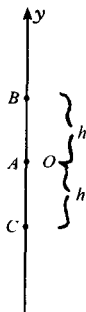
$$|v_C| = 2|v_B|$$

小球上升最大高度设为 y_{\max} , 则

$$y_{\max} = v_0^2/2g$$

联立以上四个方程, 可解得

$$y_{\max} = 5 \text{ 米}$$



图力-4

2. 由题设可知, 拍摄相邻两张胶片的时间间隔为 $\frac{1}{24}$ 秒。

在此期间, 轮子需转过 $\frac{2\pi}{3} + 2k\pi$ (k 为任意整数) 角度方可使车看起来不动。因此轮子旋转的最小角速度(对应 $k=0$)为:

$$\omega = \frac{2\pi}{3} \times \frac{24}{1} = 16\pi \text{ 弧度 / 秒}$$

所以车速约为

$$\begin{aligned} v &= \omega r = 16\pi \times 0.5 \\ &= 24 \text{ 米 / 秒} \end{aligned}$$

3. 如图力-5所示, 规定方向为 x 轴正向, 在上半个小时, 物体位移为 \vec{OA} , 其大小为:

$$OA = v_1 t = 36000 \text{ 米}$$

在下半小时, 物体位移为 \vec{AB} , 其大小为:

$$AB = v_2 t = 72000 \text{ 米}$$

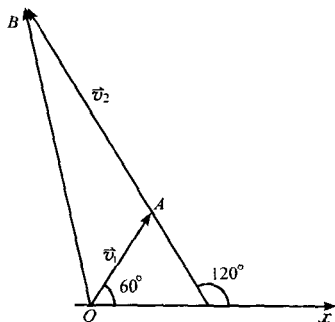
由三角形关系可知, 总位移 \vec{OB} 的大小为:

$$\begin{aligned} OB &= \sqrt{(OA)^2 + (AB)^2 - 2(OA)(AB)\cos 120^\circ} \\ &= 62353.8 \text{ 米} \end{aligned}$$

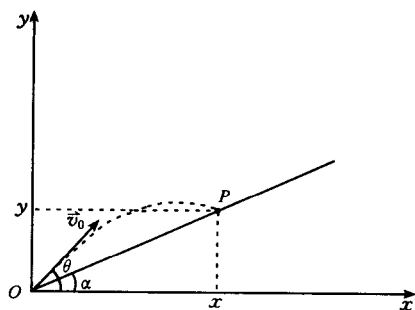
平均速度 \bar{v} 为:

$$\bar{v} = \frac{(OB)}{2t} = 17.3 \text{ (米 / 秒)}。$$

4. 如图力-6所示, 以发射点为原点, 在竖直平面内建立直角坐标系, Ox 以水平向右为正, Oy 以竖直向上为正。设最远射到 $P(x, y)$ 点, 其对应射程为 s , 抛射角为 θ 。



图力-5



图力-6

$$x = v_0 \cos \theta t$$

$$y = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$\frac{y}{x} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$s = \frac{x}{\cos \alpha}$$

联立以上四个方程可得

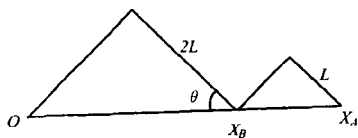
$$s = \frac{2v_0^2 \cos \theta \sin(\theta - \alpha)}{g \cos^2 \alpha}$$

$$= \frac{v_0^2 [-\sin \alpha + \sin(2\theta - \alpha)]}{g \cos^2 \alpha}$$

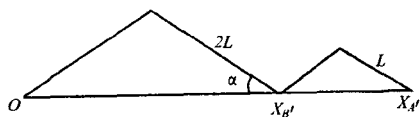
据此可知，当 $2\theta - \alpha = \frac{\pi}{2}$ ，即 $\theta = \frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2}$ 时射程最远，最远射程为：

$$s_m = \frac{v_0^2 (1 - \sin \alpha)}{g \cos^2 \alpha}$$

5. 如图力-7所示，以构件固定端 O 为原点，建立水平



(a)



(b)

图力-7

向右 x 轴。某时刻构件位置如图力-7(a)所示, 则

$$x_A = 6L \cos \theta$$

$$x_B = 4L \cos \theta$$

(式中 L 为小菱形的边长) 经过一段时间 t 后, 构件位置如图力-7(b)所示, 则:

$$x_{A'} = 6L \cos \alpha$$

$$x_{B'} = 4L \cos \alpha$$

在时间 t 内, A 、 B 点的位移分别为:

$$\Delta x_A = 6L(\cos \alpha - \cos \theta)$$

$$\Delta x_B = 4L(\cos \alpha - \cos \theta)$$

因此

$$\Delta x_B = \frac{2}{3} \Delta x_A$$

由于