

初中物理竞赛教程 基础篇

赵志敏



复旦大学出版社

初中物理竞赛教程

基础篇

主 编 赵志敏

分册主编 邵良群 副主编 汪宏勳

作 者 (以拼音为序)

陈 琦 陈兆荣 成晓俊 丁建兵 丁正建

方永兴 黄劲松 李胜义 李 智 刘汉章

邵良群 宋伟栋 汪宏勳 吴 炎 赵谊伶

朱顺德

復旦大學 出版社

编 委 会

主 编 赵志敏

《初中物理竞赛教程 基础篇》

分 册 主 编 邵良群

分 册 副 主 编 汪宏勳

编 者 (以拼音为序)

陈 琦 陈兆荣 成晓俊 丁建兵

丁正建 方永兴 黄劲松 李胜义

李 智 刘汉章 邵良群 宋伟栋

汪宏勳 吴 炎 赵谊伶 朱顺德

序 言

无穷的追问,无穷的乐趣

物理,物理,万物之理。

追问万物之理,是物理学光芒四射的魅力。

这是为什么?那是为什么?追根溯源,物理的问题远远不止10万个,无穷无尽。

一个有好奇心的人,才会问为什么;好奇心越强,问题就越多。许多青少年就是这样,怀着强烈的好奇心,踏上学习物理的艰难路程,进入奇妙的科学世界。热爱物理的人,遇到问题就兴奋;问题越多,兴趣越浓,钻研的热情越高。

正是物理学这些令人兴奋的问题,吸引一代又一代物理学家奉献出他们毕生的时间和精力。正是在好奇心的驱使下,牛顿发现了力学三定律,麦克斯韦发现了电磁场的规律。在他们看来,发现问题,然后解决问题,是一件赏心悦目的事情。牛顿说:“对我而言,我只是像在海滩边玩耍的男孩,偶然间发现了一粒比较圆的石头,和一枚比较漂亮的贝壳,就觉得很愉快。”

这并不意味,学习物理是件轻松的事。科学家决不满足于一时一事的愉悦、一时一事取得的成绩,他们永远像小学生一样,谦虚地对待自然界。热爱物理的人和所有热爱科学的人一样,不会浅尝辄止,不会因为解答了一个问题,就高枕无忧,相反,他们殚精竭虑,不断追问,把问题解决得臻于完美。就这样,在具有好奇心、创造力,而又不怕艰难的科学家们的前仆后继之中,物理学才有今天的成就,才会不断向前发展。

你面前的这本书,是富有教学经验的物理教师,为那些对物理充满好奇心的青少年学生所编。书中的内容,是以往物理学习的总结。在你没有用自己的脑袋思考之前,这些仅仅是别人的知识,而要把这些知识变成自己的思想,就需要在解题过程中用心钻研,并不断加以总结。

希望这本书能成为你攀登物理这座高山的拐杖,“在科学上没有平坦的大道,只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人,才有希望达到光辉的顶点。”

上海市物理学会理事长 周鲁卫

前 言

上海市物理学校“初中物理竞赛教程”共分两册，一册为基础篇，另一册为拓展篇。教程由浅入深，循序渐进，在形成概念、形成知识结构的过程中渗透方法和技能的训练，拓展应用能力，最终达到上海市初中物理竞赛以及全国应用物理知识竞赛复赛和决赛的水准。

基础篇适用于起点年级，以基础知识教学、基本能力培养为主。基础篇将上海市和全国初中物理教材的内容、上海市初中物理竞赛和全国应用物理知识竞赛的基本内容融合、提炼成32讲，每一讲呈现给读者的不仅是简明正确的表述，更力图将每讲的四个部分学习提要、难点释疑、例题精析和强化训练，围绕“掌握规律，提高能力”这一核心形成一个有机整体，各司其职又相互联系，从而优化学习过程、大幅提高学习效率。其中，内容提要部分浓缩了各章的主要概念和规律，重点内容和知识结构一目了然；难点释疑部分针对疑难问题答疑解惑，并集中了历年竞赛试卷中出现的常见典型错误予以分析澄清；例题精析部分着重于点拨思路，规范解题步骤，引导读者反思解题过程，进一步领悟解题思路和解题要点；强化训练部分的选题根据重点难点和认知规律进行最佳配置，确保“形成概念，形成能力”，提升学习效益。基础篇旨在为参与竞赛打基础，对参加中考的学生亦是良师益友。

参与基础篇编著和审稿的人员均是上海市物理竞赛的教练员和竞赛成绩突出的优秀教师，姓名以拼音排序分别为：陈琦、陈兆荣、成晓俊、丁建兵、丁正建、方永兴、黄劲松、李胜义、李智、刘汉章、邵良群、宋伟栋、汪宏勳、吴炎、赵谊伶、朱顺德。全书由严明老师统稿，宁肯老师参与了审稿工作。限于时间仓促，难免差错，恳请老师和学员读者提出宝贵意见，以利修订再版。

物理学的价值不仅在于它对自然规律的深刻揭示，更重要的是它在发展过程中，形成了一整套卓有成效的思想方法体系，诚如诺贝尔物理学奖得主、德国科学家马克斯·玻恩所言：“与其说我发表的工作里包含了一个自然现象的发现，倒不如说是因为那里包含了一个关于自然现象的科学思想方法基础”。

物理学是科学思维最为活跃的科学，物理学的思想方法不仅对物理学本身有重要意义，而且对整个自然科学和社会科学的发展都有重大贡献。自20世纪中叶以来，在诺贝尔化学奖、生物及医学奖，甚至经济学奖的获奖者中，有一半以上的人具有深厚的物理学背景，却未发生过非物理专业出身的科学家问鼎诺贝尔物理学奖的情况。牛顿发明微积分就是运用物理思维研究其他学科成功的经典范例，从物理学的知识体系、思想方法体系中汲取智能，转而在其他学科领域进行研究的科学思潮已蔚然成风，量子化学、量子生物学的成就及量子经济学的出现正是对这一科学思潮的生动注释。物理学当之无愧是人类伟大智慧的结晶，是世界文明的瑰宝。



人类文明的发展与物理学息息相关,力、热、电、微观物理学的每一次重大突破都将人类文明带入一个新的时代。力学和热学的发展导致了蒸汽机的发明,点燃第一次产业革命的火炬,人类社会开始了告别中世纪阴影、迈向工业化的旅程;19世纪末,电磁场理论研究的成功催生了第二次产业革命,将人类社会带进以电力和无线电技术广泛应用为标志的电气化时代;20世纪中叶微观物理取得重大突破,开创了微电子工业和核工业,使人类社会得以进入以电子计算机、核能、激光广泛应用为标志的信息化时代,实现第三次产业革命。

21世纪人类面临着能源危机、资源枯竭、环境污染等有史以来的最大挑战,焦虑的幽灵困扰着地球的每个角落,世界在等待、在渴望科学的突破,联合国史无前例地通过了“2005年为世界物理年”的决议,充分表达人类社会对物理学的殷切企盼,呼唤年轻的爱因斯坦,呼唤物理学的新突破!

有关科技报道,实验室里捕获的反物质粒子与物质粒子碰撞时产生的效应,与正电子与负电子相遇发生湮灭现象一样,物质消失,质量全部转化为能量,且没有放射性污染。由爱因斯坦的质能方程 $E = mc^2$ 可知,几十克质量释放的能量就足以满足世界一年的能源需求。此规律若被科学进一步证实,到人类掌握相关技术时,能源危机将永远消失,人类社会得以从高碳经济中解放出来,天更蓝,水更绿,空气更清新;宇宙飞船将变得轻巧,可一直加速到接近光速,实现人类梦寐以求的星际航行。我们不知道这一天有多远,也不知道地球还要为危机担忧多少年?但我们知道,物理学的新突破一定能在今天的青少年一代手中实现。

物理学蕴藏的伟大力量和无限魅力曾吸引了一代代世界顶级精英为之献身,从亚里士多德、伽利略、牛顿、法拉第、麦克斯韦、玻尔到普朗克、爱因斯坦、霍金……物理学如此多娇,引无数英雄竞折腰,它包含的智慧、力量和科学之美一定能吸引今天的学子为之奋发献身。

当您走进我们的课堂时,一种物理学之缘把您、我和物理学紧紧联系在一起,愿我们的每一次授课、每一道题目都能滋润您的羽毛、坚实您的翅膀。年青的朋友,展开您的双翅,带着我们的祝福,高飞吧!愿您成为明天灿烂的群星中最耀眼的一颗新星,让我们的世界再改变一千次。

目 录

序 言	1
前 言	1
第 1 讲 测 量	1
1.1 学习提要	1
1.1.1 测量的历史	1
1.1.2 测量及单位	2
1.1.3 长度的测量	3
1.1.4 面积的测量	4
1.1.5 体积的测量	4
1.1.6 时间及其测量	4
1.1.7 质量及其测量	5
1.2 难点释疑	5
1.2.1 常用基本物理量的简单测量	5
1.2.2 特殊方法的测量	5
1.3 例题精析	6
1.3.1 长度单位的换算	6
1.3.2 使用刻度尺测量物体的长度	7
1.3.3 生活和生产中长度测量的意义	7
1.4 强化训练	8
第 2 讲 简单声现象	14
2.1 学习提要	14
2.1.1 声音的产生	14
2.1.2 声音的传播	14
2.1.3 声音的种类	14
2.1.4 声音的三个特征	15
2.2 难点释疑	15
2.2.1 声音的记录	15
2.2.2 多普勒效应	16
2.3 例题精析	16
2.3.1 关于声音在介质中传播的分析和计算	16
2.3.2 有关光速和声速的计算	16
2.3.3 关于响度、音调和音色的讨论	17



2.4	强化训练	17
第3讲	光的直线传播 光的反射	24
3.1	学习提要	24
3.1.1	光的直线传播	24
3.1.2	光的反射	24
3.2	难点释疑	25
3.2.1	平面镜为什么能成像	25
3.2.2	实焦点和虚焦点	25
3.3	例题精析	26
3.3.1	光的直线传播	26
3.3.2	光的传播速度远大于声速	26
3.3.3	利用平面镜成像特点画像	26
3.3.4	光的反射规律应用	27
3.3.5	球面镜在生活中的应用	27
3.4	强化训练	27
第4讲	光的折射 透镜	34
4.1	学习提要	34
4.1.1	光的折射	34
4.1.2	透镜	34
4.1.3	凸透镜成像	34
4.2	难点释疑	35
	为什么在水中的物体看起来比实际的位置要浅	35
4.3	例题精析	35
4.3.1	光的折射规律	35
4.3.2	凸透镜对光的会聚作用与凹透镜对光的发散作用	36
4.3.3	凸透镜成像规律	36
4.4	强化训练	37
第5讲	光学知识的应用	44
5.1	学习提要	44
5.1.1	透镜成像的应用	44
5.1.2	光的色散	45
5.1.3	光的能量	45
5.2	难点释疑	45
5.2.1	理解实像和虚像	45
5.2.2	比较照相机、眼睛的成像原理	45
5.3	例题精析	46



5.3.1	近视眼矫正	46
5.3.2	照相机成像原理	46
5.3.3	凸透镜成像规律	46
5.3.4	光的三原色	47
5.4	强化训练	47
第6讲	物体的运动 速度	54
6.1	学习提要	54
6.1.1	机械运动和参照物	54
6.1.2	匀速直线运动、匀速直线运动的速度及路程	54
6.1.3	变速直线运动、变速直线运动的平均速度	55
6.2	难点释疑	55
6.2.1	怎样理解运动的绝对性和运动的相对性	55
6.2.2	如何理解求平均速度必须指明某段路程(或某段时间)	55
6.3	例题精析	56
6.3.1	运动的相对性	56
6.3.2	速度的估算与比例	56
6.3.3	过桥、穿洞问题	57
6.3.4	不同匀速运动的平均速度	57
6.4	强化训练	58
第7讲	运动图像 相对运动	64
7.1	学习提要	64
7.1.1	匀速直线运动图像	64
7.1.2	相对运动的速度	64
7.2	难点释疑	65
7.2.1	怎样理解路程-时间图像	65
7.2.2	怎样计算流水和扶梯问题中的速度	65
7.2.3	怎样理解相对运动的表达式	65
7.3	例题精析	65
7.3.1	运动图像问题	65
7.3.2	用相对运动巧解错车时间	66
7.3.3	巧选参照物解流水问题	67
7.3.4	用示意图和路程-时间图解运动问题	67
7.4	强化训练	69
第8讲	力的概念 重力	76
8.1	学习提要	76
8.1.1	力的概念	76



8.1.2	重力	77
8.2	难点释疑	77
8.2.1	对重力的理解	77
8.2.2	月球表面的重力	77
8.3	例题精析	77
8.3.1	施力物体与受力物体和力作用的相互性	77
8.3.2	力的作用效果	78
8.3.3	重力的计算	78
8.3.4	力的图示	78
8.4	强化训练	79
第9讲	力的分类 弹力与摩擦力	84
9.1	学习提要	84
9.1.1	力的分类	84
9.1.2	弹力	84
9.1.3	摩擦力	84
9.2	难点释疑	85
9.2.1	弹簧弹力大小的确定	85
9.2.2	滑动摩擦力的大小	85
9.3	例题精析	85
9.3.1	弹力方向的判定	85
9.3.2	摩擦力的判定	87
9.3.3	传动系统摩擦的判定	87
9.3.4	弹簧劲度系数的计算	87
9.3.5	弹簧的串、并联与劲度系数	88
9.4	强化训练	89
第10讲	力与运动	94
10.1	学习提要	94
10.1.1	力的合成	94
10.1.2	牛顿第一定律	94
10.2	难点释疑	95
10.2.1	对物体进行受力分析的步骤	95
10.2.2	拔河问题	95
10.3	例题精析	95
10.3.1	同一直线上的二力合成的计算	95
10.3.2	惯性在日常生活中的应用	96
10.3.3	平衡法判定摩擦力	96
10.3.4	滑动摩擦力的计算	96



10.3.5	物体的平衡与摩擦力的判定	97
10.4	强化训练	98
第11讲	杠杆	104
11.1	学习提要	104
11.1.1	支点、力臂、动力、阻力	104
11.1.2	杠杆的平衡	104
11.1.3	杠杆平衡的条件	105
11.1.4	杠杆应用的实例	105
11.2	难点释疑	105
11.2.1	杠杆模型的建立	105
11.2.2	力臂实质的理解	105
11.3	例题精析	106
11.3.1	关于力臂的认识和画法练习	106
11.3.2	关于生活中实际的工具与杠杆抽象模型的对照	106
11.3.3	杠杆平衡条件的直接应用练习	107
11.3.4	旋转类力臂变化对杠杆平衡的影响	107
11.3.5	杠杆平衡条件的应用(一)	108
11.3.6	杠杆平衡条件的应用(二)	109
11.3.7	杠杆平衡条件在实际问题中的不同理解	109
11.4	强化训练	110
第12讲	滑轮 轮轴 斜面	117
12.1	学习提要	117
12.1.1	滑轮	117
12.1.2	轮轴	118
12.1.3	斜面	119
12.2	难点释疑	120
12.2.1	使用动滑轮一定省力吗	120
12.2.2	注意非常规滑轮组的构成和原理	120
12.2.3	斜面是一种方法,还是一种简单机械	121
12.3	例题精析	121
12.3.1	定滑轮使用特点的认识	121
12.3.2	动滑轮使用特点的认识	122
12.3.3	单个定滑轮和单个动滑轮的正常竖直使用	123
12.3.4	单个滑轮的水平方向使用	123
12.3.5	动滑轮的非常规使用,费力的动滑轮	123
12.3.6	费力状态动滑轮的水平使用	124
12.3.7	简单滑轮组	124



12.3.8	差动滑轮	124
12.3.9	轮轴知识应用	125
12.3.10	斜面基础的知识	125
12.3.11	简单机械类问题的审题	125
12.4	强化训练	126
第13讲	机械功 功率	133
13.1	学习提要	133
13.1.1	功的概念	133
13.1.2	功率的概念	133
13.1.3	功的原理	133
13.2	难点释疑	134
13.2.1	理解“功”的意义	134
13.2.2	理解功率的另一个单位:马力	134
13.2.3	理解 $P = F \cdot v$ 的物理意义	134
13.2.4	理解功的原理	135
13.3	例题精析	135
13.3.1	功的计算与判断	135
13.3.2	功率概念的理解和计算	136
13.3.3	公式 $P = Fv$ 的应用	136
13.3.4	功的原理的应用	136
13.4	强化训练	137
第14讲	机械效率 机械能	143
14.1	学习提要	143
14.1.1	机械效率	143
14.1.2	机械能	143
14.2	难点释疑	144
14.2.1	机械效率与功率的区别	144
14.2.2	正确理解能的概念	144
14.3	例题精析	145
14.3.1	理解有用功、额外功、总功和机械效率的含义	145
14.3.2	怎样理解能的概念和机械能的转化	146
14.4	强化训练	147
第15讲	热膨胀 热传递	153
15.1	学习提要	153
15.1.1	温度及温度计	153
15.1.2	热膨胀	153



15.1.3	热传递	154
15.2	难点释疑	154
	温度和温标的区别	154
15.3	例题精析	155
15.3.1	计算温度计的示数	155
15.3.2	解释热膨胀现象	155
15.3.3	对流在生活中的应用问题	156
15.3.4	热膨胀与物体几何形状的关系	156
15.3.5	热传递应用问题	156
15.4	强化训练	156
第 16 讲	物态变化	162
16.1	学习提要	162
16.1.1	熔化和凝固	162
16.1.2	汽化和液化	162
16.1.3	升华和凝华	163
16.2	难点释疑	163
16.2.1	理解晶体与非晶体的熔化特性	163
16.2.2	晶体熔化时吸热而温度不变的原因	164
16.2.3	从分子动力学理论角度理解蒸发和沸腾	164
16.3	例题精析	164
16.3.1	晶体的熔点	164
16.3.2	蒸发的三个因素	165
16.3.3	控制变量法	165
16.3.4	汽化现象	166
16.3.5	复沸现象	166
16.3.6	物态变化现象的综合应用	166
16.4	强化训练	166
第 17 讲	比热容	173
17.1	学习提要	173
17.1.1	比热容的概念	173
17.1.2	比热容的计算公式	173
17.1.3	比热容的单位	173
17.1.4	比热容的测定	173
17.2	难点释疑	173
	量热器的使用	173
17.3	例题精析	174
17.3.1	比热容概念的形成	174



17.3.2	生活中的热现象	175
17.3.3	用热平衡方程解题	175
17.3.4	用热量计算公式解题	175
17.4	强化训练	176
第 18 讲	质量和密度	182
18.1	学习提要	182
18.1.1	质量	182
18.1.2	密度	182
18.2	难点释疑	185
18.2.1	非规范方法使用托盘天平称量质量时,巧读物体质量	185
18.2.2	物体、物质、质量、物体的重力、密度的区别	185
18.2.3	密度概念的理解	186
18.3	例题精析	186
18.3.1	理解质量的概念	186
18.3.2	物体质量的测量	186
18.3.3	理解密度的概念	187
18.3.4	测量液体和固体的密度	187
18.3.5	密度知识的应用	188
18.4	强化训练	189
第 19 讲	压强 液体压强	194
19.1	学习提要	194
19.1.1	压力和压强	194
19.1.2	液体内部压强	194
19.2	难点释疑	194
19.2.1	压力和压强的区别	194
19.2.2	压力作图题的要点	195
19.2.3	计算液体内部压强的注意事项	195
19.3	例题精析	195
19.3.1	压力和压强概念辨析	195
19.3.2	压力的图示	195
19.3.3	压力的计算	196
19.4	强化训练	197
第 20 讲	大气压强 压强的研究	202
20.1	学习提要	202
	大气压强	202
20.2	难点释疑	202



20.2.1	柱形固体压强的计算	202
20.2.2	液体对容器底部的压力、压强及容器对水平桌面的压力、压强的计算	202
20.2.3	什么是“液柱”	202
20.3	例题精析	203
20.3.1	柱形固体的压强	203
20.3.2	液体对容器底部的压力、压强与容器对水平桌面的压力、压强	203
20.3.3	“液柱”	204
20.4	强化训练	205
第21讲	浮力 浮力的计算	209
21.1	学习提要	209
21.1.1	浮力的性质和特点	209
21.1.2	阿基米德原理	209
21.1.3	浮力计算中的几个基本公式	210
21.1.4	物体的浮沉条件	210
21.2	难点释疑	211
21.2.1	从浮力产生原因推导浮力计算公式	211
21.2.2	有些物体浸在液体中却不受浮力的原因	211
21.3	例题精析	211
21.3.1	浮力大小的比较	211
21.3.2	选择适当的公式计算浮力	212
21.3.3	理解 $V_{\text{排}}$ 和 $V_{\text{溢出}}$ 的关系	212
21.3.4	理解浮沉的条件	212
21.3.5	理解 $V_{\text{排}}$ 和 $V_{\text{物}}$ 的关系	212
21.3.6	正确地对物体进行受力分析	213
21.4	强化训练	213
第22讲	浮力的应用	219
22.1	学习提要	219
22.1.1	计算浮力的两个推导公式	219
22.1.2	浮沉条件的应用	219
22.2	难点释疑	220
22.2.1	利用浮力测定物质的密度	220
22.2.2	密度计的刻度为“上小下大、上疏下密”的原因	221
22.3	例题精析	221
22.3.1	利用浮力知识测物体的密度	221
22.3.2	在不同状态下,如何正确地对物体进行受力分析	222
22.3.3	浮力中的动态问题	223



22.3.4	巧妙地列式求解浮力问题·····	223
22.3.5	浮力综合题的巧解·····	224
22.4	强化训练·····	224
第23讲	简单的电现象·····	230
23.1	学习提要·····	230
23.1.1	摩擦起电和两种电荷·····	230
23.1.2	电荷间的相互作用规律·····	230
23.1.3	摩擦起电的微观解释·····	230
23.1.4	接触起电·····	230
23.1.5	感应起电·····	230
23.1.6	电流的形成·····	231
23.2	难点释疑·····	231
23.2.1	怎样检验物体是否带电·····	231
23.2.2	带电、导电、放电的区别·····	232
23.3	例题精析·····	232
23.3.1	检验物体是否带电·····	232
23.3.2	感应起电·····	233
23.3.3	电中和现象·····	233
23.3.4	电流方向的判断·····	234
23.4	强化训练·····	234
第24讲	电 路·····	240
24.1	学习提要·····	240
24.1.1	电路·····	240
24.1.2	电路图·····	240
24.1.3	电路的作图要求·····	241
24.2	难点释疑·····	241
24.2.1	如何理解电流方向的规定·····	241
24.2.2	串联电路的用电器中电流有先后·····	242
24.3	例题精析·····	242
24.3.1	电路连接情况的判断·····	242
24.3.2	简单的电路故障的分析判断·····	243
24.3.3	连接电路图·····	243
24.3.4	设计简单的电路·····	244
24.4	强化训练·····	244
第25讲	电 流 电 压·····	254
25.1	学习提要·····	254



25.1.1	电 流	254
25.1.2	电 压	254
25.2	难点释疑	255
	电压表和电流表在使用方法上的相同处和不同处	255
25.3	例题精析	255
25.3.1	在电路中填电流表和电压表问题	255
25.3.2	电流表和电压表正、负接线柱的连接问题	256
25.3.3	电流表和电压表所测电路的判断	256
25.4	强化训练	257
第 26 讲	电阻 欧姆定律	264
26.1	学习提要	264
26.1.1	电 阻	264
26.1.2	电阻定律	264
26.1.3	变阻器的原理和作用	264
26.1.4	欧姆定律	265
26.1.5	用电流表和电压表测电阻	265
26.2	难点释疑	265
26.2.1	将滑动变阻器正确接入电路,具有变阻功能的方法	265
26.2.2	正确理解欧姆定律	266
26.3	例题精析	266
26.3.1	滑动变阻器连接问题	266
26.3.2	欧姆定律的理解和应用	267
26.3.3	利用电压表和电流表测电阻	268
26.4	强化训练	269
第 27 讲	串联电路、并联电路的特点	276
27.1	学习提要	276
27.1.1	串联电路的特点	276
27.1.2	并联电路的特点	276
27.2	难点释疑	276
27.2.1	电路中的故障	276
27.2.2	动态电路的分析方法	277
27.3	例题精析	278
27.3.1	利用串联电路特点解题	278
27.3.2	利用并联电路特点解题	278
27.3.3	欧姆定律和串、并联电路特点综合应用	279
27.3.5	电路故障的判断	279
27.4	强化训练	280