

物理教师参考书
学生同步辅导书

力学应用型例题集萃

王肇庆 余守宪 苏惠惠 编著



成都科技大学出版社

力学应用型例题集萃

王肇庆 主编

王肇庆 余守宪 苏惠惠 编著

成都科技大学出版社

(川) 新登字 015 号

内 容 提 要

本书从各类期刊、书籍有关力学的千余个实际问题中,精选并编写出 277 个例题,复盖大学物理力学的各部分内容。入选例题涉及科学技术、工农业生产、自然现象、体育和日常生活等方面;入选例题具有很强的知识性、趣味性和实用性。编写中突出原始的实际问题向物理模型的转化,并注意留给读者继续思考及解决类似或更深层问题的空间。书末附录 14 个提供各种实际的力学数据。

本书可作为综合大学、理工科大学、师范大学等各类高等院校、大中专学校及中学物理教师的教学参考书,也可作为学生学习物理学并培养科研能力的同步辅导教材,还可供工程技术人员解决力学问题时参考、查阅。

力学应用型例题集萃

王肇庆 主编

王肇庆 余守宪 苏惠惠 编著

成都科技大学出版社出版发行

新华书店经销

四川省自然资源研究所印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 10.375

1996 年 11 月第 1 版 1996 年 11 月第 1 次印刷

字数:224 千字 印数 1—2000

ISBN7-5616-3308-4/O·234

定价 12.00 元

版权所有,不得翻印

序

物理教育中例题、习题是不可缺少的环节。学生学习物理，不做习题是学不好的。但是由于种种原因，近年来在我国物理教育中形成一种应试教育或应赛教育的倾向。在教学中，同一问题，既可以把原始的物理问题提给学生（包括辅以适当的提示和引导），又可以由教师把物理问题消化或抽象成一定的数学模型交给学生。这两类问题应有一定的比例，而且随着学生知识的积累和能力的提高，前一类问题的比例应逐步增加。因为物理教育的根本目的是提高学生的科学素质，培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。一些年来，为了使学生在选拔、评估、竞赛等考试中取得好成绩，教师不得不给学生讲解并训练他们做愈来愈多、愈来愈难的题目。这些题目绝大多数属于上述后一类，因为前一类题目往往带有开放的性质，需要学生自己作些补充的假定或条件，建立一定的物理模型，设置一些量级合理的数据，答案往往不是唯一的，很难用作考题。因此近年来应运而生的各种“习题集萃”也大多集中在后一类习题。由余守宪先生和王肇庆、苏惠惠伉俪合编的这本《力学应用型例题集萃》却不是这样，他们在长期的教学中精心搜集实际数据和素材，积累了许多第一手资料，据此编出了本册例题集。本册里的题目多采自原始的实际问题，通过一步步的分析、解剖，理出解决问题的头绪。这类较开放的题目不仅对提高学生解决实际的能力颇有好处，同时也会大大激发学生的兴趣和好奇心。我祝愿本书的出版给我国物理教学的改革带来清新的活力。

北京大学 赵凯华

1996年10月

前 言

物理学作为自然科学的基础理论，给出了物质世界运动、变化和相互作用最基本的规律。一位教师教授物理学，不仅要使学生掌握物理学的理论，而且要培养学生应用物理理论解决有关问题的能力。这两方面密切相关，而且后者更为重要。这是因为学习理论的根本目的是用来解决实际问题，在解决实际问题的过程中才能更深入、更准确、更真切地领会和掌握理论知识。简单地说，物理学作为载体，教授物理学的过程应该是培养学生以创造性思维解决实际问题能力和素质的过程。教师在讲授物理学时，需给出例题并指导学生完成习题，对这些例题和习题的科学选择就具有相当重要的意义。

我们认为，例题和习题的选择首先要考虑学生的需要。作为高考选才的成功者，刚跨入校门的低年级大学生充满了理想和好奇心，同时又多少有些迷茫。而对于献身于科学技术事业的人，兴趣和好奇心是不可忽视的原动力。杰出的物理学家、诺贝尔奖金获得者丁肇中教授曾说过：“要从事科学研究，首先要建立科学兴趣，再加上穷追不舍的好奇心。”如果在大学生初学物理学力学部分之际，除了让他们解决实际抽象出来的“点”、“块”和“斜面”等“概念题”外，还让他们见识并亲自动手解决一些原始的实际问题，对于激发学生的学习兴趣 and 好奇心，对于扫除萦绕学生脑际的迷

茫，对于提高学生解决实际问题的综合能力，对于培养学生创造性思维的能力都是十分必要的，是非常有益的。我们想，这些原始的实际问题应该：①尽量富于知识性、趣味性和实用性；②问题中的数据要符合或基本符合真实情况；③问题本身尽量和学生学习的力学内容同步；④问题的解决需要一点科研工作的能力（包括忽略次要因素，假设补充条件的物理建模能力）。

为此，教材建设必须跟上。《力学应用型例题集萃》正是按照上述的思路和选题原则，从各类期刊和各种书籍关于力学的千余个实际问题中精心筛选出 277 个问题，编著成书。入选题目涉及科学技术、工农业生产、自然现象、体育运动和日常生活等方面。例题本身是实际问题，但又不过多涉及具体细节。本书全面覆盖普通物理力学的内容，充分体现各部分的重点和难点，难易结合，繁简结合。各例题前均列出概括本题内容的标题，按难易程度给出详解或略解（少数较容易的例题只给答案），并尽可能留给读者思考的空间。解题中突出实际问题向物理模型的转化，在科学分析的基础上作出假设，层层分析，列出方程并求解，得出结论并予以讨论。本书还附有关于大千物质世界中各种力学现象实际数据的 14 个附录，供读者查阅使用。

本书可作为综合性大学、理工科大学、师范大学等各类高等院校及大、中专学校物理教师的教学参考书，可选用其中部分例题课上讲授或择出部分例题作为习题令学生独立完成；也可作为学生学习物理学的同步辅导教材。本书部分例题不涉及微积分和矢量运算，可供中学师生参考，开扩学生视野，激发学生追求科学的兴趣。本书还可供工程技术人

员参考。

我们希望本书的出版,对于改进物理教材与教学,对于培养 21 世纪的人材,起到一定的促进作用。在本书的编写出版过程中,我们得到西安交通大学吴百诗教授、西安地质学院林润生教授、东南大学马文蔚教授、西南师范大学殷传宗教授、四川联合大学洪时明教授、杨向东教授和陈代平高级工程师等专家的热情支持和关注。我们在此表示衷心的感谢。由于我们的学识和经验有限,错漏难免,欢迎指正,来信请寄:成都科技大学应用物理系王肇庆。

作 者

1996 年 11 月

目 录

第一章 质点运动学	(1)
§ 1-1 坐标 速度 相对运动	(2)
1. 影子的速度	(2)
2. 射击提前量	(3)
3. 拉船靠岸	(4)
4. 牛头刨床等速切削与“急回”	(5)
5. 骑马传令	(7)
6. 飞机往返飞行时间与风向	(8)
7. 雨中奔跑值得吗	(8)
8. 快艇拦截走私船	(10)
9. 小船渡河	(11)
10. 车窗雨滴	(11)
§ 1-2 直线运动	(11)
11. 赛车行驶	(12)
12. 变速跳伞	(13)
13. 红灯·刹车	(13)
14. 最佳过河路线	(14)
15. 电车的起动	(14)
16. 内燃机车的起动加速试验	(15)
§ 1-3 斜抛运动	(15)
17. 掷手榴弹	(16)
18. 滑雪运动员能飞行多远	(17)

19. 中距离投篮的最佳出手角度	(17)
20. 足球射门的仰角	(19)
21. 守门员的奔跑速度	(21)
22. 踢球的速度	(21)
23. 摩托车飞越河渠	(22)
24. 跳远的最佳起跳角	(23)
25. 推铅球的最大射程和最佳出手角	(25)
26. 安全抛物线	(27)
27. 上抛法测重力加速度	(28)
第二章 牛顿运动定律	(30)
§ 2-1 质点静力学	(30)
28. 拉不开的两本书	(31)
29. 推不动的物体	(32)
30. 聪明的司机	(33)
31. 泰勒横过法登山技术	(34)
32. 压榨机	(34)
33. 一人拉住万吨轮	(35)
34. 架设电线	(36)
35. 吊桥钢索的长度和拉力	(38)
§ 2-2 力和加速度	(39)
36. 加速度计	(40)
37. 气球的升降	(40)
38. 火车起动后的运动	(41)
39. 死亡加速度与头盔	(42)
40. 吊运水泥板的钢索张力	(43)
41. 安全起吊	(44)
42. 钢水包和钢索	(44)
43. 哪一节线断	(44)

44. 绳子不结实, 快点下滑	(45)
45. 杂技演员砍木块	(46)
46. 运输皮带与砖块	(47)
47. 玻璃盘与台布	(47)
48. 卡车与铁管	(49)
49. 脱粒机的鱼鳞筛	(49)
50. 造船厂里轮船下水	(50)
51. 飞机在跑道上降落滑行	(51)
52. 拉住车厢	(52)
53. 超速行驶 车祸	(52)
54. 刹车还是拐弯	(54)
55. 猴子爬绳	(54)
56. 桥式吊车	(56)
57. 拉比推省力	(56)
58. 活塞与连杆	(57)
§ 2-3 流体阻力下的运动	(58)
59. 雾状油滴的半径	(58)
60. 密立根油滴实验	(59)
61. 小球沉降·沙里淘金	(61)
62. 雨滴的速度	(62)
63. 高空跳伞	(63)
64. 跳台跳水的游泳池深度	(65)
65. 空气阻力对抛体运动的影响	(66)
§ 2-4 圆周运动	(69)
66. 医用离心机	(69)
67. 飞轮边缘的极限速度	(70)
68. 飞球调速器	(71)
69. 外轨超高	(73)

70. 飞旋鸡蛋	(74)
71. 水溢旋筒	(75)
72. 汽车在水平路上转弯	(76)
73. 公路倾角与汽车速度	(77)
74. 游乐转笼·飞人	(78)
75. 飞车走壁	(79)
76. 旋转秋千	(80)
77. 蹬毯绝技	(81)
78. “离心国”一瞥	(81)
79. 荡绳越涧	(82)
80. 球磨机的最佳转速	(83)
81. 混凝土搅拌机的最大转速	(86)
82. 特技飞行与“视重”	(86)
83. 特技飞行的最小半径	(87)
84. 游乐悬挂椅	(88)
§ 2-5 万有引力	(90)
85. 各大行星上物体的重量	(90)
86. 银河系有多少个“太阳”	(92)
87. 星体运行周期	(92)
88. 潮汐与万有引力	(93)
89. 奇怪的梦	(95)
90. 天体的半径和密度	(95)
91. 人造卫星运行周期的简单计算	(96)
92. 同步卫星	(96)
§ 2-6 非惯性参考系 惯性力	(97)
93. 动力摆	(98)
94. 宇航与失重	(99)
95. 能用特制的巨炮发射宇宙飞船吗	(100)

96. 重量与地球的自转	(101)
97. 旋转水桶中水面的形状	(103)
98. 旋转圆盘上的运动物体	(104)
99. 傅科摆	(105)
100. 落体偏东与远程炮弹的横向偏离	(107)
101. 地球自转与物体运动和大气流动	(110)
第三章 动量定理 动量守恒定律	(112)
§ 3-1 动量定理	(112)
102. 锻压	(113)
103. 击球的冲力	(113)
104. 起跳冲力和落地缓冲	(114)
105. 避免踝骨受伤	(114)
106. 机枪与机枪手	(115)
107. 飞机失事与机场飞鸟	(115)
108. 水力采煤	(116)
109. 风的压力	(117)
110. 雨滴对伞的压力	(117)
111. 喷气发动机的推力	(118)
112. 救火水龙	(118)
113. 河流拐弯处的堤坝	(120)
114. 冲击式水轮机	(120)
115. 车辆连续装料	(121)
116. 好船家会使八面风	(121)
117. 铁轨接缝对车轮的冲击	(123)
118. 单级火箭与多级火箭	(124)
119. 气球·软梯和人	(127)
120. 落链对地面的压力	(128)
§ 3-2 动量守恒定律 质心运动定理	(129)

121. 车辆的挂接	(129)
122. 搬运袋装水泥	(130)
123. 不怕重锤击的人	(131)
124. 炮弹爆炸后的运动	(131)
125. 蹦床上的弹跳	(133)
126. 小船上行人	(133)
127. 平台车与跳车人	(134)
128. 熊猫滚球	(136)
129. 浮动起重机	(137)
130. 竞走速度与摇摆	(138)
131. 爆发烟花为什么呈光球状	(140)
132. 转子偏心与基础受力	(142)
第四章 功与能 机械能守恒定律	(144)
§ 4-1 功与功率	(144)
133. 建埃及金字塔的功	(144)
134. 农用水泵	(145)
135. 列车过引桥	(145)
136. 空气阻力消耗功率	(145)
137. 顶到黄浦江里的钢管	(147)
138. 竖井提升煤炭	(148)
139. 人体心脏的功率	(149)
140. 跳绳与健身	(150)
§ 4-2 质点的动能定理	(151)
141. 急刹车以后	(152)
142. 农用风车的功率	(153)
143. 质子加速	(154)
144. 投掷运动员做的功	(154)
145. 滑行距离	(156)

(551)	146. 能把钉子敲进多深	(157)
(851)	§ 4-3 机械能守恒定律	(157)
(251)	147. 8 级地震的能量	(158)
(951)	148. 吊车急刹车与吊索张力	(159)
(581)	149. 钢丝绳承受的拉力	(160)
(531)	150. 冲击与弹簧的缓冲作用	(160)
(881)	151. 突加载荷与冲击载荷	(161)
(221)	152. 滑雪越沟	(162)
(321)	153. 滑雪运动员的凌空位置	(163)
(581)	154. 喷泉用水泵的功率	(163)
(521)	155. 桶底小孔漏水	(164)
(821)	156. 演员对蹦床的压力	(165)
(661)	§ 4-4 功能原理	(166)
(101)	157. 驼峰调车场	(166)
(501)	158. 矿车阻力系数的测定	(167)
(521)	159. 升降机与缓冲弹簧	(167)
(401)	160. 自动扶梯与乘客	(168)
(381)	161. 传送带运送行李包	(169)
(221)	162. 船愈小, 人上岸愈难	(170)
(021)	163. 雪橇能滑多远	(171)
(002)	164. 朱建华在月球上能跳多高	(171)
(102)	165. 蚱蜢的起跳功率	(172)
(505)	§ 4-5 能量的转换与守恒	(173)
(502)	166. 水力发电	(173)
(402)	167. 蒸汽机车的耗煤量	(174)
(402)	168. 钻木取火	(174)
(202)	169. 跳板跳水	(176)
(002)	170. 人和跳蚤比跳高	(176)

§ 4-6 碰撞	(177)
171. 粒子碰撞与能量传输	(178)
172. 球棒击球	(179)
173. 小球的弹弓效应	(179)
174. 缓冲器的容量	(182)
175. 汽锤锤锻的效率	(182)
176. 打桩的效率	(183)
177. 乒乓球的反弹角度	(185)
178. 打台球	(186)
§ 4-7 引力势能	(187)
179. 第二宇宙速度	(187)
180. 第三宇宙速度	(188)
181. 火箭上升的高度	(190)
182. 陨石降落	(191)
183. 黑洞的半径和密度	(192)
第五章 质点的角动量定理和角动量守恒定律	(193)
184. 导弹、卫星和宇宙飞船的轨道	(194)
185. 洲际导弹的发射与飞行	(196)
186. 我国第一颗人造地球卫星	(198)
187. 地球与哈雷慧星的公转	(199)
188. 卫星的轨道变换	(200)
189. 太空探测器在金星着陆	(201)
第六章 刚体	(203)
§ 6-1 刚体的绕轴转动	(203)
190. 电影拍摄机坏了吗	(204)
191. 旋转齿轮法测光速	(204)
192. 自行车的速度	(205)
193. 火车发电机的转速	(206)

194. 卷扬机提升重物	(206)
195. 汽轮机起动发电机	(207)
196. 飞轮转速的测定	(208)
197. 电动机的起动	(208)
198. 收割机的拨禾轮	(209)
199. 车轮轮缘上各点的运动	(209)
§ 6-2 刚体的平衡	(211)
200. 房梁与支承力	(211)
201. 板手与螺母	(212)
202. 起重机的平衡重	(212)
203. 钓鱼杆与支架	(213)
204. 天平的灵敏度	(214)
205. 磅称的设计	(215)
206. 翻滚方箱	(216)
207. 提砖器	(217)
208. 攀登峭壁	(218)
209. 梯子会滑倒吗	(219)
210. 一只手拉不动的抽屉	(220)
211. 门和铰链	(221)
212. 倒进多少水杯子最稳	(222)
213. 汽车前后轮的压力	(223)
214. 汽车安全上坡	(224)
215. 称量人体各部分的重量	(224)
216. 河水能冲走多大的石头	(226)
§ 6-3 刚体绕定轴的转动定理	(227)
217. 铤铲打水	(228)
218. 飞轮的制动	(229)
219. 挤压制动	(230)

220. 皮带轮转动	(231)
221. 落体法测转动惯量	(231)
222. 弧形闸门的提升	(233)
223. 打击中心与打棒球	(234)
224. 走钢丝	(236)
§ 6-4 刚体的角动量定理和角动量守恒定律	(237)
225. 门制动器的安装位置	(238)
226. 摩擦啮合器	(239)
227. 转木排也转	(240)
228. 喷管喷气对宇宙飞船转动的影响	(240)
229. 双人花样溜冰	(241)
230. 荡秋千	(241)
§ 6-5 刚体绕定轴转动的动能定理	(243)
231. 留声机与唱片	(244)
232. 擦地板机	(245)
233. 测定发动机的功率	(246)
234. 飞轮储能与冲床冲孔	(246)
235. 货箱的翻滚	(247)
236. 急旋与空翻	(248)
237. 单杠大回环	(249)
238. 烟囱倒下	(250)
§ 6-6 刚体的平面平行运动 滚动	(251)
239. 割草机滚筒	(251)
240. 拉动滚子需多大的力	(252)
241. 溜溜球	(254)
242. 台球的滑动与滚动	(256)
243. 台球桌橡皮垫的高度	(257)