

PUTONGWULIXITANJI

中南工业大学出版社

普通物理习题集

〔苏〕Г. Н. 雷巴高娃 著

戴先渥 译 许纪隆 校

055
23

普通物理习题集

[苏] Г. Н. 雷巴高娃 著

戴先渥 译 许纪隆 校

中南工业大学出版社

普通物理习题集

戴先渥 译

责任编辑：段五媛

插图责任编辑：刘楷英

*

中南工业大学出版社 出版发行
中南工业大学出版社印刷厂印装
湖南省新华书店经销

*

开本：787×1092 1/32 印张：6.25 字数：146千字

1990年1月第1版 1990年1月第1次印刷

印数：0001—1500

*

ISBN 7-81020-283-9/O·046

定价：1.25元

译 者 说 明

本书译自苏联СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ 1984年第一版，其水平与普通物理学相当。共有 978 道题。题目选材比较广泛，且有一定深度。内容涉及普通物理的力学、分子物理学、热力学和电学等。通过对本书习题的解答，有助于学生对物理课程中的基本概念和规律的理解，并可提高对物理现象的分析判断能力。

本《习题集》的编写特点是采用了特殊方式的习题答案，即一组有同类数字编码的供选择的答案，因而可利用电子计算机来编制教学和检查的程序，以使用自动化检查习题答案。各习题的答案在对应的选择表格中选择，选择表格的使用方法作了说明。其次，本书大多数习题的解答不需要复杂的数学计算，解答基本上是简单的，故书末没提供答案，只对某些题的解答作了提示。这更有利于培养学生独立思考和分析问题的能力。

本书可作为高等工科院校普通物理课程教学参考书。也可供电视大学和业余大学师生及指导高考的中学教师参考。

对原书中的印刷或其他方面的错误，凡是发现了的均已改正，但没作一一注明。由于译者水平有限，译文中错误和不妥之处在所难免。敬希读者指正。

译 者

1987年8日

前 言

苏共第26次代表大会作出了“关于进一步提高各种教育方式的效果和改善专家的培养质量的决议”。为了保证上述任务的实现，在物理教学过程中，必须深入掌握基本理论和善于把基本理论用到实际的解题过程中去。解答习题有助于提高学生的解题技巧。

本《习题集》包括了现行高等技术学校普通物理大纲下列章节的内容：经典力学、分子物理学、热力学、静电学、电磁学和电流。

《习题集》中的习题是为了用定性的分析来阐明物理课程中涉及到的现象、规律、概念和关系式的物理意义而编写的。其中，有些习题是为了防止学生在掌握理论时易犯的典型错误。

《习题集》中许多习题是为了解单元教学内容的掌握程度而拟题的。因此，本《习题集》可以用来检查和分析学生掌握知识的情况。

大多数习题的解答不需要复杂的数学计算，解答是简要的。

各习题都配备了一组有单个数字编码：1, 2, 3, …… 9 的供选择的答案。最常见的选择组合见表1—7。但在一些习题中，其答案可直接用单个数字表示，例如第54题、55题中，曲线的各部分已用数字标记，而所求的答案又是上述数字

中的一个，在这种情况下，答案选择组合表格就没有必要给出。

在一些习题中，习题的设问是要求在所提供选择的答案中选择一个或几个正确的答案。但不是所有的答案。若选择正确的答案不全面时，即是错误的，正确的解答必须是全面的。

在利用电子计算机对知识进行自动化检查时，《习题集》中的习题可用来编制教学和检查的程序。此时，可利用有9个（1，2，3，……，9）或5个（1，2，……，5）编码数字的检查设备。若利用5个编码数字的检查设备时，表格2、4、6可分为两个，使每个表格有5栏。此时，必须相应地改变上述习题中表格的编号，相应的习题也必须编为5个、4个或3个选择答案的型式。适合作自动化检查的习题可用来积累关于学生掌握教学内容的统计信息，以达到改进教学的目的。但应指出，不用自动化检查习题解答时，本《习题集》也可成功地像通常类型的习题集一样使用。

由于解题具有简捷的特性，而且答案是选择性的，所以在书末就不需要引入正确答案了。

在《习题集》中既包括本书独有的习题，也包括各种物理习题集和方法参考书中见到过的习题，但它们都是按本《习题集》的特点改编过的。

此教材适用于高等技术学校学生，也适用于其他高等院校学生。

本《习题集》可供学生自学使用，也可作为教师组织各种形式考核的参考。由于解答《习题集》中的许多习题不需要中学教学大纲范围以外的知识，因此本《习题集》也可供中学和高考预备班的教师使用。

本《习题集》经由列宁命名的伊万诺夫斯基动力学院物理教研室多年试用。

作者对 В. Н. 沃尔科夫副教授和 Б. Б. 布哈夫采夫副教授给手稿所提的宝贵建议和意见表示感谢。

作者

目 录

前言	(I)
选择表格	(1)
第一章·力学	(6)
§ 1. 运动学	(7)
§ 2. 质点和刚体平动动力学	(21)
§ 3. 刚体转动动力学	(45)
第二章·分子物理学和热力学	(62)
§ 4. 气体分子运动论	(63)
§ 5. 气体中的热力学过程	(71)
§ 6. 热力学第二定律	(84)
第三章·静电学和电磁学	(93)
§ 7. 库仑定理、电场强度和电位	(94)
§ 8. 高斯定理、电场强度矢量的环路定理	(112)
§ 9. 电容器、电场能量	(120)
§ 10. 磁场、安培公式、洛伦兹力	(130)
§ 11. 物质的磁化、磁通量、关于稳恒磁场的环路定理	(149)
§ 12. 电磁感应现象、位移电流	(159)
§ 13. 电流	(176)
对解答某些习题的提示	(185)

选 择 表 格

表 1

	1	2	3	4
a	是	不是	是	不是
b	是	不是	不是	是

表 2

	1	2	3	4	5	6	7	8
a	是	是	是	不是	不是	是	不是	不是
b	是	不是	不是	不是	是	是	不是	是
c	是	不是	是	是	是	不是	不是	不是

表 3

1	2	3
增 大	减 小	不 变

表 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	增大	减小	增大	减小	减小	不变	增大	不变	不变
b	增大	减小	减小	增大	不变	减小	不变	不变	增大

表 5

1	2	3
$A > B$	$A < B$	$A = B$

表 6

	1	2	3	4
a	$A > B$	$A > B$	$A < B$	$A < B$
b	$C > D$	$C < D$	$C > D$	$C < D$

5	6	7	8	9
$A = B$	$A = B$	$A > B$	$A = B$	$A < B$
$C > D$	$C < D$	$C = D$	$C = D$	$C = D$

表 7

	1	2	3	4
a	I	II	I	II
b	I	II	II	I

表格的说明：有二行和三行的表格是对由两个或三个问题组合起来的习题而言的，它要求回答“是”，“不是”，“增大”，“减小”，“不变”，“大些”，“小些”。习题中的这些问题通常用字母 a ， b ， c 表示，在表格中用这些字母表示的每行中标出每个问题的一个选择答案。用数字编号的表格的各列给出了全部答案的不同组合，数字就是答案的编号。正确的解答是习题所有问题正确答案的组合。在省略了用字母

a , b , c 表示问题的习题中, 表格中行的顺序和习题中的问题次序相符合。

在属于要求比较物理量的习题的表 5 和表 6 中, 这些量按先后出现的顺序用字母 A , B , C , D 表示。

表 7 是用于不用标准答案的习题, 其答案在习题中用罗马数字 I 和 II 表示。

例 1 平板电容器由电源充电后与电源断开, 其极板间电压如何变化, 若: a) 板间距离增大, b) 板间充满均匀电介质? 表 4。

解 电容器极板间的电压

$$U = Ed = |\sigma| \frac{d}{\epsilon_0 \epsilon},$$

$|\sigma|$ —— 极板的表面电荷密度;

d —— 板间距离。

从公式可见, 问题 a 应回答“增大”, 问题 b — “减小”。在表 4 中, 这两个答案的组合对应于序号 3 的列。故正确答案的编号 — 3。

例 2 质点绕圆周作匀速运动, $\left| \frac{dv}{dt} \right|$ 和 $\left| \frac{dv}{dt} \right|$ 是否不等于零? 表 1。

解 $\left| \frac{dv}{dt} \right|$ —— 加速度的模,

$\left| \frac{dv}{dt} \right|$ —— 切向加速度的模。

质点绕圆周作匀速运动时其速度的模是不变的, 方向是变化的, 因此 $\left| \frac{dv}{dt} \right| \neq 0$, $\left| \frac{dv}{dt} \right| = 0$ 。

在表 1 中第一个问题在相应的行 a 中，第二个问题在行 b 中。其解是两个问题答案的组合：“是”，“不是”。表 1 中这组解是序号为 3 的列。故正确答案的编码—3。

例 3 一电子在磁场中分别以速度 v_1 和 v_2 运动 (图 1)。试比较作用于此电子的两个力的大小。表 5。

解 在磁场中运动的带电粒子所受的作用力用洛伦兹公式表示

$$F = q(v \times B)$$

q ——粒子的电荷；

v ——粒子的运动速度；

B ——磁感应强度矢量。力的模

$$F = |q| v B \sin(\angle v, B)$$

由图 1 可见

$$v_1 \sin(\angle v_1, B) = v_2 \sin(\angle v_2, B)。$$

因此， $F_1 = F_2$ 且两力的方向是一样的。

看表 5。从习题的条件可知，速度 v_1 相应于力 F_1 ， v_2 相应于力 F_2 。在表 5 的标记中，字母 A 相应于力 F_1 的模，字母 B 相应于力 F_2 的模。答案是关系式 $A = B$ ，故相应的编码是 3。

例 4 有一电场其电场强度的方向是沿 Ox 轴的，大小为 x 的正弦函数 (图 2)。试比较下列各点的电位：a) O 和 K ；b) O 和 M 。表 6。

解 看图。在 OK 和 KM 范围内电场的电场强度只有方向的区别。在 OK 中 $E_x > 0$ ——电场

指向 Ox 轴的右边，在 KM 中 $E_x < 0$ ——电场指向左边。已知电

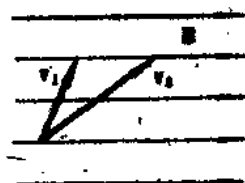


图 1

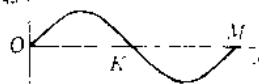


图 2

位随电场方向降低，因此 $\varphi_0 > \varphi_K$ 、 $\varphi_K < \varphi_M$ 。且 $\varphi_0 - \varphi_K = -(\varphi_K - \varphi_M)$ ，由此得 $\varphi_0 = \varphi_M$ 。

在表 6 中， a 行对应问题 a ， b 行——问题 b ，在 a 行中电位 φ_0 相应于字母 A ， φ_K ——字母 B 。在 b 行中电位 φ_0 相应于字母 C ， φ_K ——字母 D 。在表 6 的标记中答案是关系式 $A > B$ ， $C = D$ 的组合，它包含在第 7 列中，故正确答案的编码——7。

第一章 力 学

采用的符号： t ——时间； s ——路程； v ——速度； a ——加速度； a_t ——切线加速度； a_r —— a_t 沿速度方向的投影； a_n ——法线加速度； ω ——角速度； ε ——角加速度； T ， ν ——周期运动的周期和频率； A ——功； N ——功率； E_K ——动能； E_P ——位能； F ——力； m ——物体（质点）的质量； J ——物体相对于轴的转动惯量； L ——相对于轴的冲量（动量）矩； M ——相对于轴作用于物体的力矩。

注释：描述直线运动时，假设其坐标轴与运动方向一致。
本书采用国际单位制。

§1 运动学

1. 原点作没有速度的运动时, 能否确定: a) $v = \text{const.}$? b) $v = \text{const.}$? 表 1。

2. 质点作直线运动时必定有 a) $v = \text{const.}$; b) $a = \text{const.}$? 表 1。

3. 当质点作任意运动时, $\left|\frac{dv}{dt}\right|$ 和 $\left|\frac{dv}{dt}\right|$ 之间的符号是怎样的?

1) $>$; 2) $\geq$; 3) $<$; 4) $\leq$; 5) $=$ 。

4. 在自由落体的情况下, 下列表示式哪些是一致的:

a) $\frac{dv}{dt}$; b) $\frac{dv}{dt}$; c) $\left|\frac{dv}{dt}\right|$; d) $\left|\frac{dv}{dt}\right|$;

e) $\frac{dv}{dt} \tau$, 式中 τ —— 与运动轨迹相切且指向运动方向的单位矢量?

1) a 和 e、b、c、d; 2) a 和 e、e 和 d; 3) b 和 c; 4) a 和 e、b 和 d; 5) 没有一致的。

5. 将物体与水平线成一倾角向上抛出, 在物体上升阶段题 4 中的哪些表达式是一致的? 设空气阻力忽略。

6. 质点沿圆周作匀速运动, 它的半径矢量 r 的始点与圆心重合, 问 $\frac{dr}{dt}$ 和 $\frac{dr}{dt}$ 是否不等于零? 表 1。

7. 小球无摩擦经过上坡和下凹处 (图3) 关系式 $\left| \frac{dv}{dt} \right|$

$= \frac{dv}{dt}$ 在点A (上升起点)、B、C是否正确? 表2。

8. 条件同第7题, 比较小
球在轨迹ABC和CDE的平均速
度。表5。



图3

9. 给定两运动的规律: a)

$s = at^2 + \beta t$, b) $s = at^3$, 当 $a > 0$, $\beta > 0$ 。试分别对上述每一种情况比较其在时间间隔 $[0, t]$ 中的平均速度 (s/t) 和初、末速度的算术平均值。表6。

10. 质点在什么样的运动情况下遵守关系式 $a_t = 0$, $a_n = \text{const} \neq 0$: a) 匀速圆周运动; b) 沿螺旋线的匀速运动; c) 匀速直线运动; d) 匀变速圆周运动?

1) a, b, c; 2) a, b; 3) d; 4) a; 5) a, b, d。



图4



图5

11. 下列情况是否可应用公式 $a_t = v/t$ 来计算切线加速度: a) $v = 2t + 6$; b) $v = 3t^2$; c) $v = 5t$? 表2。

12. 质点沿曲线轨道 (图4) 作匀速率运动; 在轨道上的A、B或C中的哪一点加速度最大?

- 1) A ; 2) B ; 3) C ; 4) 在所有点 $a=0$ 。

13. 质点 M 绕平面螺旋线(图 5)作匀速率运动, 问质点的加速度的模是如何变化的? 表 3。

14. 数学摆作简谐振动, 摆动轨迹的端点的 a) 法线加速度; b) 切线加速度是否不等于零? 表 1。

15. 同 14 题的问题对于摆动轨迹的中点如何。表 1。

16. 数学摆作简谐振动, 在摆上升时下列量如何变化:
 a) 切线加速度的模; b) 法线加速度的模? 表 4。

17. 物体与水平线成一倾角抛掷, 当物体下落时下列量是如何变化的: a) 切线加速度的模; b) 法线加速度的模? 空气阻力忽略。表 4。

18. 作圆周运动的质点, 其运动用方程式 $s = 2t^3$ 描述, 质点的加速度矢量和切线加速度矢量间的角度是如何随时间变化的? 表 3。

19. 在静止的镭核子附近, 沿轨迹 KLM 飞过一质子(图 6), 在转弯点 L 处下列量是否等于零: a) 切线加速度; b) 法线加速度? 表 1。

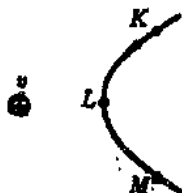


图 6

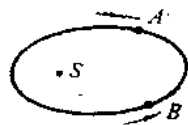


图 7

20. 条件同 19 题。在下列地段质子的速度方向和切线加速度方向是否一致: a) KL ; b) LM ? 表 1。