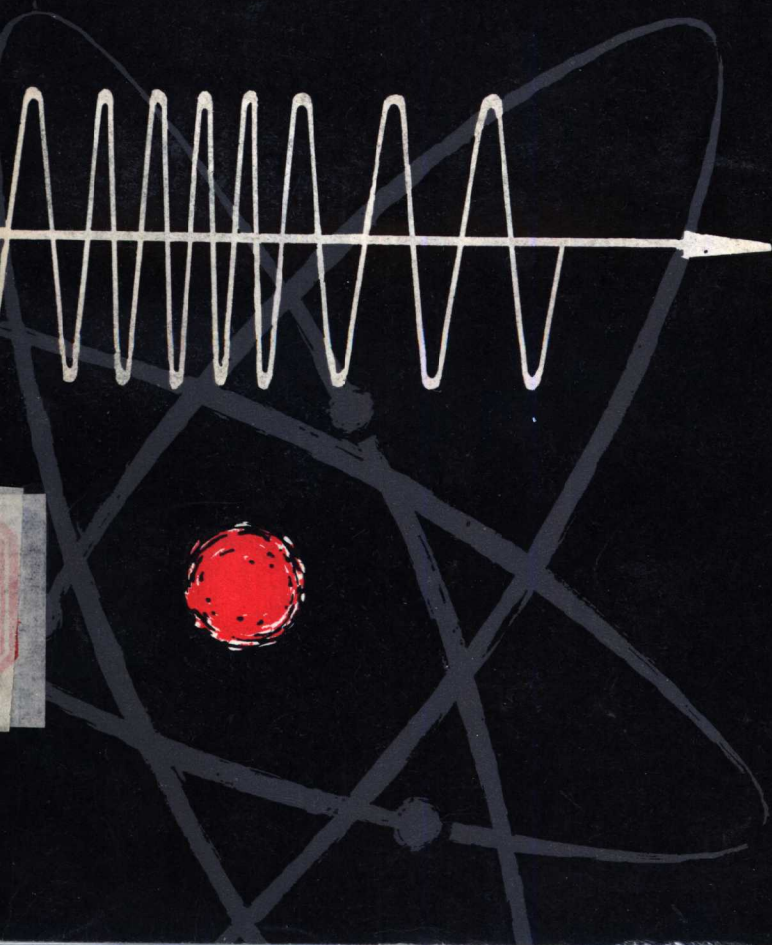


别特列可夫等著

物理习题题集(高考用)



物理习题集

(高 考 用)

〔苏联〕 Г.А.别特列可夫

Б.Б.勃哈夫采夫

В.В.基尔瑞采夫

Г.Я.缪基绥夫

编著

马连生 王式让 张志侠 译

上海教育出版社

Задачи по физике

для поступающих

в вузы

издание третье, переработанное

Г. А. Бендриков Б. Б. Буховцев

В. В. Керженцев Г. Я. Мякишев

издательство «наука»

главная редакция

физико-математической литературы

Москва 1977

物理习题集

(高考用)

〔苏联〕 Г. А. 别特列可夫 В. В. 勃哈夫采夫 编著
В. В. 基尔瑞采夫 Г. Я. 缪基绥夫

马连生 王式让 张志侠 译

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 16.5 字数 362,000

1980 年 6 月第 1 版 1980 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—80,000 本

统一书号: 7150·2303 定价: 1.40 元

前 言

本书根据苏联物理-数学书籍总编辑部《科学》出版社出版的、别特列可夫等编著的《物理习题集》(高考用)1977年第三版译出。全书共有四章:力学、热和分子物理学、电磁学和光学。每章每节前都有内容提要。全书共有习题1225个,题目新颖、难度较大、概念性强、解法简捷、与数学结合较好。其中大部分习题都是莫斯科大学近年来大学入学试题,绝大部分附有提示和公式,主要题目有详细的解答,每题都有按国际单位制计算的答案,可供广大中学师生和大学物理专业学生参考。

在译文中,凡原书中已发现的明显错误都已作了改正,一般未加注明,只是当题目本身有错时,才加了“*”号,作了修改。

在翻译过程中,承蒙陆元亮、陈锡培两位同志提出了不少宝贵意见,在此表示感谢!

由于时间匆促,水平有限,译文中肯定有不少欠妥甚至错误之处,希读者批评指正。

译 者

一九七九年十二月于上海科学技术大学

目 录

习 题

第一章 力 学	(1)
§ 1 直线运动	(4)
§ 2 曲线运动	(11)
§ 3 转 动	(15)
§ 4 直线运动动力学	(17)
§ 5 动量守恒定律	(28)
§ 6 静 力 学	(32)
§ 7 功 和 能	(40)
§ 8 转动动力学	(49)
§ 9 万有引力定律	(55)
§ 10 流体力学	(57)
§ 11 振动和波	(63)
第二章 热和分子物理学	(67)
§ 12 固体和液体的热膨胀	(67)
§ 13 热 量 热 器 效 率	(70)
§ 14 理想气体定律和状态方程	(76)
§ 15 分子物理学基础	(91)
§ 16 内能 热容量和气体膨胀的功	(92)
§ 17 蒸汽的性质	(97)
第三章 电 磁 学	(103)

§ 18 库仑定律 电荷面密度	(103)
§ 19 电 场	(109)
电场强度	(109)
电位 电场力的功	(112)
电 容	(120)
§ 20 直 流 电	(129)
部分电路的欧姆定律 导体的电阻	(129)
电阻的串联和并联 倍率电阻和分流器	(132)
全电路的欧姆定律	(139)
电源电动势的串联和并联	(147)
§ 21 电功和电功率 电流的热效应	(154)
§ 22 电 解	(164)
§ 23 电流的磁场和电磁感应	(167)
§ 24 交 流 电	(177)
§ 25 电磁振荡和电磁波	(183)
第四章 光 学	(187)
§ 26 光的传播 光速 光的波动性和量子性	(187)
§ 27 光在分界面上的反射和折射	(188)
§ 28 光 度 学	(194)
§ 29 球 面 镜	(199)
§ 30 透 镜	(206)
§ 31 光学系统	(221)

答案和题解

第一章 力 学	(230)
§ 1 直线运动	(230)

§ 2	曲线运动	(245)
§ 3	转 动	(254)
§ 4	直线运动动力学	(257)
§ 5	动量守恒定律	(271)
§ 6	静 力 学	(277)
§ 7	功 和 能	(288)
§ 8	转动动力学	(296)
§ 9	万有引力定律	(306)
§ 10	流体力学	(307)
§ 11	振动和波	(313)
第二章	热和分子物理学	(318)
§ 12	固体和液体的热膨胀	(318)
§ 13	热 量 热 器 效 率	(319)
§ 14	理想气体定律和状态方程	(326)
§ 15	分子物理学基础	(347)
§ 16	内 能 热容量和气体膨胀的功	(350)
§ 17	蒸汽的性质	(357)
第三章	电 磁 学	(364)
§ 18	库仑定律 电荷面密度	(364)
§ 19	电 场	(372)
	电场强度	(372)
	电位 电场力的功	(377)
	电 容	(385)
§ 20	直 流 电	(397)
	部分电路的欧姆定律 导体的电阻	(397)
	电阻的串联和并联 倍率电阻和分流器	(399)
	全电路的欧姆定律	(407)

电源电动势的串联和并联	(414)
§ 21 电功和电功率 电流的热效应	(422)
§ 22 电 解	(433)
§ 23 电流的磁场和电磁感应	(436)
§ 24 交 流 电	(444)
§ 25 电磁振荡和电磁波	(451)
第四章 光 学	(454)
§ 26 光的传播 光速 光的波动性和量子性	(454)
§ 27 光在分界面上的反射和折射	(455)
§ 28 光 度 学	(466)
§ 29 球 面 镜	(471)
§ 30 透 镜	(481)
§ 31 光学系统	(502)

习 题

第一章 力 学

人们研究力学通常是从运动学开始的。运动学是以几何的观点研究机械运动,而不考虑作用在物体上的力。

运动学的任务,就是确定运动物体的运动参量——物体各点的位置(坐标)、速度、加速度、运动的时间等——和获得这些参量之间相互联系的方程。通过这些方程,我们能够由一些参量的已知值求出另一些参量的值,以及能够确定充分描述物体运动所必需的初始条件数。

解力学习题,尤其是运动学的题目,首先必须选取坐标系,并指出坐标轴的原点和正方向以及计算时间的起点。不取坐标系要描述运动是不可能的。以后,按照所讨论问题的特点:在直线运动的情况下,沿物体的运动方向取 O 点为原点的一根直线 OS 作为坐标系;在比较复杂的情况下,采用相互垂直的 Ox 和 Oy 轴、交点 O 为原点的笛卡尔坐标系。

这一节研究的匀速和匀变速直线运动,用运动学方程(称为运动规律)描述,坐标 S 和速度 v 与时间的关系为

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (1)$$

$$v = v_0 + a t \quad (2)$$

式中 a 是加速度, t 是从计时点(即从物体的初始坐标 S_0 和初速度 v_0 的时刻)起所经历的时间。加速度为恒量时($a = \text{恒}$

量), 方程(1)和(2)都描述匀变速直线运动。当 $a=0$ 时, 方程(1)和(2)就描述匀速直线运动。匀变速直线运动的其他公式, 例如初速度和物体到完全停止运动所经过的距离之间的关系 $S=v_0^2/2a$, 由方程(1)和(2)很容易求得。

方程(1)和(2)的形式与数目, 同物体运动的特性和坐标系的选择有关。例如, 质点以初速度 v_0 和加速度 a 由 A 向 B 作直线运动时, 若选取正方向与加速度 a 的方向相反的坐标轴 O_1S (图 1), 则方程(1)和(2)的形式为

$$S = |S_0| + |v_0|t - \frac{|a|}{2}t^2,$$

$$v = |v_0| - |a|t.$$

为了描述这个运动, 也可以取

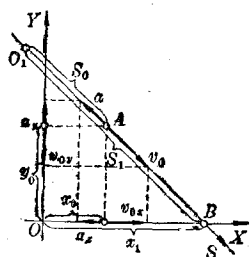


图 1

如图 1 所示的具有 Ox 轴和 Oy 轴的直角坐标系。在这种情况下, 质点的位置将由它的坐标 x 和 y 确定。质点运动时, 它的投影就沿坐标轴移动。质点的速度为坐标轴上两个分量的矢量和。这些分量的绝对值就等于速度在相应的坐标轴上的投影 v_x 和 v_y 的绝对值。与此相类似, 加速度分量的绝对值就等于投影 a_x 和 a_y 的绝对值。对于每一个坐标和速度在相应的坐标轴上的投影, 可以写出一对运动学方程组:

$$x = |x_0| + |v_{0x}|t - \frac{|a_x|}{2}t^2, \quad v_x = |v_{0x}| - |a_x|t;$$

$$y = |y_0| - |v_{0y}|t + \frac{|a_y|}{2}t^2, \quad v_y = -|v_{0y}| + |a_y|t.$$

其中 x_0, y_0 是初始坐标, 而 v_{0x}, v_{0y} 是初速度在相应坐标轴上的投影。关于 v_{0x}, v_{0y}, a_x 和 a_y 前面符号的选取, 将在下面说明。

在不同坐标系内运动描述的等价性，它的含义就是当两个坐标系彼此的相对位置的大小已知时，在第一个坐标系内所求得的数量也能在第二个坐标系内确定相应的量。例如：容易确信，质点通过的距离 AB (图 1)，在第一个坐标系内等于 $S_1 - S_0$ ，它也可以用这个时间内质点在第二个坐标系的坐标轴上移动的投影距离 $x - x_0$ 和 y_0 表示： $S_1 - S_0 = \sqrt{(x - x_0)^2 + y_0^2}$ 。若已知初速度 v_0 在坐标轴上的投影 v_{0x} 和 v_{0y} ，则初速度 v_0 可以按公式 $v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}$ 求出，而加速度 $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ 。

解题时，所选取的坐标系应使描述运动的方程最简单。显然，物体作直线运动时，如果取一个同运动方向一致的坐标轴 OS ，所得方程最简单。物体作曲线运动时，就取平面直角坐标系，物体的运动可看作为沿两个坐标轴运动的合成。当所选取的坐标轴的方向使得某些分量在整个运动时间内等于零时，所得到的方程最简单。

列方程时，很重要的问题是关于 S_0 ， v_0 和 a 投影的绝对值前面的符号。如果坐标在 origin 正的一侧（坐标轴的正方向用轴端的箭头表示），那末它就加上正号。速度和加速度的投影，如果它们相应的分量方向与坐标轴的正方向一致，就认为是正的；反之，它们在方程中就应该带负号。例如在图 1 上，加速度在 Oy 轴上的投影是正的，而速度在该轴上的投影却是负的。未知的量最好写成正号。求这些量时，它们的符号在解题过程中很自然地确定。例如，对以初速度 v_0 竖直上抛的物体，如取 origin 在地面上、方向竖直向上的坐标轴 OS ，则 $S = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$ （自由落体加速度 g 的方向向下）。在这种情况下，坐标 S 的符号取决于 t ，如果 $t > 2v_0/g$ ，坐标 S 是负的。

有时,把物体的坐标和它走过的路程混为一谈,而把方程(1)称为路程方程。在一般情况下,这是不正确的。路程是物体沿轨道走过的全部距离之和。其中值得注意的是:上面引用的例子中,坐标 S 在 $t = \frac{2v_0}{g}$ 的时刻将等于零(物体落到地面上);而在同样的时间内,物体经过的路程 l 却等于物体由地面到达最高点,再由该点回到地面的距离之和($l = v_0^2/g$)。

在解几个物体同时运动的习题时,建议采用一个坐标系。在某些情况下,为了方便,通常将坐标系同其中一个运动物体相联结,其他的物体可看作为相对于这个物体的运动。

这些提示是属于前面 §1~§3 的,实际上,它们能够适用整个第一章。

§1 直线运动

1. 一列货车以 $v_1 = 36$ 千米/小时的速度从车站开出,经过 $t_1 = 30$ 分钟后,车站上沿同一方向又开出一列特别快车,它的速度是 $v_2 = 72$ 千米/小时。货车开出后经过多少时间、在离车站距离 s 是多少时,快车追上货车? 再用图解法解这个题。

2. 两辆汽车从相距 $L = 120$ 千米的 A 、 B 两个城市同时相向开出,它们的速度不变,并且分别是 $v_1 = 20$ 千米/小时和 $v_2 = 60$ 千米/小时。汽车各走了 120 千米而停止运动。
1) 试问汽车经历多少时间 t 才相遇? 相遇处离 A 、 B 中点的城市 C 的距离 l 等于多少? 2) 用图解法解这个题。3) 作汽车间的距离 l 和时间 t 的关系图。

3. 长 l 的杆 AB , 它的两端分别靠在地板和墙壁上 (图 2)。求 A 端从图上所示的位置以速度 v 作匀速直线运动时, B 端的坐标 y 和时间 t 的关系。

4. 长 $L_1 = 630$ 米、速度 $v_1 = 48.6$ 千米/小时的货车和长 $L_2 = 120$ 米、速度 $v_2 = 102.6$ 千米/小时的电气列车, 分别在两条平行的路上沿同一方向行驶。经过多少时间电气列车超过货车?

5. 两列火车相向而行, 第一列的速度 $v_1 = 36$ 千米/小时, 第二列的速度 $v_2 = 54$ 千米/小时。第一列火车的旅客记下第二列火车从他近旁通过的时间 $t = 6$ 秒。第二列火车的长度等于多少?

6. 长 $L = 300$ 米的轮船, 在静水中以速度 v_1 作匀速直线航行。速度 $v_2 = 90$ 千米/小时的汽艇, 从轮船的船尾到船头往返一次需时间 $t = 37.5$ 秒。求轮船的速度 v_1 。

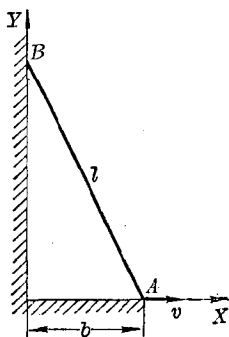


图 2

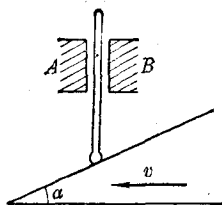


图 3

7. 在与水平成 α 角的斜面上竖着一根杆子, 由于导向机构 AB (图 3), 杆只能沿铅直线移动。如果斜面以速度 v 作

匀速运动，试问杆上升的速度 $v_{\text{杆}}$ 等于多少？

8. 雨滴落在静止的电车窗上，其径迹与铅直线成 $\alpha = 30^\circ$ 的倾角。电车以 $v_{\text{车}} = 18$ 千米/小时的速度运动时，窗上的径迹是铅直的。求雨滴在无风时的速度和风速 $v_{\text{风}}$ 。

9. 游泳者横渡宽是 H 的河。如果水的流速等于 v_1 ，游泳者相对水的速度等于 v_2 ，试问游泳者应与河岸成多大的角度 α 游泳时，他到达对岸的时间最短？他游到对岸的何处和横渡的路程 s 等于多少？

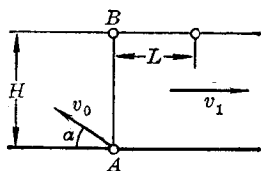


图 4

10. 划船者从 A 点使船沿着与岸成 α 的方向横渡宽 H 的河(图4)。如果水的流速是 v_1 ，而船到达对岸距离 B 点为 L 的下游处。求船相对水的速度 v_0 。

11. 轮船以速度 v 向西航行。已知风从正西南方向吹来，在船的甲板上测得风速等于 w_1 。求风相对地球的速度 w 。

12. 点 P_1 从 A 向 B 以速度 v_1 作匀速直线运动，同时点 P_2 从 B 向 C 以速度 v_2 作匀速直线运动(图5)。距离 $AB = l$ ，锐角 ABC 等于 α 。试确定在什么时刻

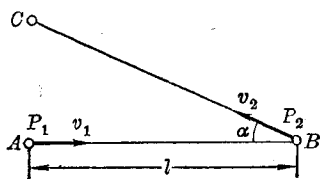


图 5

t ，点 P_1 和 P_2 之间的距离 r 最小，并求这距离。

13. 一辆机车在路程 l 的前一半以 $v_1 = 80$ 千米/小时的速度行驶，后一半以 $v_2 = 40$ 千米/小时的速度行驶。另一辆机车在前一半时间以 $v_1 = 80$ 千米/小时的速度行驶，后一半时间以 $v_2 = 40$ 千米/小时的速度行驶，整个行驶时间是 t 。每

辆机车的平均速度等于多少?

14. 初速度 $v_0 = 2$ 米/秒的质点, 在各段时间的运动是: $t_1 = 3$ 秒内作匀速直线运动, $t_2 = 2$ 秒内以加速度 $a_2 = 2$ 米/秒² 作匀加速直线运动, $t_3 = 5$ 秒内以加速度 $a_3 = 1$ 米/秒² 作匀加速直线运动, $t_4 = 2$ 秒内以加速度 $a_4 = -3$ 米/秒² 作匀减速直线运动, 最后在 $t_5 = 2$ 秒内以时间 t_4 的末速作匀速直线运动。求末速度 $v_{\text{末}}$, 走过的路程 s 和在这段路程内的平均速度 $\bar{v}$ 。分别用解析法和图解法解。

15. 以速度 w 竖直下落的雨滴, 落在以速度 v 作水平飞行的飞机上。驾驶室的舱盖有两块玻璃窗: 顶面是平的, 前面与水平成 α 角(图

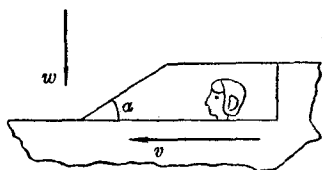


图 6

6), 每块玻璃窗的面积都是 S 。求落在前面和顶面两块玻璃窗上的水量之比。

16. 以 $v_0 = 1$ 米/秒的初速作匀加速运动的物体, 通过某一距离时的速度 $v_1 = 7$ 米/秒。物体在该距离中点的速度等于多少?

17. 物体由某一位置以某初速度作匀加速直线运动。已知时刻 t_1 、 t_2 、 t_3 时物体在运动直线上的位置对任意原点的坐标分别为 x_1 、 x_2 、 x_3 , 求物体的加速度。

18. 以 $v = 5$ 米/秒的速度匀速降落的跳伞者, 在离地面 $h = 10$ 米的高度时, 从他的身上脱落一个钮扣, 他比钮扣迟多少时间着地? 空气对钮扣的阻力不计, 自由落体加速度 $g = 10$ 米/秒²。

19. 物体在时间 t 内经过了 s 路程, 它的速度增加到 n 倍。如果物体以初速度 v_0 作匀加速运动, 求物体加速度的大小。

20. 两个物体由同一点沿相同的方向同时开始运动。一个物体以 $v = 980$ 厘米/秒的速度作匀速运动，另一个物体由静止开始以 $a = 9.8$ 厘米/秒² 的加速度作匀加速运动。经过多少时间第二个物体追上第一个物体？

21. 两列火车在同一时间 t 内行驶了相同的路程 s 。然而，一列火车从某地开出后，在全程内以 $a = 3$ 厘米/秒² 的加速度作匀加速运动；而另一列火车以 $v_1 = 18$ 千米/小时的速度匀速行驶一半路程后，又以 $v_2 = 54$ 千米/小时的速度匀速行驶另一半路程。求列车经过的路程 s 。

22. 汽车从某地开出，以加速度 a_1 作匀加速运动，当速度达到 v 后再匀速行驶一段时间，然后刹车，并以加速度 a_2 作匀减速运动直到静止。如果汽车经过的路程是 s ，求汽车行驶的时间 t 。

23. 列车在时间 $t = 52$ 分钟内行驶路程 $s = 60$ 千米。列车先以加速度 a 作加速行驶，最后以加速度 $-a$ 作减速行驶直到静止，其余时间内以 $v = 72$ 千米/小时的最大速度匀速行驶。如果列车的初速和末速都等于零，加速度的绝对值等于多少？

24. 如果人能从 $h = 2$ 米高处安全跳下，跳伞者着地时所允许的最大速度 v 是多少？

25. 从高 $H_0 = 28$ 米的屋顶上，以 $v_0 = 8$ 米/秒初速向上抛出石块。如果不计空气的阻力，求石块落地时的速度 v 。

26. 物体从高 $H = 45$ 米处由静止下落。求物体在后一半路程内的平均速度 $\bar{v}$ 。

27. 自由落体经过第一百米的路程所需的时间 t 等于多少？

28. 自由落体在最后的 1 秒内通过了全路程的 $2/3$ 。求

物体的全路程 s 。

29. 物体从某一高度以 $v_0 = 30$ 米/秒的初速竖直上抛。求经过时间 $t = 10$ 秒时的坐标 H 和速度 v ，以及在这时间内走过的路程 s (取 $g = 10$ 米/秒²)。

30. 自由落体经过时间 t 后，离地面的高度是 $H_1 = 1100$ 米；再经过时间 $\Delta t = 10$ 秒，离地面的高度是 $H_2 = 120$ 米。试求物体开始落下的高度 H 。

31. 竖直上抛的物体，两次通过高度是 h 的点所经历的时间等于 Δt 。求物体的初速度 v_0 和物体开始运动到返回原来位置的时间 Δt_0 。

32. 两个物体沿同一直线同时开始运动。一个物体以初速度 v_0 竖直上抛，另一个物体从高度 H_0 处自由落下。求两物体之间的距离 ΔH 同时间的关系。

33. 从高 h 的塔上同时抛出两个小球：一个以初速度 v_1 竖直上抛，另一个以初速度 v_2 竖直下抛。两个球从抛出到落地所经历的时间之差等于多少？

34. 两个水滴先后从屋檐上静止落下。第二个水滴开始下落后经过时间 $t_2 = 2$ 秒时，两个水滴之间的距离 $s = 25$ 米。第一个水滴离开屋檐的时间比第二个水滴早多少？

35. 一石块从离地 $H_1 = 10$ 米高处自由落下，同时另一石块从高 $H_2 = 5$ 米处竖直上抛。已知两石块在离地 $h = 1$ 米高处相遇，第二个石块抛出时的初速度 v_0 等于多少？

36. 两个物体先后以相同的初速度竖直向上抛出，相隔的时间等于 T 。第二个物体相对第一个物体的运动速度等于多少？

37. 用绕在高出水面 $h = 6$ 米处的定滑轮上的绳子，以 $v = 1$ 米/秒的匀速拉湖里的小船靠岸 (图 7)。求船速 V_B 与绳