

物理

1998 年高考总复习
测试精点丛书

主编：唐朝智 苏明义

京华出版社

编写说明

全国统一高考的根本目的,是要选拔出基础较好、能力较强、具有学习潜能的学生。面对竞争,考生怎样才能立于不败之地呢?关键是要在学习和复习过程中,在掌握具体的物理知识的同时,注意培养自己的能力,以使自己适应高考选拔的需要。

高考中,学生的能力是要靠解决具体物理问题来体现的,而解决物理问题的过程实际上就是物理知识与方法在具体问题中的应用。在实际教学工作中,常听到一些学生有这样的反映:物理公式记得不少,但遇到具体问题时不知用哪个,或一用就错。产生这种现象的原因,主要是学生尚未掌握应用知识的方法,而方法的掌握也就是能力水平的外显,这正是高考中要考查的重点。为此,不少考生在应考的过程中找来大量的物理练习进行“大运动量的训练”,结果也往往不尽人意。那么如何在时间紧、任务重的高三复习阶段高效地掌握方法,使学生从题海中解脱出来呢?我们在教学实践中认识到,物理练习的数量不在多,而问题的关键在于要真正弄懂,正所谓“山不在高有仙则灵,题不在多真懂才行”。只有通过一定量的典型问题的分析与解答,才能够落实某些解决问题的方法。正是基于这种考虑,我们编写了本书。

本书依据教学大纲和《考试说明》(物理),结合教学过程中学生经常出现的问题,并在认真系统地分析了近年来高考物理试题的特点的基础上进行编写的。为了便于学生掌握知识应用的方法,我们将《考试说明》中规定的知识内容做了必要的归纳和调整,并分为了十四章。每章分为“考点分析”与“思路方法讲析”两部

分。在“考点分析”中,给出了《考试说明》中对各知识点要求的水平,并结合近年来的高考物理试题的情况,分析了该部分知识内容的“热点”,以便于学生在复习过程中能突出重点。在“思路方法讲析”中,针对近年来高考的“热点”及考生在复习过程中经常暴露出的弱点,结合具体例题的解答,给出了详尽的分析,便于学生从中学到方法。另外,本书中结合“思路方法讲析”中分析的具体方法,配备了一定量的练习(附参考答案),供读者练习训练使用。

参加本书编写工作的有唐朝智、苏明义、王邦平、庞炳北、齐红、崔兰英、刘胜利等同志。由于水平有限,书中如有疏漏或不足,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

编写说明	(1)
第一章 质点的运动	(1)
第二章 牛顿运动定律及其应用	(18)
力学练习(一)	(44)
第三章 机械能	(55)
第四章 动量、动量守恒定律	(71)
第五章 机械振动、机械波	(100)
力学练习(二)	(117)
第六章 分子运动论、气态方程	(129)
热学练习	(149)
第七章 电场、磁场	(157)
第八章 带电粒子在电磁场中的运动	(170)
电磁学练习(一)	(187)
第九章 稳恒电流	(199)
第十章 电磁感应	(213)
第十一章 交流电、电磁波	(229)
电磁学练习(二)	(237)
第十二章 几何光学	(252)
几何光学练习	(267)
第十三章 近代物理	(274)
近代物理练习	(284)

第十四章 物理实验.....	(289)
物理实验练习.....	(299)
综合练习(一).....	(322)
综合练习(二).....	(331)
练习题参考答案.....	(340)

第一章 质点的运动

考点分析

本章知识点及要求如下：

知 识 内 容	要求
机械运动	A
质点,位移和路程	B
匀速直线运动,速度、速率,位移公式 $s = vt$, $s - t$ 图, $v - t$ 图	B
变速直线运动,平均速度、即时速度	B
匀变速直线运动、加速度,速度公式、位移公式, 速度位移公式, $v - t$ 图	B
运动的合成和分解	B
曲线运动中质点的速度沿轨道的切线方向,且必具有加速度	B
平抛运动	B
匀速率圆周运动,线速度、角速度、周期,圆周运动的向心加 速度	B

质点的运动是物理学中有关力学问题的基础知识,这部分知识在《考试说明》中共涉及到 9 个知识点,其中有 8 个 B 类要求的

知识点,对匀变速直线运动的速度规律、位移规律是8个B类要求中的重点,即要求能从数学公式角度掌握 $v-t$ 关系、 $s-t$ 关系、 $v-s$ 关系,同时还要掌握 $v-t$ 图象的物理意义。因此从整体上来看,这部分知识在高考中的要求是比较高的。

从近年来的高考物理试题来看,质点运动问题多与牛顿运动定律、机械能、动量、带电粒子的运动等问题综合起来进行考查,单独就质点运动的知识来命题的情况并不多。因此,在掌握质点运动规律的一般运用方法的基础上,注意掌握处理局部运动与整体运动的关系,分析两个不同运动之间的运动的关系及运用运动合成的思想解决各种具体的质点运动问题的思路 and 技巧。另外,图象问题一直是高考的“热点”,对质点的运动图象($v-t$ 图)的理解与定性应用,便成为这部分知识中一项十分重要的复习内容。

思路方法讲析

一、匀变速直线运动公式的应用

1. 运动学公式的一般应用

应用运动学公式求解问题的一般步骤方法是:

- (1)审题:根据题意弄清运动过程,必要时可画出运动草图分析
- (2)明确研究对象,分析清楚时间、位移、初末速度、加速度等物理量已知和未知的情况
- (3)根据已知量与未知量的关系选择运动学公式,选取正方向列出相应的方程
- (4)解方程
- (5)验算、讨论。

例1 一物体以 $v_0 = 20$ 米/秒的初速度沿水平地面匀减速滑行,加速度大小为 4 米/秒²,求物体6秒内位移的大小。

分析与解答:由如图1-1所示的物体运动的 $v-t$ 图线可

知,在 $t = 6$ 秒时物体的运动状态有两种可能:一是物体的速度已经或刚好减为 0 而处于静止状态;二是物体仍在做匀减速运动。为此首先要分析清楚物体运动的真实过程,从中确定出 $t = 6$ 秒时物体实际的运动状态。设物体减速运动到静止的时间为 t_0 ,以 v_0 方向为正,由速度公式有:

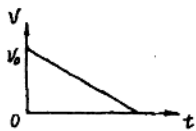


图 1-1

$t_0 = \frac{v_0}{a} = 5$ 秒。因为 $t > t_0$,说明物体的实际运动时间只有 5 秒,即在 5 秒末已经停止运动了,从 5 秒末到 6 秒末物体一直静止在原地不动,6 秒的位移与 5 秒的位移相同,即 $s_6 = s_5$ 。

针对这一分析结果,我们可选择的公式有三个:① $s_6 = s_5 = v_0 t_0 - a \frac{t^2}{2}$;② $s_6 = s_5 = (v_0 + 0) \frac{t}{2}$;③ $s_6 = s_5 = \frac{v_0^2}{2a}$ 。其中运用第②个和第③个公式求解较为简单。

根据上述分析可得出本题的结果为: $s_6 = s_5 = \frac{20^2}{2 \times 4} = 50$ 米。

说明:(1)对于此类问题是否都能统一地使用上述的第③公式呢?从上面的分析就不难看出,此公式只适用于求解物体减速运动到静止的过程中的位移,若运动时间 $t < t_0$ (如求 4 秒内物体的位移),此时物体仍处于减速运动过程之中,再选用第③个公式就不正确了。因此我们一定要根据物体实际运动过程的特点,选择解题的公式。

(2)对于物体做减速运动过程的分析,还要注意区分如下两种情况:在类似物体匀减速滑行或汽车刹车这类问题中,物体是沿直线运动而不折返的,此时要考虑到物体实际运动的时间;但对于竖直上抛这类问题,物体运动过程中可能出现折返现象,则要考虑折返后的速度方向和位移方向的变化问题(详见例 2)。

例 2 以 $v_0 = 30$ 米/秒的速度由地面竖直上抛一球,若空气阻力不计, g 取 10 米/秒²,求:(1)球的速率变为 10 米/秒的时间;

(2)球到达距地面 25 米高处的时间。

分析与解答:(1)根据题述物理过程画出运动草图,如图 1-2 所示。由图可知,球在抛出后的运动为往返运动,故有两次速度大小 $v = 10$ 米/秒的可能。

选择速度公式 $v_t = v_0 + at$, 设 v_0 方向为正, 则加速度 $a = -g$, 因此

上升中速率变为 10 米/秒时, $v_t > 0$,

即: $10 = 30 - 10t_1$, 解得 $t_1 = 2$ 秒。

下落中速率变为 10 米/秒时, $v_t < 0$,

即: $-10 = 30 - 10t_2$, 解得 $t_2 = 4$ 秒。

(2)同样,球在上升和下落过程中,有两次到达 25 米高处的可能,且对地面的位移大小、方向均相同,故可直接选择位移公式求解。

设 v_0 方向为正, 则有 $s = v_0 t - a \frac{t^2}{2}$, 即 $25 = 30t - 10 \frac{t^2}{2}$,

解得: $t_1 = 1$ 秒, $t_2 = 5$ 秒。

其中 $t_1 = 1$ 秒表示球在上升阶段到达 25 米高处, $t_2 = 5$ 秒表示球在下落阶段到达 25 米高处。

2. 利用整体运动和局部运动关系解决运动学问题

对于匀变速直线运动,加速度为一定值,且各个局部运动的位移之和一定等于整体过程的总位移,各局部运动时间之和也一定等于整体过程的总时间,两个相邻的局部运动之间又以同一个瞬时速度相连接,即瞬时速度是连接两个相邻局部运动的桥梁。

正因为匀变速直线运动具有上述特点,因此我们可以从加速度、位移、时间、速度等多个角度,建立各局部运动之间以及某一局部运动和整体运动之间的关系。由于建立这种关系途径的多样化,因此这类问题的分析思路也是多种多样的。

例 3 一物体在水平地面上,以 $v_0 = 0$ 开始做匀加速直线运

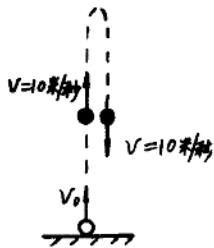


图 1-2

动,已知第3秒内的位移为5米,求物体运动的加速度为多大?

分析与解答:首先根据题意画出运动草图,如图1-3所示,以展现物体运动的物理过程。

思路一:利用局部和整体的位移关系

如图可知, $s_{\text{III}} = s_3 - s_2 = 5$ 米

$$\text{即: } \frac{at_3^2}{2} - a \frac{t_2^2}{2} = 5 \text{ 米,}$$

解得 $a = 2$ 米/秒²。

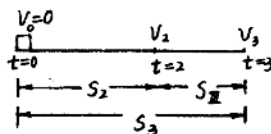


图 1-3

关系

第2秒末的速度 v_2 即为第3秒内这段运动的初速,所以对第

3秒内的运动应用位移公式有: $s_{\text{III}} = v_2 t_{\text{III}} + a \frac{t_{\text{III}}^2}{2} = 5$ 米

$$\text{即: } (at_2)t_{\text{III}} + a \frac{t_{\text{III}}^2}{2} = 5 \text{ 米, 解得 } a = 2 \text{ 米/秒}^2。$$

思路三:利用平均速度公式

第2秒末的速度 v_2 和第3秒末的速度 v_3 分别为第3秒内这段运动的初速和末速,对第3秒内的运动应用平均速度公式有

$$s_{\text{III}} = (v_2 + v_3) \frac{t_{\text{III}}}{2} = (at_2 + at_3) \frac{t_{\text{III}}}{2} = 5 \text{ 米,}$$

解得 $a = 2$ 米/秒²。

思路四:利用速度-位移公式

$$\text{对第3秒内的运动应用位移速度公式有 } s_{\text{III}} = \frac{v_3^2 - v_2^2}{2a} = \frac{(at_3)^2 - (at_2)^2}{2a} = 5 \text{ 米}$$

同样可解得 $a = 2$ 米/秒²。

思路五:利用 $v_0 = 0$ 的匀加速运动的特殊规律

因为在初速度为0的匀变速直线运动中,连续相等时间间隔

内的位移之比为

$$s_I : s_{II} : s_{III} : \cdots : s_N = 1 : 3 : 5 : \cdots : (2N - 1)$$

所以 $s_I : s_{III} = 1 : 5$, 即 $a \frac{t_1^2}{2} : 5 = 1 : 5$,

由此可知 $s_I = \frac{s_{III}}{5} = 1$ 米, 解得 $a = 2$ 米/秒²。

说明: 由此题的思路一可以看出, 对于匀变速直线运动的问题, 我们只要能根据题意画出正确的运动草图, 便可直观地找出整体和局部的位移关系。思路二是将整体运动巧妙地分解为各局部运动, 这是“利用速度的连接关系”的关键所在。思路三和思路四也是在将整体运动分解为各局部运动在基础上, 分别选择了平均速度公式和位移速度公式。思路五则是利用了匀加速直线运动的特殊规律, 运用这些推论解题往往具有简捷、快速的特点, 但也一定要注意特殊规律的适用条件。

例 4 由楼顶自由落下一小球, 测得通过某层 s_0 高的窗户所用时间为 t_0 , 求小球落到该窗户上沿的时间是多少?

分析与解答: 首先根据题意画出运动草图, 如图 1-4 所示。设小球运动至窗口上沿的时间为 t , 窗口上沿距楼顶高为 s' , 窗口下沿距楼顶高为 s 。小球的运动为自由落体, 即初速度为 0, 加速度为 g 。

思路一: 利用局部和整体的位移关系

由图可看出: $s_0 = s - s' = \frac{g(t + t_0)^2}{2} - \frac{gt^2}{2}$

由此方程可解得 $t = \frac{s_0 - gt_0^2}{gt_0}$ 。

思路二: 利用速度的连接作用

设小球到达窗口上沿时的速度为 v_0 , 则对于小球

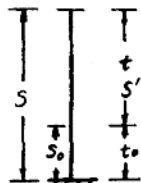


图 1-4

通过窗口的运动过程有: $s_0 = v_0 t_0 + \frac{gt_0^2}{2}$,

$$\text{由此可解得 } v_0 = \frac{s_0 - \frac{gt_0^2}{2}}{t_0},$$

再据 $v_0 = gt$, 同样可解得思路一的结果。

说明: (1) 本题也可像例 3 那样, 再从其他方面找出整体运动和局部运动的关系, 此处不再一一赘述, 请读者自行分析。 (2) 上述例题的讨论只限于 $v_0 = 0$ 的情况, 对于 $v_0 \neq 0$ 的情况, 此类问题的处理方法也适用, 只是在 $v_0 \neq 0$ 时, 需设想将时间 t 向“ $t < 0$ 的方向外推”为 $v_0 = 0$ 的情况, 这样处理后, 即可用同样的方法进行研究了。

3. 对两个运动关系问题的分析

在运动学问题中, 往往涉及到两个运动物体何时相遇、何时相距最近等这样的一类问题, 这就需要对两个运动的相关性作出分析。对于两个运动来说, 由于两个运动物体的初始状态、各自的运动性质以及运动时间的不同, 决定了运动中它们之间相对位置的变化。根据题设条件和要求, 分析两个运动在位移、速度、运动时间上要满足的相关性条件, 把要满足的相关性条件与物体的运动规律联系起来, 便是处理涉及两个运动关系的运动学问题的关键所在。

例 5 在平直公路上有甲、乙两车同向行驶, 甲车在前、乙车在后相距为 s , 速度大小分别为 v_1 和 v_2 , 且 $v_1 < v_2$ 。为使两车不相撞, 则乙车刹车的加速度不得小于多少?

分析与解答: 根据题意画出两车运动的初始状态及其运动过程的运动, 如图 1-5 所示。由图可知, 甲车追上乙车的位移关系为: $s_{\text{乙}} = s + s_{\text{甲}}$ 。

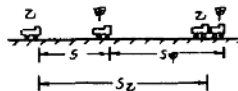


图 1-5

因甲车为匀速直线运动, 速度不变, 而乙车为减速运动, 设两车相遇时乙车的速度为 $v_{\text{乙}}$, 则两车相撞的速度关系条件为:

$$v_Z = v_1。$$

又由于两车运动的时间相同,因此 $t_{\text{甲}} = t_Z = t。$

据上述分析的两个运动的位移关系、速度关系,利用时间相同这一条件根据两车的运动规律,便可列出相应的方程:

甲车做匀速直线运动,有: $s_{\text{甲}} = v_1 t$

乙车做匀减速运动,由平均速度公式有: $s_Z = \frac{(v_2 + v_1)t}{2}$

据两车的位移关系有: $\frac{(v_2 + v_1)t}{2} = v_1 t + s \cdots \cdots \textcircled{1}$

据两车刚好不相撞的速度关系,应有: $v_2 - at = v_1 \cdots \cdots \textcircled{2}$

联立上述两个方程,即可解得乙车的加速度不得小于

$$a = \frac{(v_2 - v_1)^2}{2s}。$$

说明:(1)本题在确定了两个运动的位移关系后,如何选择位移公式来表示这一关系时是有技巧的,题中用了平均速度公式,而没有选用位移公式,是由于位移公式中含有 t^2 项,计算较繁。(2)类似的两个直线运动间的关系问题很多,此处仅举这一例,有兴趣的同学可自己模仿例 5 的分析方法讨论下面的问题:

①在例 5 中,若乙车在前、甲车在后,两车相距 s 时乙车开始匀减速运动,求甲车追上乙车的时间?(设 $v_2 = 2v_1$)

②A 球在自距地面 h 高处自由下落的同时,在其下方有一 B 球恰被竖直上抛。要使 B 球在上升过程中与 A 球相碰,则 B 球被抛出的初速度应满足什么条件?若要使 B 球在下落过程中与 A 球相碰,则 B 球被抛出的初速度又应满足什么条件?

(答案:① $\frac{s}{v_1}$ 。② 上升相碰: $v_0 > \sqrt{gh}$; 下落相碰: $\sqrt{gh} > v_0 >$

$$\sqrt{\frac{gh}{2}})$$

二、匀变速直线运动图象的应用

运动图象是运动规律函数描述的形象化表示,它是物理学中研究、处理问题的一种重要方法。尽管图象形式比运动规律的函数表达式要形象、直观,但它毕竟不是运动的实际图景,因此我们想真正理解运动图象,就必须搞清图象上坐标轴、图上的一个点、一条线、一块面积、两线的交点等各方面的物理意义。对运动图象要能建立起实际运动与函数图象之间的形象化联系,要会通过图象判断物体的运动方向、运动性质、速度及加速度情况等。同样,对于一个具体的运动,我们也要学会运用位移图象和速度图象表示出物体的运动情况。

例6 在有空气阻力的情况下,以初速 v_1 竖直上抛一物体,经时间 t_1 到达最高点,又经一段时间由最高点返回到抛出点。则图 1-6 中的各图象中能反映这一过程中速度随时间变化情况的是_____,能反映这一过程中速率随时间变化情况的是_____。

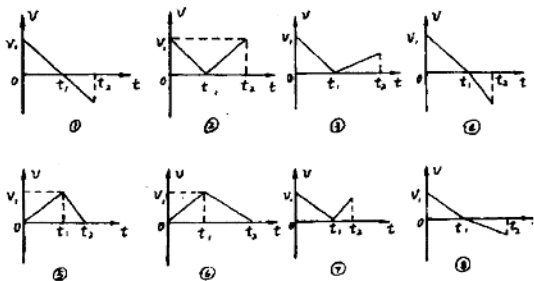


图 1-6

分析与解答:因为有空气阻力的存在,故物体在上升阶段的加速度一定大于下落阶段的加速度,这一特点反映在速度图象上,则表现为上升阶段的速度图线的斜率大于下落阶段的斜率。据此可判断出图①、②、④、⑤、⑦均不正确。

又因为速度图象不但能反映出速度大小的变化情况,同时还应能反映速度方向的情况,所以若以向上方向为正,上升阶段的速度在逐渐减小,下落阶段速度反向增加。因此上升阶段的速度图象应为从正的 v_1 逐渐减为 0,而下落阶段速度应从 0 逐渐增加至某一定值,图⑧恰能反映这样的过程特点,故图⑧是速度随时间变化的图象。

因速率是速度的大小,它没有方向。所以在物体上升阶段是由 v_1 减小为 0,而在下落阶段又从 0 增加至某一定值,但两个过程速率变化的快慢不同,根据这些特点,可以判断只有图③能够反映这一变化特征,故图③是速率随时间变化的图象。

例 7 如图 1-7 所示为甲、乙两个物体从同一地点沿同一方向做直线运动的 $v-t$ 图。

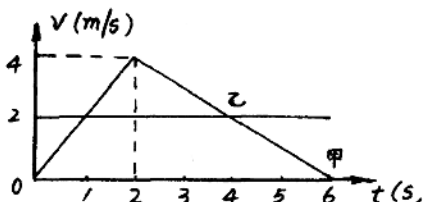


图 1-7

- (1)在出发后,两物体有_____次相遇的可能,相遇的时间分别是_____和_____秒。

- (2)在两物体都运动的情况下,_____时相距最远,此距离为_____米。

- (3)经_____秒时间,甲在乙的前面。

分析与解答:(1)甲、乙两物体从同一地点沿同一方向出发,相遇的条件为它们必在同一时刻到达同一位置(或称相同时间内完成相同的位移),而这个条件反映在速度图象上,则表现为在某一时刻两个运动的速度图线与 t 轴所围的面积相等。据此我们可以判断出,在 $t=2$ 秒和 $t=6$ 秒两个时刻,两图线与 t 轴所围的面积相等,即两物体有两次相遇的可能,相遇的时间分别为 $t=2$ 秒和 $t=6$ 秒。

(2)两物体相距最远,即两物体运动的位移之差最大,这从速度图象上看,应表现为在某一时刻两条速度图线与 t 轴所围的面积之差最大,此时的面积之差,即为两物体相距最远的距离。据此我们从图象上可直观看出,在 $t=4$ 秒时,两个物体相距最远,此最远的距离为 $s_Z - s_{甲} = 2$ 米。

(3)甲在乙的前面,即甲的位移大于乙的位移,从图象上看应表现为甲的速度图线与 t 轴所围的面积要大于乙的速度图线与 t 轴所围的面积。据此我们可以从图象上沿着时间的推移,顺序找出满足这一条件的时间。

由图象可知,在从 $0 \rightarrow 1$ 秒的时间内, $s_{甲} > s_Z$;在 $1 \rightarrow 2$ 秒的时间内仍有 $s_{甲} > s_Z$;在 $2 \rightarrow 4$ 秒的时间内, $s_{甲} < s_Z$;在 $4 \rightarrow 6$ 秒的时间内,仍是 $s_{甲} < s_Z$;在6秒以后的时间内,又是 $s_{甲} > s_Z$ 。因此在 $0 \rightarrow 2$ 秒和6秒以后的时间内,甲在乙的前面。

三、运动的合成及应用

运动合成问题中包含着重要的物理学研究方法,其中突出的问题是要掌握将复杂运动视为两个简单运动合成的处理方法,要注意体会两个分运动的同時性。

1. 合运动为直线运动的问题

当两个分运动均为匀速直线运动时,其合运动必为直线运动,此类问题的典型题目就是船渡河问题。

例8 河宽 $L=100$ 米,河中的水流速度为 $u=4$ 米/秒,现有一相对于静水速度为5米/秒的摩托艇渡河

(1)要使渡河时间最短,船应如何开出?要使渡河的位移最短,船又应如何开出?

(2)要使摩托艇到达出发点下游20米的对岸,则船速不得小于多少?

(3)若船速为 $v=3$ 米/秒,要使渡河位移最短,船应如何开出?

分析与解答：船渡河——船在动水中的运动可视为船在静水中的运动与船随水流运动两个运动合成的。

(1)要使渡河时间最短,就必须在垂直河岸方向上以最大速度行驶,因此需使船头垂直河岸向对岸开出,这样合运动沿垂直河岸方向的分速度最大。所以最短的渡河时间为 $t = \frac{L}{v} = \frac{100}{2} = 20$ 秒。注：此时船将偏向下游驶向对岸。



图 1-8

要使船渡河时的位移最小,因河宽一定,应使船渡河的位移等于河宽。显然,此时船需偏向上游开出,以保证船的合运动方向垂直河岸指向对岸。根据这一条件,作如图 1-8

8 所示的速度公式的矢量图,据 $u = 4$ 米/秒, $v = 5$ 米/秒,则有 $\theta = \arccos \frac{4}{5} = 37^\circ$,即船应沿与河岸成 37° 角的方向向上游开出。

(2)确定了船的出发点和终点,则船的合运动方向也就确定了。如图 1-9 所示,这些沿不同方向的船速都能满足题设的条件而到达对岸,但在这些可能的船速中,与合运动方向垂直的 v_i 为最小。由图中的几何关系可知: $v_i =$

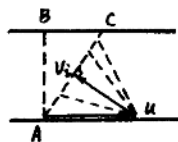


图 1-9

$u \cos \theta$, 其中 $\cos \theta = \frac{L}{\sqrt{L^2 + BC^2}}$, 代入数据解得: $v_i = 3.9$ 米/秒。

(3)此问与(1)问不同,由图 1-9 即可看出,当船速小于水流速度时,船是不可能垂直河岸渡河的。所以要使渡河的位移最短,只能是最接近垂直河岸方向过河,亦即船的合运动方向与垂直于河岸方向的夹角最小。为此可画出如图 1-10 所示的矢量图,由图可看出,应使船速方向跟船的合运动方向垂直时,渡河的位移最小。此时船的开出方向应偏向上游,且与河岸的夹角为

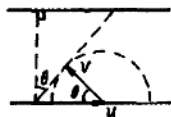


图 1-10