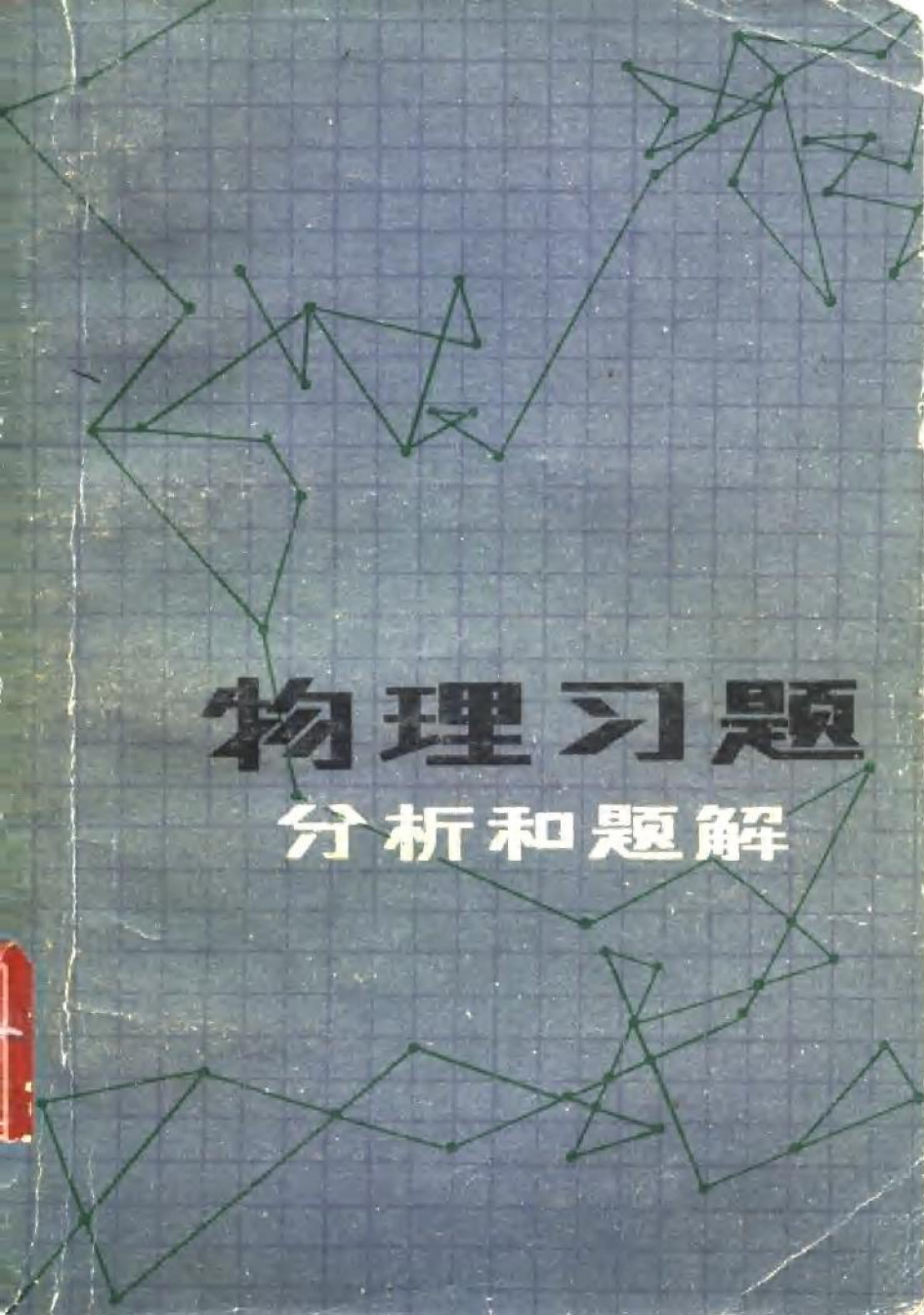


The book cover is dark blue with a fine grid pattern. A green line drawing, consisting of interconnected points and lines forming a complex geometric shape, is overlaid on the grid. The title is printed in large, bold, black Chinese characters.

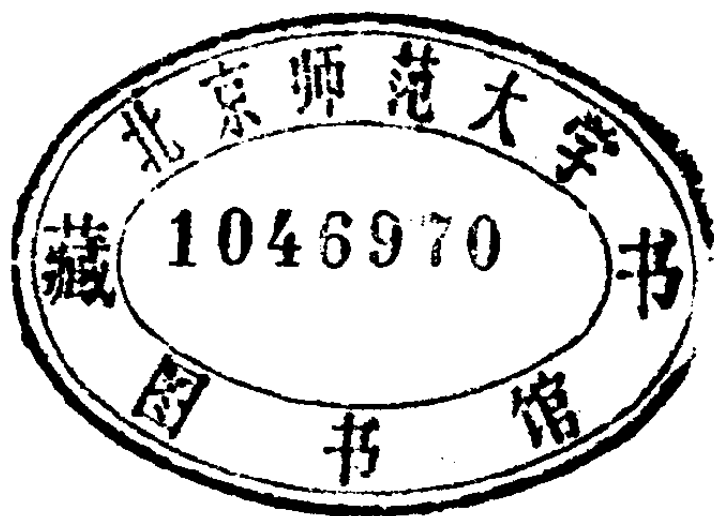
物理习题

分析和题解

物理习题分析和题解

蒋涛 李富珮 编写

JY11179/15



山东科学技术出版社

一九八二年·济南

内 容 提 要

本书是根据成人和速成的特点，参照教育部现行中学教学大纲的内容编写的。从力学、热学、电学、光学、原子结构等方面选了例题 90 例，习题 350 题，作了指导性的分析和题解。选题时，注意了难度大、典型性强的题，以训练读者举一反三的能力。对一些综合性习题，作了题意分析。

本书文字简明，说理清楚，可供广大物理爱好者学习参考，特别是可以帮助考大学的青年和在校学生加深对物理的基本概念、基本规律和公式的理解，提高读者分析问题和解决问题的能力。

物理习题分析和题解

蒋 涛 李富珮 编写

*

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 13.75 印张 292 千字

1980 年 7 月第 1 版 1982 年 5 月第 2 次印刷

印数：122,201—145,201

书号 13195·32 定价 1.20 元

出版说明

数学、物理、化学是重要的基础学科。它已经渗透到各个领域，成为各种科学、技术、生产建设和日常生活所不可缺少的得力助手和工具。今天，在向四化进军中，越来越显示出学好数理化的重要性。

为配合业余教育的全面开展，满足广大读者自学的迫切需要，我们根据成人的特点，参照教育部现行中学教学大纲的内容，出版了一套《数理化基础知识》丛书。与此同时，我们还出版了《数学解题指导》、《物理习题分析和题解》和《化学习题分析和题解》三本书，帮助读者巩固加强对数理化的基本概念、基本规律和公式的理解，提高分析问题和解决问题的能力。

这三本书，通过对例题的分析，解答和指导，向广大读者分别介绍了数学、物理、化学习题题解的科学方法和一些特殊的技能和技巧。书中的例题，是从各类习题中挑选的，不少题水平高，难度大，典型性强，如能熟练掌握这些题的解法规律和技巧，就可以举一反三，触类旁通，一系列的习题都可以迎刃而解，特别是对一些难题，综合性题分析透彻，指导得方，对读者开阔思路，提高运算速度，解难题的能力，深化基础知识都是大有益处的。

本书从力学、热学、电学、光学、原子结构等方面选了

例题 90 例，习题 350 题，作了指导性的分析和题解。选题时，注意了难度大，典型性强。对一些综合性的习题，作了题意分析。

从提高读者解题的准确性出发，建议读者在作题时注意以下几点：

(1) 认真审题，弄清题意，正确运用物理概念来分析题中阐述的物理现象，从中找出物理现象的过程、联系和规律，从而正确地选用公式、定律，找出解题途径。

(2) 在分析清楚题意的基础上，根据已知和未知量之间的关系，列出文字方程，必要时借助于作图，深入理解题意。在运算过程中，尽可能先进行文字运算，然后代入数字进行运算，这样可减少数字运算错误。

(3) 在代入数字运算前，应注意各个物理量的单位，统一单位制。

(4) 做完一题之后，要重新检查一遍全题，除检查有无错误之外，还要总结解题规律，培养举一反三的能力。

(5) 写出题目所要求的答案。

本书文字简明，说理清楚，可供物理爱好者和考大学的青年及在校学生学习参考。

一九七九年十二月

目 录

第一章 力学	1
§ 1.1 运动学	1
§ 1.2 静力学	28
§ 1.3 动力学	55
§ 1.4 曲线运动	104
§ 1.5 功和能	136
§ 1.6 振动和波	180
§ 1.7 流体力学	186
第二章 热学	205
§ 2.1 热现象	205
§ 2.2 物态的变化	213
§ 2.3 机械运动和热运动的转化	220
§ 2.4 气体定律、气态方程	233
第三章 电学	247
§ 3.1 静电场	247
§ 3.2 直流电路	279
§ 3.3 磁场	324
§ 3.4 电磁感应和交流电	352
§ 3.5 电子技术和电磁波	381
第四章 光学	388
第五章 原子物理	421

第一章 力 学

§ 1.1 运 动 学

一、基本概念、基本规律和公式

(一) 平均速度

$$\bar{V} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta S}{\Delta t}。$$

匀加速直线运动的平均速度

$$\bar{V} = \frac{V_t + V_0}{2}。$$

即时速度

$$V_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}。$$

(二) 平均加速度

$$\bar{a} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta V}{\Delta t}。$$

即时加速度

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta t}。$$

(三) 运动方程

匀速直线运动

$$s = Vt。$$

匀变速直线运动

$$V_t = V_0 + at,$$

$$s = V_0 t + \frac{1}{2} at^2.$$

在上面两式中消去 t , 得

$$V_t^2 = V_0^2 + 2as.$$

二、解 题 要 点

解运动学习题时, 最重要的是先将运动的现象、特点分析清楚, 然后运用运动方程进行解题。

(一) 匀速运动的特点是 V 不变(或 $a = 0$; $\Sigma F = 0$)。运动方程为 $s = Vt$

(二) 匀变速直线运动(包括匀加速运动“ a ”、匀减速运动“ $-a$ ”)的特点是 a 不变(或 ΣF 为一恒矢量)。运动方程为

$$V_t = V_0 \pm at,$$

$$s = V_0 t \pm \frac{1}{2} at^2,$$

$$V_t^2 = V_0^2 \pm 2as.$$

(三) 自由落体运动的特点是: $V_0 = 0$; $a = g$ (或 $V_0 = 0$; $F = mg$)。运动方程为

$$V_t = gt,$$

$$h = \frac{1}{2} gt^2,$$

$$V_t^2 = 2gh. \text{ (式中 } h \text{ 为 竖 直 下 落 的 位 移)}$$

(四) 竖直上抛运动的特点是: $a = -g$ 。运动方程为

$$V_t = V_0 - gt,$$

$$h = V_0 t - \frac{1}{2} g t^2,$$

$$V_i^2 = V_0^2 - 2 g h。$$

(五) $s = V_0 t \pm \frac{1}{2} a t^2$ 是位移公式。在匀加速运动中位移和初速度方向一致，位移和路程数值上相等。位移是矢量，路程是标量。

在匀减速运动中，加速度和初速度的方向相反。位移为正值时，位移和初速度方向相同；位移为负值时，位移和初速度的方向相反。

本书中用黑体字表示矢量，如 F 和 V 。符号 F 或 V 只表示矢量的大小，不管方向。

三、例 题

【例 1】矿井中的升降机，由井底开始匀加速上升，经过 3 秒钟速度增加到 5 米/秒，然后匀速运动 10 秒钟，最后匀减速上升 2 秒钟，正好升到井口而停止，求矿井的深度。

分析题意 升降机的运动过程可分为三个阶段：第一阶段是初速度为零的匀加速直线运动；第二阶段是速度为 5 米/秒的匀速直线运动；第三阶段是初速度为 5 米/秒、末速度为零的匀减速直线运动。

解 本题可采用图解法和算法来解。

1. 图解法

在图 1-1-1 中，速度图线 $OABC$ 和时间轴线所包围的面积在数值上等于升降机在 $0 \sim t$ 的时间内通过的路程。

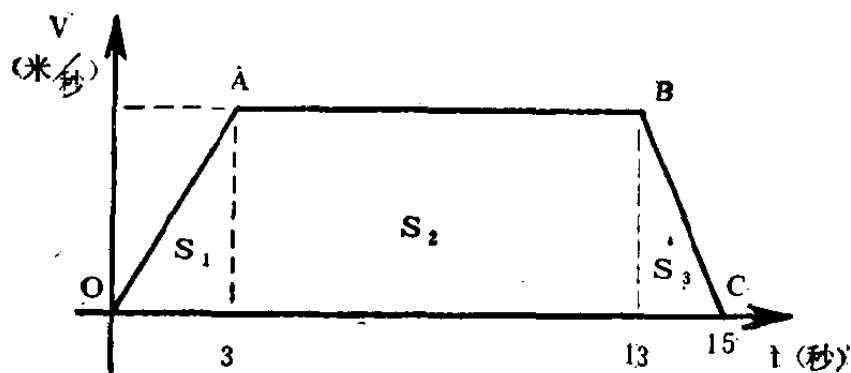


图 1-1-1

将图中分作三段路程， s_1 、 s_2 、 s_3 来计算，然后求总和。那么，

$$s_1 = \frac{1}{2} \times 5 \times 3 = 7.5(\text{米}),$$

$$s_2 = 5 \times (13 - 3) = 50(\text{米}),$$

$$s_3 = \frac{1}{2} \times 5 \times (15 - 13) = 5(\text{米}).$$

矿井的深度为

$$s = s_1 + s_2 + s_3 = 7.5 + 50 + 5 = 62.5(\text{米}).$$

2. 公式法

(1) 在 $0 \sim 3$ 秒内，升降机作初速度为零的匀加速直线运动，末速度 $V_1 = 5$ 米/秒。

根据加速度的公式 $a = \frac{V_1 - V_0}{t}$ ，得

$$a_1 = \frac{V_1 - V_0}{t_1} = \frac{5 - 0}{3} = \frac{5}{3}(\text{米/秒}^2).$$

故升降机在 $0 \sim 3$ 秒内上升的高度为

$$S_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = \frac{1}{2} \times \frac{5}{3} \times 3^2 = 7.5(\text{米}),$$

$$\text{或} \quad s_1 = \bar{v} t_1 = \frac{1}{2} (V_1 + V_0) t_1 = \frac{1}{2} \times [5 + 0] \times 3 \\ = 7.5(\text{米}).$$

(2) 在 3 秒~13 秒内升降机作匀速运动。速度 $V_2 = V_1 = 5$ 米/秒, 经过的时间 $t_2 = (13 - 3)$ 秒 = 10 秒。升降机上升的高度为

$$s_2 = V_2 t_2 = 5 \times 10 = 50(\text{米}).$$

(3) 在 13~15 秒内升降机作匀减速运动。初速度 $V_3 = V_2 = 5$ 米/秒, 经过的时间 $t_3 = (15 - 13)$ 秒 = 2 秒, 末速度 $V_4 = 0$ 。加速度为

$$a_2 = \frac{V_4 - V_3}{t_3} = \frac{0 - 5}{2} = -2.5(\text{米/秒}^2).$$

加速度为负值表示升降机作减速运动, 在最后 2 秒内所上升的高度为

$$s_3 = V_3 t_3 + \frac{1}{2} a_2 t_3^2 = 5 \times 2 + \frac{1}{2} (-2.5) \times 2^2 \\ = 5(\text{米}).$$

$$\text{或} \quad s_3 = \bar{v}_3 t_3 = \frac{5 + 0}{2} \times 2 = 5(\text{米}).$$

(4) 矿井中升降机上升的总高度为

$$s = s_1 + s_2 + s_3 = 7.5 + 50 + 5 = 62.5(\text{米}).$$

上述两种解法所得的结果相同。读者可比较两种解法的特点。

【例 2】一辆轿车以 1.6 米/秒² 的加速度从静止开始启动。在轿车启动的同时, 一辆卡车以 20 米/秒的速度经过轿车, 匀速向前驶去, 试求: (1) 经过多少时间轿车赶上卡车? (2) 当轿车赶上卡车时, 轿车行驶了多少路程? 速度为

多少?

分析题意 本题是由静止开始作匀加速运动的轿车追赶匀速运动的卡车问题。

解 (1) 以卡车经过轿车的时刻和地点作为计算轿车的行驶时间和路程的起点。设轿车经过 t 秒的时间赶上卡车。因卡车是匀速直线运动, 故卡车所走的路程为

$$s_1 = V_1 t \quad (1)$$

轿车作初速度为零的匀加速直线运动, 故轿车所走的路程为

$$s_2 = \frac{1}{2} a t^2 \quad (2)$$

依题意要求, 经过多少时间轿车赶上卡车, 也就是轿车和卡车在相等的时间内走过相等的路程。即 $s_1 = s_2$ 。

由①式和②式得

$$V_1 t = \frac{1}{2} a t^2,$$

解上式得

$$t_1 = 0,$$

$$t_2 = 2 V_1 / a = 2 \times 20 / 1.6 = 25(\text{秒}).$$

第一个解, $t = 0$ 秒, 就是卡车在轿车起动时经过轿车。

第二个解, $t_2 = 25$ 秒, 就是轿车赶上卡车所用的时间。

(2) 轿车赶上卡车时所驶过的路程为

$$s_1 = s_2 = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 1.6 \times 25^2 = 500(\text{米}).$$

轿车赶上卡车时的速度为

$$V_2 = a t_2 = 1.6 \times 25 = 40(\text{米/秒}).$$

请读者考虑在轿车赶上卡车的过程中, 两车相距的最大

距离是多少？

【例3】用初速度 V_0 竖直上抛一个物体，试求：(1) 物体上升到最大高度所需的时间 t_1 ；(2) 物体上升的最大高度 H ；(3) 物体从最大高度落到原来上抛的起点所需的时间 t_2 ；(4) 物体落到原来位置时的速度 V_2 。

解 (1) 在物体上升阶段，物体作匀减速运动，其速度 V 和时间 t 的关系为

$$V = V_0 - gt。$$

当物体到达最大高度时： $V = 0$ ，故物体上升到最大高度时所需的时间 t_1 为

$$t_1 = \frac{V_0}{g}。$$

(2) 物体上升的最大高度为

$$H = V_0 t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2。$$

将 $t_1 = V_0/g$ 的值代入上式整理得

$$H = \frac{V_0^2}{2g}。$$

(3) 从最高点下落，物体作自由落体运动，路程和时间的关系为

$$s = \frac{1}{2} g t^2。$$

由最大高度回到原来位置时， $|s| = |H|$ ，所需时间为 t_2 ，即

$$H = \frac{1}{2} g t_2^2，$$

$$\therefore t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g}}。$$

将 $H = V_0^2 / 2g$ 的值代入上式, 得

$$t_2 = V_0 / g。$$

由上述可知, 物体上升到最大高度和由最大高度下落到原来位置所需时间是相等的。

(4) 物体落到原来位置时的速度 V_2 为

$$V_2 = gt_2。$$

将 $t_2 = V_0 / g$ 的值代入上式得

$$V_2 = V_0。$$

即物体下落到原来位置时的速度等于上抛时的初速度 V_0 。方向是竖直向下。

【例 4】如图 1-1-2 所示, 一个氢气球携带重物从地面由静止以加速度 a_1 竖直上升, 当气球上升到 H 高度时, 所带重物的绳子断了, 气球又以加速度 a_2 竖直上升, 求重物落到地面时, 气球距离地面有多高?

分析题意 本题的运动过程是: 气球和重物一起由静止开始以相同的加速度 a_1 作匀加速直线运动。当上升到 H 高度时, 重物脱离气球, 相对地面作竖直上抛运动, 并落回到地面。而气球以与重物相同的初速度向上作匀加速直线运动。

解 在 $O \sim A$ 是气球和重物一起由静止以加速度 a_1 作匀加速直线运动。设运动的时间为 t_1 , 到达 A 点的速度为 V_1 , 由运动学公式可得

$$H = \frac{1}{2} a_1 t_1^2,$$

$$V_1 = a_1 t_1。$$

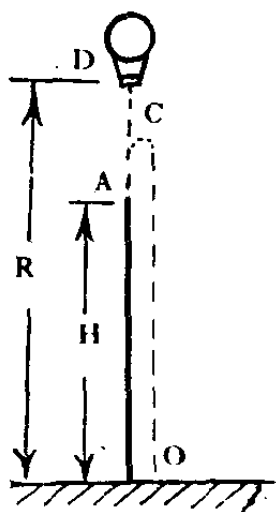


图 1-1-2

由以上两式可得

$$V_1 = \sqrt{2 a_1 H}.$$

由 A 点开始, 重物以初速度 V_1 作竖直上抛运动, 到达最高点 C 后, 由 C 点开始作自由落体运动, 回到地面 O 点。设重物的这段运动时间为 t_2 。由运动学公式可得

$$-H = V_1 t_2 - \frac{1}{2} g t_2^2,$$

将 $V_1 = \sqrt{2 a_1 H}$ 代入上式, 得

$$t_2 = \frac{1}{g} [\sqrt{2 a_1 H} \pm \sqrt{2 H(a_1 + g)}].$$

时间不能为负值, 所以取

$$t_2 = \frac{1}{g} [\sqrt{2 a_1 H} + \sqrt{2 H(a_1 + g)}].$$

或设重物到达最高点 C 所用时间为 t'_1 , 由 C 点回到地面 O 所用时间为 t'_2 。则

$$t_2 = t'_1 + t'_2.$$

由运动学公式可得

$$V_1 = g t'_1,$$

$$H + V_1 t'_1 - \frac{1}{2} g t'^2_1 = \frac{1}{2} g t'^2_2,$$

解以上两式, 并代入 V_1 的值可得

$$t'_1 = V_1 / g = \sqrt{2 a_1 H} / g,$$

$$t'_2 = \frac{1}{g} \sqrt{2 H(a_1 + g)},$$

$$\therefore t_2 = t'_1 + t'_2 = \frac{1}{g} [\sqrt{2 a_1 H} + \sqrt{2 H(a_1 + g)}].$$

由 A 点开始, 至重物达到地面时, 气球以初速度 V_1 及

加速度 a_2 作匀加速直线运动到达 D 点。设这段时间上升的高度为 h ，气球距离地面的高度为 R ，可得

$$R = h + H,$$

$$h = V_1 t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2,$$

将 $t_2 = \frac{1}{g} [\sqrt{2 a_1 H} + \sqrt{2 H(a_1 + g)}]$ 及 $V_1 = \sqrt{2 a_1 H}$ 代入上两式，解得

$$R = H \left[1 + \frac{1}{g^2} (2 a_1 g + 2 a_1 a_2 + a_2 g + 2 g \sqrt{a_1^2 + a_1 g} + 2 a_2 \sqrt{a_1^2 + a_1 g}) \right].$$

四、习题和题解

1. 人坐在行驶中的火车上，在车厢里观察周围物体，哪些是静止的，哪些是运动的？若人站在铁路旁来观察又将如何？

答：人坐在火车车厢里观察周围物体时，是以车厢为参照物，显然认为车厢是静止的，而铁路两旁的物体，如树木等是向火车运动的相反方向运动的。假若人站在铁路旁，是以地球为参照物，则路旁的物体，如树木、铁轨等是静止的，而火车是运动的。

2. 汽车下坡时，在第一秒内通过的路程是 3 米，第二秒内通过的路程是 5 米，第三秒内通过的路程是 9 米，试求前两秒和后两秒的平均速度。

已知 $t_1 = t_2 = t_3 = 1$ 秒，

$$s_1 = 3 \text{ 米}, \quad s_2 = 5 \text{ 米},$$

$$s_3 = 9 \text{ 米}.$$

求 $\bar{V}_{12} = ?$ $\bar{V}_{23} = ?$

解 根据 $\bar{V} = s/t$

前两秒的平均速度为

$$\bar{V}_{12} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{3 + 5}{1 + 1} = 4 \text{ (米/秒)}。$$

后两秒的平均速度为

$$\bar{V}_{23} = \frac{s_2 + s_3}{t_2 + t_3} = \frac{5 + 9}{1 + 1} = 7 \text{ (米/秒)}。$$

答：汽车前两秒和后两秒的平均速度分别为 4 米/秒 和 7 米/秒。

3. 一列火车在 35 分钟内行驶了 25 公里，它通过第一个 10 公里用了 18 分钟，通过第二个 10 公里用了 12 分钟，通过最后 5 公里用了 5 分钟，求此火车在各段路程及全路程中的平均速度。

已知 $t_1 = 18 \text{ 分钟} = 1.08 \times 10^3 \text{ 秒}$ ，

$t_2 = 12 \text{ 分钟} = 7.2 \times 10^2 \text{ 秒}$ ，

$t_3 = 5 \text{ 分钟} = 3.0 \times 10^2 \text{ 秒}$ ，

$s_1 = 10 \text{ 公里} = 10^4 \text{ 米}$ ，

$s_2 = 10 \text{ 公里} = 10^4 \text{ 米}$ ，

$s_3 = 5 \text{ 公里} = 5 \times 10^3 \text{ 米}$ 。

求 $\bar{V}_1 = ?$ $\bar{V}_2 = ?$ $\bar{V}_3 = ?$

$\bar{V} = ?$

解 根据平均速度的公式 $\bar{V} = s/t$

火车通过第一个 10 公里的平均速度为

$$\bar{V}_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{10^4}{1.08 \times 10^3} \approx 9.3 \text{ (米/秒)}，$$