

中学物理习题选解

ZHONGXUEWULIXITIXUANJIE

上册



内蒙古人民出版社

中学物理习题选解

上 册

王文亮 贺兴强
赵莉峰 李志云

· 内蒙古人民出版社

一九七九·呼和浩特

中学物理习题选解

上册

王文亮 贺兴强

赵莉峰 李志云

*

内蒙古人民出版社出版

内蒙古新华书店发行 凉城县印刷厂印刷

开本: 787×1092 $1/32$ 印张: 13 字数: 277千

1979年5月第一版 1979年10月第1次印刷

印数: 1—139,000册

统一书号: 7089·90 每册: 1.05元

致 读 者

③ 物理学是现代基础科学和技术科学的重要基础，中学物理主要学习机械运动、发声、发热、发光、电与磁，原子、原子核和基本粒子等物质运动规律及最基本的物理现象。

怎样才能学好物理？许多同志的实践证明，大量地进行习题演算练习，是学好物理必不可少的重要步骤和方法。只有通过大量的习题演算练习，才能把学过的物理定义、定律、公式、单位等有关知识融汇贯通，不断地加深理解、提高分析和解决问题的能力。

为了帮助社会知识青年自学，帮助在校学生复习，我们按照新教学大纲和1979年颁发的高考大纲的要求精神，以现行教材为主，并参考一些外国中学物理教材，编写了这本《物理习题选解》。

《选解》中每章都归纳和总结出解题的一般方法和注意问题，列举了常见的典型类型题、难题、综合题作了例题分析，把解放后历年高考题，和少量竞赛题作了选解，力求使读者学会分析问题的方法，掌握各种类型题的一般解法和多种解法。

为使读者加强基本训练，得到更多的练习机会，以及提供教学参考，本书广泛编集了习题，有些通过计算附有答案。因水平有限、时间仓促，错误难免，希望读者提出宝贵意见。

编 者

1979年3月于呼和浩特市

目 录

上 册

第一编 力学

第一章 直线运动·····	(1)
第二章 静力学·····	(47)
第三章 动力学·····	(95)
第四章 功和机械能·····	(175)
第五章 曲线运动·····	(228)
第六章 振动和波·····	(276)
第七章 流体力学·····	(303)

第二编 分子物理学和热学

第八章 分子运动论·····	(331)
第九章 热和功·····	(336)
第十章 物态变化·····	(338)
第十一章 热机·····	(375)
第十二章 气体的性质·····	(383)

第一编 力学

第一章 直线运动

一、解题时注意问题

1 . 根据题意确定参照物。物体作平动时，可以用质点代替物体来研究它的运动情形。

2 . 路程是标量，位移是矢量，它们是两个不同的物理量。在直线运动中路程和位移是一致的；在曲线运动中就不一致了。

3 . 加速度不是速度，也不是速度的变化，而是速度的变化率；速度不仅有大小的改变，而且方向也可以改变，所以加速度是个矢量。

4 . 解匀变速直线运动的习题时，关键是要确定物体的运动性质，掌握它的特征，加速度是一个恒量。分析好 a 与 V_0 的关系，确定 a 是正还是负。

5 . 自由落体运动必须同时满足两个条件：第一、初速度为零；第二、物体仅受重力作用。

6 . 在竖直上抛运动中，公式 $h = V_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ 里的 h ，是物体经过 t 秒的位移，而不是物体在 t 秒内通过的路程。

7 . 根据题意列出方程（有几个未知数就列几个方程），

建立方程组求解，这是解答运动学综合题的一种常用方法。

二、例题分析

例1 甲、乙两个骑自行车的人，相距100米，甲以20公里/小时的速度在前，乙以25公里/小时的速度在后向同一方向运动。问经多长时间乙正好追上甲？分别用计算和图象法求得。乙对甲的运动速度是多大？

解：计算法

根据题意，甲、乙两人，均做匀速直线运动。由于开始运动时甲、乙相距 $S_0 = 100$ 米，且甲、乙运动方向相同。当乙追上甲时，甲乙的运动时间 t 是相同的，而乙比甲要多行100米。故有

$$V_Z t = V_{甲} t + S_0$$

$$t = \frac{S_0}{V_Z - V_{甲}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0.1 \text{公里}}{25 \text{公里/小时} - 20 \text{公里/小时}} \\ &= 0.02 \text{小时} = 72 \text{秒} \end{aligned}$$

求得甲、乙二人经72秒相遇。

图象法

甲的运动方程： $S_{甲} = S_0 + V_{甲} t$

乙的运动方程： $S_Z = V_Z t$

在 S (米) — t (秒) 的坐标系中，分别作出： $S_{甲} = S_0 + V_{甲} t$ 与 $S_Z = V_Z t$ 的图线（直线），这两条直线的交点 P 的坐标 $t = 72$ 秒， $S = 500$ 米。如图1.1所示，72秒就是所求的时间。

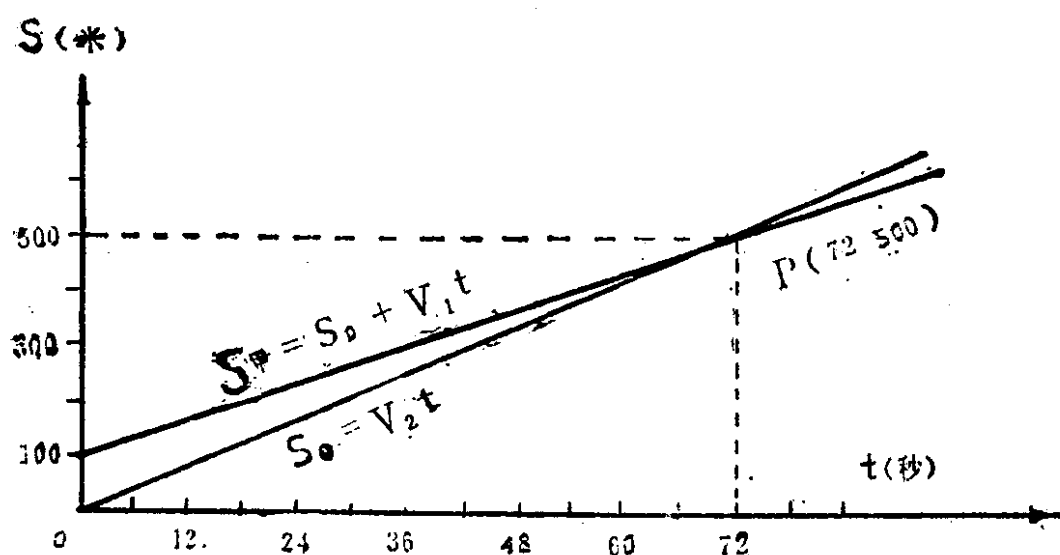


图 1.1

从上述结果可知，由图象法与算法都求得甲、乙两骑自行车的人经72秒钟相遇。

甲、乙二人的运动是属于在同一条直线上的两个匀速直线运动。求乙相对于甲的运动速度，就是求在同一条直线上的两个匀速直线运动的速度合成问题。

题中所给的 $V_{甲}$ 、 $V_{乙}$ 都是以地球为参照物的运动速度，也就是甲、乙分别相对于地球的运动速度。那么，问乙相对于甲的速度多大时，就是要以甲为参照物，求乙相对于甲的运动速度。若以 V 表示乙相对于甲的速度，则有

$$\begin{aligned} V &= V_{乙} - V_{甲} \\ &= 25 \text{ 公里/小时} - 20 \text{ 公里/小时} \\ &= 5 \text{ 公里/小时} \end{aligned}$$

求得乙相对于甲的运动速度为 5 公里/小时。

例2 河宽50米，水流速度是6米/分，现在要求船用10分钟的时间到达对岸码头，问船应以多大的速度划行？船头

应指向哪里？船头指的方向和水流方向应交成的角 θ 多大

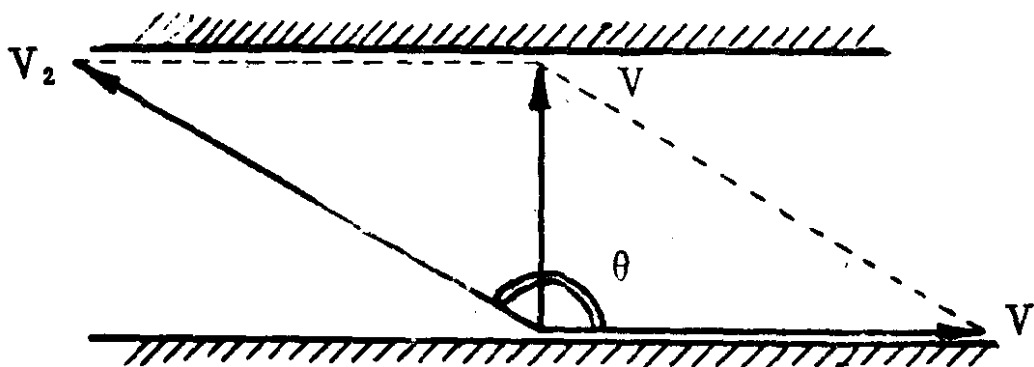


图 1.2

解：船在河中的运动是属于互成角度的两个匀速直线运动的合成问题，已知水流速度 V_1 就是水对岸的运动速度（以岸为参照物）方向与河岸平行。船用 $t=10$ 分钟划到正对岸的码头，在垂直于河岸的方向上通过的距离 S 为河的宽度50米，所以，船相对于河岸的运动速度为

$$V = \frac{S}{t} = \frac{50 \text{ 米}}{10 \text{ 分}} = 5 \text{ 米/分}$$

V 就是船相对于河水的运动速度与水流速度 V_1 的合速度。

若设船相对于河水的运动速度为 V_2 ， V_2 与 V_1 互成角度则 V 就是互成角度的、速度分别是 V_1 、 V_2 的两个匀速直线运动的合运动速度。

因为速度是矢量，可由平行四边形法则进行合成。而 V_2 是其中的一个分速度， V_2 就是以 V_1 为邻接边，以 V 为对角线的平行四边形的另一相邻边，如图（1.2）所示。又因为 V 垂直于河岸， V_1 是顺着河岸，所以 V 垂直于 V_1 。

因此, V_1 、 V_2 和 V 可组成直角三角形, V_2 为斜边。故有

$$\begin{aligned} V_2 &= \sqrt{V^2 + V_1^2} \\ &= \sqrt{5^2 + 6^2} \text{ (米/分)} \\ &= \sqrt{61} \text{ (米/分)} \approx 7.8 \text{ 米/分} \end{aligned}$$

图中 V_2 的指向就是船头的指向。

V_2 与 V_1 的夹角为 θ , 故有

$$\begin{aligned} \theta &= 90^\circ + \operatorname{arctg} \frac{6}{5} \\ &= 90^\circ + 50^\circ 12' = 140^\circ 12' \end{aligned}$$

求出船应以7.8米/分的速度划行, 船头的指向与河岸成 $140^\circ 12'$ 的夹角。

例3 火车从某站由静止开始匀加速行驶, 经5分钟速度达到72公里/小时, 此后匀速前进20分钟, 在离终点站2公里处开始匀减速行驶, 到达终点站刚好停止。求:

- ①匀加速运动的加速度及运动2分钟时的即时速度。
- ②匀减速运动的加速度及运动时间?
- ③两站相距多大的距离?
- ④作出火车运动的速度图线。

解: 根据题意可知, 火车的运动可分为三部分。开始为匀加速运动, 中间为匀速运动, 最后为匀减速运动。这三部分运动是相互衔接的。匀速运动的速度 V_1 正是匀加速运动的末速度, 即:

$$V_1 = 72 \text{ 公里/小时} = 20 \text{ 米/秒}$$

匀减速运动的初速度 V_2 也是匀速运动的速度 V_1 , 即:

$$V_2 = V_1 = 20 \text{ 米/秒}$$

这三部分运动可用相应的运动规律来处理。在解题时,

要注意把物理量的单位统一到同一单位制里再计算。此时计算可不带单位。

①求匀加速运动的加速度 a_1 与第2分钟末的即时速度 V'
根据匀加速运动的运动规律得

$$\begin{aligned} V_1 &= a_1 t_1 \\ a_1 &= \frac{V_1}{t_1} \\ &= \frac{20}{300} = \frac{1}{15} \text{ (米/秒}^2\text{)} \end{aligned}$$

那么, 运动2分钟末的即时速度为

$$V' = a_1 t_1' = \frac{1}{15} \times 120 = 8 \text{ (米/秒)}$$

得出火车做匀加速运动的加速度为 $\frac{1}{15}$ 米/秒, 第2分钟末的即时速度为8米/秒。

②求匀减速运动的加速度 a_3 及运动时间 t_3

由于火车到站时间刚好停止, 所以末速度 $V_{t_3} = 0$

根据匀减速运动的规律得

$$\begin{aligned} V_{t_3}^2 - V_1^2 &= 2 a_3 S_3 \\ a_3 &= \frac{0 - V_1^2}{2 S_3} = \frac{-400}{2 \times 2000} = -\frac{1}{10} \text{ (米/秒}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\text{又 } 0 = V_1 + a_3 t_3$$

$$\therefore t_3 = \frac{-V_1}{a_3} = \frac{-20}{-\frac{1}{10}} = 200 \text{ (秒)}$$

求得火车进站时作匀减速运动的加速度为 $-\frac{1}{10}$ 米/秒²。

负号表示加速度方向与运动速度方向相反。匀减速运动的时间为200秒。

③设火车全部运动的路程为 S

匀加速运动的路程为

$$S_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{15} \times (300)^2 = 3000 \text{ (米)}$$

匀速运动的路程为

$$S_2 = V_1 t_2 = 20 \times 1200 = 24000 \text{ (米)}$$

匀减速运动的路程为 $S_3 = 2000$ 米。

火车运动的全部路程为

$$\begin{aligned} S &= S_1 + S_2 + S_3 \\ &= 3000 + 24000 + 2000 = 29000 \text{ (米)} = 29 \text{ 公里} \end{aligned}$$

求得两站相距29公里。

④、作出全部运动过程的 $(V - t)$ 图象，

以 V (米/秒) 为纵坐标， t (秒) 为横坐标，作图

当 $0 \leq t \leq 300$ 秒时， $V = a_1 t = \frac{1}{15} t$ 米/秒

当 $300 \text{ 秒} < t \leq 1500$ 秒时， $V = 20$ 米/秒

当 $1500 \text{ 秒} < t \leq 1700$ 秒时， $V = 20 \text{ 米/秒} - \frac{1}{10} (t - 1500)$

米/秒

如图1.3所示，即为所求作的 $V - t$ 图线。

利用所作的 $V - t$ 图象曲线下包围的面积，即 $OABC$ 梯形的面积，可计算出火车通过的全部路程。

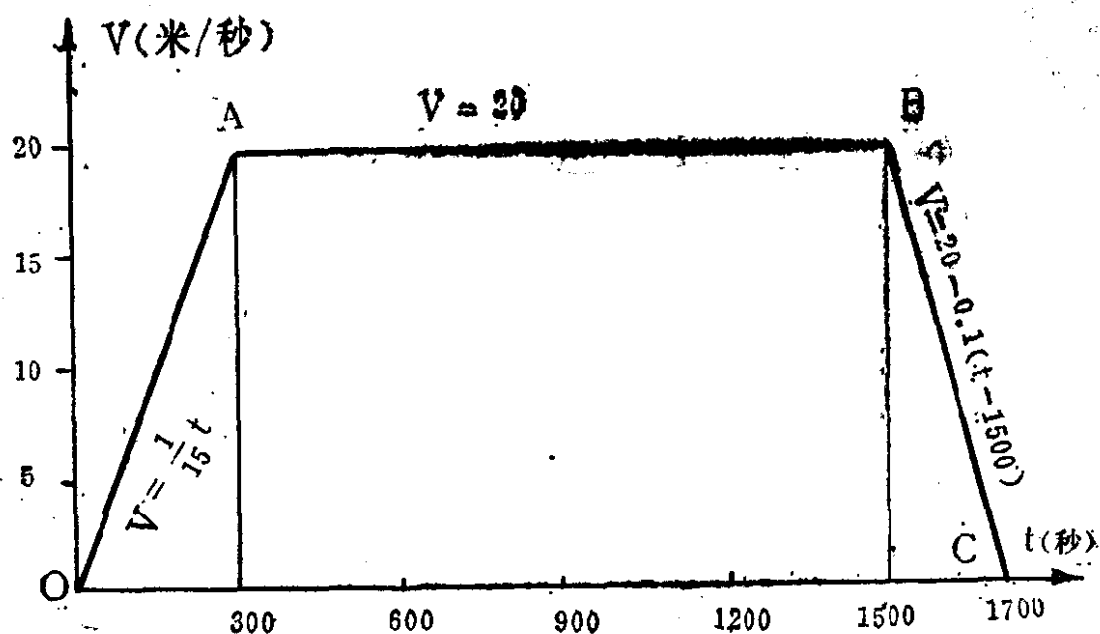


图 1.3

例 4 子弹击中墙壁前的速度为800米/秒，射入后，在墙壁中穿行20厘米，若子弹在墙内的运动为匀减速运动。求它的加速度及运动时间？

解：由题意可知子弹在墙内做匀减速运动，子弹初速度 $V_0 = 800$ 米/秒，子弹的末速度 $V_t = 0$ ，解此题可用两种方法。

(i) 子弹做匀减速运动的平均速度为

$$\bar{V} = \frac{V_t + V_0}{2} = \frac{V_0}{2} = \frac{800}{2} = 400 \text{ (米/秒)}$$

$$S = \bar{V} t$$

$$\therefore t = \frac{S}{\bar{V}} = \frac{0.2}{400} = 0.0005 \text{ 秒}$$

$$\text{又} \because V_t = V_0 + at$$

$$0 = V_0 + at$$

$$\therefore a = \frac{-V_0}{t} = -\frac{800}{0.0005} = -16 \times 10^5 \text{ (米/秒}^2\text{)}$$

(ii)

$$\therefore V_t^2 = V_0^2 + 2aS$$

$$\therefore a = \frac{0 - V_0^2}{2S} = -\frac{800^2}{2 \times 0.2} = -16 \times 10^5 \text{ (米/秒}^2\text{)}$$

$$\therefore V_t = V_0 + at$$

$$0 = V_0 + at$$

$$\therefore t = -\frac{V_0}{a} = \frac{800}{16 \times 10^5} = 0.0005 \text{ (秒)}$$

用两种方法都求得子弹在墙壁中穿行时间是0.0005秒，子弹匀减速运动的加速度为 -16×10^5 米/秒²，负号表示加速度方向与运动方向相反。

例5 甲、乙两汽车，同时由同一地点、向同一方向行驶。甲以20米/秒的初速度，以 -0.2 米/秒²的加速度匀减速前进，乙由静止开始以 0.3 米/秒²的加速度匀加速前进。求：

①乙追上甲用了多长时间？

②甲、乙两汽车相遇时，离出发点有多远？甲、乙各自的即时速度多大？

③乙在追上甲之前什么时间两汽车相距最远？并求出相距最远的距离？

解：分析题意可知，这两辆汽车是属于在同一条直线上的两个做不同的变速运动物体的追踪问题。甲为匀减速运动，乙为初速度为零的匀加速运动。

①求乙追上甲所需的时间 t ？

由于甲、乙两车同时、同地、同向运动，所以相遇时，

甲、乙两辆汽车运动的路程相同，即

$$S_{\text{甲}} = S_{\text{乙}}$$

又运动时间也都是 t ，则

$$S_{\text{甲}} = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a_{\text{甲}} t^2$$

$$S_{\text{乙}} = \frac{1}{2} a_{\text{乙}} t^2$$

$$\therefore V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a_{\text{甲}} t^2 = \frac{1}{2} a_{\text{乙}} t^2$$

$$t = \frac{2V_0}{a_{\text{乙}} - a_{\text{甲}}} = \frac{2 \times 20}{0.3 + 0.2} = \frac{40}{0.5} = 80 \text{ (秒)}$$

求得乙用80秒就可追上甲

②求相遇时距离出发点的距离 S 及此时甲、乙两汽车所具有的即时速度 $V_{\text{甲}}$ 、 $V_{\text{乙}}$ 。

由上面分析得出，甲、乙两汽车相遇时，距出发点的距离相等，所以 $S = S_{\text{甲}} = S_{\text{乙}}$ ，求 S 时，用甲汽车的运动规律可求得，用乙汽车的运动规律也可求得。在此我们选用乙汽车的运动路程来求：

$$\begin{aligned} S_{\text{乙}} &= \frac{1}{2} a_{\text{乙}} t^2 = \frac{1}{2} \times 0.3 \times (80)^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 0.3 \times 6400 \\ &= 960 \text{ (米)} \end{aligned}$$

甲的即时速度为

$$V_{\text{甲}} = V_0 + a_{\text{甲}} t = 20 - 0.2 \times 80 = 4 \text{ (米/秒)}$$

乙的即时速度为

$$V_{\text{乙}} = a_{\text{乙}} t = 0.3 \times 80 = 24 \text{ (米/秒)}$$

求得甲、乙两汽车相遇时离出发点的距离是960米，此

时甲汽车的即时速度为4米/秒,乙汽车的即时速度为24米/秒。

③求乙追上甲之前什么时间甲、乙两汽车相距最远?
求出这个相距最远的距离?

在相遇前任何时刻甲、乙相距为

$$S_{\text{甲}} - S_{\text{乙}} = V_0 t + \frac{1}{2} a_{\text{甲}} t^2 - \frac{1}{2} a_{\text{乙}} t^2$$

当 $S_{\text{甲}} - S_{\text{乙}}$ 最大时, $S_{\text{甲}} - S_{\text{乙}}$ 随时间的变化率为零,求时间 t ?这是一个求极值的问题。

用微分法求:

$$\frac{dS(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{d(S_{\text{甲}} - S_{\text{乙}})}{dt} = \frac{d(V_0 t + \frac{1}{2} a_{\text{甲}} t^2 - \frac{1}{2} a_{\text{乙}} t^2)}{dt} = 0$$

由上式可得

$$V_0 + a_{\text{甲}} t - a_{\text{乙}} t = 0$$

$$\therefore t = -\frac{V_0}{a_{\text{甲}} - a_{\text{乙}}} = \frac{20}{0.2 + 0.3} = 40(\text{秒})$$

把 $t=40$ 秒代入 $S_{\text{甲}} - S_{\text{乙}}$ 的表达式中得

$$\begin{aligned} S_{\text{甲}} - S_{\text{乙}} &= V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a_{\text{甲}} t^2 - \frac{1}{2} a_{\text{乙}} t^2 \\ &= 20 \times 40 + \frac{1}{2} (-0.2 - 0.3) \times 1600 = 400(\text{米}) \end{aligned}$$

求得由出发点开始运动40秒时,甲、乙两汽车相距最远,此时甲、乙两汽车相距400米。

例6 小球以50米/秒的速度竖直上抛,如果空气阻力不变。求:

①小球上升2秒时的高度及即时速度?

②小球上升的最大高度及从开始运动到落回原地时运动的时间？

③小球落地时的速度大小和方向？（ $g=10\text{米/秒}^2$ ）

解：①小球以 $V_0=50\text{米/秒}$ 的初速度上抛，运动 $t=2$ 秒时上升的高度（位移）为 h

根据竖直上抛的位移公式得

$$\begin{aligned}h &= V_0 \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \\&= 50 \times 2 - \frac{1}{2} \times 10 \times 4 \\&= 100 - 20 = 80\text{米}\end{aligned}$$

2秒末的即时速度为

$$\begin{aligned}V_t &= V_0 - gt \\&= 50 - 20 = 30\text{（米/秒）}\end{aligned}$$

求得小球上抛2秒时的高度为80米，2秒末的即时速度为30米/秒。

②小球上升到最大高度 h_m 时，即时速度为

$$\begin{aligned}V_1 &= 0 \\V_1 &= V_0 - gt_1 = 0\end{aligned}$$

上升到最大高度所用的时间为

$$t_1 = \frac{V_0}{g}$$

$$\begin{aligned}\text{则 } h_m &= V_0 t_1 - \frac{1}{2}gt_1^2 \\&= \frac{V_0^2}{2g} \\&= \frac{(50)^2}{2 \times 10} = 125\text{（米）}\end{aligned}$$