

北京市海淀区重点中学特级高级教师编写

海淀题链

Haidian tilian

解题思维能力发散训练

高一物理

主编 / 邓均 蒋大风



CSJ
东师教辅

东北师范大学出版社

京市海淀区重点中学特级高级教师编写

海淀题链

Haidian tilian

解题思维能力发散训练



高一物理

主编 / 邓均 蒋大风

东北师范大学出版社·长春

图书在版编目 (CIP) 数据

海淀题链——解题思维能力发散训练. 高一物理/邓 均
蒋大风主编. —长春: 东北师范大学出版社, 2001.6

ISBN 7 - 5602 - 2779 - 1

I. 海… II. ①邓…②蒋… III. 物理课—高中—解题
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 24238 号

出版人: 贾国祥
 责任编辑: 谢冰玉 封面设计: 李金锋
 责任校对: 孙晶莹 责任印制: 张文霞

东北师范大学出版社出版发行
长春市人民大街 138 号 (130024)
销售热线: 0431—5695744 5688470

传真: 0431—5695734

网址: <http://www.nnup.com>

电子信件: sdcbbs@mail.jl.cn

东北师范大学出版社激光照排中心制版

沈阳新华印刷厂印刷

沈阳市铁西区建设中路 30 号 (110021)

2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月第 1 次印刷

开本: 880 mm×1230 mm 1/32 印张: 13.5 字数: 488 千

印数: 00 001 — 10 000 册

定价: 14.80 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 可直接与承印厂联系调换

在题的链接中寻求一种解题的大智慧

《海淀题链——解题思维能力发散训练》前言

《海淀题链——解题思维能力发散训练》丛书是以发散思维为主线而编写的一套重在揭示初高中数学、物理、化学等学科内在联系和规律的新书，目的在于通过对原型题及其变型题之间的无穷变化的解剖和训练，使得中学生能够掌握一种用联系的眼光去看待一个个看似孤单零散的题，从而学会用一种凌厉的思维去击穿每一个无从下手的难题，学会用灵活多变的方法优化解决每一个问题的方式。

一些高水平的教师在课堂教学过程中经常使用的有效方法是：充分利用发散思维，探索数、理、化学科内部规律的相互关联，在两个和两个以上的题目之间，寻求其中的内在的变化和发展，挖掘其间隐藏着看不见的联系和规律。同时，这更是一些尖子生接受速度快、解题能力强的核心因素。实际上，这种做法的关键就在于把一个个看上去相对封闭的题目放到一个相对宽泛的视野中，目的在于寻求一种解题的质量，寻求一种在掌握学科内在规律之上的解题大智慧，从而摒弃了那种见题就解，就题论题，全然不顾题目之间的相互联系和变化的机械式做法。教学效果自然漂亮，学生的学习水平和解题能力也得到了大幅度的提高。

所谓“条条大路通罗马”，是说通往罗马的道路是完全不同的。但如果你只知道一条路，你又如何知道你走的这条路就是最佳的路径呢？所谓“知己知彼，百战不殆”，是在告诉你常胜将军的秘诀是：不仅仅要了解你自己，更要了解你的对手。对于学习数、理、化而言，如果你不了解它，你又如何能“百战不殆”呢？从这一点来说，《海淀题链——解题思维能力发散训练》丛书不仅仅能够帮助你快速提高自己的学习水平，更多地掌握解题技巧和方法，更重要的是能够真正提高你自己的素质和能力，也就是说《海淀题链——解题思维能力发散训练》丛书中所蕴涵着的思维可以使你受益一生，因为那是一种大智慧！

创造能力的形成有两个必要条件：一是扎实的基础；二是创造性思维。其中创造性思维的一个核心思维就是发散思维。

发散思维是一种以某一问题为发散源，从横向和纵向多方位地进行辐射状态的积极思考和联想，广泛地搜集与发散源有关的知识和方法，从而使问题得以解决、升华的思维方式。发散思维是一种不依赖常规寻找变异的思维，它具有三个互相联系的特征，即流畅性、变通性和独特性。

流畅性是指思维畅通，一个表面看似一般但内涵十分丰富的问题，一个可以发展的问题，只要深入地思考就能将其向纵深拓展得到更多、更巧妙的结果，得到新的发现，即达到一题多变的效果。

变通性是指思维灵活多变，从不同的角度去探索、开拓思路，打破消极思维定势的束缚，不拘泥于已有的范例和模式，使一题多解。

独特性是指思维超乎寻常，标新立异，对于一些构思巧妙、条件隐蔽的问题，在熟练掌握常规思维方法的同时，探索一些不同寻常的非常规解法，使解题过程简捷、明了。以数学为例，如“数形结合法”、“赋值法”、“代换法”、“构造法”等。

为了培养学生的发散思维能力和创新能力，我们组织了一批具有丰富教学经验和创新精神，具有较高编写水平的老师编写了这套《海淀题链——解题思维能力发散训练》丛书。丛书以国家初中、高中（数学、

物理、化学)新教学大纲的教学必修章节、篇目为依据,具体地说以数学、物理、化学教学大纲规定的知识点为统辖,选择了能够代表数、理、化学科知识网络中重要的知识点作为例题,以[核心知识大盘点]、[典型例题大剖析]、[巩固练习大提高]、[参考答案大揭底]四大栏目构筑丛书编写体例,指导学生通过纵横发散思维深入探索数、理、化概念的内涵和外延,认识不同概念、定理、定律的发展与联系;学会运用数、理、化公式、概念、定理、定律,用不同的观点、方法归纳出解决问题的一般途径、方法及技巧。

希望同学们通过阅读这套丛书,学会用新角度、新观点、多层次地思考问题,从而达到掌握知识、创新知识、提高能力的目的。

参加本书编写的有:于静、邓均、邓兰萍、王建民、王晓萍、王爱莲、付仑、田玉凤、卢青青、乐进军、刘鸿、刘天华、刘汉昭、刘志诚、刘建业、刘桂兰、刘宏军、刘爱军、刘树桐、刘继群、刘淑贤、闫达伟、闫梦醒、朱志勇、朱万森、孙家麟、李里、李公月、李若松、李新黔、何小泊、吴琼、吴建兵、张立雄、张兆然、张宝云、张绍田、张振来、张淑芬、陆剑鸣、陈恒华、陈继蟾、金仲鸣、庞长海、庞炳北、姜杉、姚桂珠、赵汝兴、赵茹芳、柯育璧、高书贤、贾秋荣、徐淑琴、黄万端、韩乐琴、蒋大风、蒋金利、程秋安、谭翠江、管建新、樊福、霍永生、魏新华。

由于时间仓促,书中难免有一些差错和不足之处,望读者朋友不吝赐教。

编者

2001年6月于北京

《海淀题链——解题思维能力发散训练》

编委会

- | | |
|-----|------------------|
| 邓 均 | 北京大学附属中学高级教师 |
| 王建民 | 中国科技大学附属中学特级教师 |
| 付 仑 | 北京市八一中学高级教师 |
| 刘 鸿 | 北京航空航天大学附属中学高级教师 |
| 刘建业 | 北京大学附属中学高级教师 |
| 闫梦醒 | 清华大学附属中学高级教师 |
| 李 里 | 北京市 101 中学高级教师 |
| 吴 琼 | 北京市海淀区教师进修学校高级教师 |
| 何小泊 | 中国科技大学附属中学高级教师 |
| 张绍田 | 北京大学附属中学高级教师 |
| 张淑芬 | 北京市海淀区教师进修学校高级教师 |
| 陆剑鸣 | 北京大学附属中学高级教师 |
| 金仲鸣 | 北京大学附属中学特级教师 |
| 庞长海 | 中国人民大学附属中学高级教师 |
| 赵汝兴 | 北京市兴华中学特级教师 |
| 柯育璧 | 北京十一学校特级教师 |
| 蒋大风 | 北京大学附属中学高级教师 |
| 韩乐琴 | 北京师范大学附属实验中学高级教师 |
| 樊 福 | 北京市 101 中学高级教师 |
| 霍永生 | 北京理工大学附属中学高级教师 |

目 录

第一章	物体的运动	1
第二章	牛顿运动定律与直线运动	54
第三章	牛顿运动定律与曲线运动	141
第四章	功和能 能量	196
第五章	机械振动和机械波	318
第六章	分子动理论 热和功 气体的性质	353

第一章 物体的运动

核心知识大盘点 ● ● ●

1. 机械运动

(1) 机械运动的概念

一个物体相对于另一个物体的位置改变叫做机械运动。

(2) 参考系

描述一个物体运动时,选来作为标准的另外的物体叫做参考系。

自然界中一切物体都是在运动的,但同一个物体相对不同的参考系的运动情况是不相同的。因此对物体运动的描述跟参考系的选择有关。

研究地面上物体的运动,通常选取地面或相对地面静止(或做匀速直线运动)的物体作为参考系。

2. 质 点

用来代替物体的有质量的点叫做质点。

将物体简化为质点的条件:物体的大小和形状在所研究的问题中可以忽略时,可将物体看做一个质点。

质点是力学中的一个科学抽象的概念,是一个理想化的物理模型。

3. 位移和路程

运动质点所通过的路径的长度叫做路程,它是标量。

运动质点由初始位置到终了位置的有向线段叫做质点的位移。位移是表示物体位置改变的物理量,它是矢量。位移的大小跟质点的路径无关,只跟始、末位置有关。

运动质点通过的路线,叫做质点运动的轨迹。

质点运动的轨迹是直线的运动叫做直线运动,若是曲线,叫做曲线运动。

4. 时间与时刻

时刻表示某一瞬时,在表示时间的数轴上,时刻用点来表示. 时间是量度两个不同时刻之间间隔长短的物理量,它在时间的数轴上用线段来表示.

5. 速度、平均速度、瞬时速度及速率

(1) 速度

在匀速直线运动中,位移 s 跟发生这段位移所用时间 t 的比值,叫做匀速直线运动的速度. 速度是表示物体运动快慢和方向的物理量. 速度公式: $v = \frac{s}{t}$.

(2) 平均速度

在变速直线运动中,物体的位移 s 跟发生这段位移所用的时间 t 的比值,叫做物体在时间 t 内的平均速度. 公式: $\bar{v} = \frac{s}{t}$.

(3) 瞬时速度

运动质点在某一时刻或经过某一位置的速度,叫做瞬时速度.

(4) 速率

瞬时速度的大小叫做瞬时速率,简称速率.

6. 加速度

(1) 匀变速直线运动

在一条直线上运动的物体,如果在相等的时间里速度的变化相等,这种物体的运动就叫做匀变速直线运动.

(2) 加速度

在匀变速直线运动中,速度的变化 Δv 跟发生这段变化所用的时间 Δt 的比值,叫做匀变速直线运动的加速度. 定义公式: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 或 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$.

加速度是矢量,它是表示物体速度变化快慢的物理量.

7. 匀变速直线运动的规律

(1) 速度公式: $v_t = v_0 + at$

(2) 位移公式: $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

(3) 速度-位移公式: $v_t^2 - v_0^2 = 2as$

(4) 平均速度: $\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)$

8. 自由落体运动

物体只在重力作用下从静止开始竖直下落的运动,叫做自由落体运动.

自由落体的加速度: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

自由落体运动的性质:初速度为零的匀加速直线运动.

9. 曲线运动

物体做曲线运动的条件:物体受到的合外力方向跟物体速度方向不在同一条直线上.物体做曲线运动,在某一点的瞬时速度的方向是通过这一点的曲线的切线方向.

10. 运动的合成和分解

已知分运动求合运动,叫做运动的合成.已知合运动求分运动,叫做运动的分解.位移 s , 速度 v 和加速度 a 的合成与分解都遵守平行四边形定则.

11. 平抛运动

(1)物体以一定初速度沿水平方向抛出,只在重力作用下,做曲线运动,这种运动叫做平抛运动.

(2)平抛运动分解为两个分运动:水平方向分运动是以初速度为 v_0 的匀速直线运动,竖直方向分运动是自由落体运动.

(3)平抛运动的速度

水平分速度: $v_x = v_0$

竖直分速度: $v_y = gt$

合速度大小: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$

合速度方向与水平方向夹角: $\tan\theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$

(4)平抛运动的位移

水平分位移: $s_x = v_0 t$

竖直分位移: $s_y = \frac{1}{2} g t^2$

合位移大小: $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} = \sqrt{v_0^2 t^2 + \frac{1}{4} g^2 t^4}$

合位移方向与水平方向夹角: $\tan\alpha = \frac{s_y}{s_x} = \frac{gt}{2v_0}$

(5)平抛物体在空中飞行的时间,是由抛出点的高度决定的,即 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

(6)平抛物体落地点与抛出点间的水平距离,叫做平抛运动的水平射程,其大小为 $s_x = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

12. 匀速圆周运动

质点做圆周运动时,在任意相等的时间内,通过的弧长相等,这种运动叫做匀速圆周运动.

(1)线速度

在匀速圆周运动中,质点通过的弧长 s 跟通过这段弧长所用的时间 t 的比值,

叫做匀速圆周运动的线速度. 公式: $v = \frac{s}{t}$. 线速度的方向, 总是沿着圆周上各点的切线方向.

质点做匀速圆周运动时, 速度大小不变, 但速度方向是时刻在改变的.

(2) 角速度

在匀速圆周运动中, 半径转过的角度 $\Delta\theta$ 跟所用的时间 Δt 的比值, 叫做匀速圆周运动的角速度. 公式: $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$.

(3) 周期

做匀速圆周运动的物体运动一周所用的时间叫做周期. 周期的倒数叫做频率.

(4) 线速度、角速度、周期之间的关系

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \quad v = r \cdot \omega.$$

典型例题大剖析 ● ● ●

例 1 一个质点从静止开始做匀加速直线运动, 已知它在第 4 s 内的位移是 14 m, 求它前进 72 m 所用的时间.

[通法◇通解]

质点在第 4 s 内的位移, 就是它在前 4 s 内位移 s_4 和前 3 s 内位移 s_3 之差, 即

$$s_N = s_4 - s_3$$

根据匀变速直线运动位移公式, 因为初速度为零, 所以 $s = \frac{1}{2}at^2$, 则有

$$s_N = s_4 - s_3 = \frac{1}{2}a \times 4^2 - \frac{1}{2}a \times 3^2 = 14 \text{ m}$$

解得质点运动的加速度为 $a = 4 \text{ m/s}^2$

质点前进 72 m 所用的时间, 由公式 $s = \frac{1}{2}at^2$ 得

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 72}{4}} \text{ s} = 6 \text{ s}.$$

点评 解答本题关键是正确理解“质点在第 4 s 内的位移是 14 m”. 注意区别: “第 4 s 内的位移”和“4 s 内的位移”. 这两段时间长短不同, 第 4 s 内的位移是指前 4 s 内与前 3 s 内的位移差, 它是指质点由第 4 s 初到第 4 s 末这 1 s 内的位移. 4 s 内的位移, 是指质点在前 4 s 时间内的位移.

[巧思◇巧解]

应用初速度为零的匀加速直线运动的特点和比例关系求解.

根据初速度为零的匀加速直线运动的特点: 质点在第 1 s 内、第 2 s 内、第 3 s 内……第 n s 内的位移之比为 $s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1)$, 则有

$$s_1 : s_N = 1 : 7$$

$$\text{所以 } s_1 = \frac{1}{7} s_N = \frac{1}{7} \times 14 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

根据初速度为零的匀加速直线运动的位移公式 $s = \frac{1}{2} at^2$, 则有 $\frac{s_i}{s_1} = \frac{t^2}{1^2}$

$$\text{所以 } t^2 = \frac{s_i}{s_1} = \frac{72}{2} = 36$$

$$\text{则有 } t = 6 \text{ s.}$$

点评 解题方法得当, 能起到事半功倍的效果.

[变换与引申]

变换设问方法

变题 1 物体做初速度为零的匀加速直线运动, 经过时间 t 位移为 s . 如果把 s 分成四等份, 则物体在第二等份内的平均速度为多少?

解答: 设第一等份、第二等份、第三等份、第四等份所用的时间分别为 t_1, t_2, t_3, t_4 . 根据初速度为零的匀加速直线运动的特点, 则有

$$t_1 : t_2 : t_3 : t_4 = 1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : (\sqrt{4} - \sqrt{3})$$

$$\text{又因 } t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = t$$

$$\text{解得 } t_2 = \frac{\sqrt{2} - 1}{2} t$$

$$\text{第二等份内的位移根据题意为 } s_2 = \frac{1}{4} s$$

根据平均速度定义, 则有

$$\bar{v}_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{\frac{s}{4}}{\frac{(\sqrt{2} - 1)t}{2}} = \frac{(\sqrt{2} + 1)s}{2t}$$

变题 2 做自由落体运动的物体, 第 1 s 内位移多大? 在哪 1 s 内物体的位移正好是第 1 s 内位移的 6 倍?

解答: 根据自由落体运动位移公式 $s = \frac{1}{2} gt^2$, 则物体第 1 s 内的位移大小为

$$s_1 = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 1^2 \text{ m} = 4.9 \text{ m}$$

设物体在 n s 到 $(n+1)$ s 这 1 s 内的位移是第 1 s 内位移的 6 倍.

n s 到 $(n+1)$ s 内的位移等于 $(n+1)$ s 内位移和 n s 内位移的差, 即

$$\Delta s = \frac{1}{2} g (n+1)^2 - \frac{1}{2} gn^2$$

根据题设条件则有 $\Delta s = \frac{1}{2} g (n+1)^2 - \frac{1}{2} gn^2 = 6s_1$

$$\text{即 } \frac{1}{2} g (2n+1) = 6 \times 4.9$$

解得 $n=2.5$ s

即物体在 2.5 s 到 3.5 s 这 1 s 内的位移是第 1 s 内位移的 6 倍.

变换题设物理情景

变题 3 一个质点由静止开始沿光滑的斜面滑下,连续通过三段距离 s_1 、 s_2 、 s_3 ,如图 1-1 所示,所用时间之比为 1:2:3,则 $s_1:s_2:s_3=$ _____.

解答:设通过 s_1 、 s_2 、 s_3 三段距离所用的时间分别为 t_1 、 t_2 、 t_3 . 根据题设条件则有

$$t_1:t_2:t_3=1:2:3$$

解得 $t_2=2t_1$, $t_3=3t_1$

根据初速度为零的匀加速直线运动位移公式 $s=\frac{1}{2}at^2$, 则有

$$s_1=\frac{1}{2}at_1^2$$

$$s_2=\frac{1}{2}a(3t_1)^2-\frac{1}{2}at_1^2=8\left(\frac{1}{2}at_1^2\right)$$

$$s_3=\frac{1}{2}a(6t_1)^2-\frac{1}{2}a(3t_1)^2=27\left(\frac{1}{2}at_1^2\right)$$

则有 $s_1:s_2:s_3=1:8:27$.

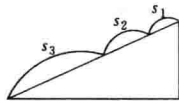


图 1-1

点评 熟练掌握运动学公式,深刻理解匀变速直线运动的特点是解答运动学题目的基础.

例 2 如图 1-2 所示,质点做匀加速直线运动,先后经过 A、B、C 三点. 从 A 点运动到 B 点,跟从 B 点运动到 C 点所用的时间相等,都等于 1 s. 又测得 A、B 间距离为 1.6 m, B、C 间距离为 3.6 m. 求质点的加速度和它经过 A、B、C 各点的瞬时速度.

[通法通解]

一般解法是应用匀变速直线运动的位移公式和速度公式求解.

根据位移公式, A、B 和 B、C 间距离分别为

$$s_{AB}=v_A \times 1 + \frac{1}{2}a \times 1^2 = 1.6 \quad ①$$

$$s_{BC}=v_B \times 1 + \frac{1}{2}a \times 1^2 = 3.6 \quad ②$$

根据速度公式有

$$v_B=v_A+a \times 1 \quad ③$$

$$v_C=v_A+a \times 2 \quad ④$$

由①②③④联立解得

$$a=2 \text{ m/s}^2, v_A=0.6 \text{ m/s}, v_B=2.6 \text{ m/s},$$

$$v_C=4.6 \text{ m/s}.$$

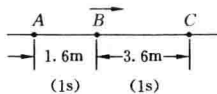


图 1-2

点评 根据题中所叙述的物体运动过程中的时间与空间关系,灵活应用匀变速直线运动有关公式求解.

[巧思 ◇ 巧解]

方法一:应用匀变速直线运动中,相邻的相等时间间隔 T 内位移差 Δs 相同,均等于 aT^2 ,求质点运动的加速度,则有

$$a = \frac{\Delta s}{T^2} = \frac{3.6 - 1.6}{1^2} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$$

根据匀变速直线运动特点,在一段时间 t 内的平均速度 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 等于这段时间中间时刻 $\frac{t}{2}$ 的瞬时速度,所以 B 点瞬时速度为

$$v_B = \frac{s_{AC}}{t} = \frac{3.6 + 1.6}{2} \text{ m/s} = 2.6 \text{ m/s}$$

根据匀变速直线运动速度公式 $v_t = v_0 + at$,则有 $v_B = v_A + a \times 1$

解得 $v_A = v_B - a \times 1 = 2.6 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s} = 0.6 \text{ m/s}$

$$v_C = v_B + a \times 1 = 2.6 \text{ m/s} + 2 \text{ m/s} = 4.6 \text{ m/s}.$$

方法二:应用 $v-t$ 图像求解.

质点运动的速度图像,如图 1-3 所示.

质点在第 1 s 内位移,即 A 、 B 间距离由图像中几何关系可知,应为

$$s_{AB} = \frac{1}{2} (v_A + v_B) \times t$$

$$\text{即 } 1.6 \text{ m} = \frac{1}{2} (v_A + v_B) \times 1$$

质点在第 2 s 内位移,即 A 、 C 间距离应为

$$s_{AC} = \frac{1}{2} (v_A + v_C) \times t = v_B \cdot t$$

$$\text{即 } 3.6 + 1.6 = v_B \times 2$$

$$3.6 + 1.6 = \frac{1}{2} (v_A + v_C) \times 2$$

由①②③联立求得

$$v_A = 0.6 \text{ m/s}, v_B = 2.6 \text{ m/s}, v_C = 4.6 \text{ m/s}$$

根据加速度定义 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$,质点加速度为

$$a = \frac{v_B - v_A}{t} = \frac{2.6 - 0.6}{1} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2.$$

点评 运动学习题,往往能一题多解. 解题时要多想,培养发散思维能力.

[变换 ◇ 引申]

变换题型

变题 1 一质点做匀加速直线运动. 通过 A 点时速度为 v_A , 经过时间 t 通过 B 点, 速度为 v_B , 又经过相同时间 t , 通过 C 点, 其速度为 v_C , 则以下关系式正确的是 ().

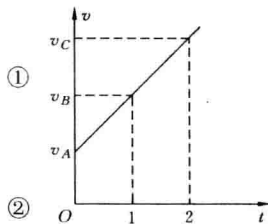


图 1-3

$$A. v_B = \frac{v_A + v_C}{2} \quad B. v_B = \frac{AB + BC}{2t} \quad C. a = \frac{v_C - v_A}{2t} \quad D. a = \frac{BC - AB}{t^2}$$

解答:(1)根据匀变速直线运动的特点,质点在一段时间 t 内的平均速度 \bar{v} 等于这段时间的中间时刻的瞬时速度 $v_{\frac{t}{2}}$,所以质点通过 B 点的瞬时速度 v_B 应等于质点由 A 点到 C 点的平均速度,即 $v_B = \bar{v}_{AC}$ ①

根据平均速度定义和匀变速直线运动平均速度公式 $\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)$ 可知

$$\bar{v}_{AC} = \frac{1}{2}(v_A + v_C) = \frac{AB + BC}{2t} \quad ②$$

由①②得 $v_B = \frac{v_A + v_C}{2} = \frac{AB + BC}{2t}$

(2)根据加速度定义式 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$,质点运动的加速度应为

$$a = \frac{v_B - v_A}{t} \text{ 或 } a = \frac{v_C - v_B}{t} \text{ 或 } a = \frac{v_C - v_A}{2t}$$

根据匀变速直线运动的特点,相邻的相等时间间隔 t 内位移差相等,即 $\Delta s = at^2$,由此可知质点的加速度为 $a = \frac{\Delta s}{t^2} = \frac{BC - AB}{t^2}$

综上所述,本题四个选项均正确,答案应为 A、B、C、D.

变题 2 一个物体做匀加速直线运动,某一段时间 Δt 内位移为 s_1 ,紧接着相同时间 Δt 内的位移为 s_2 ,则物体运动的加速度大小 $a = \underline{\hspace{2cm}}$,第一段 Δt 时间初开始时物体的速度 $v_0 = \underline{\hspace{2cm}}$.

解答:(1)根据匀变速直线运动的特点,物体在相邻的相等时间间隔 t 内位移差相等,即 $\Delta s = at^2$. 由此可知,物体运动的加速度大小应为

$$a = \frac{\Delta s}{t^2} = \frac{s_2 - s_1}{(\Delta t)^2} \quad ①$$

(2)根据匀变速直线运动位移公式 $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$,则有

$$s_1 = v_0 \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2 \quad ②$$

由①②解得 $v_0 = \frac{3s_1 - s_2}{2\Delta t}$.

变换题设条件

变题 3 做匀加速直线运动的物体,通过某段长为 s 的路程,所需时间为 t_1 ,接着又连续通过一段长为 s 的路程,所用时间为 t_2 ,求物体的加速度.

解答:设 $t = 0$ 时起,运动物体经过时间 t_1 ,通过一段长为 s 的路程,接着又经过一段时间 t_2 ,物体又通过一段长为 s 的路程. 物体运动的 $v - t$ 图像,如图 1-4 所示.

由图像中几何关系可知物体在 t_1 、 t_2 时间内的位移分别为

$$s = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)t_1$$

$$s = \frac{1}{2}(v_2 + v_3)t_2$$

根据匀变速直线运动速度公式可知

$$v_2 = v_1 + at_1$$

$$v_3 = v_1 + a(t_1 + t_2)$$

由①②③④联立求得物体运动的加速度为

$$a = \frac{2s(t_1 - t_2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}$$

点评 本题应用平均速度和加速度定义求解更为简便。根据匀变速直线运动特点,物体在某段时间 t 内的平均速度 \bar{v} 等于这段时间中间时刻的瞬时速度,则有

$$\text{第一段路程 } \bar{v}_1 = \frac{s}{t_1} = v_{\frac{t_1}{2}}$$

$$\text{第二段路程 } \bar{v}_2 = \frac{s}{t_2} = v_{\frac{t_2}{2}}$$

根据加速度定义式 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$, 则有

$$a = \frac{\left(\frac{v_{\frac{t_1}{2}}}{\frac{1}{2}(t_1 + t_2)} - \frac{v_{\frac{t_2}{2}}}{\frac{1}{2}(t_1 + t_2)}\right)}{\frac{1}{2}(t_1 + t_2)} = \frac{\left(\frac{s}{t_2} - \frac{s}{t_1}\right)}{\frac{1}{2}(t_1 + t_2)} = \frac{2s(t_1 - t_2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}$$

例 3 甲列车以速度 v_1 沿水平直轨道行驶。从某时刻起,甲列车上的司机突然发现在自己的正前方轨道上距自己车头为 s 处有另一列火车乙正以速度 v_2 ($v_2 < v_1$) 朝同一方向行驶。司机立即刹车,使甲列车做匀减速运动。试求甲列车的加速度 a 的最小值为多大,才能使两列车不相撞?

[通法通解]

设 $t=0$ 时刻,甲车司机发现乙车在其前方 s 处,以速度 v_2 前进,甲车开始刹车,其加速度大小为 a ,经过时间 t ,甲、乙两车速度相等,此时两车间距离为 d 。甲、乙两车运动过程示意图如图 1-5 所示。

根据匀变速直线运动位移公式,甲、乙列车在时间 t 内的位移分别为

$$s_1 = v_1 t - \frac{1}{2} a t^2 \quad ①$$

$$s_2 = v_2 t \quad ②$$

甲、乙两车间距离为 $d = s + s_2 - s_1$ ③

经时间 t 甲、乙两车速度相等,则有 $v_1 - at = v_2$ ④

两车不相撞的条件 $d \geq 0$ ⑤

由①②③④⑤联立解得

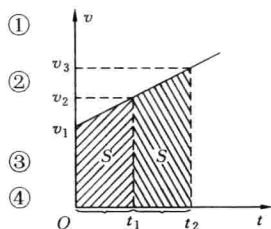


图 1-4

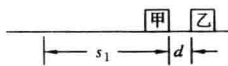
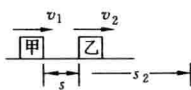


图 1-5