

高中各科解题思路训练

物理

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

重庆师院图书馆

448
阎金铎 王杏村 主编

484345

G7633.73
010

高中物理解题思路训练

闫金铎 王杏村 主编

155



CS261573

8

中国青年出版社

(京)新登字 083 号

图书在版编目(CIP)数据

高中物理解题思路训练/闫金铎等编。—北京:中国青年出版社,1994.4

ISBN 7-5006-1432-2

I. 高…

II. 闫…

III. ①物理—解题—高中—教学参考资料 ②解题—物理—高中—教学参考资料

IV. G633.703

责任编辑:赵惠宗

封面设计:曹 春

*

中国青年出版社出版 发行

社址:北京东四12条21号 邮政编码:100708

北京空军指挥学院印刷厂印刷 新华书店经销

*

787×1092 1/32 14印张 280千字

1994年4月北京第1版 1994年4月北京第1次印刷

定价8.10元

主编简介

主 编

阎金铎 北京师范大学物理系教授,北京师范大学教育科学研究所所长,中国教育学会物理教学研究会理事长。

目前研究的领域为学科教学论,包括课程论、教材论、教学方法论、教学测量与评价等。

主要著述和主编的专著、教材和丛书有《物理教学论》、《高中物理教学概论》、《普通物理学简明教程》、《中国中学教学百科全书物理卷》、《科学·技术·社会辞典(物理卷)》、《现代教学方法百科全书》等。

王杏村 1954年毕业于湖南大学物理系,在北京理工大学附中任教三十余年,1986年被评为北京市物理特级教师。曾任北京市物理学会理事、北京市海淀区物理分会会长、中央教科所中学物理能力培养研究课题组组长、市、区教科所兼职研究员等职。1980年~1992年任北京理工大学附中校长。著有《特级教师指导学习—物理》一书,参加《名师启迪丛书——物理》、《中学物理讲座》、《物理复习与题解》等书的编写,并曾先后在报刊等表有关教学研究和中学物理专题的论文多篇。

前 言

高中物理难学,主要障碍在于对物理概念和规律缺乏深入的理解和未能掌握正确的解题思路。为解决这个难题,《高中物理解题思路训练》一书依据学科教学大纲和《学科高考考试说明》的精神,结合着编者多年的教学经验,将高中物理的重点内容分解为若干专题,在加深理解概念与规律的基础上,点拨解题思路,提炼解题方法,训练思维,培养能力。它是高中学生学习物理针对性强的辅助读物,也是物理教师有益的教学参考资料,还可作为高三物理总复习的辅助教材。

全书共分 22 个专题。每个专题均列出《要领和思路》、《示范分析》和《训练检测》等栏目。《要领和思路》剖析归纳本专题应理解和掌握的知识要素及体系结构,分析概括相应的解题思路和方法、技巧;《示范分析》通过典型性题目的分析讨论,阐明如何将本专题涉及的实际问题转化为物理模型,再依据相应的规律转化为数学问题进行处理的基本方法,点拨思路,巩固、深化、活化所学知识,并研究某些特殊的解题技巧;《训练检测》为读者提供一份自我检测题,检验和巩固学习效果,检测题以与高考有关的知识能力要求相宜的中档题为主,重在掌握解题思路和方法,提高分析问题解决问题的能力。

本书由北京师范大学阎金铎教授、北京理工大学附中特级教师王杏村主编。全书内容经集体讨论,分别由王广河、洪安生、潘邦桢、王邦平、刘晓昭、赵小玲、王铮执笔。

由于水平所限,书中如有疏漏或不足之处,恳请广大读者
批评指正。

编者

1993年6月

2100

51.00

目 录

第一章	匀变速运动的计算	(1)
第二章	研究物体平衡问题的基本方法和技巧	(30)
第三章	如何运用牛顿运动定律	(57)
第四章	功的计算	(74)
第五章	动量定理	(97)
第六章	力学中的守恒定律	(111)
第七章	简谐振动的特征	(135)
第八章	波的图象	(156)
第九章	有关分子的计算	(173)
第十章	温度 内能 热量	(184)
第十一章	气态方程的应用	(196)
第十二章	场强 电势 电势差	(222)
第十三章	静电场的计算	(237)
第十四章	电路的分析方法	(259)
第十五章	恒定电流电路的计算	(279)
第十六章	电路测量	(301)
第十七章	磁场中的运动电荷	(322)
第十八章	分析电磁感应问题的方法	(335)
第十九章	光路分析	(359)
第二十章	透镜成像	(377)
第二十一章	光的波粒二象性	(394)
第二十二章	对原子世界的探索	(408)
第二十三章	解答物理题值得注意的几个问题	(422)

第一章 匀变速运动的计算

匀变速运动的唯一特点是运动质点的加速度是一个恒量。加速度与速度这两个矢量的方向关系决定了质点运动的轨迹；当加速度与速度在同一直线上，质点作匀变速直线运动；当加速度与速度不在同一直线上，质点作匀变速曲线运动。匀变速直线运动是较简单的运动，匀变速曲线运动通常可以分解为两个简单运动进行处理。

一、匀变速直线运动公式的应用

【要领和思路】

物理公式是物理概念和物理规律的数学表达式。应用物理公式解题，不能离开基本概念和基本规律，不能简单地套用公式，而应该在运用中加深对概念和规律的理解，学会物理学的一些研究方法。

匀变速直线运动的公式很多，不应该平均使用力量去记忆每一个公式，应该集中力量牢牢记住它的两个基本公式，即：

$$\text{速度公式} \quad \vec{v}_t = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$\text{位移公式} \quad \vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

上述矢量方程式适用于一切匀变速运动。对于匀变速直线运动，规定了正方向，用正负号就可以表示 v_0 、 a 、 v_t 、 s 这四

个矢量的方向，因此，通常可把上述二式写成代数方程式：

$$v_t = v_0 + at \quad (1)$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (2)$$

此外，还有两个常用公式也应牢固掌握。一个是由两个基本公式联立后，消去 t ，得：

$$v_t^2 = v_0^2 + 2as \quad (3)$$

另一个是由于加速度 a 恒定，平均速度的计算式为：

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2} \quad (4)$$

匀变速运动公式的适用条件有二：(1) 运动物体是质点。所谓质点，就是不考虑物体的大小和形状，而把物体看成一个有质量的点。这是物理学常用的建立理想模型的研究方法。质点就是物体的一种理想模型，利用它可以抓住运动的本质特征，又可使问题大大简化。(2) 质点运动的加速度必须是恒量（包括 $a=0$ 的特殊情况）。

应用匀变速直线运动公式，首先要选择研究对象，并确认这个研究对象可视为质点。

其次，要依据题设条件判断质点的运动性质，例如质点是否做直线运动，是匀速运动还是匀变速运动，必要时可画出运动情况的示意草图帮助分析。

第三、依据相应规律，选用恰当的公式，建立解题方程。尽管匀变速直线运动的题型千变万化，主要涉及的只是五个物理量 (v_0 、 a 、 t 、 v_t 、 s) 之间的关系，上述两个基本公式和两个常用公式，每个公式只反映其中一部分物理量的关系。依据题意，选用恰当的公式解题，可以少走弯路。

第四、列方程时要选定正方向，使所有已知矢量的数据

都带上正或负号，再代入运算。计算结果要联系实际，分析检验，判断它是否合理，求得的矢量，其方向由计算结果的正负来判定。

此外，抓住运动的某些特点，采用特殊的解题技巧，会使解答过程变得简便些。

【示范分析】

例1 物体由静止开始沿直线运动，开始时，物体加速度不断增大，然后加速度保持恒定，继而加速度逐渐减小，最后加速度减小到零。问物体的速度如何变化？物体何时具有最大的速度？

分析 弄清加速度和速度的联系和区别，是掌握匀变速直线运动规律的关键一环。常见的错误是以为加速度增大，物体的速度就增大，加速度减小，物体的速度就减小。在本题叙述的运动过程中，容易误认为当加速度恒定时，物体具有最大的速度。

事实上，加速度是描述物体速度变化快慢的物理量，不可能直接反映出速度的大小。本题中，物体由静止开始作加速运动，当加速度增大时，物体速度的增加将变快；当加速度恒定时，物体的速度将均匀增加；当加速度减小时，物体速度的增加将变慢。所谓“增加变慢”，是指物体的速度还在继续增大，只是增大得慢一些。可见，加速度逐渐减小，物体速度仍在增大，当加速度减小为零，物体将保持这个时刻的速度，作匀速直线运动。由于在加速度变为零之前，物体的速度一直在增大，所以，加速度为零的时刻，物体具有最大的速度。

只有当加速度的方向与速度方向相反时，物体速度才会减小；此时若加速度增大，物体速度的减小就变快。加速度

取负值，不但可使物体的速度减小为零，许多情况下还可以使物体的运动速度改变方向。

例 2 一辆货车以 10 米/秒的速度沿平直公路匀速行驶，刹车后以 0.2 米/秒^2 的加速度作匀减速运动，经过 1 分钟，货车的位移是多少？

分析 本题设条件似乎十分明确、具体，有的同学就不假思索地作如下解答：

设初速度的方向为正方向，则 $v_0 = 10 \text{ 米/秒}$ ， $a = -0.2 \text{ 米/秒}^2$ ， $t = 60 \text{ 秒}$ ，代入位移公式得：

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 240 (\text{米})$$

上述解答是错误的。本题中，货车作匀减速运动，最终要停下来，解题时必须先判断一下，货车在 60 秒内是否一直在作匀减速直线运动？如果结论是肯定的，将 $t=60 \text{ 秒}$ 代入公式求位移就没有什么问题；如果货车在不到 60 秒的时间里已经停住，那么它在 60 秒内的运动过程应该包括匀减速直线运动和静止两个不同的阶段，盲目地把 $t=60 \text{ 秒}$ 代入公式求位移就不对了。

解 选择货车为研究对象，并视为质点。货车刹车后作匀减速直线运动，设经过 t 秒停下来，选初速度 v_0 的方向为正方向，由速度公式 $v_t = v_0 + at$ 得：

$$t = -\frac{v_0}{a} = 50 (\text{秒})$$

可见，货车在 50 秒内作匀减速运动，其余时间静止不动，从刹车起，经过 1 分钟，货车的位移为：

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 250 (\text{米})$$

通过分析与解答我们认识到：

(1) 解答物理习题，要重视物理过程的分析，有的题目则对速度提出限制条件，若不注意，也容易出错。例如这样一道题目：“摩托车最大车速限制在 20 米/秒，要想在 2 分钟内沿一条笔直的公路追上在它前面相距 600 米处，以 15 米/秒的速度匀速行驶的汽车，问摩托车启动后的加速度至少应为多大？”读者不妨试试，若忽视最大车速的条件，就会得出 $a = 0.33$ 米/秒² 的错误答案。因为不限制车速，摩托车就一直匀加速地追赶汽车，当追及时，摩托车的速度要达到 40 米/秒，大大超过了允许的最大速度 20 米/秒！正确的解答请参阅“检测训练”计算题第 3 题的答案与提示。

(2) 本题中，货车运动经历 $t = 50$ 秒， $s = 250$ 米；若按 $t = 60$ 秒计算，却得到 $s = 240$ 米，运动时间增加， s 的数值反而变小。这表明，公式 $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 不是路程公式，而是位移公式，位移 S 是矢量，它不仅要有大小，而且有方向，运用公式 $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 时，选定正方向之后， s 、 v_0 、 a 的值是正是负，要由它们的方向来确定。例如解答下述题目：“以 20 米/秒的速度匀速上升的气球，到达离地面 25 米处，从气球上掉下一物体，求物体从脱离气球到落地共需多长时间？（计算中 g 取 10 米/秒²）物体脱离气球后作竖直上抛运动，若以 v_0 的方向为正方向，则落地点在抛出点下方，位移应取负值； g 的方向竖直向下，也为负值。将有关数据代入位移公式 $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 得：

$$-25 = 20t + \frac{1}{2} \times (-10) \times t^2$$

解得 $t = 5$ 秒。

例 3 甲车以 10 米/秒的速度在平直公路上匀速行驶。

当甲车经过乙车时，乙车以 1 米/秒^2 的加速度起动，并与甲车同向行驶。试求：(1) 经过多长时间，两车再次相遇？(2) 两车相遇前，它们间的最大距离是多少？

分析 认真分析物体运动过程有助于理解题意。乙车刚起动时，速度较小，因此甲车超前于乙车；随后，乙车的速度不断增大，但只要乙车的速度小于甲车，两车间的距离将继续增大；直到两车的速度相等时，情况就会发生逆转，往后乙车的速度必会超过甲车，两车间的距离就逐渐缩小，直到再次相遇。可见，两车速度相等时，它们间的距离最大。

解题时，把题目中给出的物理条件转化为数学关系，也是一项重要的基本训练。例如，“两车相遇”转化为数学关系即两车的位移相等；“两车间的最大距离”转化为数学关系即求它们的位移之差的极大值。

解 (1) 设 t 秒后两车再次相遇，以甲车的速度方向为正方向，则：

$$s_{\text{甲}} = v_{\text{甲}} t$$

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

且

$$s_{\text{甲}} = s_{\text{乙}}$$

解得

$$t = \frac{2v_{\text{甲}}}{a_{\text{乙}}} = 20(\text{秒})$$

(2) 设 t' 秒后，两车相距最远，此时：

$$v_{\text{甲}} = v_{\text{乙}} = a_{\text{乙}} t'$$

则
$$t' = \frac{v_{\text{甲}}}{a_{\text{乙}}} = 10(\text{秒})$$

两车位移之差为：

$$\begin{aligned}
 \Delta s &= s_{\text{甲}} - s_{\text{乙}} \\
 &= v_{\text{甲}} t' - \frac{1}{2} a_{\text{乙}} t'^2 \\
 &= 50 (\text{米})
 \end{aligned}$$

本题第(2)问, 还有另一种解法。从式子 $\Delta s = v_{\text{甲}} t - \frac{1}{2} a_{\text{乙}} t^2$ 出发, 运用一元二次方程的有关知识, 当 $A < 0$ 时公式 $AX^2 + Bx + C$ 有极大值, 先判定 Δs 具有极大值。然后依据 $x = -\frac{B}{2A}$ 求出

$$t = -\frac{v_{\text{甲}}}{2\left(-\frac{a_{\text{乙}}}{2}\right)} = \frac{v_{\text{甲}}}{a_{\text{乙}}} = \frac{10}{1} = 10 (\text{秒})$$

代入 Δs 的表达式求出结果。解答也是正确的。

恰当地运用数学工具解答物理问题, 是十分必要的。例如求解下述问题: “某人以 6 米/秒的速度沿平直公路追赶停在十字路口的汽车, 当他距汽车 25 米时, 交通指挥灯换成绿灯, 汽车以 1 米/秒² 的加速度开动。问此人能否追上汽车?”

显然, 若 t 秒内追上汽车, 则人与车的距离 $\Delta s = s_0 + \frac{1}{2} a_{\text{乙}} t^2 - v_{\text{甲}} t = 0$, 若追不上, 则 t 无实数解。要判断 t 是否有实数解, 用式子 $ax^2 + bx + c = 0$ 的判别式 $\Delta = b^2 - 4ac$ 是很方便的。只要将已知数据代入即可求出 $\Delta < 0$, 故 t 无实数解, 表明此人无法追上汽车。

图象法也是解答物理习题的常用的数学工具。例如本题可画出两车的速度——时间图线, 如图 1-1 所示, 由图看出: 当 $t = 10$ 秒时, 两车相距最远, 其位移之差可由图中带斜线的面积数值来表示, 即

$$\Delta s = \frac{1}{2} \times 10 \times 10$$

$$= 50 (\text{米})$$

当 $t=20$ 秒时，位移之差为零，两车再次相遇。这样解答既简便、又直观。

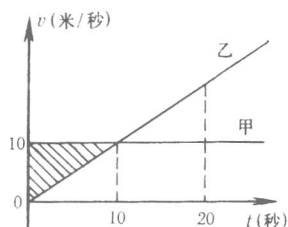


图 1-1

例 4 在研究匀变速运动规律的实验中，电磁打点计时器接在 50 赫兹 6 伏特的电源上。每打 5 个点取一个计数点（如图 1-2 所示纸带上的 1、2、3……），从打点纸带上测出相邻两计数点之间的距离分别是 $s_1 = 2.80$ 厘米， $s_2 = 4.47$ 厘米， $s_3 = 5.98$ 厘米， $s_4 = 7.60$ 厘米， $s_5 = 9.20$ 厘米。求：

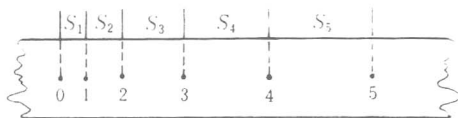


图 1-2

- (1) 带动纸带的物体做何种性质的运动？
- (2) 打出计数点 2、3、4 的时刻对应的即时速度多大？
- (3) 用公式和图线两种方法计算加速度。

分析 这是一道实验题，它对于研究匀变速直线运动的规律有重要意义。

首先，匀变速直线运动的特征是 a 恒定，因此在相等的时间间隔内，速度的增量恒定，因而，一段时间内的平均速度等于这段时间的中间时刻的即时速度。如图 1-2 中，欲求打出计数点 3 的时刻纸带的即时速度 v_3 ，只要在这一点的前后各取相等时间间隔所通过的距离相加，再除以所用时间，即

得 $\nu_3 = \frac{s_4 + s_3}{2T}$ 或 $\nu_3 = \frac{(s_4 + s_5) + (s_2 + s_3)}{4T}$ 等。这个规律常用于测定打点计时器打出纸带上各计数点时纸带运动的即时速度及加速度，也可用作解题的特殊技巧。

其次，可证明作匀变速直线运动的物体在任意两个连续相等的时间间隔 T 内的位移之差是个恒量，即 $\Delta s = s_1 - s_1 = \dots = s_N - s_{N-1} = aT^2$ ，如图 1-3 所示，以加速度 a 作匀变速直线运动的质点，经时间 T 由 A 运动到 B ，再经时间 T 由 B 运动到 C ，则：

$$s_{AB} = \nu_A T + \frac{1}{2} a T^2$$

$$s_{BC} = \nu_B T + \frac{1}{2} a T^2$$

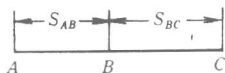


图 1-3

$$\Delta s = s_{BC} - s_{AB} = (\nu_B - \nu_A) T$$

$$\text{而 } \nu_B = \nu_A + aT \quad \text{代入得: } \Delta s = aT^2$$

利用这一特点，可判断纸带是否作匀变速直线运动，有时也可用作解题的特殊技巧。

解 (1) 相邻两计数点间对应的时间间隔为 T ，是交流电一个周期的 5 倍，即 $T = 0.02 \times 5 = 0.1$ (秒)。

依题意，相邻计数点在相等时间间隔内的位移差为：

$$\Delta s_1 = s_2 - s_1 = 4.42 - 2.80 = 1.62 \text{ (厘米)}$$

$$\Delta s_2 = s_3 - s_2 = 5.98 - 4.42 = 1.56 \text{ (厘米)}$$

$$\Delta s_3 = s_4 - s_3 = 7.60 - 5.98 = 1.62 \text{ (厘米)}$$

$$\Delta s_4 = s_5 - s_4 = 9.20 - 7.60 = 1.60 \text{ (厘米)}$$

在实验允许的范围内， Δs 是个恒量，即 $\Delta s = 1.60$ 厘米，故打点纸带作匀变速直线运动。

(2) 根据匀变速直线运动的特点，一段时间内的平均速

度等于这段时间的中间时刻的即时速度，求得各计数点对应的即时速度为：

$$v_2 = \frac{s_2 + s_3}{2T} = 5.20 (\text{厘米 / 秒})$$

$$v_3 = \frac{s_3 + s_4}{2T} = 6.79 (\text{厘米 / 秒})$$

$$v_4 = \frac{s_4 + s_5}{2T} = 8.40 (\text{厘米 / 秒})$$

(3) 用公式法，根据匀变速直线运动的特点： $\Delta s = aT^2$ ，本题中 $\Delta s = 1.60$ 厘米，则：

$$a = \frac{\Delta s}{T^2} = 160 \text{ 厘米 / 秒}^2 = 1.6 \text{ 米 / 秒}^2$$

用图象法求 a ，可把已知数据转化为速度时间坐标上的状态点，画出速度图象为一直线，使状态点均匀分布在直线两边。直线的斜率等于加速度的值。

$$\begin{aligned} a &= \tan \alpha = \frac{v_4 - v_2}{t_4 - t_2} \\ &= 1.6 (\text{米 / 秒}^2) \end{aligned}$$

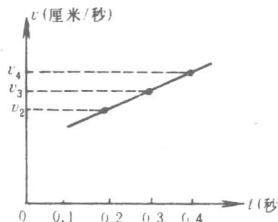


图 1-4

【特殊技巧】

匀变速直线运动的题目类型千变万化，一般地说，只要掌握

了解题的基本思路，熟练运用基本公式，就可求得解答。不过，如果善于依据匀变速直线运动的规律和特点，总结出一些常用的特殊解题技巧，则对进一步开阔思路，提高解题速度，大有益处。

(1) 利用比例法解答初速为零的匀加速直线运动问题。

当 $v_0 = 0$ 时，匀变速直线运动的基本公式就改写为：