

我自己能够思考

高中物理 疑难辨析手册

张甫楠编著
上海远东出版社



高中物理疑难辨析手册

张甫楠 编著

上海遠東出版社

高中物理疑难辨析手册

编 著/ 张甫楠

责任编辑/ 丁是玲

装帧设计/ 戚亮轩

责任出版/ 晏恒全

责任校对/ 吴明泉

出 版/ 上海远东出版社

(200233) 中国上海市冠生园路 393 号

发 行/ 新华书店 上海发行所

上海远东出版社

排 版/ 上海希望电脑排印中心

印 刷/ 上海市新华印刷厂

装 订/ 上海市沙泾中学装订厂

版 次/ 2000 年 3 月第 1 版

印 次/ 2000 年 9 月第 2 次印刷

开 本/ 787 × 1092 1/32

字 数/ 304 千字

印 张/ 13.75

印 数/ 6001 - 11000

ISBN 7 - 80613 - 973 - 7

G·731 定价: 14.00 元

图书在版编目(CIP)数据

高中物理疑难辨析手册/张甫楠编著. —上海:上海
远东出版社, 1999

ISBN 7-80613-973-7

I . 高… II . 张… III . 物理课—高中—教学参考资
料 IV . G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 52871 号

前 言

按照教育改革的精神,本着加强素质教育,提高学生灵活应用知识能力的宗旨,我们组织教学经验丰富的资深中学教师和有关专家编写了《高中物理疑难辨析手册》。

本手册共分为十九章,每章均由“疑点、难点、关键点”,“示例”和“练习测试”三部分组成。其中,示例部分内容充实,指出题目的疑难或容易错解之处,进行针对性的辨析,点拨解题思路,详列解答过程。有的还进一步作出必要的引伸与讨论,使学生通过学习例题能起到举一反三、触类旁通的效果。少而精的练习测试,则为学生自我训练,增进灵活应用能力提供了方便。

本手册由张甫楠主编,参加编写辅助工作的有颜太炎、沈景曦、鲁宾虞、徐同善、沈水功、詹立群、李永陶、陈健雄、张万汶、林申、吕诚辉、詹晨等。书中若有不足与疏漏之处,请读者提出宝贵意见,以便改进。

目 录

前言

第一章	直线运动	(1)
第二章	力	(26)
第三章	牛顿运动定律	(50)
第四章	曲线运动 万有引力	(77)
第五章	动量	(105)
第六章	机械能	(129)
第七章	机械振动	(156)
第八章	分子热运动 能量守恒	(172)
第九章	固体和液体(选学内容未列入本书正文)	
第十章	气体	(186)
第十一章	电场	(221)
第十二章	恒定电流	(251)
第十三章	磁场	(285)
第十四章	电磁感应	(312)
第十五章	交变电流	(341)
第十六章	机械波	(363)
第十七章	电磁波	(375)
第十八章	光	(381)
第十九章	原子和原子核	(410)
参考答案		(423)

第一章 直线运动

一、本章疑点、难点、关键点

疑点：速度、速度的变化量、速度的变化率——加速度的区别是疑点。速度是描述运动物体在某一时刻或某一位置的运动快慢；速度的变化量是描述运动物体在两个时刻或两个位置速度的矢量差；速度的变化率即加速度是描述运动物体速度变化的快慢，数值上等于速度的变化量跟发生这一变化所用时间的比值。

难点：竖直上抛运动是一种运动方向改变的匀变速直线运动，矢量性比较突出，直接应用位移公式和速度公式求解，或分上升和下降两个过程求解都有一定的难度。

关键点：解决直线运动的关键是掌握各种直线运动的规律。在匀变速直线运动中， $v_t = v_0 + at$ 和 $v_t^2 = v_0^2 + 2as$ 是分别描述任一时刻和任一位置的瞬时速度公式； $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 和 $s = \frac{v_0 + v_t}{2} t$ 是分别用加速度和平均速度来描述任一时间内的位移公式，要注意平均速度 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ 只适用于匀变速运动。

二、示例(g 取 10m/s^2)

例1 汽车从静止出发做匀加速运动，加速度为 4m/s^2 ，制动后做匀减速运动，加速度为 -2m/s^2 。若汽车运动的最大

速度是 12m/s, 则从出发到停止经过 120m 位移所需的最短时间是多少?

【疑难】

这是一道汽车连续做几种不同运动的问题。汽车通过不同的运动, 经过一定的位移, 可以有多种选择, 要分析汽车如何运动才能使所需的时间最短。

【辨析】

要使汽车在最短时间内通过一定的位移, 就应让汽车在尽量多的时间里以最大速度前进, 所以汽车应先从静止出发匀加速前进, 速度达到 12m/s 后, 再以这一速度匀速前进, 最后再匀减速前进直到停止。全程的位移和匀速运动的速度是已知的, 由此可先计算出始、末两过程即匀加速和匀减速前进的时间和位移, 再求出中间过程的时间, 即可得出全程所需的最短时间。

【解答】

设匀速运动的速度为 v (即已知的最大速度), 在第一个匀加速运动过程中:

$$v_0 = 0, v = a_1 t_1,$$

$$t_1 = \frac{v}{a_1} = \frac{12}{4} \text{ s} = 3 \text{ s}; s_1 = \frac{v^2}{2a_1} = \frac{12^2}{2 \times 4} \text{ m} = 18 \text{ m}。$$

在第二个匀速运动过程中:

$$s_2 = vt_2,$$

在第三个匀减速运动过程中:

$$v_t = 0, v_t = v - a_2 t_3,$$

$$t_3 = \frac{v}{a_2} = \frac{12}{2} \text{ s} = 6 \text{ s}; s_3 = \frac{v^2}{2a_2} = \frac{12^2}{2 \times 2} \text{ m} = 36 \text{ m}。$$

全过程的位移:

$$s = s_1 + s_2 + s_3 = 18 + v t_2 + 36,$$

$$120 = 18 + 12t_2 + 36,$$

$$t_2 = 5.5\text{s}.$$

全过程所需最短时间:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 3\text{s} + 5.5\text{s} + 6\text{s} = 14.5\text{s}.$$

例 2 甲、乙两物体作同方向匀变速直线运动,从同一地点开始计时的速度图像如图 1-1 所示。试分别写出两物体的速度随时间变化的关系式和位移随时间变化的关系式,并回答图像中两直线的交点 M 表示什么意义?

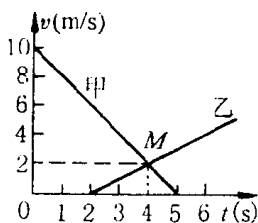


图 1-1

【疑难】

这是一道有关速度图像的题目,要求识别甲、乙两物体分别作什么运动,看出它们的初速度和判断出它们的加速度,写出有关的关系式。还要从交点 M 表示甲、乙两物体的哪一个物理量相同来回答它的意义。

【辨析】

速度图像是倾斜直线,表示它们都作匀变速运动。从图像可知,甲物体在计时开始具有初速度 10m/s ,且作匀减速运动,并可判断出加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 。由此可写出甲物体的速度-时间和位移-时间的关系式。乙物体比甲物体迟 2s 出发,且作初速为零的匀加速运动,并可由 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 判断出加速度 a 。由此可写出乙物体的速度-时间和位移-时间的关系式。

有人认为速度图像中两条直线的交点表示乙物体追上甲物体的时刻,这是由于不理解速度图像的物理意义的缘故。

速度图像表示速度随时间的变化关系,图像中两直线的交点表示所对应的时刻(甲运动 4s 末或乙运动 2s 末),甲、乙两物体的速度相等。而追及或相遇时两者的位移相等。在速度图像中,位移在数值上等于图像和两坐标轴所围的面积。在 4s 内,甲的位移 $s_{\text{甲}} = \frac{2+10}{2} \times 4\text{m} = 24\text{m}$; 乙的位移 $s_{\text{乙}} = \frac{1}{2} \times 2 \times 2\text{m} = 2\text{m}$ 。两者距离 $\Delta s = 22\text{m}$ 。此后,由于乙的速度将大于甲的速度,两者距离逐渐缩小。所以交点 M 还可以表示甲、乙两物体在这一时刻相距的距离最大。

【解答】

从图像可知,甲物体作匀减速运动,

$$v_0 = 10\text{m/s}, a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -\frac{10}{5}\text{m/s}^2 = -2\text{m/s}^2。$$

所以

$$v_{\text{甲}} = 10 - 2t, s_{\text{甲}} = 10t - t^2。$$

乙物体作匀加速运动, $v_0 = 0, a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2}{2}\text{m/s}^2 = 1\text{m/s}^2$, 又

比甲迟出发 2s, 所以

$$t_{\text{乙}} = t - 2,$$

$$s_{\text{乙}} = \frac{1}{2} \times 1 \times (t - 2)^2 = 0.5(t - 2)^2。$$

两直线交点 M 表示甲、乙两物体在 4s 时刻速度相等, 这时它们相距的距离最大。

【说明】

本题能否求出多少时间后乙能追上甲呢?

甲、乙是从同一地点开始的, 当它们运动的位移相等时, 乙就追上甲了。但要注意本题从图像可知, 甲运动 5s 后已停止, 这时的位移 $s_{\text{甲}} = 10t - t^2 = (10 \times 5 - 5^2)\text{m} = 25\text{m}$ 。乙的位

移只要达到25m即可追上甲。设所需时间为 t' ，则

$$\frac{1}{2} a_{\text{乙}} t'^2 = 25,$$

$$\frac{1}{2} \times 1 \times t'^2 = 25, t' = 7.1\text{s}.$$

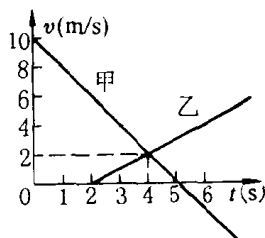


图 1-2

由于乙比甲迟出发2s,所以从开始计时起经9.1s乙能追上甲。

如果甲物体在5s末并不停止而仍以这一加速度向反方向运动,图像如图1-2所示,则乙物体追上甲物体时,

$$s_{\text{甲}} = s_{\text{乙}},$$

$$10t - t^2 = 0.5(t - 2)^2,$$

$$3t^2 - 24t + 4 = 0,$$

$$t = 7.83\text{s}$$

(另一解不合题意舍去)。

即甲运动7.83s或乙运动5.83s后能追上甲。想想看,为什么比刚才算出来的时间7.1s小?

例3 物体以某一初速度从斜面底端向上作匀减速运动,经2s到达斜面上某点,再经2s又回到该点。已知该点离斜面底端2m,物体在斜面上运动的加速度大小和方向都是不变的,求物体的初速度、最大位移以及加速度的大小。

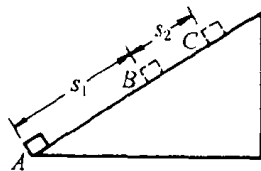


图 1-3

【疑难】

这是一道匀变速直线运动的题目,难度在本题所描述的物体运动有好几个过程,其中还涉及到往复运动。

【辨析】

像这类比较复杂的问题,应先作示意图,如图 1-3 所示。第一个过程,物体作匀减速运动,从斜面底端 A 点到斜面上某点 B ,经过的时间是 $2s$,位移是 $2m$ 。第二个过程,是从 B 点到最大位移处 C 点,物体仍作匀减速运动,末速度为零(这是一个隐含条件,因为如果末速度不为零,则物体还可前进,这一点就不是最大位移处了),位移为 s_2 、经过的时间为 t_2 。第三个过程是从 C 点再回到 B 点,物体作初速为零的匀加速运动,位移为 s_2 、时间为 t_3 。这三个过程的加速度都为 a 。第二个过程和第三个过程是两个位置间的往复运动。因为第二个过程中 $v_B = \sqrt{2as_2}$,第三个过程中 $v_B = \sqrt{2as_2}$,可知物体先后两次经过 B 点时速度大小相同,方向相反。从而可知物体从 B 到 C 跟从 C 回到 B 这两过程的时间 t_2 和 t_3 也是相同的,且由题给条件可求出这一时间。由三个过程中的时间,根据速度公式和位移公式可列出若干方程,从而可依次求出加速度、初速度和最大位移。

【解答】

物体先后两次经过 B 点时速度大小相同,设为 v_B ,则物体从 B 到 C 跟从 C 到 B 这两过程的时间相同, $t = \frac{2}{2}s = 1s$ 。

物体从 A 到 B 经过的时间 t_1 是 $2s$,设加速度为 a ,则

$$v_B = v_0 - at_1 = v_0 - 2a,$$

又

$$v_B = at = a \times 1 = a,$$

所以

$$v_0 = 3a。$$

$$s_1 = \frac{v_0 + v_B}{2} t_1 = \frac{3a + a}{2} t_1,$$

$$a = \frac{s_1}{2t_1} = \frac{2}{2 \times 2} = \text{m/s}^2 = 0.5\text{m/s}^2。$$

$$v_0 = 3a = 3 \times 0.5\text{m/s} = 1.5\text{m/s}。$$

$$s = s_1 + s_2 = s_1 + \frac{1}{2}at^2 = \left(2 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 1^2\right)\text{m} = 2.25\text{m}。$$

物体的初速度是 1.5m/s ，最大位移是 2.25m ，加速度是 0.5m/s^2 。

【说明】

本题也可利用速度图像来解。根据题意，作出物体的速度图像如图 1-4 所示。由图中可看出：

$$\begin{aligned} s_2 = s_3 &= \frac{s_1}{8} = \frac{2}{8}\text{m} \\ &= 0.25\text{m} \end{aligned}$$

最大位移

$$s_1 + s_2 = 9 \times 0.25\text{m} = 2.25\text{m}。$$

$$v_0 = 3v_{B1} = 3 \cdot \frac{2s_2}{t_2} = 3 \times \frac{2 \times 0.25}{1}\text{m/s} = 1.5\text{m/s}。$$

$$a = \frac{v_0}{t_1 + t_2} = \frac{1.5}{2+1}\text{m/s}^2 = 0.5\text{m/s}^2。$$

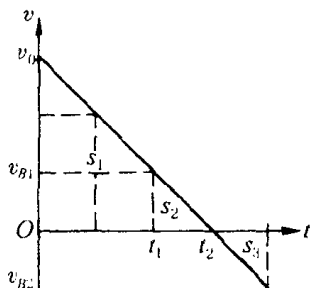


图 1-4

例 4 汽车甲沿着平直的公路以速度 v_0 做匀速直线运动。公路上某处停放着另一辆汽车乙。当汽车甲经过该处时，汽车乙便开始沿同方向做初速为零的匀加速运动追赶甲车，根据上述的已知条件，下列结论中正确的是 ()。

- A. 可求出乙车追上甲车时，乙车的速度
- B. 可求出乙车追上甲车时，乙车经过的位移

C. 可求出乙车从开始起动到追上甲车所用的时间

D. 不能求出上述 3 个量中的任何一个

【疑难】

这是一道两个运动物体的追及问题。由于题中只有一个已知条件 v_0 , 似乎无法求出 v_t 、 s 、 t 中的任何一个量, 因而容易错选 D。实际上, 本题还有一些隐含条件, 这就要仔细分析“追及”这一物理过程, 才能找出。

【答案辨析】

A 是正确的。当乙车追上甲车时, 它们的位移相等, 设为 s ; 所经过的时间也相等, 设为 t , 这些都是隐含的条件。分别利用匀速运动和匀变速运动的公式, 可得

$$s = v_0 t \quad (1)$$

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

$$v_t = at \quad (3)$$

由(1)式和(2)式, 可得 $t = \frac{2v_0}{a}$,

由(3)式可得 $t = \frac{v_t}{a}$,

由此可知, $v_t = 2v_0$ 。

B 是错误的, 因为上述方程组中共有五个量, 其中只有一个量 v_0 已知, 所以通过上述方程组, 除了能求出 v_t 外, s 和 t 都不能求出。

C 是错误的, 理由同上。

D 是错误的, 因为可以求出乙车的速度。

【说明】

本题还可从等效的观点来分析。由于甲、乙两车在相同

的时间内运动的位移相同,则它们的平均速度相同。乙车作匀加速运动,平均速度 $\bar{v} = \frac{0 + v_t}{2} = \frac{v_t}{2}$; 甲车作匀速运动,平均速度即为 v_0 。由此也可说明 $v_t = 2v_0$ 。

例 5 有一人看见远处汽车刚停站,便以 6m/s 的速度匀速奔去。当人还距离汽车 25m 时,汽车已起动作匀加速运动,加速度为 1m/s^2 。(1) 若人仍以 6m/s 的速度追赶汽车,能否追上? 如追不上,求人离汽车的最近距离。(2) 若看见汽车启动后人要赶上汽车,奔跑速度至少应改为多大?

【疑难】

这是一道有关不是从同一地点出发的两个运动物体追及的问题。要根据位移的关系来判断能否追上。如果不能追上,则还要分析在什么情况下人离汽车的距离最近。如果要追上,还是要根据两物体的位移关系来确定人奔跑的最小速度。

【辨析】

根据题意作示意图如图 1-5 所示。

(1) 设经过时间 t 人追上汽车,则 $s_A = s_0 + s_B$ 。根据匀速运动和匀变速运动的位移公式,可列出未知量 t 的一元二次方程。

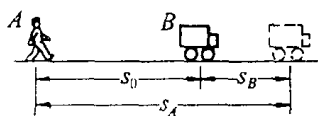


图 1-5

如果 t 有解且为正值,说明能追上;如果 t 无解或为负值,说明不能追上,这时再根据一元二次方程求 Δs 的最小值,即为人离汽车的最近距离。

(2) 设人奔跑的速度改为 v_A 才能追上汽车,则根据追上时的位移关系同样可列出 t 的一元二次方程,式中包含未知量 v_A 。然后按一元二次方程的求根公式,当 $b^2 - 4ac \geq 0$ 时

有解即可求得 v_A 。

【解答】

(1) 设经过时间 t 人追上汽车, 由图 1-5 可知

$$s_A = s_B + s_0,$$

$$s_A = v_A t, \quad s_B = \frac{1}{2} a t^2,$$

$$v_A t = \frac{1}{2} a t^2 + s_0,$$

$$6t = \frac{1}{2} \times 1 \times t^2 + 25,$$

$$t^2 - 12t + 50 = 0。$$

因为 $12^2 - 4 \times 50 < 0$, t 无解, 说明人不能追上汽车。

设经过时间 t' , 两者相距 Δs ,

$$\Delta s = (s_0 + s_B) - s_A = 25 + \frac{1}{2} \times 1 \times t'^2 - 6t'$$

$$= 25 + 0.5(t'^2 - 12t' + 36) - 18$$

$$= 7 + 0.5(t' - 6)^2。$$

当 $t' = 6\text{s}$ 时, Δs 有最小值, 为 7m 。

(2) 设人跟汽车相距 25m 时人以速度 v_A' 奔向汽车, 经时间 t 追上汽车, 则

$$s_A = s_B + s_0,$$

$$v_A' t = \frac{1}{2} a t^2 + s_0 = 0.5 t^2 + 25,$$

$$t^2 - 2v_A' t + 50 = 0。$$

当 $(2v_A')^2 - 4 \times 50 \geq 0$ 时, t 有解,

$$v_A'^2 \geq 50, \quad v_A' \geq 7.1\text{m/s}。$$

人奔跑速度至少应改为 7.1m/s 才能追上汽车。

【说明】

上述第(1)小题的解法着重于应用数学工具来解。实际上,也可从分析物理过程求解。人追汽车时,当车速 v_B 小于人速 v_A 时,两者的距离 Δs 在减小;当 $v_B > v_A$ 时, Δs 将增大。因此,人要追上汽车,必须在 $v_B \leq v_A$ 时,设 $v_B = v_A$, 则 $at =$

$$v_A, t = \frac{v_A}{a} = \frac{6}{1} \text{ s} = 6 \text{ s}_0 \text{。 在这过程}$$

$$s_A = v_A t = 6 \times 6 \text{ m} = 36 \text{ m};$$

$$s_B = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 6^2 \text{ m} = 18 \text{ m};$$

$$s_0 = 25 \text{ m}_0$$

$s_A < s_B + s_0$, 所以人不能追上汽车,这时两者距离最小,

$$\Delta s = (s_B + s_0) - s_A = (18 + 25 - 36) \text{ m} = 7 \text{ m}_0$$

例 6 火车从 A 地行驶到 B 地需要时间 t , 在这段时间内的平均速度是 $\bar{v}$ 。现在火车先以恒定的速度 v_0 由 A 出发, 中途急刹车停止后, 又立刻加速到 v_0 。从开始刹车到又加速到 v_0 所需要的时间是 t_0 , 火车在这两段运动都是匀变速运动, 如果火车仍要在 t 时间内从 A 地到 B 地, 则火车开始时的恒定速度 v_0 应多大?

【疑难】

这是一道匀速和匀变速直线运动的问题, 难在过程比较复杂, 有匀速、匀减速、匀加速、再匀速等等一系列过程, 稍不仔细, 就会犯错。

【辨析】

对于过程比较复杂的问题, 要仔细分析每个过程做的是什运动, 找出相应的规律。本题 A 到 B 的位移为 $\bar{v}t$, 是已