

高中
物理

课堂中的问号

王文斌 主编

130个疑难问题

130个开窍钥匙

一点就通 一网打尽

SH 上海画报出版社

课堂中的问号

王文斌 主编



高中物理

上海画报出版社

图书在版编目(CIP)数据

课堂中的问号. 高中物理/王文斌等编. —上海: 上海画报出版社, 2003

ISBN 7-80685-056-2

I. 课... II. 王... III. 物理课-高中-教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 023220 号

本书主编:王文斌

作者:蒋善达 邵菊英
祝再平 孙敦鼎

责任编辑:赵寒成

封面设计:王建军

技术编辑:李 荀

课堂中的问号·高中物理

王文斌等 编著

上海画报出版社出版

(上海长乐路 672 弄 33 号)

全国新华书店发行

上海市印刷七厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 9 印数 0001-5500

2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 7-80685-056-2/J·057

定价:12.00 元

写在前面

在课堂教学过程中,经常会有学生提出这样或那样的问题,而这些问题往往带有一定的代表性。学生提问、讨论与获得答案的过程,其实也是他们掌握和巩固学科知识的过程。在解答学生提问的同时,我们想到了把这些问题与解答记录下来,以便让它成为更多学生掌握和巩固学科知识的帮手。于是,便有了编辑出版这套丛书想法;于是,便有了今天你们手中的这套书——《课堂中的问号》的出现。

本套丛书共有 5 本:《课堂中的问号——高中语文》、《课堂中的问号——高中数学》、《课堂中的问号——高中英语》、《课堂中的问号——高中物理》、《课堂中的问号——高中化学》。

参与这套丛书编著的,都是有着多年教学经验的特级教师、高级教师和资深学科教师。相信这套丛书一定会对高中阶段的你有所帮助,你一定会在这些问题与解答中找到你所需要的答案。

编 者

目 录

1. 什么是运动? 运动有哪些基本形式? 为什么物理学首先研究的是机械运动?	1
2. 什么是运动的绝对性和运动描述的相对性?	1
3. 质点是什么? 能当作质点的物体一定很小吗? 物体被视作质点的条件是什么?	2
4. 什么是时间? 什么是时刻? 时间与时刻有什么区别?	3
5. 什么是位移? 什么是路程? 位移与路程有什么区别?	3
6. 平均速度与速度的平均值有什么区别?	4
7. 怎样正确理解瞬时速度的概念?	4
8. 加速度与速度、速度的变化量的区别?	6
9. 表示匀变速直线运动规律的公式中的矢量的方向如何确定?	7
10. 如何巧解匀变速直线运动的问题?	7
11. 怎样用图象描述直线运动物体的运动规律?	10
12. 如何用 $v-t$ 图求物体在某段时间内的总位移?	12
13. 什么是运动的合成? 运动的合成遵守什么法则?	13
14. 什么是运动的分解? 如何合理地进行运动的分解?	15
15. 竖直上抛运动有什么特点? 如何解释它的“对称性”?	15
16. 为什么说平抛运动是一种匀变速曲线运动?	17
17. 做投掷运动时,最佳抛射角是否是 45° ?	18
18. 子弹能击中布猴吗?	19
19. 怎样理解力的性质?	20
20. 重力的大小和方向有什么特点?	22
21. 相互接触的物体间一定有弹力吗?	23
22. 弹力的方向如何判定?	24
23. 摩擦力只能作为阻力,不能作为动力吗?	25
24. 怎样进行物体的受力分析?	26
25. 有关力的分解中的几个问题?	27
26. 三角形法则在研究力的动态平衡问题时的运用?	29
27. 如何解共点力作用下物体的平衡问题?	30
28. 如何解有固定转动轴物体的平衡问题?	32
29. 一般物体的平衡问题如何处理?	34
30. 如何理解牛顿第二定律?	36
31. 拔河比赛有胜有负和牛顿第三定律矛盾吗?	37
32. 上抛物体上升与下落时间是否一定相等?	38

33. 解连接体问题一定要用隔离法吗?	39
34. 物体在传送带上滑行的时间和传送带的速率有关吗?	40
35. 超重与失重产生的原因是什么?	43
36. 牛顿运动定律的适用范围是什么?	43
37. 如何理解功的概念?	44
38. 如何运用动能定理解题?	46
39. 重力做功和重力势能变化有什么关系?	47
40. 如何理解机械能守恒定律、动能定理、功能原理的关系?	48
41. 摩擦力产生的热量怎样计算?	49
42. 怎样计算变力做的功?	50
43. 汽车启动时怎样获得最大速度?	51
44. 如何理解动量、动量变化和动量定理?	53
45. 能用图像法讨论子弹穿越木块的问题吗?	53
46. 向心力一定是做圆周运动物体所受到的合外力吗?	54
47. 怎样计算天体质量和密度呢?	55
48. 怎样求同步地球卫星受到的万有引力、离地面的高度和线速度?	55
49. 小球再能上升多大高度?	57
50. 物体将向何处移动?	58
51. 小球在竖直平面上做圆周运动的最高点的速度必须是 $\sqrt{rg}$ 吗?	59
52. 小球在如图 52-1 的光滑斜面上的往返运动是否是简谐振动?	60
53. 如何利用单摆的周期公式测量重力加速度?	61
54. 可以利用单摆估测山的高度吗?	61
55. 振动图象和波动图象的区别是什么?	62
56. 什么是温度? 怎样测定物体的温度?	62
57. 什么是阿伏加德罗常数? 知道这个常数有什么意义?	63
58. 什么是热运动? 它和布朗运动有什么关系?	64
59. 怎样理解分子间的作用力?	65
60. 什么是物体的内能? 内能和热量有什么关系?	65
61. 怎样理解能量的转化和守恒定律? 这个规律与热力学第一定律有什么关系?	66
62. 气体压强产生的原因是什么? 怎样计算封闭气体的压强?	67
63. 怎样正确理解玻意耳定律? 怎样用此定律解题?	69
64. 怎样处理多次抽气和充气的问题?	71
65. 用注射器做验证玻意耳定律的实验中应注意什么?	72
66. 怎样正确理解查理定律?	73
67. 怎样用查理定律解题?	74
68. 怎样正确理解盖·吕萨克定律?	75
69. 怎样用盖·吕萨克定律解题?	75
70. 怎样正确理解理想气体的概念?	76
71. 怎样应用理想气体状态方程解题?	77

72. 如何判定两部分理想气体之间隔离物(如水银柱或活塞)的移动方向?	80
73. 如何讨论理想气体在等温变化、等压变化、等容变化及绝热变化过程中的做功、热传递、内能变化及状态参量的变化?	81
74. 怎样应用气体状态变化的图像?	81
75. 怎样求解理想气体变质量的问题?	83
76. 两个带电小球间的相互作用力变为原来的几分之一?	85
77. 在空间有两个(或三个)能自由运动的点电荷,要在它们之间放上第三个(或第四个)点电荷,而使整个系统处于平衡状态,这类问题如何处理?	86
78. 电场强度的三个公式之间有什么区别? 各适用于什么范围?	88
79. 电场强度和电场力有什么区别和联系?	88
80. 怎样选择零电势能点?	89
81. 怎样计算电荷在电场中的电势能?	89
82. 电势能和电势有什么区别和联系?	91
83. 如何分析带电粒子在电场中做加速(或减速)直线运动的问题?	92
84. 怎样画等效电路图?	93
85. 欧姆表的刻度为什么不是均匀变化的?	95
86. 用伏安法测电阻的电路有两种不同的接法,这两种接法有什么不同,各适用什么范围,所产生的误差怎样?	96
87. 怎样分析电路的故障?	98
88. 怎样解电路的动态分析题?	99
89. 怎样用电流表改装成伏特表和安培表? 怎样扩大伏特表和安培表的量程?	100
90. 什么是电源的最大输出功率? 满足什么条件电源的输出功率最大? 最大输出功率怎样计算?	102
91. 描述交流电的物理量有很多,为什么还要使用交流电的有效值? 交流电的有效值与平均值是不是同一概念?	103
92. 什么是理想变压器? 它有什么特点?	104
93. 电场线和磁感线各有什么特点?	105
94. 两根相互靠近的平行长直导线,同时通过电流时,导线之间是否存在相互作用力? 怎样判断相互作用力是引力还是斥力?	105
95. 判断感应电流方向的方法有两种:右手定则和楞次定律,两者有什么区别和联系? 适用范围有何区别?	106
96. 怎样用楞次定律判断感应电流的方向?	107
97. 怎样求在磁场中做匀速圆周运动的金属棒上产生的感应电动势?	108
98. 电场力和洛伦兹力有什么区别?	109
99. 带电粒子在匀强磁场中的运动总是匀速圆周运动吗?	110
100. 如何分析带电粒子在匀强电场中偏转的问题?	111
101. 学习了电磁学知识后,往往会遇到一些既包含电磁学内容,又渗透了力学或热学知识的综合类习题,对于这类习题该如何解答?	112
102. 光导纤维是怎样工作的?	114

103. 传播光线的介质折射率是由什么因素决定的?	116
104. 使用“傻瓜”相机为什么不需要调焦?	117
105. 自然界的色彩是怎样形成的?	118
106. 双缝干涉实验中的彩色条纹最靠近中央亮条纹的到底是什么颜色的条纹?	118
107. 用狭缝代替小孔可以得到同样清晰但明亮得多的干涉图样。这“明亮得多”的原因是什么? 是线光源中各点的光相互干涉而产生的吗?	120
108. 双缝干涉实验中,若两缝 S_1 、 S_2 的宽度稍微不等,在屏上的干涉条纹将有什么变化?	120
109. 在双缝干涉实验中,如果用红色滤光片遮住一个狭缝 S_1 ,再用绿色滤光片遮住另一个狭缝 S_2 ,当用白光入射时,屏上是否会产生双缝干涉图样?	120
110. 在双缝干涉实验中,如果遮住其中一条缝,在屏上出现的条纹有何变化? 原来亮条纹的地方会不会变暗条纹?	120
111. 双缝干涉和单缝衍射同样出现明暗相间条纹,图样有何异同?	121
112. 双缝干涉的亮条纹或暗条纹是两列光波在光屏处叠加后加强或抵消而产生的,这是否违反了能量守恒定律?	121
113. 双缝干涉实验中,在双缝前作为光源的单缝 S 的宽度对屏上的干涉条纹的清晰度有何影响?	121
114. 光通过双缝 S_1 和 S_2 后到达屏上的过程中,光子运动是直线运动,还是曲线运动?	121
115. 什么叫增透膜和增反膜?	122
116. 增透膜中能量是怎么从反射光转移到透射光中的? 是不是薄膜厚度满足光在膜中波长的 $\frac{1}{4}$,不论什么膜,反射光都能相互抵消?	122
117. 为什么光照到窗玻璃上,观察不到干涉现象?	123
118. 光盘是如何工作的?	124
119. 伦琴射线产生的机理是什么?	125
120. 两束强度相同,频率分别为 ν_1 和 ν_2 ($\nu_1 < \nu_2$) 的光,垂直入射相同的极板,产生光电效应时,单位时间内逸出的光电子数分别是 n_1 和 n_2 。那么 n_1 和 n_2 哪个大呢?	126
121. 为什么说光的波粒二象性是统一的?	127
122. 曾经有过哪些原子结构模型?	128
123. 什么是原子核的半径?	130
124. 怎样理解放射性元素的衰变和半衰期?	131
125. 衰变能不能独立放出 α 、 β 或 γ 射线?	132
126. 当原子核发生 α 或 β 衰变时,在什么情况下有多余的能量可产生 γ 射线? γ 射线是从发生 α 或 β 衰变的原子核中与 α 射线或 β 射线同时放出来的吗?	132
127. 如何推算古生物遗骸和铀矿石形成的年代?	133
128. 为什么中等质量的原子核比较稳定?	134
129. 什么是质量亏损?	135
130. 氘核聚变究竟能释放多少能量?	136

1. 什么是运动？运动有哪些基本形式？为什么物理学首先研究的是机械运动？

自然界是一个物质的世界，物质世界又是在永恒地运动着。大至宇宙间的日月星辰，小至构造各种气体、液体、固体的分子、原子、电子，以至光及电磁辐射都是运动着的物质。自然界形形色色、千变万化的现象，都是物质运动的表现。因此，在自然界中没有不运动的物质，也没有能够和物质相脱离的运动。

究竟什么是运动？自然界物质的运动形式是单一的，还是多样的？

运动，就最一般的意义来说，是物质存在的形式及其固有属性。它包括宇宙中发生的一切变化和过程，从简单的位置变动到复杂的思维活动。运动是一切运动形式的总和。

自然界的物质是多种多样的，因而物质的运动形式也是多种多样的。从低级简单的运动形式到高级复杂的运动形式，可分为：机械的、物理的、化学的、生物的和社会的运动形式。随着科学的发展，人们将会发现越来越多的新的运动形式，正像物质的性质和结构不可穷尽一样，运动形式的多样性也是不可穷尽的。

物理学所研究的是物质运动最基本、最普遍的形式，它包括机械运动、分子热运动、电磁与光的运动、原子和原子核内部的运动等等。机械运动是物体之间或物体各部分之间，相对位置发生改变的过程，即物体的空间位置随时间的变化。它是自然界最简单的运动形式。因为一切运动形式都包含有或大或小的位置移动，这类基本运动形式所对应的物质层次不仅有一切物体，而且有微观粒子。因此，物体机械运动的规律，是整个物理学的起点与基础，也是物理学各个领域中最古老的一部分。这就是物理学首先研究的是机械运动的道理。

2. 什么是运动的绝对性和运动描述的相对性？

自然界中所有的物体都在不停地运动着，绝对静止不动的物体是没有的。如放在桌子上的杯子相对桌面是静止的，但它不仅随着地球绕地轴转动，而且还随着地球一起绕太阳运动。这就是运动的绝对性。

可是，描述物体的运动总是相对于其他物体而言的，如观察行驶着的汽车的位置变化，通常总是以地面上某一个物体（如路边的树）为标准，把它看成是不动的；再如晚上观察天上云的运动，我们是以认为不动的月亮或星星为标准来判别的。所以，在观察一个物体的位置以及它位置的变化的时候，总要选取其他物体作为标准。选取的标准物不同，则对物体运动情况的描述也就会不同。例如，从高楼窗台上跌下的一只花盆，站在地面上的路人看来，它是垂直下落的（这时，他以自己或地面作为标准）。但从近旁驶过的汽车里的人看来，花盆朝车后沿曲线运动（这时，他以自己或他坐的汽车作为标准）。可见，相对于不同的标准物，物体运动情况的描述是不同的，这个事实叫做运动描述的相对性。

为描述物体的运动而选的标准物叫做参照系。不同的参照系对同一物体运动情况的描述是不同的。因此，在描述物体的运动时，一定要指明是相对哪一个参照系而言的。参照系的选择是任意的，可视研究问题的方便而选择。例如研究火箭的运动，刚发射时以地面为参照系较为方便，当火箭进入宇宙空间或脱离地球绕太阳运动时，选择太阳为参照系就较方便了。一般说来，在研究地面物体的运动时，通常选取地球作参照系。但是，由于地球在不停

地绕太阳运动,所以一个相对于地面静止的物体,对太阳来说则有与地球一起以每秒 30 多千米的速度绕太阳运动。而太阳也不是静止的,它在银河系中以每秒 200 多千米的速度运动着。所以,任何物体的静止都是相对的,有条件的,而运动才是绝对的。

1. 从同一高度处同时将 A 球平抛,使 B 球自由下落,不计空气阻力,下列说法中正确的是 ()

- (A) 以 B 球为参照物,A 球做平抛运动;
- (B) 以 B 球为参照物,A 球做匀速直线运动;
- (C) 以 A 球为参照物,B 球的运动为自由落体运动;
- (D) 以 A 球为参照物,B 球的运动为匀速直线运动。

参考答案: B、D。

3. 质点是什么? 能当作质点的物体一定很小吗? 物体被视作质点的条件是什么?

任何物体都有一定的大小和形状。一般,物体在运动时,它各部分的运动情况是不同的。例如,行驶的汽车,其汽缸里的活塞在作往复运动,轮子在转动,车厢在移动,窗玻璃在晃动,方向盘在转动……不难看出,一个物体的运动往往是十分复杂的,要精确地描述一个物体的运动并不是一件简单的事。

但是,当我们只研究某一段时间内汽车在公路上运动的快慢时,我们根本不必去考虑车轮的转动或汽缸活塞的运动,只需把汽车作为一个整体来研究,认为汽车上各点的运动是一样的,运动的快慢相同,通过的路程相同。因而可以忽略汽车的形状和大小,并以一个点来代替它。这样,就给我们的研究带来很大的方便。

因此,在研究物体的某一运动时,若它的大小和形状可以忽略,就可以把物体当作一个有一定质量的几何点看待,这样的点通常叫做质点。

质点是力学中的一个由科学抽象而得出的概念。它是人们为了简化对物体运动的研究而引入的一种理想模型。物体是否能被视作质点,与物体的大小并无关系。例如,地球的体积非常巨大,但当研究地球绕太阳公转时,由于地球与太阳的平均距离(约 1.5×10^8 千米)比地球半径(约 6370 千米)大二万多倍,所以在研究地球公转时完全可以忽略地球上各点运动的差异,而把它看作一个质点。但是,当我们研究原子的结构或原子内部电子的运动时,虽然原子很小,一般的原子半径只有 10^{-10} 米,但是我们也不能把它视作质点。

所以,一个物体能否被看成质点,应当视被研究物体的运动特征而定。通常有两种情况可以把物体视为质点。(1) 若物体上所有点的运动情况都完全相同,这种运动叫做平动。对于平动的物体,可以视为质点。此时物体的所有质量都集中在这个质点上。(2) 若物体的线度相对于研究问题中物体间的距离来说是很小很小的,就可把物体视为质点了。

必须指出,把物体当作质点是有条件的,相对的,而不是无条件的,绝对的。对具体情况要作具体分析。同一个物体,有时可视为质点,有时却不能视为质点。例如,在研究地球绕太阳的公转时,可以把地球看作质点,但是,在研究地球本身的自转时,地球上各点的运动情况就大不相同,这时就不能再把地球当作质点处理了。

4. 什么是时间？什么是时刻？时间与时刻有什么区别？

现代科学证明,任何物质的运动,长到宇宙存在的年龄(10^{10} 年),短到共振态粒子的寿命(10^{-23} 秒),都有一定的持续的过程,不同的运动形式之间相互转化也有一定的次序,因而为了反映物质运动变化和发展过程的持续性、顺序性和阶段性,需要一个科学概念,这个科学概念就是时间。人们用时间间隔的长短来描述物质运动持续过程的久暂,用不同的时刻的先后来标明不同事件发生的次序。物质运动是发展变化的,不可能完全回到原来的状态,表现为时间的流逝一去不再复返。因而,时间是一维的,在数学中可以用一个参量的变化来表征。

在研究物体的运动时,常要用到时间和时刻。在一维的时间轴上,每一个点表示一个时刻,时刻没有长短,只有先后,它是一个序数,表明不同事件发生的次序。时间轴上相应两个时刻之间的间隔长短,表示一段时间,时间是一个只有长短,没有方向的物理量。综上所述,时间与时刻是两个不同的概念,它们之间是有区别的。习惯上,我们把短暂到几乎接近于零的时间叫即时,也叫瞬时。

在实际应用中,我们要注意各时间和时刻的表示法。如“3秒末”、“第3秒末”和“第4秒初”都是指同一时刻,在图4-1的轴上都是指“3”这一点。“前3秒内”是指时间,是指轴上“0”至“3”的间隔,第3秒内也是指时间,但指的是轴上从“2”至“3”的间隔。

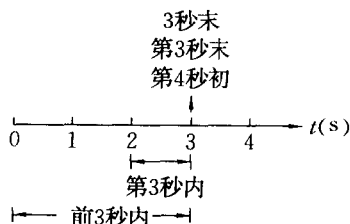


图 4-1

5. 什么是位移？什么是路程？位移与路程有什么区别？

描述物体在运动过程中,从空间的一个位置,运动到另一个位置的位置变化,称为物体在运动过程中发生的位移。描述物体在运动过程中,从空间的一个位置运动到另一个位置的轨迹长度,称为物体在运动过程中通过的路程。因此,位移和路程是两个不同的物理量。

位移和路程,都用 s 表示,国际单位是米(m)。在图5-1中,物体从 A 运动到 B ,轨迹可以是直线 AB ,弧线 $\widehat{AmB}$,或曲线 AnB 。显然,三条路径的路程是不同的。但三种不同情况下位移都是 AB ,即由始位置 A 指向末位置 B 的有向线段。线段的箭头表示位移的方向,线段的长度表示位移的大小。位移是一个既有大小,又有方向的量,它是一个矢量。而路径是一个只有大小,没有方向的量,它是一个标量。

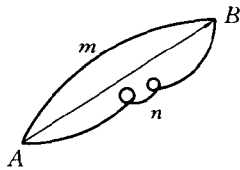


图 5-1

在直线运动中,若质点向某一方向运动而没有往复,质点的位移与路程的数值是相同的。

在直线运动中,若质点的运动有往复时,位移和路程则不相等。例如,竖直上抛的物体,当其回到抛出点时物体所通过的路程是它所到达高度的二倍,而位移却为零。

在曲线运动中,质点通过的路程和位移不相同。例如,质点沿半径为 R 的圆做圆周运动,当它转了半圈时,通过的位移的大小是 $2R$,而通过的路程则是 πR 。

6. 平均速度与速度的平均值有什么区别?

运动质点通过的位移跟通过这段位移所用时间的比值,叫做这段时间(或位移)的平均速度。平均速度是粗略表示物体运动快慢的物理量。

速度的平均值是运动质点通过某二点时的瞬时速度的平均值。

平均速度的大小随时间或位移的区间的不同而不同,在计算平均速度时应按照定义进行,而不能用求速度平均值的方法计算。一般说来,平均速度与速度的平均值是不相等的,只有在特殊情况下,如质点作匀速直线运动或匀变速直线运动时,平均速度才与速度的平均值相等。

例 一运动员参加百米赛跑,通过前 60 米位移所用时间是 7.5 秒,通过后 40 米位移所用时间是 4 秒,试求他在前 60 米位移、后 40 米位移及全程中的平均速度各是多大? 试计算前后两段位移的两个平均速度的平均值。

解: 按照平均速度的定义,前 60 米位移的平均速度为:

$$\bar{v}_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{60}{7.5} \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$$

后 40 米位移的平均速度为:

$$\bar{v}_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{40}{4} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

全程的平均速度为:

$$\bar{v} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{60 + 40}{7.5 + 4} \text{ m/s} = 8.7 \text{ m/s}$$

前后两段位移中的两个平均速度的平均值为:

$$\frac{\bar{v}_1 + \bar{v}_2}{2} = \frac{8 + 10}{2} \text{ m/s} = 9 \text{ m/s}$$

显然,三个不同区间的平均速度是不同的,前后两段位移中的两个平均速度的平均值与整个过程的平均速度也是不相等的。

1. 物体从 A 点经过 B 点到达 C,如 B 是 AC 的中点,已知物体从 A 到 B 平均速度为 v_1 ,从 B 到 C 的平均速度为 v_2 ,求物体从 A 到 C 全过程的平均速度多大?

2. 物体从 A 点经过 B 点到达 C,如果从 A 到 B 与从 B 到 C 所用时间相同,已知物体从 A 到 B 平均速度为 v_1 ,从 B 到 C 的平均速度为 v_2 ,求物体从 A 到 C 全过程的平均速度多大?

参考答案: 1. $\bar{v} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$; 2. $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ 。

7. 怎样正确理解瞬时速度的概念?

我们知道,变速运动中,平均速度只能粗略地描述一段时间(或位移)内的运动情况,而不能反映出这段时间(或位移)内的真实运动情况,更不能反映质点在某一时刻或某一位置的运动情况。而大量的实际问题需要精确地描述质点在某一时刻或某一位置的运动。如何

解决这个问题呢？

我们以图 7-1 小球沿光滑斜面滚下为例。若 B 点比较接近 A 点，则位移 Δs 较小，相应地，所用的时间间隔 Δt 也较短，此时 A、B 两点间的平均速度就能比较真实地反映质点在 A 点附近的运动。当 Δt 趋近于零时， Δs 也趋近于零，但是这时 $\Delta s/\Delta t$ 却趋近于某一极限值，即 A 点的真实速度。这个速度叫做 A 点的瞬时速度，用 v 表示，则有

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

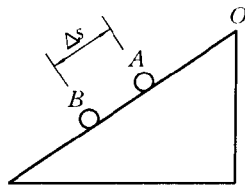


图 7-1

上式表明，质点在某一时刻（或某一位置）的瞬时速度，就是在这时刻附近无限短的时间间隔内平均速度的极限值。

我们进一步用上例说明。如果经测量小球从斜面滚下，它的位移与时间的变化规律为

$$s = 3t + 2t^2 (\text{m})$$

小球滚下 1 秒钟后经过 A 点，问小球在 A 点的瞬时速度多大？

先计算小球从 O 点滚到 A 点的位移

$$s_{OA} = 3 \times 1 + 2 \times 1^2 = 5 (\text{m})$$

再根据瞬时速度的定义，计算出小球经 A 点后在 $\Delta t = 0.1$ 秒、0.01 秒、0.001 秒……内的位移值，如下表所列：

$\Delta t (\text{s})$	$\Delta s (\text{m})$	$\Delta s / \Delta t (\text{m/s})$
0.1	0.72	7.2
0.01	0.0702	7.02
0.001	0.07002	7.002
0.0001	0.070002	7.0002
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

由表可看出， Δt 越小， $\Delta s/\Delta t$ 就越趋向一个目标值 7，当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时， $\Delta s/\Delta t$ 的极限值

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = 7 (\text{m/s})$$

就是小球在 A 点的瞬时速度。

瞬时速度又叫即时速度，简称速度。速度 v 是矢量，它的方向是位移 Δs 的极限方向，也就是质点的运动方向。如果质点作单向直线运动，速度的大小 $|v|$ 叫做速率。速率定义为路程和通过这段路程的时间的比值。由于位移和路程是可以不相同的，所以速度的大小和速率也往往是不同的。

1. 在变速运动中，根据瞬时速度概念得出的下列认识中正确的是 ()
 - (A) 其大小表示物体在某时刻运动的快慢程度；
 - (B) 其大小表示物体通过某一位置时的运动快慢程度；
 - (C) 它是一个表示物体快慢的物理量；

(D) 在变速运动的 $s-t$ 图中,某点的切线斜率就是通过该时刻的瞬时速度的大小。

参考答案: A、B、D。

8. 加速度与速度、速度的变化量的区别?

加速度是表示物体速度变化快慢的物理量。加速度与速度没有必然的联系。就方向而言,加速度与速度可以同向、反向,也可以互成角度。在直线运动中,加速度方向与速度方向一致时,物体做加速运动;加速度方向与速度方向相反时,物体做减速运动。在曲线运动中,加速度方向与速度方向则互成角度,且加速度的方向总是指向曲线的凹侧。如果加速度与速度成锐角,速率则增大;如果加速度与速度成钝角,速率则减小;如果加速度与速度成直角,速率则不变(物体作匀速圆周运动)。

就大小而言,加速度很大,物体的速度不一定很大。如刚起动的火车,加速度再大,起动时的速度是不会很大的,因为速度的大小取决于原来的速度和加速的时间。反之,加速度很小,甚至为零,物体的速度可以很大。如高速飞行的火箭,速度很大,加速度可能很小,当火箭匀速飞行时,加速度就为零了。

当物体做直线运动时,速度与加速度的变化也没有必然关系。当速度与加速度方向一致时,即使加速度减小,速度还是增大,只是速度增加得越来越慢,当加速度减小至零时,速度将增至最大值。例如,作直线运动的汽车,随着速度的增加,加速度越来越小,当加速度为零时,汽车速度达到最大值,然后以这个最大速度作匀速直线运动。当速度与加速度方向相反时,则无论加速度大小如何变化,物体运动的速度总是变小的。

速度的变化量等于物体的末速度与初速度的矢量差,即 $\Delta v = v_t - v_0$ 。速度的变化量 Δv 应有三种情况:(1) 速度大小有变化;(2) 速度方向有变化;(3) 速度的大小和方向都变化。

由加速度的定义可知,加速度的方向即速度变化的方向,加速度的大小不仅决定于速度的变化量,还同时决定于发生速度变化的时间。速度变化量大,并不一定加速度大;速度变化量小,也并不一定加速度小。例如,物体增速很大,但增速所花的时间很长,则物体的加速度就不大。物体增速不大,但增速所花的时间极短,则物体的加速度就会很大。

综上所述,加速度、速度、速度的变化量是三个完全不同的物理量,应加以区分,不能混为一谈。

1. 下列关于速度和加速度的说法中,正确的是 ()

- (A) 物体的速度方向与其位移方向相同;
- (B) 平均加速度方向与其速度改变量的方向相同;
- (C) 物体的速度越大,其加速度越大;
- (D) 物体运动中无论是速度大小或方向变化都表明有加速度。

2. 关于速度和加速度的关系,下列说法中正确的是 ()

- (A) 速度变化得越多,加速度越大;
- (B) 速度变化得越快,加速度越大;
- (C) 加速度方向保持不变,速度方向也保持不变;
- (D) 加速度数值不断变小,速度数值也不断变小。

参考答案: 1. B、D 2. B。

9. 表示匀变速直线运动规律的公式中的矢量的方向如何确定?

表示匀变速直线运动规律的公式为:

速度公式
$$v_t = v_0 + at$$

位移公式
$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

速度位移公式
$$v_t^2 = v_0^2 + 2as$$

平均速度求位移公式
$$s = \frac{v_0 + v_t}{2} t$$

上述四个公式中共涉及五个物理量,除时间 t 是标量外,其余的都是矢量,正确地确定矢量的方向,是应用这些公式时务必要注意的问题。所有矢量都在一直线上,可能的方向只有两个。如果规定了正方向,就可用正、负号来表示这些矢量的方向了。习惯上,我们总是以初速度 v_0 的方向为正方向,如果初速度为零,则取加速度 a 的方向为正方向。正方向确定后,已知矢量与正方向一致的取“+”号,与正方向相反的取“-”号。未知量皆以正值代入,最后根据计算结果的正负确定实际方向。如果是正值则与规定的正方向一致,负值则与规定的正方向相反。

例 一辆汽车在平直的公路上以 $v = 2.5 \text{ m/s}$ 的速度匀速行驶,途经某小站时开始减速,50 秒钟后汽车停住。然后即以同样的加速度返回小站,行驶了 60 秒钟,求汽车的位置。

解: 汽车以 $v = 2.5 \text{ m/s}$ 的初速度开始减速,50 秒钟后停住,设初速度方向为正方向,则加速度为

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{0 - 2.5}{50} = -0.05 \text{ m/s}^2$$

负号表示加速度方向与初速度方向相反,汽车作减速运动。

汽车返回小站时行驶了 60 秒,从开始减速时计时,汽车行驶的时间总共为 110 秒。由位移公式得:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 = 2.5 \times 110 - \frac{1}{2} \times 2.5 \times 110^2 = -27.5 \text{ m}$$

负号表示位移方向与初速度方向相反,即汽车应在驶过小站 27.5 m 的位置。

1. 有一个做匀加速直线运动的质点,它在两个连续相等的时间间隔内所通过的路程分别是 24 米和 64 米,每一时间间隔为 4 秒,求质点运动的初速度和加速度。

参考答案: $v_0 = 1 \text{ m/s}$ $a = 2.5 \text{ m/s}^2$ 。

10. 如何巧解匀变速直线运动的问题?

在解匀变速直线运动的问题时,如果我们能掌握和灵活运用一些有用的结论,就能使一

些原本复杂的问题一一化解。这些有用的结论是：

(1) 在匀变速直线运动中,某段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的瞬时速度,即

$$\bar{v}_t = v_{t/2}$$

(2) 对单向匀变速直线运动,在连续相等的时间 T 内,相邻的位移之差 Δs 恒定,且

$$\Delta s = aT^2$$

(3) 初速度为零的匀变速直线运动有下列比例关系：

a. 1 秒、2 秒、…、 n 秒内位移之比

$$s_1 : s_2 : \cdots : s_n = 1 : 4 : \cdots : n^2$$

b. 第 1 秒、第 2 秒、…、第 n 秒内位移之比

$$s_1 : s_2 : \cdots : s_n = 1 : 3 : \cdots : (2n-1)$$

c. 1 秒末、2 秒末、…、 n 秒末速度之比

$$v_1 : v_2 : \cdots : v_n = 1 : 2 : \cdots : n$$

d. 通过第 1 个、第 2 个、…、第 n 个相等位移所用时间之比

$$t_1 : t_2 : \cdots : t_n = 1 : (\sqrt{2}-1) : \cdots : (\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$$

例 1 汽车进站前作 3 米/秒的匀速直线运动,刹车后,加速度 $a = -0.4$ 米/秒²,在汽车停下前,有一观察者测得汽车某一秒内通过的位移是 0.4 米,试求汽车在观察者开始测量前多少时间已进行刹车。

解：如图 10-1 所示,设汽车经 O 点时开始刹车,观察者测得汽车在 $t_1 = 1$ 秒内通过的位移 $s_1 = 0.4$ 米在 A 、 B 之间, P 为汽车在 t_1 过程中的中间时刻所在的位置,由上述结论(1),汽车在 P 点的速度 v_P 有,

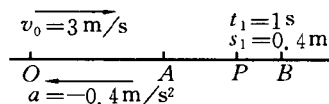


图 10-1

$$v_P = \bar{v}_{AB} = \frac{s_1}{t_1} = \frac{0.4}{1} \text{ m/s} = 0.4 \text{ m/s}$$

设汽车从 O 点开始刹车到 A 点所用的时间为 t ,有

$$\begin{aligned} v_P &= v_0 + a\left(t + \frac{1}{2}t_1\right) \\ t &= \frac{v_P - v_0}{a} - \frac{1}{2}t_1 = \left(\frac{0.4 - 3}{-0.4} - \frac{1}{2} \times 1\right) \text{ s} = 6 \text{ s} \end{aligned}$$

所以汽车在观察者开始测量前 6 秒已开始刹车。

例 2 一质点从 A 经 B 到 C ,做匀加速直线运动,前 5 秒、后 5 秒的位移分别为 10 米和 20 米,求该质点的加速度和在 A 点时的速度。

解：由题意知连续相等的两段时间的位移。由上述结论(2)可得

$$a = \frac{\Delta s}{T^2} = \frac{20 - 10}{5^2} \text{ m/s}^2 = 0.4 \text{ m/s}^2$$

由位移公式可求得速度 v_A :

$$s_{AB} = v_A t_{AB} + \frac{1}{2} a t_{AB}^2$$

解得 $v_A = 1 \text{ m/s}$

例 3 一滑块从斜面顶端由静止开始匀加速下滑,第 5 秒末的速度是 6 m/s ,试求:

- (1) 第 4 秒末滑块的速度; (2) 出发后 7 秒内滑块的位移; (3) 第 3 秒内滑块的位移。

解: 滑块作初速度为零的匀加速直线运动,由上述结论(3)中的比例关系进行计算。

(1) 滑块在第 4 秒末与第 5 秒末的速度之比为:

$$\frac{v_4}{v_5} = \frac{4}{5}$$

得 $v_4 = \frac{4}{5} v_5 = \frac{4}{5} \times 6 \text{ m/s} = 4.8 \text{ m/s}$

(2) 滑块在第 1 秒末与第 5 秒末的速度之比为:

$$\frac{v_1}{v_5} = \frac{1}{5}$$

得 $v_1 = \frac{1}{5} v_5 = \frac{1}{5} \times 6 \text{ m/s} = 1.2 \text{ m/s}$

滑块在第 1 秒内的位移

$$s_1 = \frac{v_0 + v_1}{2} t_1 = \frac{0 + 1.2}{2} \times 1 \text{ m} = 0.6 \text{ m}$$

滑块在 1 秒内与 7 秒内的位移之比为:

$$\frac{s_1}{s_7} = \frac{1}{49}$$

得 $s_7 = 49 s_1 = 49 \times 0.6 \text{ m} = 29.4 \text{ m}$

(3) 滑块在第 3 秒内、第 1 秒内的位移之比为:

$$\frac{s_{\text{III}}}{s_{\text{I}}} = \frac{5}{1}$$

得 $s_{\text{III}} = 5 s_{\text{I}} = 5 \times 0.6 \text{ m} = 3 \text{ m}$

例 4 如图 10-2,质点以某一初速度从光滑斜面的底端 A 点向上作匀减速直线运动,最高点可到达 D 点,C、B 为 AD 的两个等分点,已知质点从 A 到 B 所用的时间为 t_0 ,则它从 C 到 D 需要的时间为多少?

解: 质点以某一初速度 v 从光滑斜面的底端 A 点上滑到最高点 D 点,可视为质点以初速度为零从 D 点下滑到 A 点,此时 A 点的速度也一定为 v ,且 $t_{CD} = t_{DC}$ 。由于 C、B 为 AD 的两个等分点,由上述结论(3)中的 d 可得

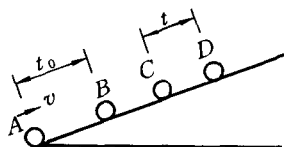


图 10-2

$$\frac{1}{\sqrt{3} - \sqrt{2}} = \frac{t_{DC}}{t_0}$$