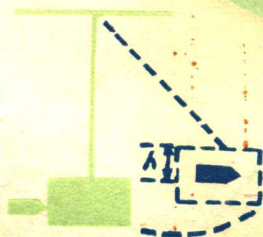
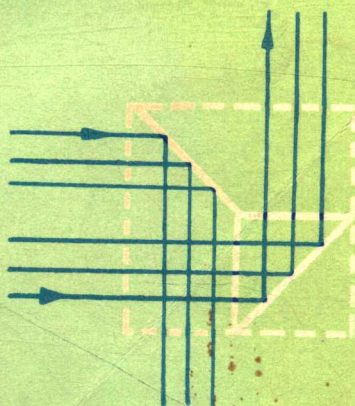
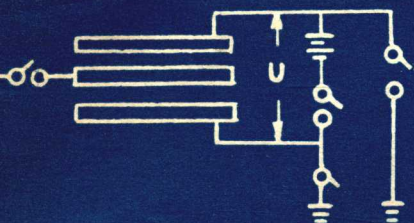


普通物理学思考题题解

(第二版)



上海科学技术文献出版社

普通物理学思考题题解



谭树杰 万东辉 编
徐家康 赵玲玲

上海科学技术文献出版社

普通物理学思考题题解
(第二版)

谭树杰 万东辉 编
徐家康 赵玲玲

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海市武康路2号)

新华书店上海发行所发行
上海商务印刷厂印刷

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 11.375 字数 275,000

1986年10月第1版 1896年10月第1次印刷

印数: 1—5,200

书号: 13192·85 定价: 2.35 元

编写说明

近年来出版的各类普通物理学教材,几乎都附有思考题,这对加深理解基本概念,启发学生的思维能力很有帮助。这里我们参考了目前使用较广泛的各种国内外教材,根据我们在教学过程中所遇到的一些问题,选编了一些典型的思考题,并对每题辅以解答,汇编成册,供大家参考。

本书以大专院校普通物理教师、中等学校物理教师以及自学普通物理课程的读者为主要对象,兼顾大学低年级学生、高中毕业生的需要,对中学生学习物理搞清概念也有帮助。

本书自1982年初版后,受到广大读者的欢迎和关心,先后重印了三次,并收到不少读者的意见,乘本书再版之机,我们对全书作了认真的修订,对不少内容作了修改与增删,使本书的内容无论从广度还是深度上都比初版有了较大的提高。

本书包括力学、热学、电磁学、光学和原子物理等内容的思考题,其中力学部分由谭树杰编写,热学和静电场部分由万东辉编写,稳恒电流、磁场和电磁感应部分由徐家康编写,光学和原子物理部分由赵玲玲编写。全书由许国保教授主审。鉴于我们水平有限,教学经验不足,加上时间仓促,从选题到解答难免有不妥之处,恳请读者不吝指教。

编者

1985.2. 于华东师大

目 录

第一部分 力学	1
§1 运动学	1
§2 动力学	15
§3 功和能	40
§4 动量守恒	51
§5 刚体的转动	65
§6 流体力学	83
§7 机械振动	89
§8 机械波	101
第二部分 热学	110
§1 分子物理学	110
§2 热力学	129
第三部分 电磁学	154
§1 静电场	154
§2 静电场中的导体和电介质	168
§3 稳恒电流	184
§4 磁场和磁介质	218
§5 电磁感应和电磁波	253
第四部分 光学	284
§1 几何光学	284
§2 物理光学	303
§3 光的量子性	327

第五部分 原子物理与原子核物理	335
-----------------------	-----

§1 原子物理	335
---------------	-----

§2 原子核物理	349
----------------	-----

目 录

1.1	绪论	1
1.2	原子物理的发展	12
1.3	原子物理的成就	22
1.4	原子物理的展望	23
1.5	原子物理的分支	24
1.6	原子物理的术语	25
1.7	原子物理的符号	26
1.8	原子物理的公式	27
1.9	原子物理的图表	28
1.10	原子物理的附录	29
1.11	原子物理的参考文献	30
1.12	原子物理的索引	31
1.13	原子物理的附录二	32
1.14	原子物理的附录三	33
1.15	原子物理的附录四	34
1.16	原子物理的附录五	35
1.17	原子物理的附录六	36
1.18	原子物理的附录七	37
1.19	原子物理的附录八	38
1.20	原子物理的附录九	39
1.21	原子物理的附录十	40
1.22	原子物理的附录十一	41
1.23	原子物理的附录十二	42
1.24	原子物理的附录十三	43
1.25	原子物理的附录十四	44
1.26	原子物理的附录十五	45
1.27	原子物理的附录十六	46
1.28	原子物理的附录十七	47
1.29	原子物理的附录十八	48
1.30	原子物理的附录十九	49
1.31	原子物理的附录二十	50
1.32	原子物理的附录二十一	51
1.33	原子物理的附录二十二	52
1.34	原子物理的附录二十三	53
1.35	原子物理的附录二十四	54
1.36	原子物理的附录二十五	55
1.37	原子物理的附录二十六	56
1.38	原子物理的附录二十七	57
1.39	原子物理的附录二十八	58
1.40	原子物理的附录二十九	59
1.41	原子物理的附录三十	60
1.42	原子物理的附录三十一	61
1.43	原子物理的附录三十二	62
1.44	原子物理的附录三十三	63
1.45	原子物理的附录三十四	64
1.46	原子物理的附录三十五	65
1.47	原子物理的附录三十六	66
1.48	原子物理的附录三十七	67
1.49	原子物理的附录三十八	68
1.50	原子物理的附录三十九	69
1.51	原子物理的附录四十	70
1.52	原子物理的附录四十一	71
1.53	原子物理的附录四十二	72
1.54	原子物理的附录四十三	73
1.55	原子物理的附录四十四	74
1.56	原子物理的附录四十五	75
1.57	原子物理的附录四十六	76
1.58	原子物理的附录四十七	77
1.59	原子物理的附录四十八	78
1.60	原子物理的附录四十九	79
1.61	原子物理的附录五十	80
1.62	原子物理的附录五十一	81
1.63	原子物理的附录五十二	82
1.64	原子物理的附录五十三	83
1.65	原子物理的附录五十四	84
1.66	原子物理的附录五十五	85
1.67	原子物理的附录五十六	86
1.68	原子物理的附录五十七	87
1.69	原子物理的附录五十八	88
1.70	原子物理的附录五十九	89
1.71	原子物理的附录六十	90
1.72	原子物理的附录六十一	91
1.73	原子物理的附录六十二	92
1.74	原子物理的附录六十三	93
1.75	原子物理的附录六十四	94
1.76	原子物理的附录六十五	95
1.77	原子物理的附录六十六	96
1.78	原子物理的附录六十七	97
1.79	原子物理的附录六十八	98
1.80	原子物理的附录六十九	99
1.81	原子物理的附录七十	100
1.82	原子物理的附录七十一	101
1.83	原子物理的附录七十二	102
1.84	原子物理的附录七十三	103
1.85	原子物理的附录七十四	104
1.86	原子物理的附录七十五	105
1.87	原子物理的附录七十六	106
1.88	原子物理的附录七十七	107
1.89	原子物理的附录七十八	108
1.90	原子物理的附录七十九	109
1.91	原子物理的附录八十	110
1.92	原子物理的附录八十一	111
1.93	原子物理的附录八十二	112
1.94	原子物理的附录八十三	113
1.95	原子物理的附录八十四	114
1.96	原子物理的附录八十五	115
1.97	原子物理的附录八十六	116
1.98	原子物理的附录八十七	117
1.99	原子物理的附录八十八	118
1.100	原子物理的附录八十九	119
1.101	原子物理的附录九十	120
1.102	原子物理的附录九十一	121
1.103	原子物理的附录九十二	122
1.104	原子物理的附录九十三	123
1.105	原子物理的附录九十四	124
1.106	原子物理的附录九十五	125
1.107	原子物理的附录九十六	126
1.108	原子物理的附录九十七	127
1.109	原子物理的附录九十八	128
1.110	原子物理的附录九十九	129
1.111	原子物理的附录一百	130

第一部分 力 学

§1 运 动 学

1 路程和位移有什么区别？矢径和位移有什么区别？

答：路程是标量，位移是矢量；路程是物体运动经历的实际路径，而位移是物体初末位置矢量之差，表示物体位置的改变，一般并不是物体所经历的实际路径。

例如一物体绕半径为 R 圆周运动，一周后回到原位置，其路程为 $2\pi R$ ，而位移却为零。

只有当物体作单向直线运动时，位移的数值才与路程相同。

矢径即位置矢量，是坐标原点到物体所在位置的一有向线段。位移是两位置矢量之差。若取物体运动起始点为坐标原点，则两者一致。

2 一物体具有恒定的速率，但仍有变化的速度，是否可能？一物体具有恒定的速度，但仍有变化的速率，是否可能？

答：速度是矢量，既有大小又有方向，两者中有一变化，速度即有变化。当速度的大小不变而方向变化时，就是具有恒定速率，而仍有变化的速度的情形。例如匀速圆周运动就是一例。

物体具有“恒定的速度”，意味着速度的大小、方向均不变化，因此速率也不变。这种“速度恒定而速率变化”的情形是不可能的。

3 一物体具有加速度而其速度为零，是否可能？

答：根据定义，加速度是速度的变化率，与速度的增量有关。在某一时刻物体的速度为零，而经 Δt 时间间隔后速度为 v ，则这一时刻的加速度就不为零。所以“物体具有加速度而其速度为零”是可能的。例如单摆在偏离平衡位置最大值时，速度为零，但加速度不为零，而等于 $a = g \sin \theta$ （这时 θ 为偏离平衡位置的最大夹角）。

4 分析以下三种说法是否正确？

(a) “运动物体的加速度越大，物体的速度也越大”；

(b) “物体在直线上向前运动时，若物体向前的加速度减小了，则物体前进的速度也随之减小”；

(c) “物体加速度的值很大，而物体速度的值可以不变，这是不可能的”。

答：(a) 加速度是速度随时间的变化率，只有当速度随时间的变化率越大时，加速度才越大。速度与加速度是两个不同的物理量。加速度大，速度不一定大；速度大时加速度也不一定大，甚至加速度可能为零。

(b) 判断物体是加速运动还是减速运动，不能仅仅根据加速度的正负，而要根据加速度与速度的方向是否一致。若两者方向一致，则是加速运动；若两者方向相反，则是减速运动。当加速度减小时，只要与速度的方向仍然相同，物体仍然是加速运动，物体运动的速度还是在加快，只是加快的程度较前小了。

(c) 当加速度的方向与速度的方向垂直时，加速度只改变速度的方向，而不改变速度的数值（即速率），因此物体加速度值很大，而物体速度的数值不变是可能的。例如匀速圆周运动就是如此。

所以这三种说法都不正确。

5 平均速率的意思可以是平均速度矢量的大小，另一个意

思是所经路径的总长度除以所经的总时间，这两个意思是否相同？

答：一般而言，平均速率的定义是物体所经过的路径长度与所经的时间之比，即

$$\text{平均速率} = \frac{\text{路程长度}}{\text{所经时间}}$$

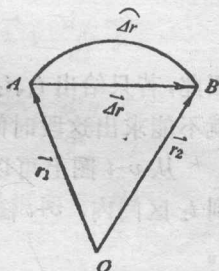
在直线运动中，若物体始终朝着一个方向运动，则平均速度矢量的大小就等于平均速率了。

但若物体作曲线运动，如附图 1 所示从 A 至 B

$$\text{平均速度} = \frac{\vec{\Delta r}}{\Delta t}$$

$$\text{平均速度大小} = \frac{|\vec{\Delta r}|}{\Delta t}$$

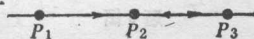
$$\text{但 平均速率} = \frac{\widehat{\Delta r}}{\Delta t}$$



题 5 图 1

显然 $\widehat{\Delta r} \neq |\vec{\Delta r}|$ ，因此平均速率不等于平均速度的大小。

还需指出，物体即使作直线运动，但运动并不始终朝同一方向时，平均速率也不等于平均速度的大小。例如物体从 P_1 经 P_2 到 P_3 ，又回到 P_2 点，如附图 2 所示，其平



均速度为 $\frac{\overrightarrow{P_1 P_2}}{\Delta t}$ ，平均速度的大小为 $\frac{\overline{P_1 P_2}}{\Delta t}$ ，

题 5 图 2

而平均速率应为

$$\frac{\overline{P_1 P_2} + \overline{P_2 P_3} + \overline{P_3 P_2}}{\Delta t} = \frac{\overline{P_1 P_2} + 2\overline{P_2 P_3}}{\Delta t}$$

由此看出，在往复的直线运动中平均速率也不等于平均速度的大小。

6 质点作直线运动时，若已知质点在初、末时刻的瞬时速率 v_1 和 v_2 ，那么是否可以用

$$\overline{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

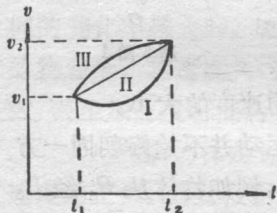
来求出这段时间内平均速率?

答: 不能, 因为未知这段时间内速率的变化情形。根据平均速率的定义

$$\begin{aligned}\overline{v} &= \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \\ &= \frac{\int_{t_1}^{t_2} v(t) dt}{t_2 - t_1}\end{aligned}$$

因此, 若只给出 t_1 、 t_2 时刻的速率, 而不知道 $v(t)$ 的函数表达式, 就不能求出这段时间内平均速率。

从 $v-t$ 图上可以看出 t_1 到 t_2 这段时间内平均速率, 就是 t_1 到 t_2 区间内, $v-t$ 图线下面的面积与这段时间之比。给出 t_1 、 t_2 时刻的 v_1 和 v_2 , 只是确定了两个点, 而经过这两点的曲线可以有无数条 (如图中 I、II、III……), 因此面积值也有无数个值, 这样平均速率就无法确定。



题 6 图

若要应用公式 $\overline{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ 来求平均速率,

只有在物体作匀变速直线运动的情形, 如图中 II 的直线, 此时面积为 $\frac{(v_1 + v_2)(t_2 - t_1)}{2}$, 与 Δt 的比值即为 $\frac{v_1 + v_2}{2}$ 。而本题未给出物体作什么运动, 所以不能应用初末时刻的瞬时速率来求平均速率。

7 质点的运动方程为 $x = x(t)$, $y = y(t)$, 在计算质点的速度和加速度时, 有人先求出 $r = \sqrt{x^2 + y^2}$, 然后根据

$$v = \frac{dr}{dt} \text{ 和 } a = \frac{d^2 r}{dt^2}$$

求得 v 和 a 的值。也有人先计算出速度和加速度的分量，再合成求得 v 和 a 的值。即为

$$v = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} \text{ 和 } a = \sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2}$$

这两种方法哪一种正确？差别何在？

答：位移、速度、加速度均是矢量，因此求速度和加速度时应根据矢量求导法则：

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(x\vec{i} + y\vec{j}) = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j}$$

$$\vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \frac{d^2}{dt^2}(x\vec{i} + y\vec{j}) = \frac{d^2x}{dt^2}\vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\vec{j}$$

在上式求导中，因为 $\vec{i}, \vec{j}$ 是单位矢量，且是恒向量，故

$$\frac{d\vec{i}}{dt} = 0, \frac{d\vec{j}}{dt} = 0$$

由此可得速度的大小 v 为

$$v = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$$

加速度的大小 a 为

$$a = \sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2}$$

因此第二种方法是正确的，第一种方法是不正确的。

8 匀加速运动是否一定是直线运动？匀速圆周运动是不是匀加速运动？

答：匀加速运动不一定是直线运动，这取决于初速度方向与加速度方向是否一致。若两者一致就是直线运动，如竖直下抛运动；若两者不一致就是曲线运动，如抛体运动。

匀速圆周运动不是匀加速运动。因为匀加速运动一般理解为加速度为常值的运动，这要求加速度的大小和方向均不变。而

匀速圆周运动仅速率不变，方向时刻在变，其加速度数值不变，但其方向时刻在变，故不是匀加速运动。

9 “物体作曲线运动时，速度方向一定在运动轨道的切线方向，法向分速度恒为零，因此其法向加速度也一定为零”，此种说法对吗？

答：物体作曲线运动时速度方向一定沿轨道的切线方向，法向分速度恒为零，此话是对的。但法向分速度为零，并不一定法向加速度必为零。如匀速圆周运动，法向分速度恒为零，但法向加速度不为零，其大小为 $\frac{v^2}{R}$ ，方向处处与速度的方向垂直。

10 质点在作匀加速圆周运动(如定轴匀加速转动中不在轴线上的质点的运动)的过程中：

(a) 切向加速度的大小、方向是否改变？

(b) 法向加速度的大小、方向是否改变？

(c) 总加速度的大小、方向是否改变？

答：(a) 匀加速圆周运动的特征是切向加速度的大小不变， a_t 为常值；但方向时刻在变，恒沿轨道切向。

(b) 匀加速圆周运动过程中，速率越来越大，根据 $a_n = \frac{v^2}{R}$ ， v 不断增大，故法向加速度的值也不断增大，方向时刻在变，恒指向圆心。

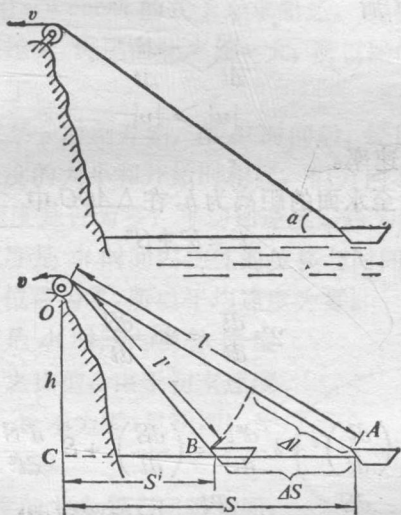
(c) 总加速度的方向、大小显然也在变。因为 $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$ ， a_n 、 a_t 方向时刻在变，所以 a 的方向也在变， a_n 不断增大， a 也不断增大。

11 若切向加速度 a_t 为零，而法向加速度不为零，且不等于常值，试问它将作什么运动？

答：切向加速度 $a_t = 0$ ，则说明速率不变， $v =$ 常值，而法向

加速度 $a_n \neq 0$, 且 $a_n \neq c$, 则由 $a_n = \frac{v^2}{\rho}$ 式看出, ρ (曲率半径) 必发生变化, 即作一般的曲线运动, 或称为匀速率曲线运动。若 a_n 正比于 t , 则作螺旋线运动。

12 在湖中有一小船, 岸边有人用绳子跨过一定滑轮用恒定的速率 v 拉船靠岸, 试分析船运动的速率, 比 v 大还是比 v 小? 船是否作匀速运动?



题 12 图

答: 设船的速率为 u , 人拉船时绳头的速率为 v , 在 t 时刻船位于 A 处, 绳长为 l , 船离岸的距离为 S , 见附图所示。

经过 Δt 时间后, 船运动至 B 处, 此时绳长为 l' , 船离岸的距离 S' , 根据速率的定义:

$$\text{绳速 } v = \frac{l' - l}{\Delta t} = \frac{-\Delta l}{\Delta t}$$

$$\text{船速 } u = \frac{S' - S}{\Delta t} = \frac{-\Delta S}{\Delta t}$$

在附图中 $\triangle ABO$ 可以看出

$$\overline{OB} + \overline{AB} > \overline{OA}$$

即

$$l' + \Delta S > l$$

而

$$l = l' + \Delta l$$

$\therefore$

$$\Delta S > \Delta l$$

两边同除以 Δt 后

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} > \frac{\Delta l}{\Delta t}$$

即

$$|u| > |v|$$

船速率大于绳速率。

设定滑轮至水面的距离为 h , 在 $\triangle AOC$ 中

$$l^2 = h^2 + S^2$$

两边求导后

$$2l \frac{dl}{dt} = 2S \frac{dS}{dt}$$

再次求导后

$$\left(\frac{dl}{dt}\right)^2 + l \frac{d^2 l}{dt^2} = \left(\frac{dS}{dt}\right)^2 + S \frac{d^2 S}{dt^2}$$

因为 $\frac{dl}{dt} = -v$, $\frac{dS}{dt} = -u$, $\frac{d^2 l}{dt^2} = 0$ (绳速恒定)

$$\frac{d^2 S}{dt^2} = a \quad (\text{船的加速度})$$

$\therefore$

$$v^2 = u^2 + Sa$$

$$a = \frac{v^2 - u^2}{S}$$

因为 u 不等于 v , a 不等于零, 所以不是匀速运动。

那么船是作加速运动还是减速运动呢? 有人说因 $|v| < |u|$,

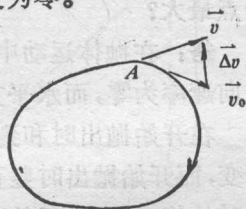
所以 $\alpha < 0$, 由此得出船作减速运动。但此说法不对, 因为此时 $u < 0$, 所以船的加速度与速度方向是一致的, 仍是加速运动。

那么为何不可用绳速在水平方向的投影来求船速呢? 即 $u = v \cos \alpha$ 为何不能应用? 这是因为虽然绳头的速率为 v , 但由于角 α 也在变化, 所以通过定滑轮后绳的速率并不是 v , 从定滑轮到船头的这段绳上各点速率均不相同, 它既有平动又有绕定滑轮的转动, 是这两种运动的合运动, 因此与船相连处绳尾的速率不是 v , 故不能用 $u = v \cos \alpha$ 的式子来求船速。绳自定滑轮至船的各段速率越来越大, 绳尾的速率比 v 大, 所以船的速率就会大于绳头的速率 v 了。

13 物体在某一时刻开始, 在 Δt 时间后, 经任一路径回到出发点, 此时速度的大小和开始时相同, 但方向不同, 试问在 Δt 时间内平均速度是否为零? 平均加速度是否为零?

答: 平均速度是 Δt 时间内物体的位移与时间 Δt 比值。而在这一段时间内位移为零, 所以平均速度为零。

平均加速度是 Δt 时间内物体速度的增量 $\Delta \vec{v}$ 与 Δt 之比值, 由于初末速度方向不同, 所以 $\Delta \vec{v}$ 不为零(见附图), 平均加速度也就不为零。



题 13 图

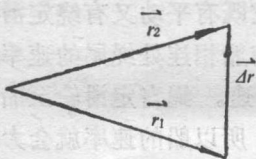
若初、末速度的大小和方向都相同, 则 $\Delta \vec{v}$ 为零, 平均加速度也为零。

14 物体的合速度的数值是否可以等于分速度的值, 或者甚至小于分速度的值?

答: 若物体的合速度由两个分速度合成, 只要这两个分速度之间的夹角在 $\frac{2}{3}\pi$ 和 π 之间, 则合成速度的值, 就可能等于分速度的值, 甚至小于分速度的值。

15 在曲线运动中, $|\Delta \vec{r}|$ 与 Δr 是否相同? $|\Delta \vec{v}|$ 与 Δv 是否相同?

答: $|\Delta \vec{r}|$ 是两位置矢量之差的绝对值, 而 Δr 是两位置矢量绝对值之差。当物体作曲线运动时, 若初、末位置矢量大小相等, 方向不同时, 即 $|\vec{r}_1| = |\vec{r}_2|$, 但 $\vec{r}_1 \neq \vec{r}_2$, 则 $|\Delta \vec{r}| \neq 0$, 而 $\Delta r = 0$, 两者不相同。只有当物体作曲线运动时, 初、末位置矢量大小相等, 方向也相同时, 则



题 15 图

$$|\Delta \vec{r}| = 0, \Delta r = 0$$

同样, $|\Delta \vec{v}|$ 是两速度之差的绝对值, Δv 是两速度绝对值之差。物体作曲线运动时, 若两不同时刻的速率相同, 而方向不同时, $|\Delta \vec{v}| \neq 0$, 但 $\Delta v = 0$, 只有当两不同时刻的速率相同, 方向也相同时, $|\Delta \vec{v}| = 0, \Delta v = 0$ 。

16 在抛体运动的路径中, 在哪一点抛体的速率最小? 哪一点最大?

答: 在抛体运动中到达最高点时速率最小, 因为此时竖直方向速率为零, 而水平方向速率不变。

在开始抛出时和到达地面时速率最大。因为水平方向速率不变, 而开始抛出时竖直方向速率最大, 到达地面时速率等于抛出时的值, 故合成后的速率最大。

17 一质点作抛体运动, 试问 $\frac{dv}{dt}$ 是否变化? $\frac{d\vec{v}}{dt}$ 是否变化? 质点的法向加速度是否变化? 轨道上何处曲率半径最大? 其值为何?

答: $\frac{dv}{dt}$ 是速率的变化率, 抛体运动中各点的速率不同, 故 $\frac{dv}{dt}$ 随时间变化。

$\frac{d\vec{v}}{dt}$ 为速度的变化率, 即为加速度。物体作抛体运动其加

速度为 $\vec{g}$, 即为重力加速度, 是一常矢量, 不随时间变化。

质点的法向加速度为 $a_n = g \cos \alpha$, α 角是竖直方向与沿曲率半径方向的夹角, 因各点的 α 不同, 故 a_n 也随之变化。

轨道上的曲率半径在起点与终点为最大, 根据公式

$$a_n = g \cos \theta = \frac{v_0^2}{\rho}$$

故在此点的曲率半径为

$$\rho = \frac{v_0^2}{g \cos \theta}$$

其中 θ 为抛射角。

18 用气枪瞄准挂在高处的靶, 当子弹离开枪口时, 靶同时自由落下, 试问是否不论子弹初速率多大, 总能击中下落的靶?

答: 不一定能击中靶。若子弹的初速率太小, 以致其射程小于枪到靶的铅垂线之间的距离 S (见附图所示), 则就打不到靶而落到地面上。若要能击中靶, 但一定要满足射程公式

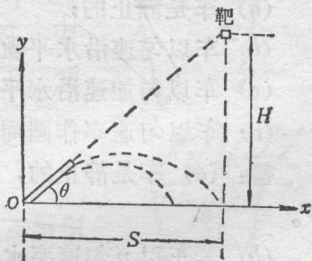
$$S \leq \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta$$

即要求速率

$$v_0 \geq \sqrt{\frac{gS}{\sin 2\theta}}$$

才能击中靶。若以 H 、 S 表示, 则要求

$$v_0 \geq \sqrt{\frac{S^2 + H^2}{2H}} g$$



题 18 图

19 在平稳的、作匀速直线运动的火车车厢中, 有人铅直地