

谭树杰等 编著

CUO ZAI NALI

错在哪里

普通物理学习题错解分析（续）

科学技术文献出版社

内 容 简 介

本书是《错在哪里？——普通物理学习题错解分析》的续编，在原书的基础上，进一步收集了130多个问题，包括从力学到近代物理学各个方面。因此，内容在广度和深度上都有所提高，具有一定的代表性与典型性。

本书编排形式不变，即对每个问题先给出一种或几种错误解法，然后分析原因，最后给出正确答案与解法，有的还作进一步的讨论与引伸。通过对这些错误解法的分析讨论，对学生的学习与教师的教学都有所帮助。

可作为各大、专院校与自学青年的辅导资料，也可作为中学、大学物理教师的教学参考书。

错在哪里？

——普通物理学习题错解分析（续）

梁守德 编著

科学技术文献出版社出版

（北京复兴路15号）

国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各埠新华书店经售

787×1092毫米 32开本 189千字

1989年10月第1版 1990年1月第1次印刷

社科新书目 257-1000

ISBN 7-5023-1295-1/G·407

定 价：3.70元

目 录

第一部分 力学	(1)
1. 共有几个解?	(1)
2. 如何求平抛运动的初速度?	(2)
3. 两球的相对位置究竟是多少?	(3)
4. 将球踢过墙至少要做多少功?	(5)
5. 阿特武德机各物的加速度.....	(7)
6. 平衡时合力中一力停止作用, 物体如何运 动?	(9)
7. 托盘对物体的支持力为多少?	(10)
8. 何处地对人的托力最小?	(12)
9. 在竖直平面内能作匀速圆周运动吗?	(16)
10. 物体对半圆轨道的最大压力是多少?	(18)
11. 能到达圆周的顶点吗?	(22)
12. 两种情形相互作用力是否一样大?	(24)
13. 朱建华在月球上能跳多高?	(26)
14. 弹簧何时压缩最大?	(29)
15. 小球将落在车上何处?	(31)
16. 沿光滑斜面运动时某一时刻重力所做的功 率.....	(35)
17. 将球捞出水面需做多少功?	(36)
18. 小车与摆球的速度各为多少?	(37)

19. 机械能是否守恒?(39)
20. 哪个先到达?(40)
21. 竖起木块需做多少功?(42)
22. 外力对作匀减速直线运动的物体做功的情况(43)
23. 有冲量但不一定做功(44)
24. 再谈动量定理中的速度(45)
25. 小球与劈形木块的碰撞(46)
26. 绳上的拉力是多少?(48)
27. 皮带输送机所做功完全用来增加输送物的动能吗?(50)
28. 两球同时落地吗?(54)
29. 地球质量总会等于太阳质量吗?(55)
30. 等效重心在哪里?(56)
31. 半圆板质心位置在何处?(58)
32. 万有引力公式能直接用吗?(60)
33. A相对于B的速度变化吗?(63)
34. 重物匀速上升吗?(64)
35. 参考系的选择(67)
36. 两物质量关系怎样才能获得最大的反冲动量?(70)
37. 有固定转轴物体的平衡问题(71)
38. 计算力矩的转动点如何选取?(72)
39. 单摆与自由落体(74)
40. 漏沙的单摆周期如何变化?(75)
41. 侧壁的平均压强是多少?(76)

42. 不对称杠杆放在水中是否会平衡?	(79)
43. 铅块所受浮力如何变化?	(80)
第二部分 电磁学	(82)
1. 一定是同种等量电荷吗?	(82)
2. 在两个带电量相等的中垂线上任两点场强比较	(84)
3. 如何画电力线图?	(86)
4. 带电导体表面任一面元处的场强	(89)
5. 任一条电力线上的场强是否相等?	(90)
6. 究竟哪种电荷入地?	(92)
7. 哪半边的场强大?	(93)
8. 带电导体近旁一点的场强由什么决定?	(94)
9. 不同介电常数的 $\vec{E}$ 与 $\vec{D}$	(95)
10. 电场强度至少为多大才能使小球作圆周运动?	(100)
11. 如何计算电解液导电时的电流强度?	(103)
12. 电池串接时总电量为多少?	(104)
13. 实际消耗功率小于预定值的条件	(106)
14. 变阻器的选择	(109)
15. 白炽灯泡能代替电阻吗?	(113)
16. ab 两端的电压为多少?	(114)
17. 有电感的回路中突然切断电源会出现什么现象?	(116)
18. 三电表组成的电桥是否平衡?	(117)
19. 在磁场中使摆球正常摆动的条件	(119)
20. 磁感应强度 $\vec{B}$ 突然变化时带电粒子动能变	

化吗?(123)

21. 磁场中小球沿斜棒滑下的最大速度是多
少?(124)

22. 合力究竟是多大?(128)

23. 有几个解?(131)

24. 是否有感生电流?(133)

25. 运动导体棒两端的电动势.....(134)

26. 如何求输电导线的截面?(137)

27. 在交变电源感应下导体棒是否会来回滑
动?(139)

28. 如何求平均值?(142)

第三部分 熟学.....(145)

1. 两种混合方法温度是否相同?(145)

2. 理想气体向真空绝热膨胀温度如何变
化?(145)

3. 所需热量是否相同?(146)

4. 状态方程和过程方程的区别.....(147)

5. 两金属棒串接与并接时传热能流之比.....(148)

6. 温度不变内能变化吗?(151)

7. 圆环加热后如何变化?(153)

8. 具有斜直线的循环过程的效率.....(154)

9. 如何求半圆循环过程的效率?(159)

10. 两种情况下所做功是否相同?(163)

11. 会沸腾吗?(164)

12. 哪个过程平均摩尔热容量最大或最小?(165)

13. 抽气时压强如何变化?(166)

14. 一瓶氧气能用几天?	(168)
15. 果真无解吗?	(169)
16. 管内空气柱长度究竟有多长?	(172)
17. 具有 1000 米/秒速率的分子数占多少?	(173)
18. $\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv$ 的物理意义是什么?	(174)
19. 图像变换	(176)
第四部分 光学	(178)
1. 光线鱼贯穿过板内部的条件是什么?	(178)
2. 尖劈棱镜成像在何处?	(181)
3. 会聚点的移动情况及性质	(184)
4. 屏幕上被照面上的照度	(188)
5. 薄膜的等厚与等倾干涉的区别何在?	(191)
6. 射电星与地平面的夹角为多大?	(193)
7. 平行光干涉条纹的间距为多少?	(194)
8. 金属丝的直径多大?	(197)
9. 竖直皂膜的干涉纹	(199)
10. 平面波与球面波的干涉特征	(200)
11. 圆屏的作用是什么?	(204)
12. 最多能见到几条明纹?	(206)
13. 如何用 X 光衍射测晶格常数?	(208)
14. 光能透过偏振片吗?	(210)
15. 光矢矢端轨迹是什么?	(211)
16. 偏振片与玻片对杨氏干涉有影响吗?	(214)
17. 液体折射率是多大?	(217)
18. 反射镜的部分能量哪里去了?	(218)

19. 折射光谱次序怎样?	(219)
20. 波包的群速度	(220)
21. 是否一定是凸透镜?	(223)
22. 油膜的厚度是多少?	(225)
第五部分 近代物理	(229)
1. 飞船的长度为多少?	(229)
2. 运动质点间的距离为多少?	(231)
3. 光线传播方向与棒的方位	(233)
4. 质点加速度	(236)
5. 光的颜色是否变化?	(240)
6. 合成粒子的静质量	(241)
7. 散射光子的频率如何变化?	(245)
8. 辐射能最大即辐射光子数最多吗?	(248)
9. 势能平均值怎么求?	(250)
10. 算符的对易关系	(252)
11. 离靶核的最小距离是多少?	(254)
12. 运动星系光谱频率	(256)
13. 精细结构谱线有几条?	(257)
14. LS耦合的电偶极型辐射	(258)
15. 角动量之间的夹角是多大?	(260)
16. 如何确定原子基态?	(262)
17. 原子个数如何随时间变化?	(263)
18. 核反应中撞击粒子所需的最低能量值是 多少?	(265)
19. 辐射核的能级差与吸收核所获内能	(267)
20. 不同频率的光照射金属其逸出电子数是	

否相同?	(268)
21. 初态的结合能是多少?	(269)

第一部分 力 学

1. 共有几个解?

〔问题〕一个以 $v_0 = 6$ 米/秒初速作直线运动的物体，始终受到一恒力的作用，产生的加速度值为 $a = 2$ 米/秒²，方向与初速相反，试求经过多少时间，物体的位移为3米？

〔解〕设所经历的时间为 t ，则依题意，根据位移公式，可列出方程：

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$$

代入数字： $s = 3$ ， $v_0 = 6$ ， $a = 2$ ，得到

$$3 = 6t - t^2$$

可解得

$$t_1 = 3 - \sqrt{6} \text{ (秒)}$$

$$t_2 = 3 + \sqrt{6} \text{ (秒)}$$

t_1 、 t_2 两值均符合题意，故有两个解。

〔分析〕以上解法虽无误，但考虑仍欠全面，还是缺了一个解。因为题中只给出物体位移3米，其值可正，也可负，所以还可列出一个方程，即 $s = -3$ 的情形。

〔正确解〕由题意可得

$$3 = 6t - t^2$$

$$-3 = 6t - t^2$$

$$\therefore t_1 = 3 - \sqrt{6}, t_2 = 3 + \sqrt{6}$$

$$t_3 = 3 + 2\sqrt{3}, t_4 = 3 - 2\sqrt{3}$$

但 t_4 为负值，不合题意应舍去。取物以 v_0 初速为坐标原点，且 $t=0$ ，在与初速相反的恒力作用下，作匀减速直线运动，在 $t_1 = 3 - \sqrt{6} = 0.54$ 秒时离原点3米；又在 $t_2 = 3 + \sqrt{6} = 5.45$ 秒时，折回3米处，此时速度与加速度方向相同，在 $t_3 = 3 + 2\sqrt{3} = 6.45$ 秒时，物离坐标原点-3米，位移仍是3米。

2. 如何求平抛运动的初速度？

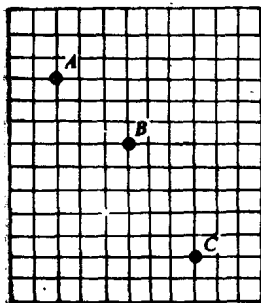


图 1-1

〔问题〕图1-1为一小球作平抛运动的频闪照片的一部分，图中背景方格的边长均为5厘米，如果 $g=10$ 米/秒²，试求闪光频率及小球的初速率。

〔解〕设小球从A点运动到B点经过 T 秒，则 $h_{AB} =$

$$\frac{1}{2}gT^2,$$

$$T = \sqrt{\frac{2h_{AB}}{g}}$$

代入有关数字，得 $T = \sqrt{\frac{0.15 \times 2}{10}} = 0.173$ (秒)

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.173} = 5.78 \text{ (次/秒)}$$

又因为 $s_{AB} = v_x T = v_0 T$

$$\text{所以 } v_0 = \frac{s_{AB}}{T} = \frac{0.15}{0.173} \approx 0.86 \text{ (米/秒)}$$

〔分析〕以上解法不对，问题的关键是将A点误认为抛出点了。根据自由落体公式，自抛出点起在相等时间间隔内的位移之比 ($\Delta t = 1$ 秒) 为

$$h_{01} : h_{12} : h_{23} = \frac{1}{2}g \cdot 1^2 : \frac{1}{2}g(2^2 - 1^2) : \frac{1}{2}g(3^2 - 2^2) \\ = 1 : 3 : 5$$

而由图可见：

$$h_{AB} : h_{BC} = 3 : 5$$

因此可断定A点不是抛出点，而抛出点O应该在与A点水平方向相距三格（因水平方向作匀速直线运动），竖直方向向上相距一格的位置。

$$\text{〔正确解〕 } h_{OA} = \frac{1}{2}gT^2$$

$$T = \sqrt{\frac{2h_{OA}}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.05}{10}} \\ = 0.1 \text{ (秒)}$$

$$f = \frac{1}{T} = 10 \text{ (次/秒)}$$

$$\text{又因为 } s_{AO} = v_0 T$$

$$v_0 = \frac{s_{AO}}{T} = \frac{0.15}{0.1} \\ = 1.5 \text{ (米/秒)}$$

3. 两球的相对位置究竟是多少？

〔题目〕一架飞机以150米/秒的速率在高空沿水平方向匀速飞行，某时刻向下投出A球，相隔1秒钟后又向下投出B球，若不计空气阻力，试求A、B两球脱离飞机后的相对位置关系。

〔解〕A、B两球先后脱离飞机后作自由落体运动，对飞机来说，两球向斜下方运动，水平距离总是相差150米，而竖直距离，由 $s = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 5$ 米，可见相差5米。

〔分析〕以上解答首先忽略了小球的惯性，机械地判定小球离开飞机时即作自由落体运动，实际上它们都还具有与飞机一样的水平速度，其次，又错误地判定两小球在竖直方向自由下落过程中相对位置不变，实际上，它们在竖直距离上的相对位置与时间有关。

〔正确解〕根据惯性定律，A、B两球脱离飞机后仍具有150米/秒的水平速度，相对地来说，两球均作平抛运动，所以A、B两球与飞机三者始终在同一竖直线上。A球在B球的正下方。

设A球脱离飞机的时间为 t 秒，B球脱离飞机的时间则为 $(t-1)$ 秒，它们在竖直距离上相差：

$$\begin{aligned}\Delta h &= \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t-1)^2 \\ &= \frac{1}{2}g(2t-1) \quad (\text{米})\end{aligned}$$

由此可见， Δh 随时间增大： $t=1$ 秒时， $\Delta h_1=5$ 米； $t=2$ 秒， $\Delta h_2=15$ 米； $t=3$ 秒， $\Delta h_3=25$ 米……

A、B两球在空间的位置关系如图1—2所示。

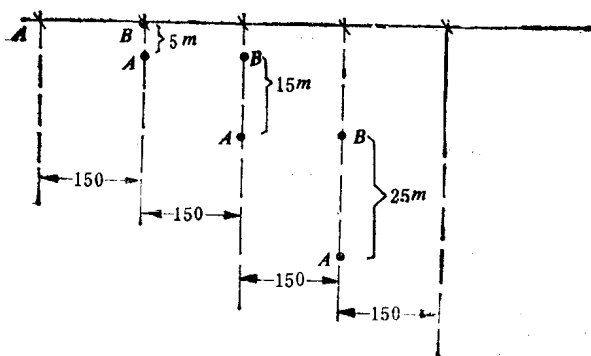


图 1-2

4. 将球踢过墙至少要做多少功?

〔问题〕水平地面上有一质量 $m=500$ 克的足球，离墙 $s=6$ 米，墙高 $h=1.8$ 米，要将球踢过墙头，运动员至少要做多少功？（ $g=10$ 米/秒²）。

〔解〕球被踢出后，做斜上抛运动，假定球在最高点时恰好沿墙头水平越过（见图 1-3），此时做功最少，由抛体运动公式

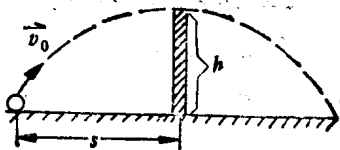


图 1-3

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

即 $v_0 \sin \theta = \sqrt{2gh} = 6$ （米/秒），

$$s = v_0 \cos \theta \cdot t$$

而

$$t = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

∴

$$v_0 \cos \theta = \frac{s g}{v_0 \sin \theta} = 10 \text{ (米/秒)}$$

$$\begin{aligned} v_0 &= \sqrt{v_0^2 \sin^2 \theta + v_0^2 \cos^2 \theta} \\ &= \sqrt{136} \end{aligned}$$

所做功至少为:

$$W = \frac{1}{2} m v_0^2 = 34 \text{ (焦耳)}$$

〔分析〕以上解法在概念上并无错误，但却与题意不符，所求得的 W 值并不是运动员对足球所做的最少的功，因为无法判定足球的最高点是墙高时所做功最少。要使足球越过墙头，且做功最少，就要使球获得的初动能最小，即要使球离脚时的初速度值最小。应设法求出 v_0 的解析式，再求极值，才能求得越过墙头所需的最小速度值。

〔正确解〕根据斜上抛运动的规律:

$$s = v_0 \cos \theta \cdot t$$

$$h = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

因此:
$$v_0 \cos \theta = \frac{s}{t}$$

$$v_0 \sin \theta = \frac{h}{t} + \frac{1}{2} g t$$

因为
$$v_0^2 = v_0^2 \sin^2 \theta + v_0^2 \cos^2 \theta$$

$$\therefore v_0^2 = \frac{s^2 + h^2}{t^2} + \frac{1}{4} g^2 t^2 + gh$$

上式两边对时间求导，得

$$\frac{dv_0}{dt} = \frac{1}{2v_0} \left[\frac{1}{2} g^2 t - \frac{2(s^2 + h^2)}{t^3} \right]$$

解出 t

$$t^4 = 4 \frac{s^2 + h^2}{g^2}$$

$$t = 1.12 \text{ (秒)}$$

代入 v_0 ，得 $v_0 = 80.6 \text{ (米}^2/\text{秒}^2\text{)}$

$$\begin{aligned} \therefore W &= \frac{1}{2} m v_0^2 \\ &= 20.2 \text{ (焦耳)} \end{aligned}$$

这才是题意所要求的值，其示意图如图 1-4 所示。

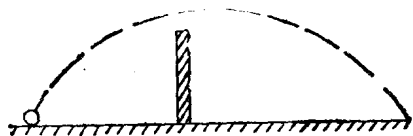


图 1-4

5. 阿特武德机各物的加速度

〔问题〕如图 1-5 所示的滑轮系统，如果忽略滑轮和细线的质量及轴处的摩擦，求此系统中 m_1 的加速度及两绳的张力 T 与 T' 。

〔解〕将 m_2 与 m_3 看作一个整体，对 m_1 、滑轮 O_1 、 O_2 作受力分析，如图，可列出它们的运动方程：

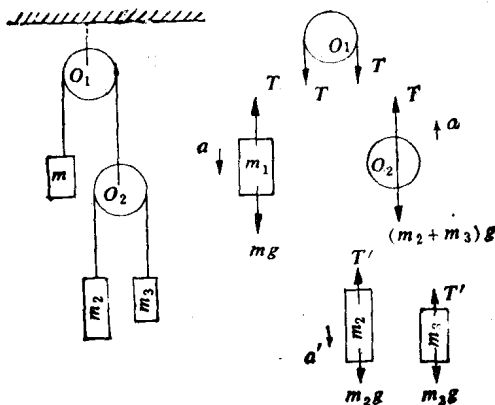


图 1-5

$$m_1 g - T = m_1 a$$

$$T - (m_2 + m_3) g = (m_2 + m_3) a$$

再对 m_2 、 m_3 相对动滑轮 O_2 列出运动方程，

$$m_2 g - T' = m_2 a'$$

$$T' - m_3 g = m_3 a'$$

〔分析〕以上解法不对，首先是不能将 m_2 与 m_3 作为一个整体看待，因为它们的运动状态不相同；其次，所列 m_2 与 m_3 的运动方程，由于动滑轮 O_2 相对地面有加速度，是非惯性系，故牛顿第二定律不能直接引用，除非引进惯性力。

〔正确解〕此题解法一般的普通物理教材中都有所见。设 a 为 m_1 相对于地的加速度， a' 为 m_2 相对于滑轮 O_2 的加速度，