



大学物理

似是而非问题剖析

周镇宏 编著

新世纪出版社

大学物理似是而非问题剖析

周镇宏 编著

新世纪出版社

内 容 简 介

本书作者对大学物理学中120个似是而非的物理问题作了深入的阐述和剖析，透过每个问题“是”的外表，揭露其“非”的实质。它有助于读者辨析概念，吃透原理，应用公式，把握理论的适用范围，提高思考能力和分析解决问题的能力。

本书所涉及的大部分内容，属普通物理学的知识范畴，也有小部分属于近代物理的内容；可作为普通高校和成人高校理工农医科大学生学习大学物理学的辅助性、参考性读物，也可供基础物理课教师参考。

大学物理似是而非问题剖析

周镇宏 编著

*

新世纪出版社出版发行

· 佛冈印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 7.25印张 160,000字

1988年12月第1版 1988年12月第1次印刷

ISBN 7-5405-0314-9/O·1

*

定价 2.95元

目 录

1. “运动的独立性”是个普遍原理吗? (1)
2. 绳系质点球能在铅直平面内作匀速圆周运动吗?
..... (4)
3. 投掷铅球的最佳角度是 45° 吗? (6)
4. 所有负时刻值都可舍弃吗? (10)
5. 物体的速度大时惯性就大吗? (11)
6. 质量大的物体所含的物质就多吗? (13)
7. 离地心越近的物体越重吗? (15)
8. 重心一定在物体上吗? (17)
9. 分力就是力的分量吗? (18)
10. 两分力夹角大于 90° 时就一定有某个分力大于
合力吗? (20)
11. 万有引力定律与开普勒第二定律有矛盾吗? (22)
12. 万有引力会变得无穷大吗? (24)
13. 牛顿第一定律是牛顿第二定律的特例吗? (26)
14. 所有物体的重力加速度都相同吗? (27)
15. “平面光滑”就能“不计摩擦”吗? (29)
16. $f = \frac{d(mv)}{dt}$ 可用于牛顿力学中的“变质量问题”吗? (30)
17. 拔河比赛中胜方的拉力一定大于负方的拉力吗?
..... (31)

18. 天平的平衡会被破坏吗? (33)
19. 力是改变物体运动状态的原因吗? (35)
20. 物体间只有发生弹性形变时才能产生弹力吗? ... (36)
21. 能以很小的力作无限大的功吗? (37)
22. 能用平均速度计算平均动能吗? (38)
23. 作用力与反作用力一个作正功另一个必作负功
吗? (40)
24. 作用力及其反作用力作功之和与参照系的选择
有关吗? (41)
25. “合外力冲量为零”可作为动量守恒的条件吗?
..... (44)
26. 力对位移的平均值等于力对时间的平均值吗? ... (45)
27. 作锥摆运动的质点角动量守恒吗? (48)
28. 是结果还是条件? (49)
29. $\vec{I}\omega$ 可定义为刚体定轴转动的角动量吗? (52)
30. 单摆振动周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 中的 g 是重力加速
度吗? (54)
31. 是 $mg = KH$ 还是 $mg = \frac{1}{2}KH$? (56)
32. 这定会作简谐振动吗? (59)
33. 简谐波波形图上动能为零的质点势能为最大吗?
..... (61)
34. 理想流体真的有“压力能”吗? (63)
35. 物体贴于容器底部会受到浮力作用吗? (66)
36. 小孔越低射流越远吗? (67)

37. “压强可以变速度”吗? (69)
38. 动能定理是“功能转化关系”而热功当量是
“热功转化的体现”吗? (70)
39. 公式 $Q_{吸} = cm(t_2 - t_1)$ 可写为 $Q_{吸} = cmt_2 -$
 cmt_1 吗? (72)
40. 物体的长度会冷缩到零吗? (73)
41. 物体的温度升高时内能一定增加吗? (74)
42. 理想气体的温度会因容器的匀速平动而升高吗?
..... (76)
43. 是稳定状态还是不稳定状态? (81)
44. 平均平动能就是平均速率对应的动能吗? (85)
45. 最可几速率对应最可几动能吗? (87)
46. 分子热运动的最可几动能等于其平均动能吗? ... (90)
47. 不可逆机的致冷系数比可逆机大吗? (93)
48. 熵只有在可逆过程中才是态函数吗? (94)
49. 这些结论与熵增原理矛盾吗? (96)
50. 玻璃棒与丝绸摩擦一定带正电吗? (97)
51. 验电器薄片的张角不变吗? (98)
52. 带同号电荷的金属球一定相斥吗? (100)
53. 电力线能代表带电粒子在电场中运动的轨迹吗?
..... (102)
54. 点电荷在其所在处产生的场强为 ∞ 吗? (104)
55. $a \rightarrow 0$ 就是点电荷吗? (105)
56. 离电荷体系越近处电场就一定越强吗? (107)
57. 均匀球面电荷所在处没有确定的 E 值吗? (109)
58. 电位参考点的选择是完全任意的吗? (111)
59. “电压就是电势差”吗? (113)

60. 有电介质时电场中各点的 \mathbf{E} 一定比无电介质时小吗? (115)
61. 电位移矢量 $\vec{\mathbf{D}}$ 与束缚电荷无关吗? (116)
62. “无限大”带电导体板与“无限远”处等电位吗? (118)
63. 公式 $W = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r}$ 与 $W = \frac{1}{2} \epsilon_0 \mathbf{E}^2$ 有内在矛盾吗? (119)
64. $W_1 = \frac{1}{2} \int U dq$ 与 $W_2 = \int u dq$ 不相容吗? (120)
65. \mathbf{E} 无限大带电平面 $= \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ 与 \mathbf{E} 带电导体紧外侧 $= \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ 矛盾吗? (122)
66. 接地后的导体可视为孤立导体吗? (124)
67. 带电导体接地后就一定不带电了吗? (126)
68. 两端带有异号电荷的导体就不是等势体了吗? ... (127)
69. 带等量异号电荷的两个导体连接后电荷就一定全部中和吗? (128)
70. 电荷分布在导体外表面只是同号电荷相排斥所致吗? (129)
71. 孤立带电导体外表面曲率越大处电荷面密度就越大吗? (131)
72. 导体壳外的电荷对壳内的电场没有贡献吗? ... (132)
73. 球外电荷对导体球壳内的电荷没有作用力吗? ... (133)
74. 导体腔内点电荷的位置变动会影响外部电场的分布吗? (134)

75. 电容器的内部电场不受外部电场影响吗? (136)
76. 导体带电太多时其内部也会有电荷吗? (138)
77. 电流的速率等于电子的漂移速率吗? (140)
78. $Q=UIt$ 和 $Q=\frac{U^2}{R}t$ 只适用于纯电阻性用电器
或电路吗? (141)
79. 增大电流强度反而能减少输电导线上的能量损失吗? (144)
80. 交流电容易通过绝缘好的电容器吗? (145)
81. 电解液中的电流与导线中的电流不相等吗? (146)
82. 电源处于放电状态时一定有电功率输出吗? (149)
83. 电源输出功率最大时效率最高吗? (151)
84. 串联电路中各电容器的带电量一定相等吗? (153)
85. 外力做功的能量“失踪”了吗? (155)
86. 电容器并联时损失的电能并不转化为焦耳热吗?
..... (158)
87. 长直线电流处的 B 值趋于无限大吗? (160)
88. 有缝铁芯螺绕环的外部磁场肯定远小于内部
磁场吗? (162)
89. 洛仑兹力真的能做功吗? (165)
90. 是 $W_{\text{磁}} = -\vec{m} \cdot \vec{B}$ 还是 $W_{\text{磁}} = \vec{m} \cdot \vec{B}$? (166)
91. 线圈的自感系数与电流的变化率成反比吗? (168)
92. 纯电感电路中自感电动势与电源电动势互相“抵
销”吗? (169)
93. 断电时的自感电流可能大于原电流吗? (170)
94. 纯电感电路的电压电流关系违反因果律吗? (173)

95. 电感元件的品质因数可定义为 $\frac{\omega L}{R}$ 吗? (173)
96. $L = -\varepsilon_L / \frac{dI}{dt}$ 只在 $\frac{dL}{dt} = 0$ 条件下成立吗? (175)
97. 是洛仑兹力引起动生电动势吗? (177)
98. $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$ 不适用于“用大块导体为边缘构成
的回路”吗? (178)
99. 这两个平均值是同一回事吗? (180)
100. 得到会聚光束就叫“会聚”吗? (184)
101. 水中的单缝衍射条纹宽度是空气中的 $\frac{1}{n}$ 吗? (185)
102. 能用发散透镜来增强亮度吗? (187)
103. 入射光强度等于折射光强度与反射光强度之和
吗? (188)
104. 物象移动方向总是相同的吗? (190)
105. 折射光强一定小于入射光强吗? (192)
106. 显微镜的放大率能无限增大吗? (194)
107. 仪器的精度和级别是同一回事吗? (195)
108. P型半导体带正电而N型半导体带负电吗? ... (195)
109. PN结中的电势差能使外电路产生电流吗? ... (197)
110. 半导体PN结附近的载流子多了吗? (200)
111. 光电效应的极限频率应为 $\nu_0 = \frac{W - E_e}{h}$ 吗? ... (202)

112. 光电效应中电子能吸收多个光子而逸出吗? ... (203)
113. 光电子的最大初动能与入射光的频率成正比吗?
..... (206)
114. 原子核的结合能越大就越稳定吗? (207)
115. 氢原子基态电子的动能可以是负值吗? (208)
116. 三千多年后地球上就没有镭了吗? (209)
117. 这就是“ $n=0$ 必须除去”的理由吗? (211)
118. “测不准关系”是由测量不准确造成的吗? ... (213)
119. 能这样计算微观粒子的德布罗意波长吗? (215)
120. 能够看到洛仑兹收缩吗? (217)

1 “运动的独立性”是个普遍原理吗？

有的普通物理学教材，从“同时同高抛出的水平抛体和自由落体同时着地”这一经验事实出发，认为“根据类似的无数的客观事实，可以得出这样一个结论：任何一个方向的运动，都不会因为任何另外一个方向的运动是否存在而受到影响，……这个结论称为运动的独立性原理，或运动叠加原理。这一原理是物理学中的普遍原理之一。”（见程守洙等编的《普通物理学》第二版第1册第22页及第三版第一册第30页）。

事实上，所谓“运动的独立性原理”根本不是一个“普遍原理。”它只在特定的条件下才成立。下面我们举例说明：在一般情况下，不同方向的运动并不各自独立进行，而是会互相影响。

首先，考虑在 M 的引力场中，质点 m ($m \ll M$) 的运动。如图1—1所示。根据计算（可参考周衍柏编的《理论力学》79年版第69至第73页）， m 的运动轨迹应是二次曲线。至于该二次曲线是双曲线、抛物线还是椭圆或圆，取决于 m 的起始速度 \vec{v} 。如 m 的起始速度 $v=0$ ，则 m 沿半径方向落到 M 上。如 \vec{v}

垂直于径向且其值为 $\sqrt{\frac{GM}{R}}$ （ G 为万有引力常数， R 为 m 到

M 中心的距离），则 m 绕 M 作匀速率圆周运动。由此可见，垂直于径向的运动对径向的运动有影响，这两个方向互相垂直的运动并不各自独立进行。

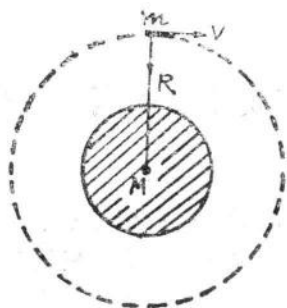


图 1-1

即使是在重力场中的抛射体(如图1-2),若要考虑空气阻力,则垂直方向的与水平方向的运动也可能会互相影响。我们知道, m 所受到的空气阻力是 m 相对地面的速度的函数:

$$\vec{f}_{\text{阻}} = -f_{\text{阻}}(v) \hat{v}$$

式中 \hat{v} 为速度方向的单位矢量。由牛顿第二定律, 对该物体 m 有:

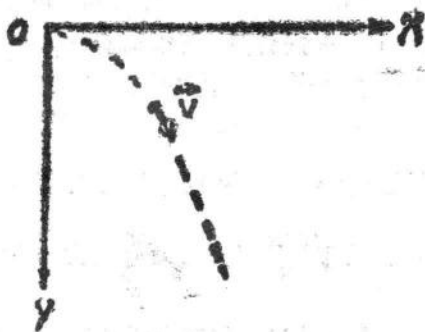


图 1-2

$$m\vec{g} - f(v)\hat{v} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

若设空气阻力的大小与 m 对地的速率的平方成正比, 即

$$\vec{f}_{\text{阻}} = -kv\vec{v} \quad (k \text{ 为常数})$$

则有

$$\begin{cases} -kv \cdot v_x = m \frac{dv_x}{dt} \\ -kv \cdot v_y + mg = m \frac{dv_y}{dt} \end{cases}$$

而

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

故有

$$\begin{cases} -k\sqrt{v_x^2 + v_y^2} \cdot v_x = m \frac{dv_x}{dt} \\ -k\sqrt{v_x^2 + v_y^2} \cdot v_y + mg = m \frac{dv_y}{dt} \end{cases}$$

不难看出, x 方向的运动微分方程中包含着另一方向的运动 v_y ; y 方向的运动微分方程中也包含着 x 方向的运动 v_x . 可见, x 方向的运动与 y 方向的运动是互相影响的, 是不独立的。

还可以进一步证明, 如果空气阻力取如下形式:

$$\vec{f}_{\text{阻}} = -kv^n \hat{v}$$

则只有当 $k=0$ (不计空气阻力) 或 $n=1$ (空气阻力的大小与速率成正比) 时, x 与 y 两个方向的运动才是互相独立的。

在 $k \neq 0$ 和 $n \neq 1$ 的一般情形下， x 与 y 两个方向的运动将互相影响。

从根本上说，物体的运动是由物体所受的力所决定的。一个运动是否是独立的，取决于这个运动的存在会不会使物体受到附加的力的作用；如果一个方向的运动并不引起在另外一个方向上附加力的作用（水平抛体在没有空气阻力的重力场中的运动就属于这种情况），则各个方向的运动是互相独立的，反之就是互相影响的。

必须指出：“运动的独立性”与“运动的合成和分解”不能等同。前者是有条件限制的，后者却在任何情况下都适用，因为后者的根据是普适的“力的独立作用原理”。

2 绳系质点球能在铅直平面内作匀速圆周运动吗？

不少普通物理学教材（如程守洙、江之永编的《普通物理学》第三版第一册第82页）和题集题解（例见苏曾燧编的《普通物理思考题集》第116题）都有这样一道习题：

绳子的一端系着一个金属小球，另一端用手握着使其在铅直平面内作匀速圆周运动，问小球在哪一点时绳子的张力最大？在哪一点时的张力最小？

按题给条件，设小球在铅直平面内作半径为 R 的匀速圆周运动（如图2—1所示），容易解得小球在任意位置（ θ 处）绳子所受的张力为

$$T = m \frac{v_0^2}{R} - mg \cos \theta$$

式中 m 为小球质量， v_0 为小球作匀速圆周运动的速率。当小

球在最高点B处时， $\theta=0$ ， $T=m\frac{v_0^2}{R}-mg$ 为最小；当小球

在最低点A处时， $\theta=\pi$ ， $T=m\frac{v_0^2}{R}+mg$ 为最大。

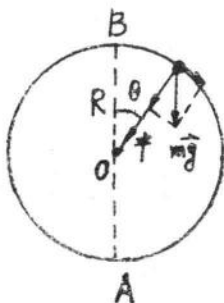


图 2—1

但是，认真分析小球的受力情况，却会发现，题目所给的小球作匀速圆周运动的条件不可能成立。因为，小球所受的重力沿运动轨道的切向分量为 $mg \sin\theta$ ，小球在切线方向的运动方程为

$$mg\sin\theta = ma_t$$

$$\text{即 } a_t = g\sin\theta$$

可见切向加速度 a_t 随小球位置的不同（ θ 不同）而变化。因此，在我们讨论的问题中，小球在铅直平面内作圆周运动的速度大小不可能不变，“匀速”是不可能的。

根据能量观点分析，也可知道小球在圆周运动过程各处的速度大小不同。小球受到两个力的作用，绳子张力 T 垂直于小球运动方向，不作功；重力 mg 是保守力，因此系统的机械能守恒。考虑A、B两点，则有

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$$

其中, h_A 和 h_B 分别是A、B两点离地面的高度, 而且

$$h_B - h_A = 2R$$

因此可得

$$v_B^2 = v_A^2 - 4Rg$$

可见

$$v_B \neq v_A$$

综上所述, 可以结论: 绳系小球在铅直平面内不可能作匀速圆周运动。要确定绳子的最大张力和最小张力, 必须给出小球在有关位置的速率。

3 投掷铅球的最佳角度是45°吗?

“投掷铅球时, 为了使投掷距离最大, 问最佳投掷角为多少度?”

这是一道诱人“失足”的“陷阱题”, “上当”者每每答曰: “当然是45°。”他们认为: 掷出的铅球的运动可视为斜抛物体的运动, 如抛体初速度为 v_0 , 初速度与水平方向的夹角为 θ , 则抛体的水平射程公式为

$$s = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} \quad (1)$$

如 v_0 确定, 则当投掷角 $\theta = 45^\circ$ 时, 射程 s 有最大值。

可是, 有经验的推球运动员都知道: 最佳投掷角一般在 $38^\circ - 42^\circ$ 之间。

这是为什么呢?

问题出在上述的射程公式 (1) 是根据物体的抛出点与落地点在同一水平面上的情形 (如图 3-1) 推导出来的。

而实际上投掷铅球时，抛出点与落地点不可能在同一水平面上，而是存在一个出手高度 h ，如图3—2示。显然，铅球的实际射程不是 s 而是 A 。

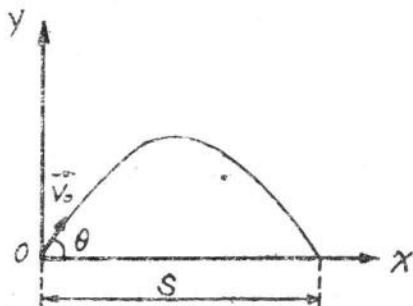


图 3—1

在图3—2所示的坐标系中，在忽略空气阻力的情况下，铅球的运动方程为

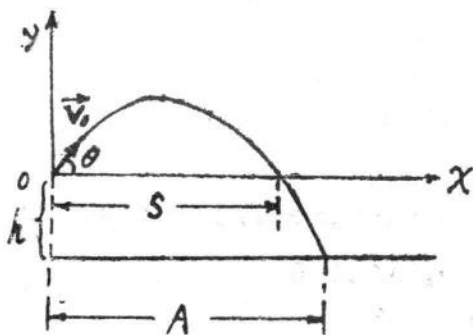


图 3—2

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