

KE XUE WEN CONG

科学文丛

物理疑难问题趣谈



广州出版社

科学文丛

物理疑难问题趣谈

(104)

广州出版社出版

图书在版编目 (CIP) 数据

科学文丛. 何静华 主编. 广州出版社. 2003.
形继祖

书号 ISBN7-83638-837-5

I. 科学... II. ... III. 文丛

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 082275 号

科学文丛

主 编: 何静华
形继祖

广州出版社

广东省新宜市人民印刷厂

开本: 787×1092 1/32 印张: 482.725

版次: 2003 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 1-5000 套

书号 ISBN 7-83638-873-5

定价: (全套 104 本) 968.80 元

前 言

物理学是一门基础科学，物理学研究自然界物质运动的基本规律。我们在小学自然、中学物理等课程中，已经学习过一些简单的物理学知识，了解和掌握了一些重要物理概念和物理规律。用物理知识可以解释生产和生活中的许多物理现象。但是在解决具体问题，往往会遇到困难。

近来，作者查阅了国外有关资料，看到一些讨论物理疑难问题的文章，感到确实值得我们学习和参考。这些文章所讨论的问题，可能是明显违背物理规律的现象，却无法给予合理的解释；也可能是用物理概念和规律进行了推理论证，但得到了与事实有出入的结论；还可能自己以为做出了恰当的回答，实际却是完全错误的答案。对于这些有趣的物理疑难问题和对问题的解答，我们必须有正确的认识，知道在哪些地方出现了差错。

为了帮助读者认识问题和正确地解释问题，作者从国外有关资料中选择翻译了80个问题，进行加工后，写出了本书。本书所分析和讨论的问题，包括力学、热学和分子物理学、电磁学、光学和原子物理学四部分内容。

通过本书的学习，读者不但能够认清书中讨论的各个问题实质，还可以了解一些物理学的研究方法，学会应当怎样去分析问题和解决问题，提高自己的科学素质。相信本书能有益于读者更

好地成长，早日成为国家的栋梁之材。

叶禹卿

1996.8

目 录

前言	(1)
----------	-------

一、力学	(1)
------------	-------

1. 一位地铁乘客的惊人发现	(1)
2. 这个螺旋桨雪橇会动吗?	(2)
3. 船的速度应当多大?	(4)
4. 摩托车的平均速度应当怎样计算?	(5)
5. 是否违反了惯性定律?	(7)
6. 神秘的杠杆	(8)
7. 这些木块能运动吗?	(9)
8. 作用在物体上的力应当多大?	(11)
9. 为什么自行车能“登”上台阶?	(13)
10. 相互接触物体间的万有引力	(14)
11. 哪一种潮汐的涨落更大?	(16)
12. 从山上滚下的圆环速度多大?	(18)

13. 功与力和距离之间的关系	(19)
14. 对能量守恒定律的违背	(21)
15. 燃煤势能的神秘消失	(22)
16. 探空气球的能量来自何处?	(23)
17. 火箭发动机中的怪事	(24)
18. 声音为什么变强了?	(25)
19. 这样的小车会自动运动吗?	(26)
20. 为什么潜水艇中的生活空间如此狭小?	(28)
21. 伽利略的推论为什么错了?	(30)
22. 流体静力学之谜	(31)
23. 一位物理学家犯的错误	(33)
24. 具有奇异功能的阁楼窗户	(35)
25. 为什么河中竹筏的速度不一样?	(36)

二、热学和分子物理学 (38)

26. 船能沉到水的底部吗?	(38)
27. 太空的温度有多高?	(39)
28. 为什么裹绝缘层后热损失反而增加了?	(40)
29. 哪种分度更有使用价值?	(41)
30. 做功所需要的能量是从哪里来的?	(42)
31. 压缩的空气有势能吗?	(43)
32. 溶解时钢片的能量会消失吗?	(44)
33. 火箭燃料燃烧时放出的能量到哪里去了?	(44)
34. 为什么选用铜制造铬铁?	(45)
35. 能量守恒定律在所有情况下都适用吗?	(46)
36. 开水使冰冷却的怪论	(48)
37. 水是怎样蒸发的?	(49)

38. 能这样烧开水吗?	(50)
39. 有能熔化锡的热水和烫手的冰吗?	(51)
40. 能节省多少燃料?	(52)
41. 铁的比热是多少?	(53)
42. 冬天为什么在房屋内生火炉?	(54)
43. 冶金工人的工装裤	(56)
三、电磁学	(57)
44. 库仑定律在此时还有效吗?	(57)
45. 这根导线中有电流通过吗?	(59)
46. 支路中的电流与干路中的电流是否相等?	(60)
47. 铅酸蓄电池能产生多大的电流?	(61)
48. 电表的读数是怎样被降低的?	(62)
49. 在电路中增加电池, 电流会减小吗?	(63)
50. 电灯泡里钨丝的电阻多大?	(64)
51. 伏特表的读数为什么是零?	(65)
52. 用电器的电阻应当取多大的值?	(67)
53. 这个装置里通过多大的电流?	(69)
54. 电容器贮存的能量到哪里去了?	(71)
55. 为什么电容器贮存的能量增加了?	(73)
56. 这是一个磁单极子球吗?	(74)
57. 磁铁的能源在什么地方?	(75)
58. 电解液中的电流多大?	(75)
59. 能这样提高电解池的效率吗?	(77)
60. 所有导体的电阻都一样大吗?	(78)
四、光学和原子物理学	(82)
61. 镜子应当放在哪里?	(82)

62. 一块不寻常的镜子·····	(83)
63. 摄影师为何需要更长的曝光时间? ·····	(85)
64. 应当使用多大的光圈? ·····	(87)
65. 球形水珠能产生彩虹吗? ·····	(87)
66. 用发散透镜能增加亮度吗? ·····	(88)
67. 性能“相反”的透镜·····	(89)
68. 一只伟大的眼睛·····	(90)
69. 为什么车轮按“错误”的方向转动? ·····	(91)
70. 一架折射望远镜是如何工作的? ·····	(92)
71. 天文学家需要望远镜吗? ·····	(92)
72. 一个能代替激光器的装置·····	(94)
73. 颜色会改变吗? ·····	(95)
74. 真正的颜色是什么? ·····	(96)
75. 罗伯特·瓦特的一次汽车违章事件 ·····	(97)
76. 为什么热的物体会发光? ·····	(98)
77. 一种简单看到过去的方法·····	(99)
78. 尺子交点的速度多大? ·····	(100)
79. 杠杆的运动速度 ·····	(102)
80. 地球在形成的时候含有多少镭? ·····	(103)

一、力 学

1. 一位地铁乘客的惊人发现

有一个人，每天乘坐地铁列车上下班。虽然他早晨在固定的时间走出家门，但到达地铁车站的时间却不完全相同。我们可以认为这个人到达地铁车站的时间是不确定的，有一定的随机性。

地铁列车严格按照预先制定好的时刻表运行，在规定的时间内进站、离站。向两个相反方向行驶的列车数量一样多，运行的规律也相同。按照通常的观点，人们会认为到达车站后，他所看到的第一辆列车，开往他要去方向的数量与开往相反方向的数量大致相等。可是，这个人却惊讶地发现，开往他要去方向的列车少，只是开往相反方向列车数量的一半。

于是，这个人决定搞清楚发生这种神秘现象的原因。他开始到离家较远的另一个地铁车站上车，并且记录到站后所见第一辆列车的行驶方向。统计的结果使他更加惊奇。这个车站发生的现象与前一个车站的现象完全不同，开往他要去方向的列车数量为开往相反方向列车数量的3倍。

你能帮助这位乘客解释这个奇怪的现象吗？

【答案】

可以根据地铁列车的运行时刻表，或根据表示列车进站时间

的图 1 解释上述问题。

图 1 中的轴为一个时间轴。轴线的上方和下方都有一些三角形。轴线下方的三角形与轴线的交点 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 ……表示开往乘客要去方向列车的进站时间，其数值分别为 8:02、8:05、8:08、8:11……。轴线上方的三角形与轴线的交点 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 ……表示开往相反方向列车的进站时间，其数值分别为 8:01、8:04、8:07、8:10……。向两个相反方向行驶的列车，间隔时间均为 3 分钟。

这位乘客到达车站的时间是随机的，也就是他可能在 A_1B_1 段、 B_1A_2 段、 A_2B_3 段或其他的时间段到达车站。如果他在 A_1B_1 、 A_2B_2 、 A_3B_3 、 A_4B_4 等时间段到达，他所看到的第一辆列车开往他要去的方向。如果他在 B_1A_2 、 B_2A_3 、 B_3A_4 等时间段到达车站，他所看到的第一辆列车则开往相反的方向。由于 A_1B_1 、 A_2B_2 、 A_3B_3 、 A_4B_4 等时间段为 1 分钟， B_1A_2 、 B_2A_3 、 B_3A_4 等时间段为 2 分钟，两段时间的时间比为 1:2，所以这位乘客看到开往两处方向列车的数量不等，开往他所要去方向的列车数量只有开往相反方向列车数量的一半。在其他车站，列车进站的时刻表与这个车站不同，画出的进站时间图与图 1 有差别， A_1B_1 与 B_1A_2 等时间段的比例不一样，乘客到站后所见第一辆列车向哪个方向开的可能性（或几率）也不相同。如果 A_1B_1 与 B_1A_2 的比例为 3:1，则开往乘客所去方向的列车数量，就为开往相反方向列车数量的 3 倍。

2. 这个螺旋桨雪撬会动吗？

在一个雪撬模型上安装螺旋桨，螺旋桨转动时会向后方推空气，同时雪撬模型受到相反方向的推力向前方运动。如果把螺旋

桨雪橇模型放在一个传送带上，让雪橇模型和传送带同时向相反的方向运动，这个螺旋桨雪橇模型会动吗？如果会运动，它相对于地面向哪个方向运动？

【答案】

对这个问题可能有两种完全对立的答案。一种答案是雪橇模型保持静止不动，另一种答案是雪橇模型向前运动。

正确的回答是：这个问题根本没有确切的答案。

我们先举两个极端的事例说明这个问题。一个极端事例是雪橇与传送带之间没有摩擦，传送带是否运动对雪橇的运动没有影响。雪橇在螺旋桨转动产生的推力作用下，运动的速度逐渐加大。这种情况与在空中飞行的飞机相似，飞机在空中如何飞行，与飞机下方的道路是否运动没有关系，只由飞机本身的情况决定。

另外一个极端的事例是雪橇与传送带之间的摩擦力很大，比螺旋桨转动产生的推力还要大。在这种情况下，雪橇受到的推力无法克服摩擦力，只能被“固定”在传送带上，与传送带一同运动。

还有许多介于这两种极端事例之间的情况。在这些不同的情况里，雪橇模型的运动方向和运动速度不一样。其中有一种特殊的情况，这就是雪橇相对于地面静止不动。在这种情况下，螺旋桨转动所产生对雪橇的推力，与传送带对雪橇的摩擦力大小相等，方向相反，雪橇受到的合力为零（不考虑空气阻力），雪橇对地面保持静止状态。应当指出，这种静止状态是不稳定的，任何一个微小的作用，都会改变这个静止状态。由于实际使用的传送带不够规则，雪橇在传送带上运动时，不可避免地会出现摩擦力大小改变的情况，使雪橇在某时刻的合力不为零，出现沿合力方向的运动。

3. 船的速度应当多大?

一个人站在岸上，用绳索将船拉向湖岸。绳索的一端系在船头，人拉绳索的速度 V 保持不变。如果船靠岸的速度为 v ，根据速度的合成关系，我们可以画出如图 2 所示的速度关系图。由图 2 可知，船在水中的速度为 $v = V \cos \alpha$

式中 α 为绳索与水平方向的夹角。这个式子说明，船的速度 v 比绳的速度 V 小，而且船越靠近岸， α 角越大，船的速度就越小。但是，实际看到的现象与这个结论相反，船越靠近岸，船的速度越大。如果我们做一个实验，用细线系住一根铅笔，像拉船一样拉动铅笔。实验结果会很清楚地证明，我们实际看到的现象是正确的。

用图 3 所示的方法，可以分析出绳索速度 V 与船行驶速度 v 之间的关系。图中 OA 为绳索在某一时刻的位置。经过一段时间，绳索的位置变为 OB ，船在这段时间移动的距离为 AB 。如果在 OA 上取一段 OD ，使 $OD = OB$ ，则在这段时间内，绳索运动的距离为 AD 。通过图上线段的量度可知， AB 比 AD 大。这说明在同一段时间内，船通过的距离比绳通过的距离大，船速 v 比绳速 V 大，即 $v > V$ 。用图 2 速度合成规律的结果为 $v = V \cos \alpha$ ，因为角 α 的余弦值 $\cos \alpha$ 总小于 1（在 α 不为零时），所以船速 v 小于绳速 V ，即 $v < V$ 。这两个结论恰好相反。为什么会出现两个完全不同的结论？哪一个结论正确？

【答案】

想用速度合成的方法求出本题的答案，必须确定哪个速度是合速度，哪个速度是分速度。根据题目的意思可以知道，我们在实际中观察到的船速 v 是合速度，这个速度也就是绳索系住船头一点 A 的水平速度。绳索的速度 V ，或者说 A 点沿绳索方向的

速度 V 是一个分速度。解决本题的关键是找到另一个分速度 V' 。

第二个分速度应当只改变绳索的运动方向，而不改变绳索运动速度的大小。很容易看出，只有在第二个分速度与绳索成 90° 角时，才能做到这点。我们经常按图 4 那样进行速度的合成。图中的 V 、 V' 分别为船的两个分速度， V 与 V' 垂直（即成 90° 角）。 V' 在绳索方向没有分量，只能改变绳索的运动方向。

通过上述分析可知，如果合速度沿水平方向，一个分速度的大小不变、方向变化，另一个分速度就沿与第一个分速度垂直的方向。速度合成的平行四边形也是一个长方形，但与图 2 所示的速度合成关系不同。合速度（即船速） v 与分速度（绳索速度） V 之间的关系为

$$v = V / \cos \alpha$$

这才是本题的正确答案。

从物理的角度讲，速度可以有多种分解的方向。我们可以按照需要，按任意方向分解。但不是每一种分解都有意义。本题只有按图 4 所示的那样进行速度的合成分解才有意义，按其他方向分解在物理上都没有意义。实际的情况是船沿绳索方向运动，同时绕拉绳的手向下转动（即速度 V' ），船的最终运动为沿水平方向前进。

这个问题也可以用微积分的方法解决。掌握微积分的知识后，可以通过绳长、船与岸距离的变化情况，很方便地推导出绳速 V 、船速 v 之间的关系 $v = V / \cos \alpha$ 。

4. 摩托车的平均速度应当怎样计算？

一位摩托车手驾车从 A 点到达 B 点，车速为 60 千米/小时。在 B 点办完事后，摩托车手驾车以 40 千米/小时的车速返回 A 点。如果不考虑摩托车在 B 点停留的时间，即认为摩托车到达 B

点后立即返回 A 点，求这辆摩托车在整个过程中的平均速度多大？

【答案】

按照严格的物理学概念，平均速度应当是位移 S 与所用时间 t 的比值即 $V = S/t$ 。摩托车从 A 点到 B 点后又返回 A 点。在这段时间内，车的位置没有变化，位移为零，所以摩托车的平均速度应当为零。

从物理学的角度讲，上述答案是正确的。但是实际情况告诉我们，摩托车确实在运动而不是静止，速度不应当是零。为了解决理论与实际之间的矛盾，我们可以把整个过程分成几段，分别得出摩托车在各段的速度。如果把摩托车的运动分作从 A 点到 B 点、从 B 点到 A 点的两段，则第一段的位移为 AB，第二段的位移为 BA。各段的位移大小等于车通过的路程。如果车在时间 t 内，通过的路程为 L ，我们就把 L 与 t 的比值 L/t 称为车在这段时间（或这段路程）的平均速度，即 $\bar{V} = L/t$ 。平均速度是速度大小的平均值。

有些人直观地认为，摩托车从 A 点到达 B 点的速度为 V_1 ，从 B 点回到 A 点的速度为 V_2 ，把这两个速度相加再除以 2，就得到车在整个过程中的平均速度，计算式为 $\bar{V} = \frac{1}{2} (V_1 + V_2)$ ，将已知数值代入，得到 $\bar{V} = \frac{1}{2} (60 \text{ 千米/小时} + 40 \text{ 千米/小时}) = 50 \text{ 千米/小时}$ 。这种认识是错误的。

正确的解法是：假定 A 点与 B 点的距离为 L ，摩托车从 A 点到 B 点的时间为 $t_1 = L/V_1$ ，从 B 点回到 A 点的时间为 $t_2 = L/V_2$ ，往返一次所用时间为

$$t = t_1 + t_2 = \frac{L}{V_1} + \frac{L}{V_2} = \frac{L(V_1 + V_2)}{V_1 \cdot V_2}$$

摩托车的平均速度为

$$\bar{V} = \frac{2L}{t} = \frac{2L}{\frac{L}{V_1} + \frac{L}{V_2}} = \frac{2V_1 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

将 $V_1 = 60$ 千米/小时, $V_2 = 40$ 千米/小时代入, 就可以求出摩托车在这个过程中的平均速度为 48 千米/小时。

5. 是否违反了惯性定律?

牛顿在 1687 年发表了名著《自然哲学的数学原理》, 提出了物体机械运动的规律, 即牛顿运动定律。牛顿第一定律告诉我们: 如果物体没有受到外力的作用, 它将保持静止或匀速直线运动状态不变。物体所具有的这种性质称为惯性, 牛顿第一定律也叫惯性定律。

按照牛顿第一定律, 在火车的速度减慢时, 乘客应当向车前进的方向(前方)倾斜。但是我们经常看到, 在火车减速时, 乘客向车前进的反方向(后方)倾斜。我们看到的这种现象是否违反了惯性定律。

【答案】

当汽车急刹车时, 乘客的身体仍保持原来的速度, 汽车的速度减慢, 人对于车有沿车前进的方向的速度, 所以人向前方倾斜。如果乘客知道汽车要减速, 为了不让身体向前方倾斜, 乘客会用腿蹬地, 使人受到一个向后的作用力。人在蹬地时腿部肌肉紧张。如果乘客不能及时使腿部肌肉放松, 人体仍受到向后的作用力, 这个力就会将乘客推向后方, 使乘客向后方倾斜。

火车的车箱底部装有弹簧等装置, 它的作用是减小运动过程中的振动。当火车速度降低时, 弹簧发生形变, 被压缩或拉长, 使乘客向前方倾斜的程度减小。弹簧发生形变的效果与人腿肌肉紧张的效果相似, 都对乘客有一个向后方的推力。乘客在火车弹

簧向后推力的作用下，身体会向后方倾斜。

6. 神秘的杠杆

一个杠杆，在两个力 F_1 、 F_2 的作用下平衡。如果在杠杆的一端，沿杠杆方向再施加一个力 F ，杠杆能保持平衡状态不变吗？一般说来，人们都会认为 F 的作用线通过支点，杠杆应当继续保持平衡状态。但是，我们通过图 5 的分析，可以“证明”这种看法是不对的。

根据题意作图。杠杆在 F_1 、 F_2 的作用下平衡。现施加力 F 。先将 F_2 与 F 合成，合力为 R_1 。再将 R_1 沿作用线移至 C ， C 点是力 R_1 、 F_1 作用线的交点。将 F_1 也上移，求出 R_1 与 F_1 的合力 R_2 。 R_2 是 F_1 、 F_2 、 F 这三个力的合力。

从图中可以看出，合力 R_2 通过杠杆上的 O_1 点， O_1 点与支点 O 不重合。按照力学规律，如果杠杆受到的合力不通过支点，杠杆不会保持平衡。按照图中所示情况，杠杆应当沿顺时针方向转动。

这个结论正确吗？

【答案】

上面的分析方法是正确的，但是作图不够准确，所以根据图作出的结论是错误的。我们可以根据力合成法则及平面几何的知识，作出正确的判断。 C 点是 R_1 作用线与 F_1 作用线的交点， BK

线段与 CA 线段平行，所以 $\triangle ABC$ 与 $\triangle KLB$ 相似，有 $\frac{AB}{AC} = \frac{KL}{KB}$
或 $\frac{AB}{AC} = \frac{F}{F_2}$

从合力 R_2 的末端 N 作 CA 的垂线，与 CA 交于 M 。可以看出， CD 长度表示 F_1 ， MD 长度表示 F_2 （ MD 与 BK 长度相等），即