

高中理科学学习解疑丛书

物理学习解疑

物理通报编辑部 编



学术期刊出版社

普通物理学学习指导丛书

物理学学习解疑

张永成 张永成 编



清华大学出版社

高中理科学学习解疑丛书

物理学学习解疑

《物理通报》编辑部 编

学术期刊出版社

高中理科学学习解疑丛书

物理学习解疑

《物理通报》编辑部 编

责任编辑 桂民荣

*

学术期刊出版社出版

(北京海淀区学院南路86号)

高等教育出版社照排中心 排版 北京密云胶印厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

787×1092 毫米 32 开本 5.28 印张 120千字数

1988年3月第1版 1988年3月第1次印刷

印数: 1—17400

ISBN 7-80045-015-5/G·2

定价: 1.30 元

编者的话

近年来,各地高中学生纷纷反映《物理》难学,希望能够得到一些有针对性的辅导材料。为了帮助广大高中学生解决在《物理》学习中存在的似是而非的问题和一些难以理解的问题,我们组织了有丰富教学经验的大、中学物理教师,共同研究编写了《物理学习解疑》一书。

为便于学习使用,全书采用问答形式,一问一答,问题明确,解答针对性强,紧扣高中学生学习的基本内容,并在某些地方作了较深入地阐述,以启迪思维,活跃思想,扩大读者的视野,加深对问题的理解。

本书围绕现行高中物理教学大纲规定的重点、难点,在全国范围内进行了问题征集,然后进行层层筛选,调整补充修改成稿。

参加本书编写和审定工作的有:吴祖仁、姜俊华、李佩莲、杨雄生、王津瑜、邵醒凌、秦家达、吴昌国、张冀廉等四十多位同志。另外,全国各地200多物理教师应征寄来500多个选题和解答,为本书的编写奠定良好基础,对此一并表示感谢。

编 者

目 录

第一部分 力 学

1. 怎样计算转动轴处的作用力? (1)
2. 用不准确的天平怎样精确称量物体质量? (2)
3. 用小船渡河时采取什么航向最合适? (4)
4. 怎样根据实际效果进行速度分解? (6)
5. 怎样通过分析位移来分析速度? (8)
6. 怎样分析追赶问题? (10)
7. 在行驶的火车里观察窗外物体, 为什么
近处的向后, 远处的向前? (12)
8. 至少做多少功才能将球踢过墙头? (13)
9. 失重情况下, 木块浸入水中的体积变不变? (15)
10. 如何判断静摩擦力的大小和方向? (16)
11. 相邻的两个相等时间内位移之差都相等
的运动一定是匀加速运动吗? (18)
12. 如何减少验证牛顿第二定律的实验误差? (21)
13. 汽车在水平路面上沿圆弧拐弯时, 向心
力是怎样提供的? (23)
14. 在匀速转动圆盘上的物体受到的静摩擦力
为什么指向圆心? (23)

15. 人造卫星的环绕速度与发射速度有什么关系? (24)
16. 人造卫星向外发射火箭后速度怎么变? (26)
17. 双球摆中杆对小球的作用力与小球运动方向垂直吗? (28)
18. 弹性势能零点的选择是任意的吗? (30)
19. 摩擦力一定做负功吗? (31)
20. 人走路时, 地面的静摩擦力对人做功吗? (33)
21. 为什么说汽车在额定功率下的运动是变加速运动? (34)
22. 物理学中为什么既要引入动量, 又要引入动能? (36)
23. 怎样从功能关系的角度来解题? (38)
24. 如何确定向心力冲量的大小和方向? (40)
25. 用动量守恒定律解题应注意什么问题? (42)
26. 为什么说完全非弹性碰撞中动能损失最大? 损失的动能一定转化为内能吗? (43)
27. 怎样确定简谐振动的周期? (45)
28. 怎样理解振动中相位的物理意义? (46)
29. 怎样画波形图? (48)
30. 波的能量与振动的能量有何不同? (51)
31. 应该用哪个公式计算合振动的能量? (52)

第二部分 热 学

32. 为什么要用统计的方法研究分子的热运动? (55)
33. 氧分子的速率分布表是如何制定的? (56)
34. 分子的势能究竟怎样变化? (58)
35. 温度的微观意义是什么? (60)

36. 怎样用道尔顿分压定律解决气体状态变化的有关问题? (61)
37. 怎样用 $p-V$ 图描述变化状态中气体的功、内能和热量? (63)
38. 在失重条件下水在毛细管内能上升多高? (65)
39. 利用毛细现象能制成永动机吗? (66)
40. 什么是临界点? 为什么临界点以上的气体不能液化? (69)
41. 什么是三相点? (71)
42. 为什么第一类和第二类永动机都造不成? (72)
43. 为什么能无限接近绝对零度 -273.15°C , 但永远不能达到? (73)

第三部分 电 磁 学

44. 场强公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 适用于 $r \rightarrow 0$ 的情况吗? (74)
45. 摩擦起电可以使人触电吗? (74)
46. 这几个常见的电力线图画法对吗? (75)
47. 如何解释“绝缘导体 A 靠近带负电导体 B 时, 电势降低, 越靠近带负电的导体 B 时, 它的电势越低”? (77)
48. 这两个静电实验结果为什么不同? (79)
49. 不带电的小球在电场中能运动吗? (80)
50. 如何使静电屏蔽更完善? (81)
51. 一平方厘米粗食盐棒为什么能吊起一辆卡车? (82)
52. 改变充电电容器两平行金属板间距时,

- 哪些物理量发生变化? (83)
53. 如何分析已带电的两电容再充电问题? (85)
54. 怎样计算电解液中的电流强度? (87)
55. 怎样区分导线中有关电流的三种速度? (89)
56. 如何判别串联电路与并联电路? (91)
57. 如何选择仪表的量程和档位? (94)
58. 下图中测电池内电压的电压表线接反了吗? (97)
59. 欧姆定律能适用于闭合电路中的外电阻吗? (99)
60. 怎样判断安培表和伏特表读数的变化? (102)
61. 为什么不应该将旧电池和新电池混联使用? (103)
62. 何时电源输出功率最大? (104)
63. 安培表和伏特表的内阻对实验结果有何影响? (105)
64. 怎样判断惠斯通电桥中的电流方向? (108)
65. 怎样设计电池组电路? (111)
66. 电力线和磁力线有何异同? (113)
67. 在变化的磁场中悬挂的线圈一定运动吗? (115)
68. 两种判断感生电动势的方法如何统一? (116)
69. 洛伦兹力在电磁感应中做功吗? (117)
70. 为什么磁通量最大时感生电动势却为零? (119)
71. 交流电有效值等于最大值的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 是怎样导出的? (120)
72. 为什么 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 在有些变压器中不适用? (122)
73. 怎样分析变压器线圈的极性? (124)

- 74.怎样用实验方法测定变压器线圈的极性? (127)
- 75.地线为什么带“火”? (129)
- 76.关了灯,为什么有的灯口还电人? (130)
- 77.这种发电机能发电吗? (131)

第四部分 光学和原子物理学

- 78.凸透镜一定是会聚透镜吗? (135)
- 79.薄透镜究竟有几个焦点? (137)
- 80.破损凸透镜还能成一个完整的像吗?如何
确定破损透镜成像的位置? (139)
- 81.透镜可看作两个三棱镜的组合吗? (140)
- 82.光路可逆性原理有何应用? (142)
- 83.能看到像的范围如何确定? (145)
- 84.眼镜的度数如何计算? (148)
- 85.为什么虚物能成实像? (150)
- 86.彩虹是怎样产生的? (152)
- 87.如何从两个半圆的凸透镜获得相干光源? (154)
- 88.如何用干涉法检查平面的光洁度? (155)
- 89.为什么说光电效应充分揭示了光的粒
子性? (156)
- 90.究竟是什么决定原子核的稳定程度? (158)
- 91.为什么聚变和裂变都会释放原子能? (159)

第一部分 力 学

1. 怎样计算转动轴处的作用力?

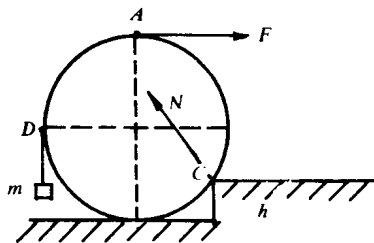
通常解决有固定转动轴物体的平衡问题时,首先要对物体进行受力分析,找出各力对转轴的力臂,再根据有固定转动轴物体的平衡条件(力矩的代数和为零),列方程求解。

一般情况下,解这类问题时对转轴处所受的力不必考虑。例如刀口型的转动轴处所受力的作用线,一定通过转轴,对转轴的力臂为零,因此这些力的力矩也为零,对转动不产生影响。对于圆柱型转轴,轴表面与轴瓦接触面间的摩擦力,其作用线方向并不通过转轴,力臂不为零,力矩也不为零,这个力矩对转动起阻碍作用。如果转轴半径很小,摩擦力也很小,则摩擦力的力矩也很小,在这种情况下,摩擦力对转动的影响可以忽略不计。因此,转轴处所受的力也可以不考虑。

但是,在有些情况下要研究转轴处受的力。那么,怎样计算转轴处受的力呢?只根据力矩代数和为零列方程是无法解决的。由于物体既处于转动平衡状态,又处于平动的平衡状态,所以物体所受的外力不仅应满足力矩的代数和为零,而且还应满足所有外力(包括转轴处受的力)的合力为零的条件。这样,物体转轴处受的力,就可以根据合力为零这个条件列

方程求解。

例如：一圆柱体的半径为 R ，质量为 M ，在其水平直径左端 D



点挂一质量为 m 的物体。圆柱体与高为 h 的台阶相切于 C 点。当力 F 水平地作用于圆柱最高点 A 时，圆柱下面的平面刚好对圆柱无支持力。求圆柱的 C 点所受作用力的大小和方向。

由本题所设条件可知， F 与 M 、 m 、 R 、 h 有一个确定的关系。设圆柱 C 点所受作用力为 N ，可将 N 按水平方向和竖直方向分解为正交的力 N_x 、 N_y 。根据合力为零可得：

$$N_x = F, \quad N_y = (M + m)g$$

$$N = \sqrt{N_x^2 + N_y^2} = \sqrt{F^2 + (M + m)^2 g^2}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{N_y}{N_x}$$

若 D 点无物体 m ，则圆柱体受三个力作用： F 、 Mg 、 N ；且此三力彼此不平行，必相交于一点，合力为零，由此也可求得 N 。

在求平衡物体转动轴处所受作用力时，不论怎样的情况，物体所受合力为零这个条件应用起来是比较方便的。

2. 用不准确的天平怎样精确称量物体质量？

这里说的不准确的天平，指的是下述两种情况：一是天平空载平衡，但确知天平左、右两臂不等长；二是天平左、右两臂等长，但空载无法调平。

下面就以上两种情况，分别说明之。

用不等臂天平称量物体的质量时，应该使用“复称法”，并取两次称量结果的几何平均值作为待测物体的真实质量。

设天平左、右两臂长度分别为 L_1 和 L_2 ，且 $L_1 \neq L_2$ ，将待测物体 m 放在天平左盘，右盘放上砝码 m_2 时，天平达到平衡（见图1）。此时有

$$mg \cdot L_1 = m_2 g \cdot L_2 \quad (1)$$

将待测物体 m 放在天平右盘，左盘放上砝码 m_1 时，天平达到平衡（见图2）。

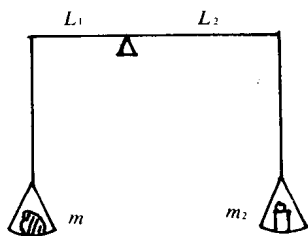


图 1

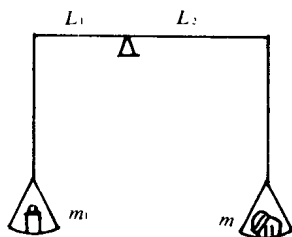


图 2

此时有 $mg \cdot L_2 = m_1 g \cdot L_1 \quad (2)$

由(1)、(2)两式相乘可得

$$m^2 g^2 \cdot L_1 \cdot L_2 = m_1 g L_1 \cdot m_2 g L_2$$

$$m = \sqrt{m_1 \cdot m_2}$$

天平左、右两臂等长，用天平横梁两端的微调螺旋无法将天平调成空载平衡时，可以在较轻的一侧天平盘中预放适量的砝码（或移动天平横梁上的游码位置）使天平达到“空载平衡”状态，以此状态作为天平的称量起点进行称量。

另一种用空载不平衡的等臂天平称量物体质量的方法仍然是“复称法”，但要取两次称量结果的算术平均值作为待测物体的真实质量。

设等臂天平左、右两盘质量之差为 Δm ，将待测物体 m 放在天平

左盘、右盘放上砝码 m_2 时, 天平达到平衡 (见图3)。此时有

$$(m + \Delta m)g \cdot L = m_2 g \cdot L$$

$$m + \Delta m = m_2 \quad (3)$$

将待测物体 m 放在天平右盘, 左盘放上砝码 m_1 时, 天平达到平衡 (见图4)。

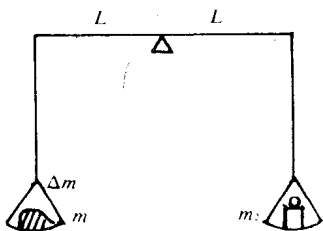


图 3

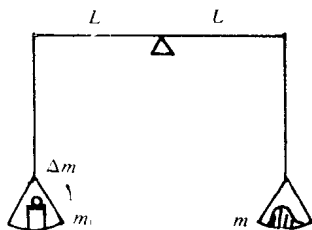


图 4

此时有

$$(m_1 + \Delta m)g \cdot L = mg \cdot L$$

$$m - \Delta m = m_1 \quad \dots\dots (4)$$

由(3)、(4)两式相加可得

$$m = \frac{m_1 + m_2}{2}$$

3. 用小船渡河时采取什么航向最合适?

用小船渡河时, 它在流动的河水中同时参与两个运动, 即随水一起运动和自身对静水的运动。设小船随水一起运动的速度为 $v_{\text{水}}$, 小船在静水中的速度为 $v_{\text{船}}$, 则船航行的速度应为这两个速度的矢量和。它应用平行四边形法则来计算。

例: 设河宽 300 米, 河水流速 $v_{\text{水}} = 1$ 米/秒, 小船在静水中速度为 $v_{\text{船}} = 3$ 米/秒。小船要以最短时间和最小位移过河, 各应采取什么航向?

小船要用最短时间过河, 航向应与河岸垂直 (图1), 经过一段时间后, 从 A 点运动到 B' 点, 船头指向不变。这个指向叫航向。船的实

际航行路线 (AB') 我们称之为航线。船渡河时航向与航线不同, 这是因为船被水冲向下游的缘故。根据图 1, 我们很容易计算渡河的时间 t :

$$t = \frac{d}{v_{\text{船}}} = \frac{300}{3} \text{ 秒} = 100 \text{ 秒}$$

小船若以最小位移过河, 当船的实际航线与河岸垂直时, 则船头指向应与河岸成 α 角 (见图 2)。根据上述情况, 可以算出夹角 α 和过河时间。

$$\alpha = \arccos \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}} = \arccos \frac{1}{3} = 70^\circ 32'$$

过河时间 $t = 106 \text{ 秒}$

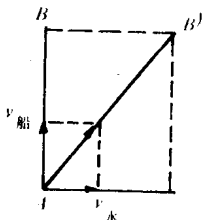


图 1

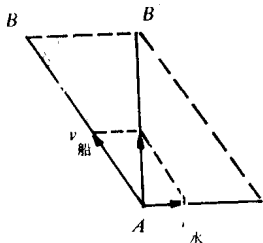


图 2

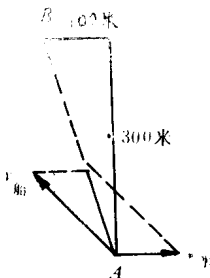


图 3

根据以上分析, 也可以计算出小船到达对岸任意位置时船的航向。比如, 小船要到达对岸上游 100 米处, 可设小船航向与河岸成 θ 角, 而此时航线应指向上游 100 米处, 则可画出计算图 (图 3)。

$$\frac{v_{\text{船}} \cos \theta - v_{\text{水}}}{v_{\text{船}} \sin \theta} = \frac{100}{300}$$

得到

$$\theta = 53^\circ$$

过河时间

$$t = \frac{d}{v_{\text{船}} \sin \theta} = 125 \text{ 秒}$$

4. 怎样根据实际效果进行速度分解?

根据平行四边形法则, 在一条对角线上可以作出无数个平行四边形。所以, 从理论上讲, 一个矢量, 不论是力、加速度、位移还是速度, 均可以分解为无数对大小和方向都不同的分量。但是, 在实际问题中, 必须具体问题具体分析, 从所研究的矢量产生的实际效果出发, 对矢量进行分解, 否则就会导致错误的结果。

如图 1 所示, 纤绳以恒定速率 V 沿水平方向通过定滑轮牵引小船向岸边运动。试说明为什么船的靠岸速率总是大于绳的牵引速率?

在定滑轮的左侧, 绳上各点的速度大小和方向均恒定不变, 但在定滑轮的右侧, 绳上各点即时速度大小和方向都时刻在变化: 既沿绳方向平动, 又绕定滑轮沿顺时针方向转动。

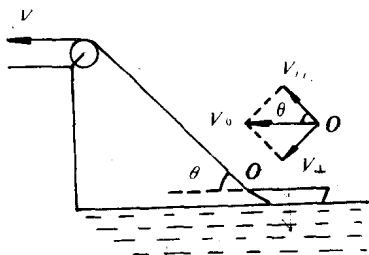


图 1

动。所以, 研究对象应选与绳和船的速度直接有关的绳与船的连接点 O 。设某一时刻其即时速度为 V_0 , 且与纤绳夹角为 θ 。因为 V_0 的效果有两个: 一是使纤绳上各点以速率 V 运动; 二是使纤绳绕定滑轮沿顺时针方向转动。所以, V_0 应分解为平行纤绳方向的分量 $V_{\parallel} = V = V_0 \cos \theta$ 和垂直纤绳方向的分量 $V_{\perp} = V_0 \sin \theta$ 。由此可得船的靠岸速率为

$$V_0 = \frac{V}{\cos \theta} > V$$

可见, 船的靠岸速率总是大于纤绳的牵引速率。只有当 $\theta \approx 0^\circ$, $\cos \theta \approx 1$ 时, $V_0 \approx V$ 。

如图2所示,重物 M 沿竖直杆下滑,并通过拉线带动滑块 m 沿斜面上升。求当拉线与竖直方向成 θ 角,且滑块的速率为 V_m 时,重物下滑速率是多少?

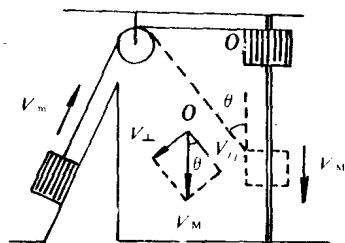


图 2

根据同样道理,拉线与重物连接点 O 的即时速度 V_M 的效果有两个:一是使绳上各点以速率 V_m 运动;二是使拉线绕定滑轮沿顺时针方向转动。所以, V_M 应分解为与拉线平行和垂直的两个分量: $V_{//} = V_m = V_M \cos\theta$, $V_{\perp} = V_M \sin\theta$, 则此时重物的下滑速率为

$$V_M = \frac{V_m}{\cos\theta}$$

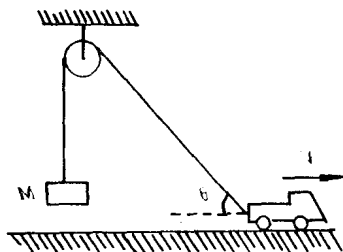


图 3

如图3所示,汽车沿水平路面以恒定速度 V 前进,求当拉线与水平地面成 θ 角时,被吊起物体 M 的即时速率 V_M 是多少?

三位同学画了三个不同的速度分解图(图4),你认为哪一个是对的? 正确答案是多少? 如果其他条件不变,汽车以