

新编·奥林匹克

初中物理竞赛讲座



海南出版社

奥林匹克初中物理竞赛讲座

单奇余 著

刘渝民 主编

刘渝民 主编
刘渝民 主编
刘渝民 主编
刘渝民 主编

海南出版社

奥林匹克初中物理竞赛讲座 4.50 元

奥林匹克初中化学竞赛讲座 4.50 元

奥林匹克初中数学竞赛讲座 4.50 元

本套书邮购地址：长沙市南阳街 60 号 邮编：410005
海南少儿读物出版发行公司长沙经营部 电话：4452053

奥林匹克初中物理竞赛讲座

湖南省科普作协中小学课外读物编委会编

责任编辑：贺晓兴

*

海南出版社出版 新华书店经销

(海口市花园新村 20 号) 长沙环境保护学校印刷厂印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/32 印张：5.5 字数：12.4 万字

1996 年 12 月印刷 印数：40000—55000 册

ISBN7-80590-523-1/G·312

定价：4.50 元

本书如有印装质量问题，请直接与印刷厂联系调换

编委会名单

主任：欧阳迪

副主任：陈玉书 刘渝民 曹争鸣

编委：叶冬陵 江仁多 黄其实

谢建凡 冯建强 杜成才

前 言

“惟楚有材，于斯为盛”，在全国和国际奥林匹克中学生物理竞赛中，湖南学子，成绩卓著，多次领先，此中奥妙何在？

为解各地读者渴求之需，湖南省科普作家协会中小学课外读物编委会特精心组织编写了这本《奥林匹克初中物理竞赛讲座》。本书集省市权威教师多年培训经验之大成，紧扣教材，联系实际，讲解由浅入深，分析精辟透彻。编者还详尽地研究了全国各省市全部实用物理竞赛试题，优选其中精华，融巧思妙解于讲座中，使读者纵横博览，胸有成竹，充满了胜卷在握的信心。因此，本书可谓是有志在国际奥林匹克物理竞赛中大显身手的初中生的最佳启蒙教材，更是初中生开拓思维、发展智力、培养能力、启迪智慧的良师益友。

本书在编写过程中，得到了刘维明（四川）、梁仁昇（广东）、程流锁（河南）、卢浩然（河南）、郑关根（浙江）、叶柯（江西）、郑研玫（江西）、李泉（福建）、施新民（浙江）、伍润生（江西）、陈旭初（广西）、崔长文（河南）、梅春山（四川）、杜成才（辽宁）等老师的热情支持，并提供了重要资料，在此一并表示衷心的感谢。

湖南省科普作家协会
中小学课外读物编委会
欧阳迪

目 录

第一讲 力学	(1)
第二讲 光学	(26)
第三讲 热学	(45)
第四讲 电学	(60)
第五讲 物理竞赛中的解题方法	(88)
部分省、市初中物理竞赛试题选	(114)
一、力学部分	(114)
二、光学部分	(135)
三、热学部分	(139)
四、电学部分	(147)
五、应用部分	(159)
参考答案	(166)

第一讲 力学

一、测量中的特殊方法

在测量的过程中，对有些不易直接测量出来的物理量，可以根据具体情况找出些特殊的方法。

常采用的特殊方法有：

1. 化曲为直法

例如，要测地图上长沙至北京的铁路线的长度，我们可以把一条柔软的细棉线与地图上长沙至北京的铁路线重合，并在棉线上用钢笔标出长沙和北京的位置，然后把棉线扯直，用直尺量出棉线上两点间的距离，即测出了地图上长沙至北京的铁路线长度。

测量圆柱体横截面的周长也可以用纸条紧包在圆柱体的侧面上，在纸条重叠处用针扎个孔，然后把纸条展开，用刻度尺测量两孔之间的距离。

2. 化小为大法

由于测量工具精确度的限制，无法直接测量某些微小量。如果测量时把很多个相同的微小量集中起来进行测量，再将测量的结果除以被测量的个数，就可以得出被测量的值。这种测量方法叫做“化小为大法”。

例如，用普通刻度尺无法测量出1张纸的厚度，但能测出100张同样的纸的厚度。把测得的厚度除以总张数，即得到一张纸的厚度。

同要地，要用天平测量1厘米长的棉线的质量，就可以先

用天平测出一大团棉线的总质量，再用刻度尺测出这团棉线的总长度，用总质量除以总长度的厘米数，即得到 1 厘米长的棉线的质量。

3、辅助工具法

有些物理量——如圆锥体的高——不能用测量工具直接、准确地测出，但我们可以借助其它的辅助工具来测量。这种方法叫做“借助辅助工具法”。

如测圆锥体的高时，我们可以照图 1—1 那样用直角三角板和刻度尺配合进行测量。

4、公式法

用来测量各种物理量的器材有很多种，但并不是所有的物理量都可以用相应的器材直接测出。这就需要我们利用所学的物理和数学知识来间接测量。

例如，要测量物质的密度，我们可以先测出一定量的该种物质的质量和体积，然后利用公式“ $\rho=m/V$ ”求出该物质的密度。这种方法叫做“公式法”。

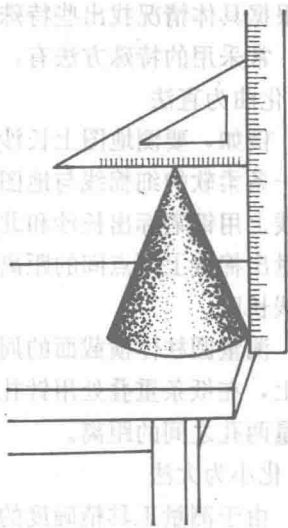


图 1—1

5、替代法

某个物理量不易直接测量时，我们还可以测量一个与被测量相等的量，用以代替对被测量的直接测量。这种方法叫做“替代法”。

前文所述利用棉线来测量地图上长沙至北京的铁路线的长

度，就是利用的替代法。

三国时，曹冲称象用石头代替大象，用秤分几次称出石头的总质量，也就知道了大象的质量。

例 1 用天平可方便地称量物体的质量是因为它两臂等长，在天平平衡时，砝码的质量数就是待测物体的质量数。假若一架天平两臂不等长，还能否用这架天平准确地测出物体的质量呢？

〔解〕用替代法：先将待测物体放入天平左盘中，在天平右盘中加砝码。待天平平衡时，将左盘中的待测物体取出，而右盘中的砝码保持原状。然后在左盘中加入另外一些砝码，待天平平衡时，记下左盘中砝码的总质量，即得到待测物体的质量。

例 2 如果只有砝码，没有天平，你能否借助其它工具测量出某个物体的质量？

〔解〕用替代法：取一根弹簧（或橡皮筋），挂上待测物体后弹簧（或橡皮筋）被拉长，记下弹簧（或橡皮筋）伸长的位置。取下物体，若弹簧（或橡皮筋）能恢复原长，再在弹簧（或橡皮筋）下挂上钩码，通过增减钩码，使弹簧（或橡皮筋）的伸长与下面挂待测物体时相同，那么砝码的总质量数就是待测物体的质量。

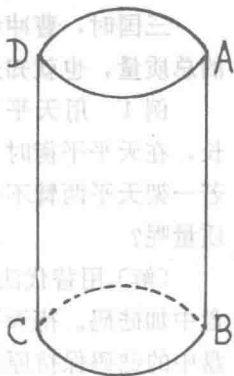
当然，测量时要用到的特殊方法远不止上述五种。在测量过程中，我们要根据实际情况灵活运用所学知识，寻找更科学、更简便的方法，正确地进行测量。

例 3 给你一只钢卷尺，一支粉笔，不许通过任何数学计算，不许打开油桶，你怎样才能直接测量出圆柱形封闭油桶内的最长直线距离？

〔分析〕桶内的最长直线距离即图 1—2 中的 A、C 两点的连线或 B、D 两点间的连线。测量的具体步骤如下？

- ①用粉笔依桶底画一个圆；
- ②将桶平移到与所画圆相切；
- ③利用卷尺找出切点正上方桶缘上的点；
- ④用卷尺直接测出切点正上方桶缘上的点至所画圆周上的最大距离即为所求。

应该注意：测量的结果是由准确值、估计值和单位三部分组成的。不仅长度的测量结果应如此表示，其它物理量（如温度、电流强度等）的测量结果也应如此表示。



二、力的种类知多少？ 图 1—2

如果根据力的效果来命名，力可分为拉力、推力、压力、支持力、动力、阻力等；而根据力的性质来命名，在力学这一部分中学过的力可分为重力、弹力、摩擦力。

推力、拉力、压力、支持力都属于弹力。

例 4 浮力是什么性质的力？

〔答〕根据浮力产生的原因可知，浮力是浸在液体（或气体）中的物体所受液体（或气体）对物体向上和向下的压力差，故浮力同压力一样属弹力。

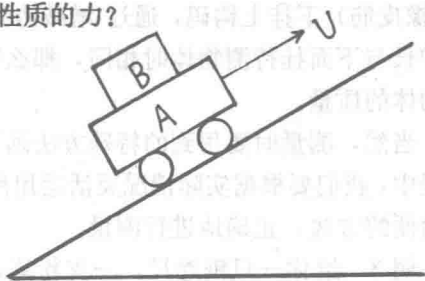


图 1—3

例 5 摩擦力一定是阻力吗？

〔答〕否，摩擦力有时也可以是动力。例如，在图 1—3 中，小车 A 在拉力作用下沿斜面向上匀速运动，若物体 B 相对于小车 A 静止，则物体 B 所受的摩擦力就是使它沿斜面向上运动的动力。

例 6 一对平衡力和一对相互作用力的主要区别是什么？

〔答〕一对平衡力一定是作用在同一物体上，而一对相互作用力则是作用在两个不同的物体上；相互作用力一定是同时产生、同时消失的，而一对平衡力则不一定同时产生、同时消失；一对相互作用力一定是同种性质的力，而一对平衡力则不一定是同种性质的力。

例 7 如图 1—4 所示，物体 A 和物体 B 叠放在粗糙的水平地面上，处于静止状态。若用水平拉力 F 向右拉 B 而未拉动，则物体 A 是否受到了物体 B 对它的摩擦力？为什么？

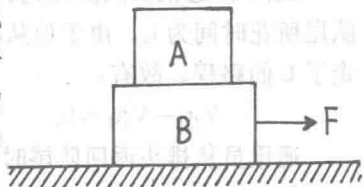


图 1—4

〔答〕物体 A 没有受到物体 B 对它的摩擦力。根据二力平衡的知识可知，因为物体 A 处于静止状态，故在水平方向上没有受到力的作用或是受到了一对平衡力的作用。若 A 受到了物体 B 对它的摩擦力，则 A 将不能保持静止状态。

三、直线运动解题方法探讨

1. 平均速度不是速度的算术平均值

例 8 物体沿直线往返于甲、乙两地。已知从甲地到乙地的速度为 v_1 ，从乙地到甲地的速度为 v_2 ，则往返一次的平均速度多大？

〔解〕设甲、乙两地的距离为 S ，物体从甲地到乙地所花的

时间为 t_1 ，从乙地到甲地所花的时间为 t_2 ，则平均速度

$$\bar{v} = \frac{S_{\text{总}}}{T_{\text{总}}} = \frac{2S}{t_1 + t_2} = \frac{2}{\frac{t_1}{s} + \frac{t_2}{s}} = \frac{2}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$$

有些同学却是这样计算的： $\bar{v} = (v_1 + v_2) / 2$ 。他们错误的原因在于把平均速度看作了速度的算术平均值。

2. 弄清题意，灵活运用物理公式

例 9 一队解放军战士以 $v_1 = 5.4$ 千米/小时的速度匀速前进，队列长 $L = 1200$ 米。行进途中，通讯员接到部队首长的命令后，骑马从队尾匀速赶到排头传达口令，并立即以原速返回队尾，完成这项任务共花时间 5 分钟。求通讯员的速度 v_2 。

〔解〕设通讯员从队尾赶到排头所花时间为 t_1 ，从排头返回队尾所花时间为 t_2 。由于他从队尾赶到排头的过程中比队伍多走了 L 的路程，故有：

$$v_2 t_1 - v_1 t_1 = L \quad \text{即} \quad t_1 = L / (v_2 - v_1)$$

通讯员从排头返回队尾时，他和队伍共走了 L 的路，即

$$v_2 t_2 + v_1 t_2 = L \quad t_2 = L / (v_2 + v_1)$$

根据题意可知： $t_1 + t_2 = 5$ 分钟 = 300 秒，即

$$L / (v_2 + v_1) + L / (v_2 - v_1) = 300$$

将 $v_1 = 5.4$ 千米/小时 = 1.5 米/秒， $L = 1200$ 米代入上式，有

$$\frac{1200}{v_2 + 1.5} + \frac{1200}{v_2 - 1.5} = 300$$

即 $v_2 = -0.5$ 米/秒（不合题意，舍去）

$$v_2 = 4.5 \text{ 米/秒}$$

故通讯员的速度为 4.5 米/秒。

例 10 某工厂每天早晨都派小汽车按时接总工程师上班。有一天，总工程师为了早些到厂，比平日提前 1 小时出发步行

去工厂上班。走了一段时间后遇到来接他的汽车才上车继续前进。进入工厂大门后，他发现只比平时早到10分钟。问：总工程师在路上步行了多长时间才遇上汽车？设人和汽车都做匀速运动。

〔解〕设车速为 v 米/分，工厂到总工程师住所的距离为 L 米，则平日总工程师由家到厂所花时间

$$t=L/v \quad (1)$$

又设当天汽车由工厂出发走了距离 L' 米后遇到总工程师，总工程师步行的时间为 t' 分钟，根据题意，有

$$t'+\frac{L'}{v}=60+(t-10) \quad (2)$$

另外，汽车少走了路而提前10分钟回厂，故有

$$\frac{2L}{v}-\frac{2L'}{v}=10 \quad (3)$$

(1)代入(2)，有

$$t'+\frac{L'}{v}=60+(\frac{L}{v}-10) \quad (4)$$

$$\text{即 } t'=50+\frac{L}{v}-\frac{L'}{v}=50+\frac{1}{2}\times 10=55 \text{ 分钟}$$

故总工程师在路上步行的时间为55分钟。

3. 充分利用物理意义解题

例11 A、B两地相距 $S=100$ 千米，甲、乙两人分别从两地骑自行车同时出发，相向而行，行驶速度都是 $v_1=20$ 千米/小时。假如一只不知疲倦的苍蝇来回飞行于甲、乙之间，飞行的速度是 $v_2=30$ 千米/小时，问：在从甲、乙两人出发至他们相遇的这段时间内，苍蝇飞了多少路程？

〔分析〕解此题时，如果要一步一步地计算苍蝇来回飞行的路程，那就必然使你陷入迷宫。其实，本题的核心是：苍蝇飞行的时间就等于甲、乙两人骑车行驶的时间。

〔解〕设相遇时，甲、乙两人骑车行驶的时间为 t ，则有

$$t = \frac{S}{2V_1} = \frac{100 \text{ 千米}}{2 \times 20 \text{ 千米/小时}} = 2.5 \text{ 小时}$$

苍蝇飞行的路程

$$\begin{aligned} S' &= V_2 t = 30 \text{ 千米/小时} \times 2.5 \text{ 小时} \\ &= 75 \text{ 千米} \end{aligned}$$

例 12 一小船运载木料逆水而行。经过某桥下时，一块木料不慎落入水中，经半小时后才发觉，立即回程追赶，在桥下游 5 千米处赶上木料。设小船顺流和逆流时的划行速度相同，求：（1）小船回程追赶所需的时间；（2）水流速度。

〔分析〕一般的解法是以地面为参照物，船逆流而上，它相对于地面的速度是 $(V_{\text{船}} - V_{\text{水}})$ ；船顺流而下，它相对于地面的速度是 $(V_{\text{船}} + V_{\text{水}})$ 。由于 $V_{\text{船}}$ 、 $V_{\text{水}}$ 都未知，故解题过程比较繁琐。而如果以流水为参照物，解题过程将大大简化。

〔解〕（1）取流水为参照物，则木料落水后保持静止状态，而小船顺流和逆流时的速度相等！故小船回程追赶所需的时间与自木料落入水中到发觉的时间相等，即等于 0.5 小时。

（2）从木料落入水中至小船追上木料共花时间

$$t = 0.5 + 0.5 = 1 \text{ 小时}$$

故水流速度即木料漂流速度

$$v = \frac{S}{t} = \frac{5 \text{ 千米}}{1 \text{ 小时}} = 5 \text{ 千米/小时}$$

4. 充分利用所学数学知识

例 13 队伍长 120 米，通讯员从队尾赶到排头再返回队尾，这时队伍前进了 288 米。如果队伍和通讯员都做匀速直线运动，则通讯员共走了多远？

〔解〕设通讯员的速度为 V_1 ，走的路程为 S ，队伍的速度为

V_2 。由于通讯员走 S 的路程与队伍前进 288 米所花的时间相等，故有

$$\frac{S}{V_1} = \frac{288}{V_2} \quad (1)$$

通讯员所走的时间等于从队尾赶到排头所花时间加上从排头返回队尾所花的时间，即

$$\frac{120}{V_1 - V_2} + \frac{120}{V_1 + V_2} = \frac{288}{V_2} \quad (2)$$

本题有三个未知数，但只能列出上述两个方程，从数学上看无法得出确切解。但若将 (1)、(2) 两式变形，得出方程：

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{S}{288} \quad (3)$$

$$288 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 - 240 \left(\frac{V_1}{V_2}\right) - 288 = 0 \quad (4)$$

并将 (V_1/V_2) 看作一个未知数，即可解出

$$V_1/V_2 = 1.5 \quad S = 432 \text{ 米}$$

即通讯员共走了 432 米。

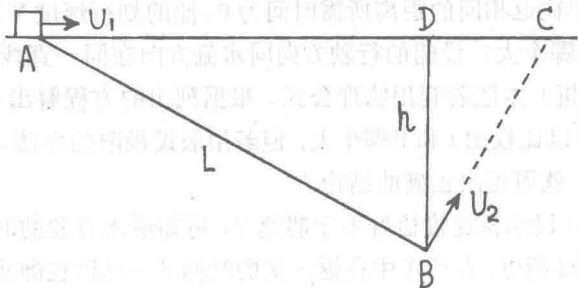


图 1—5

例 14 一人站在距离平直公路 $h=50$ 米远处的 B 点，公路上有一辆汽车以 $V_1=10$ 米/秒的速度行驶，当汽车与此人相距

$L=200$ 米时,人以 $v_2=3$ 米/秒的速度向公路奔跑。为了使入跑到公路上时,能与车相遇或赶在车前面,问此人应朝什么方向跑?(如图 1—5 所示)

[解] 设人沿 BC 方向奔跑,且车驶到 C 处所花时间为 t_1 ,人跑到 C 处所花时间为 t_2 , $\angle CAB=\alpha$, $\angle ABC=\beta$, 则根据正弦定理有

$$V_1 t_1 / \sin \beta = V_2 t_2 / \sin \alpha$$

$$\text{即 } \sin \beta = \frac{V_1 t_1}{V_2 t_2} \sin \alpha = \frac{V_1 t_1}{V_2 t_2} \cdot \frac{h}{L} = \frac{h V_1}{L V_2} \cdot \frac{t_1}{t_2}$$

欲使人与车在 C 处相遇或赶到 C 处等车, 则: $t_1 \geq t_2$

即 $t_1/t_2 \geq 1$

$$\therefore \sin \beta \geq h V_1 / h V_2 = 50 \times 10 / (200 \times 3) = 5/6$$

查表得: $56.5^\circ \leq \beta \leq 123.5^\circ$

即人跑动的方向应在与人、车的连线成 56.5° 至 123.5° 之间。

5. 假想极限法

例 15 船在静水中往返一次的时间为 t , 在水流速度为 u 的河流中往返相同的距离所需时间为 t' , 船的划行速度 V 不变, 则 t 与 t' 哪个大? 设船的行驶方向同水流方向在同一直线上。

[分析] 本题若套用物理公式, 根据列出的方程解出 t 和 t' 的值, 可以比较出 t 和 t' 哪个大。但若用假设极限的办法, 则不需计算, 就可得出正确的结论。

[解] 设水流速度恰好等于船速 V , 可知逆水行驶的时间将是无限长! 所以, 在流水中往返一次的时间 t' 一定比在静水中往返一次的时间 t 长, 即 $t' > t$ 。

四、液体压强和大气压

例 16 如图 1—6 所示, 放在水平桌面上的 A、B、C 三个容器底面积相同, 容器中水面高度相同。若不计容器本身的重

量，则

- (1) 哪个容器对桌面的压力最大？
- (2) 哪个容器对桌面的压强最大？
- (3) 哪个容器底部受到的水的压强最大？
- (4) 哪个容器底部受到的水的压力最大？

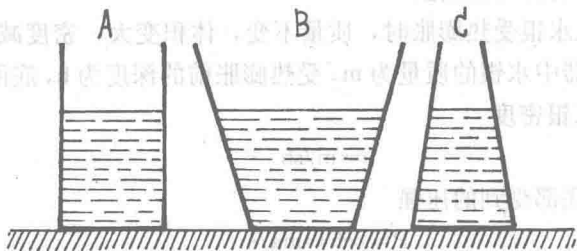


图 1—6

〔解〕(1) B 容器对桌面的压力最大 (因为 B 容器内水的重量最大)；

(2) B 容器对桌面的压强最大 (因为三种情况的受力面积相同，而 B 容器对桌面的压力最大)；

(3) 三个容器底部受到的水的压强一样大 (因为水对容器底部的压强 $p = \rho gh$ ，三个容器中装的都是水，故 ρ 值相同；三个容器中的水面一样高，故 h 值相同)；

(4) 三个容器底部受到的水的压力也一样大 (因为压强相等，受力面积也相等)。

由此可见，液体对容器底部的压力只决定于液体的密度、深度和容器的底面积。

例 17 上例中，若再在每个容器中投入一个相同的小木块浮在水面上 (水不溢出)，则哪个容器底部受到的水的压强最大？