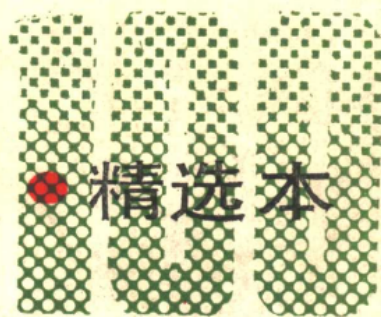


中学科技



● 精选本

● 数、理、化、生专辑

● SHU LI HUA SHENG
ZHUANJI

● 上海科技教育出版社

ZHONGXUE KEJI 100 JINGXUAN

Shanghai Keji
Jiaoyu Chubanshe

责任编辑 陆乃超 陈秀娣 郑晓林
宋芳 石 暗 王通麟
封面设计 张增邦

中学科技精选本

(数、理、化、生专辑)

中学科技编辑部 编

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路 393 号)

各地新华书店经销 上海市印十二厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 6 字数 2130 0

1983 年 11 月第 1 版 1983 年 11 月第 1 次印刷

印数 1-20,400

ISBN 7-5428-0158-9

G·159

定价: 1.55 元

中学科技 精选本

·数、理、化、生专辑·

《中学科技》编辑部 编
上海科技教育出版社

目 录

数学

从“卖报童”谈进货量控制.....	(1)
煮粥中的数学.....	(2)
椭圆的近似作法.....	(3)
多用组装台——一种简易立体几何教具.....	(4)
有趣的年份题.....	(6)

物理

单相电容电机的模拟实验.....	(7)
光学抄表器.....	(9)
用气球做的 18 个实验.....	(10)
具有“记忆”功能的测力计.....	(12)
奇妙的平行四边形结构.....	(14)
高温箱式太阳灶和无需跟踪太阳灶的制作.....	(17)
用木夹做 11 个物理实验.....	(19)
公共汽车关门自动报信报站装置.....	(22)
铜杆滚“坡”.....	(23)
“彩虹”泄漏的秘密.....	(24)
液体对流演示器.....	(25)
无轴小磁针的制作.....	(26)

化学

温度对平衡移动的影响.....	(27)
铝制品的阳极氧化.....	(28)
镁的燃烧实验几则.....	(28)
怎样做好氢气性质的实验.....	(30)
用淀粉制取结晶葡萄糖.....	(30)
W 形管化学实验.....	(32)
压强对化学平衡的影响.....	(33)
五颜六色的卤素置换反应.....	(34)
多才多艺的三氯化铁.....	(35)
化学实验中的“三废”利用.....	(36)

利用安瓿瓶做化学实验.....	(37)
自制冷烫精.....	(38)
利用水产废料制取甲壳质和明胶.....	(39)
用废水制取“肥猪灵”.....	(40)
饮用水中含氟量的测定.....	(41)
新一代气体发生器.....	(42)
自制化学暖袋.....	(42)
用人发制胱氨酸.....	(43)

生物

甜叶菊组织培养繁育幼苗.....	(44)
盆栽葡萄.....	(45)
青少年近视眼的防治方法.....	(46)
穴位导电治疗近视眼.....	(48)
正骨梳筋法治疗近视眼.....	(49)
推拿治疗近视眼.....	(49)
治疗近视眼的正骨梳筋手法.....	(50)
耳针治疗近视眼.....	(51)
离子透入法治疗近视眼.....	(51)
天麻无土栽培法.....	(52)
学校小池塘养鱼.....	(54)
竹荪的栽培.....	(55)
柿叶茶——一种新型的保健饮料.....	(57)
花卉繁育工厂.....	(58)
探索昙花白天定时开花的规律.....	(60)
水仙花的雕刻.....	(61)
福寿螺的养殖.....	(63)
佳卉良药.....	(64)
人工饲养对虾.....	(65)
牛蛙的人工养殖.....	(67)
无菌蝇的饲养方法.....	(68)
树番茄的栽培方法.....	(70)

研究·设想·试验

不落不亮的“照明弹”·从《不落不亮的“照明弹”》想到的自由落体实验·自控水箱·设想三则·针孔显色环·识电的蚯蚓·紫色喷流·“望下镜”·船用电磁推进器·脑功能锻炼的试验·高压锅里的秘密·可燃的白烟·简易隐迹划粉·魔术卡片纸·简易冰箱·散热器里的学问·管子的妙用·太阳变色成因小实验·渗透实验·静电除尘及实验·你想看看放射性粒子的“径迹”吗?·巧观日光谱·空中点灯·流砂陷人的模拟·奇怪的气泡运动·硅光电池的趣味试验·奇妙的光斑·温差之谜·麦管温度计·照相

底片去水迹·能点亮日光灯的金属板·能量是否消失了·核液滴模型模拟实验·鱼眼的模拟实验·试管中的科学试验·奇妙的“海市蜃楼”·魔盒·“长”在鼻子下的眼睛·哪个大——整体还是局部·奇怪的油雨·奇妙的“射流载声”·搬出来的高压·自制超导体·消误差巧测零电阻·妙演示超导抗磁性·速辨超导粒·.....(71)

小制作

自制指南车模型.....(89)
透光铜镜及其制作.....(90)
单筒望远镜.....(91)
多功能机器人.....(93)



从“卖报童”谈进货量控制

凌 国 平

亲爱的读者，“卖报童”的形象你一定不会感到陌生吧，尽管你只是从屏幕上才得以了解，“书报亭”你也一定很熟悉，因为它能随时满足你对知识的需要。但是，你是否想到过，在这些熟视目睹的事物之中，还蕴涵着某种经营决策思想呢！

进货量不容等闲视之

过去的报童，或者今天的书刊个体户乃至国营的报刊门市部，都是通过出售书、刊、报纸来获得利润的，销售量越大，利润就越高。但是，也必须正视这样一个事实——书刊都是有时间性的，尤其是杂志和报纸，一旦滞销，就必须折价处理甚至报废。滞销量越多，损失就越大。综合起来，报童或个体户及门市部经营人员往往会遇到如下两种截然不同的境况：

一、备货充足，顾客踊跃，在大量销售中取得高利润；备货不多，顾客平平，在有效期限内售完不多的货源，取得适中的利润。

二、备货多，顾客少，大量积压，折价处理蒙受颇大损失；备货少，顾客多，回绝众多顾客，由于货源不足，痛失甚多该得的利润。

显然，经营者期待的是第一种情况，回避的是第二种境况。可叹的是，不尽人意的第二种境况是客观存在的，如何科学地认识这种客观存在，探索一些科学的方法去驾驭它，从而进入一个自由王国，看来是十分必要的。

概率和货币值的结合

让我们站在书刊个体户的立场上来看看问题的实质吧。备货多少——即批进多少数量的某种月刊，主动权掌握在个体户手中。我们把备货数量称为个体户可以采用的方案。销出多少——即有多少顾客购买这种月刊，主动权就不在个体户手中了，我们把顾客数量称为个体户将会遇到的状态。显然，顾客数量不会一成不变，也无法确切地预料。换言之，购买某种月刊的顾客数量是一个随机事件。因此，个体户在决定行使自己主动权——采用哪一种方案时，必须掌握将会面临有多少顾客这种客观状态的概率，我们把它称为状态概率。

为了便于了解解决问题的具体方法，给出下面一个简单化的例子。某种月刊每本批进价 0.30 元，售出价 0.50 元，过期折扣成 0.10 元出售。根据以往销售资料结果，当月购买这种月刊的顾客数量大致有 100 人，150 人，200 人。它们发生的概率分别是 0.60，0.30，0.10。个体户应该批进多少本这种月刊？

假定，个体户采用批进 150 本的方案，我们先让这一方案来接受实践的检验。如果当月顾客数是 100 人，那么，售出 100 本，获利 $100 \cdot (0.50 - 0.30) = 20$ 元，积压 50 本，损失 $50 \cdot (0.30 - 0.10) = 10$ 元，合计盈利 $20 - 10 = 10$ 元，称为后果 u_1 。同样，如果当顾客数是 150 人，那么，售出 150 本，获利 $150 \cdot (0.50 - 0.30) = 30$ 元，积压 0 本，损失 $0 \cdot (0.30 - 0.10) = 0$ 元，合计盈利 $30 - 0 = 30 = u_2$ 元。也有，如果当月顾客数是 200 人，注意到也只售出 150 本，且无积压，合计盈利 $30 - 0 = 30 = u_3$ 元。

当然，我们无法肯定顾客数量这一随机事件究竟是取哪一个值，因此上述 $u_1 = 0$ ， $u_2 = 30$ 元， $u_3 = 30$ 元，这些货币值不能单独使用，我们只能称它们是有条件的货币值，而每一条条件货币值都用其发生的概率作为加权来统一计算，我们称这种概率和货币的结合为期望货币值。注意到， $u_1 = 10$ ，其条件是顾客数量为 100 人，概率为 0.60； $u_2 = 30$ ，其条件是顾客数量为 150 人，概率为 0.30； $u_3 = 30$ ，其条件是顾客数量为 200 人，概率为 0.10。因此，批进 150 本这一方案的期望货币值可如下计算： $E = 0.6 \cdot 10 + 0.3 \cdot 30 + 0.1 \cdot 30 = 18$ （元）。

接下来，显然应该假定批进 100 本，再假定批进 200 本，即计算出每种方案的期望货币值，然后进行比较，取出最大者，作为应该采用的方案。不过，逐一分散计算不大方便，下面介绍一种决策表。

决策表及其使用

还是从上面的例子来作介绍。把可以采用的方案从左到右逐列展开，会遇到的各种状态从上到下逐行展开。在表格的正中计算出每一方案在各个状态下的后果，然后在最后一行中计算出每一方案的期望货币值，我们就得到了如下的决策表。

状态		方案 (批 进)		
顾客数概率		100	150	200
100	0.60	20	10	0
150	0.30	20	30	20
200	0.10	20	30	40
期望货币值 E (元)		20	18	10

请注意上表右面第二列中 $10 = u_1$, $30 = u_2$, $30 = u_3$, $18 = E$, E 是我们上面计算出来的数字。仿此, 可计算出右面第一列及第三列的各个数字。

根据这张表, 我们取三个方案的三个期望货币值 $E_1 = 20$, $E_2 = 18$, $E_3 = 10$ 中最大的, 它是 $E_1 = 20$, 所以个体户应该决定采用批进 100 本这种月刊的方案。

收益问题的计算公式

利用上面介绍的决策表以及期望货币值计算公式, 问题应该说已经解决了。但是, 读者一定会发现, 个体户将面临的顾客数量绝对不会仅仅是 100 人, 150 人, 200 人三种, 因而, 个体户可以采用的方案也不会仅仅是批进 100 本, 150 本, 200 本三种。一旦状态个数及方案个数增加, 如果还是沿袭上述决策表, 那么计算工作量就十分大, 为此, 我们向读者介绍下面一个公式。

假定个体户购进一本月刊的批进价是 H , 卖出价是 J , 滞销折扣价是 K , 顾客数量为 X , 它可以等于 $x_1, x_2, \dots, x_n$, 且各自发生的概率为 $p_1, p_2, \dots, p_n$, 那么, 为取得最大利润, 个体户应该: (1) 算出 $(J - H) / (J - K) = f$; (2) 把 $p_1, p_2, \dots, p_n$ 逐个地相加直到加到最接近 f 的值, 此时, 如果是 $p_1 + p_2 + \dots + p_m$, 则取 p_m 所对应的 x_m , 即批进 x_m 本月刊。

x_i	100	150	200	250	300	350
p_i	0.80	0.17	0.33	0.21	0.15	0.06

例如, 某种月刊批进价 $H = 0.60$ 元, 卖出价 $J = 0.90$ 元, 处理价 $K = 0.50$ 元, 顾客数量是 x_i 及其概率 p_i 如下。

$$\text{则求出 } \frac{J-H}{J-K} = \frac{0.90-0.60}{0.90-0.50} = \frac{0.30}{0.40} = 0.75 = f.$$

然后, $p_1 + p_2 = 0.25$; $p_1 + p_2 + p_3 = 0.58$; $p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 0.79$; $p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 = 0.94$, 发现最接近 $f = 0.75$ 的是 $p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 0.79$, 因此, 个体户应该采用批进 250 本月刊的方案。

(1987 年第 3 期)

煮粥中的数学

维 梓

小玲玲往圆柱形锅子里倒了一些大米, 问邻居苏珊婶婶: “我想煮点大米粥, 该放多少水呢?”

“这很简单”, 苏珊婶婶回答, “把锅子这样斜放, 并且轻轻敲几下, 使大米的平面正好盖住锅底的一半 (如图 1), 用手指对准锅子内壁大米所达到的最高点,

这就是加水应到达的高度。”

“但是锅子是各式各样的, 有大有小, 我加的大米不也就有多有少了吗?” 小玲玲表示怀疑。

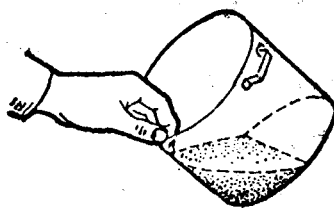


图 1

“没关系,” 苏珊婶婶自信地说: “我的方法百试百灵!”

试证明苏珊婶婶是正确的, 按她的办法, 水和小米的体积比永远是个常数。求出这个比值。

解: 首先假定大米象液体一样无空隙地充满锅子的某部分。设圆柱形锅子底面半径为 R , 大米所达到的高度为 H (如图 2)。

设 O 为圆柱体底面中心, Ox 轴取直径 AB 方向。利用公式 $V = \int_a^b S(x) dx$ 可计算锅内大米的体积, 其中 V 为 Ox 轴上 $[a, b]$ 区间上的大米体积, $S(x)$ 是大米在 X 点处以垂直于 Ox 轴的平面所截得的横截面积。

如图 2 所示, 大米在 x 点处所截横截面为 $\triangle O_1 L_1 K_1$, 由 $\triangle O_1 L_1 K_1 \sim \triangle OLK$, 得 $1/R = h/H$, $\therefore S(x) = 1/2 \cdot 1h = 1/2 \cdot 1^2 H/R$. 又 $\because 1^2 = R^2 - x^2$, $\therefore S(x) = 1/2 \cdot (R^2 - x^2) H/R$. 由此大米体积为: $V = 2 \int_0^R 1/2 \cdot H/R \cdot (R^2 - x^2) dx = H/R \cdot \int_0^R (R^2 - x^2) dx = 2/3 \cdot HR^2$, 由于水和小米的总容积为 $\pi R^2 H$,

所以水和小米的体积比为: $(\pi - 2/3) : 2/3 = 3\pi/2 - 1 \approx 3.7$, 它和大米的数量、锅子的尺寸无关。所以苏珊婶婶是正确的。

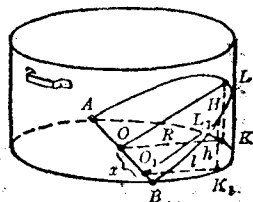


图 2

(1985 年第 2 期)

椭圆是一种常见的图形。在工业生产的某些工艺流程中(如钢板划线下料等),经常需要作椭圆。本文将介绍一种简便的作图方法,并给出证明及公式验证。

椭圆的近似作法

上海重型机器厂 张宝顺

一、椭圆的作法

如图1所示,我们把 r 称作小圆半径,把 R 称作大圆半径。 r 的计算公式为, $r = b/2 - (a-b) \cdot 0.183$,其中 a 为长轴, b 为短轴,0.183为一常数。

例:已知长轴
 $a = 100$ 毫米,短轴
 $b = 60$ 毫米,求作椭圆。

作法:

(1) 求出小圆半径 $r = 60/2 - (100 - 60) \cdot 0.183 = 22.68$ 毫米;

(2) 如图1所示,作长轴 $AB = 100$ 毫米,在 AB 上作 $AF = BF' = r = 22.68$ 毫米;

(3) 作 AB 的中垂线交 AB 于 O ;

(4) 以 F 为圆心, r 为半径,作弧 EAG , 使 $AE = AG = AF = r$ 。同理作出弧 HBI ;

(5) 连接 EF 并延长,交 AB 的中垂线于 N 。同理作出 M ;

(6) 以 N 为圆心, $R (=NE)$ 为半径,作弧 ECH , 交 OM 于 C 。以 M 为圆心, R 为半径,作弧 GDI , 交 ON 于 D 。

所作椭圆即为所求。

证明:连接 HF' 、 $F'N$ 、 EH 。在 $\triangle AEF$ 中, $\because AE = AF = EF$, $\therefore \triangle AEF$ 为等边三角形。在 $\triangle FON$ 中, $\because ON \perp OF$, $\therefore \angle ONF = 30^\circ$ 。在 $\triangle FNF'$ 中, $\because ON$ 为 FF' 的垂直平分线, $\therefore \angle ONF' = \angle ONF = 30^\circ$, 而 $\angle OF'N = 60^\circ$, $\therefore H$ 、 F' 、 N 三点共线。由 $EN = NH$, 可知 $\triangle ENH$ 为等边三角形。

$\because FN = 2OF = 2(a/2 - r)$, $R = EF + FN = r + 2 \cdot (a/2 - r)$, $\therefore R = 22.68 + (100/2 - 22.68) \times 2 = 77.32$ 毫米, $FN = 54.64$ 毫米, $ON = \sqrt{3}/2 \cdot FN = 47.32$ 毫米, $CO = CN - ON = R - ON = 30$ 毫米, $\therefore CD = 2CO = 60$ 毫米, 而 $AB = 100$ 毫米。

$\therefore$ 所作椭圆符合题意。

二、小圆半径 r 的计算公式的验证

由作法,得 $EN = EF + FN = EF + 2FO = r + (a$

$/2 - r) \cdot 2$, $NC = CO + NO = CO + \sqrt{3}FO = b/2 + \sqrt{3}(a/2 - r)$ 。 $\because EN = NC$, $\therefore r + (a/2 - r) \cdot 2 = b/2 + \sqrt{3}(a/2 - r)$, 即 $a - r = b/2 - \sqrt{3}r + \sqrt{3}/2 \cdot a$ 。 $\therefore r = [b/2 + (\sqrt{3}/2 - 1)a]/(\sqrt{3} - 1) = b/2 \cdot (\sqrt{3} + 1)/2 + a/2 \cdot (1 - \sqrt{3})/2$, $r = b/2 \cdot 1.366 - a/2 \cdot 0.366 = b/2 + 0.366(b/2 - a/2)$
即 $r = b/2 - (a-b) \cdot 0.183$ 。

三、适用范围

由 $r > 0$, 推得 $r = b/2 \times 1.366 - a/2 \times 0.366 > 0$, 即 $1.366b > 0.366a$, $b > 0.366/1.366 \cdot a = 0.268a$, 当求作的椭圆短轴与长轴之比 $b/a \in (0.268, 1]$ 时, 都可用上述方法作出。在工厂的实际生产中, 较常见的椭圆短、长轴之比是 $b/a = 6/10$, $b/a = 7/10$, 因此本文介绍的方法在工厂中比较适用。

现以 $b/a = 5/10$, $b/a = 7/10$ 为例作椭圆如下:

例1: 作出 $a = 100$ 毫米, $b = 50$ 毫米的椭圆。

作法: (1) 求小圆半径 $r = b/2 - (a-b) \cdot 0.183 = 15.85$ 毫米,

(2) 其余作法同前, 所作椭圆如图2。

例2: 作出 $a = 100$ 毫米, $b = 70$ 毫米的椭圆。

作法: (1) 计算 $r = b/2 - (a-b) \cdot 0.183 = 29.51$ 毫米;

(2) 其余作法同前。所作椭圆如图3。

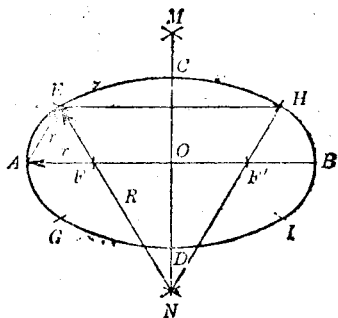


图 1

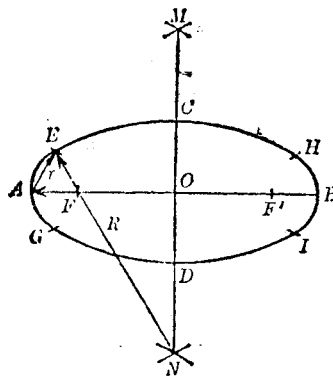


图 2

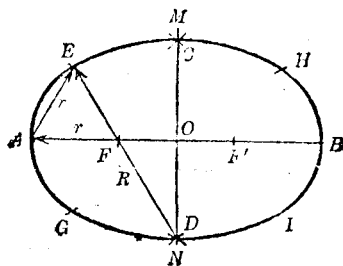


图 3

(1985年第2期)

多用组装台

——一种简易立体几何教具

毛 成 林

初学立体几何的困难之一，是缺乏空间想象能力。因此，常常需要借助于教具——立体几何模型。立体几何模型的种类很多，它们的作用在于把文字或口头描述的空间图形形象地表示出来，以帮助初学者对空间立体图形建立完整的视觉形象，并逐步形成空间想象能力。

本文将介绍的多用组装台是一个简易的立体几何教具，它犹如一套立体几何图形的“套装”。在一个主台上，能组装成多种立体几何图形。中学立体几何教材中大多数公理、定义、定理和习题的几何实体都能在这一组装台上表现出来。而这一教具本身的结构却很简单，取材和制作都很方便，造价也很低。

立体几何教具——多用组装台，主要由一架可拆卸的主台、多节主轴及各种几何形状的板块组成，见图1。

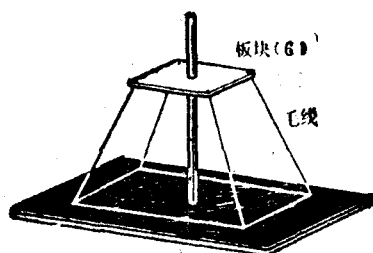


图 1

主台：取一块厚 10 mm，长 360 mm，宽 250 mm 的平整木板作为底板。底板中央凿一正六边形的螺母孔，孔内涂以少许万能胶后，嵌入一 M5 六角螺母（见图 2）。底板的面板上刷一层黑板漆，以便需要时可在上面作图或写字母。底板的长边一侧，按图 2 所示的尺寸装上一副 1 英寸铰链，以准备需要时接装图 5 中的矩形板块 ①。

另取一直径为 150 mm 的有机玻璃量角器。在量角器底边，距中心位置的一侧，钻两个小孔，孔径以刚好能旋入一个 2 号羊眼为准。在量角器的圆弧一边的 30°、45°、60°、90° 等处，各钻上一个直径为 2 mm 的小孔（见图 2）。找一根织毛衣的竹针，削成长 10 mm，直径为 2 mm 的竹销数枚。若按图 3 所示的方法，在底板上接装上矩形板块 ①，并用 2 号羊眼，把量角器固定在底板的短边一侧；再把竹插销插在量角器的标以角度的小孔中，挡住矩形板块 ①，就能得到各种角度的两面角（装量角器时，要尽量减少误差。量角器上的角度的始边应对准底板上沿；顶点应对准底板与矩形板块的交点）。

主轴：按图 2 所示尺寸，用铜元或线材（钢筋）制成，备 2~4 段为宜。取一段旋入底板的螺母中，中间夹上一块 5 mm 的平垫圈，就可作为主轴。若需要在主台上装几何板块，可按图 4 所示的方法接装。

各种几何形状的板块：如图 5 所示，用厚 4 mm 的

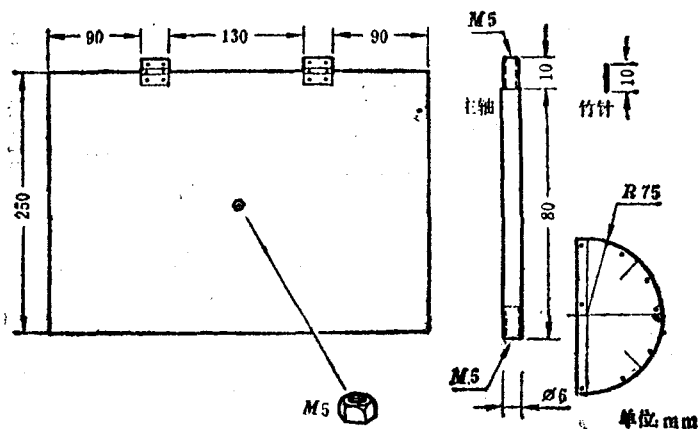


图 2 底板主轴及附件

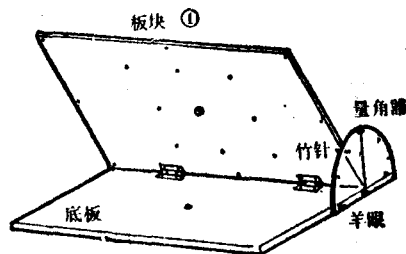


图 3

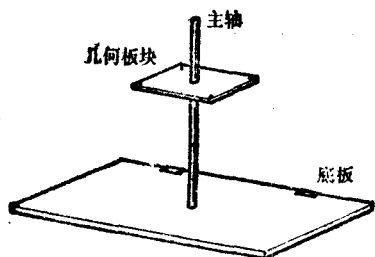


图 4

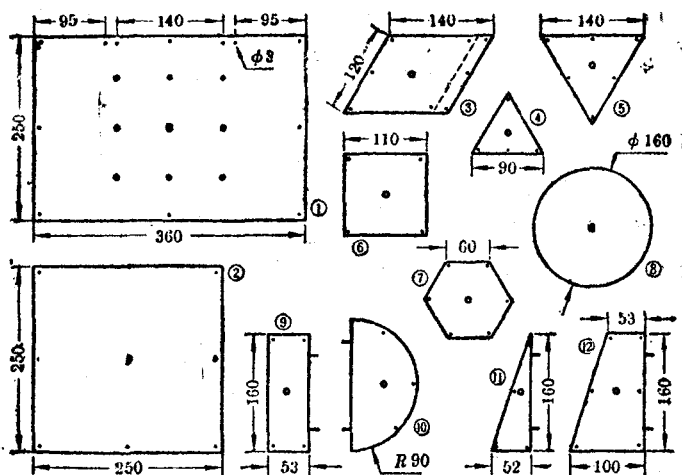


图 5 各种几何形状板块 单位: mm 中央孔 $\phi 5.1$, 其它小孔 $\phi 2$

木板(或塑料板)制成,形状以及数量可由制作者自定。

各种几何板块的中央都钻有一 $\phi 5.1$ mm 的小孔,以便能夹装在主轴上。图 5 中带有小圈的几何板块 ⑥~⑫, 可以按图 6 所示的方法套在主轴上, 以作轴截面之用。小圈可用 21 号铁丝做成, 大小以能套住主轴为宜。铁丝做成小圈后, 两端绕在小螺丝(或小铁钉)上, 以固定在几何板块的侧面。小圈的平面与几何板块平面呈垂直状。

图 5 中各种几何板块上的未作说明的小黑点, 是取材为 4 mm 厚的塑料板时钻的 $\phi 2$ mm 小孔。

其它: 图钉一盒, 彩色毛线若干。

有了以上这些材料, 就可在主台上组装出各种几何模型。例如, 要组装一棱长为 300 mm 的正四棱台。只需按图 4 所示的方法, 先把正方形板块 ② 装在主轴上, 然后剪四段长度为 300 mm 的毛线, 用图钉把毛线两端分别固定在板块 ② 的四个角和底板上, 如图 1 所示(底面边长自定), 这样, 一个底面为正方形的棱台就组成了。

下面再介绍一个应用例子。

例: 在 60° 两面角的棱上有 A、B 两点。AC、BD 各在这两面角的一个平面内, 并且都垂直于棱 AB。设 $AB = 8$ cm, $AC = 6$ cm, $BD = 24$ cm, 求 CD 的长。

组装模型: 用铰链将矩形板块 ① 与底板连接。用粉笔在两面角的底板棱处标上 A、B, 使 $AB = 8$ cm。在底板上作 $AC \perp AB$, 使 $AC = 6$ cm, 且标注上 $\perp$ 。再在板块 ① 上作 $BD \perp AB$, 使 $BD = 24$ cm, 且标上 D。

在底板上用羊眼装上量角器, 且在 60° 处插上一枚竹针, 使板块 ① 搁在竹针上(见图 7), 构成 60° 的两面角。

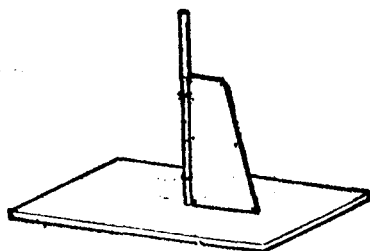


图 6

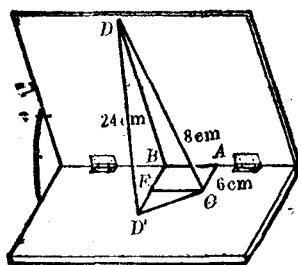


图 7

用图钉把毛线的一头固定在 D 处, 另一头固定在底板的 C 处, 作成线段 DC。

作辅助线: 另取一根毛线, 一头固定在 D 处, 另一头固定在底板的 D' 处, 使 $DD' \perp$ 底板, 垂足为 D'。用粉笔在底板上作出 CD' 、 BD' , 并过 C 作 $CE \perp BD'$ 于 E, 模型即可应用。

计算略。

(1986 年第 3 期)

有趣的年份题

蒋 声

在数学竞赛的试题和培训题中,常常遇到一些与年份有关的题目。例如,1986年举行的首届全国中学生数学冬令营的竞赛试题中,第五题就巧妙地嵌进了数字1986;在1985年各国提交第26届国际中学生数学竞赛的97道备选试题中,有9道题与数字1985有关,而在1984年5月13日举行的天津初中生数学邀请赛的试题中,甚至把竞赛的年、月、日连起来成为一个数1984513,编进了试题。这种与年份有关的数学题,富有趣味,做的时候正逢其时,有新鲜感,几年后回顾起来又觉得有纪念意义。班级上出墙报、学校里出黑板报,或者课外小组开展讨论活动,适当放进一两个这类题目,也可以活跃气氛。

本文将介绍几种基本类型的年份题。为了赶上时代的步伐,文中所有例题都与1987有关,解完每道题后,还要告诉你,怎样及时更换题目中的数字,使得随着年份的推移,年年岁岁有题做,岁岁年年题不同。

一、解法不受年份影响的问题

例1: 设 $A = \frac{9^{1986} + 1}{9^{1987} + 1}$, $B = \frac{9^{1987} + 1}{9^{1988} + 1}$ 比较 A 和 B 的大小。

解: 设 $k = 9$, $n = 1987$, 则

$$A = \frac{k^{n-1} + 1}{k^n + 1}, B = \frac{k^n + 1}{k^{n+1} + 1}$$

$$A - B = \frac{(k^{n-1} + 1)(k^{n+1} + 1) - (k^n + 1)^2}{(k^n + 1)(k^{n+1} + 1)}$$

$$= \frac{k^{n-1}(k-1)^2}{(k^n + 1)(k^{n+1} + 1)} > 0,$$

所以 $A > B$ 。

说明: 从上面的解题过程看出, 只要取 k 是任意不等于1的正数, n 是任意正整数, 都能用上述解法得到同样的结果。

例2: 已知, $1987^x = 100$, $19870000^y = 100$,

求证: $\frac{1}{y} - \frac{1}{x} = 2$ 。

解: 由已知等式取对数, 得

$$x \lg 1987 = 2, y(\lg 1987 + 4) = 2$$

$$\therefore \frac{1}{y} - \frac{1}{x} = \frac{1}{2} [(\lg 1987 + 4) - \lg 1987] = 2.$$

说明: 本题中可将1987换成任意不等于1的正数, 解法不变。

例3: 求下述方程组的一切实数解,

$$\begin{cases} x^{1987} + y^{1987} = 1 & \text{①} \\ x^{1988} + y^{1988} = 1 & \text{②} \end{cases}$$

解: 由②式, 注意 $x^{1988} \geq 0$, 得 $y^{1988} \leq 1$, 因而 $|y| \leq 1$ 。同理 $|x| \leq 1$, 由此得 $x^{1987} \leq 1$ 。结合①式, 得 $y^{1987} \geq 0$, 因而 $y \geq 0$ 。再从 $|y| \leq 1$, 得 $0 \leq y \leq 1$ 。同理 $0 \leq x \leq 1$ 。

当 $x = 0$ 时, 得 $y = 1$; 当 $x = 1$ 时, 得 $y = 0$ 。当 $0 < x < 1$ 时, 若有实数解, 则

$$x^{1988} = x^{1987} \cdot x < x^{1987},$$

$$y^{1988} = y^{1987} \cdot y \leq y^{1987},$$

$$1 = x^{1988} + y^{1988} < x^{1987} + y^{1987} = 1,$$

导致矛盾。所以仅有两组实数解 $(0, 1)$, $(1, 0)$ 。

说明: 本题中的指数1987可换成任意正的奇数, 1988可换成任意正的偶数。

以上三题的共同特点, 是涉及一个很大的数 n , 以致无法按常规方法解算, 使你不得不开动脑筋, 寻找妙策。为了增加趣味性, 把 n 取成了解题时的年份。

二、解答逐年变化的问题

例4: $6^{1986} + 7^{1987} + 8^{1988}$ 的个位数是什么?

解: 6的任何次幂的个位数字都是6, 由于 $7^4 = 2401$, 有 $7^{1987} = 7^3 \times 7^{1984} = 343 \times 2401^{496}$, 可知 7^{1987} 的末位数字是3。又由 $8^4 = 4096$, 得

$$8^{1988} = 4096^{497},$$

因而 8^{1988} 的个位数字是6。由 $6 + 3 + 6 = 15$, 得到 $6^{1986} + 7^{1987} + 8^{1988}$ 的个位数字是5。

说明: 象本题这样的问题, 每年都可提出类似的配合年份的题目, 解法和答案随数字变更而相应改变。

三、利用奇偶性的问题

例5: 设 x 是1987位数, y 是从 x 交换不同位上的数字所得到的数, 能否使 $x + y = 99 \cdots 9$ (1987位)? 把1987换成1988后是否可以?

解: 假定存在满足条件的1987位数 x 和 y , 设 x 和 y 的第 k 位数分别是 a_k 和 b_k ($k = 1, 2, \dots, 1987$)。考虑它们的个位数字的和:

$$a_{1987} + b_{1987} \leq 9 + 9 < 19$$

而 $x + y$ 的个位数字是9, 所以 $a_{1987} + b_{1987} = 9$ 。同理对于 $k = 1986, \dots, 2, 1$ 。都有 $a_k + b_k = 9$ 。现在考虑 x 的各位数字与 y 的各位数字的总和, 用 S 表示这个和, 一方面



单相电容电机的模拟实验

刘 贵 兴

按图①取材、加工成两个相同的线圈 l_1 、 l_2 、 l_1 、 l_2 ，按图②安装。当调压器电压升到 60 伏时，小铝罐开始转动，这就是单相电容电机的模拟实验。

设流经线圈 l_1 、 l_2 的电流分别为 i_1 、 i_2 ，线圈 l_2 的回路中串联了电容 C ，适当选择 C 的值，使 i_1 和 i_2 的相位差接近 90° 。 l_1 和 l_2 附近的磁场是两者磁场的叠加，小铝罐处的叠加磁场为一旋转磁场。根据电磁感应定律，小铝罐在旋转磁场中将产生感应电流，此电流在旋转磁场中受到一个转矩作用，使铝罐以一定的角速度旋转。这就是单相电容电机的工作原理。

单相电机还有其他种类，如遮极式电机。它的每个极都由遮极和未遮极两部分组成。当线圈内流过交变电流时，电极周围便有交变磁场产生。遮极部分的

铜环处于交变磁场内而被感应出交变电流，这个电流和绕组中的电流相比，在相位上滞后一个角度，由它们而产生的交变磁场在相位上也相差一个角度。这两个在位置上不同（指电极的遮极部分和未遮极部分），在时间上有相位差的交变磁场，形成了一个旋转磁场，转子在旋转磁场中产生感应电流，此电流受到一个转矩作用，使转子以一定的角速度旋转。

以上两种电机相比，单相电容电机具有省电、启动转矩大、效率高、功率因数高、过载能力强、旋转方向控制简便等优点。下面介绍两个实验和一个资料来说明。

1. 按图③取材、加工成两个相同的线圈 l_1 、 l_2 ，按图④安装。当调压器电压升到 20 伏时，小铝罐开

$$S = (a_1 + b_1) + (a_2 + b_2) + \cdots + (a_{1987} + b_{1987}) \\ = 9 \times 1987,$$

可见 S 是奇数；另一方面 y 是从 x 交换不同位上的数字得到的，所以

$$S = (a_1 + a_2 + \cdots + a_{1987}) + (b_1 + b_2 + \cdots + b_{1987}) \\ = (a_1 + a_2 + \cdots + a_{1987}) + (a_1 + a_2 + \cdots + a_{1987}) \\ = 2(a_1 + a_2 + \cdots + a_{1987})$$

可见 S 又应该是偶数，导致矛盾。所以不存在满足条件的 1987 位数。

把 1987 换成 1988 就可以了。例如取 $x = 1818 \cdots 18$ (1988 位)， $y = 8181 \cdots 81$ (1988 位)，则 $x + y = 9999 \cdots 99$ (1988 位)。

四、涉及 3 的倍数问题

例 6：一个自然数的平方的各位数字之和能否等于 1886？能否等于 1987？

解：1986 是 3 的倍数，但不是 9 的倍数。若 n^2 的各位数字之和等于 1986，则 n^2 是 3 的倍数，因而 n 是 3 的倍数。由此推出 n^2 是 9 的倍数，因而 n^2 的各

位数字之和是 9 的倍数，即 1986 应是 9 的倍数，导致矛盾。所以数字和不可能等于 1986。

由于 $1987 = 6 \times 331 + 1$ ，并且

$$\begin{aligned} 11 \cdots 1155 \cdots 56 &= \frac{10^{2k} + 1}{9} + \frac{4(10^k - 1)}{9} + 1 \\ &= \frac{1}{9} (10^{2k} + 4 \times 10^k + 4) = \left(\frac{10^k + 2}{3} \right)^2 \\ &= 33 \cdots 34^2 \end{aligned}$$

取 $k = 331$ ，则其各位数字之和为 1987。所以存在数字之和为 1987 的完全平方数。

说明：本题中的 1986 可换成任何能被 3 整除但不能被 9 整除的年份，如 1992，2001，等等。本题中的 1987 可换成任一形如 $6k + 1$ 的年份，如 1993，1999 等。

以上介绍了几种基本类型的年份题，进一步的变化很多，限于篇幅，这里就不细谈了。

(1987 年第 8 期)

始转动,只要改变双刀换向开关的双刀位置,小铝罐就会立即改变旋转方向。再看遮极式电机(图⑤),如要改变转子的旋转方向,必须改变遮极位置,所以遮极式电机的旋转方向是固定的。相比之下,电容式电机控制转子旋转方向的方式较简单。

2. 用相同线圈 l_1 、 l_2 按图⑥安装。再取相同线圈 l_3 、 l_4 按图⑦安装。前者为电容式电机模拟实验,后者为遮极式电机的模拟实验。当图⑥中的调压器电压升至 20 伏时,小铝罐开始转动,而图⑦中的调压器电压必须升至 70 伏左右时,小铝罐才开始转动(这两个实验中的小铝罐、 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 、调压器等都是相同的,可以互换的)。

3. 这里以电扇为例,将有关资料排列成表,可以看出电容式电机比遮极式电机具有省电、起动转矩大、效率高等优点。

两种电机的区别就在于相位差的产生方式不同,

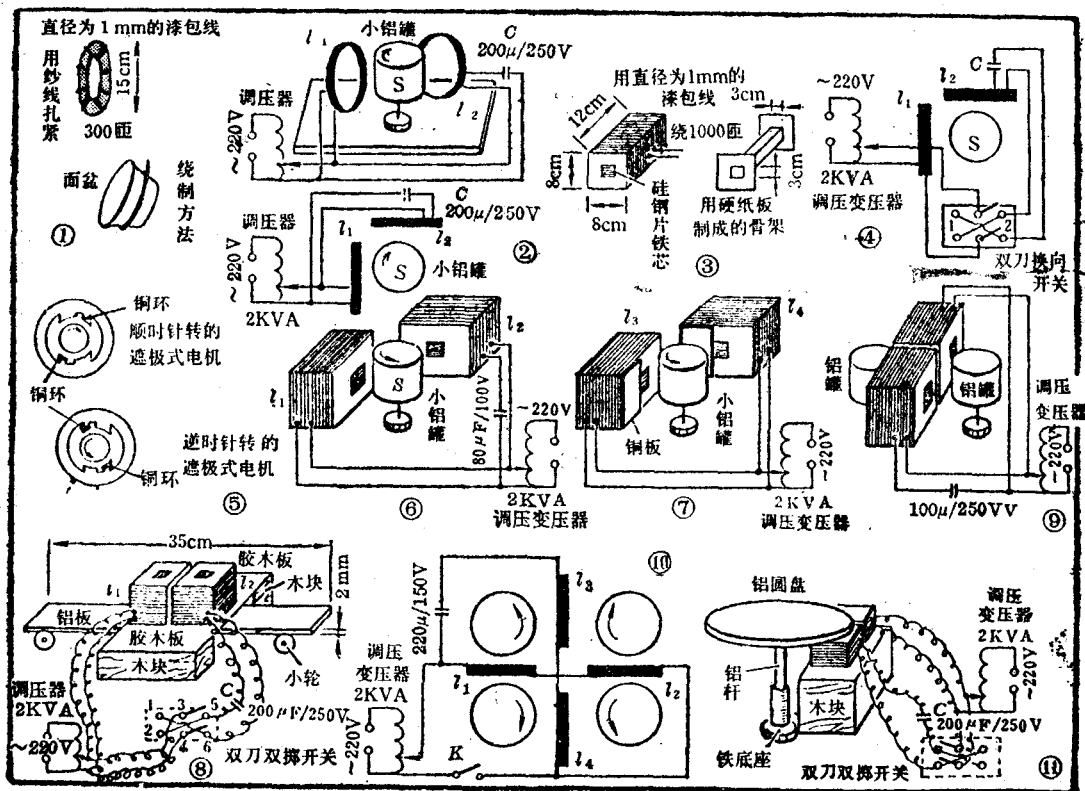
规格	型式	电容式	遮极式
25.4 厘米		30 瓦	45 瓦
30.48 厘米		44 瓦	50 瓦
40.64 厘米		66 瓦	80 瓦

由于电容式电机的相位差能接近 90° , 而遮极式电机的相位差远小于 90° , 故造成了前者在耗电、起动转矩、效率等方面优于后者。

图⑧、⑨、⑩、⑪为电容式电机模拟实验的演变实验。实验的器材、尺寸、安装如图所示。操作时将调压器电压逐渐升高,当电压升到一定数值时,铝制平板车、小铝罐和铝圆盘开始运动。

请您动手实验一下,然后再来回答产生实验现象的原因。

(1983 年第 1 期)



光学抄表器

陆福昌

光学抄表器主要是由潜望镜和伽利略望远镜两部分组成。拉长后,最长可达60厘米。抄表人员站在地上,通过光学抄表器,就能看清楚装在高处的电表或煤气表上的数字。不用时,收缩后可放在拎包里,携带方便。

光学抄表器取材方便,制作简易,有兴趣的读者不妨一试。

一、原理

光学抄表器应用的是几何光学原理(图1),通过平面镜两次反射,使光路改变,它相当于一个潜望镜。为了在平面镜中能看到清楚的数字,在两块平面镜之间,设置一个透镜组:它由一块凸透镜(物镜)和一块凹透镜(目镜)组成。凹透镜放在凸透镜的后焦点与凸透镜之间,使凸透镜的后焦点与凹透镜的后焦点重合。这样,从高处物体射来的光线,经平面镜反射,改变光路 90° 后,射到透镜组。先经凸透镜折射,在未成

像之前,又被凹透镜折射(发散),使视角增大,于是,我们在观察孔就能从第二块平面镜中,看到移近、放大、正立的虚像。如果数字不够清晰,可上下移动凹透镜的调节钮,变化两透镜间的距离,直到清晰为止。为看清装在暗处的表具数字,可在抄表器顶端安装平行光源。

二、制作

1. 抄表器的外形可做成圆筒形,也可做成方筒形(图1,筒体每节约长18厘米)。透镜组采用玩具望远镜中的凸透镜和凹透镜。平面镜可用普通的镜子,以薄一点反光强一点为好。

2. 将用4号电池的手电筒拆成两部分,灯头作平行光源,筒身用作手柄(见图2)。抄表器筒体的3面用铁皮制成,一面用敷有铜箔的环氧板。在铜箔板的中央保留两条5毫米宽的铜箔条,间距3毫米,其余的铜箔用刀刻去。这两条铜箔就作两根导线用(第二、第三筒体的两条铜箔做在筒体外)。在每节套筒底部的两铜箔上,各焊接5毫米宽的弹性磷铜片,弯成如图3所示的形状,并铆上两只铆钉,这样筒体伸缩时,弹性铜触片始终与铜箔接触。两条弹性铜触片又能起到套筒的限位作用,拉出时,由于被两个突出的铆钉钩住,筒体就不会掉下来了。

3. 平面镜可用小铁皮焊几个弯脚钩住。透镜的安装,可按图4所示,把铁片中间挖空,直径略小于透镜,用留下的窄铁片翻上来把镜片压住。上下滑动的凹透镜框架,按图4焊一个调节钮,从第三筒体的孔中伸出(孔长10毫米,宽2毫米)套上塑料钮即可。

4. 观察孔外用铁皮做个遮光罩,以免外界光线影响观察效果。

5. 灯头支架需能活动,以便调节光线,使它集中照射在表具数字上。最后将外壳涂上油漆。

(1984年第5期)

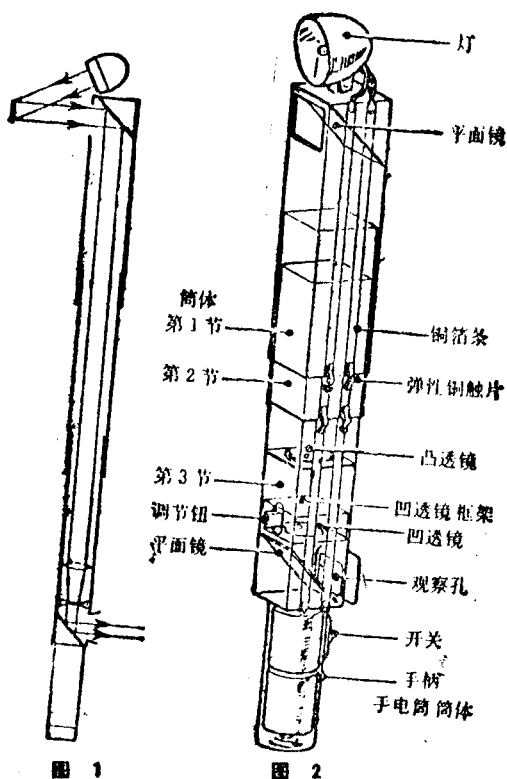


图 1

图 2

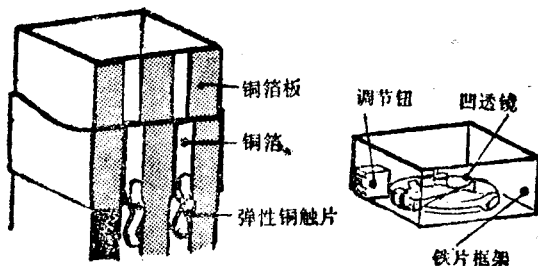


图 3

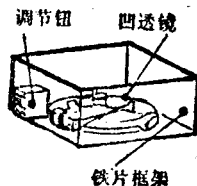


图 4

用气球做的 18 个实验

冯容士 陈奕荣

编者按：气球，是一种很普通的玩具，可是，作者却利用它设计了 18 个实验。这组实验不但取材简单，而且能说明不少理论问题。如果你能从中获得一些启发，设计出一个或几个用最普通材料做的实验，那就能亲自尝到进入创造之境的乐趣了。

我们热忱希望，教师 and 科技工作者能为同学们设计一些趣味性、能说明物理原理的简易实验，本刊将择优选登。

只要稍留心周围的物体，你会发现，用一些简单的器材可以做很多实验。下面介绍的一组实验，选用的主要器材就是常见的气球。

1. 气体的热胀冷缩

先在烧瓶内灌满热水，使烧瓶温度升高，然后倒去热水，立即将气球套在瓶口(图 1a)。随着瓶内气体温度下降，气球会被瓶口慢慢地“吞”入瓶内(图 1b)。说明气体温度下降时，在维持瓶内气体压强不变的情况下，体积收缩。再将瓶浸入热水中，瓶内气体受热膨胀，球又会被“吐”出来。

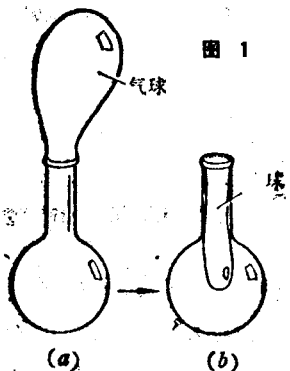


图 1

2. 液体汽化时体积增大

将少量(约 3 厘米³)酒精注入瘪的气球内，球嘴用细线扎紧。将球放在约 80℃ 的热水中，球体会逐

渐膨胀。这是因为酒精汽化后，分子间距离增大体积膨胀之故。

3. 液体蒸发时吸收热量

把吹鼓的气球浸在酒精内，再将球取出，暴露在空气里，球的体积会有明显缩小。说明酒精蒸发时吸收了球内气体的热量。如果对球扇风或挥动球体，球会瘪得更快。从而表明液体蒸发的快慢还与空气流动有关。

4. 热的辐射和吸收

找两只颜色深浅不同的气球，将它们吹鼓，尽可能使两球体积相同。再把它们同时放在阳光下，不久，球的体积都会增大，但深色的球比浅色的球胀得更大。表明具有深色表面的物体对热的吸收本领比浅色表面的物体强。

为了便于比较两球鼓胀的程度，可用毛笔在球膜上画面积为 1 厘米² 的方格。球体吸热后，从方格面积的增大，很容易区别出两球鼓胀的程度。

5. 液体在低压下的沸腾

在烧瓶内灌水(见图 2，注意水不能灌满)。瓶内气体压强的高低，可从气球的鼓胀程度显示出来。直角玻璃管的上端通过橡皮管和抽气机相连。实验时，揭开瓶塞，把瓶内水加热至沸腾，脱离热源，此时沸腾停止。随即盖紧瓶塞。从瓶内抽气，当压强降至一定值时，大量气泡又从中冒出，形成沸腾现象。表明液体在低压下沸点降低。

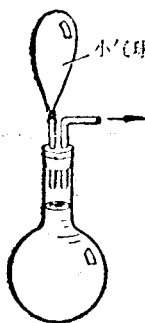


图 2

6. 空气有重量

如图 3 所示，用细棒作杠杆。调

节重物在杆上位置，使杠杆平衡。当放掉球内气体后，系重物的一端下沉，说明空气有重量。

为了提高实验灵敏度，气球尽量吹得鼓一些，系气球一端的力臂也要求适当长些。

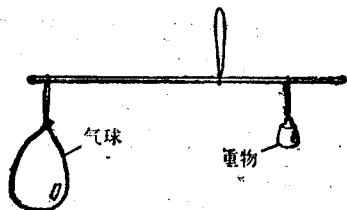


图 3

7. 大气压

装置如图 4 所示，直角玻璃管与抽气机相连。

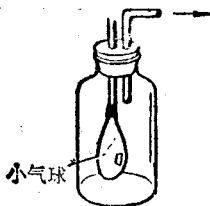


图 4

在实验时，塞紧瓶塞，把瓶内气体抽出，与空气相连的气球，会

在瓶外大气压作用下鼓胀起来。

8. 气体体积和压强关系

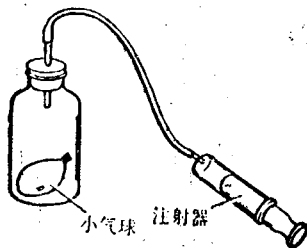


图 5

如图 5 所示，在瓶内放一只吹鼓的小气球。塞紧瓶塞，瓶内气体是一定量的。当向外拉注射器的活塞时，瓶内小气球体积增大。从而可说明，一定量的气体，若体积增大，则压强变小。

另外，也可将气球放入小口瓶内，球嘴反扣在瓶口处(图 6)。由于瓶内的气体是一定量的，当球稍被吹鼓时，瓶内气体即被压缩，压



图 6

强随之增大,再将球吹鼓就较不易。这一现象说明,一定量气体的压强随气体体积缩小而变大。

9. 气体的浮力

实验装置如图7所示。

先用抽气机把烧瓶内气体抽掉,夹紧夹子。在导管另一端套一个吹鼓的气球,球嘴与管口用线扎紧。调节杠杆另一端重物,使杠杆平衡。当放松夹子时(夹子不要拿掉),气球内气体通过导管进入瓶内。在球变瘪过程中,系有重物的一端向上翘起。实验中,整个装置的总重量,在夹子松开前后并没有变化,但气球变瘪后,空气对它的浮力变小,因而杠杆系重物一端翘起。

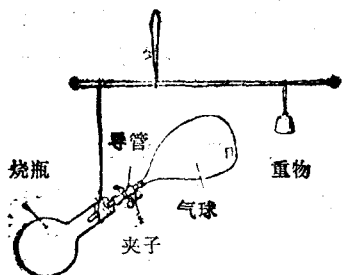


图 7

按图8装置,可做氢气球在二氧化碳气体内上浮的实验。

先在氢气球球膜上贴几小片胶水纸,使球恰好能在空气中下沉。然后把球放入容器中(图8),当容器内充满二氧化碳气体时,可观察到气球上浮。

为了检验二氧化碳气体是否充满容器,可用点燃的棒香(放在容器口)是否熄灭来检查。

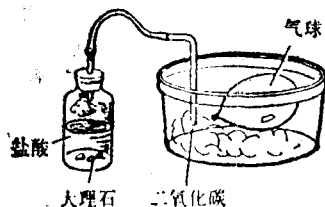


图 8

10. 物体的浮沉

用一段竹管连接气球与橡皮管,并把球和重物捆在一起,沉入水中。当向橡皮管吹气时,吹鼓的气球由于受到浮力增大,带着重物

一起浮起(图9)。

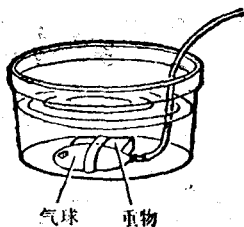


图 9

11. 流速和压强关系

将吹鼓的气球用细线悬挂,两球相距2~3厘米(图10)。当向两球间吹气时,两球相互靠近。说明流体的流速和压强成反比。

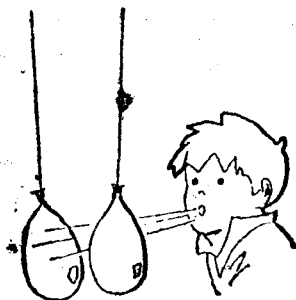


图 10

12. 摩擦实验

将气球放入玻璃杯内,逐渐吹鼓气球,使它与杯内壁接触(图11)。

要使球杯分离,由于存在摩擦,需要用一定的力。球胀得愈大,与杯内壁贴得愈紧,愈不容易拉开。说明摩擦力随压力增大而增大。



若在杯下悬挂一容器,在容器内逐渐加砂,直至球杯开始分离,此时悬挂物和杯子的总重量就是球、杯间的最大静摩擦力。

13. 气包

用硬卡片纸剪一个直径为10厘米的圆盘,将直径约1.5厘米的软木塞用胶水粘在圆盘中间,再用烧红的针穿透软木塞和盘,把吹鼓的气球套在软木塞上,这样就制成一个简易的气包(图12)。实验时,将盘放在平玻璃板上,从小孔逸出的空气在盘和玻璃板间形成一个很

薄的气层——气垫。用此气包可做一些要求摩擦力很小的力学实验。

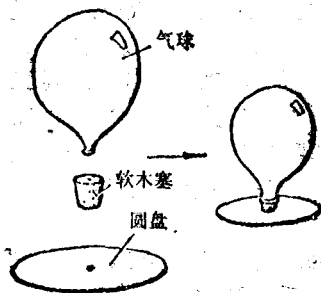


图 12

14. 压强

吹鼓气球,并将气嘴扎紧,用手掌压气球(图13a),球发生形变,用力愈大,形变愈显著。再按图13b用手指压气球。根据力学原理,如果两边压气球的力大小相等,气球两边形变程度不一样,用手指压的那边,形变明显得多。说明在压力相同的情况下,形变与接触面积大小有关。

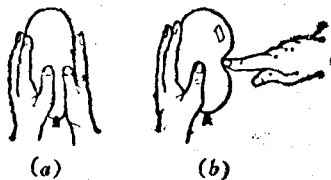


图 13

15. 作用力和反作用力

将吹鼓的气球压缩,用细线与秤盘紧缚在一起(图14)。拨动秤砣,使秤平衡。用火柴烧断系线,球立即向上弹起,而秤盘则向下沉。说明球与秤盘之间同时产生两个方向相反的作用力,分别作用在两个物体上。

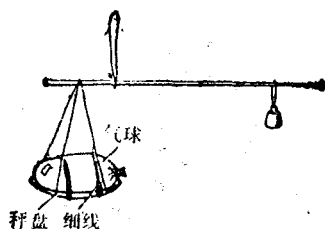


图 14

为了使实验效果明显,自制杆秤中的秤盘可选用纸盒盖等质量较小的物体。

16. 反冲

如图 15 所示,在气球嘴处装一段竹管,用线扎紧。另用细线穿过麦杆吸管后张紧在墙上。实验时,把气球吹鼓,突然放气,气球会沿着细线向前飞去,这就是反冲现象。

制作时,球嘴上竹管的轴心应与张紧的细线平行,这样球可飞出较长距离。

此实验也可直接把气球吹鼓,封闭球嘴,然后突然将球嘴放开,球会沿气体逸出的反方向飞出。

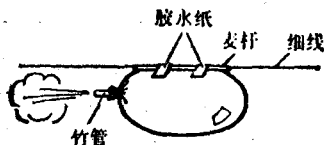


图 15

17. 电荷的相互作用

把两只吹鼓的气球,各用长约 1 米的细线系在一起悬挂起来,用毛皮在两只球膜上轻轻摩擦几下,两只气球因为带上同种电荷而互相排斥。

若只对一只气球用毛皮摩擦,把它靠在墙上,气球会吸附在上面。

18. 肺呼吸模型

去掉大玻璃瓶的底,在瓶塞中插一根 Y 形玻璃管(图 16),瓶底紧紧蒙上一层橡皮膜(可把破气球剪开做膜)。皮膜中心处用胶布粘一根细线,即成一肺呼吸模型。此模型中,小气球相当于肺叶,橡皮膜相当于膈肌。用手向外拉橡皮膜,瓶内的小气球鼓起,模拟肺部吸气;松开手,小气球收缩,模拟肺部呼气。此实验可形象地显示膈肌在呼吸时的作用。

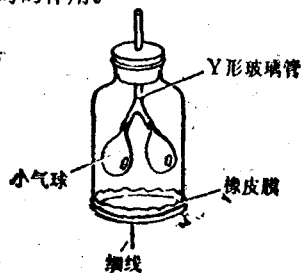


图 16

(1985 年第 5 期)

具有“记忆”功能的测力计

冯 容 士

力学是物理中重要内容之一。有了测力计,就可研究很多力学问题。

本文介绍的测力计,不仅能测量拉力或压力的大小,而且还具有“记忆”的功能。

一、制 作

如图 1 所示,取一根长约 18 厘米、直径 0.5 厘米的圆木棒。棒的一端用锯条开一条长 9 厘米、宽约 1 毫米的狭缝,端面的开口处嵌入一厚度与缝宽相同的薄木片。棒的另一端钻一个直径约 1 毫米的孔,孔内装入用回形针弯制的秤钩。在距钩约 7 厘米处另钻一直径为 0.5 毫米小孔。将长约 1 米直径为 0.5 毫米的黄铜丝的一端穿入小孔,且固定。接着再将黄铜丝绕在圆棒上(绕 40 匝)成弹簧状,弹簧的尾端弯成图示的钩状。另取一根内径比圆棒直径约大 2 毫米、长为 9 厘米的圆管。管的上端用什锦锉开一宽度约 0.5 毫米的缺口。把绕有弹簧的圆棒插入此圆管内,使弹簧尾端的钩正好卡在管的缺口内,在缺口处滴一点 502 胶水,使钩与缺口粘合不致松动。用不同重量的砝

码挂在秤钩上,木棒便在管子底端露出不同的长度,这时,可在露出于管底的木棒上,标上与砝码重量相应的刻度。若在圆木棒的狭缝内插入一片厚薄适当的硬纸片,纸片就可起到一个“记忆”作用。因为用力拉测力计棒上的秤钩或用力压测力计棒的另一个端面时,都可使弹簧伸长。在弹簧伸长的同时,硬纸片便在槽内移动。撤去外力后,弹簧就恢复原状,而硬纸片却因摩擦而停留在原处,这样就可记录下测力计曾达到过的最大示数。

二、实 验

上述测力计,除了可作一般力的测量外,若作适当添置或组装,还可进行多项实验。下面是一组用测力计所做的实验。

1. 压强的实验

压强是压力产生的效果,它不仅与压力有关,而且还与接触面积有关。这个结论我们可利用上述测力计得到验证。

如图 2 所示,取两枚图钉,将其中一枚图钉的钉尖磨钝。用测力计顶住尖头的图钉,并压入肥皂块,记下测力计的示数。用同样的方法将钝头的图钉压入肥皂块。可以发现,若用相同的力,无法将钝头的

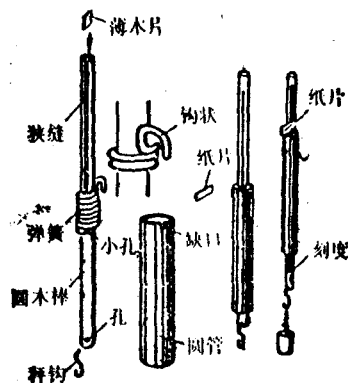


图 1

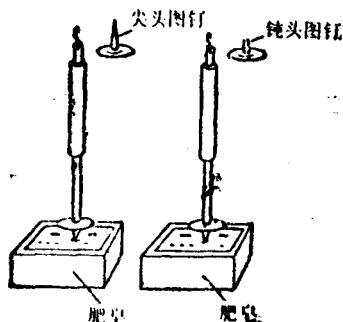


图 2

图钉压入肥皂块，除非压力增大。

肥皂块所能承受的压强是一定的，由实验可知，当压力相同时，接触面积小的尖头图钉，比接触面积大的钝头图钉产生的压强大，若要产生相同的压强，就需要在接触面积大的钝头图钉上施加较大的压力。

2. 合力大小与分力夹角有关

竖直面板的上端开一条水平槽（见图3），两个滑轮可沿槽滑动，也可固定在任一位置上。测力计固定在面板中间，其向上的秤钩上系两根细绳，两根细绳分别跨过滑轮，并都在末端挂上重物作为分力，重物的重量应相同。此时测力计的示数即为合力的大小。

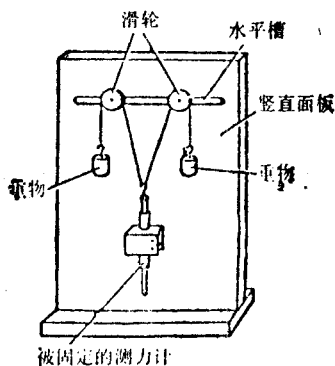


图 3

实验时，先把两滑轮都移到中间的位置，这时，两分力间的夹角为零，从测力计的示数可知，其数值等于两分力之和。把两滑轮从中间向左右移开，从测力计的示数逐渐变小可知，合力是随着两分力的夹角增大而减小的。

若要研究合力一定时，分力的

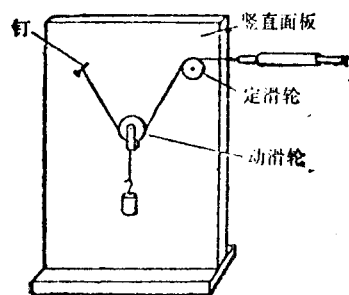


图 4

大小与夹角大小的关系，可按图4所示的装置进行实验。

在竖直面板的钉上系上细绳，细绳先穿过挂有重物的动滑轮，再跨过固定在面板上的定滑轮。绳的末端系在测力计的秤钩上。在这里挂在动滑轮上的重物作为合力，测力计显示的是其中一个分力（另一分力作用在钉上，因是对称的，所以两分力相同）。水平地拉动测力计，将会发现测力计的示数，随着两分力的夹角的改变而变化，夹角越大，测力计的示数也越大。通过实验还可发现，很难将细绳拉成水平。

3. 浮力的反作用力

我们知道力的作用是相互的。浸在液体里的物体会受到浮力，那末物体对液体是否也有反作用力呢？这个问题让我们用实验来回答。

按图5所示，将测力计A竖直固定在支架上，秤上端装置一个秤盘（秤盘可用薄铁皮焊接而成），盘上放一盛水的杯子。另取测力计B，钩上挂重物。这时测力计A、B分别显示的是水、杯和重物的重量。让测力计B钩上的重物部分或全部浸入水中，测力计B的示数因重物受到水的浮力而减小，而测力计A

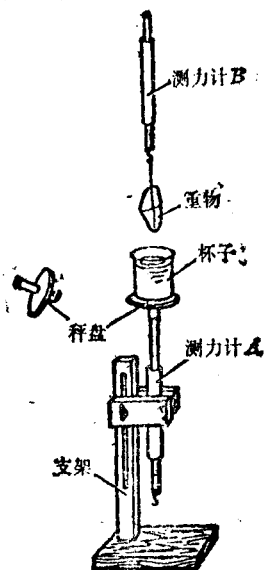


图 5

的示数反而增大，这就说明重物对水也有反作用力。从测力计B示数减小的数值和测力计A示数增大的数值可知，浸在水中的物体受到的浮力和物体对水的反作用力大小相等、方向相反，它们同时作用在两个不同的物体上。

4. 冲力的测量和描绘

排球运动员在网上扣球时，作用在球上的力，我们常称为冲力。用上述制作的测力计，再添加一些装置，不仅可测出最大冲力的值，还可以描绘出冲力的变化曲线呢。

如图6所示，木制底座的一侧树一块长木板作支架，支架上有一个可绕轴转动的木槌。将测力计固定在底座上。当槌在平衡位置时，其一个端面恰好与测力计棒的端面相接触。测力计有秤钩的一端连接着一个笔架，笔架可用木块钻孔制成。当测力计受力时，笔架随木棒移动。

实验时，它先在导带孔内插入狭长纸带，笔架上插入毛笔。调整好笔尖位置，使其刚好与纸带接触。准备就绪，可提起木槌，让它偏离平衡位置某一高度。在放手让木槌落下的同时匀速拉动纸带。当测力计的木棒受到槌子的冲击，笔就会在纸带上描绘出一条曲线。取下纸带，在纸上画出力和时间坐标，得到一力随时间而变化的冲力曲线。由测力计所对应的刻度，即可从曲线上测得最大冲力值以及冲力的平均值。如果在槌子的端面贴上一块软泡沫塑料，使槌仍从同一高度落

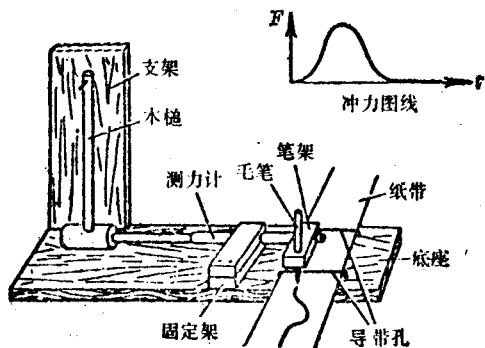


图 6