

计算机模拟实验在波义耳定律中的应用

姜 寅

(淮 北 煤 师 院)

摘 要

本文介绍计算机模拟波义耳实验的程序,为使APPLE II微机能在本状态和图形状态下显示汉字,本程序采用了E-SD汉字系统。

使用语言: 磁盘BASIC

机 种: APPLE—II微型计算机

外围设备: 一台磁盘驱动器

本程序是研究气体压力和体积关系的波义耳定律的模拟实验^[1],它能够显示实验装置,让学生象操作实验一样进行加汞和读取汞柱高度,所得实验结果输入计算机后,能显示实验值的点和理论曲线。本程序在运行时为中文显示,采用E—SD汉字系统软件(操作法详见E—SD汉字系统操作手册,华东师范大学现代教育技术研究所编)^[2],在用户磁盘上存入本程序所需用的汉字、ASCII的图形表(附在程序后),可供程序调用。

1 概 述

气体的性质根据其体积、压力和温度描述。定量地研究气体体积 V 和压力 P 的关系是波义耳(Boyle)(1662年)。波义耳使用图1的装置,研究 V 和 P 的关系。首先从图1(a)的U形管中放入汞,一端开口,一端跟真空泵连接,充分抽气后,测定汞的高度差。这个差值是不连接真空泵这一方的汞面上加上大气压产生的,从而求出大气压为74cmHg。然后,在图1(b)中,在封闭的J管的B处放入空气,从开口处缓缓加入汞,测定A、B汞柱高度 h cm和放入空气B处的管长为 l cm。B处汞面上的气体压力 P 是等于A处汞面上的大气压74cmHg和 h cmHg的压力之和 $(h+74)$ cmHg,此时的体积是跟 l cm成正比的, $(h+74)$ 和 l 的关系就可以看作为封入B处的气体压力和体积的关系。

本文于1987年1月25日收到。

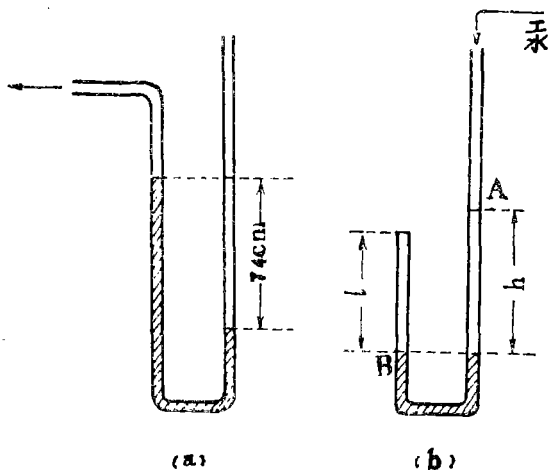
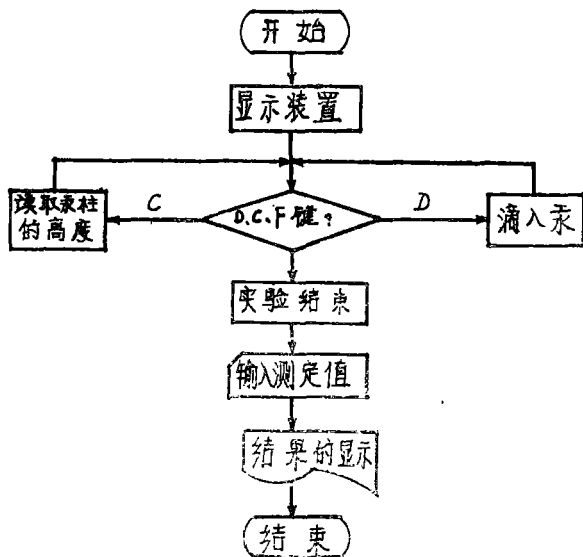


图1 波义耳的实验装置

2 程 序

为模拟波义耳所进行的实验，确定气体压力和体积V的关系。见下面框图。



假如用图1(a)测得大气压为76cmHg。用图1(b)研究气体的压力和体积的关系。

研究气体的压力和体积关系的程序略。

230行~650行 屏幕上显示实验装置。

660行~700行 滴下汞〔D〕键，或读取测定时的汞柱高度〔C〕键，或实验结束〔F〕键。

- 710行~940行 滴下汞并调节汞面高度的子程序。
 1000行~1170行 读取汞柱刻度的子程序。
 1200行~1450行 实验结束,为了处理数据,输入记录的测定值,并能修正错误的输入。
 1460行~1720行 显示实验结果,并跟理论曲线进行比较。

3 程序的运行

按下面的顺序进行实验。已知大气压测定值为76cmHg。

3.1 [RUN] , 程序运行, 屏幕上显示进行实验时各键的操作说明(菜单)。按 [S] 键, 表示实验开始了。首先屏幕上显示相当于图1(b)的J管, 在图1(b)上封有气体的B部分为U形管的左侧, 连通大气的A部分在右侧, 两侧还有它们的扩大图。A部的刻度 m_a , B部的刻度为 m_b 。刻度的基准在B部的最上部, 为50cm处。A部汞面的刻度也接同样的基准测。图1所示的 l 和 h 用下列关系式求:

$$l = 50 - m_b$$

$$h = m_a - m_b$$

3.2 按 [D] 键, 在A部滴入汞, 屏幕上显示汞滴从管口移向管内的移动过程。实验起始时的汞面高和每次注入汞的量都是随机数, 因此, 每次进行的实验都不相同。每按一次 [D] 键, 相当于流入2~3cm高度的汞。A, B两边的汞的高度改变了, 高度变化的计算如下。气体压力为 P (cmHg) 时, 加入汞, A, B两部分的高度为两方合起来增加了 v cm。当A面上升为 a cm, 则B面上升为 $(v-a)$ cm; 注入汞后的气体压力 P' (cmHg) 和B部的气体量 V' 如下式:

$$P' = P + a - (v - a) = P + 2a - v$$

$$V' = l - (v - a) = l - v + a$$

从 $P_1V_1 = P'_1V'_1$ 的关系, 可由下式求出 a :

$$a = \frac{1}{4} \{ -(p + 2l - 3v) + \sqrt{(p + 2l - 3v)^2 - 8(v^2 - vl - vp)} \}$$

由上式求出液面的高度。

3.3 适当加入汞之后, 按 [C] 键, 则在画面右侧显示A部的汞柱高度, 此时可记录下右扩大图(右管)的汞柱高 m_a 和左扩大图(左管)的汞柱高 m_b 。按此方法反复数次(10次以内)。

3.4 测定结束, 按 [F] 键, 显示整理测定结果的步骤(菜单)。

3.5 输入测定次数 N 和各次测定的 m_a 、 m_b 。输入结束, 在屏幕上显示 m_a 、 m_b 、 l 、 $h+76$ 之值的表格, 供检查输入的正确性。如果有错误, 可以在这个阶段上订正。

3.6 检验输入的 m_a 、 m_b 之值是正确的时候, 按 [N] 键, 则在屏幕上显示“+”号。在 $PV = \text{常数}$ 时, 屏幕上用实线绘出曲线(由微机求出的 $V-P$ 线)。本程序的显示都是在HGR2(高分辨率第二页)状态下^[3], 用 280×192 点, 中文显示为 17×10 个汉字进行, 描绘 $V-P$ 曲线时, 以(80, 179)为原点, 画上坐标轴和刻度, 为了从 X, Y 的

值决定画面上的点，要使用FNX和FNY函数（1530行~1540行）。
 以上的运行结果见图2。

图2 程序运行结果

RUN

波义耳定律实验

[D] 滴下汞

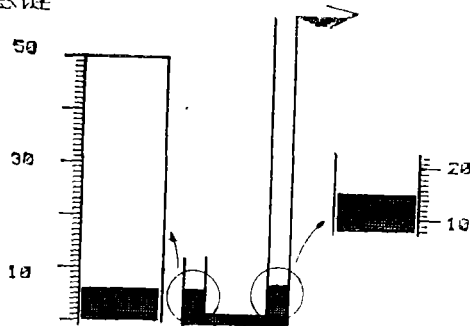
[C] 记录汞高度

[F] 暂停实验

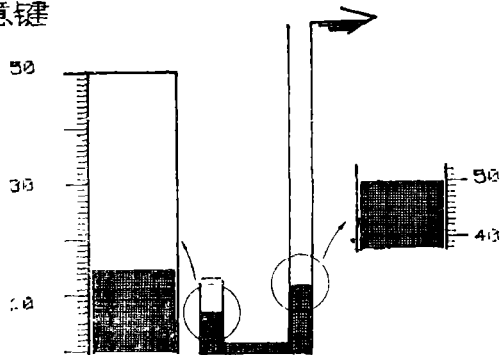
[S] 画实验装置

选择(S, D, C, F)?

按任意键



按任意键



输入测量的数值

N: 实验次数

m_a : 开口管汞柱高

m_b : 封闭管汞柱高

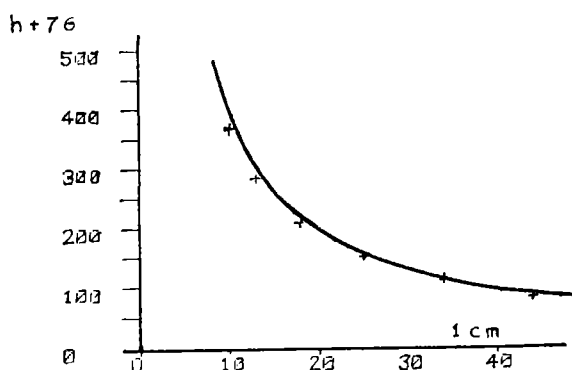
实验次数 N 6

m_a , 高 m_b 的数值

13	6
50	16

		98	25	
		164	32	
		243	37	
		331	40	
i	m_a	m_b	1	$h+76$
1	13	6	44	83
2	50	16	34	110
3	98	25	25	149
4	164	32	18	208
5	243	37	13	282
6	331	40	10	367

订正吗 (Y/N) N



参 考 文 献

- [1] 菊池修:《BASICにあ化学》 1984年:1-8。
- [2] 华东师范大学现代教育研究所编:《E-SD汉字系统操作手册》。
- [3] 张世英:《苹果-II BASIC程序设计》,北京师范大学出版社,第一版,1985年,211-262

The Simulation of Boyle's Law Experiment by Computer

Xi Yin

Abstract

This paper introduced a programme with which the experiment of Boyle's law was modelled. To show chinese character in the state of text and picture, the E-SD chinese system was used in the programme.