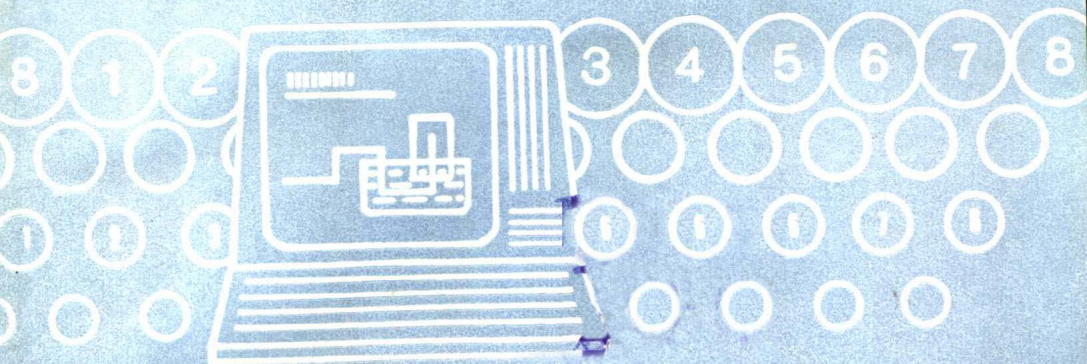


微型计算机 在物理教学 中的应用

陈振荣 张志忠 瞿 燕



福建教育出版社



微 型 计 算 机 在 物 理 教 学 中 的 应 用

陈振荣 张志忠 瞿 燕

福 建 教 育 出 版 社

一九八五年·福州

微型计算机在物理教学中的应用

编 著 陈振荣 张志忠 瞿燕

责任编辑 谢世如

福建教育出版社出版

福建省新华书店发行

七五二八工厂印刷

•

850×1168毫米1/32 15.125印张 369千字

1986年10月第一版 1986年10月第一次印刷

印数: 1 — 2,550

统一书号: 7159·1076 定价: 2.65元

前 言

随着计算机工业的迅猛发展, 尤其近年来微型电子计算机的大量涌现, 使计算机的应用几乎进入了一切领域。微型电子计算机在教学中的应用已越来越引起人们的注目。

本书着重介绍微型电子计算机系统在物理教学中的应用。它既介绍了在中学物理教学中的应用, 也适当地介绍了在大学普通物理教学及实验物理教学中的应用, 使读者能由浅入深地掌握这一有效的现代化的教学工具。

微型电子计算机应用于物理教学, 不仅能进行数值计算, 数据处理, 而且利用电子计算机的作图功能可以动态地显示物理运动的过程, 研究不同参数对物理运动过程的影响。因此计算机可作为物理教学的重要辅助手段。

考虑到APPLE—II微型电子计算机系统价格较低, 作图功能强, 并且近年来在我国较为流行, 因此我们所编写的物理教学应用程序都是在APPLE—II机上通过的(略作修改也适用于其它机种)。这些实用程序包括三个部分的内容。第一部分就是第一章, 它作为BASIC语言应用入门, 主要介绍如何应用BASIC基本语句编写物理题解程序, 同时利用APPLE—II机的汉字功能, 编写了部分物理试题的自我检测程序, 学生可借助于计算机进行自我检测, 从而加深对物理概念的认识。这部分程序浅显明白, 易于掌握。第二部分是利用APPLE—II微型计算机系统作图功能强的优点, 将屏幕置于高分辨率作

图状态（可采用大屏幕电视机当显示器），在屏幕底部留四行作为文本区，这样所编写的力、热、光、电演示程序，既可在屏幕上显示数值计算结果，又可动态地演示物理运动过程，用于课堂演示将成为较直观的教学工具。这部分（第二、三、四章）是本书的重点。根据我们初步体会，计算机用于物理演示有以下三个突出的优点：（1）演示时形象生动，可作到文、图、声并茂；（2）可以演示目前尚无其他直观教具可以演示的物理现象，如弹道轨迹、质子在回旋加速器中的运动等；（3）相对于示波器而言，所显示的图象更稳定、清晰，动态范围也较宽。第三部分即第五章，系根据中学，大学物理实验教学的要求，侧重编写实验误差处理及实验作图方面的程序，这些实用程序可帮助教师快速检验学生实验结果的正确与否，学生掌握后也可用于快速处理实验数据，避免繁杂的数据计算处理。

此外，由于我们所设计的程序均可作为物理教学工具来使用，为了让初学者能正确使用计算机辅助物理教学，我们在附录中扼要地介绍APPLE—Ⅱ计算机的使用常识，以供读者查阅。

我们在编写中尽量做到以循序渐进，深入浅出的原则来安排内容，为了使读者容易看懂程序，书中对物理模型即算法依据都作了比较详尽的叙述。由于把重点放在物理演示部分，因此在第二章中对每个程序从物理模型到程序设计都作较深入的分析，帮助读者从中领悟到究竟微型电子计算机是如何应用于物理教学演示。而第三、四两章则写得较为简略。书中所编写的程序都在APPLE—Ⅱ机上运行通过，在每个程序清单之后都附上具体物理实例的运行结果，因此将这些程序录于磁盘中。

可以很方便地应用于物理教学,同时这些程序也可作为BASIC
算法语言教学的参考。

参加本书编写工作的主要有陈振荣、张志忠和瞿燕。另外周宏图、魏燕华、陈远容、郭树榕、赖祖胜、林发银等同志也参加了部分程序的设计与调试工作。吕团孙老师对光学演示程序的设计提供了许多宝贵意见;许世晖老师以其丰富的演示教学经验给我们以热心的指导。本书在编写过程中始终得到福建师大物理系实验物理教研室全体老师的热忱关心与支持,尤其何立纲老师自始至终亲临指导,帮助审阅初稿,提出许多建设性意见。在此表示衷心感谢。

限于水平,缺点与错误在所难免,敬请批评指正。

编 者

1984年11月1日

目 录

第一章 物理习题求解及自我检测程序范例	(1)
§ 1—1 求合力.....	(1)
§ 1—2 并联电路的总电流.....	(2)
§ 1—3 简单网络等效电阻的计算.....	(5)
§ 1—4 气态方程的应用.....	(6)
§ 1—5 斜上抛运动解题实例.....	(9)
§ 1—6 小车在斜面上的运动.....	(11)
§ 1—7 求解薄透镜成像.....	(16)
§ 1—8 光的折射和反射.....	(21)
§ 1—9 RC 充电回路的计算.....	(23)
§ 1—10 平衡电桥.....	(27)
§ 1—11 星形——三角形变换.....	(28)
§ 1—12 回路电流的计算.....	(31)
§ 1—13 小球在圆环中的运动.....	(35)
§ 1—14 两块小石头竖直上抛.....	(46)
§ 1—15 平行板电容器中的电场.....	(51)
第二章 力学教学演示程序	(68)
§ 2—1 物体斜上抛的动态研究.....	(68)
§ 2—2 飞机投弹演示.....	(73)
§ 2—3 共点力合成过程.....	(77)
§ 2—4 力的分解过程.....	(85)

§ 2—5	力的平衡·····	(91)
§ 2—6	支架挂重物·····	(95)
§ 2—7	单摆振动曲线·····	(99)
§ 2—8	单摆振动演示·····	(102)
§ 2—9	小球在斜面上滚动·····	(107)
§ 2—10	小球从斜槽下滑进入圆环后的运动·····	(114)
§ 2—11	圆锥摆运动的研究·····	(121)
§ 2—12	向心力演示·····	(125)
§ 2—13	小球竖直上抛·····	(131)
§ 2—14	小球反弹·····	(136)
§ 2—15	完全弹性碰撞·····	(142)
§ 2—16	完全非弹性碰撞·····	(153)
§ 2—17	炮弹发射轨迹的研究·····	(161)
§ 2—18	简谐振动, 阻尼振动和受迫振动·····	(169)
§ 2—19	简谐振动的图象与合成·····	(175)
§ 2—20	人造地球卫星的运动轨迹·····	(190)

第三章 电磁学演示程序·····(199)

§ 3—1	静电感应和感应起电·····	(199)
§ 3—2	带电粒子在电场中的平衡和运动·····	(205)
§ 3—3	电子射线的电偏转·····	(210)
§ 3—4—1	通电导体在磁场中运动的方向·····	(216)
§ 3—4—2	磁场中运动导体感生电流的方向·····	(220)
§ 3—4—3	电磁感应综合演示实例 2 ·····	(226)
§ 3—5	电子射线在均匀磁场中的运动·····	(223)
§ 3—6	惠斯登电桥的平衡调节·····	(329)

§ 3—7	质子在回旋加速器中的运动·····	(247)
§ 3—8	灵敏电流计规律的研究·····	(254)
§ 3—9	R L C 串联电路暂态过程的分析·····	(297)
§ 3—10	交流电路的谐振现象·····	(262)
§ 3—11	交流电的瞬时电流, 瞬时电压及瞬时功率 ·····	(268)
§ 3—12	李萨如图形·····	(271)
§ 3—13	付里叶级数展开·····	(274)
§ 3—14	旋转磁场的演示·····	(277)
§ 3—15	桥式整流及滤波·····	(282)
第四章 光学与热力学演示程序·····		(286)
§ 4—1	光的反射与折射的演示·····	(286)
§ 4—2	凸透镜成像·····	(290)
§ 4—3	凹透镜成像·····	(300)
§ 4—4	薄透镜成像规律的研究·····	(308)
§ 4—5	薄透镜组的设计及其主平面的确定·····	(310)
§ 4—6	夫琅和费单缝衍射·····	(319)
§ 4—7	光栅衍射·····	(323)
§ 4—8	夫琅和费圆孔衍射·····	(328)
§ 4—9	菲涅耳衍射·····	(333)
§ 4—10	氢原子光谱·····	(339)
§ 4—11	分子热运动·····	(345)
§ 4—12	托里拆利管演示·····	(350)
§ 4—13	查里定律演示·····	(354)
§ 4—14	玻——马定律演示·····	(360)

§ 4—15	盖吕萨克定律演示·····	(368)
§ 4—16	柴油机定压加热循环的 $P-V$ 图·····	(374)
§ 4—17	准静态绝热过程演示·····	(378)
§ 4—18	麦克斯韦速度分布律·····	(383)
§ 4—19	重力场中粒子按高度分布·····	(387)
§ 4—20	毛细现象·····	(390)
第五章 物理实验实用程序·····		(394)
§ 5—1	计算测量列平均值、平均绝对误差、 相对误差·····	(394)
§ 5—2	测量列的粗差剔除及标准误差的计算 ·····	(398)
§ 5—3	双变量测量数据中粗差的剔除 直线拟合及回归系数的计算·····	(405)
§ 5—4	最小二乘法拟合·····	(422)
§ 5—5	实验直方图, 泊松分布和高斯分布·····	(431)
§ 5—6	测量仪器精度的选择·····	(437)
附 录		

第一章 物理习题求解及 自我检测程序范例

§ 1—1 求合力——求互成角度的两个共点力的大小和方向

一、解题分析

F_1 和 F_2 是两个共点力，夹角为 θ ，其合力大小和方向可应用平行四边形法则来确定，如图1—1所示。

合力大小：

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$$

合力方向：

$$\operatorname{tg} B = \frac{F_2 \sin \theta}{F_1 + F_2 \cos \theta}$$

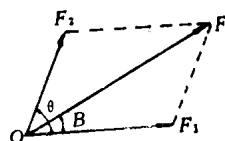


图1—1

合力作用点：

在 F_1 和 F_2 两作用线的交点上。

单位：

力：牛顿(N) 夹角：度(D)

二、程序及运行结果

```
5 REM MECHANICS 1 - 1
```

```
10 INPUT "F1, F2, Q = ", F1, F2, Q
```

```
20 Q = 3.14159 * Q / 180
```

```
30 F = SQR(F1^2 + F2^2 + 2 * F1 * F2 * COS
```

```

(θ))
40 K = (F2 * sin(θ)) / (F1 + F2 * cos(θ))
50 PRINT "F = "; F, "N"; SPC(2); "TAN(B) =
    "; K
60 END
RUN
F1, F2, Q = 12, 15, 60
F = 23.4307549N TAN(B) = 666172655

```

§ 1—2 并联电路的总电流

一、解题分析

加在并联电阻两端的电压为 V ，四个支路由 R_1, R_2, R_3, R_4 组成。

根据：

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$I = \frac{V}{R} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)$$

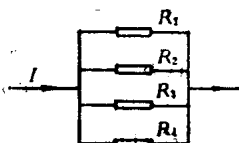


图 1—2

单位：

电压：伏 V 电流：安 A 电阻：欧

二、程序及运行结果

1) V, R_1, R_2, R_3, R_4 取固定值。

```
5 REM ELECTRICITY 1 - 2 - 1
```

```
10 R1 = 100; R2 = 150; R3 = 240; R4 = 360
```

```
20 V = 24
```

```
30 I = V * (1/R1 + 1/R2 + 1/R3 + 1/R4)
```

```
40 PRINT "I = ", I, "A"
```

```
50 END
```

```
RUN
```

```
I = .566666667A
```

2) 如果电路参数 V , R_1 , R_2 , R_3 , R_4 取待定值, 可将赋值语句改为输入语句。

```
LIST
```

```
5 REM ELECTRICITY 1 - 2 - 2
```

```
10 INPUT "R1, R2, R3, R4, V = "; R1, R2,  
R3, R4, V
```

```
20 I = V * (1/R1 + 1/R2 + 1/R3 + 1/R4)
```

```
30 PRINT "I = ", I, "A"
```

```
40 END
```

```
RUN
```

```
R1, R2, R3, R4, V = 100, 150, 240, 360, 24
```

```
I = .566666667A
```

为了避免输入新参数时重复使用RUN命令, 可以把40语句改为40 GOTO 10

3) 假定只要求输入10组不同电路参数, 程序可改编如下:

```
5 REM ELECTRICITY 1 - 2 - 3
```

```
20 INPUT "R1,R2,R3, R4, V = ", R1, R2,R3,  
R4, V
```

```
30 I = V * (1/R1 + 1/R2 + 1/R3 + 1/R4)
```

```
40 PRINT "I = ", I, "A"
```

```
50 M = M + 1
```



```

60 IF M <= 10 THEN 20
70 END
RUN
R1, R2, R3, R4, V = 10, 20, 30, 40, 2
I = .416666667A
R1, R2, R3, R4, V = 20, 30, 40, 50, 3
I = .385A
R1, R2, R3, R4, V = 30, 40, 50, 60, 4
I = .38A
R1, R2, R3, R4, V = 40, 50, 60, 70, 5
I = 379761905A
R1, R2, R3, R4, V = 10, 15, 24, 36, 2.4
I = .566666667A
R1, R2, R3, R4, V = 100, 150, 240, 360, 24
I = 566666667A
R1, R2, R3, R4, V = 100, 200, 300, 400, 50
I = 1.04166667A
R1, R2, R3, R4, V = 200, 300, 400, 5000, 4
I = .0441333333A
R1, R2, R3, R4, V = 100, 300, 400, 700, 4
I = .069047619A
R1, R2, R3, R4, V = 400, 100, 500, 800, 50
I = 7875A
R1, R2, R3, R4, V = 1000, 30, 200, 7000, 30
I = 1.18428571A

```

§ 1—3 简单网络等效电阻的计算——求图 1—3 所示的 a, b 两端的等效电阻 r

一、解题分析

电路从右往左看, 每个单元回路都可以看成两个电阻串联再与另一个电阻并联。

在第一单元回路中, 令 $R = R_0$

$$R_1 + R_0 = R + R_1 \longrightarrow R \text{ (赋给 } R)$$

$$R \text{ 与 } R_2 \text{ 并联 } \frac{R \cdot R_2}{R + R_2} \longrightarrow R \text{ (赋给 } R)$$

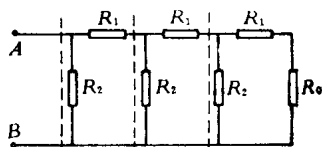


图 1—3

在第二单元回路中, 同样可看成 R 与 R_1 串联后再与 R_2 并联, 其余各级递推。

设 I 为单元回路数, R 为等效电阻。求 I 为 1~10 的等效电阻 R

二、程序及运行结果

```
3  REM ELECTRICITYF 1 - 3
5  INPUT "R0,R1,R2="; R0,R1,R2
10 PRINT
15 PRINT "I","R"
20 R = R0
30 FOR I = 1 TO 10
35 R = R + R1
40 R = R * R2 / (R + R2)
50 PRINT I,R
```

60 NEXT I

70 END

RUN

R0, R1, P2 = 10, 20, 30

I	R
1	15
2	16.1538461
3	16.3953488
4	16.4448336
5	16.4549288
6	16.4569865
7	16.4574058
8	16.4574912
9	16.4575087
10	16.4575122

§ 1—4 气态方程的应用

有一粗细均匀的U形管，当温度为 $t^{\circ}\text{C}$ 时，闭管和开管的水银面在同一水平面（图1—4），闭管中空气柱长 H （cm），大气压强为76cm高水银柱，问：

- 1) 温度升高到几度时，闭管气柱长增加 L （cm）？
- 2) 在此温度时，从开管中再灌入水银，使闭管空气柱恢复原长，则开管和闭管的水银面相差几厘米？

一、解题分析

当开管与闭管水银面在同一水平面时，闭管内的压强应等于大气压强。当闭管气柱增加1cm时，开管水银面比闭管水银面要高出2cm，即闭管内空气压强增加2cm高水银柱。

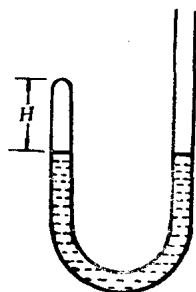


图 1—4

过程经历三种状态：

状态 1：

$$p_1 = 76 \text{ cm 高水银柱}$$

$$V_1 = H \text{ cm 长空气柱}$$

$$T_1 = 273 + 31$$

状态 2：

$$p_2 = 76 + 2 \cdot L \text{ cm 高水银柱}$$

$$V_2 = (H + L) \text{ cm 长空气柱}$$

$$T_2 = ?$$

状态 3：

$$p_3 = ?$$

$$V_3 = H \text{ cm 长空气柱}$$

$$T_3 = T$$

根据气态方程

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \quad \text{求出 } T_2$$

根据玻意耳——马略特定律

$$p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 \quad \text{求出 } p_3$$

单位：压强 p ：厘米水银柱高 (cmHg)

体积 V ：厘米长空气柱 (cmS)