

物理学计算机程序设计 50 例

刘 祁 编
徐铨钧

华中工学院
出版社



物理学计算机程序设计50例

刘 祁 编著
徐铨钧

华中工学院出版社

内 容 简 介

本书对于物理学中的运动学、运动定律、功和能、动量、机械振动和机械波、电场、稳恒电流、磁场对电流的作用、电磁感应、交流电、电磁振荡和电磁波的各种问题，用BASIC程序设计语言编制了各种分析和求解的程序。

书中选题典型，内容广泛，将物理学问题的求解和程序设计方法的介绍融为一体。实用性与趣味性兼具。读者只需具备中学物理知识和掌握基本BASIC语言及少量PC-1500微型机专用指令，便可阅读。

本书可供大学低年级学生及中等学校的师生课外阅读，也可作为中学开辟第二课堂的教学参考书。

物理学计算机程序设计50例

刘 祚
徐旋钊 编著

责任编辑 仝微

华中工学院出版社出版发行

(武昌徐家山)

新华书店湖北发行所经销

华中工学院出版社沔阳印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：3.75 字数：70,000

1986年12月第1版 1986年12月第1次印刷

印数：1-3,000

统一书号：13255-059 定价：0.70 元

前 言

本书根据全日制高中物理学教材的基本内容，用 BASIC 程序设计语言，编制出了分析和求解各种物理学问题的程序，旨在初探计算机在物理学中的应用。

书中所列物理学基本定律和公式简明扼要，程序设计举例由浅入深，由简至繁。每道题的程序设计都给出了设计说明、源程序清单及运行结果。程序运行结果分别采用显示、打印或绘图输出。

本书全部程序均在 PC-1500 微型计算机上调试并运行通过。所涉及到的 PC-1500 微型机的几种 BASIC 专用指令，已在附录中作扼要说明。

本书十分适合大学低年级学生以及中等学校的师生阅读。借助它可以巩固已学物理知识；提高学习物理学的兴趣；可以学习用计算机高级语言编制程序的方法；了解计算机在物理学中的应用。

由于水平有限，书中错误在所难免，恳请读者指正。

本书的出版得到了华中工学院出版社的全力支持，谨此深表感谢。

作 者

1985年10月于长沙

目 录

I 运动学	(1)
一 基本定律和公式	(1)
二 程序设计举例	(2)
例1 计算匀速直线运动的位移	(2)
例2 绘制匀速直线运动的位移-时间图	(4)
例3 计算匀加速直线运动的速度与位移	(5)
例4 绘制匀加速直线运动的速度-时间图	(7)
例5 绘制匀加速直线运动的位移-时间图	(9)
例6 绘制平抛运动轨迹图	(11)
例7 绘制斜抛运动轨迹图	(12)
例8 计算斜抛运动的射程	(14)
例9 绘制匀速圆周运动轨迹图	(16)
II 运动定律	(18)
一 基本定律和公式	(18)
二 程序设计举例	(18)
例10 分析加速度与力的大小的关系	(18)
例11 绘制加速度与质量关系图	(19)
例12 绘制加速度与力的关系图	(21)
例13 计算两个力作用时的加速度	(22)
例14 讨论物体受同一直线上力作用时的运动	(23)
例15 计算太阳所受的引力	(25)
例16 计算太阳与地球的质量	(26)
例17 绘制水星绕太阳运动的轨道图	(27)
例18 计算斜面上物体所受的力	(30)

III 功和能	(33)
一 基本定律和公式	(33)
二 程序设计举例	(33)
例19 讨论功的正负并计算功	(33)
例20 计算汽车上坡时的牵引力	(35)
例21 计算在离心轨道上维持小球圆运动的 最小下滑高度	(37)
例22 绘制弹力与伸长量的关系图	(38)
IV 动量	(42)
一 基本定律和公式	(42)
二 程序设计举例	(43)
例23 计算中子碰撞原子核后的动能损失	(43)
V 机械振动和机械波	(45)
一 基本定律和公式	(45)
二 程序设计举例	(46)
例24 绘制谐振动的位移、速率和加速度 与时间的关系图	(46)
例25 同方向不同频率的谐振动的叠加	(49)
例26 水波干涉图	(53)
VI 电场	(57)
一 基本定律和公式	(57)
二 程序设计举例	(58)
例27 计算点电荷之间的电场力	(58)
例28 计算两个点电荷场的合场强	(60)
例29 电场力作功与电势能增量的关系	(61)
例30 计算电势差并判断电势高低	(63)
例31 研究带电粒子在电场中的运动	(64)
例32 计算电容器串联时的等效电容	(66)

例33	计算两个电容器串联时的分电压	(63)
例34	计算 N 个电容器并联时的等效电容	(63)
例35	计算两个电容器并联时的分电量	(70)
IV	稳恒电流	(72)
一	基本定律和公式	(72)
二	程序设计举例	(73)
例36	计算电阻串联时的等效电阻	(73)
例37	计算 N 个电阻并联时的等效电阻	(74)
例38	计算 n 个电阻混联时的等效电阻	(76)
例39	电流计改装为安培计的参数计算	(78)
例40	电流计改装为伏特计的参数计算	(79)
例41	含源闭合电路有关参数的计算	(80)
例42	讨论电池的不同接法对电路的影响	(83)
V	磁场对电流的作用	(87)
一	基本定律和公式	(87)
二	程序设计举例	(87)
例43	讨论带电粒子在磁场中的运动	(87)
例44	计算载流直导线在磁场中受的力	(89)
VI	电磁感应	(91)
一	基本定律和公式	(91)
二	程序设计举例	(91)
例45	讨论发电机原理	(91)
X	交流电	(94)
一	基本定律和公式	(94)
二	程序设计举例	(94)
例46	绘制交变电动势-时间图	(94)
例47	绘制纯电感及纯电容电路电压、 电流与时间关系图	(97)

Ⅱ 电磁振荡和电磁波	(101)
一 有关的物理概念	(101)
二 程序设计举例	(101)
例48 观察调幅波的形成	(101)
例49 绘制二极管检波电路的电流-时间图	(105)
例50 绘制全波整流波形图	(107)
附 录	(109)
PC-1500 BASIC语句(命令)简表	(109)

I 运 动 学

一 基本定律和公式

1 匀速直线运动

速度 $v = \text{常矢量}$

位移 $s = vt$

2 匀变速直线运动

加速度 $a = \text{常矢量}$

即时速度 $v = v_0 + at$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

其中初速度 v_0 与加速度 a 的方向都在同一直线上。

自由落体运动

$$v_0 = 0$$

$$a = g$$

竖直上抛运动

$$v_0 > 0$$

$$a = -g$$

3 曲线运动

(1) 平抛运动

水平方向位移 $x = v_0 t$

竖直方向位移 $y = \frac{1}{2} gt^2$

轨迹 $x^2 = \frac{2v_0^2 y}{g}$

(2) 斜抛运动

水平方向位移

$$x = v_0 \cos \theta t$$

竖直方向位移

$$y = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2$$

最大高度

$$y = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

射程

$$R = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$

轨迹

$$y = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} \left(x - \frac{v_0^2 \cos \theta \sin \theta}{g} \right)^2 + \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

其中 θ 为初速 v_0 的方向与水平 x 轴的夹角。

(3) 匀速圆周运动

水平方向位移

$$x = R \cos \omega t$$

竖直方向位移

$$y = R \sin \omega t$$

轨迹

$$x^2 + y^2 = R^2$$

线速度

$$v = \omega R$$

向心加速度

$$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

角速度

$$\omega = \text{常数}$$

二 程序设计举例

例1 计算匀速直线运动的位移

(一) 设计说明

由公式

$$s = vt$$

当 v 为常数时, 位移 s 与时间 t ①一一对应。在本程序中

15句: 键入已知的 V 值。

20句: 打印输入的 V 值及 S 的计算公式。

25句: 本句定时间初值为1秒, 终值为5秒, 间隔为1秒。

25—40句为一循环。

30句: 计算 S 值。

35句: 打印各次的 T 及对应的 S 值。

(二) 源程序及运行结果

```
10 REM RECTILINEAL MOTION WITH CONSTANT VELOCITY
```

```
15 INPUT "V=", V
```

```
20 LPRINT "V="; V; ", S=V * T"
```

```
25 FOR T=1 TO 5
```

```
30 S = V * T
```

```
35 LPRINT "T="; T; ", S="; S
```

```
40 NEXT T:END
```

```
RUN
```

```
V=17
```

```
V=17 S=V * T
```

```
T=1 S=17
```

```
T=2 S=34
```

```
T=3 S=51
```

```
T=4 S=68
```

①时间 $\Delta t = t - 0 = t$ 。除程序及语句说明中外文字母用大写外, 一般用小写表示。下同。

$$T = 5 \quad S = 85$$

例2 绘制匀速直线运动的位移-时间图

(一) 设计说明

PC-1500微型机系统可采用 x - y 坐标系绘图的方式。首先应根据打印纸的宽度确定合适的原点。由公式

$$s = vt$$

位移与时间成正比。以 x 轴作为时间 t 轴, y 轴作为位移 s 轴, 即可描出位移时间图。在本程序中

15句: 指定绘图方式。键入已知的 V 值。

20句: 定原点于 $(50, 100)$ 处。

25句: 描出纵、横两坐标轴。

30句: 打印横轴标记 " T "。

35句: 打印纵轴标记 " S "。

40句: 确定图象起始点。

45句: 本句控制循环次数, 拟计算 5 次 S 值及描线 5 次。

45—65句为一循环。

50句: $20I \Rightarrow T$, 即给定 t 值, 计算一次位移 S 值。

55句: 使笔头由 (x_0, S_0) 处描至 (T, S) 处, 描图象的第一段。

60句: 以 (T, S) 作为打印笔的新起点, 准备描图象的第二段。如此循环 5 次。

(二) 源程序及运行结果

```
10 REM FIG S-T
```

```
15 GRAPH: INPUT "V = ", V
```

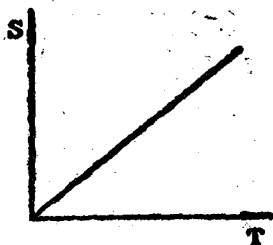
```
20 LINE (0,0) - (50,100), 9, 1: SORGN
```

```
25 LINE (0,0) - (0,100) - (0,0) - (100,0), 0
```

```

30 GLCURSOR (105,5): LPRINT 'T'
35 GLCURSOR (-10,100): LPRINT 'S'
40 S0=0, X0=0
45 FOR I=1 TO 5
50 T=20*I, S=V*I
55 LINE (X0,S0)-(T,S)
60 X0=T, S0=S
65 NEXT I: TEXT
70 END
RUN

```



例2图

例3 计算匀加速直线运动的速度与位移

(一) 设计说明

由公式

$$v = v_0 + at$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

给定初速度 v_0 及加速度 a 的值，则速度 v 及位移 s 与时间 t 一一对应。在本程序中

10句：键入已知的 A 与 V_0 值。

15句：打印输入的 A 与 V_0 值。

20句：打印计算 V 的公式。

25句：打印计算 S 的公式。

30句：打印表格头排字符 T 、 V 、 S 。

35句：本句定时间初值为1秒，终值为5秒，间隔1秒。

35—55句为一循环。

40句：计算 V 值。

45句：计算 S 值。

50句：按指定的输出格式打印各次的T、V、S值，排列在表头字符T、V及S的下方。

(二) 源程序及运行结果

```

5  REM RECTILINEAL MOTION WITH CONSTANT
   ACCELERATION
10  INPUT A,V0
15  LPRINT "A=", A, " V0=", V0
20  LPRINT "V=V0+A*T"
25  LPRINT "S=V0*T+1/2*A*T^2"
30  LPRINT "T", TAB 6, "A", TAB 13, "S"
35  FOR T=1 TO 5
40  V=V0+A*T
45  S=V0*T+1/2*A*T^2
50  LPRINT T, TAB 5, V, TAB 12, S
55  NEXT T: END

```

>RUN

? 9.8

? 0

A=9.8 V0=0

V=V0+A*T

S=V0*T+1/2*A*T^2

T	V	S
1	9.8	4.9
2	19.6	19.6
3	29.4	44.1
4	39.2	78.4
5	49	122.5

提供第二组数据，使程序再运行一次。

RUN

? - 8.8

? 39.2

A = 9.8 V₀ = 39.2

V = V₀ + A * T

S = V₀ * T + 1/2 * A * T^2

T	V	S
1	29.4	34.3
2	19.6	58.8
3	9.8	73.5
4	0	78.4
5	-9.8	73.5

例4 绘制匀加速直线运动的速度-时间图

(一) 设计说明

且公式

$$v = v_0 + at$$

以 x 轴为时间 t 轴, y 轴为速度 v 轴, 给定的 a 值为斜率, 可描出速度-时间图。在本程序中

10句: 指定为绘图方式。

15句: 定原点于(50,100)处。

20句: 描出纵、横两坐标轴。

25句: 打印横轴标记“T”。

30句: 打印纵轴标记“V”。

35句: 键入已知的V₀及A值。并定打印笔头起点。

40句: 描出V = V₀的一条横线。

45句: 本句定时间初值为1秒, 终值为8秒, 间隔1秒。

45—60句为一循环。

50句：计算V值。并使 $10T \Rightarrow P$

55句：使笔头从 (P_0, V_1) 描至 (P, V) 处，得到图象的第一段。

60句：以 (P, V) 作为笔头的新起点，准备描第二段图象。如此循环8次，即可描出整个图象。

65句：循环变量K作为时间T的取值。65—80句为一循环。

70句：计算各次的即时速度V值。并使 $10K \Rightarrow R$ ，以放大T轴方向的作图比例。

75句：用红色笔头从 $(R, 0)$ 向 (R, V) 处描绘竖线，将V-T图线下的面积扫描出来，即可看到匀加速直线运动的位移S在数值上与图线下的面积相等。

(二) 源程序及运行结果

```
5  REM FIG V-T
10  GRAPH
15  LINE (0,0) - (50,100), 9, 0 : SORGN
20  LINE - (0,100) - (0,0) - (100,0), 0, 2
25  GLCURSOR (105,0) : LPRINT "T"
30  GLCURSOR (-15,105) : LPRINT "V"
35  INPUT V0, A : P0 = 0, V1 = V0
40  LINE (0, V0) - (100, V0), 0, 2
45  FOR T = 1 TO 8
50  V = V0 + A * T, P = 10 * T
55  LINE (P0, V1) - (P, V), 0, 2
60  P0 = P, V1 = V : NEXT T
65  FOR K = 0 TO 8
70  V = V0 + A * K, R = 10 * K
75  LINE (R, 0) - (R, V), 0, 3
80  NEXT K : TEXT
```

85 END

RUN

? 45

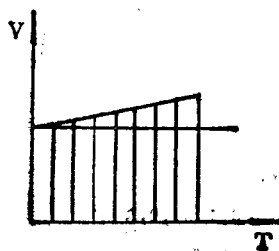
? 2

提供第二组数据,使程序再运行一次:

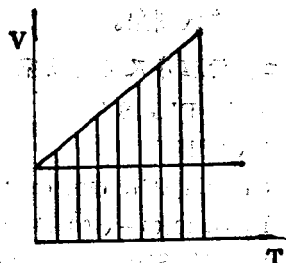
RUN

? 35

? 8



例4(a)图



例4(b)图

例5 绘制匀加速直线运动的位移-时间图

(一) 设计说明

由公式

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

可知 $s(t)$ 为一抛物线。以 x 轴作为时间 t 轴, y 轴为位移 s 轴, 给定 v_0 及 a 值, 则 s 与 t 一一对应, 即可描出 S - T 抛物线图象。在本程序中

15句: 定原点于(50,100)处。

20句: 描出纵、横两坐标轴。

25句: 打印纵轴标记“S”。