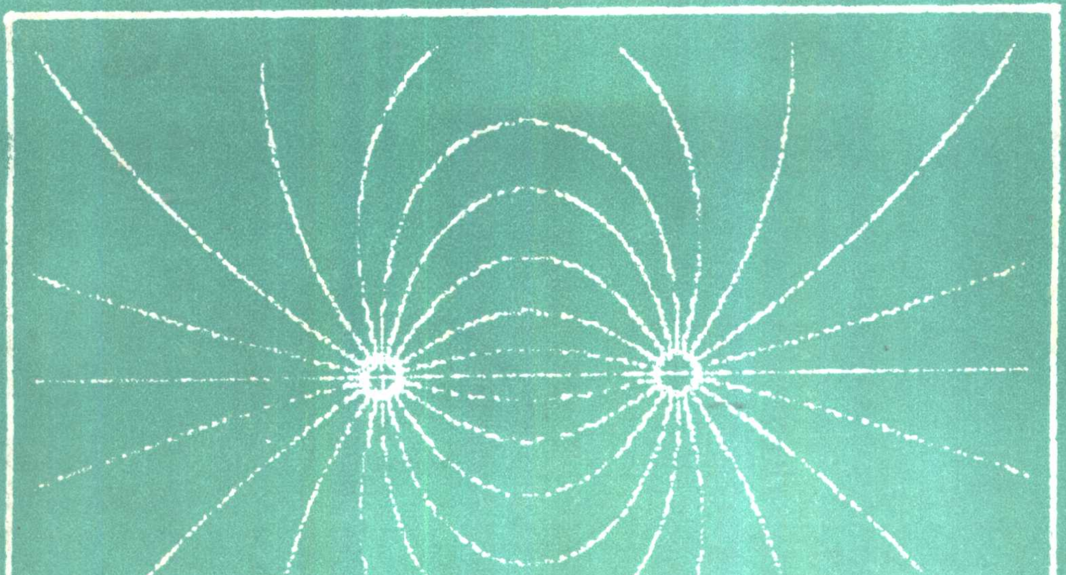
BASIC与物理学

BASIC YU WU LI XUE

张晋梗 张 群 刘安亭 编译



黑龙江人民出版社

BASIC与物理学

张晋梗　张　群　刘安亭 编译

黑龙江人民出版社
1988年·哈尔滨

内 容 简 介

本书共七章。结合物理学内容，包括力学，电磁学，波动光学，原子物理，统计现象等等，介绍了编制物理学模拟程序的方法。并介绍了在物理教学工作中，应用微机和BASIC程序辅助教学的原理和方法。书中所选择的程序例题不仅适合大专教材内容，许多内容与中等学校或高中物理教材有直接关系。对每个例题程序，均介绍了物理模型或基础知识，编制方法，程序清单和简要说明。每个程序均在IBM-PC机上调试通过，并介绍了使用APPLE Ⅱ型微机时的情况。

本书适合于大、中专院校理工科师生、高中生及对物理学感兴趣的一般读者阅读学习。对于学习用BASIC语言编制模拟物理现象或过程的程序，开展微机辅助教学活动，是一本很有启发性的参考书。

责任编辑：高桂清
封面设计：郑 跃

BASIC与物理学

张晋梗 张 群 刘安亭 编译

黑龙江人民出版社出版
（哈尔滨市道里森林街42号）
省教育委员会印刷厂印刷 黑龙江省新华书店发行
开本787×1092毫米1/16 · 印张13.5 · 字数310,000
1988年9月第1版 1988年9月第1次印刷
印数1—3,000

ISBN7-207-00682-9/TP·2 定价：3.90元

前　　言

物理学是研究自然界物质最普遍的运动规律的一门科学。物理学中的定律或法则，一般地可以表示为各种物理量之间的数学关系。所以，在物理学中，研究物质的运动，往往是直接研究各种物理量间变化的规律。例如，牛顿第二定律是表示速度随时间的变化率与力之间的关系；电磁感应定律是表示磁通量随时间的变化率与感应电动势之间的关系。借助数学方法，可以将这种变化规律表示为某个物理量对时间的微分或积分。即多数的物理定律或法则都可以表示为微分方程或积分方程的形式。对于这类方程，如果附加一定的条件（称为初始条件或边界条件），就可以求出具体的解析表达式，并根据求解的结果，可以分析和解释物理现象和物理过程。

但是，对于多数初学物理的人来说，掌握微分方程的解析方法并不是很容易的。有时即使给出解析解，也往往难以理解其物理内容和意义。这种情况不仅对学物理的人常感到困难，而且对教物理的人也常需费些工夫。如果能运用一些直观的方法，如图表显示的方法来表现解析解的形式，并直观地展示出物理过程，则是有助于理解物理学内容的。目前，随着微型计算机的发展和普及应用，可以进一步解决物理教学中的这些困难，而使物理学学习变得更富有魅力和趣味性。微型计算机都配有易学易懂的BASIC程序语言。根据问题的内容和要求，可以编制各种运算和模拟程序，并将执行结果显示在具有高分辨率的屏幕上。BASIC与物理学的结合，可以将物理学世界生动、形象地展示在人们的面前，有助于学生学习和探索物理学世界的奥秘。同时，对于加强物理教学中的实验和观察，开展形象化教学是一种很有效的辅助方法。利用微型计算机对物理学的现象和基本定律进行模拟实验，尤其是将物理学中优美的教学形式展示为明瞭、形象的图表，无疑会使物理学教学过程变得更为生动和愉快。实现BASIC与物理学的结合，也为改革传统的物理教学手段开辟了一条新的道路。

本书正是为适应这一特点，以高等院校理科师生，中等学校师生及其他对物理学感兴趣的读者为对象，为帮助他们掌握BASIC语言，学会在物理学教学和学习过程中，灵活地、有效地发挥微型计算机的作用，而进行的一种尝试性工作。做为引玉之砖，希望能对广大读者有所启发和帮助。为此，在编写过程中，注意到了下述几个特点：

（1）尽可能选择物理学中各部分内容的一些典型题目来作为程序例题。为了更好地发挥计算机的长处，特别选择了一些可以做出图表表示的题目。很多例题与高中物理内容也有直接的关系。例如，正弦波的反射，纵波的表示，驻波的形成过程，电力线，等电位线，磁力线等等。

（2）在编写程序之前，都简要地介绍了相关的物理学模型和必要的物理基础知识，以提高读者对BASIC物理学世界的理解和兴趣。对此感到不足的读者，可以进一步参阅有关的物理教科书。

（3）在允许的计算精度内，对于微分方程均采用简化的数值解法进行讨论和计算，并以此为基础绘制图表和曲线。这样，即使是高中学生，只要认真地阅读和学习，也能容易地理解本书的内容。对于希望计算精度更准确的一些读者，书中也介绍了比较高级的计算程序的编写方法。

（4）BASIC语言，虽然是很容易理解的人机对话型程序语言，但是，在阅读一个不太熟悉的程序时，有时也会感到不好理解。因此，对每一个程序例题，我们都尽可能较详细地给出程序说明。为了简单易懂，每个例题都直接给出了程序清单，而省略了读写程序流程图这类步骤。对于程序的执行结果，也考虑到尽可能简单、明瞭，以利于编者学习和掌握程序设计方法。

我们假设读者已具备BASIC语言的基础。为了方便，在附录中仅总结归纳了BASIC语言中的各种指令语句简表（以IBM-PC机为例）。关于绘图功能指令，则因机种不同，其作图语句有较大差别。本书介绍的主要是目前广为流行的IBM-PC和APPLE Ⅱ两种机型的情况。书中所给出的程序均是在IBM-PC机上调试通过的。读者可以根据自己使用的机型，参照微机使用手册，只要将例题程序中的个别语句做些改动，即可适用于你所使用的计算机。另外，对于每一例题程序，都只是给出了一个例子，决不能说是最好的程序。读者可以进一步参考和修改，而编写出更好的程序。

在编写本书的过程中，我们主要参考了“BASICによる物理”（日·平田邦男著）一书。另外，梁丽新同志帮助进行了调试程序的工作。郑跃同志帮助绘制了书中的插图。在此，作者向他们一并表示衷心的感谢。

编　者

1988年5月

目　　录

第一章　力学的BASIC

力学是研究物体的机械运动以及物体间相互作用的学科。在牛顿力学体系中，主要是根据牛顿运动定律，关于表示物体间相互作用力的法则和其它少数几个物理定律，就可以很好地描述宏观物体的运动。在这一章，我们将首先考察运动方程式的意义，然后，研究使用微机程序求解运动方程的原理和方法，以及将计算结果绘为图表显示的方法。

§1.1　运动方程式

设有力 $\vec{F}$[N]作用于质量为 m[kg]的一个物体，则可以产生加速度 $\vec{a}$[m/s²]。根据牛顿第二定律，有如下的关系式成立：

$$m\vec{a}=\vec{F} \tag{1—1}$$

力和加速度都是既有大小、又有方向的量（称为矢量）。（1—1）式表示物体受力作用后，在力的方向上可以产生加速度。

当物体沿一平面运动时，设力和加速度的 x，y 分量分别为$(f_x,\ f_y)$和$(a_x,\ a_y)$，则(1—1)式可以改写成分量的形式：

$$\begin{cases} ma_x=f_x \\ ma_y=f_y \end{cases} \tag{1—2}$$

设物体沿一直线运动时，取该直线为 x 轴，则我们可以仅考虑（1—2）式的第一个方程。设此时的力和加速度分别记为 f 和 a，则：

$$ma=f \tag{1—3}$$

为了简单，下面我们主要是讨论（1—3）式形式的运动方程。

设某一瞬间物体的速度（即时速度）为 v[m/s]，在微小时间 Δt[s] 内，速度的变化量是 Δv[m/s]，则定义加速度 a[m/s²] 为：

$$a=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{vd}{dt} \tag{1—4}$$

此式的意义表示：当 Δt 无限趋近于 0，Δv 也无限趋近于 0 时，其比值 $\Delta v/\Delta t$ 趋近于某一定值。这个确定值（极限值）定义为加速度，表示成 dv/dt 的形式。

（1—3）式右边的 f 一般地是座标 x、速度 v 以及时刻 t 的函数，可以写为 $f(x,v,t)$。因此，（1—3）式可以改写成下面的形式：

$$m\frac{dv}{dt}=f(v,x,t) \tag{1—5}$$

将此式称为运动方程式。$f(v,x,t)$ 是作用于物体的外力。根据物理上的考察，可以予先知道其函数形式。例如，作用于物体的力 f 正比于距原点的位移大小 x，且与位移方向相反时，设比例系数为 k，则力 f 可以写成下面的形式：

$$f=-kx \tag{1—6}$$

这时，运动方程式为：

$$m\frac{dv}{dt}=-kx \tag{1—7}$$

由上可见，一般地，运动方程式是用微分方程来表示的。设某个时刻 t，物体的速度为$v(t)$，位置是 $x(t)$。经过微小时间之后，在时刻$t+\Delta t$，如果分别知道了速度和位置变化后的值，则可以求出此物体的运动状态。这是因为从给定的状态出发，对于每个瞬间，可以依次地求出速度和位置，进而跟踪出物体运动的轨迹。取座标 x 为纵轴，时间 t 为横轴，建立如图 1 — 1 所示的座标系。图中画出了一任意的描述物体的$x-t$曲线。设某物体按图示的曲线运动。根据时刻 t 的位置$x(t)$和时刻 $t+\frac{\Delta t}{2}$的速度 $v\left(t+\frac{\Delta t}{2}\right)$以及时间间隔$\Delta t$，可以表示出在时刻$t+\Delta t$时物体的位置 $x(t+\Delta t)$，即：

$$x(t+\Delta t)=x(t)+v\left(t+\frac{\Delta t}{2}\right)\cdot\Delta t \tag{1—8}$$

这里，我们认为在时刻 t 和 $t+\Delta t$ 之间，物体的平均速度取 $t+\frac{\Delta t}{2}$ 时刻的速度 $v\left(t+\frac{\Delta t}{2}\right)$为最好的近似，则$\Delta t$时间内物体位移的大小近似为$v\left(t+\frac{\Delta t}{2}\right)\cdot\Delta t$。

那么，（1－8）式中的 $v\left(t+\frac{\Delta t}{2}\right)$是怎样求出的呢？我们来观察图 1 — 2 所示的速度与时刻的关系的v—t曲线。令时刻$t-\frac{\Delta t}{2}$的速度是 $v\left(t+\frac{\Delta t}{2}\right)$，则利用$\Delta t$ 的前一时刻 $t-\frac{\Delta t}{2}$的速度 $v\left(t-\frac{\Delta t}{2}\right)$，时刻 t 的加速度 $a(t)$和Δt，可以近似地给出下面的关系：

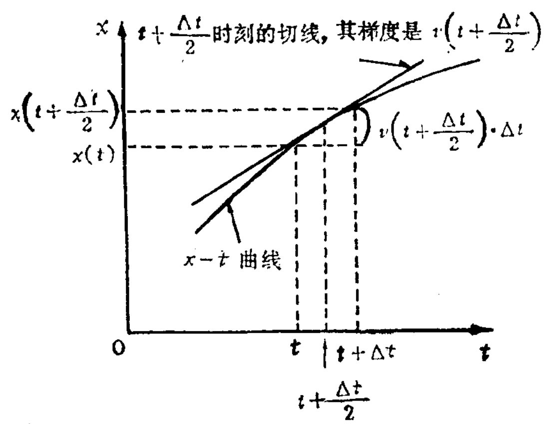


图 1 — 1　x—t曲线

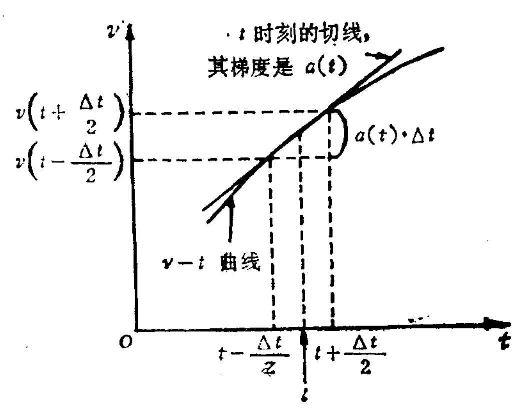


图 1 — 2　v—t曲线

$$v\left(t+\frac{\Delta t}{2}\right)=v\left(t-\frac{\Delta t}{2}\right)+a(t)\cdot\Delta t \tag{1—9}$$

这里使用了时刻 t 的加速度，并设速度的增量为$a(t)\cdot\Delta t$。根据运动方程（1—5）式，$a(t)$可以写成下面的形式：

$$a(t)=\frac{dv}{dt}=\frac{f(x,v,t)}{m} \tag{1—10}$$

代入（1—9）式，得到：

$$v\left(t+\frac{\Delta t}{2}\right)=v\left(t-\frac{\Delta t}{2}\right)+\frac{f(x,v,t)}{m}\cdot\Delta t \tag{1—11}$$

（1—9）式和（1—11）式之间的物理意义是有一定差别的。（1—9）式是表示了由加速度引起的速度变化这一运动学内容，而（1—11）式则将加速度与由运动方程给出的力相联系，从而表示出速度的变化，这是属于动力学的内容。

根据(1—11)式，若是给定了时刻 t 的座标 x 和时刻$t-\frac{\Delta t}{2}$的速度 $v\left(t-\frac{\Delta t}{2}\right)$ 以及力 $f(x,v,t)$，则可以求出 $t+\frac{\Delta t}{2}$时的速度 $v\left(t+\frac{\Delta t}{2}\right)$。再利用（1—8）式，便可以求出 $x(t+\Delta t)$。同理，再次利用（1—11）式，求出时刻 $t+\frac{3}{2}\Delta t$ 的速度 $v\left(t+\frac{3}{2}\Delta t\right)$，代入（1—8）式求得 $x\left(t+\frac{3}{2}\Delta t\right)$。如此反复进行运算，就可以求出物体的运动状态。

研究物体的运动时，一般地要先给定初始条件，即时刻为0时的座标 $x(0)$ 与速度 $v(0)$。从(1—11)式可知，要进行反复迭代运算，首先应知道 $v\left(t-\frac{\Delta t}{2}\right)$的形式。由初始条件，$t=0$时，$v(0)=v\left(-\frac{\Delta t}{2}\right)$，代入（1—11）式即可以计算出 $v\left(\frac{\Delta t}{2}\right)$。如图1—3所示，用时刻 $t=0$ 的加速度 $a(0)$和时间间隔 $\frac{\Delta t}{2}$表示的速度增量为 $a(0)\cdot\frac{\Delta t}{2}$，则：

$$v\left(\frac{\Delta t}{2}\right)=v(0)+a(0)\cdot\frac{\Delta t}{2} \tag{1-12}$$

于是，首先要从（1—12）式求出 $v\left(\frac{\Delta t}{2}\right)$，然后反复应用（1—8）式和（1—11）式进行计算，就可以定量地求出任意时刻物体的位移和速度。这就是运动方程最简单的数值解法的基本原理。

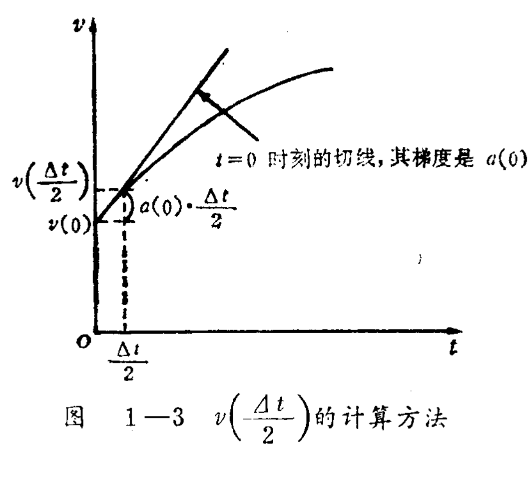


图 1—3 $v\left(\frac{\Delta t}{2}\right)$的计算方法

在本书中，将这个方法称作阶梯法。

§1.2 运动方程的数值解法

下面，我们将前节介绍的运动方程的数值解法应用于具体的问题。设作用于物体的力由（1—6）式的形式给出，则运动方程为（1—7）式的形式。为了讨论方便，令$k/m=1$，$t=0$时，$x(0)=1$，$v(0)=0$，计算的时间间隔取Δt为0.1，则计算过程所使中用的公式具有如下的形式：

$$a(t)=-x(t),\quad v\left(\frac{\Delta t}{2}\right)=v(0)+a(0)\frac{\Delta t}{2}=v(0)-x(0)\frac{\Delta t}{2}$$

$$v\left(t+\frac{\Delta t}{2}\right)=v\left(t-\frac{\Delta t}{2}\right)+a(t)\cdot\Delta t$$

$$=v\left(t-\frac{\Delta t}{2}\right)-x(t)\cdot\Delta t$$

$$x(t+\Delta t)=x(t)+v\left(t+\frac{\Delta t}{2}\right)\cdot\Delta t$$

初始条件是：$t=0$时，$x(0)=1$，$v(0)=0$，计算的时间间隔$\Delta t=0.1$。首先，$t=0$时，

$$v\left(\frac{\Delta t}{2}\right)=v(0.05)=v(0)-x(0)\frac{\Delta t}{2}$$

$$=0-1\times0.05=-0.05$$

$$x(\Delta t)=x(0.1)=x(0)+v\left(\frac{\Delta t}{2}\right)\cdot\Delta t$$

$$=1+(-0.05)\times0.1=0.995$$

其次，令$t=\Delta t$，则：

$$v\left(\Delta t+\frac{\Delta t}{2}\right)=v(0.15)=v\left(\frac{\Delta t}{2}\right)-x(\Delta t)\Delta t$$

$$=-0.05-0.995\times0.1=-0.15$$

$$x(2\cdot\Delta t)=x(0.2)=x(\Delta t)+v\left(\Delta t+\frac{\Delta t}{2}\right)\cdot\Delta t$$

$$=0.995+(-0.15)\times0.1=0.98$$

第三步，设 $t=2\Delta t$，则：

$$v\left(2\cdot\Delta t+\frac{\Delta t}{2}\right)=v(0.25)=v\left(2\Delta t-\frac{\Delta t}{2}\right)-x(2\Delta t)\cdot\Delta t$$

$$=-0.15-0.98\times0.1=-0.248$$

$$x(3\Delta t)=x(0.3)=x(2\Delta t)+v\left(2\Delta t+\frac{\Delta t}{2}\right)\cdot\Delta t$$

$$=0.98+(-0.248)\times0.1=0.955$$

………………………………………………………………

反复进行这种计算，就可以得到表1—1的结果。

以上即为运动方程 $dv/dt=-x$ 的数值解法的一个例子。这里讨论的方程描述的是在弹性力作用下的物体的振动状态。关于振动问题，在第二章里还将做进一步的讨论。

从上面的这个例题还可以看出，运动方程的数值解法实质上是一种连续进行的反复迭代计算的过程。使用计算机来进行这种运算则会带来极大的方便。下面，我们讨论这个问题的BASIC程序。

表1—1　$\dfrac{dv}{dt}=-x$ 的数值解（$\Delta t=0.1$）

t	$x(t)$	$v(t)$	$a(t)$	t	$x(t)$	$v(t)$	$a(t)$
0.000	1.000	0.000	−1.000	0.45		−0.435	
0.050		−0.050		0.500	0.877		−0.877
0.100	0.995		−0.995	0.550		−0.523	
1.150		−0.150		0.600	0.825		−0.825
0.200	0.980		−0.980	0.650		−0.605	
0.250		−0.248		0.700	0.764		−0.764
0.300	0.950		−0.950	0.750		−0.682	
0.350		−0.343		0.800	0.696		−0.692
0.400	0.921			0.850		−0.751	

【例题1.1】编写求解如下的运动方程，并计算各个时刻物体的位置和速度的程序。

$$\boldsymbol{a}=\frac{d\boldsymbol{v}}{d\boldsymbol{t}}=-\boldsymbol{x}$$

设 $t=0$时，$x(0)=1$，$v(0)$，时间间隔 Δt取为0.1。

程序如下所示（其中DY1为程序名）：

```
10  REM DY1
20  REM Numerical solution of dv/dt=-x
30  X0=1
40  V0=0
50  DT=.1
60  PRINT
70  PRINT "T"; TAB(15); "X"; TAB(30); "V"
75  PRINT
80  X=X0:V=V0:T=0:TM=0
90  PRINT T; TAB(15); X; TAB(30); V
100 A=-X
```

```
110  V=V+A*(DT/2)
120  TM=TM+DT/2
130  PRINT TM; TAB(30); V
140  X=X+V*DT
150  T=T+DT
160  IF T > =1. 1 THEN END
170  PRINT T; TAB(15); X
180  A=-X
190  V=V+A*DT
200  TM=TM+DT
210  PRINT TM; TAB(30); V
220  GOTO 140
RUN
```

T	X	V
0	1	0
.05		-.05
.1	.995	
.15		-.1495
.2	.98005	
.25		-.247505
.3	.9552995	
.35		-.343035
.4	.920996	
.45		-.4351346
.5	.8774826	
.55		-.5228828
.6	.8251943	
.6500001		-.6054023
.7000001	.7646541	
.7500001		-.6818677
.8000001	.6964673	
.8500001		-.7515144
.9000001	.6213158	
.9500001		-.813646
1	.5399513	
1.05		-.8676411

DY1程序解释如下：

10行和20行是程序的名称和标题。30 行～50 行是设定位置 x 的初值 $X0$，速度 V 的

初值V0 以及计算时间间隔值DT的语句。60行表示打印一个空白行，70行是按标准输出格式打印出字符T，X，V的打印语句。75 行表示再打印一个空白行。80 行是将初值赋给变量X，V，T的语句。T、TM分别表示计算位置X和速度V的时刻。因为计算X和V时，其时刻相差0.05[s]，所以需要加以区别。100行～130行是在时刻$DT/2=0.05$时计算速度和打印出计算结果。A表示加速度。而100行和110行则是与（1—12）式相对应的。140行～220行是对X和Y进行反复迭代计算和打印计算结果的语句。其中，140行是与（1—8）式相对应，180行和190 行是与（1—11）式相对应。160 行是结束计算的条件语句。当T值大于等于1.1[s]时，程序运行结束。

在本程序中，若使DT值再进一步减小，则可以提高计算的精度。但是，由于计算机的有效数字是有限的，若取DT过小，因位数的舍入会引起误差累积。所以，对于非常小的DT，有时不一定会都给出满意的计算精度。

这个例题是用阶梯法求解微分方程的最基本的计算机程序，读者应该先充分地理解和掌握。

【例题1.2】根据DY1程序，编写绘出x-t关系的作图程序。

DY2给出了程序，其运行结果如图1—4所示。

```
10  CLS：KEY OFF
20  REM DY2
30  REM x－t graph of dy1
40  INPUT “scale of t－axis=” ; K
50  INPUT “scale of t－axis=” ; L
60  SCREEN 2
70  LINE (50,20)－(50,160)
80  LINE(50,90)－(500, 90)
90  LOCATE 2,5：PRINT “x”
100  LOCATE 12,5：PRINT “o”
110  LOCATE 12,66：PRINT “t”
120  LOCATE 21,11
130  PRINT, , “scale of t－axis=” ; K
140  PRINT, , “scale of x－axis=” ; L
150  X0=1：V0=0：DT=.1
160  X=X0：V=V0
170  A=－X
180  V=V+A*(DT/2)
190  X=X+V*DT
200  T=T+DT
210  T1=T*K：X1=X*L
220  IF T1>350 THEN END
230  PSET(50+T1,95－X1)
```

```
240  A=-X
250  V=V+A*DT
260  GOTO 190
RUN
```

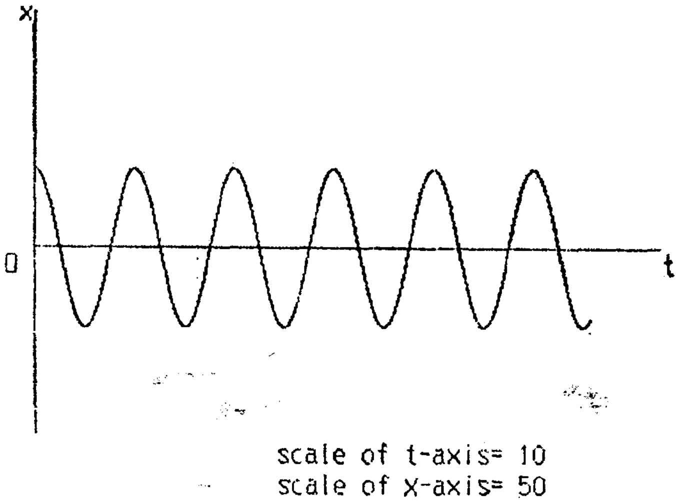


图 1—4 例题1.2程序的执行结果

DY2程序解释如下：

10行是清除屏幕和关闭屏幕最下行功能键的提示信息。在APPLE Ⅱ机中应去掉该语句。20行和30行是程序的名称和标题。40行和50行是确定时间轴（横轴）和位移轴（纵轴）比例倍数k和L值的语句。在作图时，这种处理方法是必要的。60行是使IBM-PC机进入高清晰度作图语句。因机种不同，其写法也不一样。在APPLEⅡ机中的写法是：HGR：HCOLOR=3，70行～80行是画出座标轴的语句。在APPLEⅡ机中的写法应是：HPLOT X1，Y1 TO X1，Y2 和 HPLOT X，Y TO X2，Y。其中X、Y 表示光点坐标，可根据屏幕大小和作图要求适当确定。如在本例中，可写成如下形式：HPLOT 0，40 TO 0，140 和 HPLOT 0，90 TO 279，90。90行～110行是标识出座标系的语句。其中，LOCATE语句是设定光标位置，而其后的PRINT语句是在设定位置上打印出座标系的标识符。120行～140行是在设定位置上打印说明文的语句。在 APPLEⅡ 机中要去掉这三行语句，而在IBM-PC机中也可以不使用这三条语句。150行是代入初始条件和时间间隔值的语句。160行是将初值赋与X，V的语句。170行～180行是计算DT/2=0.05时的V值。190行是计算时刻T=0.1时的X值。200行是计算新的时刻。210行的T1，X1分别是表示在新的座标系中的时刻和位移的变量，这是为了作图方便而引的。220行是表示运行结束的条件语句。

190～260行反复进行计算X和T，进而便可以画出整个$x-t$关系图形。其中230行是表示座标点的绘图语句。在APPLE Ⅱ机中应是如下形式：HPLOT T1+100，-X+90。（座标原点为(100，90)）。

§1.3 匀加速直线运动

力学往往是从运动学开始学习的。我们首先来讨论运动学中最简单的运动形式——匀加速直线运动。设物体以初速度v_0，加速度a沿一直线运动。在某一时刻t，物体的速度和位置分别为v和x，设$t=0$时物体的位置为x_0，则有下列公式：

$$v=v_0+at,\quad x=x_0+v_0t+\frac{1}{2}at^2 \tag{1—13}$$

根据这组公式，我们可以研究各种条件下的匀加速直线运动。例如，自由落体运动，沿铅直方向将物体上抛和下抛时的运动，在有摩擦的水平面或斜面上的物体的运动，等等。在物理学中，这类内容是属于运动学范畴的。而在讨论力与物体的运动关系的动力学中，首先要考察作用于物体的力，确定力的法则和关系，然后，根据合力的分析结果和牛顿第二定律，建立运动方程式。再根据初始条件，约束条件等各种条件求解运动方程式。

当以大小、方向一定的恒力作用于物体时，根据牛顿第二定律$m\vec{a}=\vec{f}$可知，物体可以在力的方向上，以一定的加速度直线运动，这就是匀加速直线运动。设物体的质量为m，恒力为f，则可以写出运动方程：

$$m\frac{dv}{dt}=f \tag{1-14}$$

令a表示加速度，则：

$$\frac{dv}{dt}=\frac{f}{m}=a \tag{1-15}$$

若给出初始条件（$t=0$时$x=x_0$，$v=v_0$,），则可以求解微分方程（1—15）式，并可得到（1—13）式的结果。但是，当使用计算机来计算这个问题时，不是能得到（1—13）式那样的一般公式，而是根据按具体数值给出的初始条件（例如，$t=0$时$x_0=10$，$v_0=0$），解微分方程的数值解，计算出各个时刻物体的位置x和速度v的数值。也就是说，用计算机解物理问题都是属于非常具体的数值解法。这也许是计算机讨论物理学的弱点。但是，在一般运动方程中的力f往往是含时间t、座标x、速度v的函数，能用解析方法求解的例子仅是些特殊的情况。而即使在一般情况下，从原理上讲，都是能够使用计算机来解运动方程的。

下面，我们先来讨论受一恒力作用的物体的运动，以及如何用计算机程序进行运算和讨论。

［例题1.3］编制程序，研究质量为m的物体受恒力f作用时的运动。其中，设质量m，力f，初始条件（$t=0$时$x=x_0$，$v=v_0$），时间间隔DT为可以随时输入的外部选择参数。

编写此程序的考虑方法与〔例题1.1〕时完全一样，不必重新解释。其中30行～70行是表示可以随时输入的已知条件。10行是表示当条件满足时，程序执行结束。例如，由键盘输入下列数据：质量 $m=0.5[kg]$，力的大小 $f=10[N]$，物体的初始位置$x_0=$