

Chapter 7

求解多个方程

许多科学和工程问题需要多个方程的同时解。 计算器提供了几种求解多个方程的程序，如下所示。 请注意，本章不讨论求解线性方程组。 线性系统解决方案将在后续的矩阵和线性代数章节中详细讨论。

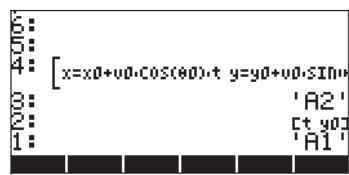
有理方程系统

可以通过使用函数SOLVE直接通过计算器直接求解可以重写为多项式或有理代数表达式的等式。 您需要提供方程列表作为向量的元素。 要解决的变量列表也必须作为向量提供。 在使用此过程尝试解决方案之前，请确保将CAS设置为Exact模式。 此外，表达式越复杂，CAS在求解特定方程组时所用的时间就越长。 此应用程序的示例如下：

例1 - 弹丸运动

使用函数SOLVE和以下向量参数，第一个是方程列表：[$x = x_0 + v_0 \cdot \cos(\theta_0) \cdot t$, $y = y_0 + v_0 \cdot \sin(\theta_0) \cdot t - g \cdot t^2 / 2$]**ENTER**，第二个是要解决的变量，比如 t and y_0 , i.e., [t , y_0].

这种情况下的解决方案将使用RPN模式提供。 唯一的原因是我们可以逐步构建解决方案。 ALG模式下的解决方案非常相似。 首先，我们将第一个向量（方程）存储到变量A2中，将变量向量存储到变量A1中。 以下屏幕显示保存变量之前的RPN堆栈。



此时，我们只需要按两次 **STOP** 来存储这些变量。
要解决，首先将CAS模式更改为Exact，然后按以下顺序列出A2和A1的内容：
▣ **▣** **▣** **▣** **▣** .

此时使用命令 **SOLVE** (来自 **S.SLV** 菜单: **S.SLV**) 大约40秒后, 或许更多, 您得到一个列表的结果:

```
{ 't = (x-x0)/(COS(theta)*v0)'
'y0 = (2*COS(theta)^2*v0^2*y + (g*x^2(2*x0*g + 2*SIN(theta))*COS(theta)*v0^2)*x +
(x0^2*g + 2*SIN(theta)*COS(theta)*v0^2*x0))/(2*COS(theta)^2*v0^2)'}

```

Press **(EVAL)** 从列表中删除矢量, 然后使用命令 **OBJ→**, 以获得在堆栈中单独列出的公式。

Note: 这个方法在这个例子中工作得很好, 因为未知数 t 和 y_0 是方程中的代数项。这种方法不适用于求解 θ_0 , 因为 θ_0 属于超越项。

Example 2 – Stresses in a thick wall cylinder 应力在厚壁圆筒中

这个方法在这个例子中工作得很好, 因为未知数 P_i 和 P_o 是方程中的代数项。这种方法不适用于求解 σ_{rr} 和 $\sigma_{\theta\theta}$, 因为属于超越项。

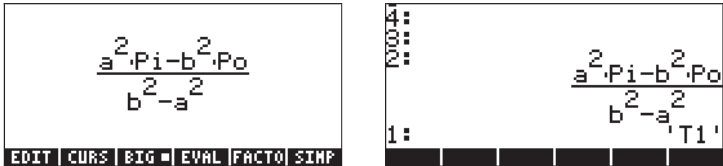
$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{a^2 \cdot P_i - b^2 \cdot P_o}{b^2 - a^2} + \frac{a^2 \cdot b^2 \cdot (P_i - P_o)}{r^2 \cdot (b^2 - a^2)},$$

$$\sigma_{rr} = \frac{a^2 \cdot P_i - b^2 \cdot P_o}{b^2 - a^2} - \frac{a^2 \cdot b^2 \cdot (P_i - P_o)}{r^2 \cdot (b^2 - a^2)}.$$

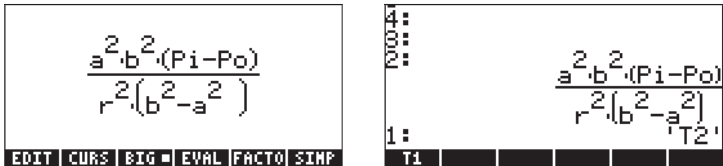
Notice 两个方程的右侧仅在两个项之间的符号上有所不同。因此, 要在计算器中编写这些方程式, 我建议您键入第一个项并存储在变量 **T1** 中, 然后存储在第二个项中, 并将其存储在 **T2** 中。

之后编写方程将是回忆堆栈中T1和T2的内容并加上和减去它们的问题。 以下是使用方程式编写器的方法：

输入并存储术语T1：



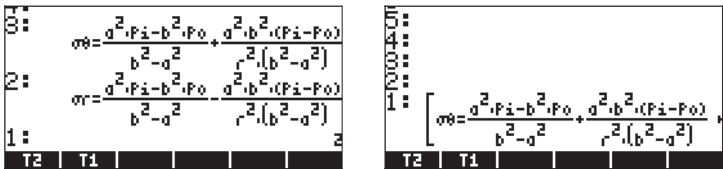
Enter and store term T2:



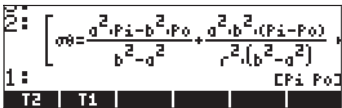
请注意，在此示例中我们使用的是RPN模式，但ALG模式下的过程应该非常相似。 创建等式 $\sigma_{\theta\theta}$: VAR F1 F2 $+$ ALPHA P S ALPHA P T ENTER P =

Create the equation for σ_{rr} : VAR F1 F2 $-$ ALPHA P S ALPHA P R ENTER P =

使用函数将具有两个方程的向量放在一起 $\rightarrow\text{ARRY}$ (find it using the command catalog P CAT) after typing a 2 :



现在，假设我们想要解决 P_i and P_o , given a, b, r, σ_m and $\sigma_{\theta\theta}$. 我们输入一个带有未知数的向量：



To solve for P_i and P_o , use the command SOLVE from the S.SLV menu (P S.SLV), 可能需要计算器一分钟才能产生结果：

$$\{ ['Pi = -(((\sigma\theta - \sigma_r) * r^2 - (\sigma\theta + \sigma_r) * a^2) / (2 * a^2))' \\ 'Po = -(((\sigma\theta - \sigma_r) * r^2 - (\sigma\theta + \sigma_r) * b^2) / (2 * b^2))] \}, \text{ i.e.,}$$

请注意，结果包含列表{}中包含的vector[]。要删除列表符号，请使用(EVAL)。最后，为了分解矢量，使用函数OBJ→. The result is:

这两个例子构成了线性方程组，可以用LINSOLVE函数同样很好地处理（见第11章）。以下示例显示应用于多项式方程组的函数SOLVE。

Example 3 - System of polynomial equations多项式方程组

The following screen shot shows the solution of the system $X^2+XY=10$, $X^2-Y^2=-5$, using function SOLVE:

用MSLV求解联立方程

函数MSLVMSLV可用作 (→) NUM.SLV 菜单中的最后一个选项:

接下来显示功能MSLV的帮助设施条目:

Example 1 - 帮助工具的示例

与帮助工具中的所有功能条目一样，MSLV条目附有一个示例，如上所示。请注意，函数MSLV需要三个参数：

- 1. 包含方程的矢量，即'[SIN (X) + Y, X + SIN (Y) = 1]'
- 2. 包含要求解的变量的向量，即'[X, Y]'
- 3. 对于该示例，包含解的初始值的向量，即X和Y的初始值均为零。

在ALG模式下，按 $\boxed{\text{F4}}$ 将示例复制到堆栈，按 $\boxed{\text{ENTER}}$ 运行示例。要查看解决方案中的所有元素，您需要通过按向下箭头键 (\blacktriangledown) 激活行编辑器：

```
:HELP
:MSLV('SIN(X)+Y X+SIN(Y)=1, '[X,Y], '[0,0])
[SIN(X)+Y X+SIN(Y)=1, '[X,Y], '[0,0])
[SIN(X)+Y X+SIN(Y)=1, '[X,Y], '[0,0])
[X,Y], '[0,0])
[1.82384112611, -.9681...
+SKIP+SKIP+ +DEL DEL+DEL L INS
```

在RPN模式下，通过使用以下方式生成此示例的解决方案：

```
4:
3: [SIN(X)+Y X+SIN(Y)=1, '[X,Y], '[0,0])
2: [X,Y], '[0,0])
1: [0,0])
CASCM/HELP
```

激活函数MSLV导致以下屏幕。

```
4:
3: [SIN(X)+Y X+SIN(Y)=1, '[X,Y], '[0,0])
2: [X,Y], '[0,0])
1: [1.82384112611, -.9681...
CASCM/HELP
```

您可能已经注意到，在生成解决方案时，屏幕会在左上角显示中间信息。由于MSLV提供的解决方案是数字化的，因此左上角的信息显示了用于获得解决方案的迭代过程的结果。最终的解是X = 1.8238, Y = -0.9681。

Example 2 - 从湖泊进入明渠

开放通道流中的这个特殊问题需要同时求解两个方程，即能量方程和曼宁方程

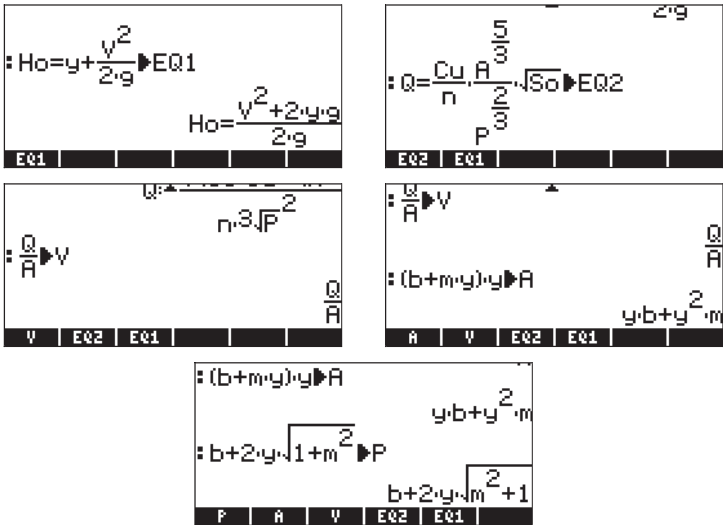
$$H_o = y + \frac{V^2}{2g}, \text{ and Manning's}$$

equation: $Q = \frac{Cu}{n} \cdot \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \cdot \sqrt{S_o}$. In these equations, H_o represents the energy head (m, or ft) available for a flow at the entrance to a channel, y is the flow depth (m or ft), $V = Q/A$ is the flow velocity (m/s or ft/s), Q is the volumetric





discharge (m^3/s or ft^3/s), A is the cross-sectional area (m^2 or ft^2), C_u is a coefficient that depends on the system of units ($C_u = 1.0$ for the SI, $C_u = 1.486$ for the English system of units), n is the Manning's coefficient, a measure of the channel surface roughness (e.g., for concrete, $n = 0.012$), P is the wetted perimeter of the cross section (m or ft), S_o is the slope of the channel bed expressed as a decimal fraction. For a trapezoidal channel, as shown below, the area is given by $A = (b + my)y$, while the wetted perimeter is given by $P = b + 2y\sqrt{1 + m^2}$, where b is the bottom width (m or ft), and m is the side slope (1V:mH) of the cross section.

通常，必须同时为 y 和 Q 求解能量方程和Manning方程。一旦用原始变量 $b, m, y, g, S_o, n, C_u, Q$ 和 H_o 写出这些方程，我们就是 左边有一个形式为 $f_1(y, Q) = 0, f_2(y, Q) = 0$ 的方程组。我们可以按如下方式建立这两个方程。

我们假设我们将在计算器中使用ALG和Exact模式，尽管在RPN模式下定义方程并用MSLV求解它们非常相似。创建一个子目录，比如说CHANL（用于打开CHANnel），并在该子目录中定义以下变量：



为了看到原始方程，EQ1和EQ2，就上面列出的原始变量而言，我们可以使用应用于每个方程的函数EVAL，即

    方程式在堆栈中列出如下（选择小字体选项）：

$$b+2y\sqrt{1+H^2}P$$

$$b+2y\sqrt{H^2+1}$$

$$H_0 = \frac{Q^2 + 2y^3 \cdot g \cdot b^2 + 4y^4 \cdot H \cdot g \cdot b + 2y^5 \cdot H^2 \cdot g}{2y^2 \cdot g \cdot b^2 + 4y^3 \cdot H \cdot g \cdot b + 2y^4 \cdot H^2 \cdot g}$$

$$H_0 = \frac{2y^2 \cdot g \cdot b^2 + 4y^3 \cdot H \cdot g \cdot b + 2y^4 \cdot H^2 \cdot g}{2y^2 \cdot g \cdot b^2 + 4y^3 \cdot H \cdot g \cdot b + 2y^4 \cdot H^2 \cdot g}$$

$$Q = \frac{(y \cdot b + y^2 \cdot H) \cdot \sqrt{S_0 \cdot Cu} \cdot \sqrt[3]{y \cdot b + y^2 \cdot H}}{n \cdot \sqrt{b + 2y \cdot \sqrt{H^2 + 1}}}$$

我们可以看到这些方程确实是根据原始变量给出的 b , m , y , g , S_o , n , Cu , Q , and H_o .

为了求解 y 和 Q ，我们需要给其他变量赋值。Suppose we use $H_0 = 5$ ft, $b = 1.5$ ft, $m = 1$, $n = 0.012$, $S_o = 0.00001$, $g = 32.2$, and $Cu = 1.486$. 在能够使用MSLV作为解决方案之前，我们需要将这些值输入到相应的变量名称中。这可以通过以下方式完成：

$$5 \rightarrow H_0$$

$$1.5 \rightarrow b$$

$$1 \rightarrow m$$

$$.012 \rightarrow n$$

$$.00001 \rightarrow S_o$$

$$32.2 \rightarrow g$$

$$.00001 \rightarrow S_o$$

$$32.2 \rightarrow g$$





$$1.486 \rightarrow Cu$$

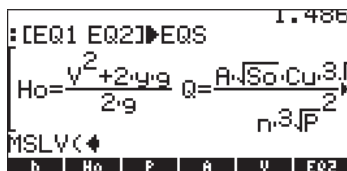
现在，我们已准备好解决这个问题。首先，我们需要将两个方程组合成一个向量。我们可以通过将向量实际存储到一个我们称之为EQS（EquationS）的变量中来实现：

$$1.486 \rightarrow Cu$$

$$[EQ1 EQ2] \rightarrow EQS$$

$$H_0 = \frac{V^2 + 2y \cdot g}{2 \cdot g} \quad Q = \frac{A \cdot \sqrt{S_0 \cdot Cu} \cdot \sqrt[3]{y \cdot b + y^2 \cdot H}}{n \cdot \sqrt{b + 2y \cdot \sqrt{H^2 + 1}}}$$

作为变量 y 和 Q 的初始值，我们将使用 $y = 5$ （等于 H_o 的值，这是 y 可以采用的最大值）和 $Q = 10$ （这是猜测）。为了获得解决方案，我们从NUM.SLV菜单中选择功能MSLV，例如，   ，将命令放在屏幕上：

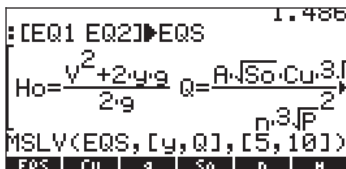


Next, we'll enter variable EQS: **[NXT]** **[NXT]** **[EQS]**, followed by vector [y,Q]:

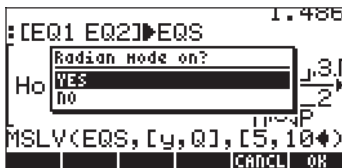


and by the initial guesses **[]** **[]**, **[]** **[]**, **[5]** **[]**, **[]** **[]**, **[1]** **[0]**.

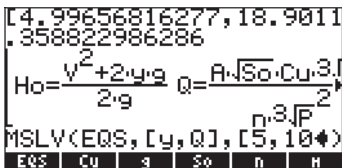
Before pressing **[ENTER]**, the screen will look like this:



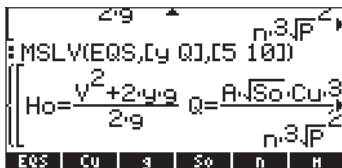
按 **[ENTER]** 解方程组。如果您的角度测量值未设置为弧度，则可以获得以下请求：



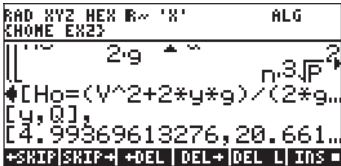
按 **[YES]** 并允许解决方案继续。中间解决方案步骤可能如下所示：



顶部的向量表示解决方案进展时[y, Q]的当前值，值.358822986286表示解决方案中使用的数值方法的收敛标准。如果系统设置良好，该值将减小，直到达到接近零的值。在那时，我们会找到一个数值解。在MSLV找到解决方案后，屏幕将如下所示：



结果是三个向量的列表。列表中的第一个向量将是求解的方程。第二个向量是未知数列表。第三个向量代表解决方案。为了能够看到这些向量，请按向下箭头键(▼)激活行编辑器。解决方案如下：



建议的解决方案是[4.9936..., 20.661...]. 这意味着, $y = 4.99$ ft, and $Q = 20.661... \text{ ft}^3/\text{s}$. 您可以使用箭头键(◀ ▶ ▲ ▼) 详细查看解决方案。

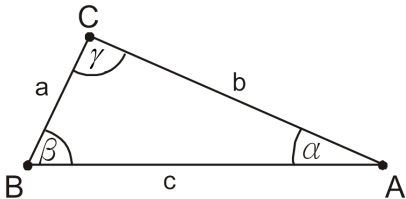
使用多方程求解器 (MES)

多方程求解器是一种环境，您可以通过一次从一个方程求解一个未知来解决多个方程组。它并不是同时解决方案的真正解决方案，而是一个由多个相关方程组成的逐个求解器。为了说明使用MES求解多个方程式，我们在下一节中介绍了与三角学有关的应用。此处显示的示例是在RPN模式下开发的。

应用1 - 三角形的解决方案

在本节中，我们使用三角函数的一个重要应用：计算三角形的尺寸。该解决方案使用多方程解算器或MES在计算器中实现。

考虑下图中显示的三角形ABC。



任何三角形的内角之和总是 180° ，即 $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$ 。正弦法表明：

$$\frac{\sin \alpha}{a} = \frac{\sin \beta}{b} = \frac{\sin \gamma}{c}.$$

余弦定律表明：

$$\begin{aligned}a^2 &= b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \alpha, \\b^2 &= a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos \beta, \\c^2 &= a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \gamma.\end{aligned}$$

为了求解任何三角形，您需要知道以下六个变量中的至少三个：

a, b, c, α , β , γ 。然后，您可以使用正弦定律，余弦定律和三角形内角之和的方程来求解其他三个变量。

In order to solve any triangle, you need to know at least three of the following six variables: a , b , c , α , β , γ . Then, you can use the equations of the sine law, cosine law, and sum of interior angles of a triangle, to solve for the other three variables.

If the three sides are known, the area of the triangle can be calculated with Heron's formula $A = \sqrt{s \cdot (s - a) \cdot (s - b) \cdot (s - c)}$, where s is known as the semi-perimeter of the triangle, i.e., $s = \frac{a + b + c}{2}$.

使用多方程求解器 (MES) 的三角解决方案

多方程求解器 (MES) 是一种可用于求解两个或多个耦合方程的特征。然而，必须指出的是，MES不能同时求解方程。相反，它采用已知变量，然后搜索方程列表，直到找到一个可以解决其中一个未知变量的方程。然后，它搜索另一个可以为下一个未知数求解的方程，依此类推，直到所有未知数都已解决。

创建工作目录

我们将使用MES通过创建对应于正弦和余弦定律的方程列表，内角和的法则以及该区域的Heron公式来求解三角形。首先，在HOME中创建一个我们将调用TRIANG的子目录，然后进入该目录。有关如何创建新子目录的说明，请参阅第2章。

输入方程列表

在TRIANG中，通过直接在堆栈中键入或使用公式编写器输入以下方程列表。
(回想一下 $\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\rightarrow} \boxed{A}$ 产生字符 α , and $\boxed{\text{ALPHA}} \boxed{\rightarrow} \boxed{B}$ 产生字符 β . 字符 γ 需要 $\boxed{\text{CHARS}}$ from $\boxed{\rightarrow} \boxed{\text{CHARS}}$):

$$\begin{aligned} & \text{'SIN}(\alpha)/a = \text{SIN}(\beta)/b\text{' } \\ & \text{'SIN}(\alpha)/a = \text{SIN}(\gamma)/c\text{' } \\ & \text{'SIN}(\beta)/b = \text{SIN}(\gamma)/c\text{' } \\ & \text{'c}^2 = a^2 + b^2 - 2 * a * b * \text{COS}(\gamma)\text{' } \\ & \text{'b}^2 = a^2 + c^2 - 2 * a * c * \text{COS}(\beta)\text{' } \\ & \text{'a}^2 = b^2 + c^2 - 2 * b * c * \text{COS}(\alpha)\text{' } \\ & \text{'}\alpha + \beta + \gamma = 180\text{' } \\ & \text{'s} = (a + b + c)/2\text{' } \\ & \text{'A} = \sqrt{(s * (s - a) * (s - b) * (s - c))}\text{' } \end{aligned}$$

然后，输入数字 **9**，并使用：function创建方程列表LIST（使用命令目录 **→ CAT**）。将此列表存储在变量EQ. → 变量EQ包含MES在尝试求解未知数时将扫描的方程列表。

输入窗口标题

接下来，我们将创建一个字符串“Triangle Solution”

→ **“**
ALPHA **ALPHA** **←** **ALPHA**
← **T** **R** **I** **A** **N** **G** **L** **E** **SPC**
← **S** **O** **L** **U** **T** **I** **O** **N**
ENTER
,
ALPHA **ALPHA** **T** **I** **T** **L** **E** **ENTER**
STOP

在堆栈中打开双引号

将键盘锁定为小写字母alpha。

输入文字：Triangle_

输入文字：解决方案

在堆栈中输入字符串“Triangle Solution”

在堆栈中打开单引号

输入变量名称'TITLE'

将字符串存储到'TITLE'

创建变量列表

接下来，在堆栈中创建一个如下所示的变量名称列表：

{ a b c α β γ A s }

并将其存储在变量LVARI（VARIABLES列表）中。变量列表表示MES启动时列出变量的顺序。它必须包含方程中的所有变量，否则它将不适用于函数ITM（见下文）。以下是用于准备和存储此列表的按键序列：

Press **VAR** 键以获取变量菜单。 你的菜单应该显示变量 **WRTT** **HTTT** **EQ** .

准备运行MES

下一步是激活MES并尝试一个样本解决方案。 然而，在我们这样做之前，我们想要通过键入 **ALPHA** **ALPHA** **D** **E** **G** **ENTER** 将角度单位设置为DEGrees，如果它们尚未设置为DEG。

接下来，我们希望在堆栈中保留TITLE和LVARI的内容，方法是： **HTTT** **WRTT**
我们将使用以下MES功能

- **MINIT**: MES INITIALization: 初始化EQ中存储的方程中的变量。
- **MITM**: MES' 菜单项: 从堆栈级别2获取标题，从堆栈级别1获取变量列表，并将标题置于MES窗口的顶部，将变量列表按照列表指示的顺序放置为软菜单键。 在本练习中，我们已经分别在堆栈级别2和1中具有标题（“三角形解决方案”）和 **{ a b c α β γ A s }** 变量列表，准备激活MITM。
- **MSOLVR**: MES SOLVER; 激活多方程求解器（MES）并等待用户输入。

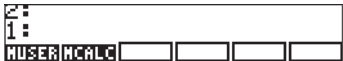
以交互方式运行MES

要启动MES，在堆栈中列出变量TITLE和LVARI，激活命令MINIT，然后是MITM，最后是MSOLVR（在目录中找到这些函数 **P** **CAT** ）

使用以下可用变量列表启动MES（按 **NXT** 查看下一个变量列表）：



按 **NXT** 查看第三个变量列表。 你应该看到：



再一次按 **NXT** 再一次恢复第一个变量菜单。

让我们尝试一个案例I的简单解决方案，使用 $a = 5$ ， $b = 3$ ， $c = 5$ 。使用以下条目：

5 **[a]** a: 5列在显示屏的左上角。

3 **[b]** b: 3列在显示屏的左上角。

5 **[c]** c: 5列在显示屏的左上角。

要解决角度使用：

↶ **[α]** 计算器报告求解 α ，并显示结果 α ：72.5423968763。

Note: 如果您获得的值大于180，请尝试以下操作：

1 **0** **[α]**

将a重新初始化为较小的值。

↶ **[α]**

计算器报告解决 α

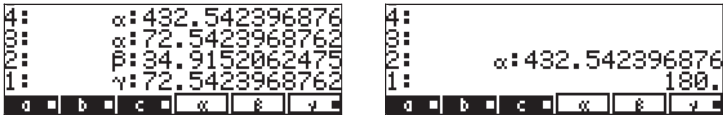
接下来，我们计算其他两个值：

↶ **[β]** The result is β : 34.9152062474.

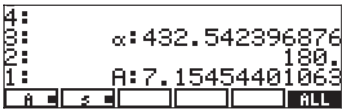
↶ **[γ]** The result is γ : 72.5423968763.

您应该具有堆栈级别3到列出的三个角度的值

1. Press **(+)** 两次以检查它们确实添加到180°。

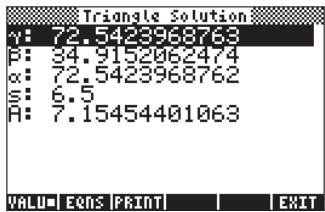


按**(NXT)**移动到下一个变量菜单。 计算面积使用: **↶** **[A]**. 计算器首先解决所有其他变量，然后将区域查找为 A: 7.15454401063.



Note: 找到解决方案后，计算器会将解决方案的条件报告为零或符号撤消。如果计算器难以找到解决方案，则可能会出现其他消息。

按 将解决所有变量，暂时显示中间结果。 按 查看解决方案：



完成后，按 返回MES环境。 按下 退出MES环境并返回正常的计算器显示。

组织子目录中的变量

您的变量菜单现在将包含变量（按 查看第二组变量）：



已经创建了对应于EQ中的方程中的所有变量的变量。 还有一个名为Mpar（MES参数）的新变量，其中包含有关为此特定方程组设置MES的信息。 如果使用， Mypar可以看到变量Mpar的内容。 你会得到一个神秘的信息：图书馆数据。 这意味着MES参数在二进制文件中编码，编辑器无法访问。

接下来，我们希望按照上面列出的顺序将它们放在菜单标签中，方法如下：

- 1. 使用以下命令创建包含{ EQ Mpar LVARI TITLE }的列表：



- 2. 使用以下命令将LVARI的内容放入堆栈中 .
- 3. 按 加入两个列表。.
- 使用函数ORDER（使用命令目录 ）来排序变量，如堆栈级别1中的列表所示。































- 4. 按 恢复变量列表。 它现在应该是这样的：














- 5. 按 恢复第一个变量菜单。



使用用户RPL编程MES三角解决方案

为了便于激活MES以用于未来的解决方案，我们将创建一个程序，通过单次击键加载MES。 该程序应如下所示： << DEG MINIT TITLE LVARI MITM MSOLVR >>, 可以通过以下方式输入：


	<<>>	打开程序符号				
		锁定字母数字键盘				
				输入DEG（角度单位设置为DEG）		
						输入MINIT_
	解锁字母数字键盘					
						在程序中列出名称TITLE
						在程序中列出名称LVARI
		锁定字母数字键盘				
						输入MITM_
						输入MSOLVR
						在堆栈中输入程序

将程序存储在名为TRISOL的变量中，用于TRIangle SOLution，方法是：





















如果需要，按, 键恢复变量列表。 您的菜单中应该有一个软键标签。

运行程序 - 解决方案示例

要运行程序，请按 软菜单键。 现在，您将拥有与三角形解决方案相对应的MES菜单。 让我们尝试前面列出的三角形解决方案的三个案例。

示例1 - 直角三角形

使用 $a = 3$, $b = 4$, $c = 5$. 这是解决方案序列：

						输入数据	
						结果是 α : 36.8698976458	
						结果是 β : 53.1301023541。	
						结果是 γ : 90。	
						要移动到下一个变量菜单。	
							结果是A: 6。
							要移动到下一个变量菜单。

示例2 - 任何类型的三角形

使用 $a = 3$, $b = 4$, $c = 6$. 此处使用的求解过程包括一次求解所有变量，然后调用堆栈的解决方案：

- VAR

3

[a]

4

[b]

6

[c]

NXT
- 清理数据并重新启动MES

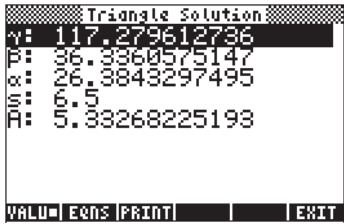
输入数据

要移动到下一个变量菜单。

解决所有未知问题。

显示解决方案：

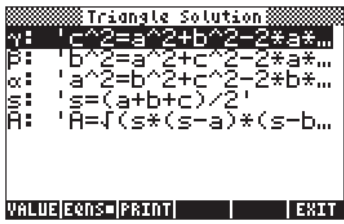
The solution is:



在屏幕的底部，您将拥有软菜单键：



中的方点表示变量的值，而不是显示它们的方程式。 要查看每个变量解决方案中使用的公式，请按 软菜单键。 显示屏现在看起来像这样：





用于在打印机中打印屏幕（如果有）。 如果需要， 会将您返回到 MES 环境以获得新的解决方案。 要返回正常的计算器显示，请按 。

下表中的三角形解决方案以粗体显示数据输入，以斜体显示解决方案。 尝试使用这些输入运行程序以验证解决方案。 请记住在每个解决方案结束时按 以清除变量并再次启动 MES 解决方案。 否则，您可能会携带先前解决方案中可能破坏您当前计算的信息。

a	b	c	$\alpha(^{\circ})$	$\beta(^{\circ})$	$\gamma(^{\circ})$	A
2.5	6.9837	7.2	20.229	75	84.771	8.6933
7.2	8.5	14.26	22.616	27	130.38	23.309
21.92	17.5	13.2	90	52.98	37.03	115.5
41.92	23	29.6	75	32	73	328.81
10.27	3.26	10.5	77	18	85	16.66
17	25	32	31.79	50.78	97.44	210.71

在目录中添加INFO按钮

信息按钮对您的目录很有用，可以帮助您记住目录中函数的操作。 在这个目录中，我们需要记住的是按以启动三角形解决方案。 您可能需要输入以下程序： <<"Press [TRISO] to start." MSGBOX >>, 并将其存储在名为INFO的变量中。 因此，目录中的第一个变量将是 按钮。

应用2 – 极坐标中的速度和加速度

极坐标中的二维粒子运动通常涉及确定速度和加速度的径向和横向分量
 粒子给定 r , $r' = dr/dt$, $r'' = d^2r/dt^2$, θ , $\theta' = d\theta/dt$, and, $\theta'' = d^2\theta/dt^2$. 使用以下等式：

$$v_r = \dot{r} \quad a_r = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2$$

$$v_{\theta} = r\dot{\theta} \quad a_{\theta} = r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}$$

创建一个名为POLC（POLAR坐标）的子目录，我们将使用它来计算极坐标中的速度和加速度。 在该子目录中，输入以下变量：

Program or value	Store into variable:
<< PEQ STEQ MINIT NAME LIST MITM MSOLVR >> "vel. & acc. polar coord." { r rD rDD θ D θ DD vr v θ v ar a θ a } { 'vr = rD' 'v θ = r* θ D' 'v = $\sqrt{(vr^2 + v\theta^2)}$ ' 'ar = rDD - r* θ D^2' 'a θ = r* θ DD + 2*rD* θ D' 'a = $\sqrt{(ar^2 + a\theta^2)}$ ' }	SOLVEP NAME LIST PEQ

变量的解释如下：

SOLVE = 触发存储在变量PEQ中的特定方程组的多方程求解器的程序；

NAME = 存储多个方程求解器名称的变量，即“vel. & acc. polar coord.”；

LIST = 计算中使用的变量列表，按照我们希望它们在多方程求解器环境中显示的顺序放置；

PEQ = 要求解的方程列表，对应于极坐标中的速度（ v_r , v_θ ）和加速度（ a_r , a_θ ）的径向和横向分量，以及计算速度（ v ）和加速度的大小的方程（ a ）当极性成分已知时。

r, rD, rDD = r （径向坐标）， r -点（ r 的一阶导数）， r -双点（ r 的二阶导数）。

θ D, θ DD = θ -点（ θ 的一阶导数）， θ -双点（ θ 的二阶导数）。

假设您获得以下信息: $r = 2.5$, $rD = 0.5$, $rDD = -1.5$, $\theta D = 2.3$, $\theta DD = -6.5$, and you are asked to find v_r , v_θ , a_r , a_θ , v , and a . 启动多方程求解器

VAR **SOLVE**。 计算器会生成一个标有“vel. & acc. polar coord.”, that looks as follows:

$\frac{1}{\square}$	$\frac{1}{\square}$	$\frac{1}{\square}$	$\frac{1}{\square}$	$\frac{1}{\square}$	$\frac{1}{\square}$
r	rD	rDD	θD	θDD	v_r

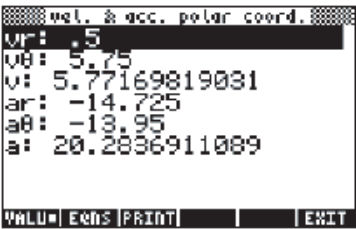
要输入已知变量的值，只需键入值并按下与要输入的变量对应的按钮。 使用以下按键: 2.5 [r] 0.5 [rD] 1.5 **+/-** [rDD] 2.3 [θD] 6.5 **+/-** [θDD].

请注意，输入特定值后，计算器会在显示屏的左上角显示变量及其值。 我们现在已经输入了已知的变量。 为了计算未知数，我们可以通过两种方式进行：

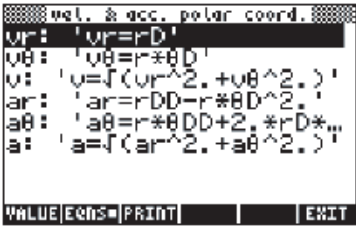
a). 解决个别变量，例如， $\leftarrow [\text{vr}]$ gives vr: 0.500.

Press $\text{NXT} \leftarrow [\text{v}\theta]$ to get $\text{v}\theta : 5.750$, and so on. The remaining results are v: 5.77169819031; ar: -14.725; a θ : -13.95; and a: 20.2836911089.; or,

b). 一次解决所有变量按 $\leftarrow \text{SOLVE}$. The calculator will flash the solutions as it finds them. 当计算器停止时，你可以按 $\rightarrow \text{SOLVE}$ 列出所有结果。 对于这种情况，我们有：



按 SOLVE 将告诉您用于求解屏幕中每个值的公式：



要使用一组新值，请按 $\text{SOLVE} \text{SOLVE} \text{NXT} \text{NXT}$, or $\text{VAR} \text{SOLVE}$.

Let's try another example using $r = 2.5$, $\text{vr} = \text{rD} = -0.5$, $\text{rDD} = 1.5$, $v = 3.0$, $a = 25.0$. Find, θD , θDD , $\text{v}\theta$, ar , and $\text{a}\theta$. You should get the following results:

```

vel. & acc. polar coord.
v0: 2.95803989155
0D: 1.18321595662
ar: -2.
a0: -24.9198715888
0DD: -9.4946622529

VALUE EQNS PRINT EXIT

```

```

vel. & acc. polar coord.
v0: 'v0=sqrt(r0^2.+v0^2.)*cos(0D)'
0D: '0D=r0D'
ar: 'ar=r0D-r*0D^2.'
a0: 'a=sqrt(ar^2.+a0^2.)*cos(0D)'
0DD: 'a0=r*0DD+2.*rD...'

VALUE EQNS PRINT EXIT

```