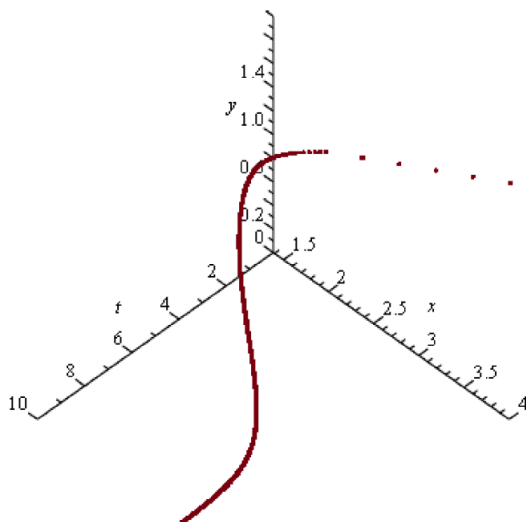


## Risoliamo il problema 9.

```

restart:
Digits:=15:
a:=3: b:=1: c:=2: d:=2: e:=1: f:=1:
LVcomp := diff(x(t), t) = x(t)*(a-b*x(t)-c*y(t)),
          diff(y(t), t) = y(t)*(d-e*x(t)-f*y(t)):
vars := x(t), y(t):
with(plots):
tmax:=10: h:=0.1: N:=500:
sol := dsolve({LVcomp, x(0)=4, y(0)=2}, numeric, {vars},
              method = classical[foreuler], stepsize = h):
odeplot(sol, [t, x(t), y(t)], 0 .. tmax, axes = normal, numpoints = N,
         style = point, labels = [t, x, y]);

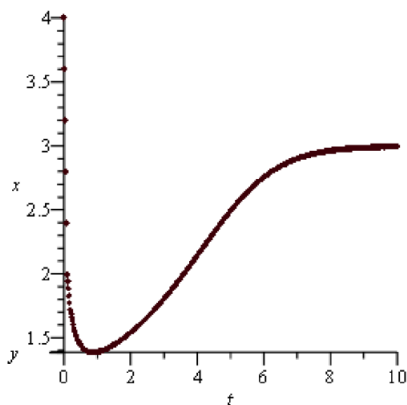
```



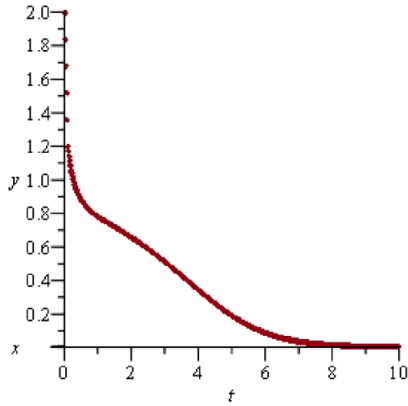
```

odeplot(sol, [t, x(t), y(t)], 0 .. tmax, axes = normal, numpoints = N,
         style = point, labels = [t, x, y], orientation = [-90, 0]);

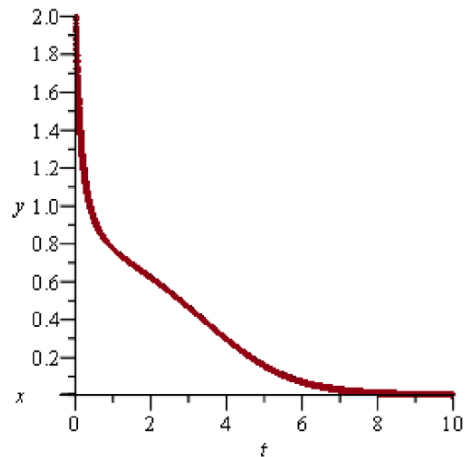
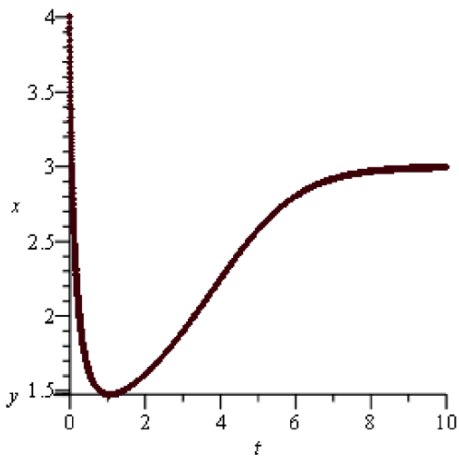
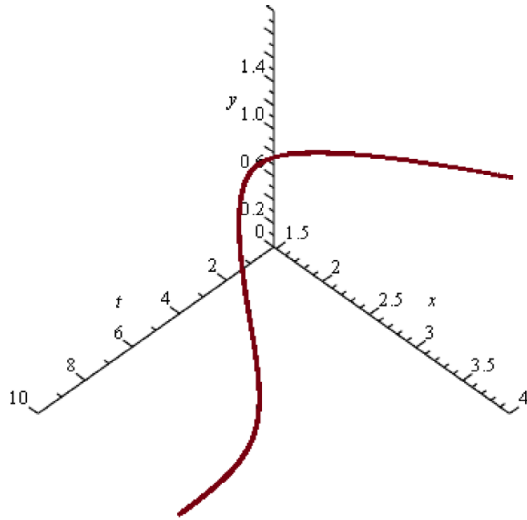
```



```
odeplot(sol, [t, x(t), y(t)], 0 .. tmax, axes = normal, numpoints = N,  
style = point, labels = [t, x, y], orientation = [-90, 90]);
```



Cambiamo i due valori di  $h$  e  $N$  ( $h:=0.01$ :  $N:=5000$ :) e ripetiamo per intero il codice in giallo:



Per il momento, lo studente è invitato a cimentarsi da solo nella soluzione degli ultimi tre problemi proposti, che riguardano alcune varianti del sistema prede-predatori (5). (Per inciso, una caratteristica che è stata considerata in ulteriori modelli è il ritardo temporale – per entrambe le specie – dovuto alla riproduzione, o alla reazione dei membri della popolazione a qualche mutamento ambientale o nelle popolazioni di altre specie.) Riprenderemo il discorso alla fine, e vedremo come – mettendo insieme le modifiche introdotte nei problemi 11 e 10, per tener conto sia di un eventuale eccesso di prede sia della conseguente “sazietà” dei predatori – si giunga a un sistema dal diverso comportamento, con un’interessante proprietà... che nel frattempo avremo imparato a riconoscere!

Infatti, avviandoci verso la conclusione del nostro breve corso introduttivo a questo affascinante campo della scienza, esamineremo ora un sistema in due dimensioni (continue) che rientra nella stessa categoria dei sistemi autonomi, e che presenta soluzioni qualitativamente diverse al variare di un parametro, tendenti – a seconda dei casi – a zero oppure a un regime oscillatorio (ovvero, un *ciclo limite attrattivo*): il circuito di van der Pol.