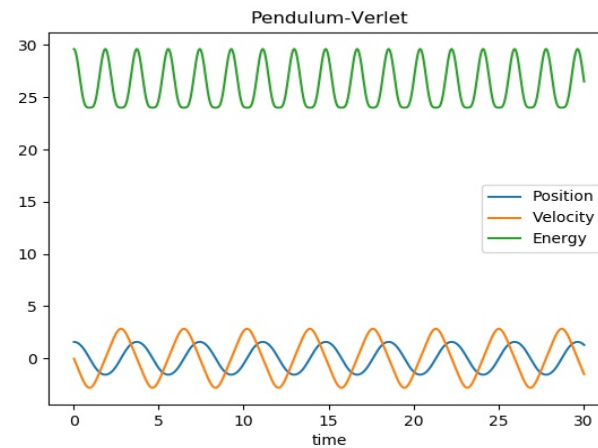
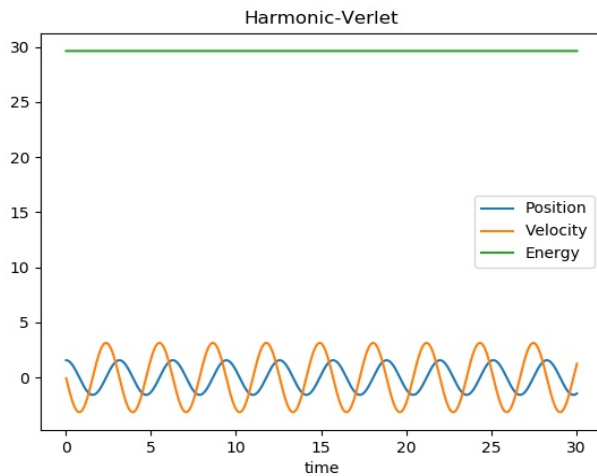
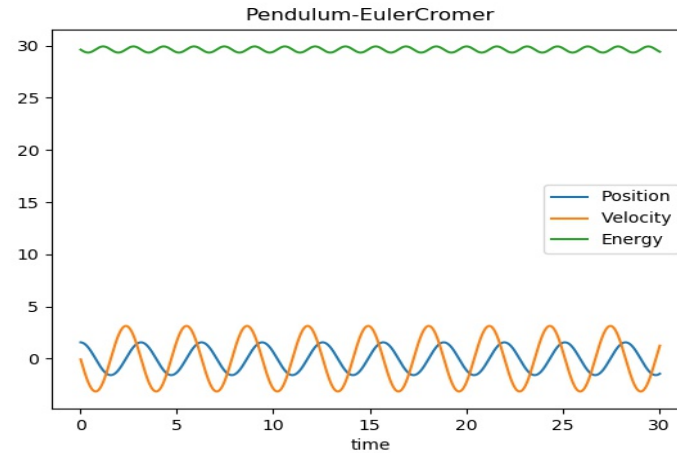
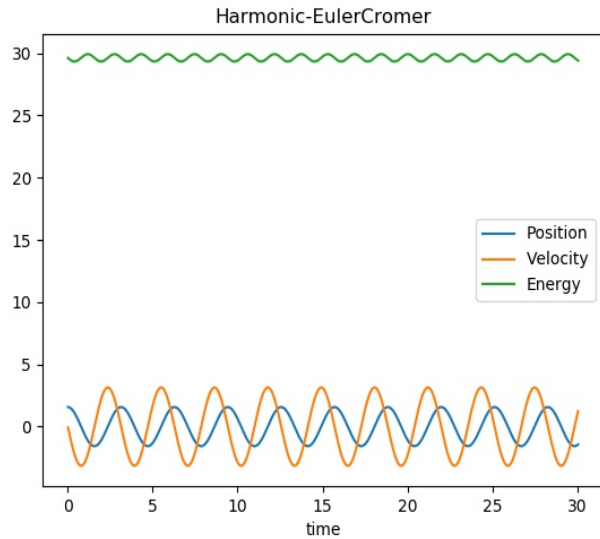
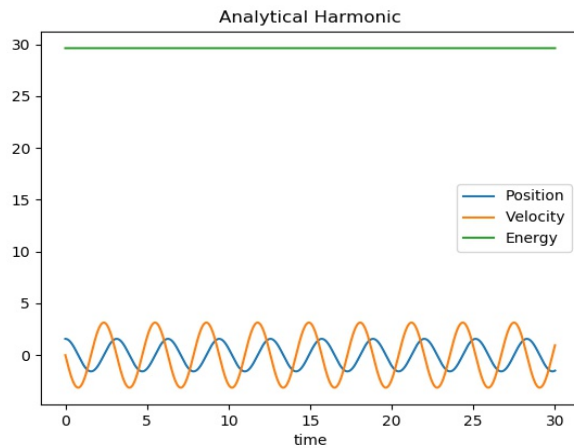
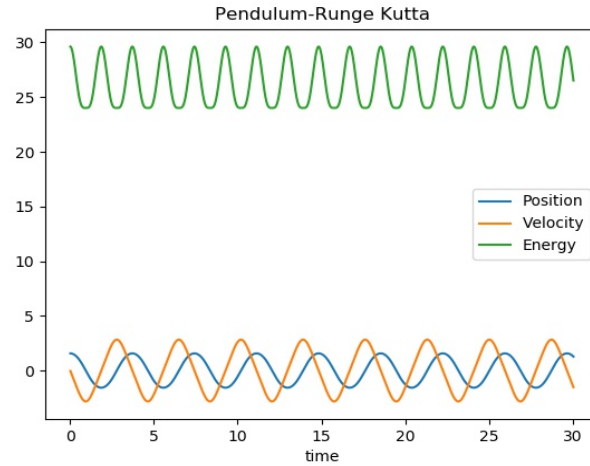
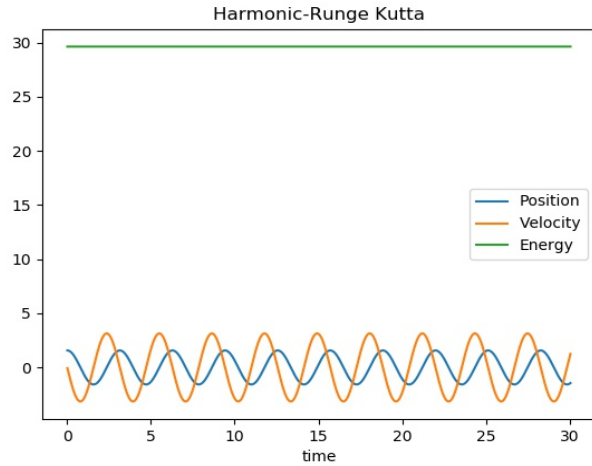


1.1



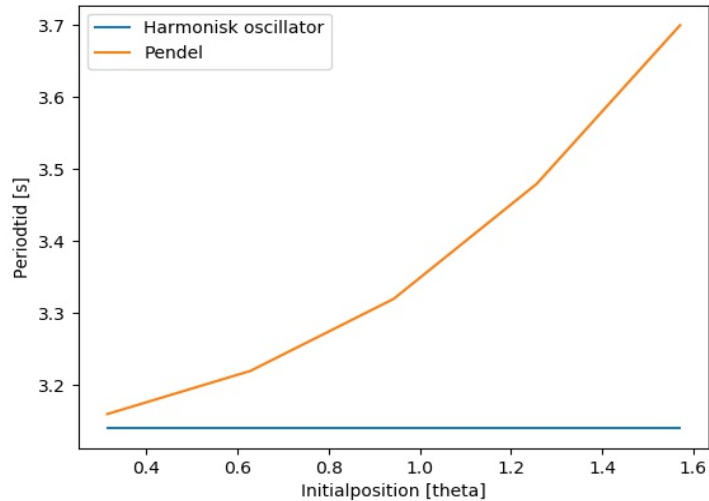
- Plottar för $\theta = 0.5\pi$ initial
- Verlet bättre för HO och E-C bättre för pendeln.
- Det som framförallt skiljer integratorerna är deras energibevarelse

1.1

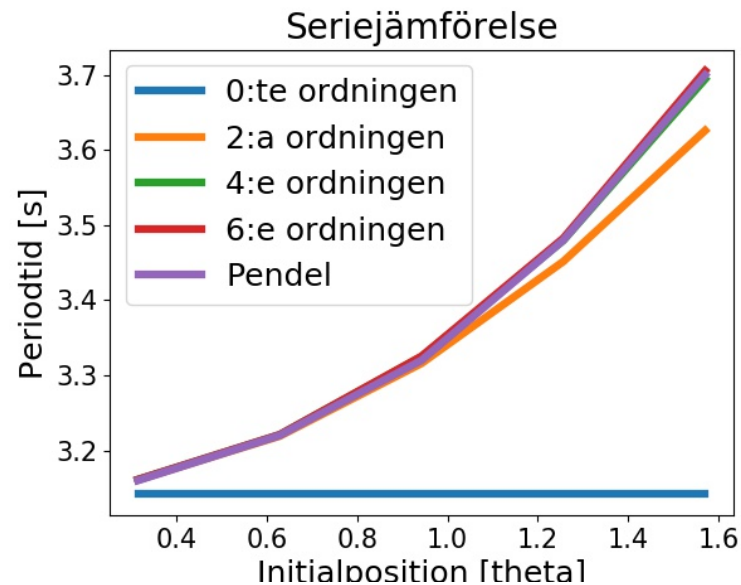


- Runge-Kutta har högst ordning men är ej symplektisk dvs. den är ej areabevarande vilket är en nackdel
- Vi ser att de numeriska lösningarna stämmer bra överens med den analytiska lösningen av HO
- Minskar vi den initiala vinkeln blir positionerna, hastigheterna samt energin mindre men de uppvisar samma beteende

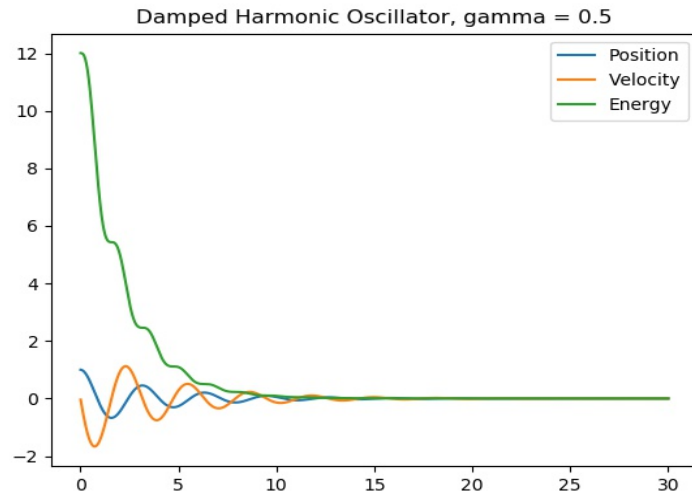
1.2



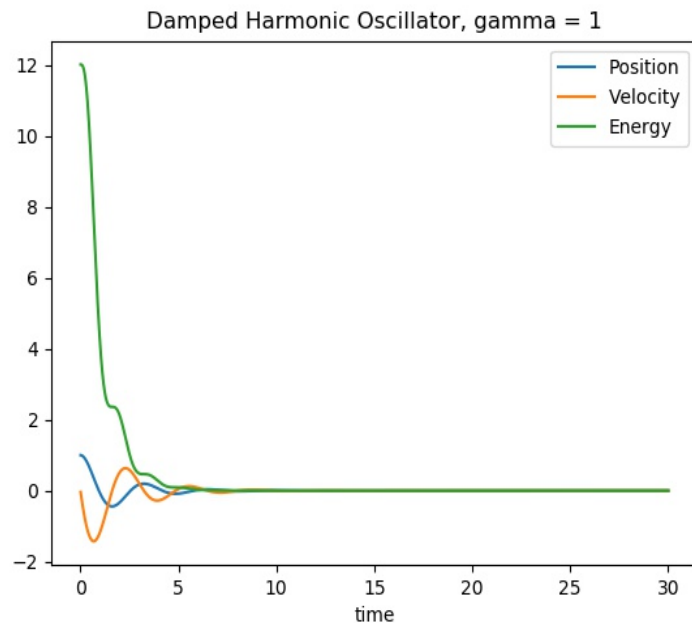
- För HO är perioden konstant medan den ökar då initialpositionen ökar för pendeln
- Då vi inkluderar fler termer i störningsserien så närmar sig den pendeln.
- Från ordning fyra har vi en nästan identisk periodtid.



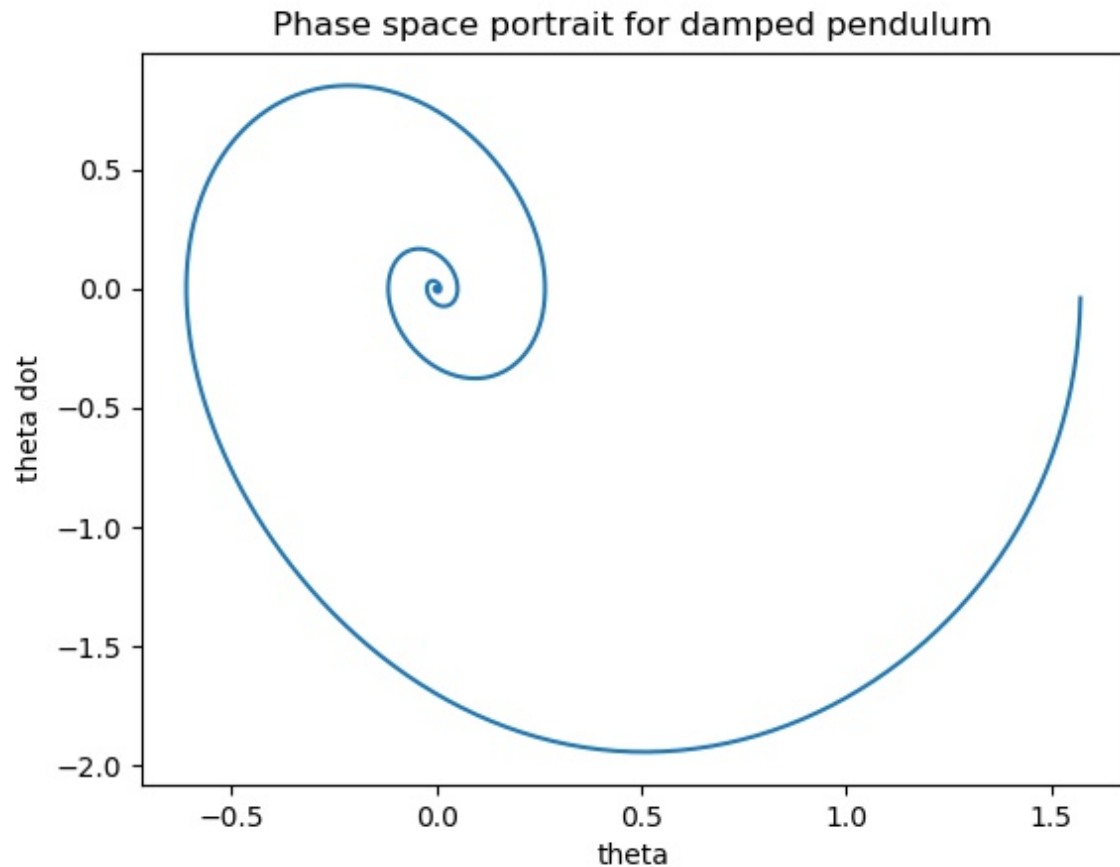
1.3



- Ju större gamma desto större dämpning har systemet
- Relaxationstiden är 3.25 respektive 1.6 sekunder
- Minskar då vi ökar gamma
- Den kritiska värdet på gamma för vilket vi inte passerar $x = 0$ är ungefär 4

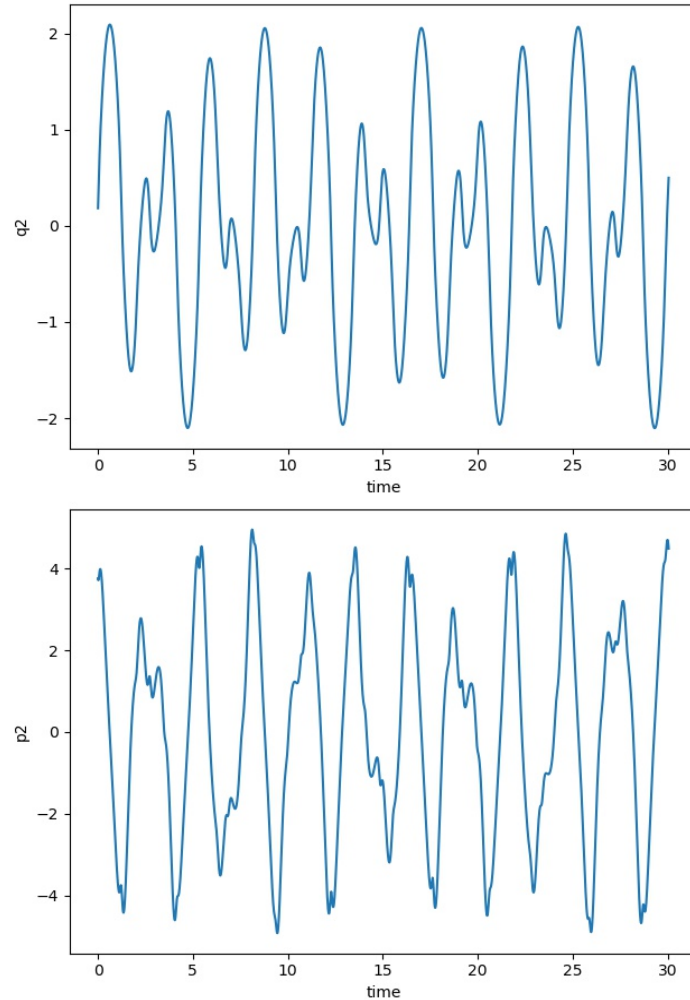


1.4



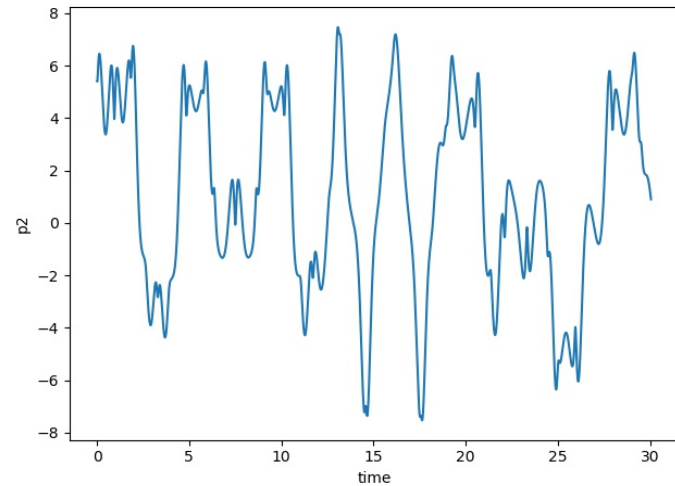
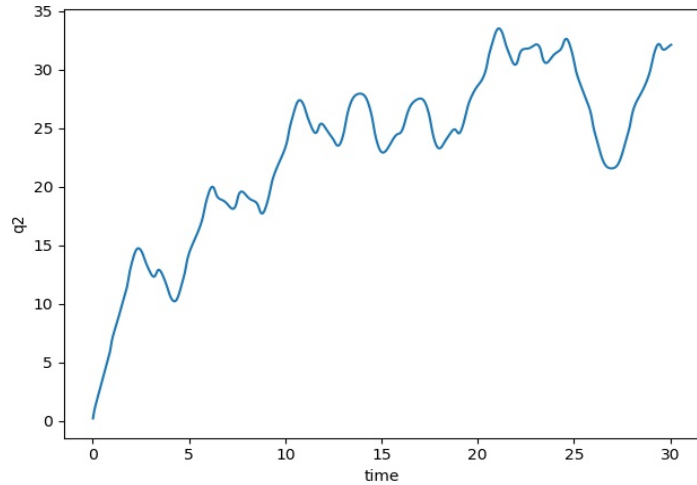
- Fasporträtt för dämpad pendel
- Initialt befinner vi oss längst till höger och rör oss sedan mot origo
- Varje gång vi passerar en given position har den absoluta hastigheten minskat

1.5a



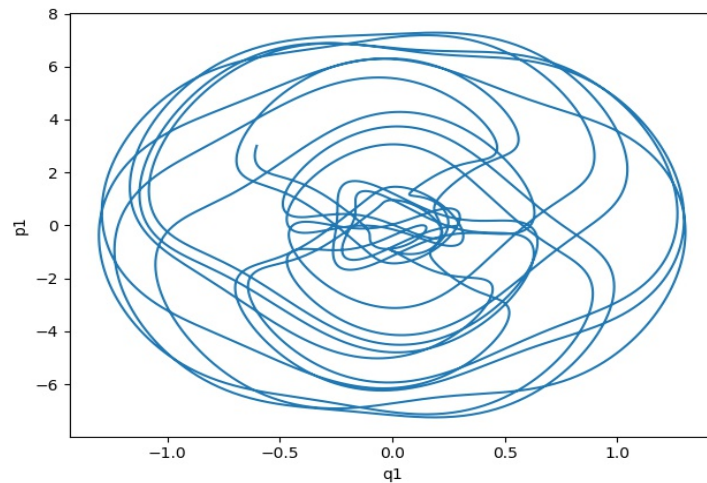
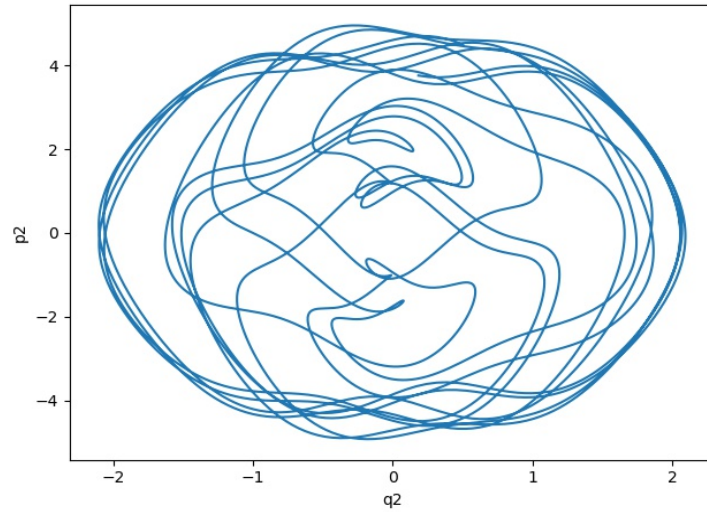
- För $E = 15$, $p_1 = 0$ samt $q_1 = 0.32$, $q_2 = 0.11$
- Visuellt ser systemet ut att uppträda kaotiskt
- Framförallt plottar för den andra pendeln som är intressanta för att bestämma om systemet är kaotiskt

1.5a



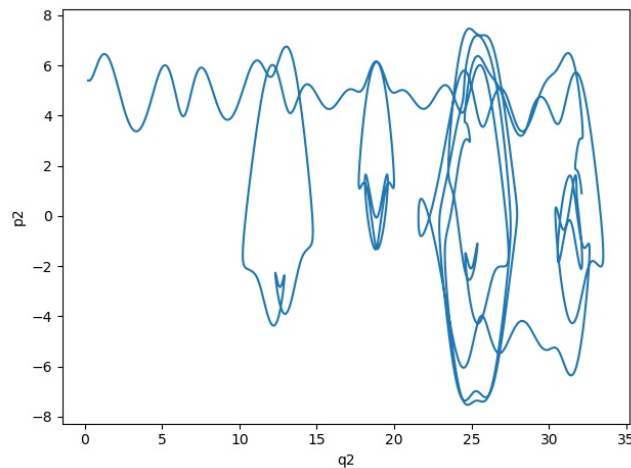
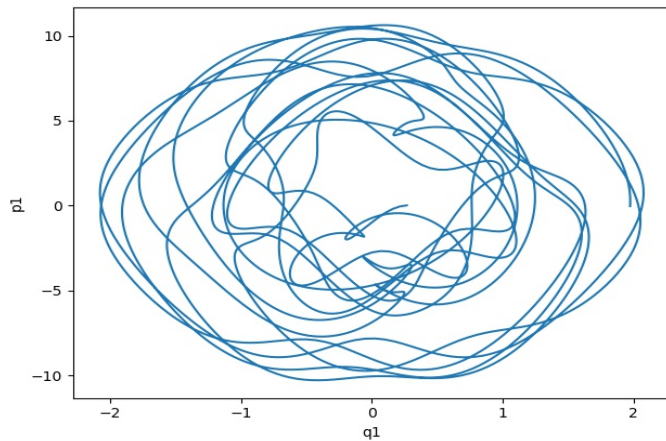
- För $E = 30$, $p_1 = 0$ samt $q_1 = 0.32$, $q_2 = 0.11$, dvs. vi ändrar bara energin
- Systemet uppträder kaotiskt. Ses lättast för plotten med q_2
- Både E samt de initiala värdena på q_1 , q_2 påverkar om systemet uppträder kaotiskt

1.5b



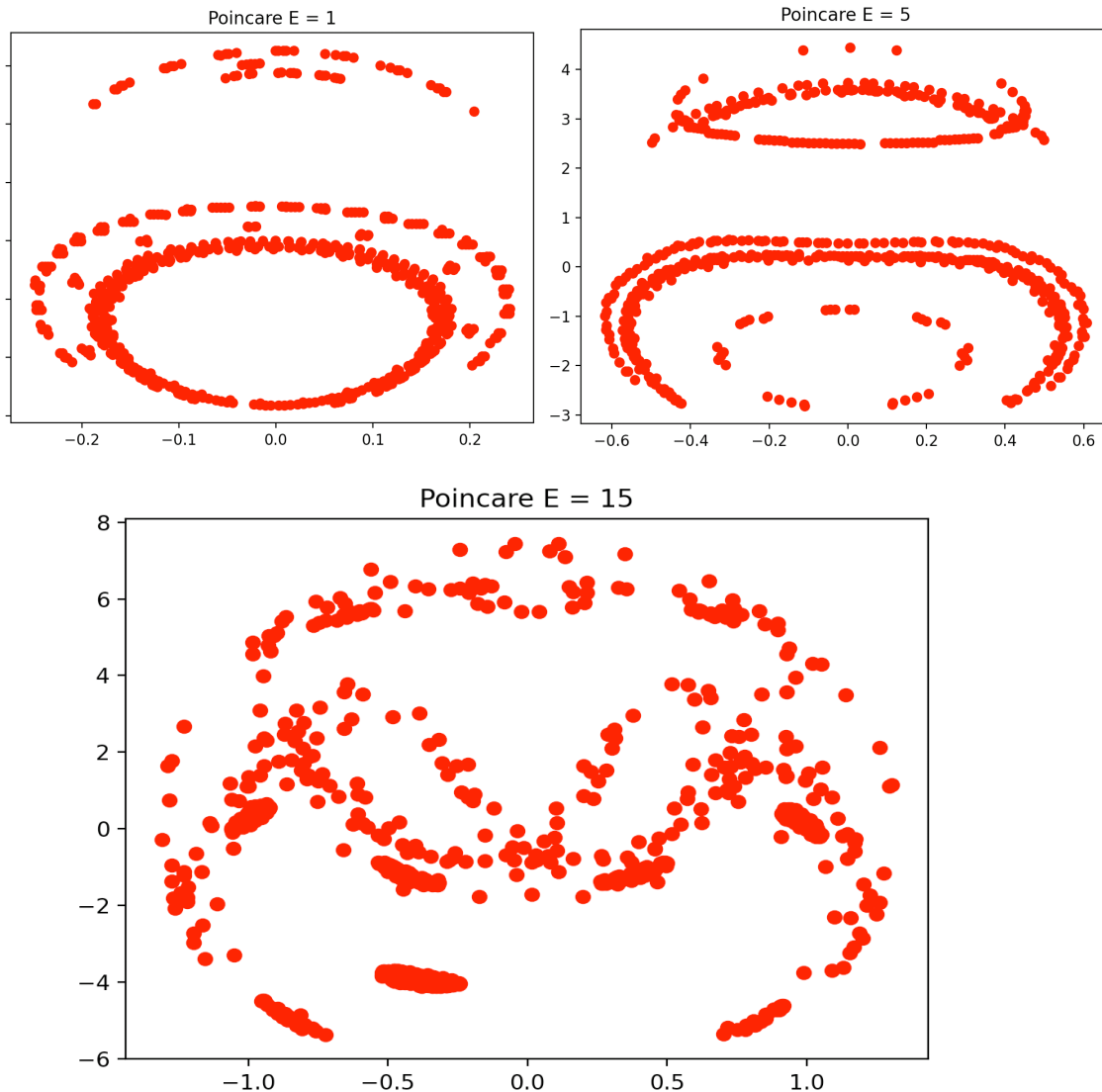
- Fastillståndsdigram för $E = 15$, $p_1 = 0$ samt $q_1 = 0.32, q_2 = 0.11$. Samma som det första fallet i 1.5a
- Återigen visar plottarna att systemet uppträder kaotiskt.

1.5b



- Fastillståndsdigram för $E = 15$, $p_1 = 0$ samt $q_1 = 0.32, q_2 = 0.11$. Samma som det andra fallet i 1.5a
- Plottarna visar som förväntat ett kaotiskt beteende vilket vi kan se tydligast ser i den andra plotten
- De initiala värden på q_1 och q_2 samt det initiala värdet på energin påverkar om systemet uppträder kaotiskt.
- Personligen tycker jag att det är mer intuitivt att se om systemet uppträder kaotiskt från plottarna i 1.5a

1.5c,d



- Poincaréplottar för energierna $E = 1, 5, 15$
- Om systemet uppträder stabilt så bör man få en tydlig kurva i Poincaréplotten medan ett kaotiskt beteende genererar stor spridning.
- Ett kritiskt värde på energin ska ge en Poincaréplott som både har en sluten kurva men där det börjar förekomma viss spridning. Således bör denna energi då kaotiskt beteende börjar förekomma ligga mellan tio och femton vid ungefär 12.5