# 第九次作业——混沌摆（习题3.12）

## 摘要

本次作业使用Runge-Kutta-Fehlberg方法求解一维物理摆的运动方程，并考虑耗散（阻力），计入周期性外力，给出摆角与角速度的相图，由此初步探索混沌现象。

## 背景介绍

与上次作业不同的是，本次作业不再采用小角摆动假设，并且将摆角θ束缚, 在[-θ, θ]范围中。此时单摆的运动方程为

d^2θ(t)/dt^2=-(g/l) sin(θ)-q(dθ(t)/dt)+F\_D sin(Omega\_D t)

## 正文

上面的运动方程中含有四个参数：l, F\_D, q, Omega\_D。本题中我们设定摆长为9.8米，驱动力幅度为1.2牛顿，耗散系数为0.5，驱动力周期是2/3。并将初值条件设为θ(0)=0.2 rad, dθ(0)/dt=0 rad/s（初始角速度为0）。计算步长为0.04s，步数为99999步，得到的θ – ω相图如下所示。

规律运动的单摆θ – ω相图应为一个闭合的椭圆，上图表明在一定的参数下，一个既有耗散又有驱动力的物理摆可能发生混动运动。除此以外，驱动力为0（t=2nπ/Omega\_D）以及驱动力最大（t=(2n+1/2)π/Omega\_D）时刻的相图（又称为Poincare Section）也一并画在下图中。

## 结论

在一定的参数下，一个既有耗散又有驱动力的物理摆可能发生混动运动