

# Whether an orbit is on an invariant torus

不变环面的确定

---

Wenyin Wei 魏文崑<sup>1,2,3</sup> wenyin.wei@ipp.ac.cn

Nov. 3<sup>rd</sup> 2022

<sup>1</sup>中科院合肥物质研究院, 等离子体物理研究所

**ASIPP**, Institute of Plasma Physics, Chinese Academy of Sciences

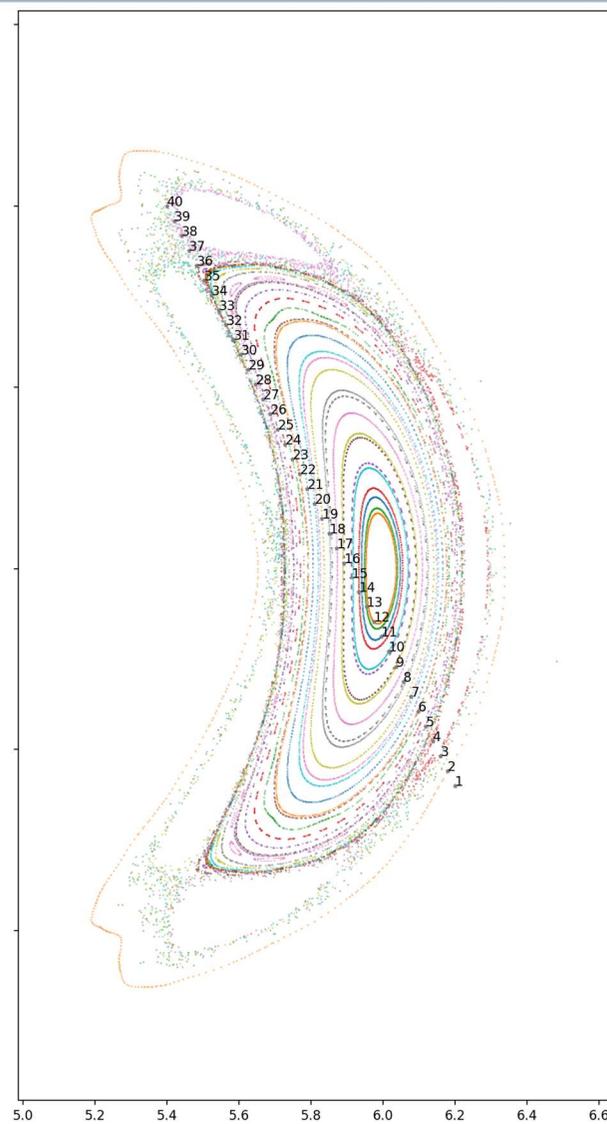
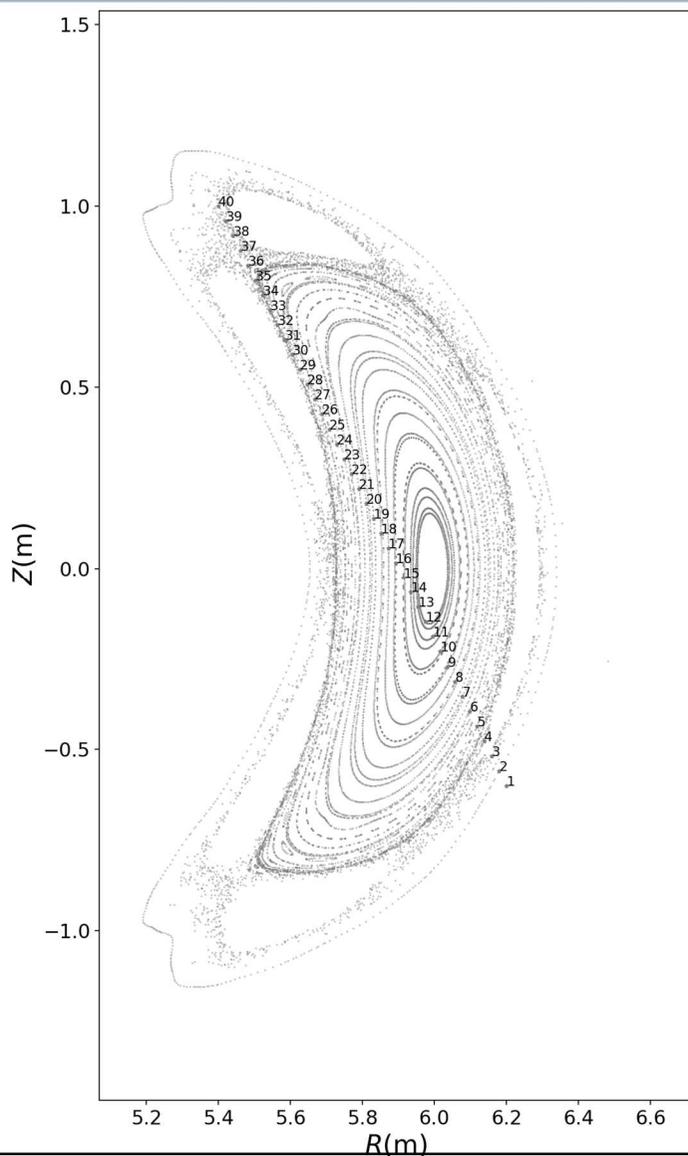
<sup>2</sup>中国科学技术大学

**USTC**, University of Science and Technology of China

<sup>3</sup>德国尤利希研究中心, 能源和气候研究所 (soon)

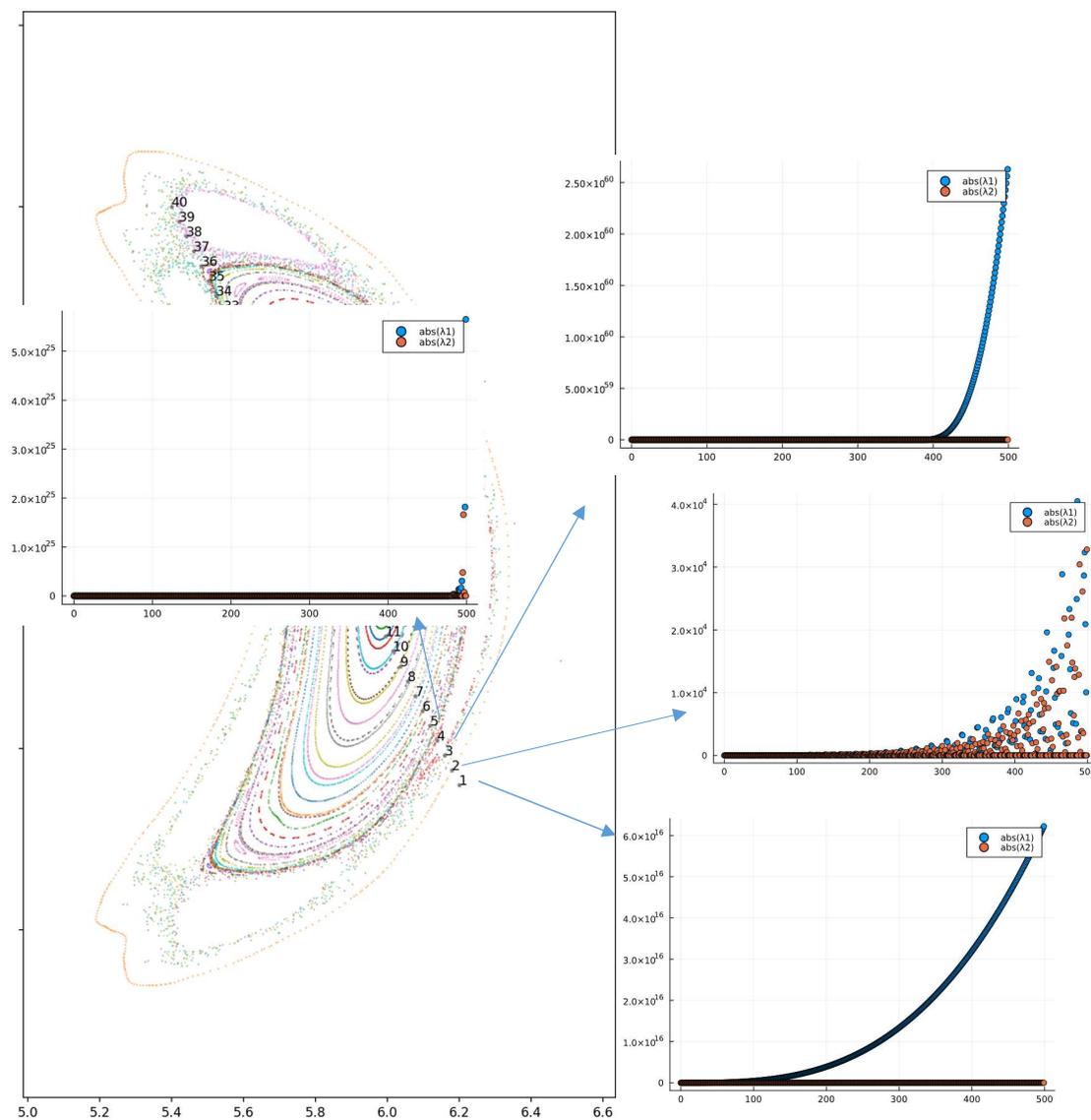
**Jülich**, Institut für Energie- und Klimaforschung, Forschungszentrum Jülich GmbH (soon)

# Whether an orbit is on an invariant torus



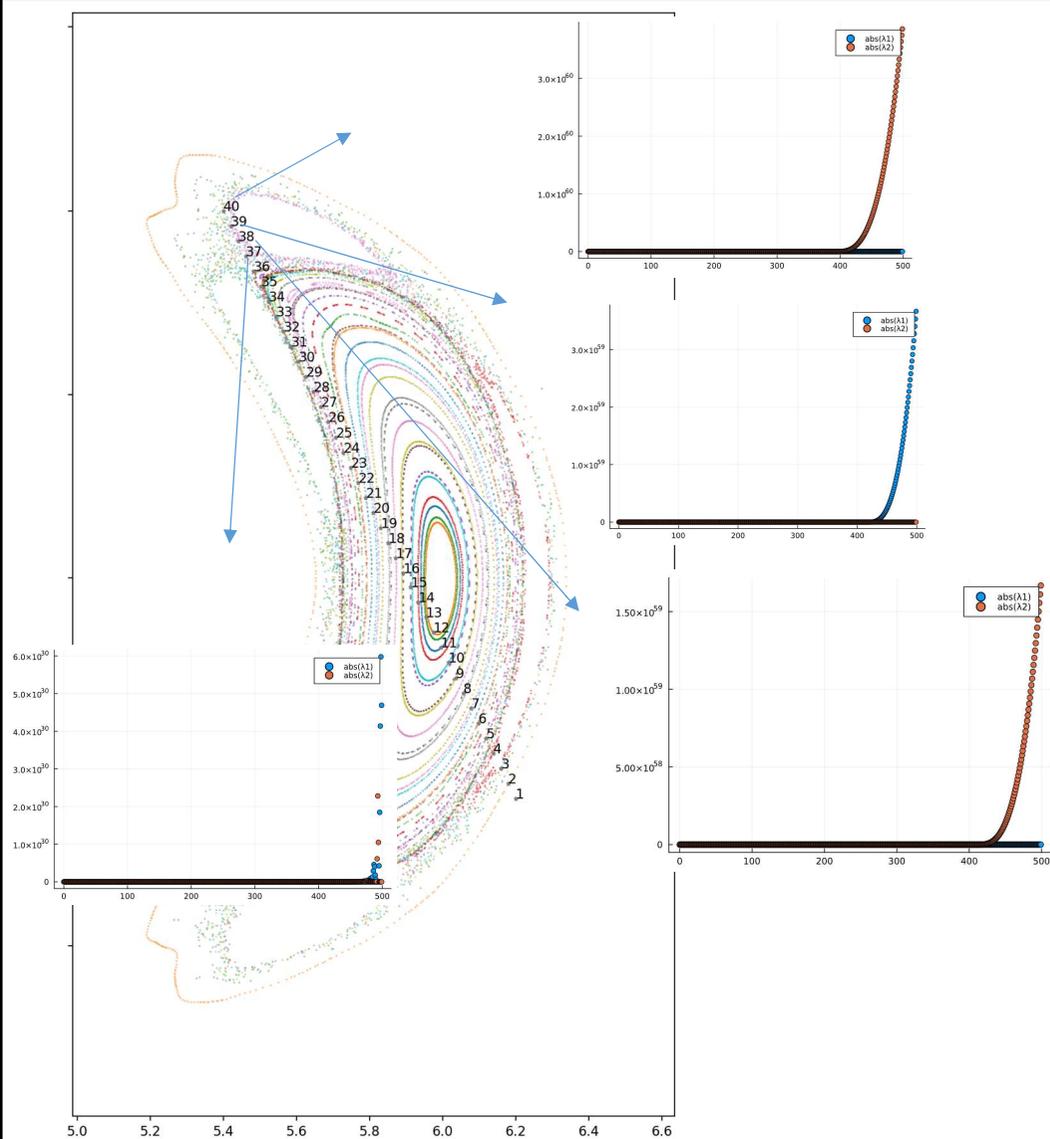
- 在 W7-X 上选取 40 个起始点，进行 Poincare 映射。
- 理论上，在混沌区中， $DP^m$  的两个特征值应该会随着  $m$  的增大而暴涨；
- 而非混沌区，即嵌套闭合磁面的区域（换言之可积 Hamilton 的区域）中不管  $m$  多大， $DP^m$  的特征值都应该是有上界的，不会趋向无穷大。

# Whether an orbit is on an invariant torus



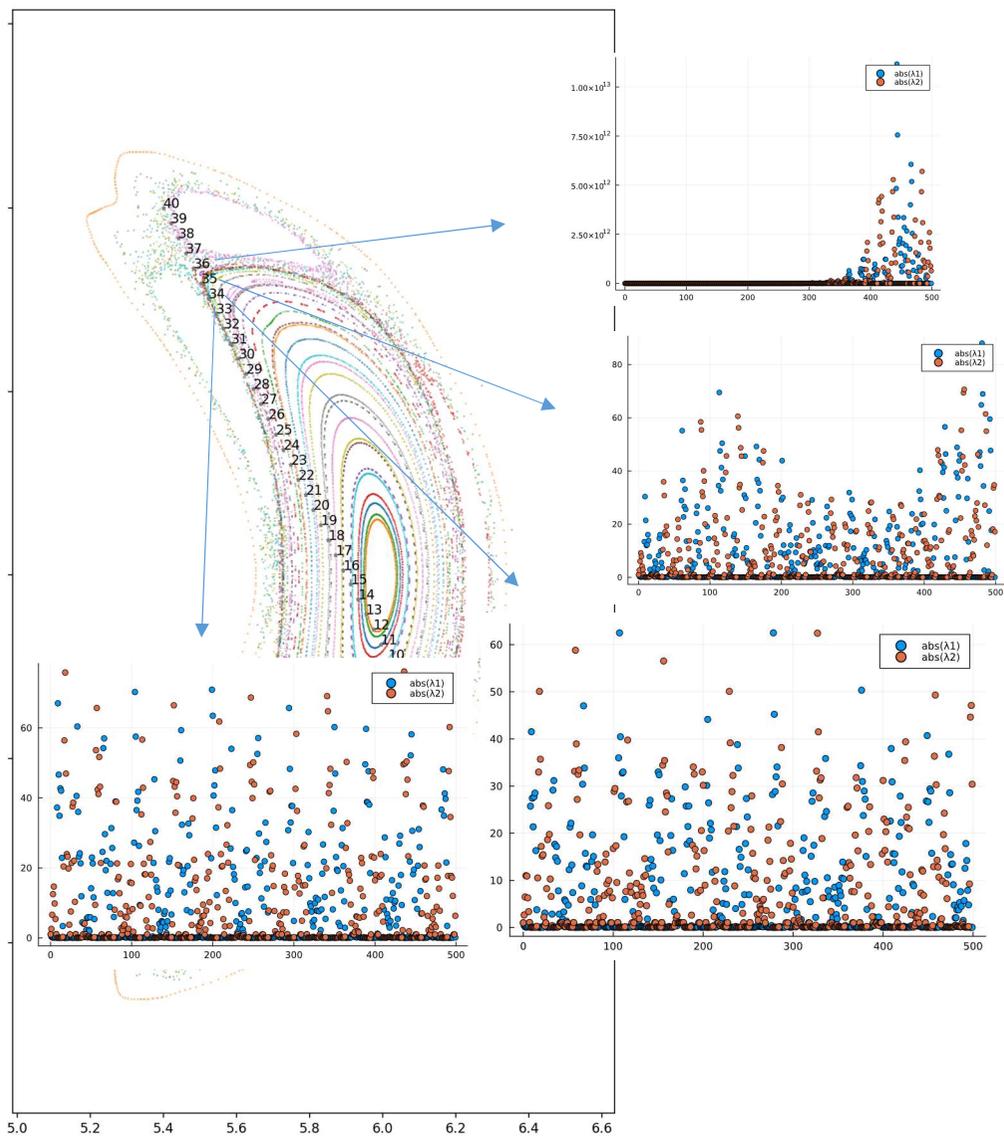
- 在 W7-X 标准位型上选取 40 个起始点，进行 Poincare 映射。
- 作散点图，横轴是 Poincare 映射的次数  $m$ ，竖轴是  $DP^m$  两个特征值。
- 第 3、4 个点深处混沌区，较大的特征值在  $m \sim 500$  时分别暴涨到  $10^{60}, 10^{25}$  量级。
- 第 2 个点的轨迹勉强能形成光滑性不是很好的磁面，较大特征值涨到  $10^4$  量级。
- 第 1 个点的轨迹很稀松，看不清楚，较大特征值涨到  $10^{16}$  量级。

# Whether an orbit is on an invariant torus



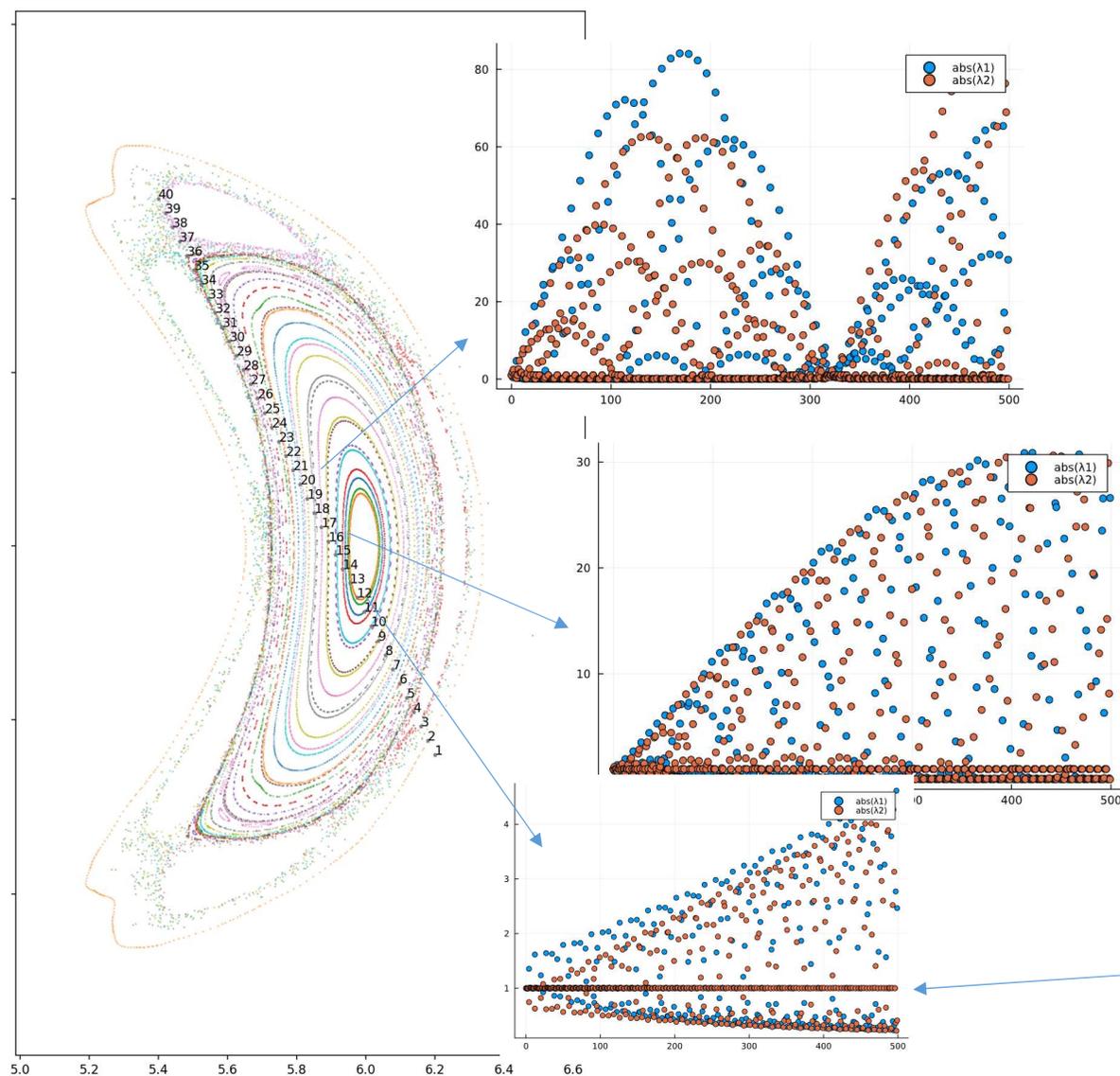
- 在 W7-X 标准位型上选取 40 个起始点，进行 Poincare 映射。
- 作散点图，横轴是 Poincare 映射的次数  $m$ ，竖轴是  $DP^m$  两个特征值。
- 第 38、39、40 个点深处混沌区，较大的特征值在  $m \sim 500$  时暴涨到  $10^{60}$  量级。
- 第 37 个点的轨迹较大特征值涨到  $10^{30}$  量级。

# Whether an orbit is on an invariant torus



- 在 W7-X 标准位型上选取 40 个起始点，进行 Poincare 映射。
- 作散点图，横轴是 Poincare 映射的次数  $m$ ，竖轴是  $DP^m$  两个特征值。
- 第 33、34、35 个点深处混沌区，较大的特征值在  $m \sim 500$  时仅只有  $10^1$  量级，说明其轨道混沌程度不强，符合图示。
- 第 36 个点的轨迹，较大特征值会涨到  $10^{13}$  量级，对比充分。

# Whether an orbit is on an invariant torus



- 在 W7-X 标准位型上选取 40 个起始点，进行 Poincare 映射。
- 作散点图，横轴是 Poincare 映射的次数  $m$ ，竖轴是  $DP^m$  两个特征值。
- 第 16、20 个点靠近芯部，较大的特征值在  $m \sim 500$  时仅有  $10^1$  量级，说明其轨道混沌程度不强，符合图示。
- 第 12 个点的轨迹，较大特征值最大只涨到 4 ( $10^0$  量级)，对比极其明显。注意，当  $P^m$  十分靠近起始点时， $DP^m$  的特征值应当周期性地回归 1 附近（有理面上  $P^m$  回归起始点，无理面不完全相等，但也会很靠近 1）。符合理论！