

专题一 混沌

1. 混沌的基本特征是什么？试简单加以解释。
2. 混沌是确定性与随机性的结合。那么，这里的确定性是指什么？随机性又是指什么？
3. 什么是初值敏感性？什么是自相似性？
4. 什么是吸引子？什么是奇怪吸引子？

专题一 混沌

1. 混沌的基本特征是什么？试简单加以解释。

- 1、非线性系统中的特有现象；
- 2、对参量的依赖性；
- 3、对初值的极端敏感性；
- 4、确定性系统中的内在随机性；
- 5、混沌运动的相空间为奇异吸引子；
- 6、混沌运动遵守“有序——混沌——有序”的循环过程，是有序无序的对立统一；混沌中也具有“有序”的内部结构。

专题一 混沌

2. 混沌是确定性与随机性的结合。那么，这里的确定性是指什么？随机性又是指什么？

即使对于典型的可用确定论方法描述的系统来说，只要该系统稍微复杂一些（通常是指含有非线性因素），系统在按照运动微分方程演化时，由于非线性相互作用，从给定的初值出发，却不能得到确定的结果，从而呈现出随机行为。这种来自可用确定论方法描述的系统中的无规运动，称为混沌或内在随机性。此处的随机性并不是简单的无序或混乱，只是没有明显的周期和对称，具有丰富内部层次的有序。

专题一 混沌

3. 什么是初值敏感性？什么是自相似性？

初始条件的极小偏差，将会引起结果的极大差异。

自相似性是复杂系统的总体与部分，这部分与那部分之间的精细结构或性质所具有的相似性，或者说从整体中取出的局部能够体现整体的基本特征，即几何或非线性变换下的不变性。

专题一 混沌

4. 什么是吸引子？什么是奇怪吸引子？

吸引子表示动力学系统当 $t \rightarrow \infty$ 时的渐近行为，分为平庸吸引子和奇怪吸引子。奇怪吸引子虽然复杂但有明确的边界，这个明确的边界保证体系在整体上存在稳定性，但在吸引子范围内相点出现的位置却完全随机。

其物理性质：

- (1) 在整体上是稳定的，又具有局部的不稳定性；
- (2) 对初始条件十分敏感. 任意两个初始值靠的很近的轨道，都将很快地随时间分离。
- (3) 具有无穷嵌套的自相似结构。

专题二 熵

1. 什么是熵流和熵产生？为什么只有在开放系统中才存在从无序到有序转化的可能性？
2. 当系统远离平衡态时，系统会出现哪些可能的状态？
3. 什么是信息？信息与熵有何关系？
4. 如何理解知识就是负熵这一观点？
5. 什么是自组织现象？它是在什么条件下进行的？

专题二 熵

1. 什么是熵流和熵产生？为什么只有在开放系统中才存在从无序到有序转化的可能性？

对于开放系统，系统与环境有能量和物质交换，有可能流进负熵，从而可能导致系统的熵减少，从无序向有序转化。

由 $dS = d_i S + d_e S < 0$ ， $d_i S$ 是系统内产生的熵称为熵产生，且 $d_i S > 0$ ；而 $d_e S$ 是从外界流入系统的熵，简称熵流，它有三种可能，即 $d_e S > 0$, $d_e S = 0$ 和 $d_e S < 0$ ，取决于系统与外界的相互作用。

专题二 熵

2. 当系统远离平衡态时，系统会出现哪些可能的状态？

系统在远离平衡态时可以有多种可能的有序结构（耗散结构），若控制参数进一步增加，系统更加偏离平衡态，可能的分支越来越多，从而使系统的状态不可预测，这时系统又进入无序态，即混沌态。

这种混沌无序态是宏观上无序，微观上有序；而平衡无序态是宏观、微观均无序。

专题二 熵

3. 什么是信息？信息与熵有何关系？

信息：是对事物状态、存在方式和相互联系进行描述的一组文字、符号、语言、图像或情态。

信息 = 熵减少 = 负熵的增加

专题二 熵

4. 如何理解知识就是负熵这一观点？

知识和技术可以使生产安排合理而科学，可以减少能耗和废品，可以较少熵的产生，从这个角度看，知识、技术起着负熵的作用。

专题二 熵

5. 什么是自组织现象？它是在什么条件下进行的？

对于开放系统，在非平衡态下，其熵会减小，从无序向有序发展，这就是自组织现象。