

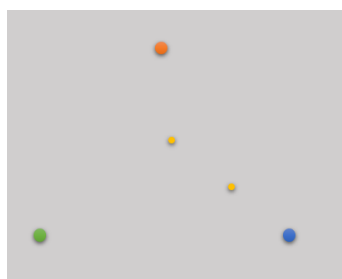
4. 我是海边的一粒沙

1. 引言

“比特匠心”们结束了 n -queens 游戏，有些无聊的时候，小明在海滩上将三个贝壳（红绿蓝的点）摆成了等边三角形，小丽往三角形里面扔了一粒沙（黄色小点）。故事就这样开始了 😊



小明拿出一粒骰子 🎲，让小丽掷，说“如果你掷出 1 和 4，我就在刚才扔下的沙子和红贝壳中间再放一粒沙子，如果掷出 2 和 5，则在沙子和绿贝壳中间，如果掷出 3 和 6，则在沙子和蓝贝壳中间，再放一粒沙子”。结果小丽掷出了 6，于是海滩上就又多了一粒沙 😊



然后，小丽继续掷骰子，小明根据小丽掷出的点数，在刚扔下的沙子和点数对应的贝壳中间再放一粒沙子。比如这次掷出了 2，就变成这样。



如此周而复始，海边三角形中的沙子越来越多。。。。。。如此扔下 1 万粒沙子后，你能想象到海滩上会出现什么样的图形吗？假设三角形足够大，沙子不会互相重叠。

编个程序，预测一下吧 🤖 前三个实验都完成了，这个就是小菜一碟啦 😊

2. 不止三个贝壳

在 600×600 像素的画布上，考虑直径为 600 像素，圆心在 (300, 300) 的圆的内接正 n 边形的 n 个顶点（其坐标可通过简单的几何运算求得），代表贝壳，画得大一点。代表沙子的点画得小一点。请完成以下 4 个任务，不限编程语言，每个 21 分。

- (1) 当 $n=3$ 时，靠向红绿蓝顶点的沙子，分别用与顶点相同的颜色画。
- (2) 当 $n=4$ 和 5 时，添加一个限制：如果掷出的点数又指向上一次被选中的贝壳（顶点），则重新掷。
- (3) 当 $n=4$ 时，如果掷出的点数所指向的贝壳与上一次被选中的贝壳的距离为 2（对角的贝壳），则重新掷。
- (4) 当 $n=5$ 时，下一个位置在刚扔下的沙子和随机选中顶点的黄金分割处（分割比例 $1/\varphi$ ，golden ratio: $\varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1.618033988 \dots$ ）

3. “贝壳统一论”

上述不同的撒沙子过程在本质上都是一样的，但也有各自独特的部分。能否设计一个程序，通过配置参数就可完成不同的任务呢？使得重复代码尽可能地少。（16 分）

Hint: 上述撒沙子的过程可以通过仿射变换来进行建模，仿射变换在人工智能中的应用非常广泛。当然，也可以不用仿射变换，只要使得重复代码尽可能地少就行。