

网板周赛第 57 期 T2: 圆在一排圆上的滚动

内蒙古乌审旗高级中学 —— 边步兴

2018.3.19

课件编号: 33683

<http://netpad.net.cn/svg.html#posts/33683>



主要思路:

先构造出滚动圆的圆心轨迹(用点值控制——平移圆(半径 $2*r$ 的大圆)的起始点), 在滚动圆心轨迹上取点, 构造出滚动圆(用点值控制——自转圆上的旋转点):

整个制作分为四大板块:

(板块一) 准备工作

1、参数说明:

对象[5], [6], [7]:

n ——表示一排非滚动圆的个数;

r ——表示圆半径;

t ——表示控制整个运动的变量, 范围设置为 $0 \sim 2*n+4$;

2、测量对象

[8]: $m0 = \text{if}(t < n, \text{floor}(t), t < n + 2, n - 1, t < 2 * n + 2, (2 * n + 1) - \text{floor}(t), 0) * 2 * r$

[9]: $m1 = \text{if}(t < n, 2, t < n + 1, 1, t < n + 2, 0, t < 2 * n + 2, 5, t < 2 * n + 3, 4, t < 2 * n + 4, 3, 2) * (\text{pi} / 3)$

[10]: $m2 = (t - \text{floor}(t)) * \text{pi} / 3$

[11]: $m3 = u0 - (2 * n + 4) * 2 * \text{pi} / 3 * u1$

说明: 有关测量对象的作用在后面解释

(板块二) 制作一排非滚动圆

[12]: 坐标原点 O 为圆心 $2*r$ 半径的圆

[13]: 在[12]号对象上取点 (属性中点值和拖动变量默认为 $u0$, 作用: 是用来调整一排扇形圆的初始方向)

[14]: 将[13]号对象绕着[1]号对象逆时针旋转 $2*\text{pi}/3$ (弧度),

[15]: 按顺序选中[1]、[13]、[14]号对象用圆心与两点的弧工具作出弧 (在属性中勾选扇形)

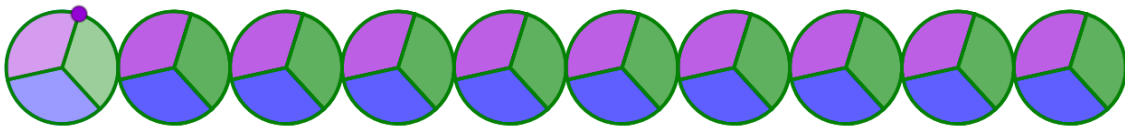
[16]: [15]号对象绕着[1]号对象逆时针旋转 $2*\text{pi}/3$ (弧度),

[17]: [15]号对象绕着[1]号对象顺时针旋转 $2*\text{pi}/3$ (弧度), (在属性中修改填充颜色以区分三个扇形)

[18]: 将[1]号对象向右平移 $2*r$,

[19]: 隐藏[1]、[12]、[13]、[14]选中[1]号对象如图进行迭代设置, 迭代后效果如图所示;





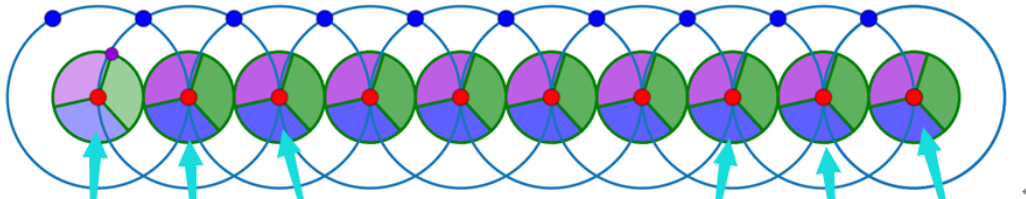
(板块三) 制作滚动圆心轨迹

[20]、[21]、[22]: 以 $(m_0, 0)$ 点为圆心, $2*r$ 为半径做出平移的动圆, 并在圆上取点, 点值设为 m_1 ,

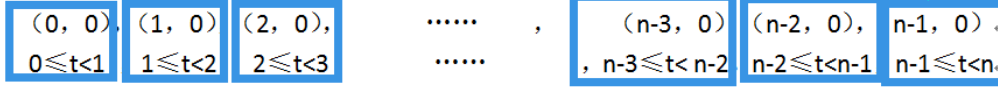
如图所示当 $t < n$ 时, 圆心和圆上的点的初始状态如图所示:

[8]: $m_0 = \text{if}(t < n, \text{floor}(t), t < n + 2, n - 1, t < 2 * n + 2, (2 * n + 1) - \text{floor}(t), 0) * 2 * r$

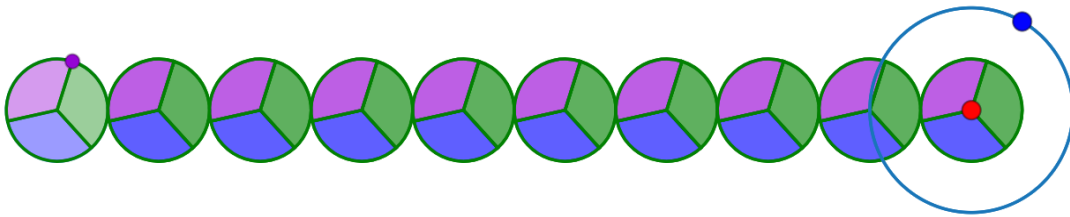
[9]: $m_1 = \text{if}(t < n, 2, t < n + 1, 1, t < n + 2, 0, t < 2 * n + 2, 5, t < 2 * n + 3, 4, t < 2 * n + 4, 3, 2) * (\pi / 3)$



$2*r$ 为半径平移圆的圆心:



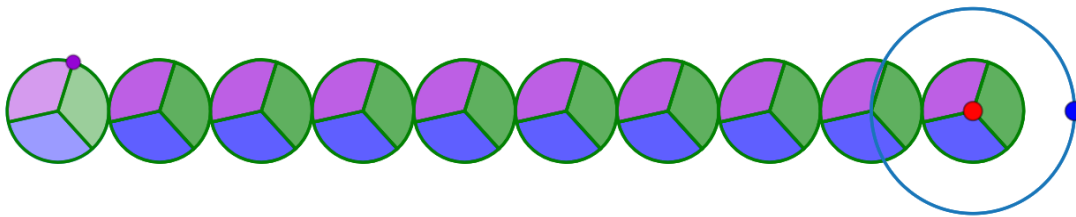
平移的动圆上的点的初始状态都是 $2*\pi/3$;



$2*r$ 为半径平移圆的圆心: $(n-1, 0)$,

t 值: $n \leq t < n+1$

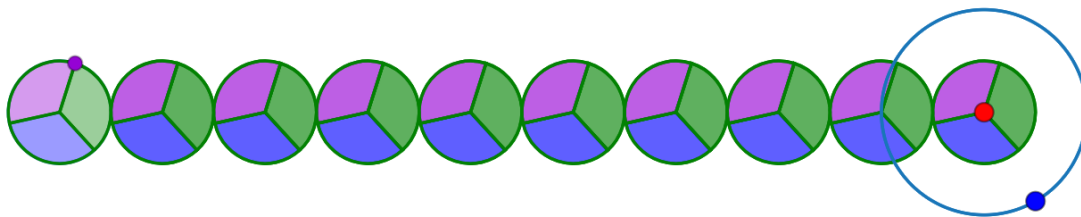
平移的动圆上的点的初始状态都是 $2*\pi/3$;



$2*r$ 为半径平移圆的圆心: $(n-1, 0)$,

t 值: $n+1 \leq t < n+2$

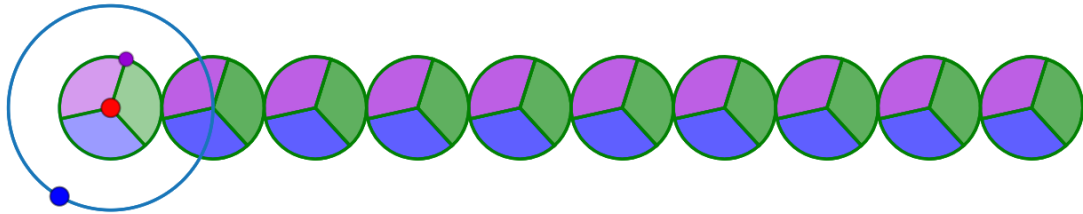
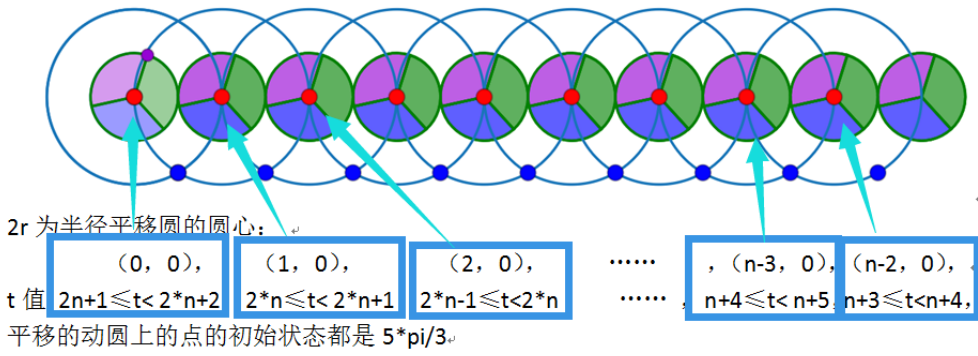
平移的动圆上的点的初始状态都是 0 ;



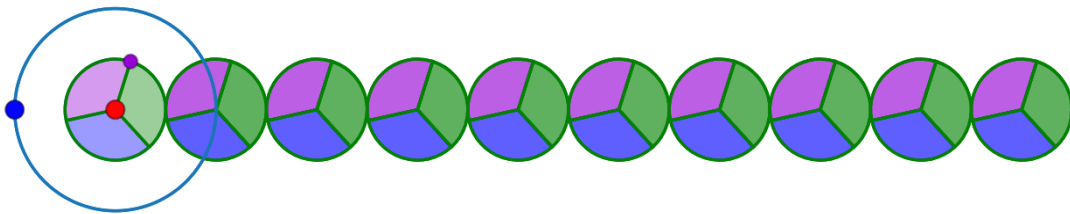
$2*r$ 为半径平移圆的圆心: $(n-1, 0)$,

t 值: $n+2 \leq t < n+3$

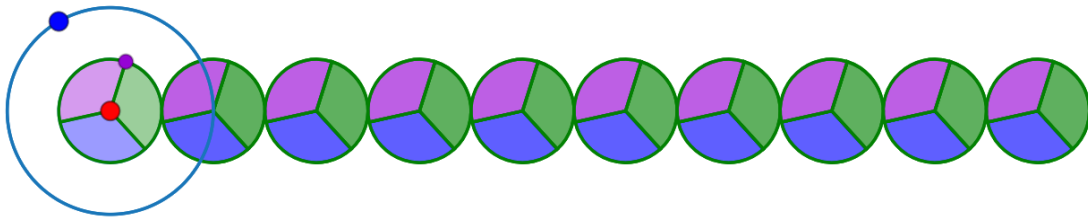
平移的动圆上的点的初始状态都是 $5*\pi/3$;



圆心: (0, 0),
t 值: $2n+2 \leq t < 2*n+3$, 平移的动圆上的点的初始状态都是 $4*\pi/3$;



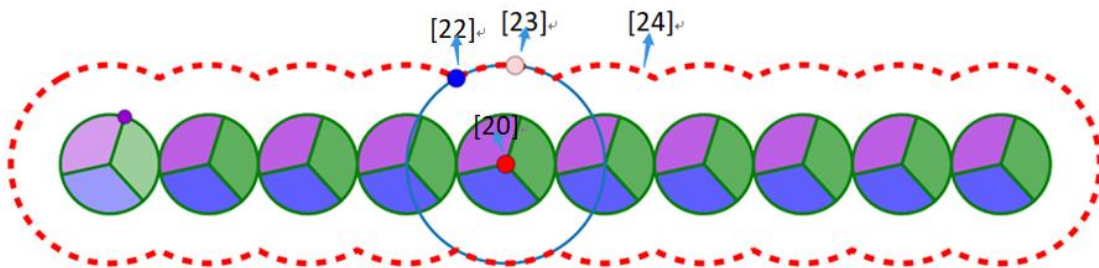
圆心: (0, 0),
t 值: $2n+3 \leq t < 2*n+4$, 平移的动圆上的点的初始状态都是 π ;



圆心: (0, 0),
t 值: $t=2*n+4$, 平移的动圆上的点的初始状态都是 $2*\pi/3$;

[23]: 将[22]号对象绕[20]号对象旋转 m_2 (顺时针) 特别说明: $m_2=(t - \text{floor}(t)) * \pi / 3$

[24]: 在变量 t 的驱动下做[23]号对象的轨迹, (按顺序选中变量 t 即 [7]号对象和[23]号对象用轨迹工具做轨迹, t 范围设置为 $0 \sim 2*n+4$);



(板块四) 滚动圆圆心轨迹上取点构造滚动圆

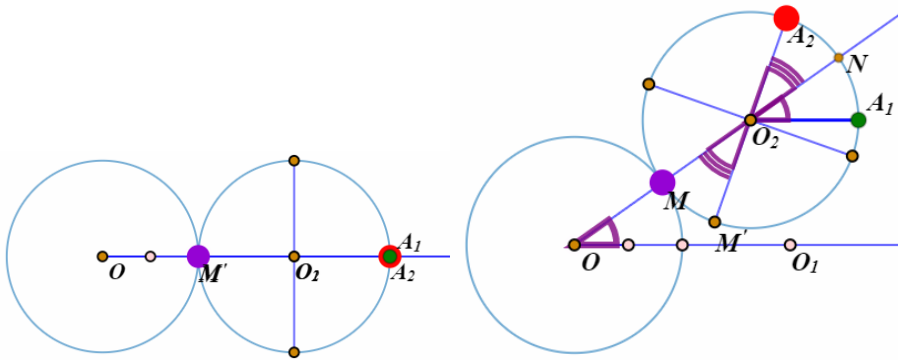
先隐藏[21]、[22]、[23]号对象

[25]: 在[24]号对象上取点 (属性点值和拖动变量默认为 u1, 作用: 是用来控制滚动圆的滚动 (效果相当于平移+自转))

[26]: 以[25]对象为圆心, 为 r 半径作圆

[27]: 在[26]号对象上取点, 点值设为 m_3 特别说明: $m_3= u_0 - (2*n + 4) * 2 * \pi / 3 * u_1$

原理解释:



我们发现两个等半径的圆绕圆旋转时,从图1到图2位置,点 O_2 绕点 O 旋转 α 时,切点 M 绕点 O 旋转角为 α ,则 M' 绕点 O_2 旋转角也是 α ,则自转圆上的初始点 A_1 绕点 O_2 到了 A_2 的位置,旋转角是 2α ;

本问题中,滚动圆圆心每次绕着半径 $2*r$ 的圆心滚动 $\pi/3$,则滚动圆上的点自转角为 $2*\pi/3$,滚动圆圆心绕着一排圆滚动一周共旋转 $(2*n+4)*\pi/3$,滚动圆上的点自转角为 $(2*n+4)*2*\pi/3$,滚动圆圆心到 u_1 的位置时,滚动圆上的初始点 u_0 自转角为 $-(2*n+4)*2*\pi/3*u_1$ (顺时针);自转后点值为: $u_0 - (2*n+4)*2*\pi/3*u_1$;

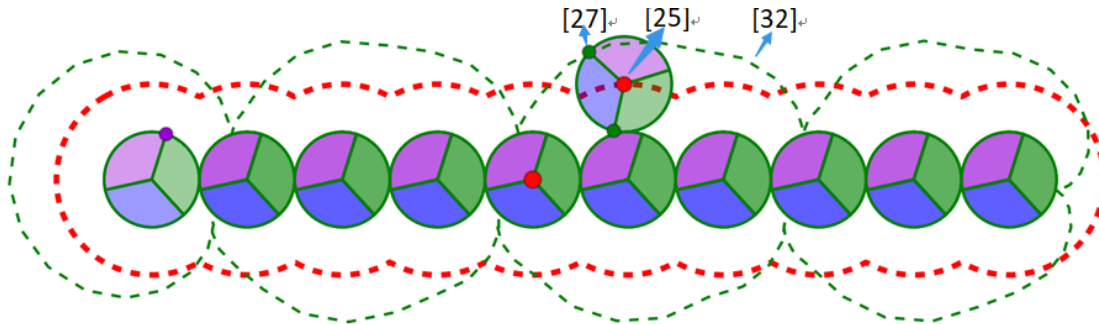
[28]: 将[27]号对象绕[25]号对象旋转 $2*\pi/3$ 弧度(逆时针),

[29]: 按顺序选中[25]、[27]、[28]号对象用圆心与两点的弧工具作出弧(在属性中勾选扇形)

[30]: [29]号对象绕着[25]号对象逆时针旋转 $2*\pi/3$ (弧度),

[31]: [29]号对象绕着[1]号对象顺时针旋转 $2*\pi/3$ (弧度),((在属性中修改填充颜色以区分三个扇形,注意和一排圆上的扇形颜色要对应,可把滚动圆拖到起点位置后进行设置)

[32]: 以[25]对象为主驱动点做[23]号对象的轨迹,(按顺序选中[25]、[27]号对象,用轨迹工具做轨迹, u_1 范围 $0\sim 1$).效果如图所示:



本期制作个人感悟:

1.取旋转的起始点时,用的是大圆($2*r$)上的点(用点值控制位置),自转圆上的点也是用点值控制位置的,这样比较方便;

2.57期赛题和55期滚动一样,很多板友用变量构造出滚动圆的圆心轨迹不是匀速的,通过滚动圆心轨迹上取点构造滚动圆的方法,可把非匀速滚动修正为匀速滚动问题,并且属于真滚动(无滑动);

3.交互性要比直接用变量构造滚动圆效果要好一些(可用鼠标拖动的方式,也可用动画按钮控制)。

特别说明: m_0 与 m_1 的测量计算才用的是曾德刚老师的计算方式,我两的计算最后效果是一样的,但曾老师的式子要比我的式子更容易理解,在这里感谢曾老师的帮助。