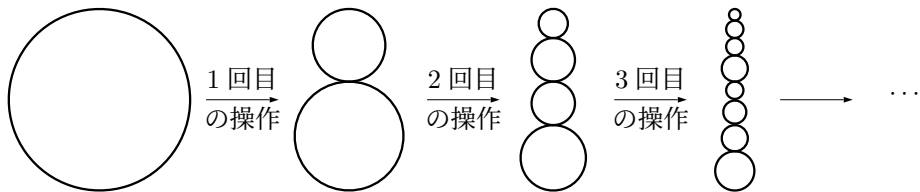


r は $0 < r < 1$ をみたす実数, n は 2 以上の整数とする。平面上に与えられた 1 つの円を, 次の条件 ①, ② をみたす 2 つの円で置き換える操作 (P) を考える。

- ① 新しい 2 つの円の半径の比は $r : 1 - r$ で, 半径の和はもとの円の半径に等しい。
- ② 新しい 2 つの円は互いに外接し, もとの円に内接する。

以下のようにして, 平面上に 2^n 個の円を作る。

- 最初に, 平面上に半径 1 の円を描く。
- 次に, この円に対して操作 (P) を行い, 2 つの円を得る (これを 1 回目の操作という)。
- k 回目の操作で得られた 2^k 個の円のそれぞれについて, 操作 (P) を行い, 2^{k+1} 個の円を得る ($1 \leq k \leq n-1$)。



- (1) n 回目の操作で得られる 2^n 個の円の周の長さの和を求めよ。
- (2) 2 回目の操作で得られる 4 つの円の面積の和を求めよ。
- (3) n 回目の操作で得られる 2^n 個の円の面積の和を求めよ。