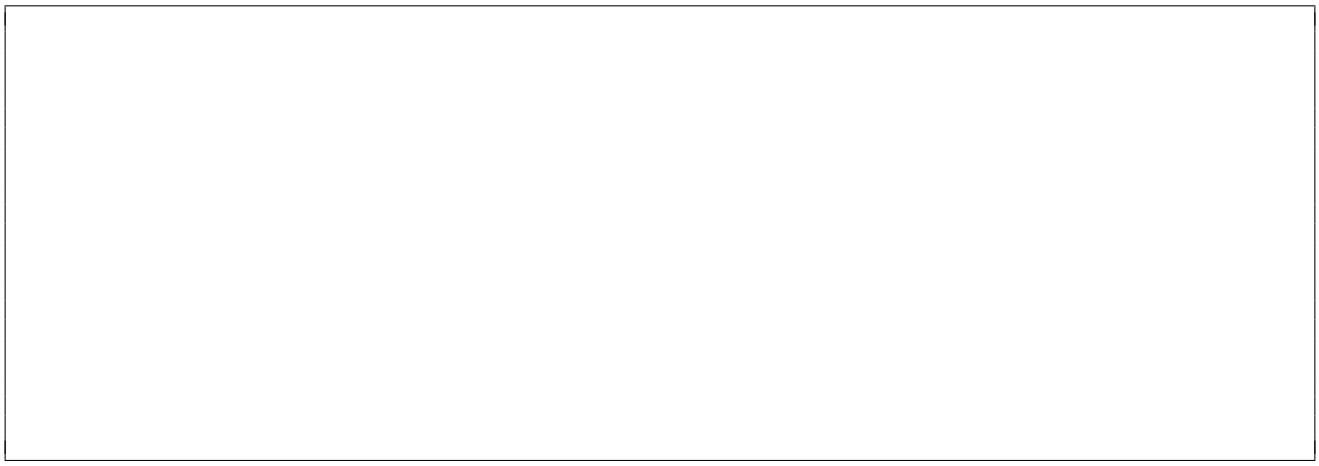
1. (3 Punkte) Skizziere das Bild, das das folgende Programm zeichnet. Schreibe die Länge an jeden Strich. Die Turtle startet in der Mitte und schaut nach rechts.

```
import turtle as t

def zeichne(laenge, bremse):
    if bremse == 0:
        return
    t.forward(laenge)
    pos = t.position()
    winkel = t.heading()
    t.left(90)
    zeichne(laenge/2, bremse-1)
    t.penup()
    t.setpos(pos)
    t.setheading(winkel)
    t.pendown()
    t.right(90)
    zeichne(laenge/2, bremse-1)

t.left(90)
zeichne(80, 3)
```



2. (3 Punkte) Die folgende Funktion zeichnet eine Verzweigung.

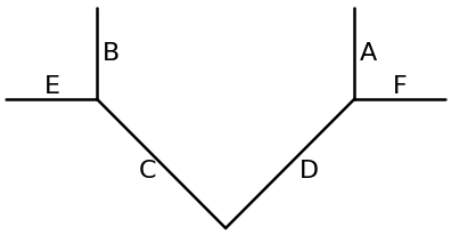
```
def zeichne(laenge, bremse):
    if bremse == 0:
        return
    pos = t.position()
    winkel = t.heading()
    t.right(45)
    t.forward(laenge)
    zeichne(laenge*0.5, bremse-1)
    t.penup()
    t.setpos(pos)
    t.setheading(winkel)
    t.pendown()
    t.left(45)
    t.forward(laenge)
    zeichne(laenge*0.5, bremse-1)
```

   a) Gib an, wie oft `zeichne` insgesamt aufgerufen wird, wenn man `zeichne(200, 3)` aufruft. Der erste Aufruf zählt mit.

   b) Gib an, wie viele Striche bei `zeichne(200, 3)` gezeichnet werden.

   c) Gib an, wie lang die kürzesten Striche bei `zeichne(200, 6)` sind.

3. (2 Punkte) Das Bild zeigt die Verzweigung, die die Funktion `zeichne` aus der vorigen Aufgabe mit `bremse` = 2 zeichnet. Die Turtle startet unten in der Mitte und schaut nach oben.



Gib die Reihenfolge an, in der die Striche A bis F gezeichnet werden.

4. (3 Punkte) Betrachte noch einmal die Funktion `zeichne` für die Verzweigung.

   a) Man löscht die vier Zeilen `t.penup()`, `t.setpos(pos)`, `t.setheading(winkel)` und `t.pendown()`. Beschreibe, was dann beim Zeichnen passiert, und begründe.

   b) Man ersetzt in beiden rekursiven Aufrufen `bremse-1` durch `bremse`. Beschreibe, was dann passiert.

5. (4 Punkte) Die Funktion soll einen Baum zeichnen: Am Ende jedes Asts gehen zwei kürzere Äste ab, einer um 30 Grad nach rechts und einer um 30 Grad nach links gedreht. Am Ende der kürzesten Äste soll ein grüner Punkt gezeichnet werden. Ergänze die vier Lücken.

```
def zeichne(laenge, bremse):
    if bremse == 0:
        ____________________    # (1)
        return
    pos = t.position()
    ____________________        # (2)
    t.right(30)
    t.forward(laenge)
    ____________________        # (3)
    t.penup()
    t.setpos(pos)
    t.setheading(winkel)
    t.pendown()
    t.left(30)
    t.forward(laenge)
    ____________________        # (4)
```

6. (4 Punkte) Die Funktion zeichnet ein Sierpinski-Dreieck. Sie beginnt an der linken unteren Ecke, die Turtle schaut nach rechts.

```
def zeichne(laenge, bremse):
    if bremse == 0:
        t.pendown()
        for i in range(3):
            t.forward(laenge)
            t.left(120)
        t.penup()
        return
    halb = laenge/2
    zeichne(halb, bremse-1)
    t.forward(halb)
    zeichne(halb, bremse-1)
    t.left(120)
    t.forward(halb)
    t.right(120)
    zeichne(halb, bremse-1)
    t.right(120)
    t.forward(halb)
    t.left(120)
```

a) Gib an, wie viele Dreiecke bei `zeichne(640, 4)` gezeichnet werden und welche Seitenlänge sie haben.

b) Erkläre, warum die letzten drei Zeilen der Funktion nötig sind.

7. (4 Punkte) Die Funktion zeichnet eine Seite der Kochschen Schneeflocke. Die Turtle schaut am Anfang nach rechts.

```
def zeichne(laenge, bremse):
    if bremse == 0:
        t.pendown()
        t.forward(laenge)
        t.penup()
        return
    drittel = laenge/3
    zeichne(drittel, bremse-1)
    t.left(60)
    zeichne(drittel, bremse-1)
    t.right(120)
    zeichne(drittel, bremse-1)
    t.left(60)
    zeichne(drittel, bremse-1)
```

a) Skizziere, was `zeichne(270, 1)` zeichnet, und gib die Länge der Strecken an.

b) Gib an, aus wie vielen Strecken die Linie bei `zeichne(270, 3)` besteht, wie lang jede Strecke ist und wie lang die ganze Linie ist.

8. (5 Punkte) Schreibe eine rekursive Funktion `zeichne(laenge, bremse)`, die eine dreifache Verzweigung zeichnet. Von jedem Verzweigungspunkt gehen drei Äste der Länge `laenge` ab: einer um 45 Grad nach rechts gedreht, einer geradeaus und einer um 45 Grad nach links gedreht. Am Ende jedes Asts beginnt dieselbe Verzweigung mit halber Länge. Das Bild zeigt das Ergebnis von `zeichne(160, 3)`, wenn die Turtle am Anfang nach oben schaut.

