

# 方法与习题中级——数据结构

李泊宁

March 8, 2019

# 课程计划

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 课程计划

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

3月1日至3月30日每周六16:30~21:30上课

# 课程计划

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

3月1日至3月30日每周六16:30~21:30上课  
五周共计30课时

# 课程计划

方法与习题中  
级——数据结  
构

3月1日至3月30日 每周六16:30~21:30上课  
五周共计30课时

图论(9课时)	图、树(树分治、虚树、生成树等)、最短路、二分图、网络流、强连通分量、双联通分量
数据结构(7课时)	单调栈、单调队列、链表、RMQ、堆、树状数组、线段树、平衡树、树套树(删)、可持久化、分块、KD树(删)、动态树(删)
字符串(3课时)	哈希、KMP、AC自动机、Manacher、后缀自动机
数论	数论基础、卢卡斯定理、BSGS、筛法、矩阵乘法、高斯消元、多项式、博弈论
动态规划	背包、区间DP、状压DP、数位DP、树形DP、DP优化
计算几何(计划删)	凸包、圆、积分
其他(1课时)	三分、CDQ分治、线性规划、二进制分组
综合讲解	大约2次课

# 课程计划

方法与习题中  
级——数据结  
构

3月1日至3月30日 每周六16:30~21:30上课  
五周共计30课时

图论(9课时)	图、树(树分治、虚树、生成树等)、最短路、二分图、网络流、强连通分量、双联通分量
数据结构(7课时)	单调栈、单调队列、链表、RMQ、堆、树状数组、线段树、平衡树、树套树(删)、可持久化、分块、KD树(删)、动态树(删)
字符串(3课时)	哈希、KMP、AC自动机、Manacher、后缀自动机
数论	数论基础、卢卡斯定理、BSGS、筛法、矩阵乘法、高斯消元、多项式、博弈论
动态规划	背包、区间DP、状压DP、数位DP、树形DP、DP优化
计算几何(计划删)	凸包、圆、积分
其他(1课时)	三分、CDQ分治、线性规划、二进制分组
综合讲解	大约2次课

联系方式: QQ156266608

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

链表、双向链表、环状链表



# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

链表、双向链表、环状链表  
队列、单调队列

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

链表、双向链表、环状链表  
队列、单调队列  
栈、单调栈

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

链表、双向链表、环状链表  
队列、单调队列  
栈、单调栈  
并查集

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

链表、双向链表、环状链表  
队列、单调队列  
栈、单调栈  
并查集  
RMQ

# 题目：梦幻布丁

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：梦幻布丁

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$N$ 个布丁摆成一行, $M$ 次操作

每次将某个颜色的布丁全部变成另一种颜色的,然后再询问当前一共有多少段颜色

$N \leq 100000$ 。

# 题目：梦幻布丁

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$N$ 个布丁摆成一行, $M$ 次操作

每次将某个颜色的布丁全部变成另一种颜色的,然后再询问当前一共有多少段颜色

$N \leq 100000$ 。

每一种颜色用一条链表串起来

# 题目：梦幻布丁

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$N$ 个布丁摆成一行, $M$ 次操作

每次将某个颜色的布丁全部变成另一种颜色的,然后再询问当前一共有多少段颜色

$N \leq 100000$ 。

每一种颜色用一条链表串起来

**启发式合并**,染色时将小的链合并到大的链上,并处理影响



# 题目：梦幻布丁

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$N$ 个布丁摆成一行, $M$ 次操作

每次将某个颜色的布丁全部变成另一种颜色的,然后再询问当前一共有多少段颜色

$N \leq 100000$ 。

每一种颜色用一条链表串起来

**启发式合并**,染色时将小的链合并到大的链上,并处理影响  
时间复杂度 $O(n \log n)$

# 题目：洪水

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：洪水

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给你一个 $m \times n$ 的地图，每个格子有一个海拔高度，初始的时候所有的格子都被洪水淹没

现在地图中有一些格子中的洪水必须清理掉，要求在一些格子中安装**最少的抽水机**使得所有必须清理的格子的洪水都被抽掉

$m, n \leq 1000$

# 题目：洪水

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给你一个 $m \times n$ 的地图，每个格子有一个海拔高度，初始的时候所有的格子都被洪水淹没

现在地图中有一些格子中的洪水必须清理掉，要求在一些格子中安装**最少的抽水机**使得所有必须清理的格子的洪水都被抽掉

$m, n \leq 1000$

不难发现，如果格子 $a$ 安装了抽水机，并且存在一条到格子 $b$ 的路径，路径上的格子的海拔均不大于格子 $b$ 的海拔，那么格子 $b$ 的水就可以清理掉

# 题目：洪水

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给你一个 $m \times n$ 的地图，每个格子有一个海拔高度，初始的时候所有的格子都被洪水淹没

现在地图中有一些格子中的洪水必须清理掉，要求在一些格子中安装**最少的抽水机**使得所有必须清理的格子的洪水都被抽掉

$m, n \leq 1000$

不难发现，如果格子 $a$ 安装了抽水机，并且存在一条到格子 $b$ 的路径，路径上的格子的海拔均不大于格子 $b$ 的海拔，那么格子 $b$ 的水就可以清理掉

有了这个结论，就可以把所有格子**按高度排序**，从小到大加入并查集

# 题目：洪水

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给你一个 $m \times n$ 的地图，每个格子有一个海拔高度，初始的时候所有的格子都被洪水淹没

现在地图中有一些格子中的洪水必须清理掉，要求在一些格子中安装**最少的抽水机**使得所有必须清理的格子的洪水都被抽掉

$m, n \leq 1000$

不难发现，如果格子 $a$ 安装了抽水机，并且存在一条到格子 $b$ 的路径，路径上的格子的海拔均不大于格子 $b$ 的海拔，那么格子 $b$ 的水就可以清理掉

有了这个结论，就可以把所有格子**按高度排序**，从小到大加入并查集

如果碰到一个必须清理的格子，如果这个格子已经有抽水机，那么这个格子不需要安装抽水机，否则在这一格放一个抽水机

# 题目：洪水

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给你一个 $m \times n$ 的地图，每个格子有一个海拔高度，初始的时候所有的格子都被洪水淹没

现在地图中有一些格子中的洪水必须清理掉，要求在一些格子中安装**最少的抽水机**使得所有必须清理的格子的洪水都被抽掉

$m, n \leq 1000$

不难发现，如果格子 $a$ 安装了抽水机，并且存在一条到格子 $b$ 的路径，路径上的格子的海拔均不大于格子 $b$ 的海拔，那么格子 $b$ 的水就可以清理掉

有了这个结论，就可以把所有格子**按高度排序**，从小到大加入并查集

如果碰到一个必须清理的格子，如果这个格子已经有抽水机，那么这个格子不需要安装抽水机，否则在这一格放一个抽水机

时间复杂度 $O(nm \log n)$

# 题目：礼物

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块



# 题目：礼物

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个  $p \times q \times r$  的长方体，中间有填充物或者空格  
找一个  $a \times a \times b$  的没有空格的子长方体使得  $4ab$  最大  
 $p, q, r \leq 100$

# 题目：礼物

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个  $p \times q \times r$  的长方体，中间有填充物或者空格  
找一个  $a \times a \times b$  的没有空格的子长方体使得  $4ab$  最大  
 $p, q, r \leq 100$

先假定子长方体不旋转，共有  $p$  个平面

# 题目：礼物

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个  $p \times q \times r$  的长方体，中间有填充物或者空格  
找一个  $a \times a \times b$  的没有空格的子长方体使得  $4ab$  最大  
 $p, q, r \leq 100$

先假定子长方体不旋转，共有  $p$  个平面

我们用  $f_{i,j,k}$  表示在第  $i$  个面上，以  $(j, k)$  为右下角的最大正方形的边长

# 题目：礼物

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个  $p \times q \times r$  的长方体，中间有填充物或者空格  
找一个  $a \times a \times b$  的没有空格的子长方体使得  $4ab$  最大  
 $p, q, r \leq 100$

先假定子长方体不旋转，共有  $p$  个平面

我们用  $f_{i,j,k}$  表示在第  $i$  个面上，以  $(j, k)$  为右下角的最大正方形的边长

那么由于  $f_{i,j,k} \leq f_{i,j-1,k-1} + 1$ ，可以枚举其大小得到  $f_{i,j,k}$

# 题目：礼物

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个  $p \times q \times r$  的长方体，中间有填充物或者空格  
找一个  $a \times a \times b$  的没有空格的子长方体使得  $4ab$  最大  
 $p, q, r \leq 100$

先假定子长方体不旋转，共有  $p$  个平面

我们用  $f_{i,j,k}$  表示在第  $i$  个面上，以  $(j, k)$  为右下角的最大正方形的边长

那么由于  $f_{i,j,k} \leq f_{i,j-1,k-1} + 1$ ，可以枚举其大小得到  $f_{i,j,k}$   
之后，对于  $p$  个面的每个  $(j, k)$  位置，一个区间  $[L, R]$  的价值  
为  $(R - L + 1) \cdot \min_{i \in [L, R]} \{f_{i,j,k}\}$

# 题目：礼物

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个  $p \times q \times r$  的长方体，中间有填充物或者空格  
找一个  $a \times a \times b$  的没有空格的子长方体使得  $4ab$  最大  
 $p, q, r \leq 100$

先假定子长方体不旋转，共有  $p$  个平面

我们用  $f_{i,j,k}$  表示在第  $i$  个面上，以  $(j, k)$  为右下角的最大正方形的边长

那么由于  $f_{i,j,k} \leq f_{i,j-1,k-1} + 1$ ，可以枚举其大小得到  $f_{i,j,k}$   
之后，对于  $p$  个面的每个  $(j, k)$  位置，一个区间  $[L, R]$  的价值  
为  $(R - L + 1) \cdot \min_{i \in [L, R]} \{f_{i,j,k}\}$

就好比是给出一个数列，找到一个区间  $[L, R]$ ，使得 **区间最小值与区间长度之积最大**

# 题目：礼物

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个  $p \times q \times r$  的长方体，中间有填充物或者空格  
找一个  $a \times a \times b$  的没有空格的子长方体使得  $4ab$  最大  
 $p, q, r \leq 100$

先假定子长方体不旋转，共有  $p$  个平面

我们用  $f_{i,j,k}$  表示在第  $i$  个面上，以  $(j, k)$  为右下角的最大正方形的边长

那么由于  $f_{i,j,k} \leq f_{i,j-1,k-1} + 1$ ，可以枚举其大小得到  $f_{i,j,k}$   
之后，对于  $p$  个面的每个  $(j, k)$  位置，一个区间  $[L, R]$  的价值  
为  $(R - L + 1) \cdot \min_{i \in [L, R]} \{f_{i,j,k}\}$

就好比是给出一个数列，找到一个区间  $[L, R]$ ，使得 **区间最小值与区间长度之积最大**

可以用单调队列维护，每个数向左找一个比它小的数，向右找一个比它小的数，枚举每个数看看哪个最大即可

# 题目：礼物

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个  $p \times q \times r$  的长方体，中间有填充物或者空格  
找一个  $a \times a \times b$  的没有空格的子长方体使得  $4ab$  最大  
 $p, q, r \leq 100$

先假定子长方体不旋转，共有  $p$  个平面

我们用  $f_{i,j,k}$  表示在第  $i$  个面上，以  $(j, k)$  为右下角的最大正方形的边长

那么由于  $f_{i,j,k} \leq f_{i,j-1,k-1} + 1$ ，可以枚举其大小得到  $f_{i,j,k}$   
之后，对于  $p$  个面的每个  $(j, k)$  位置，一个区间  $[L, R]$  的价值  
为  $(R - L + 1) \cdot \min_{i \in [L, R]} \{f_{i,j,k}\}$

就好比是给出一个数列，找到一个区间  $[L, R]$ ，使得 **区间最小值与区间长度之积最大**

可以用单调队列维护，每个数向左找一个比它小的数，向右找一个比它小的数，枚举每个数看看哪个最大即可  
最后把长方体旋转，做三遍即可，时间复杂度  $O(pqr)$



# 题目：统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个长为 $n$ 的序列 $A_i$

**在线**  $m$ 次询问一个区间内的点对 $(i, j)$ 的个数，满足对任意 $k \in (i, j)$ ，有 $A_k < \min(A_i, A_j)$

$n, m \leq 300000$

# 题目：统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个长为 $n$ 的序列 $A_i$

**在线**  $m$ 次询问一个区间内的点对 $(i, j)$ 的个数，满足对任意 $k \in (i, j)$ ，有 $A_k < \min(A_i, A_j)$

$n, m \leq 300000$

首先单调栈 $O(n)$ 预处理出以每个点为左端点、右端点的可行点对个数

# 题目：统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个长为 $n$ 的序列 $A_i$

**在线**  $m$ 次询问一个区间内的点对 $(i, j)$ 的个数，满足对任意 $k \in (i, j)$ ，有 $A_k < \min(A_i, A_j)$

$n, m \leq 300000$

首先单调栈 $O(n)$ 预处理出以每个点为左端点、右端点的可行点对个数

对于每个询问 $[l, r]$ ，找到其中权值最大的点 $p$ ，发现 $[l, r]$ 中**所有可行点对不会穿过 $p$**

# 题目：统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个长为 $n$ 的序列 $A_i$

**在线**  $m$ 次询问一个区间内的点对 $(i, j)$ 的个数，满足对任意 $k \in (i, j)$ ，有 $A_k < \min(A_i, A_j)$

$n, m \leq 300000$

首先单调栈 $O(n)$ 预处理出以每个点为左端点、右端点的可行点对个数

对于每个询问 $[l, r]$ ，找到其中权值最大的点 $p$ ，发现 **$[l, r]$ 中所有可行点对不会穿过 $p$**

所以只要统计 $[l, p-1]$ 作为左端点的合法点对数和 $[p+1, r]$ 最为右端点的合法点对数即可

# 题目：统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个长为 $n$ 的序列 $A_i$

**在线**  $m$ 次询问一个区间内的点对 $(i, j)$ 的个数，满足对任意 $k \in (i, j)$ ，有 $A_k < \min(A_i, A_j)$

$n, m \leq 300000$

首先单调栈 $O(n)$ 预处理出以每个点为左端点、右端点的可行点对个数

对于每个询问 $[l, r]$ ，找到其中权值最大的点 $p$ ，发现 **$[l, r]$ 中所有可行点对不会穿过 $p$**

所以只要统计 $[l, p-1]$ 作为左端点的合法点对数和 $[p+1, r]$ 最为右端点的合法点对数即可

找最大可以RMQ-ST，时间复杂度 $O(n \log n + m)$

# 题目：办公楼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：办公楼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个人， $m$ 个关系 $(a_i, b_i)$ ,表示第 $a_i$ 个人和第 $b_i$ 个人认识  
要求把这些人分成尽量多的组，每组的人都认识其他组的所  
有人，并从小到大输出每组人数  
 $n \leq 100000, m \leq 2000000$



# 题目：办公楼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个人， $m$ 个关系 $(a_i, b_i)$ ,表示第 $a_i$ 个人和第 $b_i$ 个人认识  
要求把这些人分成**尽量多的组**，每组的人都认识其他组的所  
有人，并从小到大输出每组人数

$n \leq 100000, m \leq 2000000$

容易发现题目等价于求 $G$ 的补图 $G.$ 的每个联通块的大小

# 题目：办公楼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个人， $m$ 个关系 $(a_i, b_i)$ ,表示第 $a_i$ 个人和第 $b_i$ 个人认识  
要求把这些人分成尽量多的组，每组的人都认识其他组的所  
有人，并从小到大输出每组人数

$n \leq 100000, m \leq 2000000$

容易发现题目等价于求 $G$ 的补图 $\bar{G}$ 的每个联通块的大小  
但补图的规模达到 $O(n^2)$ 的级别，不能暴力

# 题目：办公楼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个人， $m$ 个关系 $(a_i, b_i)$ ,表示第 $a_i$ 个人和第 $b_i$ 个人认识  
要求把这些人分成尽量多的组，每组的人都认识其他组的所  
有人，并从小到大输出每组人数

$n \leq 100000, m \leq 2000000$

容易发现题目等价于求 $G$ 的补图 $\bar{G}$ 的每个联通块的大小  
但补图的规模达到 $O(n^2)$ 的级别，不能暴力  
考虑把目前剩余的点拉成一个双向链表

# 题目：办公楼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个人， $m$ 个关系 $(a_i, b_i)$ ,表示第 $a_i$ 个人和第 $b_i$ 个人认识  
要求把这些人分成**尽量多的组**，每组的人都认识其他组的所  
有人，并从小到大输出每组人数

$n \leq 100000, m \leq 2000000$

容易发现题目等价于求 $G$ 的补图 $\bar{G}$ 的每个联通块的大小  
但补图的规模达到 $O(n^2)$ 的级别，不能暴力

考虑把目前剩余的点拉成一个**双向链表**

每次取出链头加入队列，把其原图中连边的点打标记，把链  
上**没打标记的点删去**

# 题目：办公楼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个人,  $m$ 个关系( $a_i, b_i$ ), 表示第 $a_i$ 个人和第 $b_i$ 个人认识  
要求把这些人分成**尽量多的组**, 每组的人都认识其他组的所  
有人, 并从小到大输出每组人数

$n \leq 100000, m \leq 2000000$

容易发现题目等价于求 $G$ 的补图 $\bar{G}$ 的每个联通块的大小  
但补图的规模达到 $O(n^2)$ 的级别, 不能暴力

考虑把目前剩余的点拉成一个**双向链表**

每次取出链头加入队列, 把其原图中连边的点打标记, 把链  
上**没打标记的点删去**

然后把删去的点加入队列, 直到为空, 那么目前队列里的元  
素就是一个联通块中的

# 题目：办公楼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个人,  $m$ 个关系 $(a_i, b_i)$ , 表示第 $a_i$ 个人和第 $b_i$ 个人认识  
要求把这些人分成**尽量多的组**, 每组的人都认识其他组的所  
有人, 并从小到大输出每组人数

$n \leq 100000, m \leq 2000000$

容易发现题目等价于求 $G$ 的补图 $\bar{G}$ 的每个联通块的大小  
但补图的规模达到 $O(n^2)$ 的级别, 不能暴力

考虑把目前剩余的点拉成一个**双向链表**

每次取出链头加入队列, 把其原图中连边的点打标记, 把链  
上**没打标记的点删去**

然后把删去的点加入队列, 直到为空, 那么目前队列里的元  
素就是一个联通块中的

然后清空队列继续操作

# 题目：办公楼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个人,  $m$ 个关系( $a_i, b_i$ ), 表示第 $a_i$ 个人和第 $b_i$ 个人认识  
要求把这些人分成**尽量多的组**, 每组的人都认识其他组的所  
有人, 并从小到大输出每组人数

$n \leq 100000, m \leq 2000000$

容易发现题目等价于求 $G$ 的补图 $\bar{G}$ 的每个联通块的大小  
但补图的规模达到 $O(n^2)$ 的级别, 不能暴力

考虑把目前剩余的点拉成一个**双向链表**

每次取出链头加入队列, 把其原图中连边的点打标记, 把链  
上**没打标记的点删去**

然后把删去的点加入队列, 直到为空, 那么目前队列里的元  
素就是一个联通块中的

然后清空队列继续操作

这样就可以达到 $O(n + m)$ 的复杂度了

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块



# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

推荐写法: `priority_queue`

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

推荐写法：priority\_queue  
可并堆

# 方法：贪心

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：贪心

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

## 堆是求最值

# 方法：贪心

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

堆是求最值  
贪心也是求最值

# 题目：建筑抢修

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：建筑抢修

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有  $N$  个建筑待修。修理第  $i$  个建筑需要  $A_i$  的时间，且必须在  $T_i$  时间内修好

求最多可以修好几个建筑

$N \leq 150000$

# 题目：建筑抢修

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有  $N$  个建筑待修。修理第  $i$  个建筑需要  $A_i$  的时间，且必须在  $T_i$  时间内修好

求最多可以修好几个建筑

$N \leq 150000$

按  $T_i$  排序，然后 **贪心**



# 题目：建筑抢修

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有  $N$  个建筑待修。修理第  $i$  个建筑需要  $A_i$  的时间，且必须在  $T_i$  时间内修好

求最多可以修好几个建筑

$N \leq 150000$

按  $T_i$  排序，然后 **贪心**

如果当前任务可以做就做，不可以做换掉做过任务耗时最大的，用堆维护即可

# 题目：建筑抢修

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有  $N$  个建筑待修。修理第  $i$  个建筑需要  $A_i$  的时间，且必须在  $T_i$  时间内修好

求最多可以修好几个建筑

$N \leq 150000$

按  $T_i$  排序，然后 **贪心**

如果当前任务可以做就做，不可以做换掉做过任务耗时最大的，用堆维护即可

时间复杂度  $O(N \log N)$

# 题目：区间选择

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：区间选择

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构  
堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定数轴上 $n$ 个区间，选择其中的 $k$ 个使它们交集最大  
 $n, k \leq 1000000$

# 题目：区间选择

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定数轴上 $n$ 个区间，选择其中的 $k$ 个使它们交集最大  
 $n, k \leq 1000000$

即在 $[X_i, Y_i]$ 中找 $k$ 个数，使得他们 $Y$ 的最小值减去 $X$ 的最大  
值最大

# 题目：区间选择

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定数轴上 $n$ 个区间，选择其中的 $k$ 个使它们交集最大  
 $n, k \leq 1000000$

即在 $[X_i, Y_i]$ 中找 $k$ 个数，使得他们 $Y$ 的最小值减去 $X$ 的最大值最大

则将 $X$ 排序，用堆来维护 $Y$ 的值即可，方法为用优先队列维护当前应选的 $k$ 个元素

# 题目：区间选择

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定数轴上 $n$ 个区间，选择其中的 $k$ 个使它们交集最大  
 $n, k \leq 1000000$

即在 $[X_i, Y_i]$ 中找 $k$ 个数，使得他们 $Y$ 的最小值减去 $X$ 的最大值最大

则将 $X$ 排序，用堆来维护 $Y$ 的值即可，方法为用优先队列维护当前应选的 $k$ 个元素

时间复杂度 $O(n \log n)$

# 题目：种树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块



# 题目：种树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一个环上种树，每个点种树有一个价值 $x$   
不能在相邻点种树，求最大价值  
 $n \leq 200000$

# 题目：种树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一个环上种树，每个点种树有一个价值 $x$   
不能在相邻点种树，求最大价值

$n \leq 200000$

使用堆，每次选出一个最小的点，然后把两边的点删去

# 题目：种树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一个环上种树，每个点种树有一个价值 $x$   
不能在相邻点种树，求最大价值

$n \leq 200000$

使用堆，每次选出一个最小的点，然后把两边的点删去  
当然这样是不对的，把两边的点删去后再把该点变为**两边的**  
**点权值和减去该点权值**，表示选两边放弃该点

# 题目：种树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一个环上种树，每个点种树有一个价值 $x$   
不能在相邻点种树，求最大价值

$n \leq 200000$

使用堆，每次选出一个最小的点，然后把两边的点删去  
当然这样是不对的，把两边的点删去后再把该点变为**两边的  
点权值和减去该点权值**，表示选两边放弃该点  
删除的过程可以用双向链表

# 题目：种树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一个环上种树，每个点种树有一个价值 $x$   
不能在相邻点种树，求最大价值

$n \leq 200000$

使用堆，每次选出一个最小的点，然后把两边的点删去  
当然这样是不对的，把两边的点删去后再把该点变为**两边的**  
**点权值和减去该点权值**，表示选两边放弃该点  
删除的过程可以用双向链表  
时间复杂度 $O(n \log n)$

# 方法：哈夫曼树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：哈夫曼树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有若干东西，每个东西有个出现概率，哈夫曼编码是期望长度最小的无前缀关系的编码

# 方法：哈夫曼树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有若干东西，每个东西有个出现概率，哈夫曼编码是期望长度最小的无前缀关系的编码  
求解的方法就是合并果子



# 题目：天气预报

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：天气预报

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 天，每天出现四种天气的概率是 $A, B, C, D$

现在有 $4^{20}$ 种天气组合，将他们哈夫曼编码，问期望长度

$n \leq 20$

# 题目：天气预报

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 天，每天出现四种天气的概率是 $A, B, C, D$

现在有 $4^{20}$ 种天气组合，将他们哈夫曼编码，问期望长度

$n \leq 20$

隔板法后发现不同的ABCD组合数为 $C(22, 3)$

# 题目：天气预报

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 天，每天出现四种天气的概率是 $A, B, C, D$

现在有 $4^{20}$ 种天气组合，将他们哈夫曼编码，问期望长度

$n \leq 20$

隔板法后发现不同的ABCD组合数为 $C(22, 3)$

那么将相同的合在一起做哈夫曼堆就好了

# 题目：天气预报

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 天，每天出现四种天气的概率是 $A, B, C, D$

现在有 $4^{20}$ 种天气组合，将他们哈夫曼编码，问期望长度

$n \leq 20$

隔板法后发现不同的ABCD组合数为 $C(22, 3)$

那么将相同的合在一起做哈夫曼堆就好了

时间复杂度 $O(C(22, 3) \log C(22, 3))$

# 方法：多元组分裂

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：多元组分裂

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一类题目，要在一个指数级的大集合中找到 $k$ 个最小的元素

# 方法：多元组分裂

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一类题目，要在一个指数级的大集合中找到 $k$ 个最小的元素

如果一个元素 $A$ 一定比一些元素 $B$ 小，那么 $B$ 一开始不用加入堆中，直到 $A$ 被取出



# 方法：多元组分裂

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一类题目，要在一个指数级的大集合中找到 $k$ 个最小的元素

如果一个元素 $A$ 一定比一些元素 $B$ 小，那么 $B$ 一开始不用加入堆中，直到 $A$ 被取出

如果每个 $A$ 扩展出的元素 $B$ 的个数较小，那么就不用枚举整个集合，而是逐层扩展求出最小的一些元素

# 题目：伪光滑数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：伪光滑数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

若一个大于1的整数 $M$ 的质因数分解有 $w$ 项，其最大的质因子为 $A_w$ ，并且满足 $A_w^w \leq N, A_k < 128$ ，我们就称整数 $M$ 为 $N$ -伪光滑数。

现在给出 $N$ ，求所有整数中，第 $K$ 大的 $N$ -伪光滑数  
 $N \leq 10^{18}, K \leq 800000$

# 题目：伪光滑数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

若一个大于1的整数 $M$ 的质因数分解有 $w$ 项，其最大的质因子为 $A_w$ ，并且满足 $A_w^w \leq N, A_k < 128$ ，我们就称整数 $M$ 为 $N$ -伪光滑数。

现在给出 $N$ ，求所有整数中，第 $K$ 大的 $N$ -伪光滑数  
 $N \leq 10^{18}, K \leq 800000$

预处理求出每个质数的每个指数是否合法，把它们的最大值都加到堆中，然后把堆中元素取出时分裂

# 题目：伪光滑数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

若一个大于1的整数 $M$ 的质因数分解有 $w$ 项，其最大的质因子为 $A_w$ ，并且满足 $A_w^w \leq N, A_k < 128$ ，我们就称整数 $M$ 为 $N$ -伪光滑数。

现在给出 $N$ ，求所有整数中，第 $K$ 大的 $N$ -伪光滑数  
 $N \leq 10^{18}, K \leq 800000$

预处理求出每个质数的每个指数是否合法，把它们的最大值都加到堆中，然后把堆中元素取出时分裂

考虑用堆存放一个四元组 $(V, x, y, z)$ 表示值为 $V$ ，还能用 $x$ 次，当前最大能除以第 $y$ 个质数，最大的质数是 $z$

# 题目：伪光滑数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

若一个大于1的整数 $M$ 的质因数分解有 $w$ 项，其最大的质因子为 $A_w$ ，并且满足 $A_w^w \leq N, A_k < 128$ ，我们就称整数 $M$ 为 $N$ -伪光滑数。

现在给出 $N$ ，求所有整数中，第 $K$ 大的 $N$ -伪光滑数  
 $N \leq 10^{18}, K \leq 800000$

预处理求出每个质数的每个指数是否合法，把它们的最大值都加到堆中，然后把堆中元素取出时分裂

考虑用堆存放一个四元组 $(V, x, y, z)$ 表示值为 $V$ ，还能用 $x$ 次，当前最大能除以第 $y$ 个质数，最大的质数是 $z$   
那么初始时，加入 $(p_i^w, w-1, i-1, i)$

# 题目：伪光滑数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

若一个大于1的整数 $M$ 的质因数分解有 $w$ 项，其最大的质因子为 $A_w$ ，并且满足 $A_w^w \leq N, A_k < 128$ ，我们就称整数 $M$ 为 $N$ -伪光滑数。

现在给出 $N$ ，求所有整数中，第 $K$ 大的 $N$ -伪光滑数  
 $N \leq 10^{18}, K \leq 800000$

预处理求出每个质数的每个指数是否合法，把它们的最大值都加到堆中，然后把堆中元素取出时**分裂**

考虑用堆存放一个**四元组** $(V, x, y, z)$ 表示值为 $V$ ，还能用 $x$ 次，当前最大能除以第 $y$ 个质数，最大的质数是 $z$   
那么初始时，加入 $(p_i^w, w-1, i-1, i)$

取出分裂 $(V, x, y, z)$ 时，枚举 $i$ ，分裂为 $(\frac{V}{p[i]}, x-1, i, z)$

# 题目：伪光滑数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

若一个大于1的整数 $M$ 的质因数分解有 $w$ 项，其最大的质因子为 $A_w$ ，并且满足 $A_w^w \leq N, A_k < 128$ ，我们就称整数 $M$ 为 $N$ -伪光滑数。

现在给出 $N$ ，求所有整数中，第 $K$ 大的 $N$ -伪光滑数  
 $N \leq 10^{18}, K \leq 800000$

预处理求出每个质数的每个指数是否合法，把它们的最大值都加到堆中，然后把堆中元素取出时**分裂**

考虑用堆存放一个**四元组** $(V, x, y, z)$ 表示值为 $V$ ，还能用 $x$ 次，当前最大能除以第 $y$ 个质数，最大的质数是 $z$

那么初始时，加入 $(p_i^w, w-1, i-1, i)$

取出分裂 $(V, x, y, z)$ 时，枚举 $i$ ，分裂为 $(\frac{V}{p[i]}, x-1, i, z)$

对数抵消，时间复杂度 $O(128k)$



# 题目：超级钢琴

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：超级钢琴

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，要选出 $k$ 个不同的长度为 $L \sim R$ 之间的连续数列，使得这些连续数列的和最大

$n \leq 500000, k \leq 500000$

# 题目：超级钢琴

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，要选出 $k$ 个不同的长度为 $L \sim R$ 之间的连续数列，使得这些连续数列的和最大

$n \leq 500000, k \leq 500000$

考虑记录一下前缀和 $s_i$ ，对于给定的起点，实际上就是询问起点所代表的那一段区间的最大权值

# 题目：超级钢琴

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，要选出 $k$ 个不同的长度为 $L \sim R$ 之间的连续数列，使得这些连续数列的和最大

$n \leq 500000, k \leq 500000$

考虑记录一下前缀和 $s_i$ ，对于给定的起点，实际上就是询问起点所代表的那一段区间的最大权值

这个就是RMQ问题，ST算法可以在 $O(n \log n)$ 预处理 $O(1)$ 询问完成

# 题目：超级钢琴

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，要选出 $k$ 个不同的长度为 $L \sim R$ 之间的连续数列，使得这些连续数列的和最大

$n \leq 500000, k \leq 500000$

考虑记录一下前缀和 $s_i$ ，对于给定的起点，实际上就是询问起点所代表的那一段区间的最大权值

这个就是RMQ问题，ST算法可以在 $O(n \log n)$ 预处理 $O(1)$ 询问完成

用堆维护一个五元组 $(st, idx, l, r, v)$ ， $st$ 代表起点， $idx$ 代表起点对应的区间里最大值的下标， $l, r$ 代表对应的区间， $v$ 代表这个子序列的值

# 题目：超级钢琴

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，要选出 $k$ 个不同的长度为 $L \sim R$ 之间的连续数列，使得这些连续数列的和最大

$n \leq 500000, k \leq 500000$

考虑记录一下前缀和 $s_i$ ，对于给定的起点，实际上就是询问起点所代表的那一段区间的最大权值

这个就是RMQ问题，ST算法可以在 $O(n \log n)$ 预处理 $O(1)$ 询问完成

用堆维护一个五元组 $(st, idx, l, r, v)$ ， $st$ 代表起点， $idx$ 代表起点对应的区间里最大值的下标， $l, r$ 代表对应的区间， $v$ 代表这个子序列的值

那么我们每次从堆中取出这样一个五元组以后，要将区间分裂

# 题目：超级钢琴

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，要选出 $k$ 个不同的长度为 $L \sim R$ 之间的连续数列，使得这些连续数列的和最大

$n \leq 500000, k \leq 500000$

考虑记录一下前缀和 $s_i$ ，对于给定的起点，实际上就是询问起点所代表的那一段区间的最大权值

这个就是RMQ问题，ST算法可以在 $O(n \log n)$ 预处理 $O(1)$ 询问完成

用堆维护一个五元组 $(st, idx, l, r, v)$ ， $st$ 代表起点， $idx$ 代表起点对应的区间里最大值的下标， $l, r$ 代表对应的区间， $v$ 代表这个子序列的值

那么我们每次从堆中取出这样一个五元组以后，要将区间分裂

因为 $[st, idx]$ 这个区间不能取了，所以要将 $(st, idx, l, r, v)$ 分裂为 $(st, idx., l, idx - 1, v), (st, idx., idx + 1, r, v)$ 两个区间

# 题目：超级钢琴

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，要选出 $k$ 个不同的长度为 $L \sim R$ 之间的连续数列，使得这些连续数列的和最大

$n \leq 500000, k \leq 500000$

考虑记录一下前缀和 $s_i$ ，对于给定的起点，实际上就是询问起点所代表的那一段区间的最大权值

这个就是RMQ问题，ST算法可以在 $O(n \log n)$ 预处理 $O(1)$ 询问完成

用堆维护一个五元组 $(st, idx, l, r, v)$ ， $st$ 代表起点， $idx$ 代表起点对应的区间里最大值的下标， $l, r$ 代表对应的区间， $v$ 代表这个子序列的值

那么我们每次从堆中取出这样一个五元组以后，要将区间分裂

因为 $[st, idx]$ 这个区间不能取了，所以要将 $(st, idx, l, r, v)$ 分裂为 $(st, idx., l, idx - 1, v), (st, idx., idx + 1, r, v)$ 两个区间  
由于最多取 $k$ 个，堆中最多有 $n + k$ 个元素，时间复杂度为 $O((n + k) \log(n + k))$



# 题目：物品选择

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：物品选择

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有  $n$  个权值为  $a_i$  的物品，可以选出若干个  
先求出第  $k$  小选法的价值，再输出方案，价值相同按标号字典序排序  
 $n, k \leq 1000000$

# 题目：物品选择

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个权值为 $a_i$ 的物品，可以选出若干个

先求出第 $k$ 小选法的价值，再输出方案，价值相同按标号字典序排序

$n, k \leq 1000000$

先来解决第一问，可以用堆，将物品权值排序后用了一个二元组 $(x, y)$ 表示当前选中的物品价值为 $x$ ，最大的物品编号是 $y$

# 题目：物品选择

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个权值为 $a_i$ 的物品，可以选出若干个  
先求出第 $k$ 小选法的价值，再输出方案，价值相同按标号字典序排序

$n, k \leq 1000000$

先来解决第一问，可以用堆，将物品权值排序后用一個二元组 $(x, y)$ 表示当前选中的物品价值为 $x$ ，最大的物品编号是 $y$   
那么这个元素取出后能扩展

到 $(x + a_{x+1}, y + 1)$ 和 $(x + v_{x+1} - v_x, y + 1)$ ，相当于一颗二叉树上选点，时间复杂度 $O(n \log n + k \log k)$

# 题目：物品选择

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个权值为 $a_i$ 的物品，可以选出若干个  
先求出第 $k$ 小选法的价值，再输出方案，价值相同按标号字典序排序

$n, k \leq 1000000$

先来解决第一问，可以用堆，将物品权值排序后用一個二元组 $(x, y)$ 表示当前选中的物品价值为 $x$ ，最大的物品编号是 $y$   
那么这个元素取出后能扩展

到 $(x + a_{x+1}, y + 1)$ 和 $(x + v_{x+1} - v_x, y + 1)$ ，相当于一颗二叉树上选点，时间复杂度 $O(n \log n + k \log k)$

然后解决第二问，先统计出当前答案是相同价值中排第几的，然后进行暴力搜索，搜索顺序为按字典序能减则减

# 题目：物品选择

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个权值为 $a_i$ 的物品，可以选出若干个  
先求出第 $k$ 小选法的价值，再输出方案，价值相同按标号字典序排序

$n, k \leq 1000000$

先来解决第一问，可以用堆，将物品权值排序后用一个二元组 $(x, y)$ 表示当前选中的物品价值为 $x$ ，最大的物品编号是 $y$   
那么这个元素取出后能扩展

到 $(x + a_{x+1}, y + 1)$ 和 $(x + v_{x+1} - v_x, y + 1)$ ，相当于一颗二叉树上选点，时间复杂度 $O(n \log n + k \log k)$

然后解决第二问，先统计出当前答案是相同价值中排第几的，然后进行暴力搜索，搜索顺序为按字典序能减则减  
那么对于每个数我们要知道其后面第一个小于等于它的数，  
可以用二分+RMQ处理，时间复杂度 $O(k \log n)$

# 方法：可并堆

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：可并堆

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

可并堆比堆多一种操作，即将两个堆合并



# 方法：可并堆

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

可并堆比堆多一种操作，即将两个堆合并  
当需要快速合并两个堆时使用

# 题目：城池攻占

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：城池攻占

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

要用 $m$ 个骑士攻占 $n$ 个城池，城池是一个有根树结构  
每个骑士有一个初始战斗力 $s_i$ ，第一个攻击的城池 $c_i$ ；  
每个城池有一个防御值 $h_i$ ，如果骑士的战斗力大于城池的生命值，那么骑士就可以占领这座城池；否则占领失败，骑士将在这座城池牺牲

占领城池后骑士的战斗力将发生变化，然后继续攻击管辖这座城池的城池，直到占领1号城池，或牺牲为止

变化有两种：战斗力加上一个数 $v_i$ 或乘上一个数 $a_i$ ；

每个骑士都是单独计算的，对于每个城池，求出多少个骑士在这里牺牲；对于每个骑士，求出其攻占的城池数

$n, m \leq 300000$

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构  
堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

## 树状数组是一个简洁的工具

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

树状数组是一个简洁的工具  
求解LIS等问题时为了方便往往用到树状数组

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

树状数组是一个简洁的工具

求解LIS等问题时为了方便往往用到树状数组

离线后用树状数组求解问题很常见

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

树状数组是一个简洁的工具

求解LIS等问题时为了方便往往用到树状数组

离线后用树状数组求解问题很常见

**区间修改**：可以开2个树状数组，第一个表示 $\sum v_i$ ，第二个表示 $\sum v_i \times i$ ，修改时维护即可



# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

树状数组是一个简洁的工具

求解LIS等问题时为了方便往往用到树状数组

离线后用树状数组求解问题很常见

**区间修改**：可以开2个树状数组，第一个表示 $\sum v_i$ ，第二个表示 $\sum v_i \times i$ ，修改时维护即可

**树状数组上二分**：在树状数组上直接二分可以节省一个 $\log$ 的复杂度，例如求第 $K$ 大，按位判断往哪边走即可

# 题目：点数统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：点数统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

平面上有 $n$ 个点， $Q$ 次询问切比舍夫距离一点不超过 $d$ 的点的个数

$n, Q \leq 500000$

# 题目：点数统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

平面上有 $n$ 个点， $Q$ 次询问切比舍夫距离一点不超过 $d$ 的点的个数

$n, Q \leq 500000$

差分一下，离线树状数组扫描一遍即可

# 题目：点数统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

平面上有 $n$ 个点， $Q$ 次询问切比舍夫距离一点不超过 $d$ 的点的个数

$n, Q \leq 500000$

**差分**一下，离线树状数组扫描一遍即可

时间复杂度 $O((Q + n) \log n)$

# 题目：区间颜色数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：区间颜色数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为  $N$  的数列，每个点一个颜色  
 $M$  次询问区间  $[L, R]$  有多少种不同的颜色  
 $N \leq 50000, M \leq 200000$

# 题目：区间颜色数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为  $N$  的数列，每个点一个颜色

$M$  次询问区间  $[L, R]$  有多少种不同的颜色

$N \leq 50000, M \leq 200000$

预处理出所有点后面第一个相同颜色的位置  $ne_i$



# 题目：区间颜色数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为  $N$  的数列，每个点一个颜色

$M$  次询问区间  $[L, R]$  有多少种不同的颜色

$N \leq 50000, M \leq 200000$

预处理出所有点后面第一个相同颜色的位置  $ne_i$

然后离线处理询问

# 题目：区间颜色数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为  $N$  的数列，每个点一个颜色

$M$  次询问区间  $[L, R]$  有多少种不同的颜色

$N \leq 50000, M \leq 200000$

预处理出所有点后面第一个相同颜色的位置  $ne_i$

然后离线处理询问

按左端点排序，每次加入一个点时，在树状数组上  
给  $ne_i$  加1，给  $i$  减1

# 题目： 区间颜色数 bzoj1878

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为  $N$  的数列，每个点一个颜色

$M$  次询问区间  $[L, R]$  有多少种不同的颜色

$N \leq 50000, M \leq 200000$

预处理出所有点后面第一个相同颜色的位置  $ne_i$

然后离线处理询问

按左端点排序，每次加入一个点时，在树状数组上

给  $ne_i$  加1，给  $i$  减1

询问的答案就是区间  $[l, r]$  的和

# 题目：区间颜色数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为  $N$  的数列，每个点一个颜色

$M$  次询问区间  $[L, R]$  有多少种不同的颜色

$N \leq 50000, M \leq 200000$

预处理出所有点后面第一个相同颜色的位置  $ne_i$

然后离线处理询问

按左端点排序，每次加入一个点时，在树状数组上

给  $ne_i$  加1，给  $i$  减1

询问的答案就是区间  $[l, r]$  的和

时间复杂度  $O(M \log N)$

# 题目：区间LCM

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：区间LCM

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列 $v_i$ ， $q$ 次询问区间 $[l, r]$ 的lcm，取模后输出  
 $n, q \leq 100000$ 。

# 题目：区间LCM

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列 $v_i$ ， $q$ 次询问区间 $[l, r]$ 的lcm，取模后输出  
 $n, q \leq 100000$ 。  
对每个数，拆分成 $p_i^{a_i}$ 的形式

# 题目：区间LCM

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列 $v_i$ ， $q$ 次询问区间 $[l, r]$ 的lcm，取模后输出  
 $n, q \leq 100000$ 。

对每个数，拆分成 $p_i^{a_i}$ 的形式

对质数的每个幂记录一个状态表示，贡献为 $p_i$



# 题目：区间LCM

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列 $v_i$ ， $q$ 次询问区间 $[l, r]$ 的lcm，取模后输出  
 $n, q \leq 100000$ 。

对每个数，拆分成 $p_i^{a_i}$ 的形式

对质数的每个幂记录一个状态表示，贡献为 $p_i$

每个询问就是询问一段区间不同状态的贡献之积

# 题目：区间LCM

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列 $v_i$ ， $q$ 次询问区间 $[l, r]$ 的lcm，取模后输出  
 $n, q \leq 100000$ 。

对每个数，拆分成 $p_i^{a_i}$ 的形式

对质数的每个幂记录一个状态表示，贡献为 $p_i$

每个询问就是询问一段区间不同状态的贡献之积  
离线后类似上一题，BIT维护

# 题目：区间LCM

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列 $v_i$ ,  $q$ 次询问区间 $[l, r]$ 的lcm, 取模后输出  
 $n, q \leq 100000$ 。

对每个数, 拆分成 $p_i^{a_i}$ 的形式

对质数的每个幂记录一个状态表示, 贡献为 $p_i$

每个询问就是询问一段区间不同状态的贡献之积

离线后类似上一题, BIT维护

时间复杂度 $O(q \log^2 n)$

# 题目：子集统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：子集统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有  $n$  个区间  $[l_i, r_i]$ ，在上面取  $m$  个位置  $a_i$ ，每个位置上有一些区间集合  $S$

现在问所有  $S$  的子集的并的大小

$n, m \leq 100000$

# 题目：子集统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个区间 $[l_i, r_i]$ ，在上面取 $m$ 个位置 $a_i$ ，每个位置上有一些区间集合 $S$

现在问所有 $S$ 的子集的并的大小

$n, m \leq 100000$

按位置从左往右判断，一个位置如果对答案有贡献当且仅当选了某个新区间，然后已有区间随便选

# 题目：子集统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个区间 $[l_i, r_i]$ ，在上面取 $m$ 个位置 $a_i$ ，每个位置上有一些区间集合 $S$

现在问所有 $S$ 的子集的并的大小

$n, m \leq 100000$

按位置从左往右判断，一个位置如果对答案有贡献当且仅当选了某个新区间，然后已有区间随便选

按左端点排序，维护当前区间个数，逐一加入新区间并给答案加上2的当前区间个数次方即可

# 题目：子集统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个区间 $[l_i, r_i]$ ，在上面取 $m$ 个位置 $a_i$ ，每个位置上有一些区间集合 $S$

现在问所有 $S$ 的子集的并的大小

$n, m \leq 100000$

按位置从左往右判断，一个位置如果对答案有贡献当且仅当选了某个新区间，然后已有区间随便选

按左端点排序，维护当前区间个数，逐一加入新区间并给答案加上2的当前区间个数次方即可

时间复杂度 $O(m \log n)$



# 题目：两个区间

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：两个区间

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为 $n$ 的三个数列 $a, b, c$ ，选出两个长度为 $L$ 的区间  
如果一个点选了0次有 $a_i$ 的价值，选了1次有 $b_i$ 的价值，选  
了2次有 $c_i$ 的价值  
问所有 $\frac{(n-L)(n-L+1)}{2}$ 种取法中第 $k$ 大的取法  
 $n, L \leq 100000, a_i < b_i < c_i$

# 题目：两个区间

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为 $n$ 的三个数列 $a, b, c$ ，选出两个长度为 $L$ 的区间  
如果一个点选了0次有 $a_i$ 的价值，选了1次有 $b_i$ 的价值，选  
了2次有 $c_i$ 的价值

问所有 $\frac{(n-L)(n-L+1)}{2}$ 种取法中第 $k$ 大的取法

$n, L \leq 100000, a_i < b_i < c_i$

**二分答案**，然后求出有多少种不超过 $MID$ 的方案

# 题目：两个区间

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为 $n$ 的三个数列 $a, b, c$ ，选出两个长度为 $L$ 的区间  
如果一个点选了0次有 $a_i$ 的价值，选了1次有 $b_i$ 的价值，选  
了2次有 $c_i$ 的价值

问所有 $\frac{(n-L)(n-L+1)}{2}$ 种取法中第 $k$ 大的取法

$n, L \leq 100000, a_i < b_i < c_i$

**二分答案**，然后求出有多少种不超过 $MID$ 的方案

分**两种情况**，一种是两段不相交的，一种是两段相交的

# 题目：两个区间

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为 $n$ 的三个数列 $a, b, c$ ，选出两个长度为 $L$ 的区间  
如果一个点选了0次有 $a_i$ 的价值，选了1次有 $b_i$ 的价值，选  
了2次有 $c_i$ 的价值

问所有 $\frac{(n-L)(n-L+1)}{2}$ 种取法中第 $k$ 大的取法  
 $n, L \leq 100000, a_i < b_i < c_i$

**二分答案**，然后求出有多少种不超过 $MID$ 的方案

分**两种情况**，一种是两段不相交的，一种是两段相交的  
两段不相交的好处理，求一下前缀和，记一下位置，树状数  
组求和

# 题目：两个区间

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为 $n$ 的三个数列 $a, b, c$ ，选出两个长度为 $L$ 的区间  
如果一个点选了0次有 $a_i$ 的价值，选了1次有 $b_i$ 的价值，选  
了2次有 $c_i$ 的价值

问所有 $\frac{(n-L)(n-L+1)}{2}$ 种取法中第 $k$ 大的取法  
 $n, L \leq 100000, a_i < b_i < c_i$

**二分答案**，然后求出有多少种不超过 $MID$ 的方案

分**两种情况**，一种是两段不相交的，一种是两段相交的  
两段不相交的好处理，求一下前缀和，记一下位置，树状数  
组求和

两段相交的记录一下两段并的开始和终止，用两个数组分别  
记录两个起始点的贡献，再同样树状数组扫一遍

# 题目：两个区间

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

长度为 $n$ 的三个数列 $a, b, c$ ，选出两个长度为 $L$ 的区间  
如果一个点选了0次有 $a_i$ 的价值，选了1次有 $b_i$ 的价值，选  
了2次有 $c_i$ 的价值

问所有 $\frac{(n-L)(n-L+1)}{2}$ 种取法中第 $k$ 大的取法  
 $n, L \leq 100000, a_i < b_i < c_i$

**二分答案**，然后求出有多少种不超过 $MID$ 的方案

分**两种情况**，一种是两段不相交的，一种是两段相交的  
两段不相交的好处理，求一下前缀和，记一下位置，树状数  
组求和

两段相交的记录一下两段并的开始和终止，用两个数组分别  
记录两个起始点的贡献，再同样树状数组扫一遍  
时间复杂度 $O(n \log^2 n)$

# 题目：矩形对统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块



# 题目：矩形对统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个平行于坐标轴矩形，问有多少对矩形，它们之间有交，  
且别的矩形与它们均没有交

$n \leq 100000$

# 题目：矩形对统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个平行于坐标轴矩形，问有多少对矩形，它们之间有交，  
且别的矩形与它们均没有交

$n \leq 100000$

对于每个矩形判断是不是有一个唯一的矩形和它有交即可

# 题目：矩形对统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个平行于坐标轴矩形，问有多少对矩形，它们之间有交，  
且别的矩形与它们均没有交

$n \leq 100000$

对于每个矩形判断是不是有一个唯一的矩形和它有交即可  
可以用容斥计算与它没有交的矩形个数

# 题目：矩形对统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个平行于坐标轴矩形，问有多少对矩形，**它们之间有交，且别的矩形与它们均没有交**

$n \leq 100000$

对于每个矩形判断**是不是有一个唯一的矩形和它有交**即可  
可以用**容斥**计算与它没有交的矩形个数

没有交的矩形个数为四个方向和矩形一定没交的举行个数减  
去四个角上的矩形个数

# 题目：矩形对统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个平行于坐标轴矩形，问有多少对矩形，**它们之间有交，且别的矩形与它们均没有交**

$n \leq 100000$

对于每个矩形判断**是不是有一个唯一的矩形和它有交**即可  
可以用**容斥**计算与它没有交的矩形个数

没有交的矩形个数为四个方向和矩形一定没交的举行个数减  
去四个角上的矩形个数

四个角的举行个数可以用树状数组统计

# 题目：矩形对统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个平行于坐标轴矩形，问有多少对矩形，**它们之间有交，且别的矩形与它们均没有交**

$n \leq 100000$

对于每个矩形判断**是不是有一个唯一的矩形和它有交**即可  
可以用**容斥**计算与它没有交的矩形个数

没有交的矩形个数为四个方向和矩形一定没交的举行个数减  
去四个角上的矩形个数

四个角的举行个数可以用树状数组统计

找到到底是哪个矩形可以再用一个树状数组维护异或值，这  
样只有那些和一个其他矩形相交的矩形是有用的

# 题目：矩形对统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个平行于坐标轴矩形，问有多少对矩形，**它们之间有交，且别的矩形与它们均没有交**

$n \leq 100000$

对于每个矩形判断**是不是有一个唯一的矩形和它有交**即可  
可以用**容斥**计算与它没有交的矩形个数

没有交的矩形个数为四个方向和矩形一定没交的举行个数减  
去四个角上的矩形个数

四个角的举行个数可以用树状数组统计

找到到底是哪个矩形可以再用一个树状数组维护异或值，这  
样只有那些和一个其他矩形相交的矩形是有用的

按pair判断即可，答案是 $O(n)$ 级别的

# 题目：矩形对统计

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 个平行于坐标轴矩形，问有多少对矩形，**它们之间有交，且别的矩形与它们均没有交**

$n \leq 100000$

对于每个矩形判断**是不是有一个唯一的矩形和它有交**即可  
可以用**容斥**计算与它没有交的矩形个数

没有交的矩形个数为四个方向和矩形一定没交的举行个数减  
去四个角上的矩形个数

四个角的举行个数可以用树状数组统计

找到到底是哪个矩形可以再用一个树状数组维护异或值，这  
样只有那些和一个其他矩形相交的矩形是有用的

按pair判断即可，答案是 $O(n)$ 级别的

时间复杂度 $O(n \log n)$



# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

**特殊问题：**二维线段树、李超线段树、吉如一线段树

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

**特殊问题：**二维线段树、李超线段树、吉如一线段树

**常见方法：**动态开点、标记永久化、扫描线、线段树挂链、  
线段树合并

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

**特殊问题：**二维线段树、李超线段树、吉如一线段树

**常见方法：**动态开点、标记永久化、扫描线、线段树挂链、  
线段树合并

**做题技巧：**标记矩阵化、根据单调性维护

# 方法：扫描线

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：扫描线

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

平面上有若干矩形

# 方法：扫描线

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

平面上有若干矩形  
一维排序，一维用线段树维护

# 题目：挖矿

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块



# 题目：挖矿

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

平面上 $n$ 个点，每个点价值 $v_i$ ，找一个 $A \times B$ 的矩形使得包含  
的价值最大  
 $n \leq 100000$

# 题目：挖矿

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构  
堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

平面上 $n$ 个点，每个点价值 $v_i$ ，找一个 $A \times B$ 的矩形使得包含的价值最大

$n \leq 100000$

把矿石按 $X$ 坐标轴排序，对 $Y$ 坐标轴进行扫描线处理

# 题目：挖矿

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

平面上 $n$ 个点，每个点价值 $v_i$ ，找一个 $A \times B$ 的矩形使得包含的价值最大

$n \leq 100000$

把矿石按 $X$ 坐标轴排序，对 $Y$ 坐标轴进行扫描线处理

支持单点修改，求所有一段区间的最大值

# 题目：挖矿

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

平面上 $n$ 个点，每个点价值 $v_i$ ，找一个 $A \times B$ 的矩形使得包含的价值最大

$n \leq 100000$

把矿石按 $X$ 坐标轴排序，对 $Y$ 坐标轴进行扫描线处理

支持单点修改，求所有一段区间的最大值

可以转化一下改为区间修改和所有最大值

# 题目：挖矿

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

平面上 $n$ 个点，每个点价值 $v_i$ ，找一个 $A \times B$ 的矩形使得包含的价值最大

$n \leq 100000$

把矿石按 $X$ 坐标轴排序，对 $Y$ 坐标轴进行扫描线处理

支持单点修改，求所有一段区间的最大值

可以转化一下改为区间修改和所有最大值

最简单的线段树就可以解决了，时间复杂度 $O(n \log n)$

# 方法：线段树挂链

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：线段树挂链

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

将一段线段拆分成线段树上若干个节点

# 方法：线段树挂链

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

将一段线段拆分成线段树上若干个节点  
在每个节点上挂链



# 题目：向量

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：向量

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个向量集合，支持以下操作：

1、插入一个向量 $(x, y)$

2、删除插入的第 $i$ 个向量

3、查询当前集合与 $(x, y)$  点积的最大值是多少

$N, x, y \leq 100000$ 。

# 题目：向量

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个向量集合，支持以下操作：

1、插入一个向量 $(x, y)$

2、删除插入的第 $i$ 个向量

3、查询当前集合与 $(x, y)$  点积的最大值是多少

$N, x, y \leq 100000$ 。

维护出每个向量出现的时间，然后线段树上挂链，得到每个时间段可能出现的向量

# 题目：向量

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个向量集合，支持以下操作：

1、插入一个向量 $(x, y)$

2、删除插入的第 $i$ 个向量

3、查询当前集合与 $(x, y)$  点积的最大值是多少

$N, x, y \leq 100000$ 。

维护出每个向量出现的时间，然后线段树上挂链，得到每个时间段可能出现的向量

对于线段树上每个点，对在这个点挂链的点维护出一个凸壳

# 题目：向量

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个向量集合，支持以下操作：

1、插入一个向量 $(x, y)$

2、删除插入的第 $i$ 个向量

3、查询当前集合与 $(x, y)$  点积的最大值是多少

$N, x, y \leq 100000$ 。

维护出每个向量出现的时间，然后线段树上挂链，得到每个时间段可能出现的向量

对于线段树上每个点，对在这个点挂链的点维护出一个凸壳  
然后对于每个询问在凸壳上三分，更新答案就可以了

# 题目：向量

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个向量集合，支持以下操作：

1、插入一个向量 $(x, y)$

2、删除插入的第 $i$ 个向量

3、查询当前集合与 $(x, y)$  点积的最大值是多少

$N, x, y \leq 100000$ 。

维护出每个向量出现的时间，然后线段树上挂链，得到每个时间段可能出现的向量

对于线段树上每个点，对在这个点挂链的点维护出一个凸壳  
然后对于每个询问在凸壳上三分，更新答案就可以了

时间复杂度 $O(N \log^2 N)$

# 方法：线段树合并

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：线段树合并

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

合并共 $n$ 个点的线段树，时间复杂度 $O(n \log n)$



# 题目：二叉树的逆序对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：二叉树的逆序对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

现在有一棵二叉树，所有非叶子节点都有两个孩子  
在每个叶子节点上有一个权值(有 $n$ 个叶子节点，满足这些权值为 $1, 2, \dots, n$ 的一个排列)

可以任意交换每个非叶子节点的左右孩子

要求进行一系列交换，使得最终所有叶子节点的权值按照遍历序写出来，逆序对个数最少

$n \leq 200000$

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：根据单调性维护

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：根据单调性维护

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

线段树上维护的值如果满足单调性，会变得比较好维护

# 题目：鱼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：鱼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 条鱼，每条鱼有一个颜色 $R, G$ 或 $B$ 和重量 $w_i$

现在要选择一些鱼，并得到一个三元组 $\langle R, G, B \rangle$ 表示选择  
每种颜色的鱼的个数

选择的鱼要满足最重的鱼的重量不超过最轻的鱼的重量的两  
倍，问有多少不同的三元组

$n \leq 500000$

# 题目：鱼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 条鱼，每条鱼有一个颜色 $R, G$ 或 $B$ 和重量 $w_i$

现在要选择一些鱼，并得到一个三元组 $\langle R, G, B \rangle$ 表示选择  
每种颜色的鱼的个数

选择的鱼要满足最重的鱼的重量不超过最轻的鱼的重量两倍，问有多少不同的三元组

$n \leq 500000$

先扫描后在三维空间上加入一些点 $(R_i, G_i, B_i)$ ，这些点左下角都是可行的，现在只要统计可行三元组数



# 题目：鱼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 条鱼，每条鱼有一个颜色 $R, G$ 或 $B$ 和重量 $w_i$

现在要选择一些鱼，并得到一个三元组 $\langle R, G, B \rangle$ 表示选择  
每种颜色的鱼的个数

选择的鱼要满足最重的鱼的重量不超过最轻的鱼的重量  
的两倍，问有多少不同的三元组

$n \leq 500000$

先扫描后在三维空间上加入一些点 $(R_i, G_i, B_i)$ ，这些点  
左下角都是可行的，现在只要统计可行三元组数

按 $R_i$ 排序，在 $G$ 这一维上建立线段树，权值为 $B$

# 题目：鱼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 条鱼，每条鱼有一个颜色 $R, G$ 或 $B$ 和重量 $w_i$

现在要选择一些鱼，并得到一个三元组 $\langle R, G, B \rangle$ 表示选择每种颜色的鱼的个数

选择的鱼要满足最重的鱼的重量不超过最轻的鱼的重量的两倍，问有多少不同的三元组

$n \leq 500000$

先扫描后在三维空间上加入一些点 $(R_i, G_i, B_i)$ ，这些点左下角都是可行的，现在只要统计可行三元组数

按 $R_i$ 排序，在 $G$ 这一维上建立线段树，权值为 $B$   
因为 $B$ 单调不增，很容易维护当前线段树权值和

# 题目：鱼

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 条鱼，每条鱼有一个颜色 $R, G$ 或 $B$ 和重量 $w_i$

现在要选择一些鱼，并得到一个三元组 $\langle R, G, B \rangle$ 表示选择  
每种颜色的鱼的个数

选择的鱼要满足最重的鱼的重量不超过最轻的鱼的重量  
的两倍，问有多少不同的三元组

$n \leq 500000$

先扫描后在三维空间上加入一些点 $(R_i, G_i, B_i)$ ，这些点  
左下角都是可行的，现在只要统计可行三元组数

按 $R_i$ 排序，在 $G$ 这一维上建立线段树，权值为 $B$   
因为 $B$ 单调不增，很容易维护当前线段树权值和  
时间复杂度 $O(n \log n)$

# 题目：割草

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：割草

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个数列，每天第 $i$ 个数增大 $a_i$ ；  
进行 $m$ 次操作，在第 $x$ 天把高度 $\geq y$ 的部分全部割去，求出每  
次收割得到的高度和  
 $n, m \leq 500000$ 。

# 题目：割草

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个数列，每天第 $i$ 个数增大 $a_i$

进行 $m$ 次操作，在第 $x$ 天把高度 $\geq y$ 的部分全部割去，求出每次收割得到的高度和

$n, m \leq 500000$ 。

先把 $a_i$ 排序，然后左边和右边的相对高度肯定是不变的

# 题目：割草

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个数列，每天第 $i$ 个数增大 $a_i$

进行 $m$ 次操作，在第 $x$ 天把高度 $\geq y$ 的部分全部割去，求出每次收割得到的高度和

$n, m \leq 500000$ 。

先把 $a_i$ 排序，然后左边和右边的相对高度肯定是不变的

可以用线段树维护出一段区间最左边的值、最右边的值和总和

# 题目：割草

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个数列，每天第 $i$ 个数增大 $a_i$

进行 $m$ 次操作，在第 $x$ 天把高度 $\geq y$ 的部分全部割去，求出每次收割得到的高度和

$n, m \leq 500000$ 。

先把 $a_i$ 排序，然后左边和右边的相对高度肯定是不变的

可以用线段树维护出一段区间最左边的值、最右边的值和总和

每次先把整段区间加上 $x - la$ 次，表示生长天数



# 题目：割草

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个数列，每天第 $i$ 个数增大 $a_i$

进行 $m$ 次操作，在第 $x$ 天把高度 $\geq y$ 的部分全部割去，求出每次收割得到的高度和

$n, m \leq 500000$ 。

先把 $a_i$ 排序，然后左边和右边的相对高度肯定是不变的

可以用线段树维护出一段区间最左边的值、最右边的值和总和

每次先把整段区间加上 $x - la$ 次，表示生长天数

然后找到一个点，该点到右边都要修改成同一高度

# 题目：割草

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个数列，每天第 $i$ 个数增大 $a_i$

进行 $m$ 次操作，在第 $x$ 天把高度 $\geq y$ 的部分全部割去，求出每次收割得到的高度和

$n, m \leq 500000$ 。

先把 $a_i$ 排序，然后左边和右边的相对高度肯定是不变的

可以用线段树维护出一段区间最左边的值、最右边的值和总和

每次先把整段区间加上 $x - la$ 次，表示生长天数

然后找到一个点，该点到右边都要修改成同一高度

这两个区间修改操作可以打在一个标记里往下传，同时在修改成同一高度的时候统计答案即可

# 题目：割草

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个数列，每天第 $i$ 个数增大 $a_i$

进行 $m$ 次操作，在第 $x$ 天把高度 $\geq y$ 的部分全部割去，求出每次收割得到的高度和

$n, m \leq 500000$ 。

先把 $a_i$ 排序，然后左边和右边的相对高度肯定是不变的

可以用线段树维护出一段区间最左边的值、最右边的值和总和

每次先把整段区间加上 $x - la$ 次，表示生长天数

然后找到一个点，该点到右边都要修改成同一高度

这两个区间修改操作可以打在一个标记里往下传，同时在修改成同一高度的时候统计答案即可

时间复杂度 $O(m \log n)$

# 方法：李超树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：机器人

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：机器人

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 只机器人在数轴上，一开始第 $i$ 只机器人在 $a_i$ 的位置上静止 ( $v_i = 0$ )

执行 $m$ 次操作，每次重新设置一个机器人的速度 $v_i$ ，并询问离原点最远的机器人有多远

注意，不同的机器人之间互不影响，即不用考虑两个机器人撞在了一起的情况

$n, m \leq 100000$

# 题目：机器人

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 只机器人在数轴上，一开始第 $i$ 只机器人在 $a_i$ 的位置上静止 ( $v_i = 0$ )

执行 $m$ 次操作，每次重新设置一个机器人的速度 $v_i$ ，并询问离原点最远的机器人有多远

注意，不同的机器人之间互不影响，即不用考虑两个机器人撞在了一起的情况

$n, m \leq 100000$

按时间建线段树，上面有若干线段

# 题目：机器人

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 只机器人在数轴上，一开始第 $i$ 只机器人在 $a_i$ 的位置上静止 ( $v_i = 0$ )

执行 $m$ 次操作，每次重新设置一个机器人的速度 $v_i$ ，并询问离原点最远的机器人有多远

注意，不同的机器人之间互不影响，即不用考虑两个机器人撞在了一起的情况

$n, m \leq 100000$

按时间建线段树，上面有若干线段

用李超树的方法找到每个时刻最大值和最小值即可



# 题目：机器人

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有 $n$ 只机器人在数轴上，一开始第 $i$ 只机器人在 $a_i$ 的位置上静止 ( $v_i = 0$ )

执行 $m$ 次操作，每次重新设置一个机器人的速度 $v_i$ ，并询问离原点最远的机器人有多远

注意，不同的机器人之间互不影响，即不用考虑两个机器人撞在了一起的情况

$n, m \leq 100000$

按时间建线段树，上面有若干线段

用李超树的方法找到每个时刻最大值和最小值即可

时间复杂度 $O(m \log n)$

# 题目：加、除、最大值

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：加、除、最大值

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个数列 $a_i$ ，三种操作

1、区间加一个数 $x$

2、区间除一个数 $x$

3、区间求**最大值下取整**

其中一开始 $a_i \leq 10^8$ ,  $n, m \leq 100000$ ,  $x \leq 1000$

# 题目：加、除、最大值

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个数列 $a_i$ ，三种操作

1、区间加一个数 $x$

2、区间除一个数 $x$

3、区间求**最大值下取整**

其中一开始 $a_i \leq 10^8, n, m \leq 100000, x \leq 1000$

很明显要用到线段树维护

# 题目：加、除、最大值

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个数列 $a_i$ ，三种操作

1、区间加一个数 $x$

2、区间除一个数 $x$

3、区间求**最大值下取整**

其中一开始 $a_i \leq 10^8$ ,  $n, m \leq 100000$ ,  $x \leq 1000$

很明显要用到线段树维护

线段树上每个节点和懒惰标记都用 $\frac{A}{B} + C$ 的形式维护

# 题目：加、除、最大值

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个数列 $a_i$ ，三种操作

1、区间加一个数 $x$

2、区间除一个数 $x$

3、区间求**最大值下取整**

其中一开始 $a_i \leq 10^8$ ,  $n, m \leq 100000$ ,  $x \leq 1000$

很明显要用到线段树维护

线段树上每个节点和懒惰标记都用 $\frac{A}{B} + C$ 的形式维护

对于一个点 $\frac{A}{B} + C$ ，如果加上标记 $\frac{VA}{VB} + VC$ ，就会变成 $\frac{A+(C+VA) \cdot B}{B \cdot VB} + VC$

# 题目：加、除、最大值

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个数列 $a_i$ ，三种操作

1、区间加一个数 $x$

2、区间除一个数 $x$

3、区间求**最大值下取整**

其中一开始 $a_i \leq 10^8$ ,  $n, m \leq 100000$ ,  $x \leq 1000$

很明显要用到线段树维护

线段树上每个节点和懒惰标记都用 $\frac{A}{B} + C$ 的形式维护

对于一个点 $\frac{A}{B} + C$ ，如果加上标记 $\frac{VA}{VB} + VC$ ，就会变

成 $\frac{A+(C+VA) \cdot B}{B \cdot VB} + VC$

如果分母大于 $10^9$ ，那么直接把分母变为 $10^9$ ，分子变成对应数值即可，因为分母大于 $10^9$ 的话分数项必为0

# 题目：加、除、最大值

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个数列 $a_i$ ，三种操作

1、区间加一个数 $x$

2、区间除一个数 $x$

3、区间求**最大值下取整**

其中一开始 $a_i \leq 10^8$ ,  $n, m \leq 100000$ ,  $x \leq 1000$

很明显要用到线段树维护

线段树上每个节点和懒惰标记都用 $\frac{A}{B} + C$ 的形式维护

对于一个点 $\frac{A}{B} + C$ ，如果加上标记 $\frac{VA}{VB} + VC$ ，就会变

成 $\frac{A+(C+VA) \cdot B}{B \cdot VB} + VC$

如果分母大于 $10^9$ ，那么直接把分母变为 $10^9$ ，分子变成对应数值即可，因为分母大于 $10^9$ 的话分数项必为0

时间复杂度 $O((n + m) \log n)$



# 题目：传送带

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：传送带

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个传送带，每一个时刻向右传送1，每个时刻在传送带最左边放一个盘子，盘子将不断向右移动，超过 $n$ 将消失  
有 $q$ 个要求，每个要求需要你把一些（ $z$ 个）物品从 $x$ 运到 $y$ ，  
每个盘子每个时刻最多只能有1个物品，且不能在同一时刻拿走物品再放上  
现在问你满足前 $1, 2, 3, \dots, q$ 个要求最少需要多少时间  
 $n, q \leq 100000$ 。

# 题目：传送带

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个传送带，每一个时刻向右传送1，每个时刻在传送带最左边放一个盘子，盘子将不断向右移动，超过 $n$ 将消失

有 $q$ 个要求，每个要求需要你把一些（ $z$ 个）物品从 $x$ 运到 $y$ ，每个盘子每个时刻最多只能有1个物品，且不能在同一时刻拿走物品再放上

现在问你满足前 $1, 2, 3, \dots, q$ 个要求最少需要多少时间  
 $n, q \leq 100000$ 。

每个盘子独立，如果用 $T$ 的时间，将有 $T - n$ 个完整的盘子和 $n$ 个在 $[1, n]$ 中各一个的盘子

# 题目：传送带

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个传送带，每一个时刻向右传送1，每个时刻在传送带最左边放一个盘子，盘子将不断向右移动，超过 $n$ 将消失

有 $q$ 个要求，每个要求需要你把一些（ $z$ 个）物品从 $x$ 运到 $y$ ，每个盘子每个时刻最多只能有1个物品，且不能在同一时刻拿走物品再放上

现在问你满足前 $1, 2, 3, \dots, q$ 个要求最少需要多少时间  
 $n, q \leq 100000$ 。

每个盘子独立，如果用 $T$ 的时间，将有 $T - n$ 个完整的盘子和 $n$ 个在 $[1, n]$ 中各一个的盘子

如果只有完整的盘子，就是区间加1区间取最小值

# 题目：传送带

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个传送带，每一个时刻向右传送1，每个时刻在传送带最左边放一个盘子，盘子将不断向右移动，超过 $n$ 将消失

有 $q$ 个要求，每个要求需要你把一些（ $z$ 个）物品从 $x$ 运到 $y$ ，每个盘子每个时刻最多只能有1个物品，且不能在同一时刻拿走物品再放上

现在问你满足前 $1, 2, 3, \dots, q$ 个要求最少需要多少时间  
 $n, q \leq 100000$ 。

每个盘子独立，如果用 $T$ 的时间，将有 $T - n$ 个完整的盘子和 $n$ 个在 $[1, n]$ 中各一个的盘子

如果只有完整的盘子，就是区间加1区间取最小值  
加入 $n$ 个零散的盘子就是给 $[1, n]$ 先加好 $[1, n]$ ，再像原来一样做即可

# 题目：传送带

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个传送带，每一个时刻向右传送1，每个时刻在传送带最左边放一个盘子，盘子将不断向右移动，超过 $n$ 将消失

有 $q$ 个要求，每个要求需要你的一些（ $z$ 个）物品从 $x$ 运到 $y$ ，每个盘子每个时刻最多只能有1个物品，且不能在同一时刻拿走物品再放上

现在问你满足前 $1, 2, 3, \dots, q$ 个要求最少需要多少时间  
 $n, q \leq 100000$ 。

每个盘子独立，如果用 $T$ 的时间，将有 $T - n$ 个完整的盘子和 $n$ 个在 $[1, n]$ 中各一个的盘子

如果只有完整的盘子，就是区间加1区间取最小值  
加入 $n$ 个零散的盘子就是给 $[1, n]$ 先加好 $[1, n]$ ，再像原来一样做即可

注意当前时间不超过 $n$ 的情况，特判之

# 题目：传送带

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个传送带，每一个时刻向右传送1，每个时刻在传送带最左边放一个盘子，盘子将不断向右移动，超过 $n$ 将消失

有 $q$ 个要求，每个要求需要你的一些（ $z$ 个）物品从 $x$ 运到 $y$ ，每个盘子每个时刻最多只能有1个物品，且不能在同一时刻拿走物品再放上

现在问你满足前 $1, 2, 3, \dots, q$ 个要求最少需要多少时间  
 $n, q \leq 100000$ 。

每个盘子独立，如果用 $T$ 的时间，将有 $T - n$ 个完整的盘子和 $n$ 个在 $[1, n]$ 中各一个的盘子

如果只有完整的盘子，就是区间加1区间取最小值  
加入 $n$ 个零散的盘子就是给 $[1, n]$ 先加好 $[1, n]$ ，再像原来一样做即可

注意当前时间不超过 $n$ 的情况，特判之  
最后就是线段树区间+1，区间取最小值

# 题目：传送带

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个传送带，每一个时刻向右传送1，每个时刻在传送带最左边放一个盘子，盘子将不断向右移动，超过 $n$ 将消失

有 $q$ 个要求，每个要求需要你把一些（ $z$ 个）物品从 $x$ 运到 $y$ ，每个盘子每个时刻最多只能有1个物品，且不能在同一时刻拿走物品再放上

现在问你满足前 $1, 2, 3, \dots, q$ 个要求最少需要多少时间  
 $n, q \leq 100000$ 。

每个盘子独立，如果用 $T$ 的时间，将有 $T - n$ 个完整的盘子和 $n$ 个在 $[1, n]$ 中各一个的盘子

如果只有完整的盘子，就是区间加1区间取最小值  
加入 $n$ 个零散的盘子就是给 $[1, n]$ 先加好 $[1, n]$ ，再像原来一样做即可

注意当前时间不超过 $n$ 的情况，特判之  
最后就是线段树区间+1，区间取最小值  
时间复杂度 $O((q + n) \log n)$



# 题目：最大 $k$ 区间和

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：最大 $k$ 区间和

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个数字，求不相交的总和最大的最多 $k$ 个连续子序列  
 $k \leq n \leq 1000000$ 。

# 题目：最大 $k$ 区间和

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个数字，求不相交的总和最大的最多 $k$ 个连续子序列  
 $k \leq n \leq 1000000$ 。

每次贪心地取一段最大的连续子序列，然后对其取反，可以得到最优的解

# 题目：最大 $k$ 区间和

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个数字，求不相交的总和最大的最多 $k$ 个连续子序列  
 $k \leq n \leq 1000000$ 。

每次贪心地取一段最大的连续子序列，然后对其取反，可以得到最优的解

使用线段树维护区间左端起最大、最小；右端起最大、最小；区间最大、最小；区间和来进行转移就可以了

# 题目：最大 $k$ 区间和

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$n$ 个数字，求不相交的总和最大的最多 $k$ 个连续子序列  
 $k \leq n \leq 1000000$ 。

每次贪心地取一段最大的连续子序列，然后对其取反，可以得到最优的解

使用线段树维护区间左端起最大、最小；右端起最大、最小；区间最大、最小；区间和来进行转移就可以了  
时间复杂度 $O(k \log n)$

# 题目：等差数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：等差数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，2种操作：

1、在序列 $[s, t]$  区间加上初值为 $a$ ，差值为 $b$ 的等差数列

2、询问序列 $[s, t]$ 最少能划分为几段，使每一段都是等差数列  
 $n, q \leq 100000$

# 题目：等差数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，2种操作：

1、在序列 $[s, t]$  区间加上初值为 $a$ ，差值为 $b$ 的等差数列

2、询问序列 $[s, t]$ 最少能划分为几段，使每一段都是等差数列  
 $n, q \leq 100000$

差分一下，就相当于一个区间加操作，然后判断区间相同段



# 题目：等差数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，2种操作：

1、在序列 $[s, t]$  区间加上初值为 $a$ ，差值为 $b$ 的等差数列

2、询问序列 $[s, t]$ 最少能划分为几段，使每一段都是等差数列  
 $n, q \leq 100000$

差分一下，就相当于一个区间加操作，然后判断区间相同段  
但是这样是错的，因为每两个散的可以结合成一个，并不用  
分开

# 题目：等差数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，2种操作：

1、在序列 $[s, t]$  区间加上初值为 $a$ ，差值为 $b$ 的等差数列

2、询问序列 $[s, t]$ 最少能划分为几段，使每一段都是等差数列  
 $n, q \leq 100000$

差分一下，就相当于一个区间加操作，然后判断区间相同段  
但是这样是错的，因为每两个散的可以结合成一个，并不用  
分开

所以要用更多的东西维护： $lv$ 表示从左边开始有多少散的  
的、 $rv$ 表示从右边开始有多少散的、 $a$  表示整一块是不是散  
的、 $v$ 表示不是散的一共有多少块

# 题目：等差数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，2种操作：

- 1、在序列 $[s, t]$  区间加上初值为 $a$ ，差值为 $b$ 的等差数列
- 2、询问序列 $[s, t]$ 最少能划分为几段，使每一段都是等差数列  
 $n, q \leq 100000$

差分一下，就相当于一个区间加操作，然后判断区间相同段但是这样是错的，因为每两个散的可以结合成一个，并不用分开

所以要用更多的东西维护： $lv$ 表示从左边开始有多少散的、 $rv$ 表示从右边开始有多少散的、 $a$ 表示整一块是不是散的、 $v$ 表示不是散的一共有多少块

然后在up 的时候大力讨论一下，维护这些值，得到正确的答案

# 题目：等差数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的数列，2种操作：

- 1、在序列 $[s, t]$  区间加上初值为 $a$ ，差值为 $b$ 的等差数列
- 2、询问序列 $[s, t]$ 最少能划分为几段，使每一段都是等差数列  
 $n, q \leq 100000$

差分一下，就相当于一个区间加操作，然后判断区间相同段但是这样是错的，因为每两个散的可以结合成一个，并不用分开

所以要用更多的东西维护： $lv$ 表示从左边开始有多少散的、 $rv$ 表示从右边开始有多少散的、 $a$ 表示整一块是不是散的、 $v$ 表示不是散的一共有多少块

然后在up 的时候大力讨论一下，维护这些值，得到正确的答案

时间复杂度 $O(q \log n)$

# 题目：堵塞的交通

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：堵塞的交通

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一个 $2 \times N$ 的网格图上，每次改变一条边连通性，或者询问  
两点是否联通

$N \leq 100000$

# 题目：堵塞的交通

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一个 $2 \times N$ 的网格图上，每次改变一条边连通性，或者询问  
两点是否联通

$N \leq 100000$

大力分类讨论，用**线段树维护六种连通性**（左上右上，左下  
右下，左上右下，左下右上，左上左下，右上右下）

# 题目：堵塞的交通

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一个 $2 \times N$ 的网格图上，每次改变一条边连通性，或者询问两点是否联通

$N \leq 100000$

大力分类讨论，用**线段树维护六种连通性**（左上右上，左下右下，左上右下，左下右上，左上左下，右上右下）

维护的方法是枚举桥，然后通过两端连通性来判断合起来后的连通性



# 题目：堵塞的交通

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一个 $2 \times N$ 的网格图上，每次改变一条边连通性，或者询问两点是否联通

$N \leq 100000$

大力分类讨论，用**线段树维护六种连通性**（左上右上，左下右下，左上右下，左下右上，左上左下，右上右下）

维护的方法是枚举桥，然后通过两端连通性来判断合起来后的连通性

合并的时候通过判断中间两条横边的联通状态，来合并六种状态连通性

# 题目：堵塞的交通

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一个 $2 \times N$ 的网格图上，每次改变一条边连通性，或者询问两点是否联通

$N \leq 100000$

大力分类讨论，用**线段树维护六种连通性**（左上右上，左下右下，左上右下，左下右上，左上左下，右上右下）

维护的方法是枚举桥，然后通过两端连通性来判断合起来后的连通性

合并的时候通过判断中间两条横边的联通状态，来合并六种状态连通性

询问时注意可以绕来绕去，共有 $4 \times 4$ 种走法

# 题目：堵塞的交通

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一个 $2 \times N$ 的网格图上，每次改变一条边连通性，或者询问两点是否联通

$N \leq 100000$

大力分类讨论，用**线段树维护六种连通性**（左上右上，左下右下，左上右下，左下右上，左上左下，右上右下）

维护的方法是枚举桥，然后通过两端连通性来判断合起来后的连通性

合并的时候通过判断中间两条横边的联通状态，来合并六种状态连通性

询问时注意可以绕来绕去，共有 $4 \times 4$ 种走法

时间复杂度 $O(N \log N)$

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一般能用set就用set

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一般能用set就用set  
手写平衡树一般使用非旋转treap

# 概要

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一般能用set就用set

手写平衡树一般使用**非旋转treap**

在使用手写平衡树前，先考虑能不能STL，能不能线段树，  
最后再考虑平衡树

# 题目：球

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块



# 题目：球

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

现在有 $N$ 个球摆在一行，第 $i$ 个球放在 $p_i$ 处，进行两种共 $Q$ 个操作

1、加入一个新球放在 $x$ 处（如果 $x$ 处已经有球忽略）

2、将最左端的球向右滚，每个球会滚到其右边那个球位置减1处，最后一个球消失

问最后桌上球的位置情况

$N, Q \leq 100000$

# 题目：球

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

现在有 $N$ 个球摆在一行，第 $i$ 个球放在 $p_i$ 处，进行两种共 $Q$ 个操作

1、加入一个新球放在 $x$ 处（如果 $x$ 处已经有球忽略）

2、将最左端的球向右滚，每个球会滚到其右边那个球位置减1处，最后一个球消失

问最后桌上球的位置情况

$N, Q \leq 100000$

将2操作看作全局减1并移掉最前面那个球

# 题目：球

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

现在有 $N$ 个球摆在一行，第 $i$ 个球放在 $p_i$ 处，进行两种共 $Q$ 个操作

- 1、加入一个新球放在 $x$ 处（如果 $x$ 处已经有球忽略）
  - 2、将最左端的球向右滚，每个球会滚到其右边那个球位置减1处，最后一个球消失
- 问最后桌上球的位置情况

$N, Q \leq 100000$

将2操作看作全局减1并移掉最前面那个球  
记录一个**相对值**，用set即可完成所有操作

# 题目：球

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

现在有 $N$ 个球摆在一行，第 $i$ 个球放在 $p_i$ 处，进行两种共 $Q$ 个操作

- 1、加入一个新球放在 $x$ 处（如果 $x$ 处已经有球忽略）
- 2、将最左端的球向右滚，每个球会滚到其右边那个球位置减1处，最后一个球消失

问最后桌上球的位置情况

$N, Q \leq 100000$

将2操作看作全局减1并移掉最前面那个球

记录一个**相对值**，用set即可完成所有操作

时间复杂度 $O(Q \log n)$

# 方法：非旋转treap

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：非旋转treap

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

采用非旋转treap实现即可，可持久化即强行新开点

# 方法：非旋转treap

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

采用非旋转treap实现即可，可持久化即强行新开点

**Merge:** 当TreapA中的所有值都不大于TreapB中的值时，可以进行Merge(A, B)操作将两个Treap 合并。每个点x 先给一个随机键值 $key_x$ ，然后类似可并堆地处理。如

果 $key_A < key_B$ ，那么以A 为根， $R_A = merge(R_A, B)$ 。否则以B为根， $L_B = merge(A, L_B)$

# 方法：非旋转treap

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

采用非旋转treap实现即可，可持久化即强行新开点

**Merge:** 当TreapA中的所有值都不大于TreapB中的值时，可以进行Merge(A, B)操作将两个Treap 合并。每个点 $x$  先给一个随机键值 $key_x$ ，然后类似可并堆地处理。如

果 $key_A < key_B$ ，那么以A为根， $R_A = merge(R_A, B)$ 。否则以B为根， $L_B = merge(A, L_B)$

**Split:** 调用Split(A, n)操作能返回两个TreapB和C，其中B包含TreapA中前 $n$ 个节点，C包含其余节点。若 $k \leq sz[L_A]$ ，那么令 $R_C = R_A$ 调用Split( $L_A, B, L_C, k$ )即可；否则令 $L_B = L_A$ ，调用( $R_A, R_B, C, k - sz[L_A] - 1$ )



# 题目：维修数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：维修数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个长度为 $n$ 的数列，支持以下6种共 $m$ 次操作

1、在当前数列的某个数字后插入若干个数字

2、删除一段数字

3、将一段数修改成某个值

4、翻转一段数

5、求一段数的和

6、求和最大的子序列

$N, M \leq 80000$

# 题目：维修数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个长度为 $n$ 的数列，支持以下6种共 $m$ 次操作

1、在当前数列的某个数字后插入若干个数字

2、删除一段数字

3、将一段数修改成某个值

4、翻转一段数

5、求一段数的和

6、求和最大的子序列

$N, M \leq 80000$

关键在操作6

# 题目：维修数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个长度为 $n$ 的数列，支持以下6种共 $m$ 次操作

- 1、在当前数列的某个数字后插入若干个数字
- 2、删除一段数字
- 3、将一段数修改成某个值
- 4、翻转一段数
- 5、求一段数的和
- 6、求和最大的子序列

$N, M \leq 80000$

关键在操作6

设 $lm_x$ 为从 $x$ 所包含的区间中从最左边取若干个数字（最少1个）取得的最大值， $rm_x$ 为 $x$ 所包含的区间中从最右边取若干个数字（最少1个取得的最大值）， $mm_x$ 为 $x$ 所包含区间中最大一段子序列

# 题目：维修数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个长度为 $n$ 的数列，支持以下6种共 $m$ 次操作

1、在当前数列的某个数字后插入若干个数字

2、删除一段数字

3、将一段数修改成某个值

4、翻转一段数

5、求一段数的和

6、求和最大的子序列

$N, M \leq 80000$

关键在操作6

设 $lm_x$ 为从 $x$ 所包含的区间中从最左边取若干个数字（最少1个）取得的最大值， $rm_x$ 为 $x$ 所包含的区间中从最右边取若干个数字（最少1个取得的最大值）， $mm_x$ 为 $x$ 所包含区间中最大一段子序列

$$lm_x = \max(lm_l, sum_l + val_x + \max(0, lm_r))$$

# 题目：维修数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个长度为 $n$ 的数列，支持以下6种共 $m$ 次操作

1、在当前数列的某个数字后插入若干个数字

2、删除一段数字

3、将一段数修改成某个值

4、翻转一段数

5、求一段数的和

6、求和最大的子序列

$N, M \leq 80000$

关键在操作6

设 $lm_x$ 为从 $x$ 所包含的区间中从最左边取若干个数字（最少1个）取得的最大值， $rm_x$ 为 $x$ 所包含的区间中从最右边取若干个数字（最少1个取得的最大值）， $mm_x$ 为 $x$ 所包含区间中最大一段子序列

$$lm_x = \max(lm_l, sum_l + val_x + \max(0, lm_r))$$

$$rm_x = \max(rm_r, sum_r + val_x + \max(0, rm_l))$$

# 题目：维修数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个长度为 $n$ 的数列，支持以下6种共 $m$ 次操作

1、在当前数列的某个数字后插入若干个数字

2、删除一段数字

3、将一段数修改成某个值

4、翻转一段数

5、求一段数的和

6、求和最大的子序列

$N, M \leq 80000$

关键在操作6

设 $lm_x$ 为从 $x$ 所包含的区间中从最左边取若干个数字（最少1个）取得的最大值， $rm_x$ 为 $x$ 所包含的区间中从最右边取若干个数字（最少1个取得的最大值）， $mm_x$ 为 $x$ 所包含区间中最大一段子序列

$$lm_x = \max(lm_l, sum_l + val_x + \max(0, lm_r))$$

$$rm_x = \max(rm_r, sum_r + val_x + \max(0, rm_l))$$

$$mm_x = \max(\max(0, rm_l) + val_x + \max(0, lm_r), \max(mm_l, mm_r))$$

# 题目：维修数列

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个长度为 $n$ 的数列，支持以下6种共 $m$ 次操作

1、在当前数列的某个数字后插入若干个数字

2、删除一段数字

3、将一段数修改成某个值

4、翻转一段数

5、求一段数的和

6、求和最大的子序列

$N, M \leq 80000$

关键在操作6

设 $lm_x$ 为从 $x$ 所包含的区间中从最左边取若干个数字（最少1个）取得的最大值， $rm_x$ 为 $x$ 所包含的区间中从最右边取若干个数字（最少1个取得的最大值）， $mm_x$ 为 $x$ 所包含区间中最大一段子序列

$$lm_x = \max(lm_l, sum_l + val_x + \max(0, lm_r))$$

$$rm_x = \max(rm_r, sum_r + val_x + \max(0, rm_l))$$

$$mm_x = \max(\max(0, rm_l) + val_x + \max(0, lm_r), \max(mm_l, mm_r))$$

时间复杂度 $O(M \log N)$



# 题目：永无乡

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：永无乡

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一张 $n$ 个点的图，每个点有一个权值，进行 $m$ 次操作：

1、连接两个点

2、询问和一个点联通的第 $k$ 大权值

$n, k \leq 100000$

# 题目：永无乡

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一张 $n$ 个点的图，每个点有一个权值，进行 $m$ 次操作：

1、连接两个点

2、询问和一个点联通的第 $k$ 大权值

$n, k \leq 100000$

考虑维护一颗**权值平衡树**

# 题目：永无乡

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一张 $n$ 个点的图，每个点有一个权值，进行 $m$ 次操作：

1、连接两个点

2、询问和一个点联通的第 $k$ 大权值

$n, k \leq 100000$

考虑维护一颗**权值平衡树**

发现进行2操作时两颗平衡树权值有交，不能直接合并，怎么办？

# 题目：永无乡

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一张 $n$ 个点的图，每个点有一个权值，进行 $m$ 次操作：

1、连接两个点

2、询问和一个点联通的第 $k$ 大权值

$n, k \leq 100000$

考虑维护一颗**权值平衡树**

发现进行2操作时两颗平衡树权值有交，不能直接合并，怎么办？

**启发式合并！**

# 题目：永无乡

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一张 $n$ 个点的图，每个点有一个权值，进行 $m$ 次操作：

1、连接两个点

2、询问和一个点联通的第 $k$ 大权值

$n, k \leq 100000$

考虑维护一颗**权值平衡树**

发现进行2操作时两颗平衡树权值有交，不能直接合并，怎么办？

**启发式合并！**

进行2操作时，把 $size$ 小的一颗树直接拆下来，一个一个插入到 $size$ 大的平衡树上即可

# 题目：永无乡

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一张 $n$ 个点的图，每个点有一个权值，进行 $m$ 次操作：

1、连接两个点

2、询问和一个点联通的第 $k$ 大权值

$n, k \leq 100000$

考虑维护一颗**权值平衡树**

发现进行2操作时两颗平衡树权值有交，不能直接合并，怎么办？

**启发式合并！**

进行2操作时，把 $size$ 小的一颗树直接拆下来，一个一个插入到 $size$ 大的平衡树上即可

Q操作直接平衡树求第 $K$ 大

# 题目：永无乡

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一张 $n$ 个点的图，每个点有一个权值，进行 $m$ 次操作：

1、连接两个点

2、询问和一个点联通的第 $k$ 大权值

$n, k \leq 100000$

考虑维护一颗**权值平衡树**

发现进行2操作时两颗平衡树权值有交，不能直接合并，怎么办？

**启发式合并！**

进行2操作时，把 $size$ 小的一颗树直接拆下来，一个一个插入到 $size$ 大的平衡树上即可

Q操作直接平衡树求第 $K$ 大

时间复杂度 $O(n \log^2 n)$



# 题目：括号修复

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：括号修复

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个括号序列，四种操作：

- 1、将 $[a, b]$ 之间的所有括号改成 $c$
- 2、将 $[a, b]$ 之间的字符串翻转
- 3、将 $[a, b]$ 之间的 '(' 变成 ')', ')' 变成 '('
- 4、询问 $[a, b]$ 之间的字符串至少要改变多少位才能变成合法的括号序列，并不改变当前的括号序列

$N, M \leq 100000$

# 题目：括号修复

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个括号序列，四种操作：

- 1、将 $[a, b]$ 之间的所有括号改成 $c$
- 2、将 $[a, b]$ 之间的字符串翻转
- 3、将 $[a, b]$ 之间的 '(' 变成 ')', ')' 变成 '('
- 4、询问 $[a, b]$ 之间的字符串至少要改变多少位才能变成合法的括号序列，并不改变当前的括号序列

$N, M \leq 100000$

先考虑如何得到答案，就是把所有括号消去，得到)))...(((，答案就是(右括号数+1)/2+(左括号数+1)/2

# 题目：括号修复

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个括号序列，四种操作：

1、将 $[a, b]$ 之间的所有括号改成 $c$

2、将 $[a, b]$ 之间的字符串翻转

3、将 $[a, b]$ 之间的‘(’变成‘)’, ‘)’变成‘(’

4、询问 $[a, b]$ 之间的字符串至少要改变多少位才能变成合法的括号序列，并不改变当前的括号序列

$N, M \leq 100000$

先考虑如何得到答案，就是把所有括号消去，得到 $)))\cdots((($ ，答案就是 $(\text{右括号数}+1)/2 + (\text{左括号数}+1)/2$

只要把)看成1，(看成-1，维护左边、右边开始最大、最小子段和就可以了

# 题目：括号修复

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个括号序列，四种操作：

1、将 $[a, b]$ 之间的所有括号改成 $c$

2、将 $[a, b]$ 之间的字符串翻转

3、将 $[a, b]$ 之间的 '(' 变成 ')', ')' 变成 '('

4、询问 $[a, b]$ 之间的字符串至少要改变多少位才能变成合法的括号序列，并**不改变当前的括号序列**

$N, M \leq 100000$

先考虑如何得到答案，就是把所有括号消去，得到 $)))\cdots((($ ，答案就是 $(\text{右括号数}+1)/2 + (\text{左括号数}+1)/2$

只要把)看成1，(看成-1，维护左边、右边开始最大、最小子段和就可以了

但是这题有多个标记，翻转标记对另外的操作没有影响，但是反转和相同值会有影响

# 题目：括号修复

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个括号序列，四种操作：

1、将 $[a, b]$ 之间的所有括号改成 $c$

2、将 $[a, b]$ 之间的字符串翻转

3、将 $[a, b]$ 之间的 '(' 变成 ')', ')' 变成 '('

4、询问 $[a, b]$ 之间的字符串至少要改变多少位才能变成合法的括号序列，并**不改变当前的括号序列**

$N, M \leq 100000$

先考虑如何得到答案，就是把所有括号消去，得到 $)))\cdots((($ ，答案就是 $(\text{右括号数}+1)/2 + (\text{左括号数}+1)/2$

只要把 $)$ 看成 $1$ ， $($ 看成 $-1$ ，维护左边、右边开始最大、最小子段和就可以了

但是这题有多个标记，翻转标记对另外的操作没有影响，但是反转和相同值会有影响

可以先反转，如果有相同值标记就只把相同值标记反过来，而不向下打反转标记

# 题目：括号修复

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

维护一个括号序列，四种操作：

- 1、将 $[a, b]$ 之间的所有括号改成 $c$
- 2、将 $[a, b]$ 之间的字符串翻转
- 3、将 $[a, b]$ 之间的 '(' 变成 ')', ')' 变成 '('
- 4、询问 $[a, b]$ 之间的字符串至少要改变多少位才能变成合法的括号序列，并**不改变当前的括号序列**

$N, M \leq 100000$

先考虑如何得到答案，就是把所有括号消去，得到)))...(((，答案就是(右括号数+1)/2+(左括号数+1)/2

只要把)看成1，(看成-1，维护左边、右边开始最大、最小子段和就可以了

但是这题有多个标记，翻转标记对另外的操作没有影响，但是反转和相同值会有影响

可以先反转，如果有相同值标记就只把相同值标记反过来，而不向下打反转标记

时间复杂度 $O(M \log N)$

# 题目：星系探索

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块



# 题目：星系探索

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一颗 $N$ 个节点有根树，三种操作：

- 1、询问 $x$ 到1号点的权值和；
- 2、将 $x$ 子树中所有权值增加 $y$ ；
- 3、将 $x$ 父亲换为 $y$

$N \leq 100000$

# 题目：星系探索

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一颗 $N$ 个节点有根树，三种操作：

- 1、询问 $x$ 到1号点的权值和；
- 2、将 $x$ 子树中所有权值增加 $y$ ；
- 3、将 $x$ 父亲换为 $y$

$N \leq 100000$

用括号序列维护，左括号代表正值，右括号代表负值

# 题目：星系探索

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一颗 $N$ 个节点有根树，三种操作：

- 1、询问 $x$ 到1号点的权值和；
- 2、将 $x$ 子树中所有权值增加 $y$ ；
- 3、将 $x$ 父亲换为 $y$

$N \leq 100000$

用括号序列维护，左括号代表正值，右括号代表负值

那么询问就是求 $[st[1], st[x]]$ 的权值和，子树增加打标记即可

# 题目：星系探索

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一颗 $N$ 个节点有根树，三种操作：

- 1、询问 $x$ 到1号点的权值和；
- 2、将 $x$ 子树中所有权值增加 $y$ ；
- 3、将 $x$ 父亲换为 $y$

$N \leq 100000$

用括号序列维护，左括号代表正值，右括号代表负值

那么询问就是求 $[st[1], st[x]]$ 的权值和，子树增加打标记即可  
换父亲可以先把子树取下来，再安装上去

# 题目：星系探索

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一颗 $N$ 个节点有根树，三种操作：

- 1、询问 $x$ 到1号点的权值和；
- 2、将 $x$ 子树中所有权值增加 $y$ ；
- 3、将 $x$ 父亲换为 $y$

$N \leq 100000$

用括号序列维护，左括号代表正值，右括号代表负值

那么询问就是求 $[st[1], st[x]]$ 的权值和，子树增加打标记即可  
换父亲可以先把子树取下来，再安装上去

时间复杂度 $O(N \log N)$

# 方法：树上第 $K$ 大

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：树上第 $K$ 大

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

每个点从其父亲接过来

# 方法：树上第 $K$ 大

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

每个点从其父亲接过来  
询问链上第 $K$ 大时差分



# 题目：森林

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：森林

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给出一个 $n$ 个点的森林， $m$ 次2种操作：

1、加一条边，保证加边后图仍是森林

2、询问链上第 $K$ 大

强制在线， $n, m \leq 100000$

# 题目：森林

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给出一个 $n$ 个点的森林， $m$ 次2种操作：

1、加一条边，保证加边后图仍是森林

2、询问链上第 $K$ 大

**强制在线**， $n, m \leq 100000$

方法类似树上第 $K$ 大

# 题目：森林

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给出一个 $n$ 个点的森林， $m$ 次2种操作：

1、加一条边，保证加边后图仍是森林

2、询问链上第 $K$ 大

**强制在线**， $n, m \leq 100000$

方法类似树上第 $K$ 大

加边时**启发式合并**，重构倍增数组和主席树

# 题目：森林

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给出一个 $n$ 个点的森林， $m$ 次2种操作：

1、加一条边，保证加边后图仍是森林

2、询问链上第 $K$ 大

**强制在线**， $n, m \leq 100000$

方法类似树上第 $K$ 大

加边时**启发式合并**，重构倍增数组和主席树

时间复杂度 $O(m \log^2 n)$

# 题目：神秘数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：神秘数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长为 $n$ 的数列， $m$ 次询问一个区间内最小的不能通过加法得到的数

$$n, m \leq 100000, \sum_i a_i \leq 10^9$$

# 题目：神秘数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长为 $n$ 的数列， $m$ 次询问一个区间内最小的不能通过加法得到的数

$$n, m \leq 100000, \sum_i a_i \leq 10^9$$

使用主席树，从1开始查找 $< 1$ 的数的和，+1后继续查询，直到答案不再变化

时间复杂度 $O(n \log n \log a_i)$



# 题目：区间欧拉函数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：区间欧拉函数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $N$ 的数列，在线 $Q$ 次询问 $[l, r]$ 所有元素乘积的欧拉函数

$n \leq 50000, m \leq 100000, a_i \leq 1000000$

# 题目：区间欧拉函数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $N$ 的数列，在线 $Q$ 次询问 $[l, r]$ 所有元素乘积的欧拉函数

$n \leq 50000, m \leq 100000, a_i \leq 1000000$

就是求区间内所有数的乘积乘以出现过的素数的 $\frac{x-1}{x}$

# 题目：区间欧拉函数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $N$ 的数列，在线 $Q$ 次询问 $[l, r]$ 所有元素乘积的欧拉函数

$n \leq 50000, m \leq 100000, a_i \leq 1000000$

就是求区间内所有数的乘积乘以出现过的素数的 $\frac{x-1}{x}$

那么可以记录一下每个素数上一次出现在什么时候

# 题目：区间欧拉函数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $N$ 的数列，在线 $Q$ 次询问 $[l, r]$ 所有元素乘积的欧拉函数

$n \leq 50000, m \leq 100000, a_i \leq 1000000$

就是求区间内所有数的乘积乘以出现过的素数的 $\frac{x-1}{x}$

那么可以记录一下每个素数上一次出现在什么时候

对于询问 $[l, r]$ ，如果上一次出现在 $[0, l-1]$ ，就是有贡献的数

# 题目：区间欧拉函数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $N$ 的数列，在线 $Q$ 次询问 $[l, r]$ 所有元素乘积的欧拉函数

$n \leq 50000, m \leq 100000, a_i \leq 1000000$

就是求区间内所有数的乘积乘以出现过的素数的 $\frac{x-1}{x}$

那么可以记录一下每个素数上一次出现在什么时候

对于询问 $[l, r]$ ，如果上一次出现在 $[0, l-1]$ ，就是有贡献的数  
于是可以使用主席树相减来得到贡献

# 题目：区间欧拉函数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $N$ 的数列，在线 $Q$ 次询问 $[l, r]$ 所有元素乘积的欧拉函数

$n \leq 50000, m \leq 100000, a_i \leq 1000000$

就是求区间内所有数的乘积乘以出现过的素数的 $\frac{x-1}{x}$

那么可以记录一下每个素数上一次出现在什么时候

对于询问 $[l, r]$ ，如果上一次出现在 $[0, l-1]$ ，就是有贡献的数  
于是可以使用主席树相减来得到贡献

时间复杂度 $O(m \log^2 n)$

# 题目：中位数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块



# 题目：中位数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给你一个长度为 $n$ 的序列 $s$

$Q$ 个询问： $s$ 的左端点在 $[a, b]$ 之间，右端点在 $[c, d]$ 之间的子序列中，最大的中位数

其中 $a < b < c < d$ ，强制在线

$n \leq 20000, Q \leq 25000$

# 题目：中位数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给你一个长度为 $n$ 的序列 $s$

$Q$ 个询问： $s$ 的左端点在 $[a, b]$ 之间，右端点在 $[c, d]$ 之间的子序列中，最大的中位数

其中 $a < b < c < d$ ，强制在线

$n \leq 20000, Q \leq 25000$

考虑可以二分答案 $x$ ，判断在这个答案下是否合法

# 题目：中位数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给你一个长度为 $n$ 的序列 $s$

$Q$ 个询问： $s$ 的左端点在 $[a, b]$ 之间，右端点在 $[c, d]$ 之间的子序列中，最大的中位数

其中 $a < b < c < d$ ，强制在线

$n \leq 20000, Q \leq 25000$

考虑可以二分答案 $x$ ，判断在这个答案下是否合法

那么把 $\geq x$ 的标为1， $< x$ 的记为0，用线段树保存总和、左边连续最大和右边连续最大，就可以得到答案了

# 题目：中位数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给你一个长度为 $n$ 的序列 $s$

$Q$ 个询问： $s$ 的左端点在 $[a, b]$ 之间，右端点在 $[c, d]$ 之间的子序列中，最大的中位数

其中 $a < b < c < d$ ，强制在线

$n \leq 20000, Q \leq 25000$

考虑可以二分答案 $x$ ，判断在这个答案下是否合法

那么把 $\geq x$ 的标为1， $< x$ 的记为0，用线段树保存总和、左边连续最大和右边连续最大，就可以得到答案了

但是由于在线，就可以按值建主席树，在主席树上询问，判断答案就可以了

# 题目：中位数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给你一个长度为 $n$ 的序列 $s$

$Q$ 个询问： $s$ 的左端点在 $[a, b]$ 之间，右端点在 $[c, d]$ 之间的子序列中，最大的中位数

其中 $a < b < c < d$ ，强制在线

$n \leq 20000, Q \leq 25000$

考虑可以二分答案 $x$ ，判断在这个答案下是否合法

那么把 $\geq x$ 的标为1， $< x$ 的记为0，用线段树保存总和、左边连续最大和右边连续最大，就可以得到答案了

但是由于在线，就可以按值建主席树，在主席树上询问，判断答案就可以了

时间复杂度 $O(Q \log^2 N)$

# 题目：在线逆序对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：在线逆序对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的序列，在线 $m$ 次询问一段区间的逆序对数  
 $n, m \leq 50000$

# 题目：在线逆序对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的序列，在线 $m$ 次询问一段区间的逆序对数

$n, m \leq 50000$

将序列分块，维护每两块之间的逆序对数



# 题目：在线逆序对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的序列，在线 $m$ 次询问一段区间的逆序对数

$n, m \leq 50000$

将序列分块，维护每两块之间的逆序对数

枚举所有数 $x$ ，预处理每一块 $\leq x$ 的数量

# 题目：在线逆序对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的序列，**在线** $m$ 次询问**一段区间的逆序对数**

$n, m \leq 50000$

将序列分块，维护每两块之间的逆序对数

枚举所有数 $x$ ，预处理每一块 $\leq x$ 的数量

对于询问，**分类讨论**

# 题目：在线逆序对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的序列，**在线** $m$ 次询问**一段区间的逆序对数**

$n, m \leq 50000$

将序列分块，维护每两块之间的逆序对数

枚举所有数 $x$ ，预处理每一块 $\leq x$ 的数量

对于询问，**分类讨论**

两个数都在整块中，直接用序列分块时块间答案

# 题目：在线逆序对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的序列，在线 $m$ 次询问一段区间的逆序对数

$n, m \leq 50000$

将序列分块，维护每两块之间的逆序对数

枚举所有数 $x$ ，预处理每一块 $\leq x$ 的数量

对于询问，分类讨论

两个数都在整块中，直接用序列分块时块间答案

一个在整块中，枚举在散块的那个数，直接用每一块 $\leq x$ 的数量求答案

# 题目：在线逆序对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的序列，在线 $m$ 次询问一段区间的逆序对数

$n, m \leq 50000$

将序列分块，维护每两块之间的逆序对数

枚举所有数 $x$ ，预处理每一块 $\leq x$ 的数量

对于询问，分类讨论

两个数都在整块中，直接用序列分块时块间答案

一个在整块中，枚举在散块的那个数，直接用每一块 $\leq x$ 的数量求答案

两个都在整块中，新开一个BIT统计

# 题目：在线逆序对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一个长度为 $n$ 的序列，**在线** $m$ 次询问**一段区间的逆序对数**

$n, m \leq 50000$

将序列分块，维护每两块之间的逆序对数

枚举所有数 $x$ ，预处理每一块 $\leq x$ 的数量

对于询问，**分类讨论**

两个数都在整块中，直接用序列分块时块间答案

一个在整块中，枚举在散块的那个数，直接用每一块 $\leq x$ 的数量求答案

两个都在整块中，新开一个BIT统计

时空复杂度 $O(n\sqrt{n}\log n)$

# 题目：矩阵询问

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：矩阵询问

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$N \times M$ 的矩阵， $Q$ 个询问，对于某个子矩阵权值在 $a$ 到 $b$ 之间的个数

$N, M \leq 250, Q \leq 50000$



# 题目：矩阵询问

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$N \times M$ 的矩阵， $Q$ 个询问，对于某个子矩阵权值在 $a$ 到 $b$ 之间的个数

$N, M \leq 250, Q \leq 50000$

分块，记录 $s_{i,j,k}$ 表示 $x \in [1, i], y \in [1, j]$ ，在块 $[1, k]$ 的答案

# 题目：矩阵询问

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

$N \times M$ 的矩阵， $Q$ 个询问，对于某个子矩阵权值在 $a$ 到 $b$ 之间的个数

$N, M \leq 250, Q \leq 50000$

分块，记录 $s_{i,j,k}$ 表示 $x \in [1, i], y \in [1, j]$ ，在块 $[1, k]$ 的答案  
每隔 $M$ 分一块，总复杂度 $O(n^2m + qm)$

# 题目：跳树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：跳树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一颗有点权的树，每次从一个点跳到一个点，每次跳 $k$ 步，  
求每次经过的点权和

$$N \leq 50000$$

# 题目：跳树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一颗有点权的树，每次从一个点跳到一个点，**每次跳 $k$ 步**，  
求每次经过的点权和

$N \leq 50000$

如果 $k$ 大的话暴力往上跳，小的话先预处理记录答案就可以了

# 题目：跳树

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

一颗有点权的树，每次从一个点跳到一个点，每次跳 $k$ 步，求每次经过的点权和

$N \leq 50000$

如果 $k$ 大的话暴力往上跳，小的话先预处理记录答案就可以了

时间复杂度 $O(N\sqrt{N}\log N)$

# 题目：区间最大异或和

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：区间最大异或和

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个长为 $N$ 的序列，在线回答一个区间内的最大连续xor和  
 $N \leq 12000, Q \leq 6000$



# 题目：区间最大异或和

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个长为 $N$ 的序列，在线回答一个区间内的最大连续xor和  
 $N \leq 12000, Q \leq 6000$   
分块+可持久化Trie

# 题目：区间最大异或和

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个长为 $N$ 的序列，在线回答一个区间内的最大连续xor和  
 $N \leq 12000, Q \leq 6000$

分块+可持久化Tire

分块求出每一块的起始点到 $n$ 的最大xor和

# 题目：区间最大异或和

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个长为 $N$ 的序列，在线回答一个区间内的最大连续xor和  
 $N \leq 12000, Q \leq 6000$

分块+可持久化Tire

分块求出每一块的起始点到 $n$ 的最大xor和

询问在整块中直接回答，散块中一个一个放到可持久  
化Tire中试

# 题目：区间最大异或和

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

有一个长为 $N$ 的序列，在线回答一个区间内的最大连续xor和  
 $N \leq 12000, Q \leq 6000$

分块+可持久化Tire

分块求出每一块的起始点到 $n$ 的最大xor和

询问在整块中直接回答，散块中一个一个放到可持久  
化Tire中试

时间复杂度 $O(n\sqrt{n} \log n)$

# 题目：区间联通点对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：区间联通点对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个 $N$ 个点 $M$ 条边的无向图，现在 $Q$ 次询问编号为 $[L, R]$ 的点构成的子图中联通的点对数为 $N, M \leq 50000, Q \leq 100000$

# 题目：区间联通点对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个 $N$ 个点 $M$ 条边的无向图，现在 $Q$ 次询问编号为 $[L, R]$ 的点构成的子图中联通的点对数

$N, M \leq 50000, Q \leq 100000$

考虑按点度数分块，将连续一段度数不超过 $\sqrt{n}$ 的点分为一段，若一个点度数大于 $\sqrt{n}$ 单独分段

# 题目：区间联通点对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个 $N$ 个点 $M$ 条边的无向图，现在 $Q$ 次询问编号为 $[L, R]$ 的点构成的子图中联通的点对数

$N, M \leq 50000, Q \leq 100000$

考虑按点度数分块，将连续一段度数不超过 $\sqrt{n}$ 的点分为一段，若一个点度数大于 $\sqrt{n}$ 单独分段

每个询问由中间一大段整段和两边的散点组成，那么对中间一大段整段相同的一起处理



# 题目：区间联通点对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个 $N$ 个点 $M$ 条边的无向图，现在 $Q$ 次询问编号为 $[L, R]$ 的点构成的子图中联通的点对数

$N, M \leq 50000, Q \leq 100000$

考虑按点度数分块，将连续一段度数不超过 $\sqrt{n}$ 的点分为一段，若一个点度数大于 $\sqrt{n}$ 单独分段

每个询问由中间一大段整段和两边的散点组成，那么对中间一大段整段相同的一起处理

先枚举整段的左端，然后往右扫，也就是在并查集上加边，当扫到端点时处理询问

# 题目：区间联通点对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个 $N$ 个点 $M$ 条边的无向图，现在 $Q$ 次询问编号为 $[L, R]$ 的点构成的子图中联通的点对数

$N, M \leq 50000, Q \leq 100000$

考虑按点度数分块，将连续一段度数不超过 $\sqrt{n}$ 的点分为一段，若一个点度数大于 $\sqrt{n}$ 单独分段

每个询问由中间一大段整段和两边的散点组成，那么对中间一大段整段相同的一起处理

先枚举整段的左端，然后往右扫，也就是在并查集上加边，当扫到端点时处理询问

对于一个询问，最多修改 $\sqrt{n}$ 个点，那么将这些点抠出，建出一个新的虚并查集，在虚并查集上加边更新答案即可

# 题目：区间联通点对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个 $N$ 个点 $M$ 条边的无向图，现在 $Q$ 次询问编号为 $[L, R]$ 的点构成的子图中联通的点对数

$N, M \leq 50000, Q \leq 100000$

考虑按点度数分块，将连续一段度数不超过 $\sqrt{n}$ 的点分为一段，若一个点度数大于 $\sqrt{n}$ 单独分段

每个询问由中间一大段整段和两边的散点组成，那么对中间一大段整段相同的一起处理

先枚举整段的左端，然后往右扫，也就是在并查集上加边，当扫到端点时处理询问

对于一个询问，最多修改 $\sqrt{n}$ 个点，那么将这些点抠出，建出一个新的虚并查集，在虚并查集上加边更新答案即可  
这样大并查集要做 $O(\sqrt{n})$ 遍，每次 $O(n)$ ；询问有 $Q$ 个，每次 $O(\sqrt{n})$

# 题目：区间联通点对

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

给定一个 $N$ 个点 $M$ 条边的无向图，现在 $Q$ 次询问编号为 $[L, R]$ 的点构成的子图中联通的点对数

$N, M \leq 50000, Q \leq 100000$

考虑按点度数分块，将连续一段度数不超过 $\sqrt{n}$ 的点分为一段，若一个点度数大于 $\sqrt{n}$ 单独分段

每个询问由中间一大段整段和两边的散点组成，那么对中间一大段整段相同的一起处理

先枚举整段的左端，然后往右扫，也就是在并查集上加边，当扫到端点时处理询问

对于一个询问，最多修改 $\sqrt{n}$ 个点，那么将这些点抠出，建一个新的虚并查集，在虚并查集上加边更新答案即可

这样大并查集要做 $O(\sqrt{n})$ 遍，每次 $O(n)$ ；询问有 $Q$ 个，每次 $O(\sqrt{n})$

于是总复杂度 $O(n\sqrt{n} + Q\sqrt{n})$

# 方法：莫队算法

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 方法：莫队算法

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

## 普通莫队

# 方法：莫队算法

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

普通莫队  
树上莫队

# 方法：莫队算法

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

普通莫队  
树上莫队  
带修莫队



# 题目：链上最小数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

# 题目：链上最小数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一棵树上每个点有一个值 $A_i$ ，现在进行两种操作：

1、修改某个点的 $A_i$

2、对于某条链的 $A_i$ 集合中求出最小的未出现的数

$n, m \leq 50000$

# 题目：链上最小数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一棵树上每个点有一个值 $A_i$ ，现在进行两种操作：

1、修改某个点的 $A_i$

2、对于某条链的 $A_i$ 集合中求出最小的未出现的数

$n, m \leq 50000$

考虑把权值分成 $\sqrt{n}$ 块，每次修改的时候把块中出现的元素种类统计一下（0变1答案+1，1变0答案-1）

# 题目：链上最小数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一棵树上每个点有一个值 $A_i$ ，现在进行两种操作：

- 1、修改某个点的 $A_i$
- 2、对于某条链的 $A_i$ 集合中求出最小的未出现的数

$n, m \leq 50000$

考虑把权值分成 $\sqrt{n}$ 块，每次修改的时候把块中出现的元素种类统计一下（0变1答案+1，1变0答案-1）

每次询问的时候从第一个块开始扫，当一个块出现的元素种类数小于块的大小时，说明答案在块中，再对这一块进行暴力查找

# 题目：链上最小数

方法与习题中  
级——数据结  
构

李泊宁

基础数据结构

堆

树状数组

线段树

平衡树

可持久化

分块

在一棵树上每个点有一个值 $A_i$ ，现在进行两种操作：

1、修改某个点的 $A_i$

2、对于某条链的 $A_i$ 集合中求出最小的未出现的数

$n, m \leq 50000$

考虑把权值分成 $\sqrt{n}$ 块，每次修改的时候把块中出现的元素种类统计一下（0变1答案+1，1变0答案-1）

每次询问的时候从第一个块开始扫，当一个块出现的元素种类数小于块的大小时，说明答案在块中，再对这一块进行暴力查找

时间复杂度 $O(n^{\frac{5}{3}} + n^{\frac{3}{2}})$