

计概 CHEAT-SHEET

汤伟杰

I.DP

1. 背包问题

初始化：如果要求恰好装满则为0；如果有可能装不满为- ∞

1. 01背包 --> 每个物品只能拿一次

```
#小偷背包
def zero_one_bag():
    # V-总容量,n-物品个数,
    # cost=[0,      ],price=[0,      ]
    dp=[0]*(V+1)
    for i in range(1,n+1):          #每个物品
        for j in range(V,cost[i]-1,-1): #逆向遍历每个容量
            dp[j]=max(dp[j],price[i]+dp[j-cost[i]])
    return dp[-1]
```

2. 完全背包 --> 每个物品可以拿无限次

```
#零钱找零
def total_bag():
    dp=[0]*(V+1)
    for i in range(1,n+1):          #每个物品
        for j in range(1,cost[i]+1): #正向遍历每个容量
            dp[j]=max(dp[j],price[i]+dp[j-cost[i]])
    return dp[-1]
```

3. 多重背包 --> 每个物品的个数有限制,把每个物品的个数拆成1 2 4等转化为01背包

```
#NBA门票
def many_bag():
    #s=[0,      ]为每个物品的个数
    dp=[0]*(V+1)
    for i in range(1,n+1):
        k=1
        while s[i]>0:
            cnt=min(k,s[i])
            for j in range(V,cnt*cost[i]-1,-1):
                dp[j]=max(dp[j],cnt*price[i]+dp[j-cnt*cost[i]])
            s[i]-=cnt
            k*=2
    return dp[-1]
```

4. 二维费用背包

```
for i in range(1,n+1):
    for j in range(2,k+1):
        #i<j时无法划分
        #i=j时分为两种：若分组中有1，则为dp[i-1][j-1]
        #若无1，先把每组放进去1，则为dp[i-j][j]
        if i==j:
            dp[i][j]=dp[i-1][j-1]+dp[i-j][j]
return dp[n][k] #dp[-1][-1]
```

3. 序列dp+数学归纳思维

已知 $dp[0]$ 到 $dp[i-1]$ 的所有状态，求出 $dp[i]$ ，即找出 $dp[i]$ 与之前状态的关系。常见定义： $dp[i]$:到第*i*个位置时的状态（最大值等）， $dp[i,j]$:从第*i*个位置到第*j*个位置时的状态，或到第*i*个位置时恰好为状态。

例题：

题目	链接	递推式
oj-核电站-09267	http://cs101.openjudge.cn/practice/09267	$dp[i]=2*dp[i-1]-dp[i-1-m]$
cf-Flowers-474D	https://codeforces.com/problemset/problem/474/D	$dp[i]=dp[i-1]+dp[i-k]$
lc-最长回文子串-5	https://leetcode.cn/problems/longest-palindromic-substring/description/	$dp[i,j]=dp[i+1,j-1] \text{ if } s[i]==s[j] \text{ else False}$
lg-合并石头-P1775	https://www.luogu.com.cn/problem/P1775	$dp[i,j]=\min(dp[i,j],dp[i,k]+dp[k+1,j]+cost) \text{ for } k \text{ in range}(i,j)$

```
#合并石子 (时间复杂度很高)
#dp[i][j]=min(dp[i][j],dp[i][k]+dp[k+1][j]+sum(j)-sum(i-1))
def mergestone(n,s):
    #初始化，求最小值
    dp=[[float('inf')]*n for _ in range(n)]
    #初始化，dp[i][i]=0
    for i in range(n):
        dp[i][i]=0
    #计算前缀和
    prefix=[s[0]]+[0]*(n-1)
    for i in range(1,n):
        prefix[i]=prefix[i-1]+s[i]
    #dp
    for L in range(2,n+1):
        for i in range(n-L+1):
            j=i+L-1
            for k in range(i,j):
                dp[i][j]=min(dp[i][j],dp[i][k]+dp[k+1][j]+prefix[j]-(prefix[i-1] if i>1 else 0))
```

```
def two_dimension_cost(n,V1,V2,cost1,cost2,price):
    dp=[[0]*(V2+1) for _ in range(V1+1)]
    for i in range(n):
        for c1 in range(V1-1,cost1[i]-1,-1):
            for c2 in range(V2-1,cost2[i]-1,-1):
                dp[c1][c2]=max(dp[c1][c2],dp[c1-cost1[i]][c2-cost2[i]]+price[i])
    return dp[-1][-1]
```

2. 整数分割问题

1. 把n划分为若干个正整数，不考虑顺序 --> 完全背包
4: 4=3+1=2+2=1+1+1+1 共5种

```
def divide1(n):
    dp=[1]+[0]*n #把0划分只有0这一种
    for i in range(1,n+1): #每个数字
        for j in range(i,n+1): #正向遍历每个容量 (每个n)
            dp[j]+=dp[j-i]
    return dp[-1]
```

2. 把n划分为若干个正整数，考虑顺序
4: 4=3+1=1+3=2+2=2+1+1=1+2+1=1+1+2=1+1+1+1 共8种

```
def divide2(n):
    dp=[1]+[0]*n #每个容量 (每个n)
    for i in range(1,n+1):
        for j in range(1,i+1): #每个可能划分出的数字
            dp[i]+=dp[i-j]
    return dp[-1]
```

3. 把n划分为若干个不同的正整数，不考虑顺序 --> 01背包
4: 4=3+1 共1种

```
def divide3(n):
    dp=[1]+[0]*n
    for i in range(1,n+1):
        for j in range(n,i-1,-1):
            dp[j]=dp[j-i]
    return dp[-1]
```

4. 把n划分为k个正整数，不考虑顺序

```
#放苹果
#dp[n][k]:把n分成k组
def divide4(n,k):
    dp=[[0]*(k+1) for _ in range(n+1)]
    #每个数字分成1组都是1种
    for i in range(n+1):
        dp[i][1]=1
    return dp[-1][-1]
```

return dp[0][n-1]

4. 设置多个dp数组+数学归纳思维

设置 $dp1$ 和 $dp2$ 两个数组记录两种状态，一般定义 $dp1[i]$ 为取 $s[i]$ ， $dp2[i]$ 为不取 $s[i]$ ，再利用数学归纳思维找出转移方程

例题：

题目	链接	递推式
cf-Basketball Exercise-1195C	https://codeforces.com/problemset/problem/1195/C	$dp1[i]=\max(dp1[i-1], h1[i]+dp2[i-1]); dp2[i]=\max(dp2[i-1], h2[i]+dp1[i-1])$
oj-红蓝玫瑰-25573	http://cs101.openjudge.cn/practice/25573	$dpr[i]=dpr[i-1] \text{ if } s[i]==\text{red} \text{ else } \min(dpr[i-1]+1, dpb[i-1]+1); dpb[i]=dpb[i-1] \text{ if } s[i]==\text{blue} \text{ else } \min(dpb[i-1]+1, dpr[i-1]+1)$

5. Kadane算法

oj-最大子矩阵-02766 <http://cs101.openjudge.cn/practice/02766/>

Kadane算法

一种非常高效的算法，用于求解一维数组中最大子数组和。它能够在 $O(n)$ 时间复杂度内解决问题，广泛应用于许多动态规划问题中。

避免了计算前缀和数组

```
def kadane(s): #一维
    curr_max=total_max=s[0]
    for i in range(1,len(s)):
        curr_max=max(curr_max+s[i],s[i])
        total_max=max(total_max,curr_max)
    return total_max
```

```
def kadane(s): #二维，压缩到一维数组
    curr_max=total_max=s[0]
    for i in range(1,len(s)):
        curr_max=max(curr_max+s[i],s[i])
        total_max=max(total_max,curr_max)
    return total_max

def max_sum_matrix(mat): #上下压缩
    max_sum=-float('inf')
    row,col=len(mat),len(mat[0])
    for top in range(row):
        col_sum=[0]*col
        for bottom in range(top, row):
            for c in range(col):
                col_sum[c]=col_sum[c]+mat[top][c]-mat[bottom][c]
            max_sum=max(max_sum,col_sum[-1])
```

```

    col_sum[c] += s[bottom][c]
    max_sum = max(max_sum, kadane(col_sum))
return max_sum

```

II.Dilworth Theory

最少单调链个数==>最长反单调链长度
 找最长上升子序列的长度，用left
 找最长下降子序列，先reverse，再用left
 如果是不降，用right
 如果是不升，先reverse，再用right
 看题目要求的最终结果是否需要相同元素的考虑，需要考虑用left，不需要用right

```

from bisect import bisect_left,bisect_right
def d(s): #求最长上升子序列长度
    lst=[]
    for i in s:
        pos=bisect_left(lst,i)
        if pos<len(lst):
            lst[pos]=i
        else:
            lst.append(i)
    return len(lst)

```

III.PREFIX SUM

1.前缀和数组

用于处理多次查询从[l,r]的序列之和的问题

```

s=[int(i) for i in input().split()]
prefix=[s[0]]+[0]*(len(s)-1)
for i in range(1,len(s)):
    prefix[i]=prefix[i-1]+s[i]

distance_l_r=prefix[r]-(prefix[l-1] if l-1>=0 else 0)

```

2.前缀和的特殊用法(哈希表)

使用prefix和prefix_map来记录已有的前缀和，从而判断子串和为0的子串个数；或找相同前缀和数字出现的最远位置
 例题：

题目	链接
oj-完美的爱-27141	http://cs101.openjudge.cn/practice/27141/
cf-Kousuke's Assignment-2033D	https://codeforces.com/problemset/problem/2033/D

```

#找出不重叠的和为0的子序列个数，一旦找到就将prefixed集合清空
#cf-Kousuke's Assignment-2033D
t = int(input())
for _ in range(t):
    n = int(input())
    a = list(map(int, input().split()))

    prefix = 0
    prefixed = {0}
    cnt = 0
    for i in a:
        prefix += i
        if prefix not in prefixed:
            prefixed.add(prefix)
        else:
            cnt += 1
            prefix = 0
            prefixed={0}
    print(cnt)

```

IV.SORTING

1.冒泡排序

```

def bubble_sort(s):
    n=len(s)
    f=True
    for i in range(n-1):
        f=False
        for j in range(n-i-1):
            if s[j]>s[j+1]:
                s[j],s[j+1]=s[j+1],s[j]
                f=True
            if f==False:
                break
    return s

```

2.归并排序 --> 递归

```

def merge_sort(s):
    if len(s)<=1:
        return s
    mid=len(s)//2
    left=merge_sort(s[:mid])
    right=merge_sort(s[mid:]) #两次递归放在一起，与 hanoi tower 的递归以及 lc-LCR085-括号生成的递归很相似
    return merge(left,right)
def merge(l,r):
    ans=[]
    i=j=0

```

```

while i<len(l) and j<len(r):
    if l[i]<r[j]:
        ans.append(l[i])
        i+=1
    else:
        ans.append(r[j])
        j+=1
ans.extend(l[i:])
ans.extend(r[j:])
return ans

```

```

#lc-LCR085-括号生成
class Solution:
    def generateParenthesis(self, n: int) -> List[str]:
        ans=[]
        path=['']*n*2 #对path原地修改，然后放入ans；否则要考虑浅拷贝的问题
        def dfs(i, left): #i:填充的索引；left:左括号的个数
            if i==n*2:
                ans.append(''.join(path))
            if left<n: #如果左括号的个数小于n个(可以填一个左括号)
                path[i]='('
                dfs(i+1, left+1)
            if i-left<left: #如果右括号的个数小于左括号的(可以填一个右括号)
                path[i]=')'
                dfs(i+1, left)
        dfs(0,0)
        return ans

```

3.快速排序 --> 递归，选基准

```

def quick_sort(s):
    if len(s)<=1:
        return s
    base=s[0]
    left=[x for x in s[1:] if x<base]
    right=[x for x in s[1:] if x>=base]
    return quick_sort(left)+[base]+quick_sort(right)

```

4.lambda函数

```

sort() #--> 稳定的从小到大排序，如果列表存储的是多元元组，则依次按照每个元组的元素进行排序，且稳定
#如果想自行按照元组的元素顺序排序，可以使用lambda函数
s=[(1,2),(3,1),(4,5),(2,5)]
#按照第二个元素排序
s.sort(key=lambda x:x[1]) #[3, 1), (1, 2), (2, 5]
#按照第二个元素为首要升序排序，第一个元素为次要升序排序
s.sort(key=lambda x:(x[1],x[0])) #[3, 1), (1, 2), (2, 5), (4, 5)
#按照第二个元素为首要降序排序，第一个元素为次要升序排序
s.sort(key=lambda x:(-x[1],x[0])) #[2, 5), (4, 5), (1, 2), (3, 1)
#-----

```

```

#如果想对数字按照字典序组合排序，得到最大最小整数，可以冒泡可以匿名
s=[9989,998]
#冒泡
for i in range(len(s)-1):
    for j in range(len(s)-i-1):
        if str(s[j])+str(s[j+1])<str(s[j+1])+str(s[j]):
            s[j],s[j+1]=s[j+1],s[j]
#lambda函数
s=sorted(s,key=lambda x: str(x)*10,reverse=True)
#-----#
#对字典的键值对进行排序，与列表存储元组差不多
d={3:34,2:23,9:33,10:33}
dd=dict(sorted(d.items(),key=lambda x:(x[1],-x[0]))) #{2: 23, 10: 33, 9: 33, 3: 34}

```

V.SEARCHING

1.dfs

dfs如果要解决枚举类的题目通常会涉及回溯操作，而在原地修改时可能无需回溯。如果有回溯操作必须要有退出条件。
 防止递归深度过大，可以这样调整递归深度：

```

import sys
sys.setrecursionlimit(1 << 30)

```

如果dfs内部有类似于dp数组需要不断访问某些元素的值的时候，除了开空间创建一个dp，还可以用lru_cache。但一定要在需要进行记忆化递归的函数头顶上写，否则无效。

```

from functools import lru_cache
@lru_cache(maxsize=2048) #或者更大，如None，考虑内存因素自行调整
def dfs():
    ...

```

1.无回溯操作

例题：oj-lake counting-02386，原地修改

```

dx=[-1,0,1,-1,1,-1,0,1]
dy=[-1,-1,-1,0,0,1,1,1]
def dfs(x,y):
    m[x][y]='.'
    for k in range(8):
        nx=x+dx[k]
        ny=y+dy[k]
        if 0<=nx<=n-1 and 0<=ny<=s-1 and m[x][y]=='W':
            dfs(nx,ny)

```

2.有回溯操作

模板是：①有退出条件 ②递归之间做重复要做的事情 ③递归之后回溯为原状态

```

def dfs():
    if ...:
        return
    #do something
    dfs()
    #traceback

```

例题：

```

#oj-皇后-02754
'''考虑以下递归步骤：
在某次递归时，curr = [1, 5, 8, 6]，此时 ans.append(curr)。
接下来，回溯修改了 curr，变为 [1, 5, 8, 7]。
由于 ans 中保存的是 curr 的引用，ans 中原本存储的 [1, 5, 8, 6] 也会变为 [1, 5, 8, 7]。
因此使用 curr[:], 创建当前列表的拷贝，确保后续对 curr 的修改不会影响已保存的解
'''

visited=[0]*8
ans=[]
def dfs(k,curr):
    global ans
    if k==9:
        ans.append(curr[:])
        return
    for i in range(1,9):
        if visited[i-1]:
            continue
        if any(abs(j-i)==abs(len(curr)-curr.index(j)) for j in curr):
            continue
        visited[i-1]=1
        curr.append(i)
        dfs(k+1,curr)
        visited[i-1]=0
        curr.pop()
dfs(1,[])
# print(ans)
for _ in range(int(input())):
    n=int(input())
    print(''.join(map(str,ans[n-1])))

```

```

#oj-有界的深度优先搜索-23558
def dfs(n,m,l,s,ans,k):
    if k==l+1 or s not in d:
        return
    for i in d[s]:
        if not visited[i] and i not in ans:
            visited[i]=1
            ans.append(i)
            dfs(n,m,l,i,ans,k+1)
            visited[i]=0
n,m,l=map(int,input().split())

```

```

d={}
for _ in range(m):
    a,b=map(int,input().split())
    if a>b: a,b=b,a
    if a not in d:
        d[a]=[]
    d[a].append(b)
    if b not in d:
        d[b]=[]
    d[b].append(a)

for v in d.values():
    v.sort()

s=int(input())
visited=[0]*n
ans=[s]
visited[s]=1
dfs(n,m,l,s,ans,1)
print(*ans)

```

2.BFS

逐层扩展，用来求最小步数，模板；如果想保留路径，可以把路径作为参数传递，其中双端队列q加入的元素可能是三维，包含坐标和时间或者步数或者路径等等。

```

from collections import deque
dx,dy=[0,-1,1,0],[-1,0,0,1]
def bfs(x,y,final):
    q=deque()
    q.append((x,y))
    inq=set()
    inq.add((x,y))
    step=1
    while q:
        for _ in range(len(q)): #遍历这一层，可以不写这一行，但是写了更清晰
            x,y=q.popleft()
            for i in range(4):
                nx,ny=x+dx[i],y+dy[i]
                if s[nx][ny]==final:
                    return step
                if 0<=nx<n and 0<=ny<m and s[nx][ny]==1 and (nx,ny) not in inq:
                    q.append((nx,ny))
                    inq.add((nx,ny))
        step+=1
    return None

```

例题：

```

#oj-体育游戏跳房子-27237
#deque中多加入一个path不断传递

```

```

from collections import deque
def bfs(n,m,path):
    step=1
    q=deque()
    q.append((n,path))
    inq=set()
    inq.add(n)
    while q:
        for _ in range(len(q)):
            x=path=q.popleft()
            if x*3>0:
                if x*3==m:
                    return step,path+'H'
                if x*3 not in inq:
                    q.append((x*3,path+'H'))
                    inq.add(x*3)
            if x//2>0:
                if x//2==m:
                    return step,path+'O'
                if x//2 not in inq:
                    q.append((x//2,path+'O'))
                    inq.add(x//2)
        step+=1

while True:
    n,m=map(int,input().split())
    if {n,m}=={0}:
        break
    step,path=bfs(n,m,[])
    print(step)
    print(''.join(path))

```

3.Dijkstra算法

解决单源最短路径问题，用于非负权图，使用 heapq 的最小堆来代替 bfs 中的 deque，设置 dist 列表更新最短距离。

例题：

```

#oj-走山路-20106
import heapq
dx,dy=[0,-1,1,0],[-1,0,0,1]
def dijkstra(sx,sy,ex,ey):
    if s[sx][sy]=='#' or s[ex][ey]=='#':
        return 'NO'
    q=[]
    dist=[[float('inf')]*m for _ in range(n)]
    heapq.heappush(q,(0,sx,sy)) #(distance,x,y)
    dist[sx][sy]=0
    while q:
        curr,x,y=heapq.heappop(q) #heappop()
        if (x,y)==(ex,ey):

```

```

            return curr

        for i in range(4):
            nx,ny=x+dx[i],y+dy[i]
            if 0<=nx<n and 0<=ny<m and s[nx][ny]!='#':
                new=curr+abs(s[x][y]-s[nx][ny])
                if new<dist[nx][ny]:
                    dist[nx][ny]=new
                    heapq.heappush(q,(new,nx,ny)) #heappush()
    return 'NO'

```

4.SPFA算法

[额外补充] shortest Path Faster Algorithm 用来解决有负权图。

```

from collections import deque
def spfa(graph, start):
    # graph: 邻接表表示的图, start: 起始点
    # 返回从起始点到所有点的最短距离，若存在负权环，返回None
    n = len(graph)
    dist = [float('inf')]*n
    count = [0]*n # 标记节点被加入队列的次数
    dist[start] = 0
    queue = deque([start]) # 使用 set 来判断节点是否在队列中
    count[start] = 1
    while queue:
        node = queue.popleft()
        in_queue.remove(node) # 从队列中移除
        # 遍历邻接节点
        for neighbor, weight in graph[node]:
            new_dist = dist[node] + weight
            if new_dist < dist[neighbor]:
                dist[neighbor] = new_dist
                # 如果节点还没在队列中，加入队列
                if neighbor not in in_queue:
                    queue.append(neighbor)
                    in_queue.add(neighbor) # 添加到 set 中
                    count[neighbor] += 1
                    # 如果某个节点被加入队列超过 n 次，说明有负权环
                    if count[neighbor] > n:
                        print("图中存在负权环!")
                        return None
    return dist
# 测试
graph = [
    [(1, 1), (2, 4)], # 0 -> 1 (1), 0 -> 2 (4)
    [(2, 2), (3, 5)], # 1 -> 2 (2), 1 -> 3 (5)
    [(3, 1)], # 2 -> 3 (1)
    [(1, -2)], # 3 -> 1 (-2)，这个负权边会形成负权环
]
start = 0
dist = spfa(graph, start)

```

```

if dist:
    print(f"从节点 {start} 到其他节点的最短距离: {dist}")

```

VI. DATA STRUCTURE

1. STACK

栈(stack), 使用 list 来模拟, 遵循后进先出的原则。

例题:

```

#oj-快速堆猪-22067
#辅助栈
stack,min_so_far,[],[]
while True:
    try:
        s=input()
    except EOFError:
        break
    if s[-1].isdigit():
        n=int(s.split()[1])
        stack.append(n)
        if not min_so_far:
            min_so_far.append(n)
        else:
            min_so_far.append(min(min_so_far[-1],n))
    elif s=='pop' and stack:
        stack.pop()
        min_so_far.pop()
    elif s=='min' and stack:
        print(min_so_far[-1])

```

此外, 还有常用的单调栈(monotonic stack), 其优点是: 若维护了一个单调递增栈, 则每次取出栈顶元素时, 新的栈顶元素和不符合条件而未入栈的元素恰好是取出的元素两侧的距离最近的比其小的元素; 单调递减栈类似。

例题:

```

#lc-接雨水-42 维护递减栈
#单调栈的好处是:
#由于维护的是单调下降的高度, 当弹出栈顶元素的, 其左侧就是左侧第一个比它高的元素
#而弹出操作也意味着右侧就是右侧第一个比它高的元素
s=list(map(int,input().split()))
stack=[]
ans=0
for i in range(len(s)):
    while stack and s[stack[-1]]<s[i]:
        curr=s[stack.pop()]
        if not stack:
            break
        curr_w=i-stack[-1]-1
        curr_h=min(s[i]-curr,s[stack[-1]]-curr)

```

```

ans+=curr_w*curr_h
stack.append(i)
print(ans)

```

```

#oj-护林员盖房子-21577
def house(mat,n,m): #预处理, 逐层计算, 转换为求最大矩形面积(lc-最大矩阵-85)
    prefix=[[0]*(m+2) for _ in range(n+2)]
    for i in range(1,n+1):
        for j in range(1,m+1):
            prefix[i][j]=0 if mat[i-1][j-1]==1 else prefix[i-1][j]+1
    ans=0
    for i in range(1,n+1):
        ans_=0
        stack=[0]
        for j in range(1,m+2):
            while stack and prefix[i][j]<prefix[i][stack[-1]]:
                curr_h=prefix[i][stack.pop()]
                curr_w=j-stack[-1]-1
                ans_=max(ans_,curr_h*curr_w)
            stack.append(j)
        ans=max(ans,ans_)
    return ans
n,m=map(int,input().split())
mat=[[int(i) for i in input().split()] for _ in range(n)]
print(house(mat,n,m))

```

2. HEAPQ

最小堆(heapq)可以维护列表中的最小值并将其位置放在第一个, 即heap[0]。如果想得到最大值, 以负值形式存入。且最小堆通常涉及到内部元素的删除, 而内置函数无此操作, 则会利用到懒删除操作, 使用字典记录已被删除的元素, 需要取最小值时再一次性删除。

例题:

```

#懒删除 oj-快速堆猪-22067
import heapq
from collections import defaultdict
out=defaultdict(int)
stack,heap,[],[]
while True:
    try:
        s=input()
    except EOFError:
        break
    if s=='pop' and stack:
        toss=stack.pop()
        out[toss]+=1
    elif s=='min' and stack:
        while heap:
            curr_min=heapq.heappop(heap)

```

```

if out[curr_min]==0:
    print(curr_min)
    heapq.heappush(heap,curr_min)
    break
out[curr_min]-=1

elif s[-1].isdigit():
    n=int(s.split()[1])
    stack.append(n)
    heapq.heappush(heap,n)

```

```

#s=[(l1,r1),(l2,r2),...,(ln,rn)]
s.sort(key=lambda x:x[0])
cnt,ans,l,r=1,[],s[0][0],s[0][1]
for i in range(1,n):
    if s[i][0]<=r:
        r=max(r,s[i][1])
    else:
        ans.append([l,r])
        l,r=s[i][0],s[i][1]
        cnt+=1
print(cnt,ans)

```

```

#oj-剪绳子-18164
from heapq import heappop,heappush,heapify
n=int(input())
s=list(map(int,input().split()))
ans=0
heapify(s)
while len(s)>1:
    a=heappop(s)
    b=heappop(s)
    ans+=a+b
    heappush(s,a+b)
print(ans)

```

后悔解法 cf-potions-1526C1 tags:data structure,greedy

```

import heapq
n=int(input())
s=list(map(int,input().split()))
health=0
drunk=0
heap=[]
for p in s:
    if p+health>=0:
        drunk+=1
        heapq.heappush(heap,p)
        health+=p
    elif heap and p>heap[0]:
        smallest=heapq.heappop(heap)
        health-=smallest
        heapq.heappush(heap,p)
        health+=p
print(drunk)

```

2. 选择尽量多的无交集的区间, 返回最大数量--对右端点排序

```

#s=[(l1,r1),(l2,r2),...,(ln,rn)]
s.sort(key=lambda x:x[1])
cnt,r=1,s[0][1]
for i in range(1,n):
    if s[i][0]<=r:
        continue
    cnt+=1
    r=s[i][1]
print(cnt)

```

3. oj-进程检测-04100(区间选点)--对右端点排序

```

k=int(input())
for _ in range(k):
    n=int(input())
    curr=0
    cnt=0
    sd=[]
    for _ in range(n):
        s,d=map(int,input().split())
        sd.append([s,d])
    sd.sort(key=lambda x:x[1])
    for i in range(0,n):
        if sd[i][0]>curr:
            curr=sd[i][1]
            cnt+=1
    print(cnt)

```

4. 区间覆盖--对左端点排序, 从起点开始每次选最远的右端点

VII. INTERVAL PROBLEMS

区间合并问题常常涉及到对区间左端点或者右端点的排序。

eg:

1. 合并所有有交集的区间, 返回最终个数--对左端点排序, 不断更新右边界

```
#oj-世界杯只因-27104
def min_cameras(ranges):
    n=len(ranges)
    mx=max(ranges)
    curr=0
    num=0
    while curr<n:
        next=curr+ranges[curr]+1
        for i in range(max(0,curr-mx),min(n,curr+mx+1)):
            next=max(next,i+ranges[i]+1)
        num+=1
        curr=next
    return num
```

5. 主持人调度--对左端点排序-转为事件 (在排序时增加第二个元素)

```
def min_hosts(n,ranges):
    events=[]
    for i in range(n):
        events.append((ranges[i][0],1)) #新添1, 表示出现一个起点时主持人数加1
        events.append((ranges[i][1],-1)) #新添-1, 表示出现一个终点时主持人数减1
    #最后统计主持人数聚集最多的个数, 就是答案
    events.sort(key=lambda x:(x[0],x[1]))
    min_hosts=0
    curr=0

    for time,num in events:
        curr+=num
        min_hosts=min(min_hosts,curr)
    return min_hosts
```

类似的, 将区间转换为事件, 遍历事件的两个端点的例题:

```
# cf-Best Price-2051E
for _ in range(int(input())):
    n,k=map(int,input().split())
    events=[]
    for i in list(map(int,input().split())):
        events.append((i,1)) #表示下一个价格这个事件将变为bad
    for i in list(map(int,input().split())):
        events.append((i,2)) #表示下一个价格这个事件将变为无评价
    events.sort()
    i=0
    cost=0
    bad=0
    people=n
    while i<n*2:
        curr=events[i][0]
        if bad<=k:
            cost=max(cost,people*events[i][0])
        while i<n*2 and events[i][0]==curr:
            bad+=(events[i][1]==1)
        i+=1
```

```
bad=(events[i][1]==2)
people=(events[i][1]==2)
i+=1
print(cost)
```

VIII. Other trivial things

1.求解或判断质数

如果是判断某个数字或者很少的数字是否为质数, 可用步长为6来判断 (因为质数除了2, 3都满足 $6k-1$ 或 $6k+1$) ;
如果是判断较多数字是否为质数, 或者获取大区间内的质数, 使用欧拉筛

```
#以6为步长
import math
def is_prime(n):
    if n <= 1: # 1 不是质数
        return False
    if n <= 3: # 2 和 3 是质数
        return True
    # 2 和 3 以外的偶数和能被 3 整除的数不是质数
    if n % 2 == 0 or n % 3 == 0:
        return False
    # 从 5 开始, 步长为 6
    i = 5
    while i * i <= n:
        if n % i == 0 or n % (i + 2) == 0:
            return False
        i += 6
    return True
```

```
#欧拉筛
def euler_sieve(n):
    primes = []
    is_prime = [True] * (n + 1)
    is_prime[0] = is_prime[1] = False # 0和1不是质数
    for i in range(2, n + 1):
        if is_prime[i]:
            primes.append(i) # i 是质数
            for prime in primes:
                if i * prime > n:
                    break
                is_prime[i * prime] = False
            # 如果 prime 是 i 的最小质因数, 停止继续筛选
            if i % prime == 0:
                break
    return primes
```

2.分解质因数

```
def pFactors(n):
    """Finds the prime factors of 'n'"""
    from math import sqrt
    pFact, limit, check, num = [], int(sqrt(n)) + 1, 2, n

    for check in range(2, limit):
        while num % check == 0:
            pFact.append(check)
            num /= check
        if num > 1:
            pFact.append(num)
    return pFact
# print(pFactors(12))
```

BASIC GRAMMAR

1.零碎

```
for index,value in enumerate(s) 取出列表s中的索引和对应的值
''.join(map(str,s)) 将列表s中的元素无间隔连接
keys=[key for key,value in d.items() if value==target] 根据值找到所有的键
key=next((key for key,value in d.items() if value==target),None) 根据值找到第一个对应的键
pow(2,1000000000,10**9+7) 内置的pow(base,exp,mod)非常快
```

```
from collections import defaultdict
d=defaultdict(int) #可以防止元素不存在时报错
#-----#
#如果不确定输入的列表或元组的元素个数, 可以使用*a的方式接受一段未知长度的列表
s=[1,2,3,4,5] #或者s=(1,2,3,4,5)
a,*b=s
print(a,b) #1 [2, 3, 4, 5]
```

2.二分查找

在进行二分之前一般需要对列表进行排列。在一类特殊题中与greedy结合, 如表述为**求最大值中的最小值**。
例题:

```
#oj-aggressive cows-02456
def binary_search():
    l=0
    r=(s[-1]-s[0])//(c-1)
    while l<=r: #=
        mid=(l+r)//2
        if can_reach(mid):
            l=mid+1
        else:
            r=mid-1
```

```
return r #r
def can_reach(mid):
    cnt=1
    curr=s[0]
    for i in range(1,n):
        if s[i]-curr>=mid:
            cnt+=1
            curr=s[i]
    return cnt>=c
```

3.排列组合

permutations(list,r) 其中r默认是全排列, 若list=[1,2,3];r=2, 则会输出从列表任取两个数进行全排列的所有排列。

```
from itertools import permutations #时间复杂度为n!
perms=permutations([1,2,3]) #此时perms是一个迭代器, 需要用for取出, 或者转成列表
for perm in perms:
    print(perm) #为元组
perms_list=list(permutations([1,2,3]))
print(perms_list)

combinations(list,r) 与排列类似, 但第二个r参数必不可少。
```

```
from itertools import combinations
combs=combinations([1,2,3],3)
for c in combs:
    print(c)
```

4.zip函数

zip() 将多个可迭代对象进行组合, 成为一个一个的元组, 返回值是一个zip对象, 可以转为list或dict

```
a=[1,2,3]
b=['n','m','l']
zipped=zip(a,b)
z_list=list(zipped)
z_dict=dict(zipped)
####还可以进行解压####

zipped = [('Alice', 25), ('Bob', 30), ('Charlie', 35)]
# 解压
names, ages = zip(*zipped)
print(names) # ('Alice', 'Bob', 'Charlie')
print(ages) # (25, 30, 35)
```

5.矩阵运算

```
an,am=map(int,input().split())
a=[list(map(int,input().split())) for i in range(an)]
bn,bm=map(int,input().split())
b=[list(map(int,input().split())) for i in range(bn)]
cn,cm=map(int,input().split())
c=[list(map(int,input().split())) for i in range(cn)]
if an!=bn or an!=cn or bm!=cm:
    print('Error!')
else:
    result=[[0]*bm for i in range(an)]
    for i in range(an):
        for j in range(bm):
            result[i][j]=sum(a[i][k]*b[k][j] for k in range(am))
    for i in range(cn):
        for j in range(cm):
            result[i][j]+=c[i][j]
    for i in result:
        print(' '.join(map(str,i)))
```

碎碎念

1. 考试的时候不要受到旁边同学的影响，要坦然接受别人的优秀，自己要稳住，保持头脑清晰，认真读题。
2. 交代码的时候把调试的地方注释掉。
3. 不到最后一刻千万不要放弃。