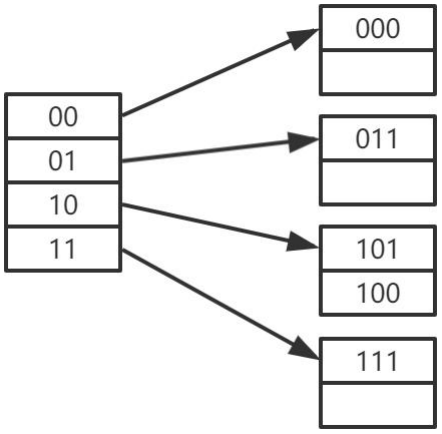
1、利用可扩展 hash 方法对以下记录进行 hash 存储：

3, 5, 7, 12, 16

设 hash 函数 h(x)= x mod 8，其中散列函数 h(k)是一个 b(足够大)位二进制序列，序列的前 d 位用作索引，来区分每个元素属于哪个桶。

现要求每个桶至多包含 2 个元素，以上元素按从左往右的顺序依次添加。开始时只使用序列的前 1 位作索引（即 d=1），当桶满时进行分裂，d 相应增大。请画出添加完以上所有元素后，最终的索引结构。

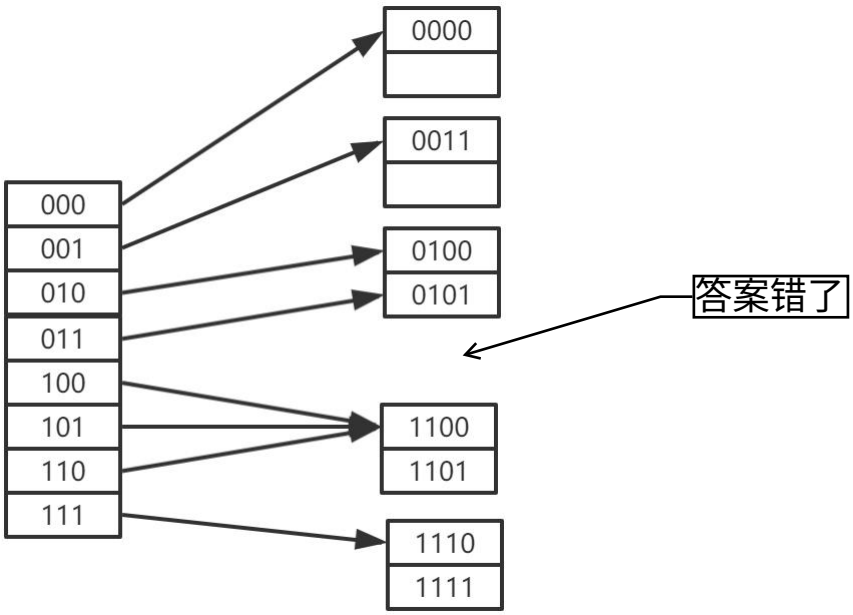


2、利用可扩展 hash 方法对以下记录进行 hash 存储：

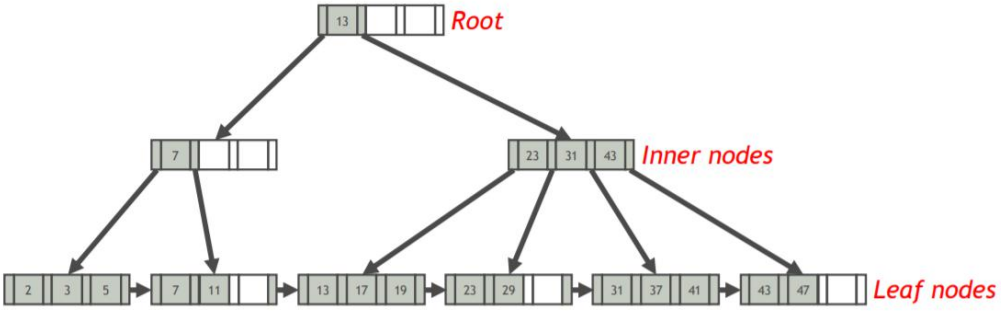
3, 16, 20, 21, 30, 44, 47，61

设 hash 函数 h(x)= x mod 16，其中散列函数 h(k)是一个 b(足够大)位二进制序列，序列的前 d 位用作索引，来区分每个元素属于哪个桶。

现要求每个桶至多包含 2 个元素，以上元素按从左往右的顺序依次添加。开始时只使用序列的前 1 位作索引（即 d=1），当桶满时进行分裂，d 相应增大。请画出添加完以上所有元素后，最终的索引结构。



3、已知有如下 b+树：

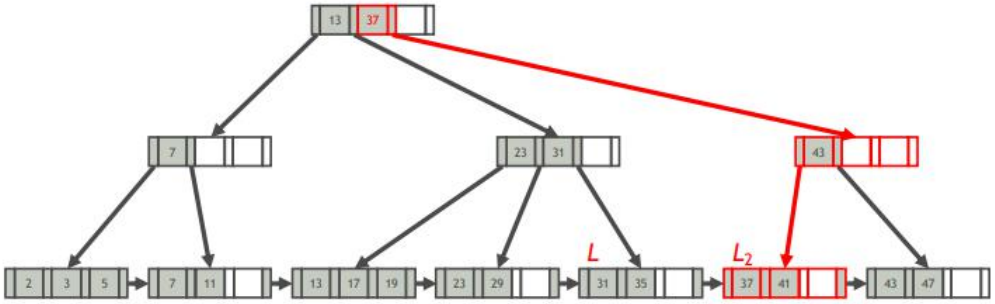


回答下列问题：

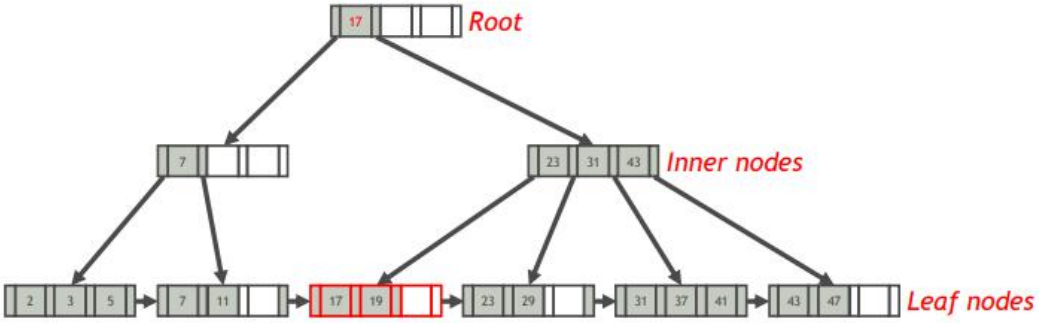
(1) 插入键值为 35 的索引项(index entry)后，该 B+树变成什么样？请绘制出来；

(2) 删除键值为 13 的索引项(index entry)后，该 B+树变成什么样？请绘制出来；

(1)



(2)



4.设教学管理数据库有如下 3 个关系模式：

S(S#, SNAME, AGE, SEX)

C(C#, CNAME, TEACHER)

SC(S#, C#, GRADE)

其中 S 为学生信息表、SC 为选课表、C 为课程信息表；S#、C#分别为 S、C 表的主码，(S#, C#)是 SC 表的主码，也分别是参照 S、C 表的外码

用户有一查询语句：

Select SNAME

From S, SC, C

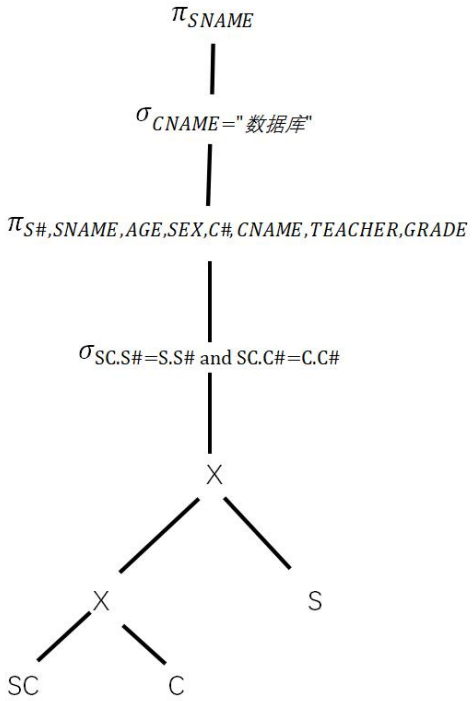
Where SC.S#=S.S# and SC.C#=C.C# and CNAME=“数据库”

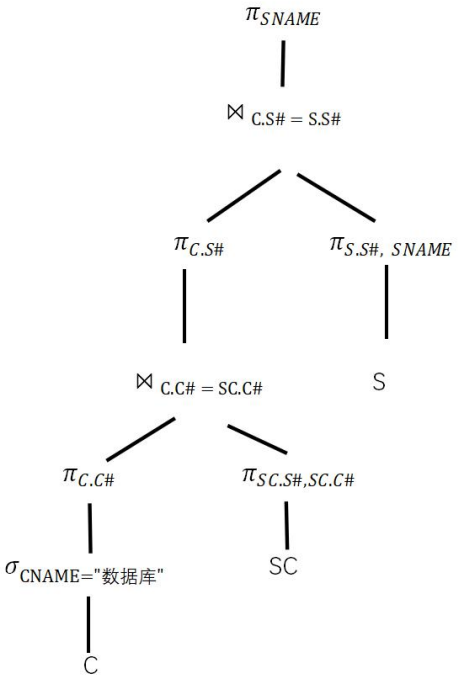
检索选学“数据库”课程的学生的姓名。

（1）写出以上 SQL 语句所对应的关系代数表达式。

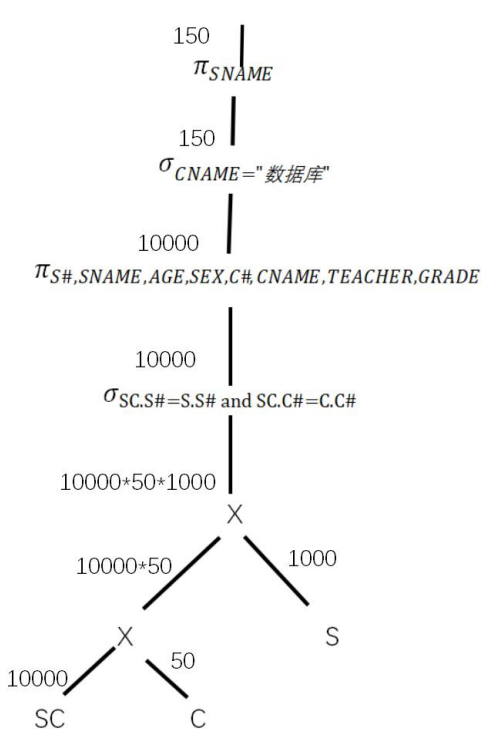
$$\Pi_{SNAME}(\sigma_{CNAME=数据库\text{^}SC.S\#=S.S\#\ and\ SC.C\#=C.C\#}(SC \times C \times S)$$

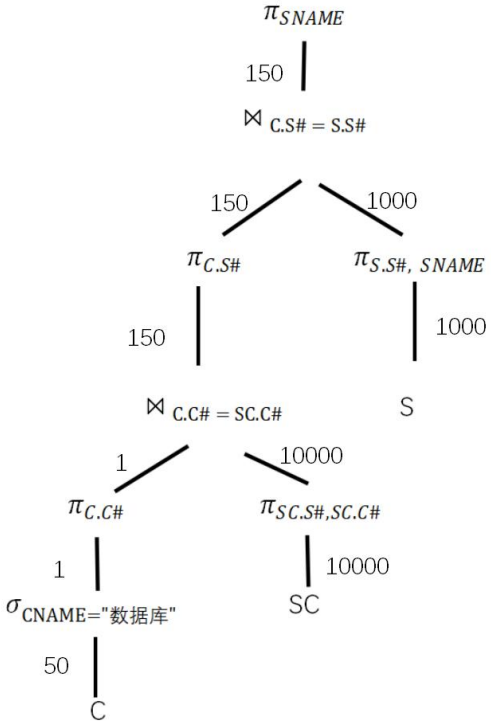
（2）画出上述关系代数表达式所对应的查询计划树。使用启发式查询优化算法，对以上查询计划树进行优化，并画出优化后的查询计划树。





(3)设 SC 表有 10000 条元组，C 表有 50 条元组，S 表中有 1000 条元组，SC 中满足选修数据库课程的元组数为 150，计算优化前与优化后的查询计划中每一步所产生的中间结果大小





5.已知关系 R(w,x),S(x,y),T(y,z)的块数分别为 5000, 10000, 10000。我们准备执行关系代数查询(R ⋈ S) ⋈ T。假设缓冲池中有 M = 101 个页可用，R,S,T 上均无索引且未按连接属性排序。请回答下列问题。

(a) 使用什么算法执行 R ⋈ S 最适合? 说明理由。

(b) 使用(a)中选择的算法执行 R ⋈ S 的 I/O 代价是多少?

(c) 如果 R⋈ S 的结果不超过 49 块，那么在使用(a)中选择的算法执行 R ⋈ S 时，R ⋈ S 的结果是否需要物化(materialize)到文件中? 说明理由。

(d) 如果 R ⋈ S 的结果不超过 49 块，那么使用什么算法将 R ⋈ S 的结果与 T 进行自然连接最合适? 说明理由。

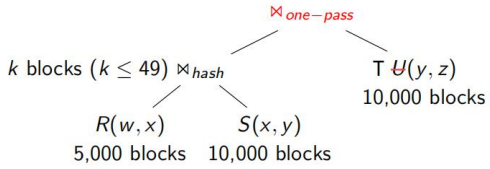
(e) 使用(d)中选择的算法计算连接结果的 I/O 代价是多少?

(f) 如果 R ⋈ S 的结果大于 49 块，那么使用什么算法将 R ⋈ S 的结果与 T 进行自然连接最合适? 说明理由。

(g) 使用(f)中选择的算法计算连接结果的 I/O 代价是多少?

- Grace哈希连接算法最合适，因为R和S的块数都超过了M，一趟算法不可用；R和S无索引，索引连接不可用；R和S未排序，排序归并连接不可用。
- $3B(R)+3B(S)=45000$。
- 不需要。使用Grace哈希连接算法执行$R \bowtie S$，R和S都被分到100个桶中，因此R的每个桶大约50块，S的每个桶大约100块。在执行$R_i \bowtie S_i$时，可以使用一趟连接算法，需要使用内存缓冲区51个页面，还剩50个，能够存放$R \bowtie S$的结果。
- 如果$R \bowtie S$的结果不超过49块，那么在执行$R \bowtie S$时，结果可以存放在剩余可用缓冲区中，因此使用一趟连接算法执行$(R \bowtie S) \bowtie T$最合适。

-



使用一趟连接(one-pass join)执行$(R \bowtie S) \bowtie \cup T$

- 一趟连接使用51页内存(不计输出缓冲)
  - T $\cup$的缓冲 1页
  - $R \bowtie S$的结果 k页
  - 输出缓冲 $100 - k$页
- I/O代价: $B(U) = 10000$ ($R \bowtie S$的结果已在内存中，无需I/O)

- 策略如下：
  - 如果$k \leq 49$, one-pass join + piplining
  - 如果$50 < k \leq 300$, nested-loop join + materialization
  - 如果$300 < k \leq 5000$, Grace hash join + piplining
  - 如果$k > 5000$, Grace hash join + materialization