

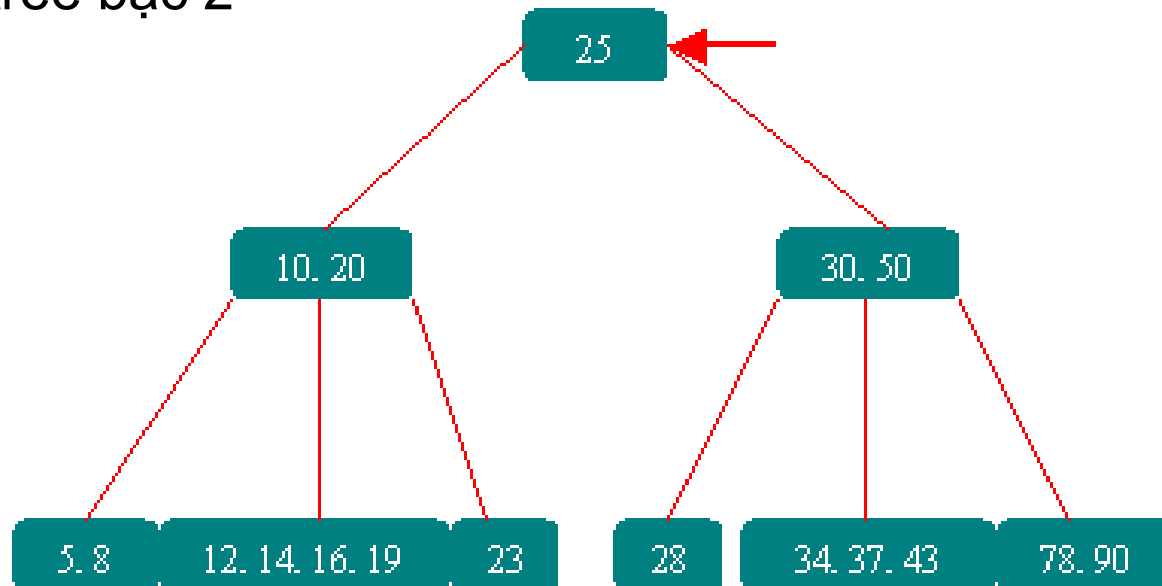
B-Tree

Giới thiệu

- B-tree là cấu trúc dữ liệu phù hợp cho việc lưu trữ và truy xuất trên bộ nhớ ngoài (đĩa cứng)
- Do R.Bayer và E.M.McCreight đưa ra năm 1972.

Định nghĩa

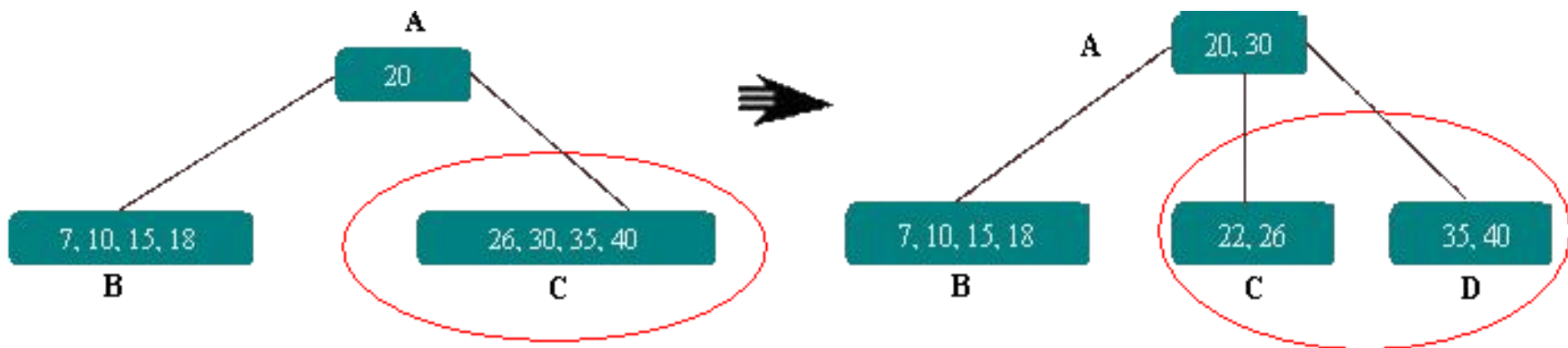
- Một B-tree bậc N có tính chất sau:
 - Mỗi node có tối đa $2 \cdot N$ khoá
 - Mỗi node (trừ node gốc) có tối thiểu N khoá.
 - Mỗi node hoặc là node lá (không có nhánh con) hoặc có tối thiểu $N + 1$ nhánh con
 - Tại mỗi khóa X bất kỳ, các ở nhánh trái $< X <$ các khóa ở nhánh phải
 - Các node lá nằm cùng mức
- Ví dụ: B-tree bậc 2



Thêm

- Thêm $x = 22$ vào B-Tree bậc 2:

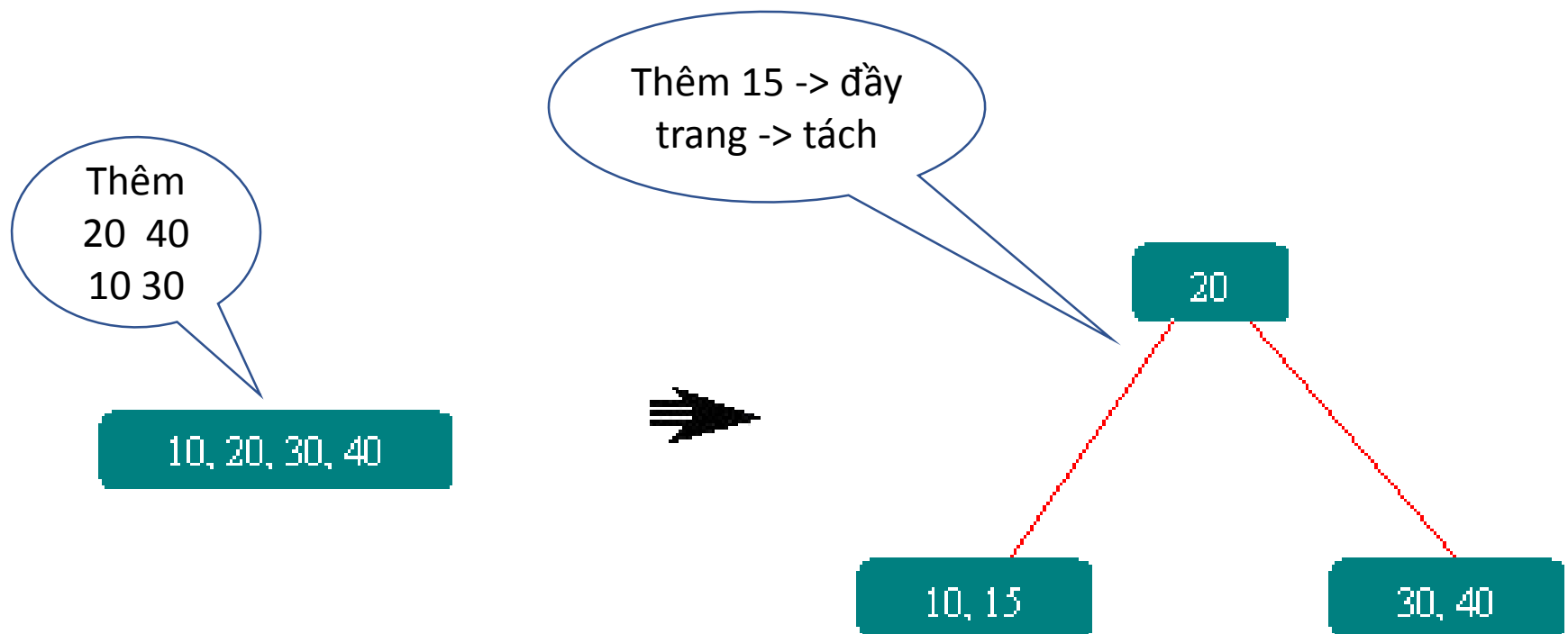
- Thêm vào C -> vi phạm
- Tách C
 - Khóa giữa đưa lên node cha
 - C gồm các khóa phía trái
 - D gồm các khóa phải phải



- Thêm một khóa mới vào B-Tree có thể gây cho node bị đầy và tách node
- Tách node: khóa giữa node được lan truyền ngược lên node cha
 - Trong trường hợp đặc biệt lan truyền đến tận gốc của B-Tree

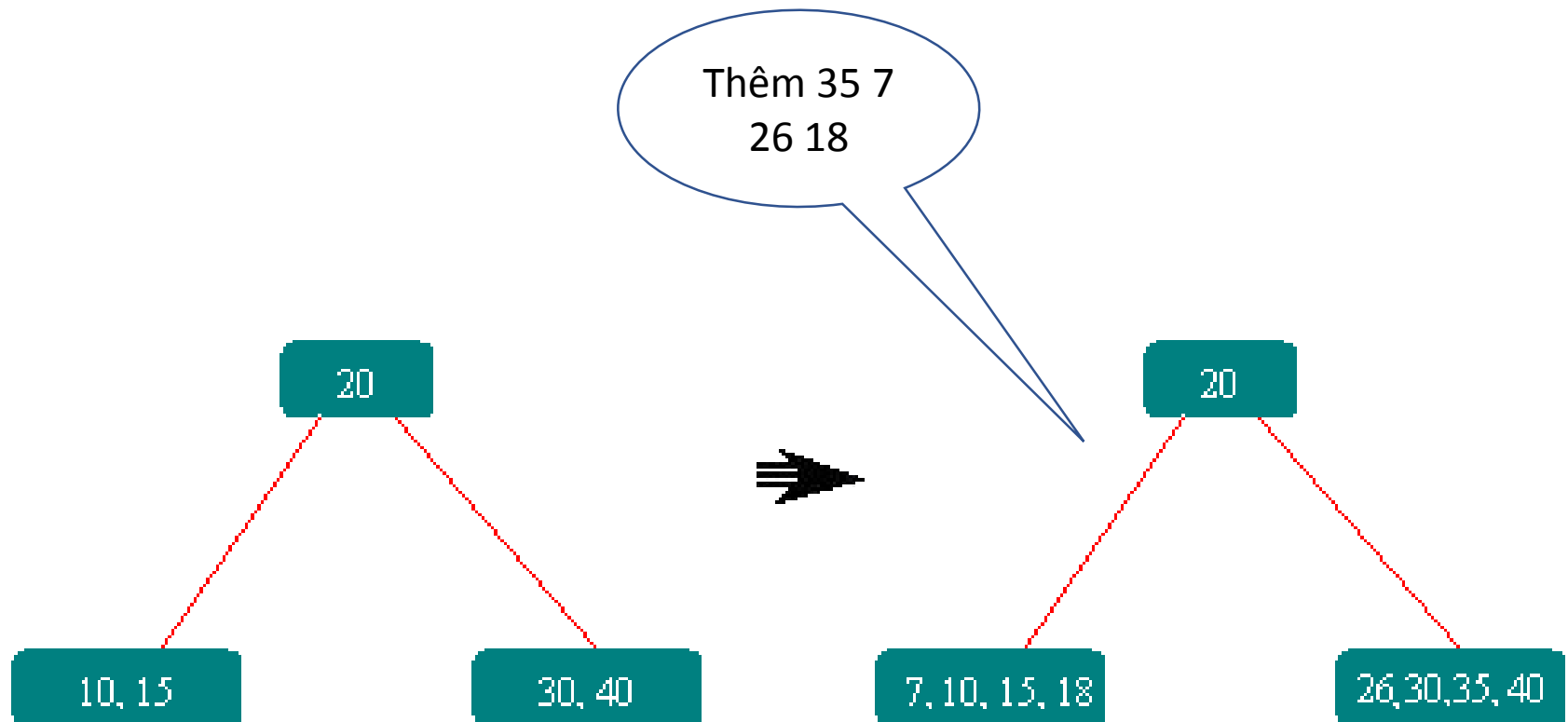
Thêm

- Tạo B-Tree bậc 2 từ dãy các khóa sau : 20 40 10 30 15 35 7 26 18 22 5 42 13 46 27 8 32 38 24 45 25



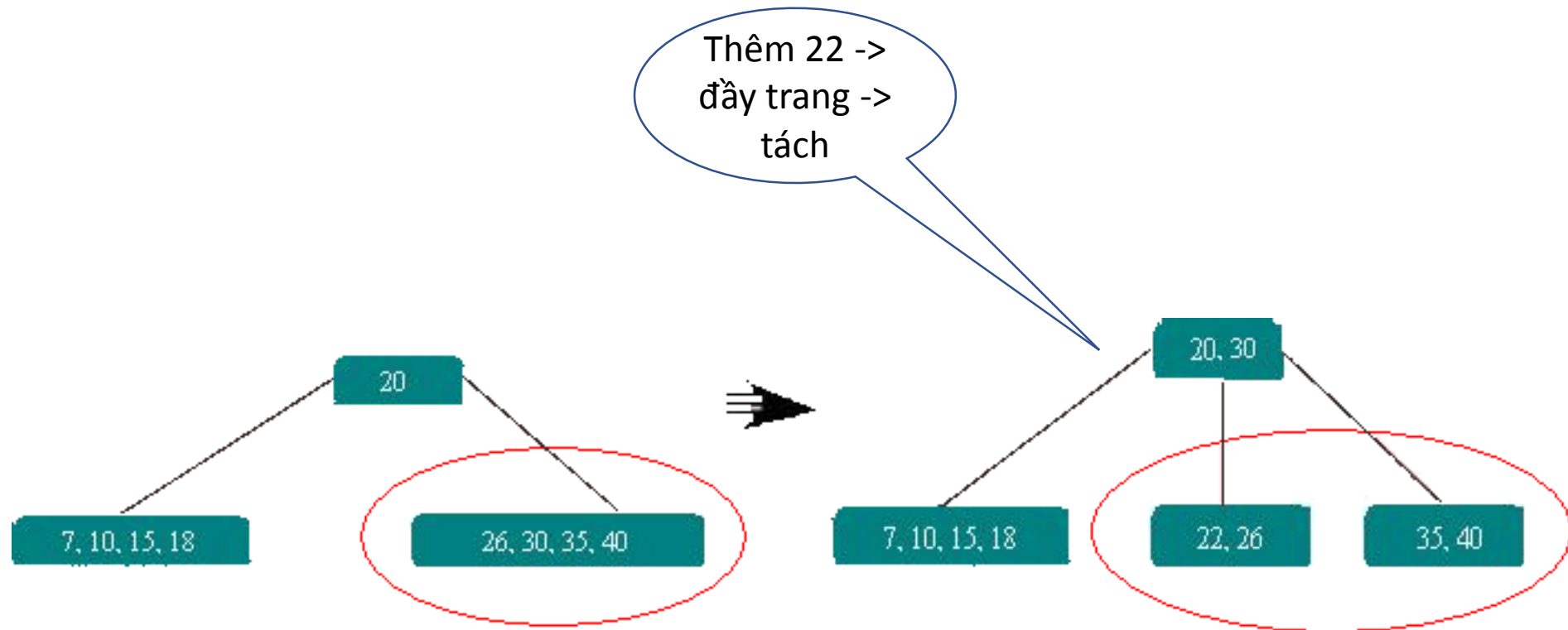
Thêm

- Tạo B-Tree bậc 2 từ dãy các khóa sau : 20 40 10 30 15 35 7 26 18 22 5 42 13 46 27 8 32 38 24 45 25



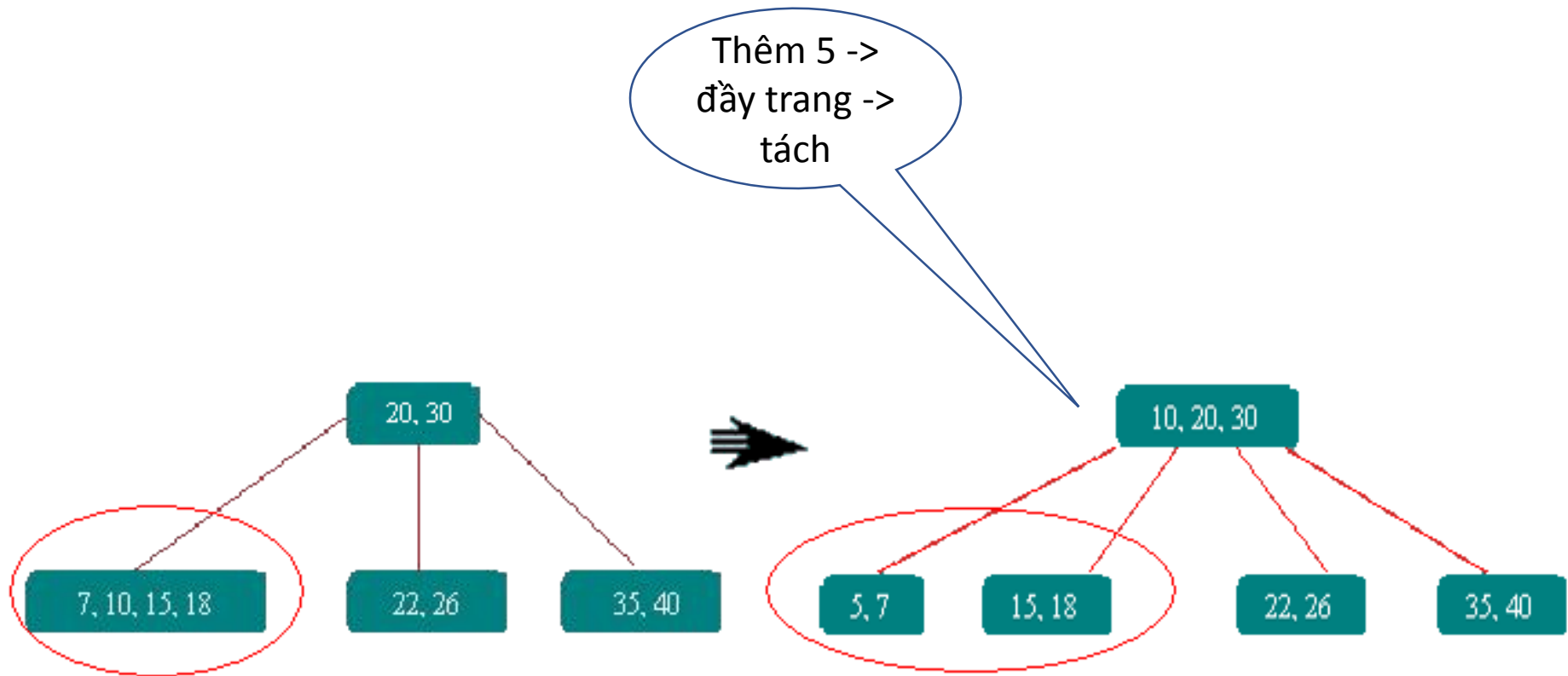
Thêm

- Tạo B-Tree bậc 2 từ dãy các khóa sau : 20 40 10 30 15 35 7 26 18 **22** 5
42 13 46 27 8 32 38 24 45 25



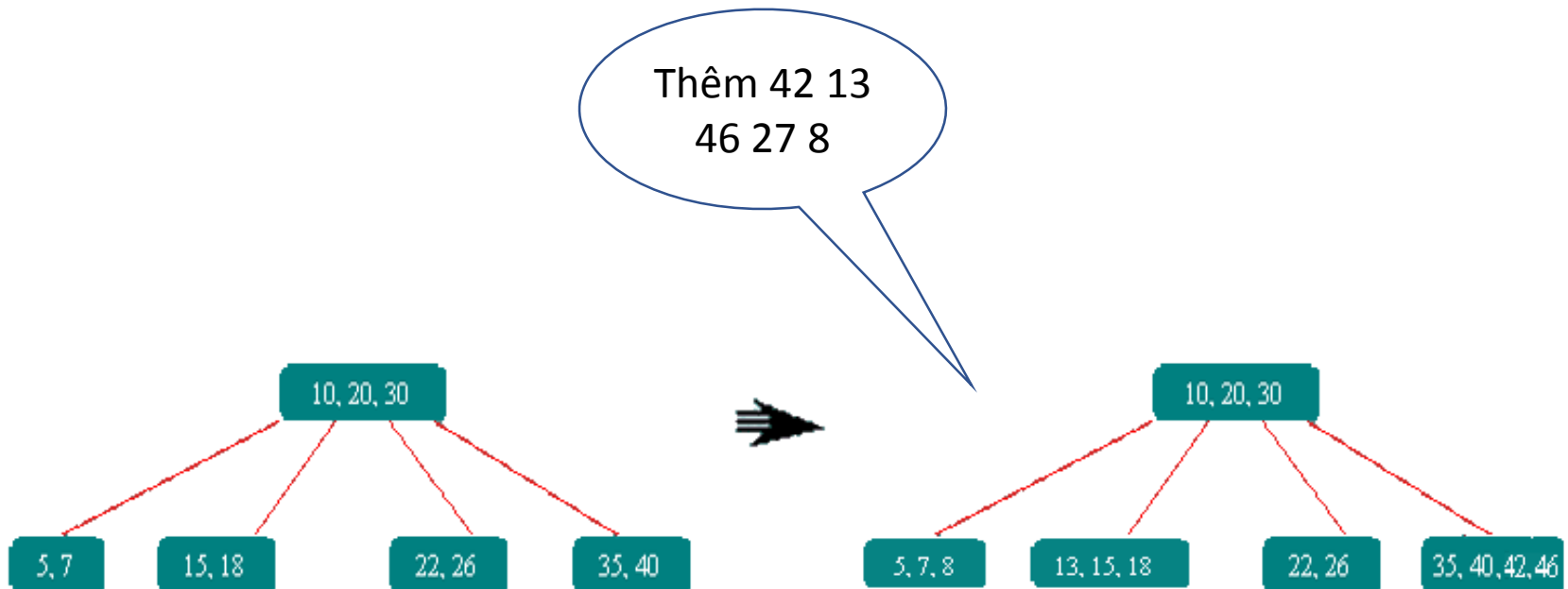
Thêm

- Tạo B-Tree bậc 2 từ dãy các khóa sau : 20 40 10 30 15 35 7 26 18 22 **5**
42 13 46 27 8 32 38 24 45 25



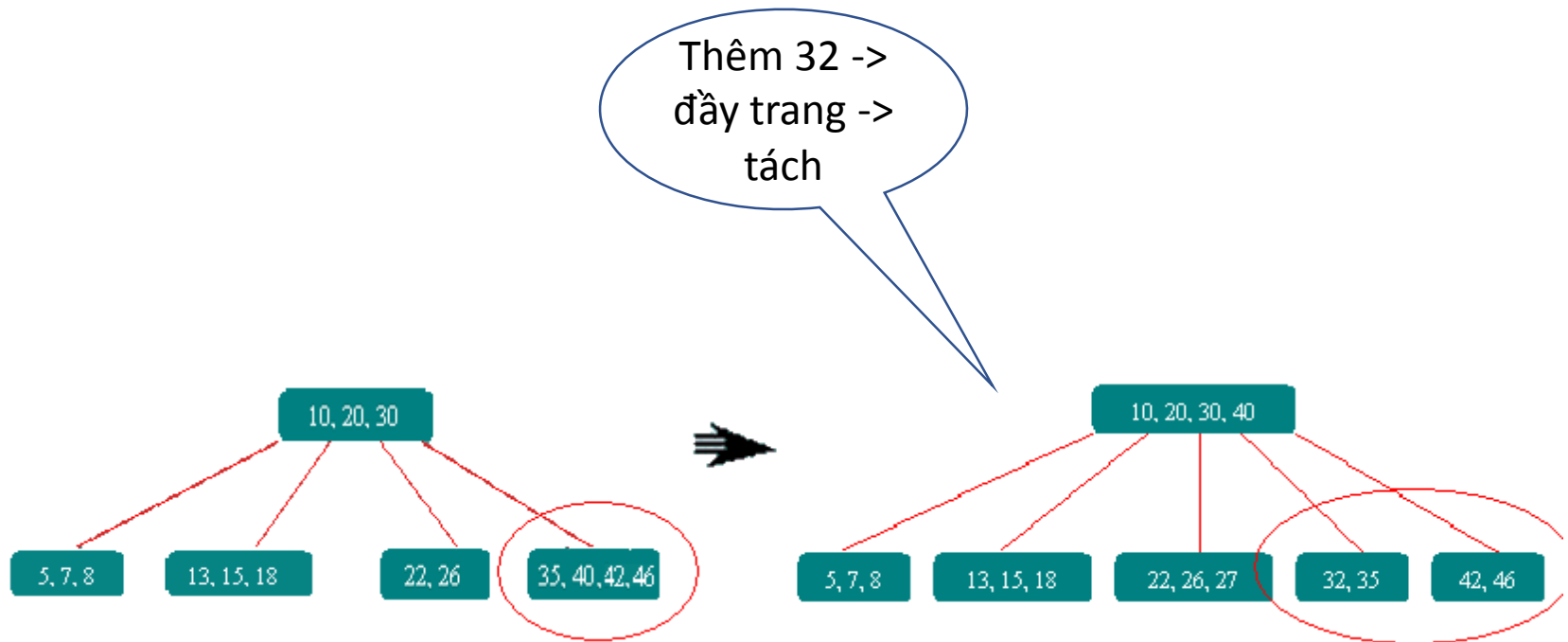
Thêm

- Tạo B-Tree bậc 2 từ dãy các khóa sau : 20 40 10 30 15 35 7 26 18 22 5
42 13 46 27 8 32 38 24 45 25



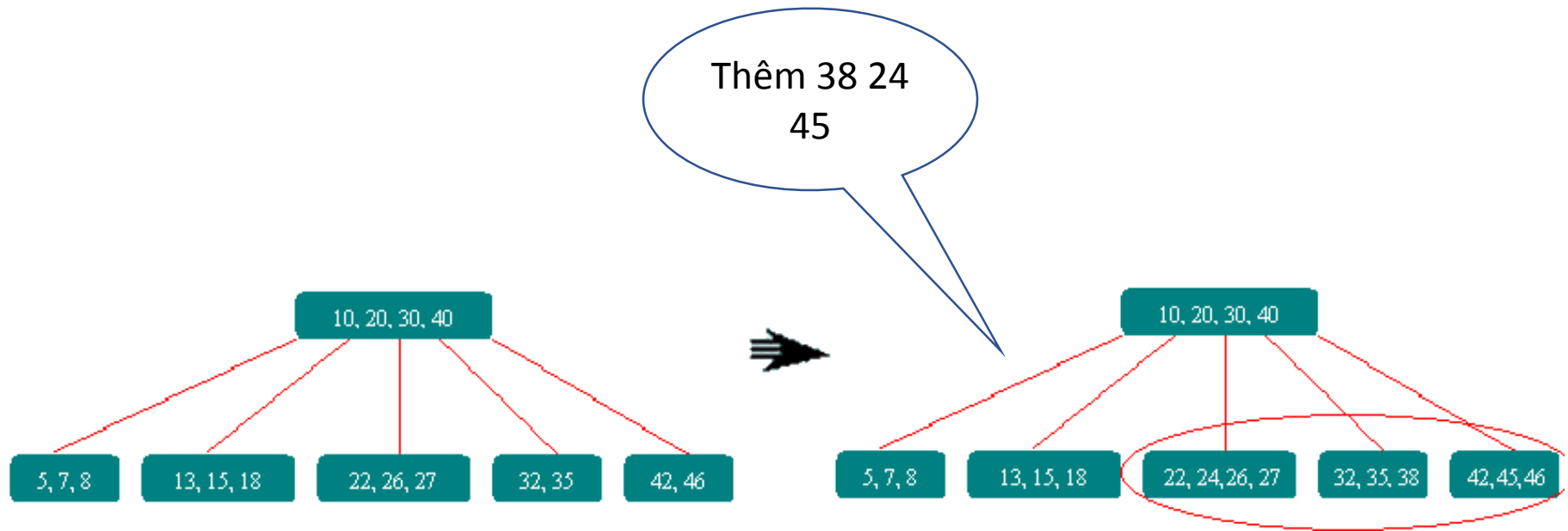
Thêm

- Tạo B-Tree bậc 2 từ dãy các khóa sau : 20 40 10 30 15 35 7 26 18 22 5 42 13 46 27 8 **32** 38 24 45 25



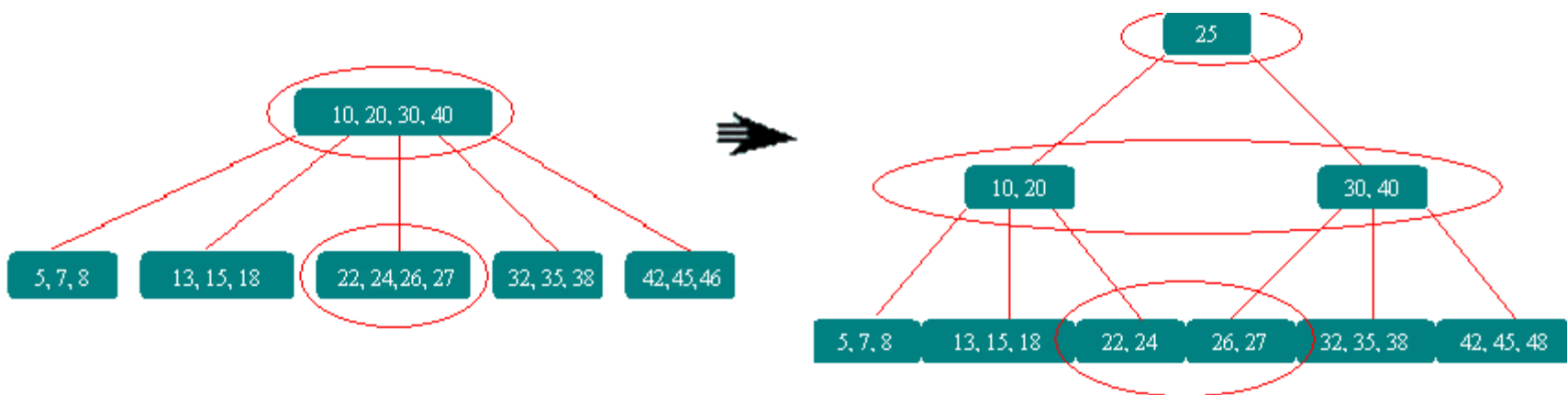
Thêm

- Tạo B-Tree bậc 2 từ dãy các khóa sau : 20 40 10 30 15 35 7 26 18 22 5
42 13 46 27 8 32 **38 24 45** 25



Thêm

- Tạo B-Tree bậc 2 từ dãy các khóa sau : 20 40 10 30 15 35 7 26 18 22 5 42 13 46 27 8 32 38 24 45 **25**
- Thêm 25 vào node (22, 24 26, 27) làm node này bị đầy -> tách và 25 được đưa lên node cha (10, 20, 30, 40)
- 25 được đưa lên node cha (10, 20, 30, 40) làm node này bị đầy -> tách thành 2 node và khoá giữa 25 được đưa lên thành cha (node gốc mới)

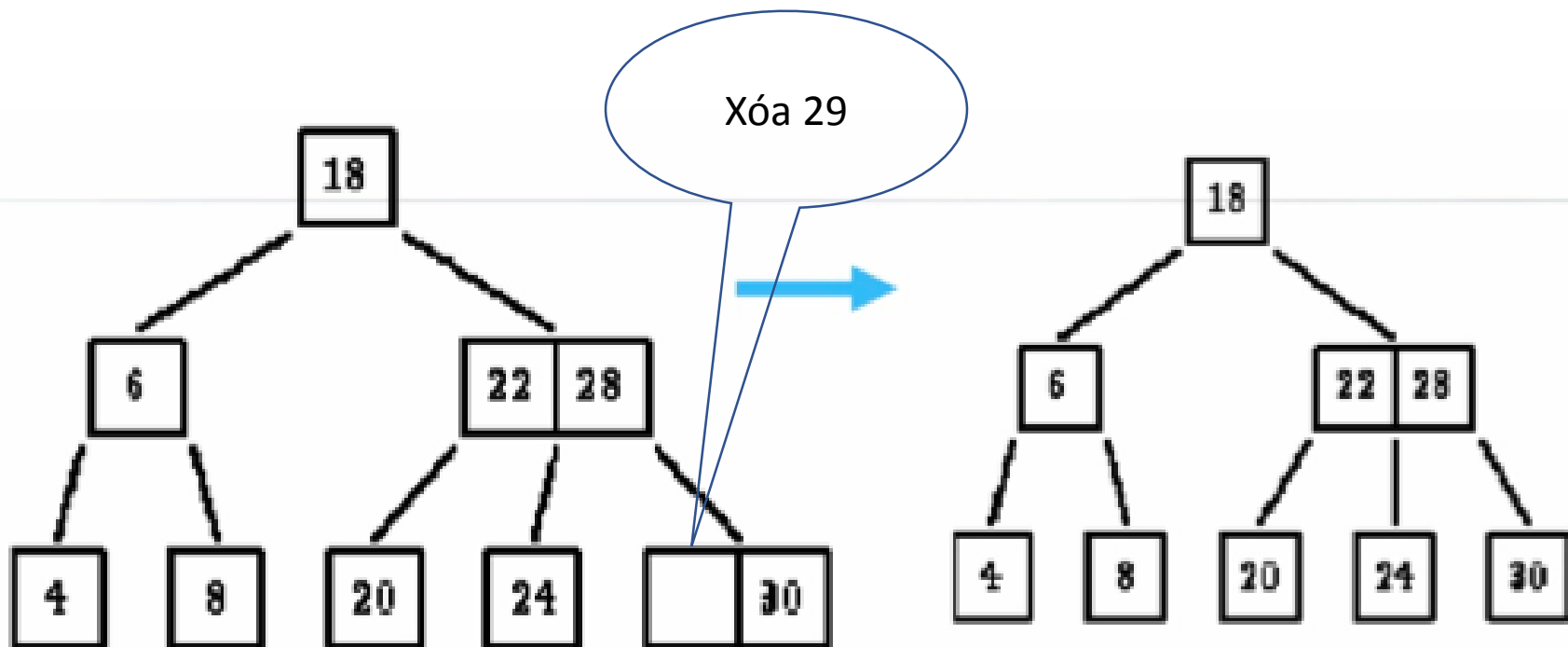


Xóa

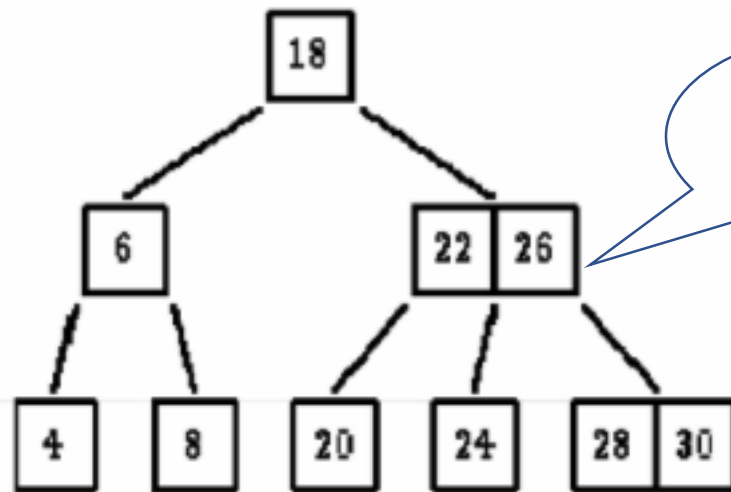
- Khóa cần xóa nằm trên trang lá -> Xóa bình thường
- Khóa cần xóa không trên trang lá:
 - Tìm phần tử thay thế: trái nhất hoặc phải nhất trên 2 cây con

Xoá

- Xoá 1 khoá trên trang lá (b-tree bậc 1)

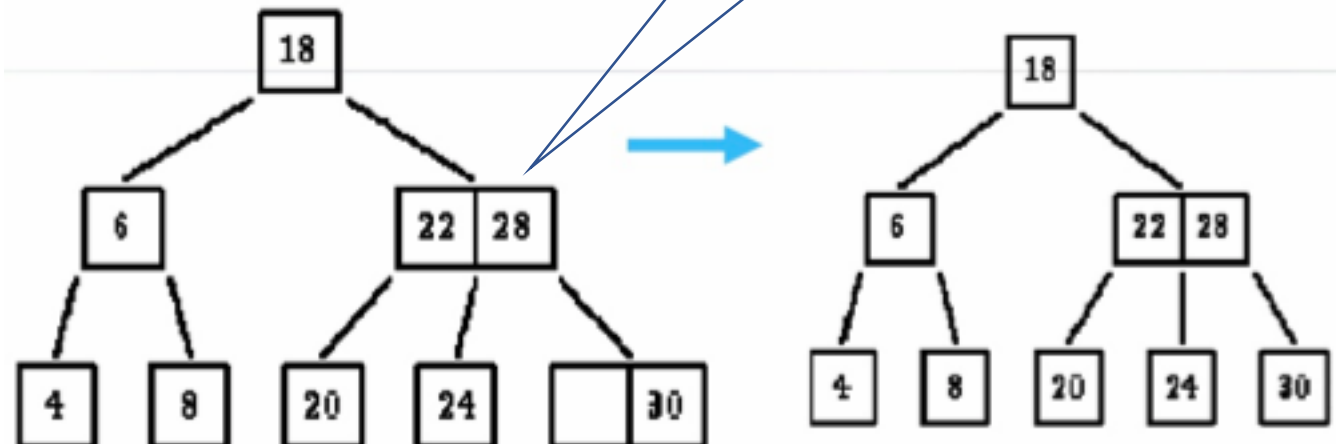


Xoá



Xóa 26,
không trên
trang lá

Phần tử thay
thế 28: trái
nhất trên cây
con phải

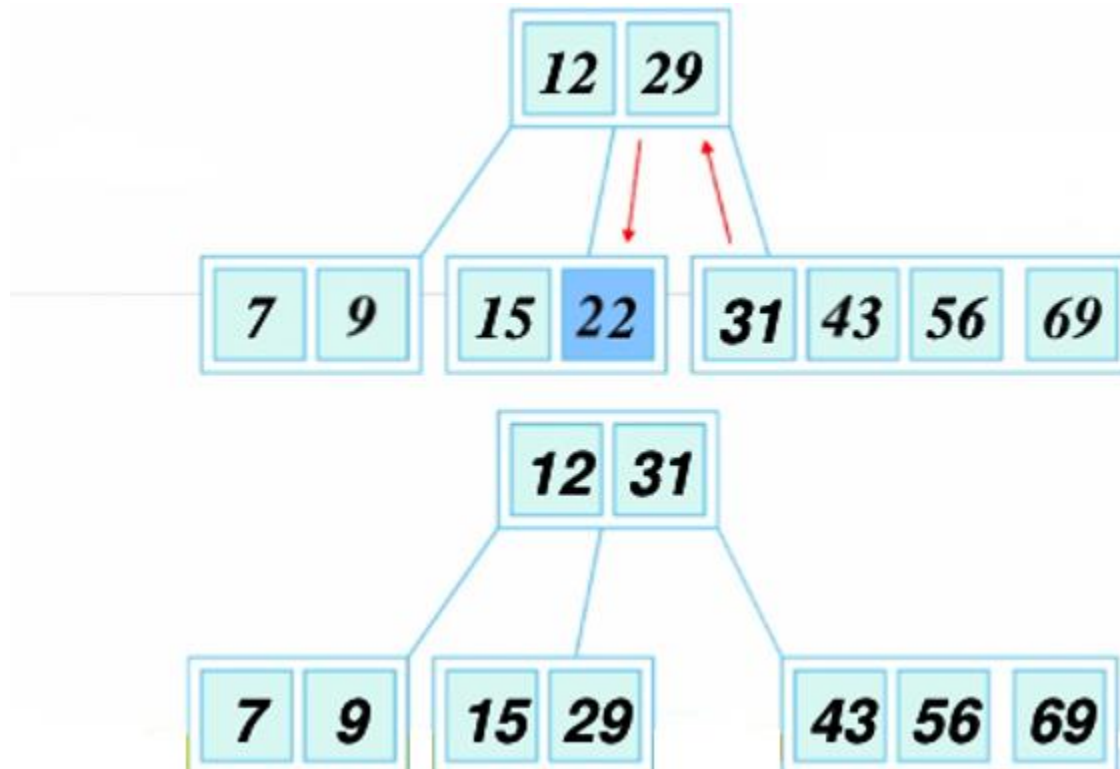


Cân bằng cây sau khi xoá

- Sau khi xoá, node bị thiếu (vi phạm điều kiện B-tree):
 - Hoặc chuyển dời phần tử từ node thừa
 - Hoặc ghép với node bên cạnh (trái/phải)

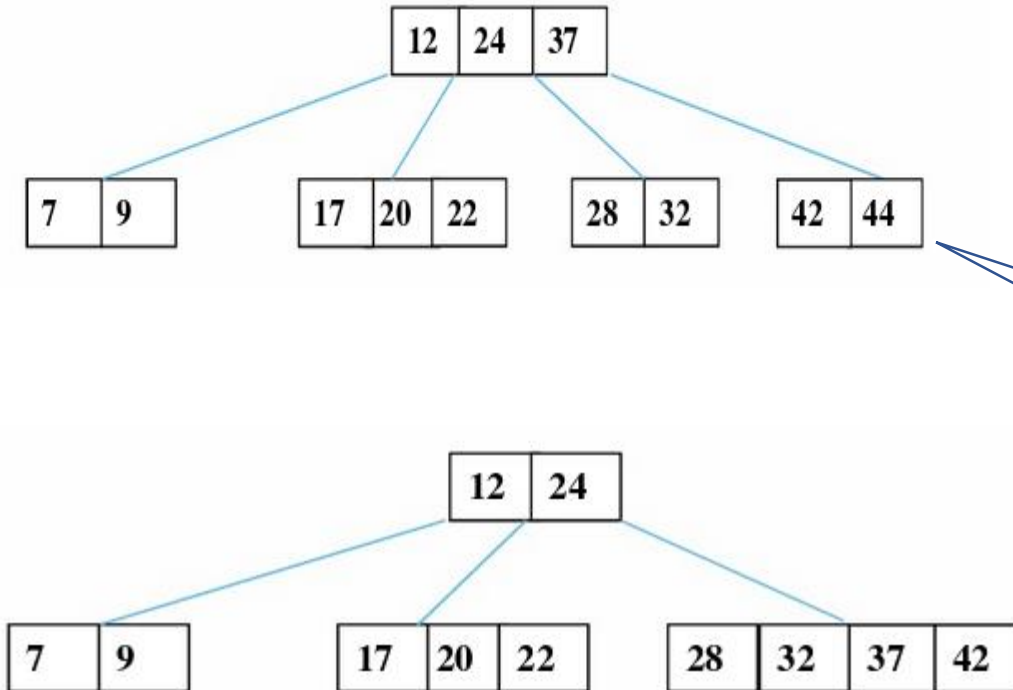
Cân bằng cây sau khi xoá

- Nếu một trong các **nút kế cân** nút đang xét có số lượng **khoá nhiều hơn số lượng tối thiểu**:
 - Đưa 1 khoá của nút kế cân lên nút cha
 - Đưa 1 khoá ở nút cha xuống nút đang xét



Cân bằng cây sau khi xoá

- Tất cả nút kế cận nút đang xét có **số lượng khoá vừa đủ**:
 - Chọn 1 nút kế cận để **hợp nhất** với nút đang xét và khoá tương ứng ở nút cha.
 - Nếu nút cha thiếu khoá, lặp lại quá trình này.



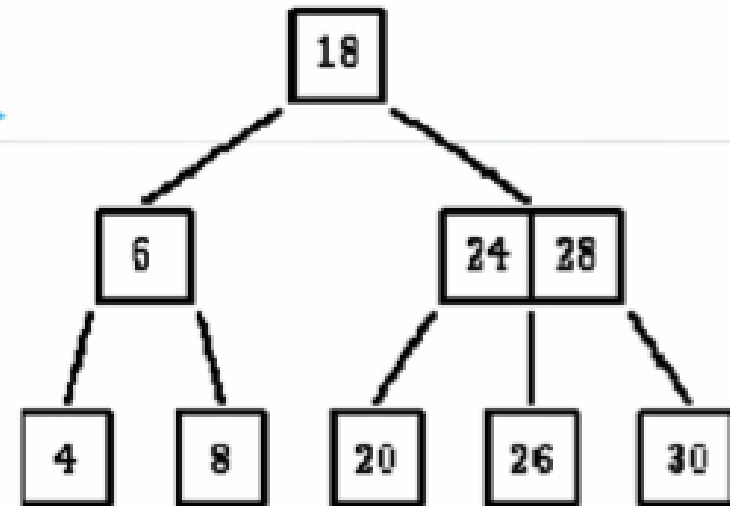
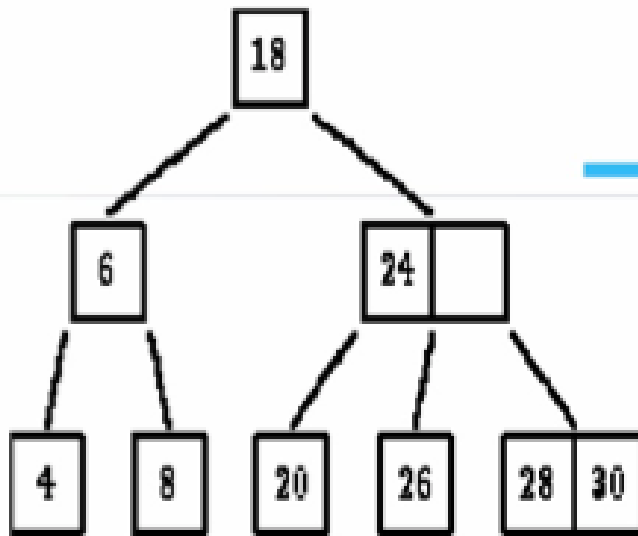
Cân bằng cây sau khi xoá

- Xoá 22 (b-tree bậc 1):

- Nút thay thế là 24: trái nhất của nhánh phải

→ thiếu lá.

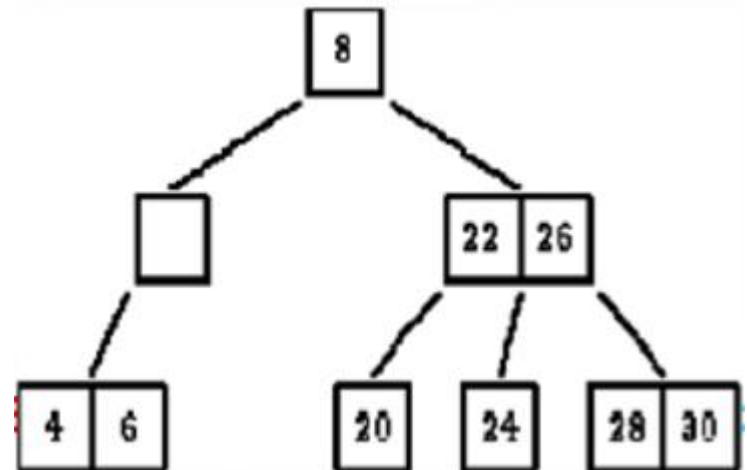
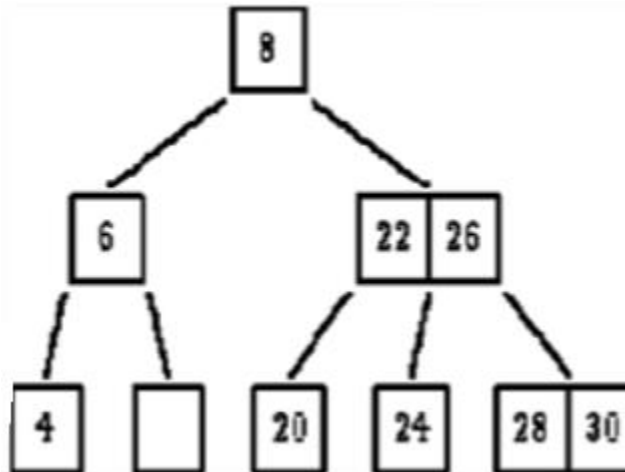
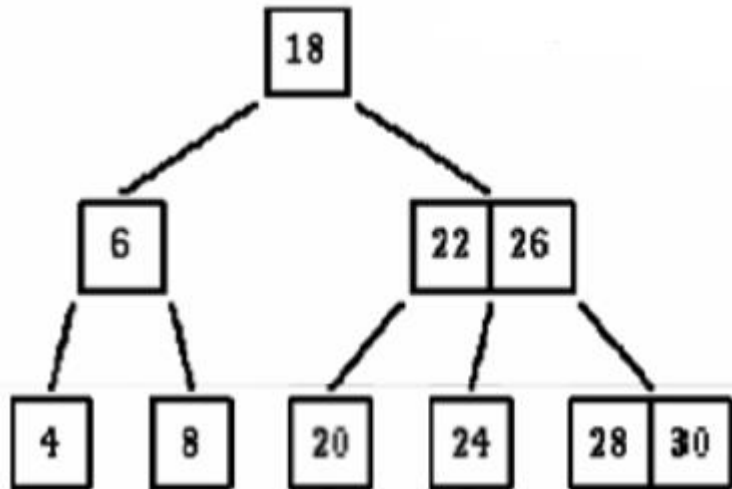
- Đưa 1 khoá của nút kế cân lên nút cha
- Đưa 1 khoá ở nút cha xuống nút thiếu



Cân bằng cây sau khi xoá

- Xoá 18:

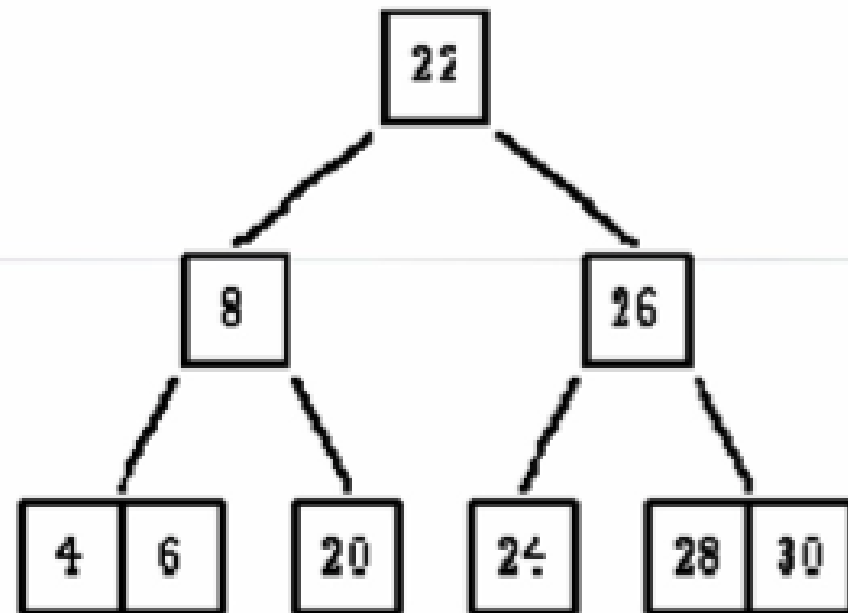
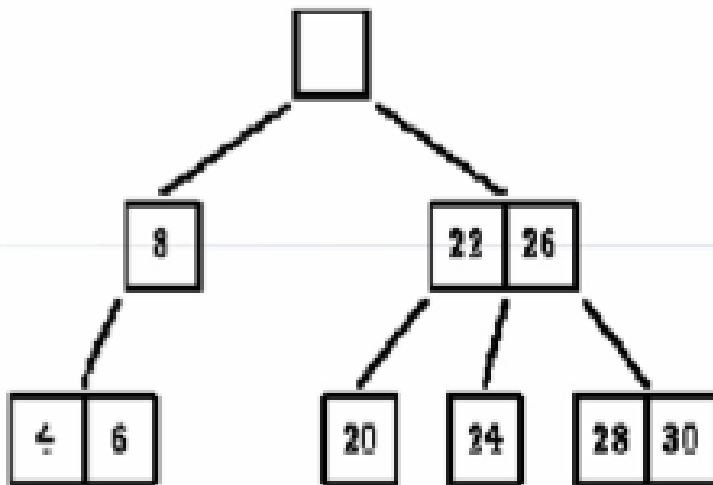
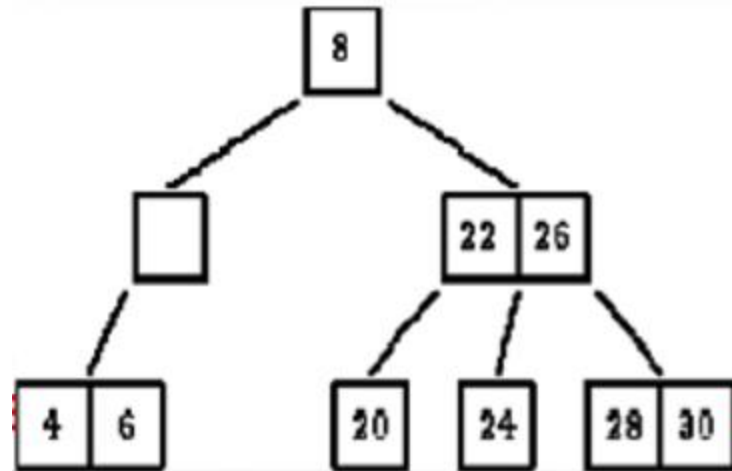
- đưa 8 lên thay (phải nhất của cây con trái) -> thiếu lá
- Các nút có số lượng khóa vừa đủ: hợp nhất nút kề cận (4), nút đang xét (null) và khoá tương ứng ở nút cha (6) → cây mất cân bằng



Cân bằng cây sau khi xoá

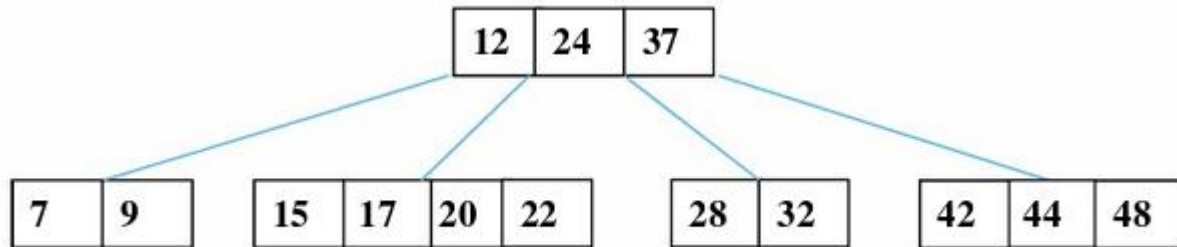
- Xoá 18 (tt)

- Đưa 1 khoá của nút kế cân (22 26) lên nút cha
- Đưa 1 khoá ở nút cha xuống nút thiếu

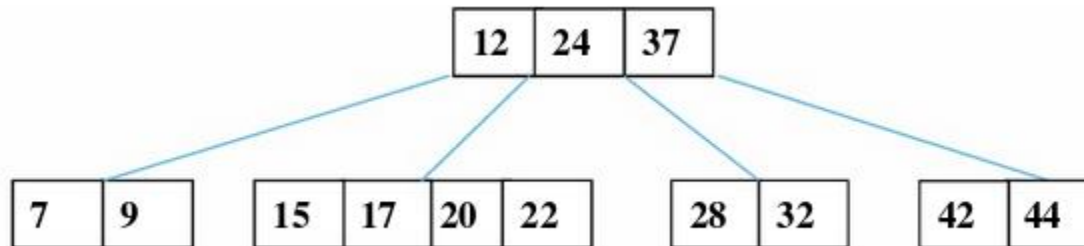


Xóa

- B-tree bậc 2:

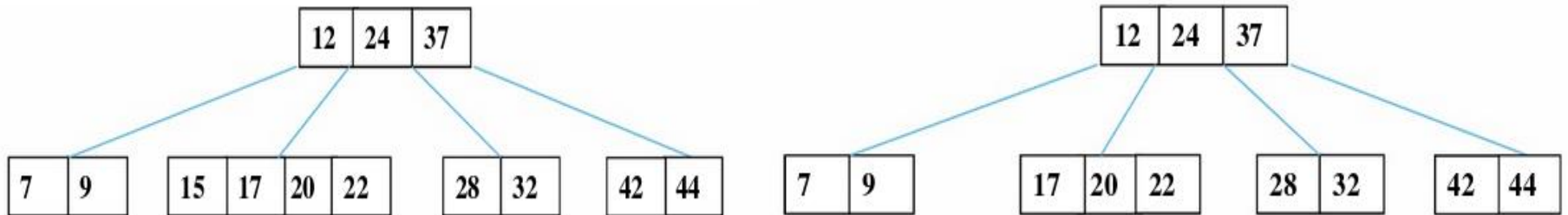


- Xóa 48: trên trang lá

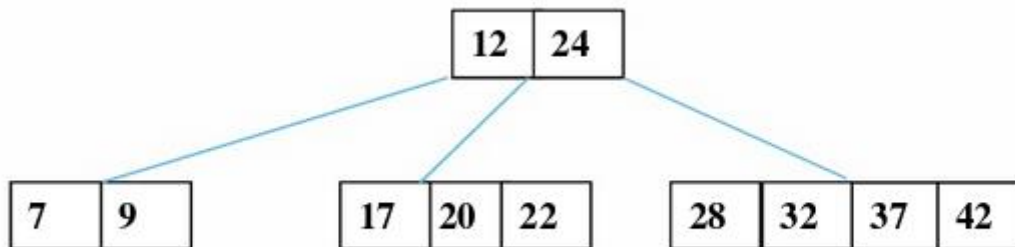


Xóa

- Xóa 15: trên trang lá

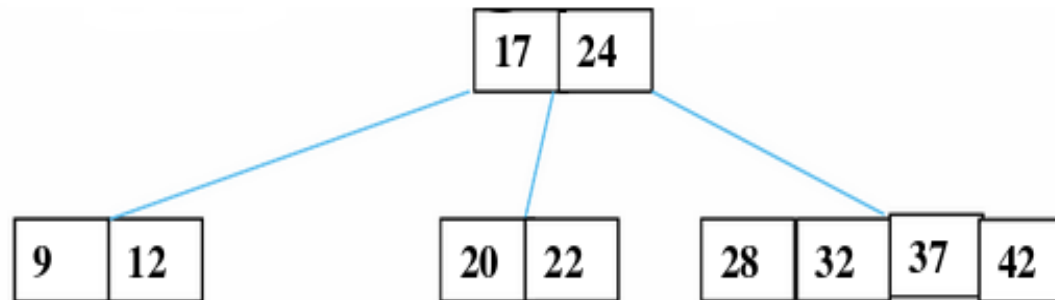
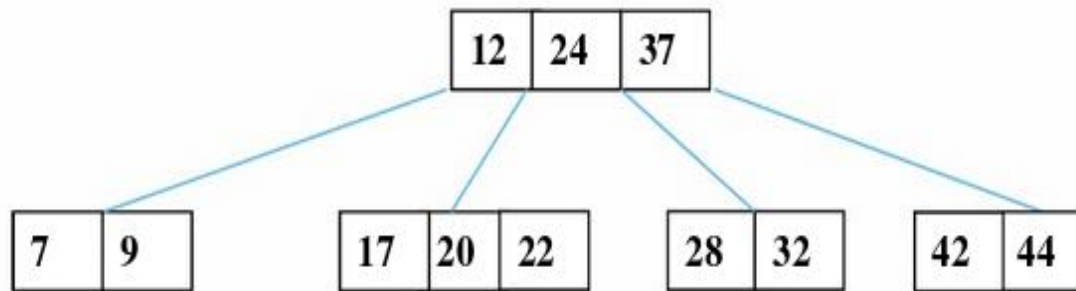


- Xóa 44: gộp trang



Xóa

- Xóa 7: mượn trang phải

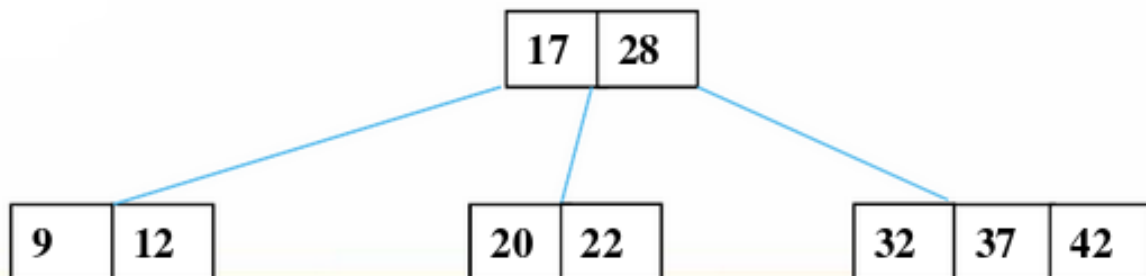
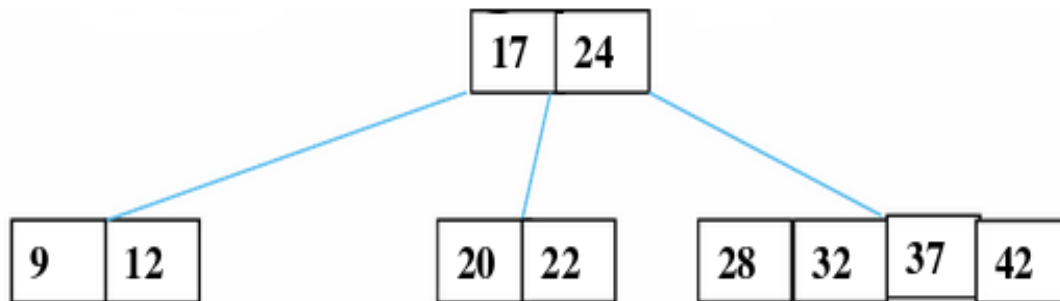


Xoá

- Xoá 24:

- Nếu đưa 22 lên thế, trang 22, 20 chỉ còn 1 phần tử (không hợp lệ)

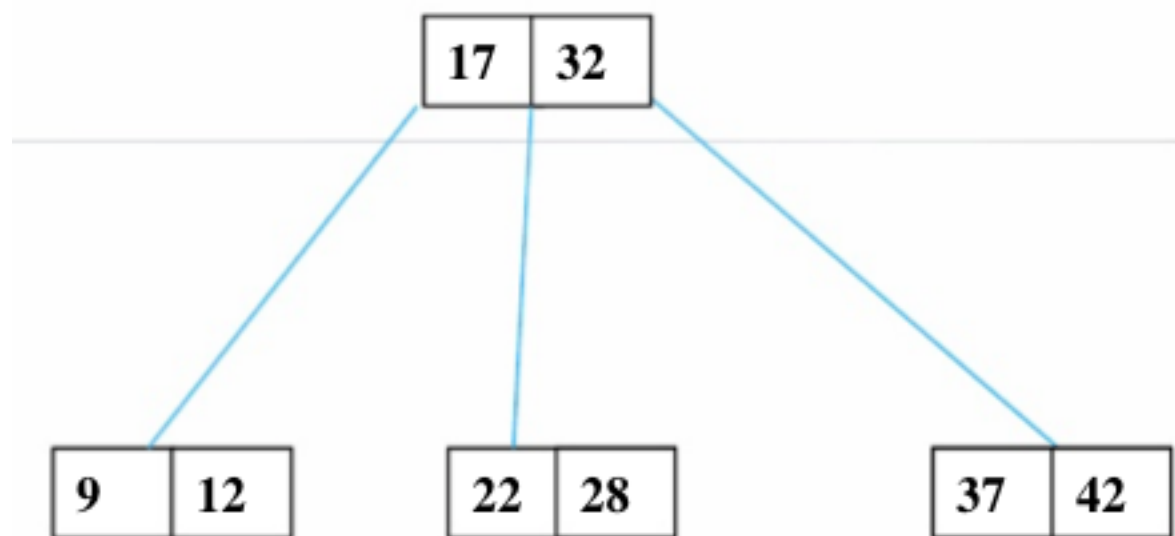
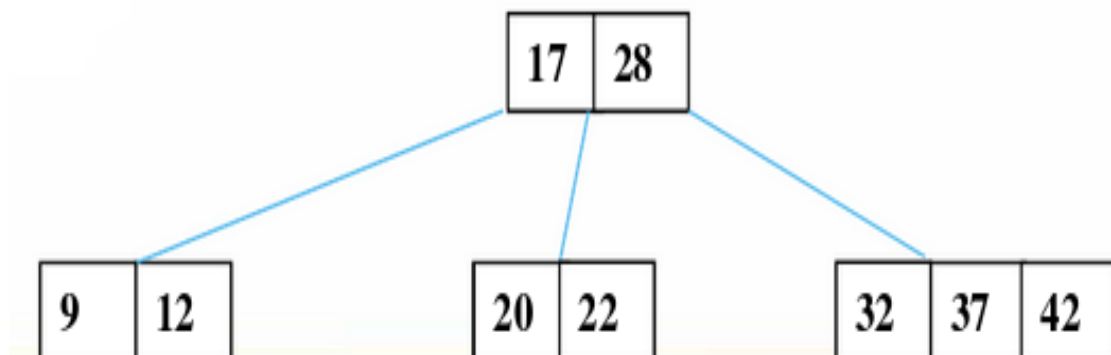
→ Đưa 28 lên thế



Xoá

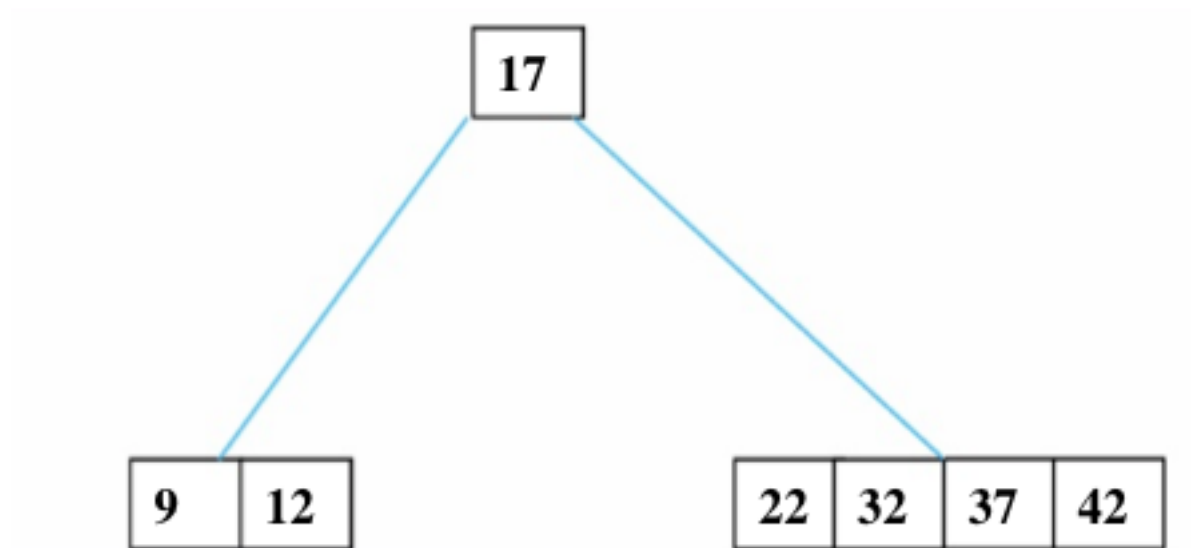
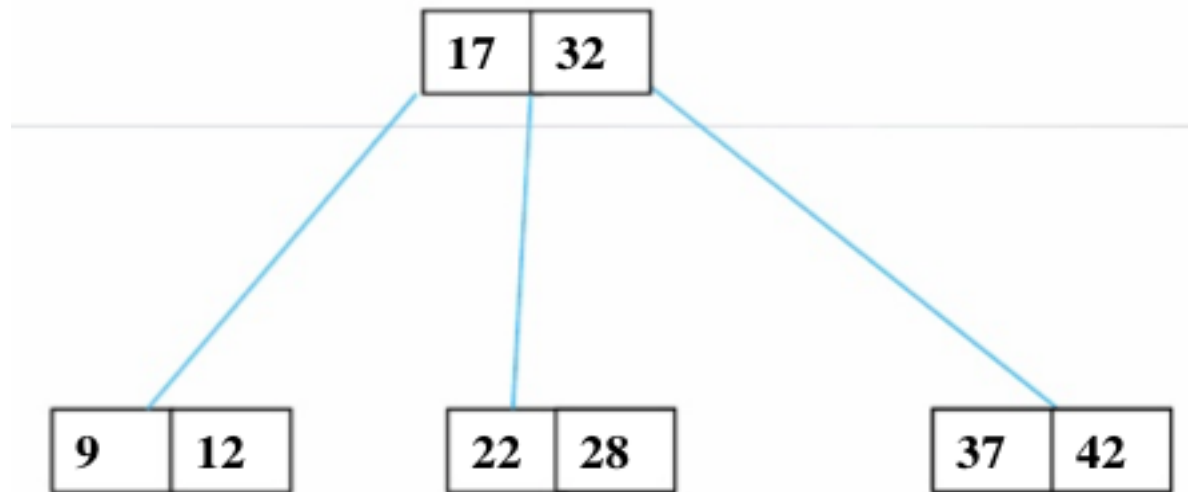
- Xoá 20:

- Trang 22 còn 1 phần tử là không hợp lệ
- Mượn trang phải 1 phần tử. Tức là mang 32 lên cha, đưa 28 xuống ghép với 22.



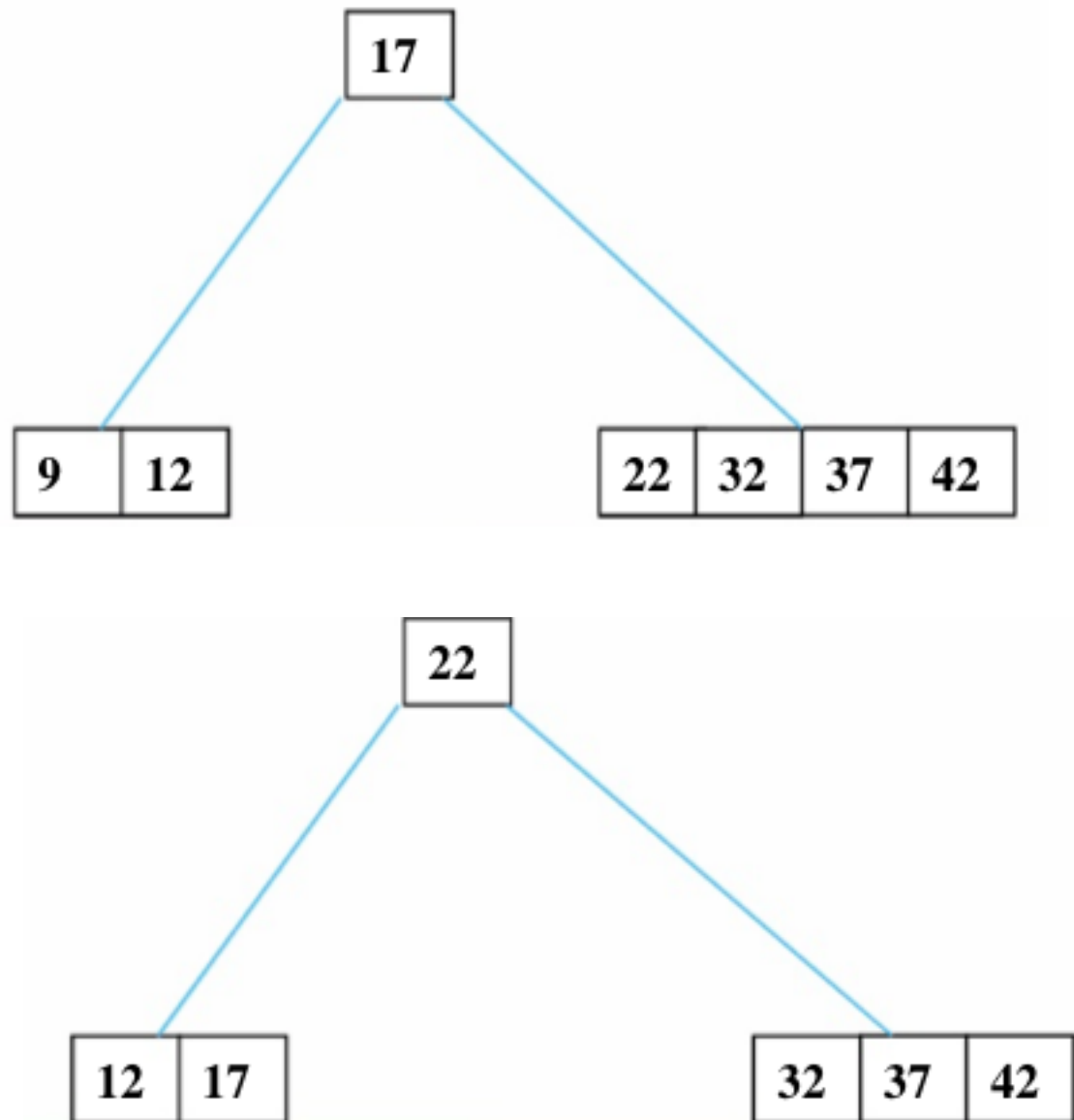
Xoá

- Xoá 28:



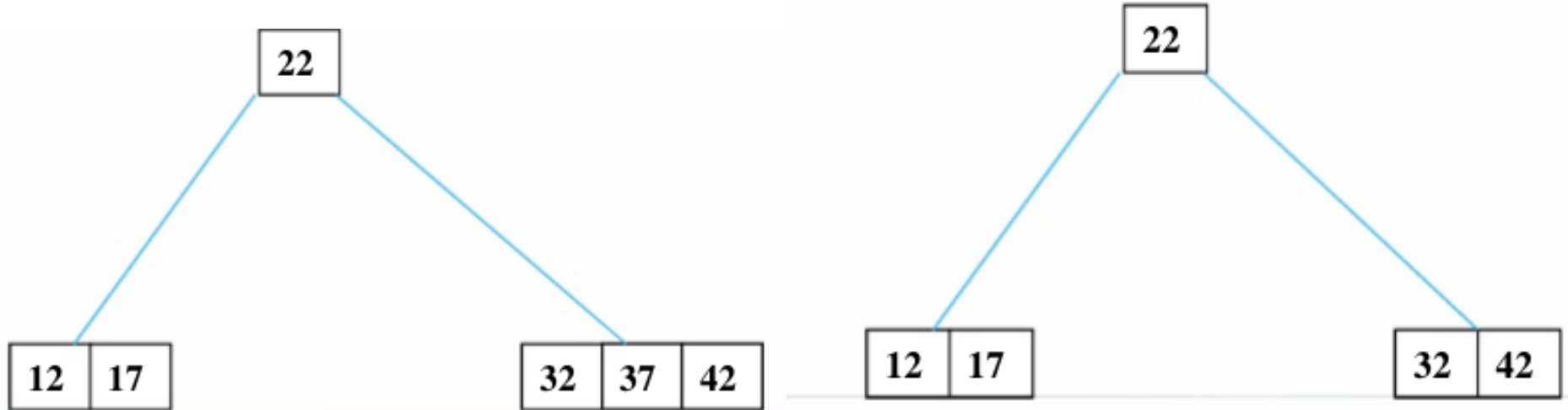
Xoá

- Xoá 9:



Xoá

- Xoá 37:



- Xoá 17:

