



# ĐẠI SỐ QUAN HỆ

Cơ sở dữ liệu và SQL

# Các toán tử mở rộng



# Các toán tử mở rộng



- ❖ Năm phép toán cơ bản (được trình bày ở phần trước) là **đủ** để thể hiện câu truy vấn trong đại số quan hệ.
- ❖ Trong các câu truy vấn phức tạp cần các biểu thức truy vấn khó và dài dòng. Để đơn giản hóa, trong đại số quan hệ, người ta đề xuất một số phép toán mở rộng để cung cấp sức mạnh thể hiện biểu thức truy vấn.

# Phép Giao - Intersection( $\cap$ )

Loại: Hai ngôi

Ký hiệu:  $\cap$

Khuôn dạng chung:  $r \cap s$  với  $r$  và  $s$  là 2 quan hệ khả hợp

Lược đồ quan hệ kết quả: lược đồ của quan hệ toán hạng

Kích thước của quan hệ kết quả (số bộ):  $\leq \min \{|r|, |s|\}$

Định nghĩa:  $r \cap s \equiv r - (r - s)$

Ví dụ:

$$(\pi_{(p\#)}(SPJ)) \cap (\pi_{(p\#)}(P))$$

- ❖ **Phép Giao** tạo ra tập các bản ghi **xuất hiện ở cả hai quan hệ**

# Phép Giao - Intersection( $\cap$ )

R

A	B	C	D
a	a	yes	1
b	d	no	7
c	f	yes	34
a	d	no	6

$r = R \cap S$

A	B	C	D
a	a	yes	1
c	f	yes	34

S

E	F	G	H
a	a	yes	1
b	r	yes	3
c	f	yes	34
m	n	no	56

$r = R \cap T$

A	B	C	D
---	---	---	---

T

E	F	G	H
a	r	no	31
b	f	yes	30

# Phép Giao - Ví dụ

- ❖ Cho 2 lược đồ quan hệ
- ❖ **SinhVien (ID, ten, gpam que\_quan)** **GiangVien (ID, ten, luong, que\_quan)**
- ❖ Viết các biểu thức đại số quan hệ để:
  - Liệt kê tất cả các thành phố nơi có ít nhất 1 SinhVien và ít nhất 1 GiangVien sống tại đó

# Phép Kết nối - JOIN

- ❖ Trong các biểu thức truy vấn có liên quan tới **tích Đề-các**, cần phải cung cấp thêm các **phép chọn** để **loại bỏ đi những tổ hợp các bộ không liên quan tới nhau trong kết quả**.  
⇒ Phép kết nối (join operation) là sự kết hợp **tích Đề-các** và các **phép chọn**.
- ❖ **Các loại phép kết nối**: kết nối theta, kết nối bằng, kết nối tự nhiên, kết nối ngoài và bán kết nối

# Phép Kết nối theta và Kết nối bằng ( $\bowtie$ )

Loại: Hai ngôi

Ký hiệu/khuôn dạng chung:  $r \bowtie_{(predicate)} s$

Lược đồ quan hệ kết quả: ghép nối các quan hệ toán hạng

Định nghĩa:  $r \bowtie_{(predicate)} s \equiv \sigma_{(predicate)}(r \times s)$

Ví dụ:

$r \bowtie_{((color='blue') \wedge (size=3))} s$

$r \bowtie_{((color='blue') \wedge (size>3))} s$

Kết nối bằng

Kết nối theta

- ❖ Phép kết nối theta là dạng rút gọn của tích Đề-các và sau đó thực hiện phép chọn.
- ❖ Phép kết nối bằng là một trường hợp đặc biệt của kết nối theta mà trong đó **tất cả** các điều kiện trong mệnh đề đều là **điều kiện bằng**.
- ❖ Cần bổ sung các mệnh đề điều kiện để loại bỏ dư thừa khi cần thiết



# Phép Kết nối bằng

Table R

A	B
1	x
2	y
3	z

Table S

B	C
x	10
y	20
y	30

$R \bowtie (R.B=S.B) S$

A	R.B	S.B	C
1	x	x	10
2	y	y	20
2	y	y	30

# Phép Kết nối theta

R

A	B	C	D
a	a	yes	1
b	d	no	7
c	f	yes	34
a	d	no	6

S

E	F	G	H
a	a	yes	1
b	r	yes	3
c	f	yes	34
m	n	no	56

$r = R \bowtie_{(R.B < S.F)} S$

A	B	C	D	E	F	G	H
a	a	yes	1	b	r	yes	3
a	a	yes	1	c	f	yes	34
a	a	yes	1	m	n	no	56
b	d	no	7	b	r	yes	3
b	d	no	7	c	f	yes	34
b	d	no	7	m	n	no	56
c	f	yes	34	b	r	yes	3
c	f	yes	34	m	n	no	56
a	d	no	6	b	r	yes	3
a	d	no	6	c	f	yes	34
a	d	no	6	m	n	no	56

# Phép Kết nối tự nhiên (Natural Join)

Loại: Hai ngôi

Ký hiệu/khuôn dạng chung:  $r * s$

Lược đồ quan hệ kết quả: ghép nối các quan hệ toán hạng, với các thuộc tính được đặt tên chung và chỉ xuất hiện một lần.

Định nghĩa:  $r * s \equiv r \bowtie_{(r.commonattributes = s.commonattributes)} s$

Ví dụ:  $s * spj * p$

- ❖ Phép kết nối tự nhiên thực hiện kết nối bằng trên tất cả các thuộc tính có cùng tên của 2 quan hệ toán hạng.
- ❖ Bậc của quan hệ kết quả là tổng số bậc của 2 quan hệ toán hạng trừ đi số các thuộc tính chung của chúng (các thuộc tính kết nối).
- ❖ Rất có ích trong việc loại bỏ dư thừa

# Phép Kết nối tự nhiên (Natural Join)

Table R

A	B
1	x
2	y
3	z

Table S

B	C
x	10
y	20
y	30

$R * S$

A	B	C
1	x	10
2	y	20
2	y	30

Chỉ có 1 cột **B** duy nhất



# Phép Kết nối tự nhiên (Natural Join)

**R**

A	B	C	D
a	a	yes	1
b	r	no	7
c	f	yes	34
a	m	no	6

**S**

B	M	G	H
a	a	yes	1
b	r	yes	3
a	f	yes	34
m	n	no	56

**$r = R * S$**

A	B	C	D	M	G	H
a	a	yes	1	a	yes	1
a	a	yes	1	f	yes	34
a	m	no	6	n	no	56

**$r = R * T$**

A	B	C	D	G	H
b	r	no	7	yes	30

**T**

A	B	G	H
a	f	no	31
b	r	yes	30



# Phép Kết nối ngoài (Outer Join)

Loại: Hai ngôi

Ký hiệu/khuôn dạng chung: Kết nối ngoài trái:  $r \bowtie\leftarrow s$

Kết nối ngoài phải:  $r \bowtie\rightarrow s$       Kết nối ngoài đầy đủ:  $r \bowtie\leftrightarrow s$

Lược đồ quan hệ kết quả: ghép nối các quan hệ toán hạng

Định nghĩa:

$r \bowtie\leftarrow s$   $\equiv$  kết nối tự nhiên  $r$  và  $s$  với các bộ của  $r$  không tương ứng trong  $s$  vẫn được giữ lại trong kết quả. Tất cả các giá trị còn khuyết ở thuộc tính của  $s$  đều được gán giá trị rỗng (null).

$r \bowtie\rightarrow s$   $\equiv$  kết nối tự nhiên  $r$  và  $s$  với các bộ của  $s$  không tương ứng trong  $r$  vẫn được giữ lại trong kết quả. Tất cả các giá trị còn khuyết ở thuộc tính của  $r$  đều được gán giá trị rỗng.

$r \bowtie\leftrightarrow s$   $\equiv$  kết nối tự nhiên  $r$  và  $s$  với các bộ của  $r$  và  $s$  không tương ứng vẫn được giữ lại trong kết quả. Tất cả các giá trị còn khuyết sẽ được gán giá trị rỗng.

Ví dụ: Cho  $r(A,B) = \{(a, b), (c, d), (b,c)\}$  và  $s(A,C) = \{(a, d), (s, t), (b, d)\}$

$r \bowtie\leftarrow s = (A,B,C) = \{(a,b,d), (b,c,d), (c,d,null)\}$

$r \bowtie\rightarrow s = (A,B,C) = \{(a,b,d), (b,c,d), (s,null,t)\}$

$r \bowtie\leftrightarrow s = (A,B,C) = \{(a,b,d), (b,c,d), (s,null,t), (c,d,null)\}$

# Phép Kết nối ngoài (Outer Join)

R

A	B	C
1	2	3
4	5	6
7	8	9

$r = R \bowtie \Delta \bowtie S$

A	B	C	D
1	2	3	10
1	2	3	11
4	5	6	null
7	8	9	null
null	6	7	12

S

B	C	D
2	3	10
2	3	11
6	7	12

$r = R \bowtie \Delta S$

A	B	C	D
1	2	3	10
1	2	3	11
4	5	6	null
7	8	9	null

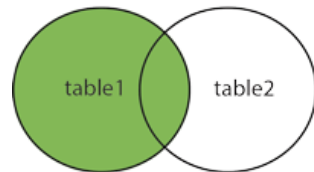
$r = R \bowtie \Delta S$

B	C	D	A
2	3	10	1
2	3	11	1
6	7	12	null



# Left Outer Join

LEFT JOIN



R		
A	B	C
1	2	3
4	5	6
7	8	9

S		
B	C	D
2	3	10
2	3	11
6	7	12

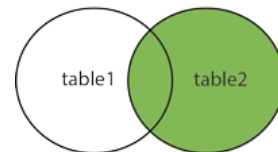
$r = R \supset\lrcorner S$

A	B	C	D
1	2	3	10
1	2	3	11
4	5	6	null
7	8	9	null

- ❖ **Left Outer Join** trả về tất cả các bản ghi từ bảng **bên trái** và các bản ghi phù hợp từ bảng bên phải. Nếu không có khớp trong bảng bên phải, nó vẫn bao gồm tất cả các hàng từ bảng bên trái với các giá trị **null** cho các cột của bảng bên phải.

# Right Outer Join

RIGHT JOIN



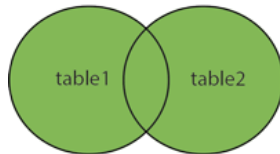
R		
A	B	C
1	2	3
4	5	6
7	8	9

S		
B	C	D
2	3	10
2	3	11
6	7	12

$r = R \rhd\subset S$			
B	C	D	A
2	3	10	1
2	3	11	1
6	7	12	null

- ❖ **Right Outer Join** lấy tất cả các bản ghi từ bảng bên phải và các bản ghi phù hợp từ bảng bên trái. Nếu không có khớp trong bảng bên trái, kết quả vẫn sẽ bao gồm tất cả các hàng từ bảng bên phải, với các giá trị null cho các cột của bảng bên trái

# Full Outer Join



**R**

A	B	C
1	2	3
4	5	6
7	8	9

**S**

B	C	D
2	3	10
2	3	11
6	7	12

$$r = R \bowtie S$$

A	B	C	D
1	2	3	10
1	2	3	11
4	5	6	null
7	8	9	null
null	6	7	12

- ❖ **Full Outer Join** trả về tất cả các bản ghi **khớp** khi có trong bảng bên trái và bên phải. Nếu không có khớp, sẽ bao gồm tất cả các hàng từ cả hai bảng có giá trị null cho phía bị thiếu.
- ❖ Đảm bảo rằng không có dữ liệu nào bị mất từ một trong hai bảng

# Full Outer Join

Table R

A	B
1	x
2	y
3	z

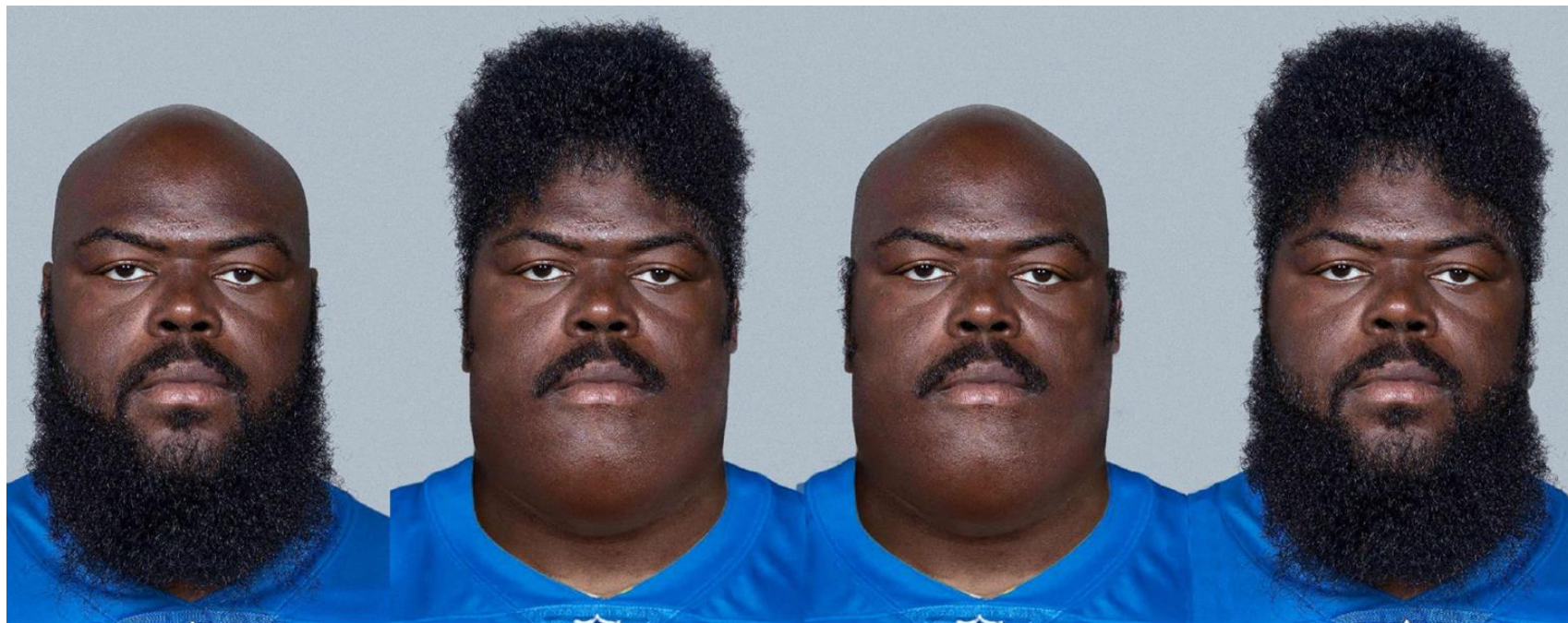
Table S

B	C
x	10
y	20
w	30

$R \bowtie S$

A	R.B	S.B	C
1	x	x	10
2	y	y	20
3	z	NULL	NULL
NULL	NULL	w	30

# JOIN



LEFT JOIN

RIGHT JOIN

INNER JOIN

FULL OUTER JOIN

# Semi Join

Loại: Hai ngôi

Ký hiệu/khuôn dạng chung:  $r \triangleright_{(\text{predicate})} S$

Lược đồ quan hệ kết quả: Lược đồ của  $r$

Định nghĩa:  $r \triangleright_{(\text{predicate})} S \equiv \pi_{(\text{thuộc tính của } r)}(r \triangleright \triangleleft_{(\text{predicate})} S)$

Ví dụ:

$$r \triangleright_{(r.B > s.M)} S$$

- ❖ Phép bán kết nối thực hiện một phép kết nối 2 quan hệ toán hạng, sau đó chiếu trên các thuộc tính của quan hệ **bên trái**.

# Phép Chia - Division ( $\div$ )

Loại: Hai ngôi

Ký hiệu/khuôn dạng chung:  $r \div s$  với  $r(\{X\})$  và  $s(\{Y\})$

Lược đồ quan hệ kết quả:  $Z$  với  $Z = X - Y$

Định nghĩa:  $r \div s \equiv \pi_{(X-Y)}(r) - (\pi_{(X-Y)}((\pi_{(X-Y)}(r) \times s) - r))$

Ví dụ:

Cho  $r(A,B,C) = \{(a,b,c), (a,d,e), (a,b,d), (a,c,c), (a,d,d)\}$

và  $s(C) = \{(c), (d)\}$

thì:  $r \div s = t(A,B) = \{(a,b)\}$

- ❖  $R \div S$  có thể áp dụng trong trường hợp:
  - Tập thuộc tính B phải là tập con của tập thuộc tính của R
  - Kết quả chỉ bao gồm các thuộc tính của A ngoại trừ những thuộc tính thuộc S
  - Trả về các bản ghi của R **liên kết với tất cả bản ghi** trong S

# Phép Chia - Division ( $\div$ )

**R**

A	B	C	D
a	f	yes	1
b	r	no	1
a	f	yes	34
e	g	yes	34
a	m	no	6
b	r	no	34

$r = R \div S$

A	B	C
a	f	yes
b	r	no

$r = R \div T$

A	B
a	f

$r = R \div V$

A
a

$r = R \div W$

A
---

$r = R \div U$

A	B
b	r

**S**

D
1
34

**T**

C	D
yes	1
yes	34

**U**

C	D
no	1
no	34

**V**

B	C	D
f	yes	1
f	yes	34
m	no	6

**W**

B	C	D
f	yes	1
g	yes	69



# Phép Chia - Division (÷)

Student_ID	Name	Address
SV1	Nam	Hanoi
SV2	Tuan	Haiphong
SV3	Hoang	Thaibinh
SV4	Manh	TPHCM

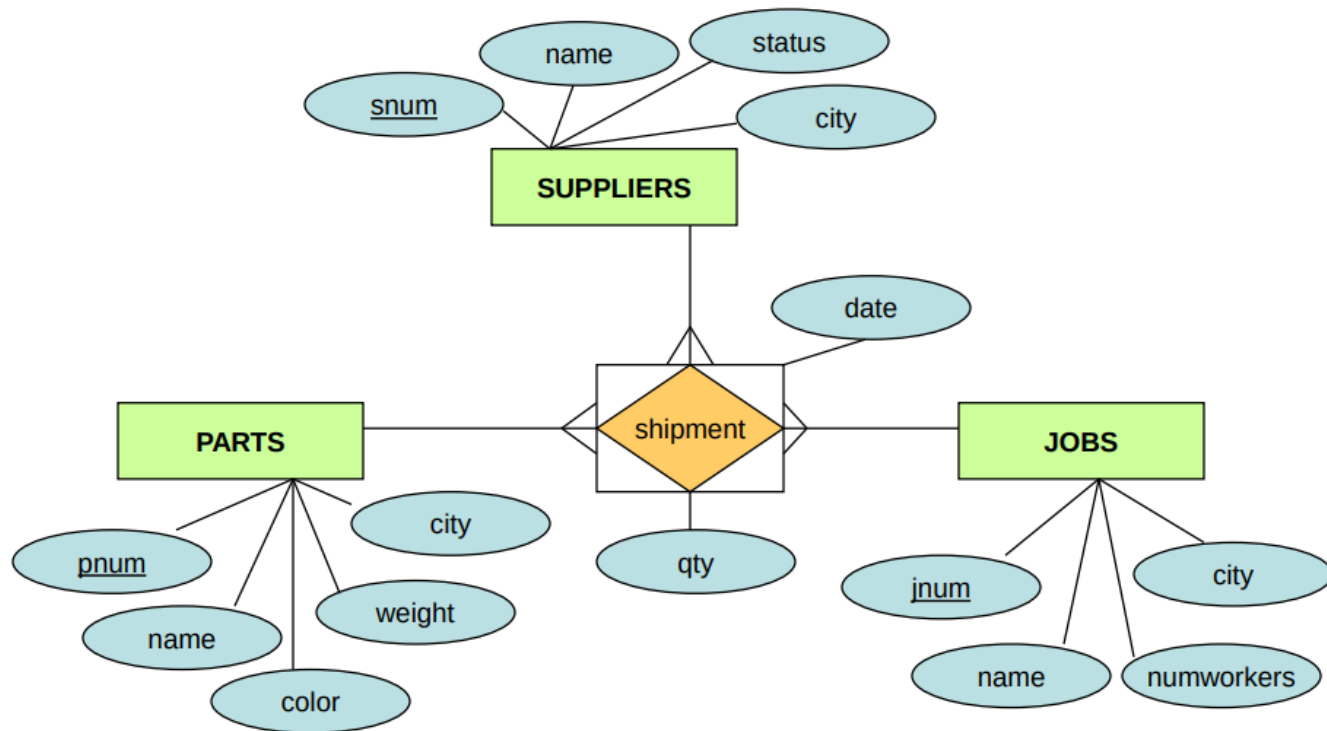
Student_ID	Course_ID	Time
SV1	MH1	7h00
SV2	MH2	7h01
SV3	MH1	7h02
SV1	MH2	7h03
SV2	MH1	7h04
SV4	MH2	7h05

Course_ID	Course_name
MH1	Toan
MH2	Van

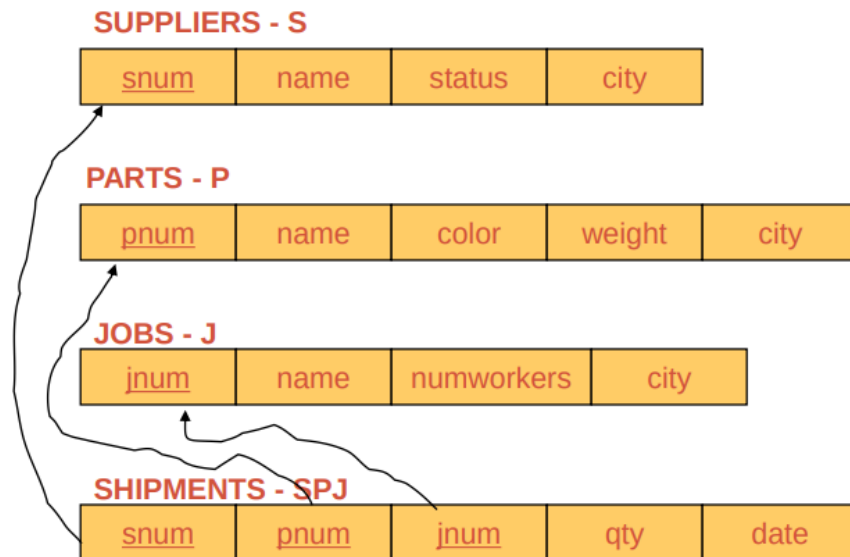
Tìm danh sách sinh viên đăng ký tất cả môn học

Student_ID
SV1
SV2

## Thực hành 2



## Thực hành 2



# Truy vấn 1

- ❖ Tìm số hiệu các nhà cung cấp vận chuyển mọi linh kiện?

$$(\pi(s\#, p\#)(spj)) \div (\pi(p\#)(p))$$

## Truy vấn 2

- ❖ Tìm số hiệu của tất cả các nhà cung cấp hoặc ở tại Milan hoặc chuyển hàng tới bất kỳ công việc nào với số lượng lớn hơn 40.

```

$$\pi(s\#)(\sigma(\text{city} = \text{Milan})(S)) \cup [\pi(s\#)(\sigma(\text{qty} > 40)(SPJ))]$$

```

## Truy vấn 3

- ❖ Tìm tên của tất cả các nhà cung cấp **chỉ** vận chuyển các linh kiện màu **đỏ**

```

$$\pi(S.name) [\pi(S\#, S.name) (\sigma((SPJ.s\#=S.s\#) \wedge (SPJ.p\#=P.p\#) \wedge (color=red)) (SPJ \times S \times P)) \\ - \pi(S\#, S.name) (\sigma((SPJ.s\#=S.s\#) \wedge (SPJ.p\#=P.p\#) \wedge (color \neq red)) (SPJ \times S \times P))] ]$$

```

## Truy vấn 4

- ❖ Tìm tên của các nhà cung cấp mà ở cùng thành phố với công việc mà họ vận chuyển linh kiện đến cho

```

$$\pi(S.name) (\sigma(S.s\# = SPJ.s\#) \wedge (J.j\# = SPJ.j\#) \wedge (J.city = S.city) (S \times SPJ \times J))$$

```

## Truy vấn 5

- ❖ Tìm số hiệu của tất cả các linh kiện mà được vận chuyển bởi cả hai nhà cung cấp “S1” và “S2”

Nhận xét code sau

```

$$\pi(p\#) (\sigma((s\# = "S1") \wedge (s\# = "S2")) (SPJ))$$

```



## Truy vấn 6

- ❖ Tìm số hiệu của tất cả các nhà cung cấp mà vận chuyển cả các linh kiện màu đỏ (“red”) và màu xanh (“blue”).

Nhận xét code sau

```

$$\pi(s\#) (\sigma((SPJ.p\# = P.p\#) \wedge (color="red") \wedge (color = "blue")) (P \times SPJ))$$

```

## Truy vấn 7



- ❖ Tìm tất cả các cặp ( $s\#$ ,  $j\#$ ) của các nhà cung cấp và công việc ở cùng thành phố, nhưng các nhà cung cấp đó không vận chuyển bất kỳ linh kiện nào cho công việc này.

## Truy vấn 8



- ❖ Liệt kê tất cả các cặp số hiệu nhà cung cấp ở cùng một thành phố.
- ❖ Liệt kê tất cả các vận chuyển có liên quan đến linh kiện màu (“green”).

## Truy vấn 9



- ❖ Liệt kê tất cả số hiệu của các nhà cung cấp mà vận chuyển linh kiện được sản xuất ở cùng thành phố với nhà cung cấp đó.
- ❖ Liệt kê tên của tất cả các nhà cung cấp mà vận chuyển tất cả các linh kiện màu xanh (“blue”).

# Truy vấn 10



- ❖ Liệt kê số hiệu của các nhà cung cấp mà chỉ vận chuyển các linh kiện màu xanh.