

## Modello relazionale e algebra relazionale

### Algebra relazionale



### Algebra relazionale

- Introduzione
- Selezione e proiezione
- Prodotto cartesiano e join
- Natural join, theta-join e semi-join
- Outer join
- Unione e intersezione
- Differenza e antijoin
- Divisione e altri operatori





## Algebra relazionale

### Introduzione



## Algebra relazionale

- ⊃ Estende l'algebra degli insiemi per il modello relazionale
- ⊃ Definisce un insieme di operatori che operano su relazioni e producono come risultato una relazione
- ⊃ Gode della proprietà di chiusura
  - il risultato di qualunque operazione algebrica su relazioni è a sua volta una relazione



## Operatori dell'algebra relazionale

- Operatori unari
  - selezione ( $\sigma$ )
  - proiezione ( $\pi$ )
- Operatori binari
  - prodotto cartesiano ( $\times$ )
  - join ( $\bowtie$ )
  - unione ( $\cup$ )
  - intersezione ( $\cap$ )
  - differenza ( $-$ )
  - divisione ( $/$ )



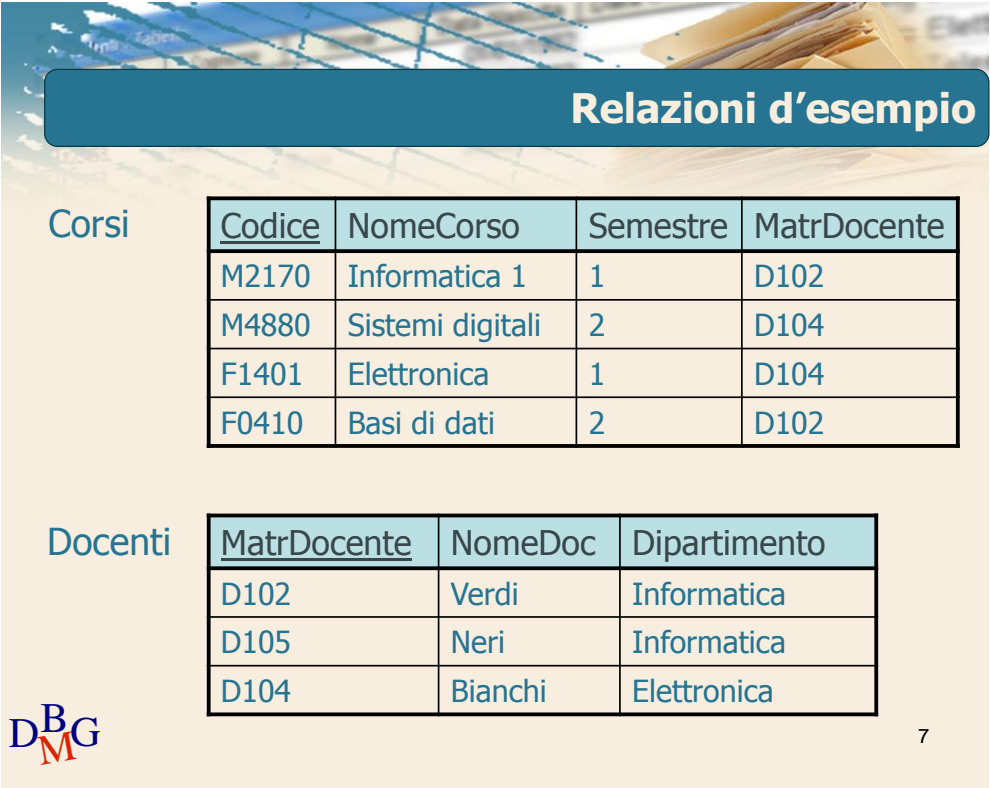
5

## Operatori dell'algebra relazionale

- Operatori insiemistici
  - unione ( $\cup$ )
  - intersezione ( $\cap$ )
  - differenza ( $-$ )
  - prodotto cartesiano ( $\times$ )
- Operatori relazionali
  - selezione ( $\sigma$ )
  - proiezione ( $\pi$ )
  - join ( $\bowtie$ )
  - divisione ( $/$ )



6



Relazioni d’esempio

Corsi

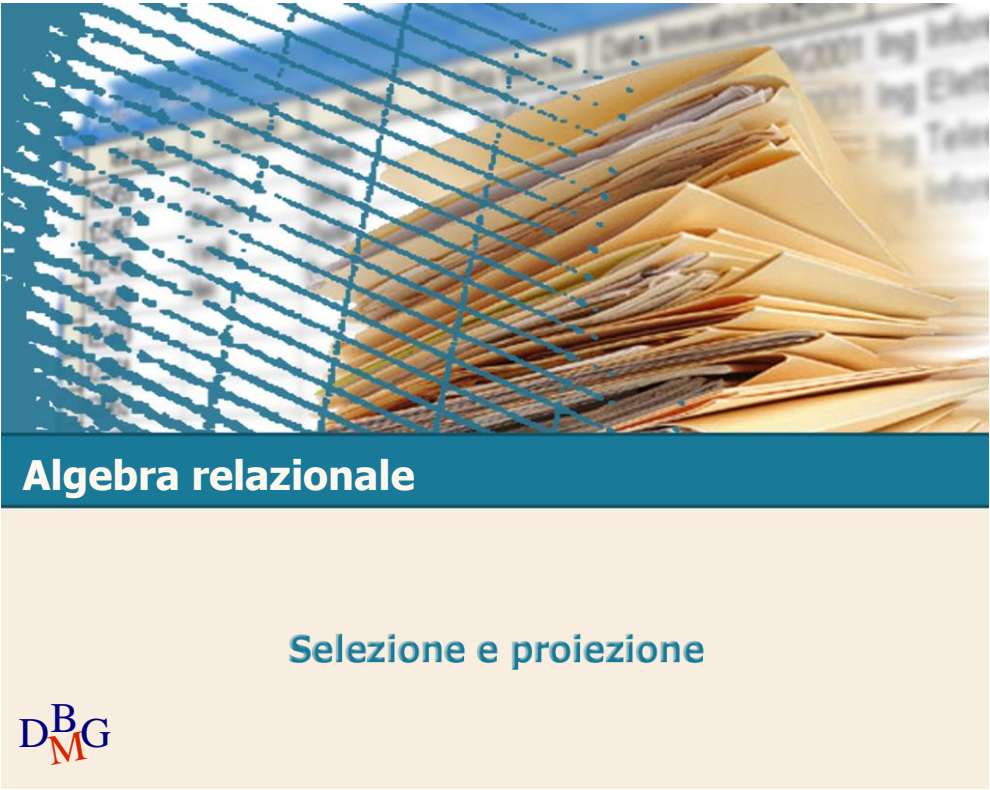
Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

Docenti

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DBG

7



Algebra relazionale

Selezione e proiezione

DBG

Selezione

➤ La selezione estrae un sottoinsieme "orizzontale" della relazione

● opera una decomposizione orizzontale della relazione


DBG

9

Selezione: esempio

➤ *Trovare i corsi tenuti nel secondo semestre*

DBG

10

Elena Baralis  
©2007 Politecnico di Torino

5



Selezione: esempio

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

DBG

11

Selezione: esempio

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
<i>M4880</i>	<i>Sistemi digitali</i>	<i>2</i>	<i>D104</i>
F1401	Elettronica	1	D104
<i>F0410</i>	<i>Basi di dati</i>	<i>2</i>	<i>D102</i>

↓

R

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

DBG

12

## Selezione: definizione

$$R = \sigma_p A$$

- La selezione genera una relazione R
  - avente lo stesso schema di A
  - contenente tutte le tuple della relazione A per cui è vero il predicato  $p$
- Il predicato  $p$  è un'espressione booleana (operatori  $\wedge, \vee, \neg$ ) di espressioni di confronto tra attributi o tra attributi e costanti
  - $p$ : Città='Torino'  $\wedge$  Età>18
  - $p$ : DataRestituzione>DataConsegna+10



13

## Selezione: esempio

- *Trovare i corsi tenuti nel secondo semestre*



14

Selezione: esempio

➤ *Trovare i corsi tenuti nel secondo semestre*

Corsi

DBG

15

Selezione: esempio

➤ *Trovare i corsi che tenuti nel secondo semestre*

$\sigma_{\text{Semestre}=2}$   
Corsi

DBG

16



Selezione: esempio

➤ *Trovare i corsi tenuti nel secondo semestre*

$$\begin{array}{c} R \\ || \\ \sigma_{\text{Semestre}=2} \\ | \\ \text{Corsi} \end{array}$$

DBG

17

Selezione: esempio

➤ *Trovare i corsi tenuti nel secondo semestre*

$$R = \sigma_{\text{Semestre}=2} \text{Corsi}$$

$$\begin{array}{c} R \\ || \\ \sigma_{\text{Semestre}=2} \\ | \\ \text{Corsi} \end{array}$$

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

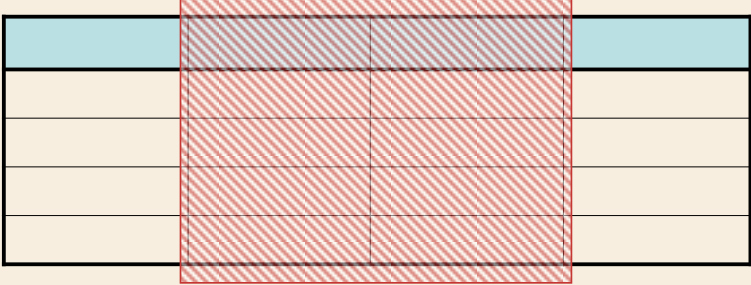
DBG


18

Proiezione

➤ La proiezione estrae un sottoinsieme *"verticale"* della relazione


- opera una decomposizione verticale della relazione



19

Proiezione: esempio (n. 1)

➤ *Trovare il nome dei docenti*

20

Proiezione: esempio (n. 1)

Docenti

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DBG

21

Proiezione: esempio (n. 1)

Docenti

MatrDocente	<i>NomeDoc</i>	Dipartimento
D102	<i>Verdi</i>	Informatica
D105	<i>Neri</i>	Informatica
D104	<i>Bianchi</i>	Elettronica

R

NomeDoc
Verdi
Neri
Bianchi

DBG

22

## Proiezione: definizione

$$R = \pi_L A$$

- ⇒ La proiezione genera una relazione R
- avente come schema la lista di attributi L (sottoinsieme dello schema di A)
  - contenente tutte le tuple presenti in A

## Proiezione: esempio (n. 1)

⇒ *Trovare il nome dei docenti*



Proiezione: esempio (n. 1)

➤ *Trovare il nome dei docenti*

R

||

$\pi_{NomeDoc}$

Docenti

$R = \pi_{NomeDoc} Docenti$

Docenti

MatrDocente	<i>NomeDoc</i>	Dipartimento
D102	<i>Verdi</i>	Informatica
D105	<i>Neri</i>	Informatica
D104	<i>Bianchi</i>	Elettronica

DBG

25

Proiezione: esempio (n. 2)

➤ *Trovare i nomi dei dipartimenti in cui è presente almeno un docente*

DBG

26

Elena Baralis  
©2007 Politecnico di Torino

13

Proiezione: esempio (n. 2)

➤ *Trovare i nomi dei dipartimenti in cui è presente almeno un docente*

$$\begin{array}{c} R \\ || \\ \pi_{\text{Dipartimento}} \\ | \\ \text{Docenti} \end{array}$$

$$R = \pi_{\text{Dipartimento}} \text{Docenti}$$

DBG

27

Proiezione: esempio (n. 2)

Docenti

<u>MatrDocente</u>	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DBG

28



## Proiezione: esempio (n. 2)

Docenti

<u>MatrDocente</u>	NomeDoc	<i>Dipartimento</i>
D102	Verdi	<i>Informatica</i>
D105	Neri	<i>Informatica</i>
D104	Bianchi	<i>Elettronica</i>



R

Dipartimento
Informatica
Elettronica



29

## Proiezione: definizione

$$R = \pi_L A$$


- ⊃ La proiezione genera una relazione R
  - avente come schema la lista di attributi L (sottoinsieme dello schema di A)
  - contenente tutte le tuple presenti in A
- ⊃ Sono eliminati gli eventuali duplicati dovuti all'esclusione degli attributi non in L
  - se L include una chiave candidata, non vi sono duplicati



30

### Selezione+proiezione: esempio

➤ *Selezionare il nome dei corsi nel secondo semestre*




31

### Selezione+proiezione: esempio

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102



Selezione+proiezione: esempio

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

Selezione

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

DBG

Selezione+proiezione: esempio

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

Proiezione

R

NomeCorso
Sistemi digitali
Basi di dati

DBG

34

Selezione+proiezione: esempio

➤ *Trovare il nome dei corsi nel secondo semestre*

$$\begin{array}{c} \sigma_{\text{Semestre}=2} \\ | \\ \text{Corsi} \end{array}$$

DBG

35

Selezione+proiezione: esempio

➤ *Trovare il nome dei corsi nel secondo semestre*

$$\begin{array}{c} R \\ || \\ \pi_{\text{NomeCorso}} \\ | \\ \sigma_{\text{Semestre}=2} \\ | \\ \text{Corsi} \end{array}$$

DBG

36

### Selezione+proiezione: esempio

➤ *Trovare il nome dei corsi nel secondo semestre*

$R = \pi_{NomeCorso}(\sigma_{Semestre=2}Corsi)$

$R$   
||  
 $\pi_{NomeCorso}$   
|  
 $\sigma_{Semestre=2}$   
|  
Corsi

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

DBG

37

### Selezione+proiezione: esempio (corretto?)

➤ *Trovare il nome dei corsi nel secondo semestre*

$R = \sigma_{Semestre=2}(\pi_{NomeCorso}Corsi)$

$R$   
||  
 $\sigma_{Semestre=2}$   
|  
 $\pi_{NomeCorso}$   
|  
Corsi

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102


DBG

38

Selezione+proiezione: soluzione errata

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

39

Selezione+proiezione: soluzione errata

Corsi

Codice	<i>NomeCorso</i>	Semestre	MatrDocente
M2170	<i>Informatica 1</i>	1	D102
M4880	<i>Sistemi digitali</i>	2	D104
F1401	<i>Elettronica</i>	1	D104
F0410	<i>Basi di dati</i>	2	D102

↓ Proiezione

NomeCorso
Informatica 1
Sistemi digitali
Elettronica
Basi di dati

40



Selezione+proiezione: soluzione errata

NomeCorso
Informatica 1
Sistemi digitali
Elettronica
Basi di dati

➤ L'attributo Semestre non esiste più

- non è più disponibile l'informazione relativa al semestre
- non si può eseguire l'operazione di selezione

DBG

41

Selezione+proiezione: soluzione errata

➤ *Trovare il nome dei corsi nel secondo semestre*

$R$

$\parallel$

$\sigma_{Semestre=2}$

$\pi_{NomeCorso}$

Corsi

$R = \sigma_{Semestre=2}(\pi_{NomeCorso} \text{ Corsi})$

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

DBG

42



## Algebra relazionale

### Prodotto cartesiano e join

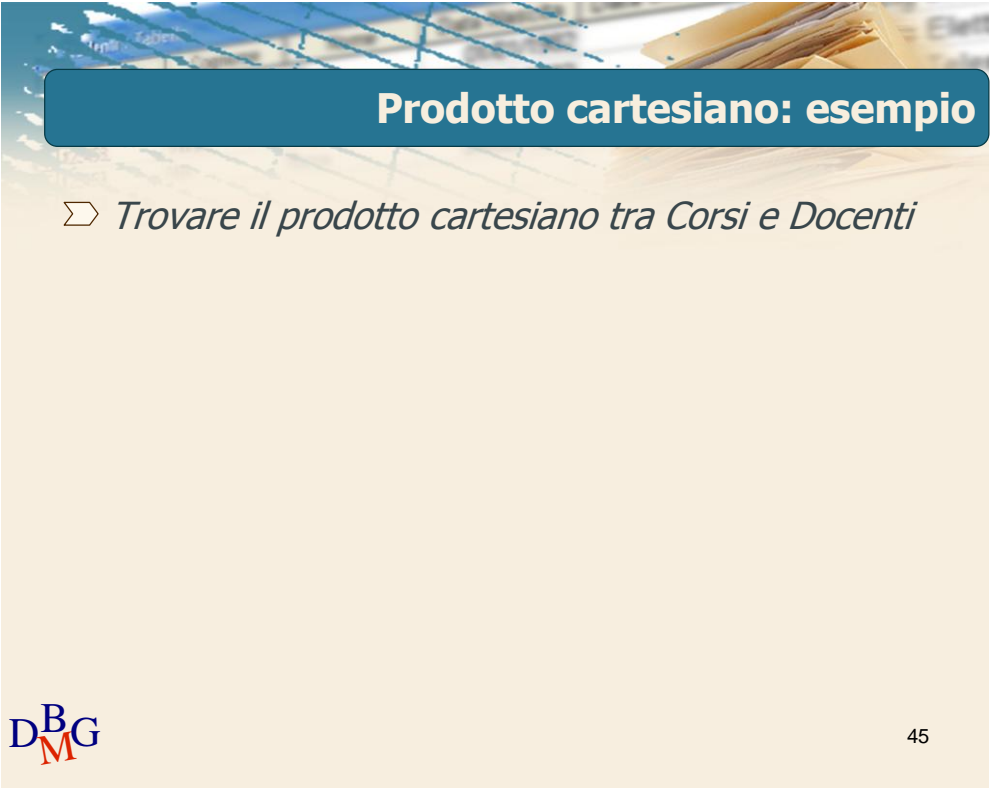


### Prodotto cartesiano

- ⊃ Il prodotto cartesiano di due relazioni A e B genera tutte le coppie formate da una tupla di A e una tupla di B




44



### Prodotto cartesiano: esempio

➤ *Trovare il prodotto cartesiano tra Corsi e Docenti*



45




### Prodotto cartesiano: esempio

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

Docenti

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica



46

Prodotto cartesiano: esempio

R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	D102	Verdi	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D105	Neri	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D104	Bianchi	Elettronica

DBG

47

Prodotto cartesiano: esempio

R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	D102	Verdi	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D105	Neri	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D104	Bianchi	Elettronica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D105	Neri	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D104	Bianchi	Elettronica


DBG

48

### Prodotto cartesiano: esempio

R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	D102	Verdi	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D105	Neri	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D104	Bianchi	Elettronica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D105	Neri	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	D102	Verdi	Informatica
F1401	Elettronica	1	D104	D105	Neri	Informatica
F1401	Elettronica	1	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	D102	Verdi	Informatica
F0410	Basi di dati	2	D102	D105	Neri	Informatica
F0410	Basi di dati	2	D102	D104	Bianchi	Elettronica



49

### Prodotto cartesiano: definizione


$R = A \times B$

⊃ Il prodotto cartesiano di due relazioni A e B genera una relazione R

- avente come schema l'unione degli schemi di A e di B
- contenente tutte le coppie formate da una tupla di A e una tupla di B

⊃ Il prodotto cartesiano è

- commutativo
  - $A \times B = B \times A$
- associativo
  - $(A \times B) \times C = A \times (B \times C)$



50

Prodotto cartesiano: esempio

➤ *Trovare il prodotto cartesiano tra Corsi e Docenti*

R

||

×

Corsi

Docenti

DBG

51

Prodotto cartesiano: esempio

➤ *Trovare il prodotto cartesiano tra Corsi e Docenti*

R

||

×

Corsi

Docenti

R = Corsi × Docenti

DBG

52



Legame tra attributi

R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	D102	Verdi	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D105	Neri	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D104	Bianchi	Elettronica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D105	Neri	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	D102	Verdi	Informatica
F1401	Elettronica	1	D104	D105	Neri	Informatica
F1401	Elettronica	1	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	D102	Verdi	Informatica
F0410	Basi di dati	2	D102	D105	Neri	Informatica
F0410	Basi di dati	2	D102	D104	Bianchi	Elettronica

DBG

53

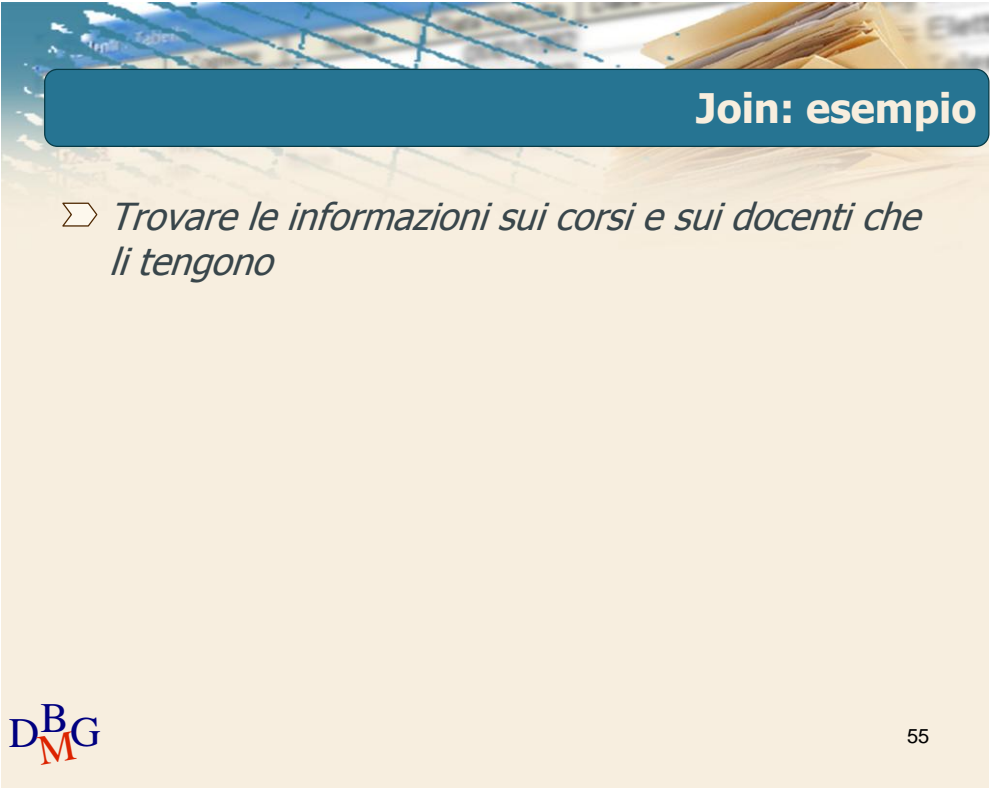
Join

Il join di due relazioni A e B genera tutte le coppie formate da una tupla di A e una tupla di B

*"semanticamente legate"*


DBG

54



### Join: esempio

➤ *Trovare le informazioni sui corsi e sui docenti che li tengono*



55



### Join: esempio

Corsi

<u>Codice</u>	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

Docenti

<u>MatrDocente</u>	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica



56

Join: esempio

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	D102	Verdi	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D105	Neri	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D104	Bianchi	Elettronica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D105	Neri	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	D102	Verdi	Informatica
F1401	Elettronica	1	D104	D105	Neri	Informatica
F1401	Elettronica	1	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	D102	Verdi	Informatica
F0410	Basi di dati	2	D102	D105	Neri	Informatica
F0410	Basi di dati	2	D102	D104	Bianchi	Elettronica

DBG

57

Join: esempio

R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	D102	Verdi	Informatica

DBG

58

Join: esempio

R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	D102	Verdi	Informatica

⤵ *Nota bene:* il docente (D105,Neri,Informatica), che non tiene alcun corso, non compare nel risultato del join

DBG

59

Join: definizione

⤵ Il join è un operatore derivato

- può essere espresso utilizzando gli operatori  $\times$ ,  $\sigma_p$ ,  $\pi_L$

⤵ Il join è definito separatamente perché esprime sinteticamente molte operazioni ricorrenti nelle interrogazioni

⤵ Esistono diversi tipi di join

- natural join
- theta-join (e il suo sottocaso equi-join)
- semi-join

DBG

60



## Algebra relazionale

### Natural join, theta-join e semi-join



### Natural join: definizione

$$R = A \bowtie B$$

⊃ Il natural join di due relazioni A e B genera una relazione R

- **avente come schema**
  - gli attributi presenti nello schema di A e non presenti nello schema di B
  - gli attributi presenti nello schema di B e non presenti nello schema di A
  - una sola copia degli attributi comuni (con lo stesso nome nello schema di A e di B)
- **contenente tutte le coppie costituite da una tupla di A e una tupla di B per cui il valore degli attributi comuni è uguale**



62

Natural join: proprietà

$$R = A \bowtie B$$

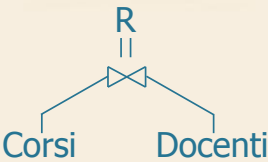
➤ Il natural join è commutativo e associativo



63

Natural join: esempio

➤ *Trovare le informazioni sui corsi e sui docenti che li tengono*



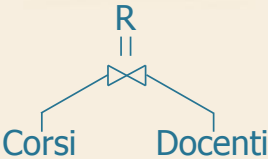
64



Natural join: esempio

➤ *Trovare le informazioni sui corsi e sui docenti che li tengono*

$R = \text{Corsi} \bowtie \text{Docenti}$



R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	Verdi	Informatica

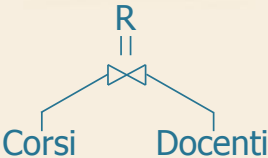


65

Natural join: esempio

➤ *Trovare le informazioni sui corsi e sui docenti che li tengono*

$R = \text{Corsi} \bowtie \text{Docenti}$



R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	Verdi	Informatica



66

### Natural join: esempio

➤ *Trovare le informazioni sui corsi e sui docenti che li tengono*

$R = \text{Corsi} \bowtie \text{Docenti}$

$R$

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	Verdi	Informatica

$R$

Corsi      Docenti

67

### Natural join: esempio

➤ *Trovare le informazioni sui corsi e sui docenti che li tengono*

$R = \text{Corsi} \bowtie \text{Docenti}$

$R$

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	Verdi	Informatica

$R$

Corsi      Docenti

68

Natural join: esempio

R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	Verdi	Informatica

➤ *Nota bene:* l'attributo comune MatrDocente è presente una volta sola nello schema della relazione risultante R



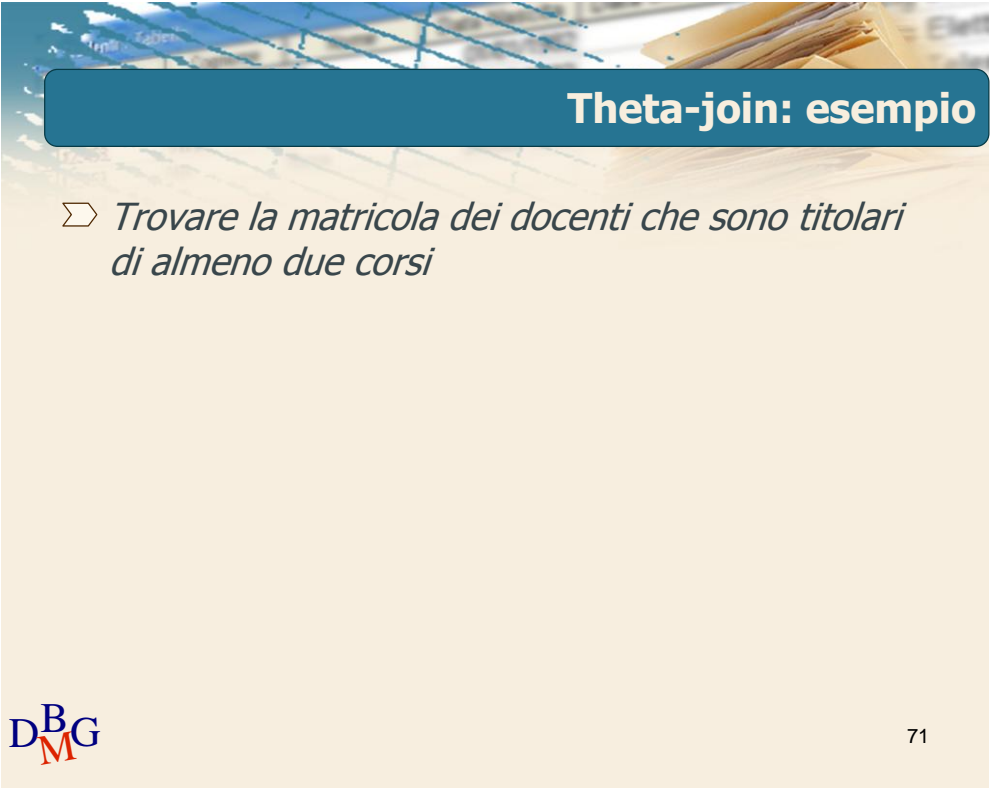
69

Theta-join

➤ Il theta-join di due relazioni A e B genera tutte le coppie formate da una tupla di A e una tupla di B che soddisfano una generica *"condizione di legame"*




70

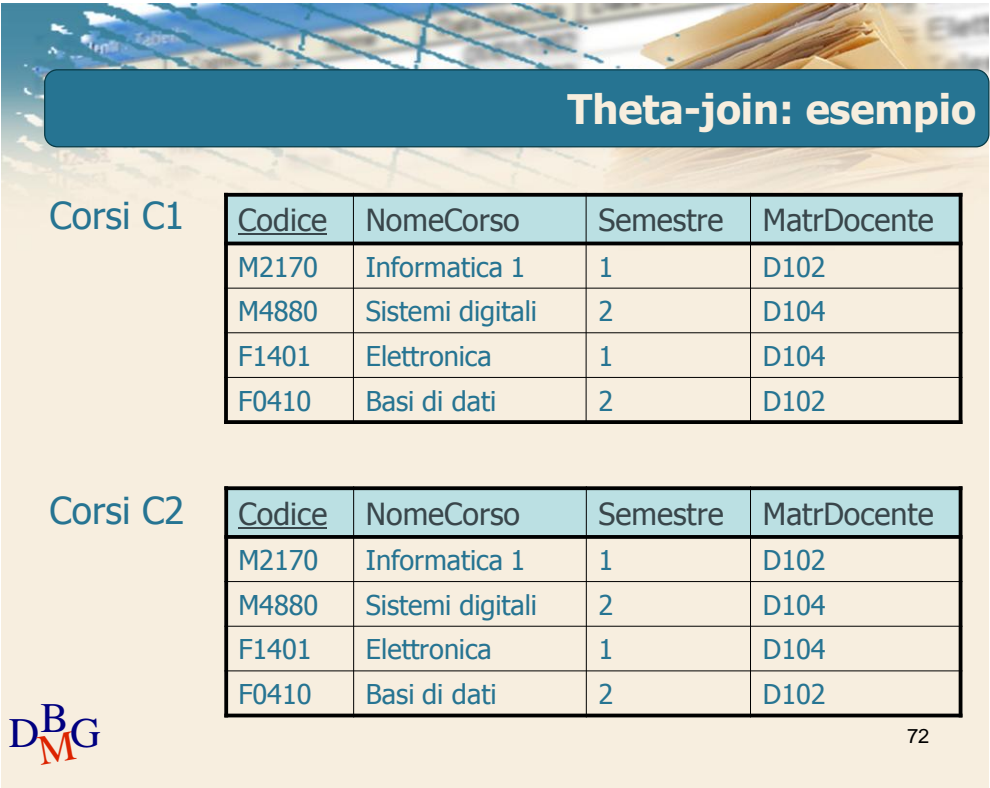


Theta-join: esempio

➤ *Trovare la matricola dei docenti che sono titolari di almeno due corsi*



71




Theta-join: esempio

Corsi C1

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

Corsi C2

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102



72

Theta-join: esempio

➤ *Trovare la matricola dei docenti che sono titolari di almeno due corsi*

Corsi C1

Corsi C2

p

p: C1.MatrDocente=C2.MatrDocente

DBG

73

Theta-join: esempio

➤ *Trovare la matricola dei docenti che sono titolari di almeno due corsi*

Corsi C1

Corsi C2

p

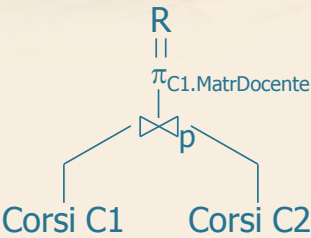
p: C1.MatrDocente=C2.MatrDocente  $\wedge$  C1.Codice<>C2.Codice

DBG

74

Theta-join: esempio

➤ *Trovare la matricola dei docenti che sono titolari di almeno due corsi*



$p: C1.MatrDocente = C2.MatrDocente \wedge C1.Codice \neq C2.Codice$

$R = \pi_{C1.MatrDocente}((Corsi\ C1) \bowtie_p (Corsi\ C2))$



Theta-join: esempio

Corsi C1. Codice	Corsi C1. NomeCorso	Corsi C1. Semestre	Corsi C1. MatrDocente	Corsi C2. Codice	Corsi C2. NomeCorso	Corsi C2. Semestre	Corsi C2. MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102	M2170	Informatica 1	1	D102
M2170	Informatica 1	1	D102	M4880	Sistemi digitali	2	D104
M2170	Informatica 1	1	D102	F1401	Elettronica	1	D104
M2170	Informatica 1	1	D102	F0410	Basi di dati	2	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104	M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104	M4880	Sistemi digitali	2	D104
M4880	Sistemi digitali	2	D104	F1401	Elettronica	1	D104
M4880	Sistemi digitali	2	D104	F0410	Basi di dati	2	D102
F1401	Elettronica	1	D104	M2170	Informatica 1	1	D102
F1401	Elettronica	1	D104	M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104	F1401	Elettronica	1	D104
F1401	Elettronica	1	D104	F0410	Basi di dati	2	D102
F0410	Basi di dati	2	D102	M2170	Informatica 1	1	D102
F0410	Basi di dati	2	D102	M4880	Sistemi digitali	2	D104
F0410	Basi di dati	2	D102	F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102	F0410	Basi di dati	2	D102



Theta-join: esempio

Corsi C1. Codice	Corsi C1. NomeCorso	Corsi C1. Semestre	Corsi C1. MatrDocente	Corsi C2. Codice	Corsi C2. NomeCorso	Corsi C2. Semestre	Corsi C2. MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102	M2170	Informatica 1	1	D102
M2170	Informatica 1	1	D102	M4880	Sistemi digitali	2	D104
M2170	Informatica 1	1	D102	F1401	Elettronica	1	D104
M2170	Informatica 1	1	D102	F0410	Basi di dati	2	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104	M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104	M4880	Sistemi digitali	2	D104
M4880	Sistemi digitali	2	D104	F1401	Elettronica	1	D104
M4880	Sistemi digitali	2	D104	F0410	Basi di dati	2	D102
F1401	Elettronica	1	D104	M2170	Informatica 1	1	D102
F1401	Elettronica	1	D104	M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104	F1401	Elettronica	1	D104
F1401	Elettronica	1	D104	F0410	Basi di dati	2	D102
F0410	Basi di dati	2	D102	M2170	Informatica 1	1	D102
F0410	Basi di dati	2	D102	M4880	Sistemi digitali	2	D104
F0410	Basi di dati	2	D102	F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102	F0410	Basi di dati	2	D102

Theta-join: esempio

Corsi C1. Codice	Corsi C1. NomeCorso	Corsi C1. Semestre	Corsi C1. MatrDocente	Corsi C2. Codice	Corsi C2. NomeCorso	Corsi C2. Semestre	Corsi C2. MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102	F0410	Basi di dati	2	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104	F1401	Elettronica	1	D104
F1401	Elettronica	1	D104	M4880	Sistemi digitali	2	D104
F0410	Basi di dati	2	D102	M2170	Informatica 1	1	D102



Theta-join: esempio

Corsi C1. Codice	Corsi C1. NomeCorso	Corsi C1. Semestre	Corsi C1. MatrDocente	Corsi C2. Codice	Corsi C2. NomeCorso	Corsi C2. Semestre	Corsi C2. MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102	F0410	Basi di dati	2	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104	F1401	Elettronica	1	D104
F1401	Elettronica	1	D104	M4880	Sistemi digitali	2	D104
F0410	Basi di dati	2	D102	M2170	Informatica 1	1	D102



R

Corsi C1. MatrDocente
D102
D104



79

Theta-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

- Il theta-join di due relazioni A e B genera una relazione R
  - avente come schema l'unione degli schemi di A e di B
  - contenente tutte le coppie costituite da una tupla di A e una tupla di B per cui è vero il predicato  $p$
- Il predicato  $p$  è nella forma  $X \theta Y$ 
  - $X$  è un attributo di A,  $Y$  è un attributo di B
  - $\theta$  è un operatore di confronto compatibile con i domini di  $X$  e di  $Y$
- Il theta-join è commutativo e associativo



80

## Equi-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

▷ Equi-join

- caso particolare del theta-join in cui  $\theta$  è l'operatore di uguaglianza (=)



81

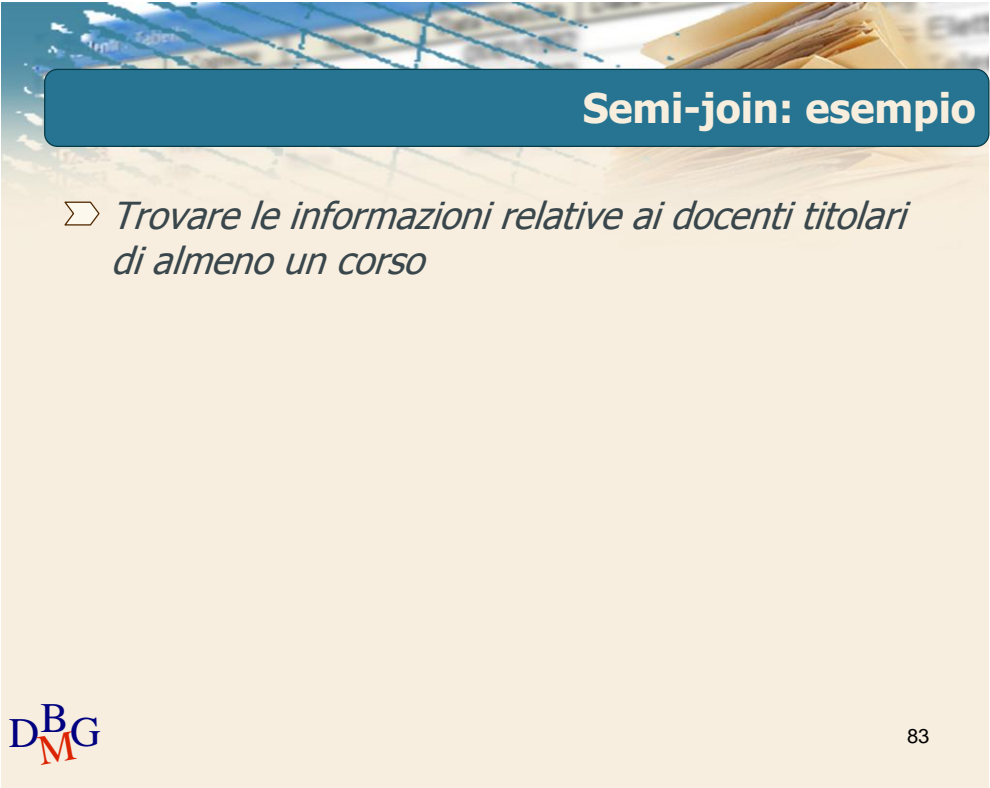
## Semi-join

▷ Il semi-join di due relazioni A e B seleziona tutte le tuple di A "*semanticamente legate*" ad almeno una tupla di B

- le informazioni di B non compaiono nel risultato




82

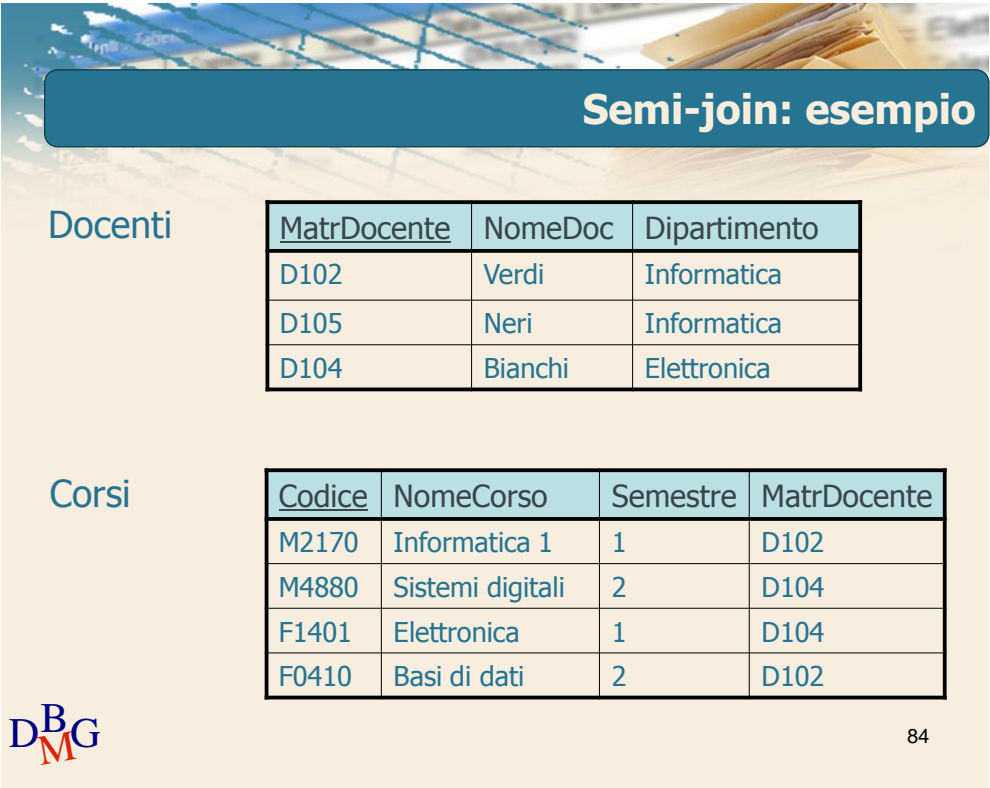


Semi-join: esempio

➤ *Trovare le informazioni relative ai docenti titolari di almeno un corso*



83




Semi-join: esempio

Docenti

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102



84

Semi-join: esempio

Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento	Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente
D102	Verdi	Informatica	M2170	Informatica 1	1	D102
D102	Verdi	Informatica	M4880	Sistemi digitali	2	D104
D102	Verdi	Informatica	F1401	Elettronica	1	D104
D102	Verdi	Informatica	F0410	Basi di dati	2	D102
D105	Neri	Informatica	M2170	Informatica 1	1	D102
D105	Neri	Informatica	M4880	Sistemi digitali	2	D104
D105	Neri	Informatica	F1401	Elettronica	1	D104
D105	Neri	Informatica	F0410	Basi di dati	2	D102
D104	Bianchi	Elettronica	M2170	Informatica 1	1	D102
D104	Bianchi	Elettronica	M4880	Sistemi digitali	2	D104
D104	Bianchi	Elettronica	F1401	Elettronica	1	D104
D104	Bianchi	Elettronica	F0410	Basi di dati	2	D102



85

Semi-join: esempio

Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento	Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente
D102	Verdi	Informatica	M2170	Informatica 1	1	D102
D102	Verdi	Informatica	F0410	Basi di dati	2	D102
D104	Bianchi	Elettronica	M4880	Sistemi digitali	2	D104
D104	Bianchi	Elettronica	F1401	Elettronica	3	D104



R

Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica



86

## Semi-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

- Il semi-join di due relazioni A e B genera una relazione R
  - avente lo stesso schema di A
  - contenente tutte le tuple di A per cui è vero il predicato specificato da  $p$
- Il predicato  $p$  è espresso nella stessa forma del theta-join (confronto tra attributi di A e di B)



87

## Semi-join: proprietà

- Il semi-join può essere espresso in funzione del theta-join
  - $A \bowtie_p B = \pi_{\text{schema}(A)}(A \bowtie_p B)$
- Il semi-join *non gode* della proprietà commutativa



88

Semi-join: esempio


➤ *Trovare le informazioni relative ai docenti titolari di almeno un corso*

$R$

$\bowtie_p$

Docenti      Corsi

$p: \text{Docenti.MatrDocente} = \text{Corsi.MatrDocente}$



89

Semi-join: esempio


➤ *Trovare le informazioni relative ai docenti titolari di almeno un corso*

$R = \text{Docenti} \bowtie_p \text{Corsi}$


$p: \text{Docenti.MatrDocente} = \text{Corsi.MatrDocente}$

$R$

Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica





90




## Algebra relazionale

### Outer join



## Outer-join

- ▷ Variante del join che permette di conservare l'informazione relativa alle tuple non semanticamente legate dal predicato di join
  - completa con valori nulli le tuple prive di controparte
- ▷ Esistono tre tipi di outer-join
  - left: sono completate solo le tuple del primo operando
  - right: sono completate solo le tuple del secondo operando
  - full: sono completate le tuple di entrambi gli operandi



92



## Left outer-join

- Il left outer-join di due relazioni A e B genera le coppie formate da
- una tupla di A e una di B "*semanticamente legata*"
  - +
  - una tupla di A "*non semanticamente legata*" a tuple di B completata con valori nulli per tutti gli attributi di B



93

## Left outer-join: esempio

- *Trovare le informazioni sui docenti e sui corsi che tengono*



94

Left outer-join: esempio

Docenti

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

DBG

95

Left outer-join: esempio

R

Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento	Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente
D102	Verdi	Informatica	M2170	Informatica 1	1	D102
D102	Verdi	Informatica	F0410	Basi di dati	2	D102
D104	Bianchi	Elettronica	M4880	Sistemi digitali	2	D104
D104	Bianchi	Elettronica	F1401	Elettronica	1	D104

DBG

96

Left outer-join: esempio

R

Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento	Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente
D102	Verdi	Informatica	M2170	Informatica 1	1	D102
D102	Verdi	Informatica	F0410	Basi di dati	2	D102
D104	Bianchi	Elettronica	M4880	Sistemi digitali	2	D104
D104	Bianchi	Elettronica	F1401	Elettronica	1	D104
D105	Neri	Informatica	null	null	null	null



97


Left outer-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

Il left outer-join di due relazioni A e B genera una relazione R

- avente come schema l'unione degli schemi di A e di B
- contenente le coppie formate da
  - una tupla di A e una tupla di B per cui è vero il predicato *p*
  - una tupla di A che non è correlata mediante il predicato *p* a tuple di B completata con valori nulli per tutti gli attributi di B

Il left outer-join *non è* commutativo



98

Left outer-join: esempio

➤ *Trovare le informazioni sui docenti e sui corsi che tengono*

R

Docenti

Corsi

p

p: Docenti.MatrDocente=Corsi.MatrDocente

DBG

99

Left outer-join: esempio

➤ *Trovare le informazioni sui docenti e sui corsi che tengono*

R

Docenti

Corsi

p

R = Docenti⋈<sub>p</sub>Corsi

R      p: Docenti.MatrDocente=Corsi.MatrDocente

Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento	Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente
D102	Verdi	Informatica	M2170	Informatica 1	1	D102
D102	Verdi	Informatica	F0410	Basi di dati	2	D102
D104	Bianchi	Elettronica	M4880	Sistemi digitali	2	D104
D104	Bianchi	Elettronica	F1401	Elettronica	1	D104
D105	Neri	Informatica	null	null	null	null

DBG

Elena Baralis  
©2007 Politecnico di Torino

50

## Right outer-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

➤ Il right outer-join di due relazioni A e B genera una relazione R

- avente come schema l'unione degli schemi di A e di B
- contenente le coppie formate da
  - una tupla di A e una tupla di B per cui è vero il predicato  $p$
  - una tupla di B che non è correlata mediante il predicato  $p$  a tuple di A completata con valori nulli per tutti gli attributi di A

➤ Il right outer-join *non è* commutativo

101

## Full outer-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

➤ Il full outer-join di due relazioni A e B genera una relazione R

- avente come schema l'unione degli schemi di A e di B

DBG

102

## Full outer-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

⇒ Il full outer-join di due relazioni A e B genera una relazione R

- contenente le coppie formate da
  - una tupla di A e una tupla di B per cui è vero il predicato  $p$
  - una tupla di A che non è correlata mediante il predicato  $p$  a tuple di B completata con valori nulli per tutti gli attributi di B
  - una tupla di B che non è correlata mediante il predicato  $p$  a tuple di A completata con valori nulli per tutti gli attributi di A



103

## Full outer-join: proprietà

$$R = A \bowtie_p B$$

⇒ Il full outer-join è commutativo

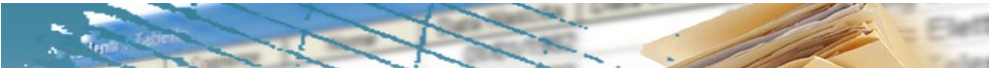


104



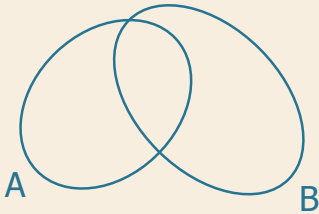
# Algebra relazionale

## Unione e intersezione



### Unione

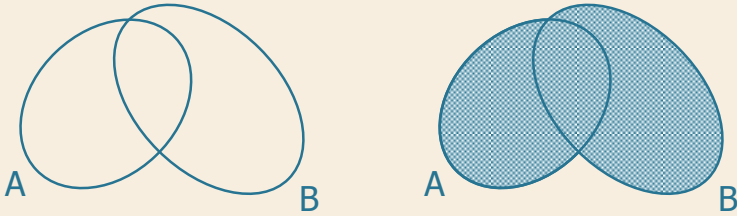
⊃ L'unione di due relazioni A e B seleziona tutte le tuple presenti in almeno una delle due relazioni





Unione

➤ L'unione di due relazioni A e B seleziona tutte le tuple presenti in almeno una delle due relazioni



DBG

107

Unione: relazioni d'esempio

DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica

DBG

108

Unione: esempio

➤ *Trovare le informazioni relative ai docenti dei corsi di laurea o di master*

DBG

109

Unione: esempio

DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica

R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica
D101	Rossi	Elettrica

DBG

## Unione: esempio

DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica

R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica
D101	Rossi	Elettrica

➤ *Nota bene:*  
i duplicati sono eliminati



## Unione: definizione

$$R = A \cup B$$

➤ L'unione di due relazioni A e B genera una relazione R

- avente lo stesso schema di A e B
- contenente tutte le tuple appartenenti ad A e tutte le tuple appartenenti a B (o a entrambi)

➤ *Compatibilità*

- le relazioni A e B devono avere lo stesso schema (numero e tipo degli attributi)

➤ Le tuple duplicate sono eliminate

➤ L'unione è commutativa e associativa



112

Unione: esempio

➤ *Trovare le informazioni relative ai docenti dei corsi di laurea o di master*

R

DocentiLaurea

DocentiMaster

DBG

113

Unione: esempio

➤ *Trovare le informazioni relative ai docenti dei corsi di laurea o di master*

R

DocentiLaurea

DocentiMaster

R = DocentiLaurea  $\cup$  DocentiMaster

R

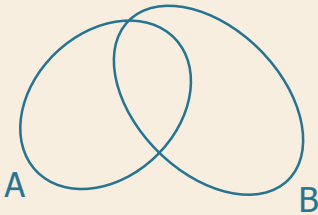
MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica
D101	Rossi	Elettrica

DBG

114

Intersezione

➤ L'intersezione di due relazioni A e B seleziona tutte le tuple presenti in entrambe le relazioni



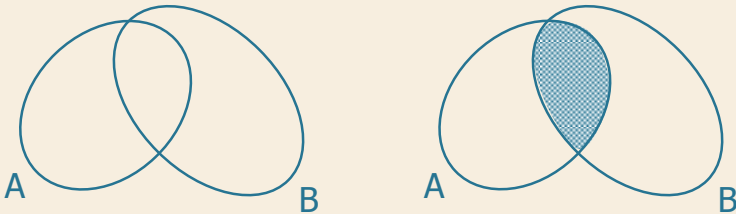
A Venn diagram with two overlapping circles labeled A and B. The intersection of the two circles is empty.

DBG

115

Intersezione

➤ L'intersezione di due relazioni A e B seleziona tutte le tuple presenti in entrambe le relazioni



Two Venn diagrams side-by-side. The left diagram shows two overlapping circles labeled A and B. The right diagram shows the same two overlapping circles labeled A and B, but the intersection of the two circles is shaded with a blue cross-hatch pattern.

DBG

116

Intersezione: esempio

➤ *Trovare le informazioni relative ai docenti sia di corsi di laurea, sia di master*



Intersezione: esempio

DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica



## Intersezione: esempio

DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica

R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica



119

## Intersezione: definizione

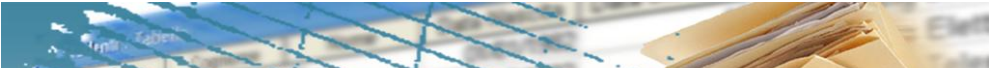
$$R = A \cap B$$

- L'intersezione di due relazioni A e B genera una relazione R
  - avente lo stesso schema di A e B
  - contenente tutte le tuple appartenenti sia ad A sia a B
- *Compatibilità*
  - le relazioni A e B devono avere lo stesso schema (numero e tipo degli attributi)
- L'intersezione è commutativa e associativa



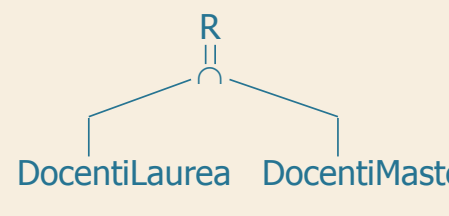
120






### Intersezione: esempio


➤ *Trovare le informazioni relative ai docenti sia di corsi di laurea, sia di master*



A diagram showing a relation  $R$  at the top, connected by lines to two relations below it:  $\text{DocentiLaurea}$  and  $\text{DocentiMaster}$ . The connection is represented by a circle with a horizontal line through it, indicating a join or intersection operation.

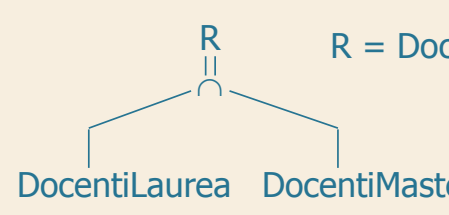


121



### Intersezione: esempio


➤ *Trovare le informazioni relative ai docenti sia di corsi di laurea, sia di master*




A diagram showing a relation  $R$  at the top, connected by lines to two relations below it:  $\text{DocentiLaurea}$  and  $\text{DocentiMaster}$ . The connection is represented by a circle with a horizontal line through it, indicating a join or intersection operation.

$R = \text{DocentiLaurea} \cap \text{DocentiMaster}$

$R$	<table><tr><th>MatrDocente</th><th>NomeDoc</th><th>Dipartimento</th></tr><tr><td>D102</td><td>Verdi</td><td>Informatica</td></tr></table>	MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento	D102	Verdi	Informatica
MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento					
D102	Verdi	Informatica					





122




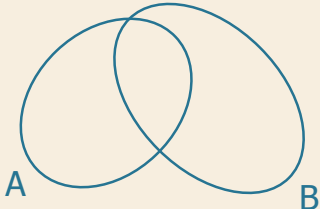
## Algebra relazionale

### Differenza e antijoin



## Differenza

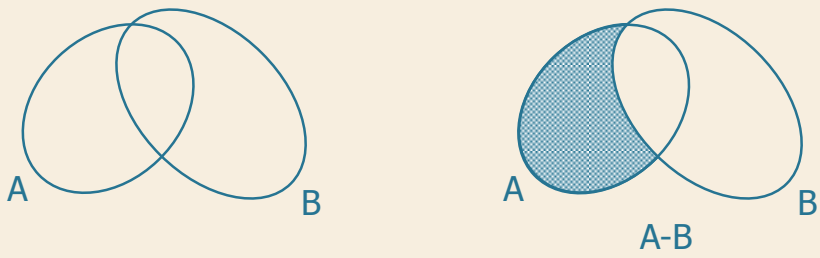
⊃ La differenza di due relazioni A e B seleziona tutte le tuple presenti *esclusivamente* in A



124

Differenza

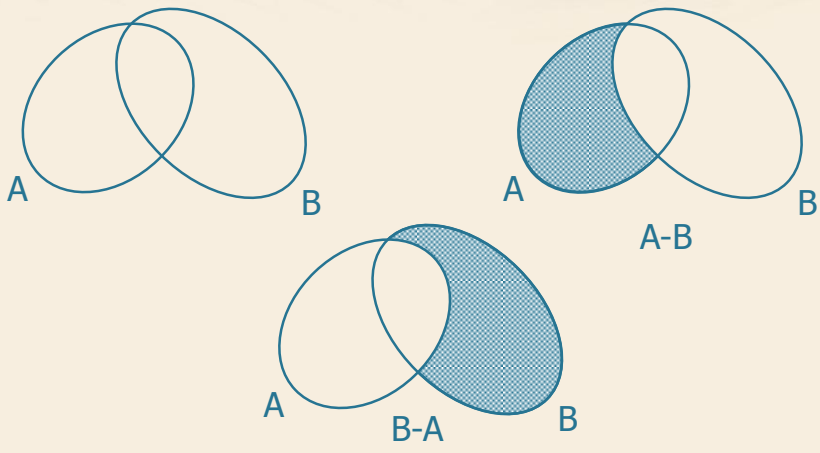
➤ La differenza di due relazioni A e B seleziona tutte le tuple presenti *esclusivamente* in A



DBG

125

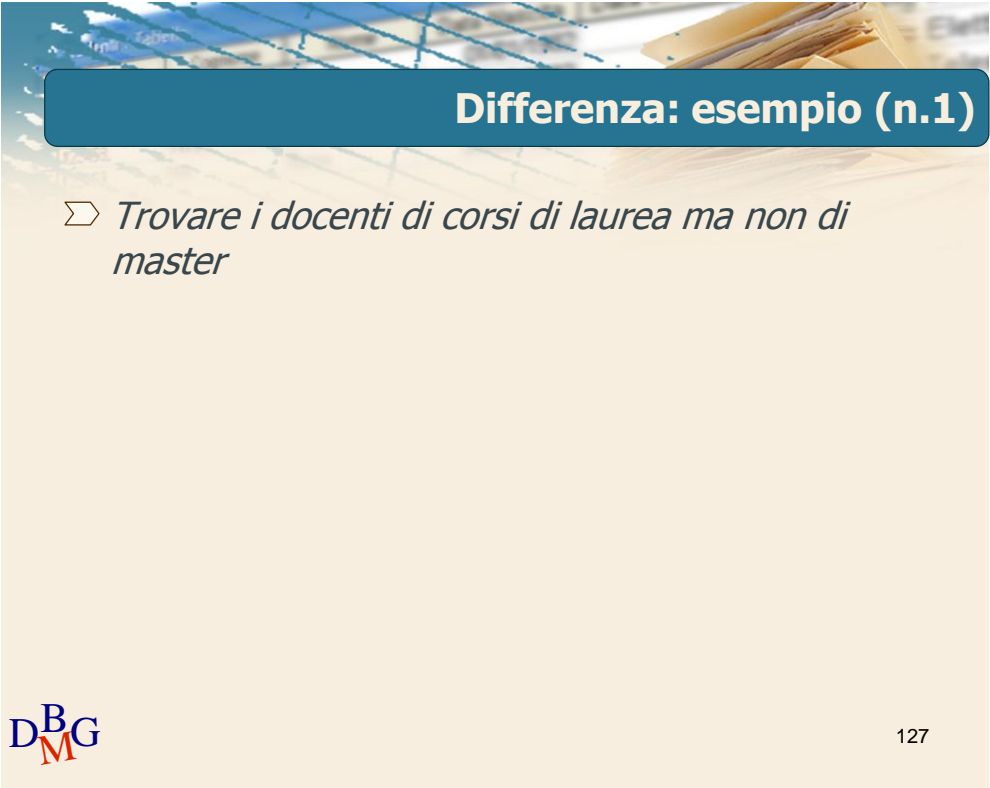
Differenza



A-B ≠ B-A


DBG

126

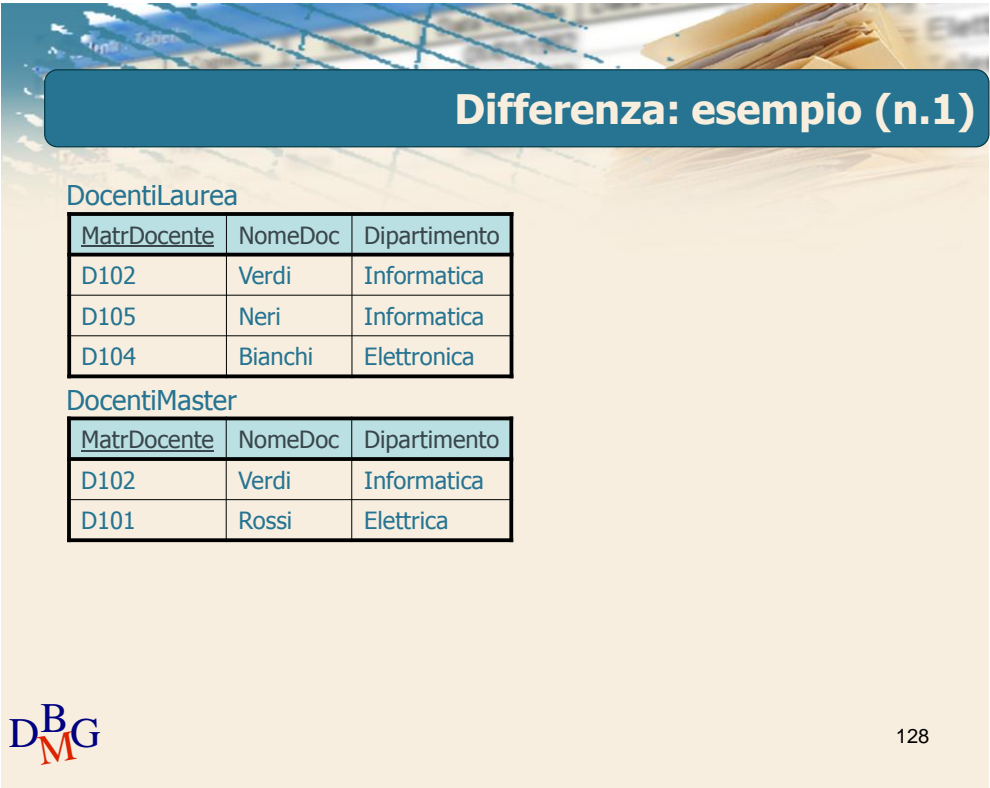


Differenza: esempio (n.1)

➤ *Trovare i docenti di corsi di laurea ma non di master*



127




Differenza: esempio (n.1)

DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica



128

Differenza: esempio (n.1)

DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica

R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DBG

129

Differenza: definizione

$R = A - B$

- La differenza di due relazioni A e B genera una relazione R
  - avente lo stesso schema di A e di B
  - contenente tutte le tuple appartenenti ad A che non appartengono a B
- Compatibilità
  - le relazioni A e B devono avere lo stesso schema (numero e tipo degli attributi)
- La differenza *non gode* né della proprietà commutativa, né della proprietà associativa

DBG

130

Differenza: esempio (n.1)

➤ *Trovare i docenti di corsi di laurea ma non di master*

R

DocentiLaurea

DocentiMaster

DBG

131

Differenza: esempio (n.1)

➤ *Trovare i docenti di corsi di laurea ma non di master*

R

DocentiLaurea

DocentiMaster

R = DocentiLaurea - DocentiMaster

R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DBG


132

Elena Baralis  
©2007 Politecnico di Torino

66

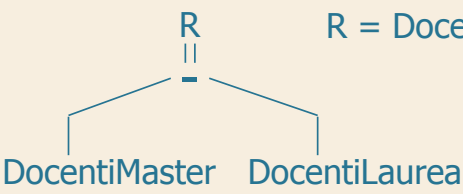
Differenza: esempio (n. 2)


➤ *Trovare i docenti di corsi di master ma non di laurea*

133

Differenza: esempio (n. 2)

➤ *Trovare i docenti di corsi di master ma non di laurea*


$$R = \text{DocentiMaster} - \text{DocentiLaurea}$$

134



Differenza: esempio (n. 2)

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica

DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica



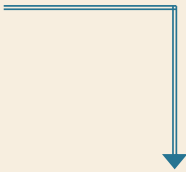
Differenza: esempio (n. 2)

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
<i>D101</i>	<i>Rossi</i>	<i>Elettrica</i>

DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica




R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D101	Rossi	Elettrica




Differenza: esempio (n. 3)

➤ *Trovare Matricola, Nome e Dipartimento dei docenti che non tengono corsi*

137

Differenza: esempio (n. 3)

➤ *Trovare Matricola, Nome e Dipartimento dei docenti che non tengono corsi*


$$\pi_{\text{MatrDocente}} \mid \text{Docenti}$$
138

Differenza: esempio (n. 3)

➤ *Trovare Matricola, Nome e Dipartimento dei docenti che non tengono corsi*

$\pi_{\text{MatrDocente}}$   
Docenti

$\pi_{\text{MatrDocente}}$   
Corsi




139

Differenza: esempio (n. 3)

➤ *Trovare Matricola, Nome e Dipartimento dei docenti che non tengono corsi*

$\pi_{\text{MatrDocente}}$   
Docenti

$\pi_{\text{MatrDocente}}$   
Corsi



140

Differenza: esempio (n. 3)

➤ *Trovare Matricola, Nome e Dipartimento dei docenti che non tengono corsi*

141

Differenza: esempio (n. 3)

➤ *Trovare Matricola, Nome e Dipartimento dei docenti che non tengono corsi*

$$R = \text{Docenti} \bowtie ((\pi_{\text{MatrDocente}} \text{Docenti}) - (\pi_{\text{MatrDocente}} \text{Corsi}))$$

142

Differenza: esempio (n. 3)

Docenti

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

DMG

143

Differenza: esempio (n. 3)

Docenti

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

Matricole dei docenti →

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

Matricole dei docenti che tengono almeno un corso

DMG

144

Differenza: esempio (n. 3)


MatrDocente
D102
<i>D105</i>
D104

MatrDocente
D102
D104

Differenza

MatrDocente
D105



145

Differenza: esempio (n. 3)

MatrDocente
<i>D105</i>


  

Docenti		
MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
<i>D105</i>	<i>Neri</i>	<i>Informatica</i>
D104	Bianchi	Elettronica

Natural Join

R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D105	Neri	Informatica



146

## Anti-join

- L'anti-join tra due relazioni A e B seleziona tutte le tuple di A "*semanticamente non legate*" a tuple di B
- le informazioni di B non compaiono nel risultato



147

## Anti-join: esempio

- *Trovare Matricola, Nome e Dipartimento dei docenti che non tengono corsi*



148



Anti-join: esempio

Docenti

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102



149

Anti-join: esempio

Docenti

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D105	Neri	Informatica



150

## Anti-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

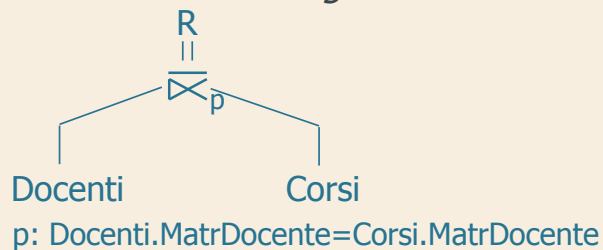
- ⊃ L'anti-join di due relazioni A e B genera una relazione R
  - avente lo stesso schema di A
  - contenente tutte le tuple di A per cui non esiste nessuna tupla in B per cui è vero il predicato *p*
- ⊃ Il predicato *p* è espresso nella stessa forma del theta-join e del semi-join
- ⊃ L'anti-join *non gode* né della proprietà commutativa, né della proprietà associativa



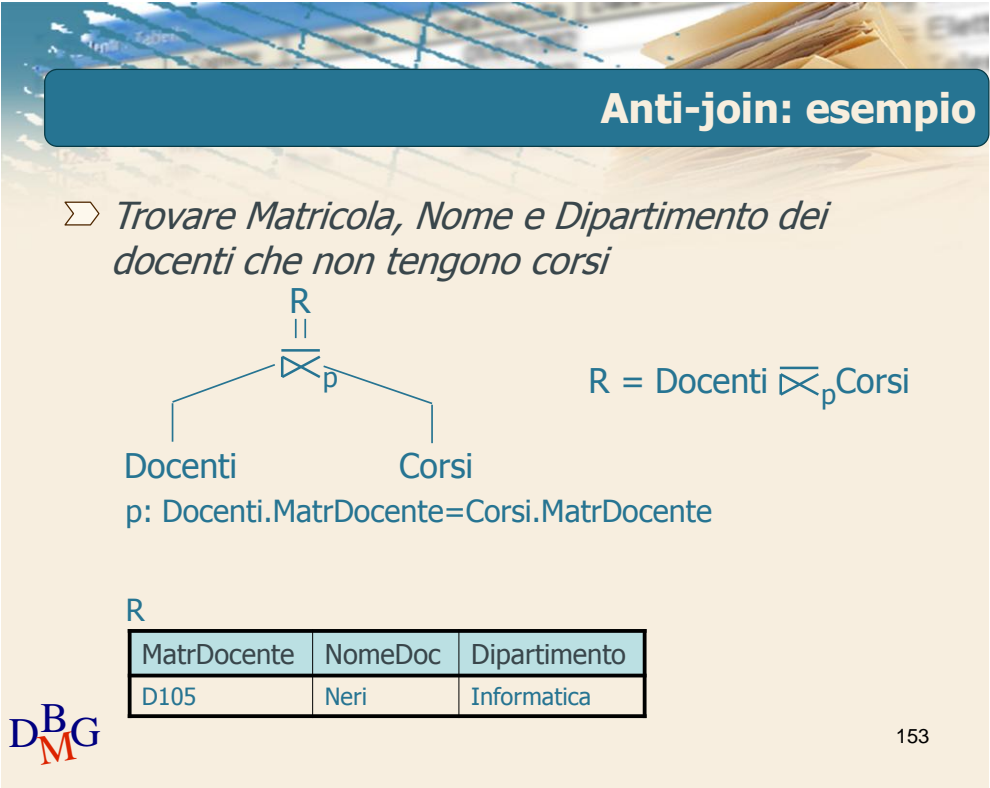
151

## Anti-join: esempio

- ⊃ *Trovare Matricola, Nome e Dipartimento dei docenti che non tengono corsi*



152



### Anti-join: esempio

➤ *Trovare Matricola, Nome e Dipartimento dei docenti che non tengono corsi*

$R$

$\bowtie_p$


Docenti      Corsi

$p: \text{Docenti.MatrDocente} = \text{Corsi.MatrDocente}$

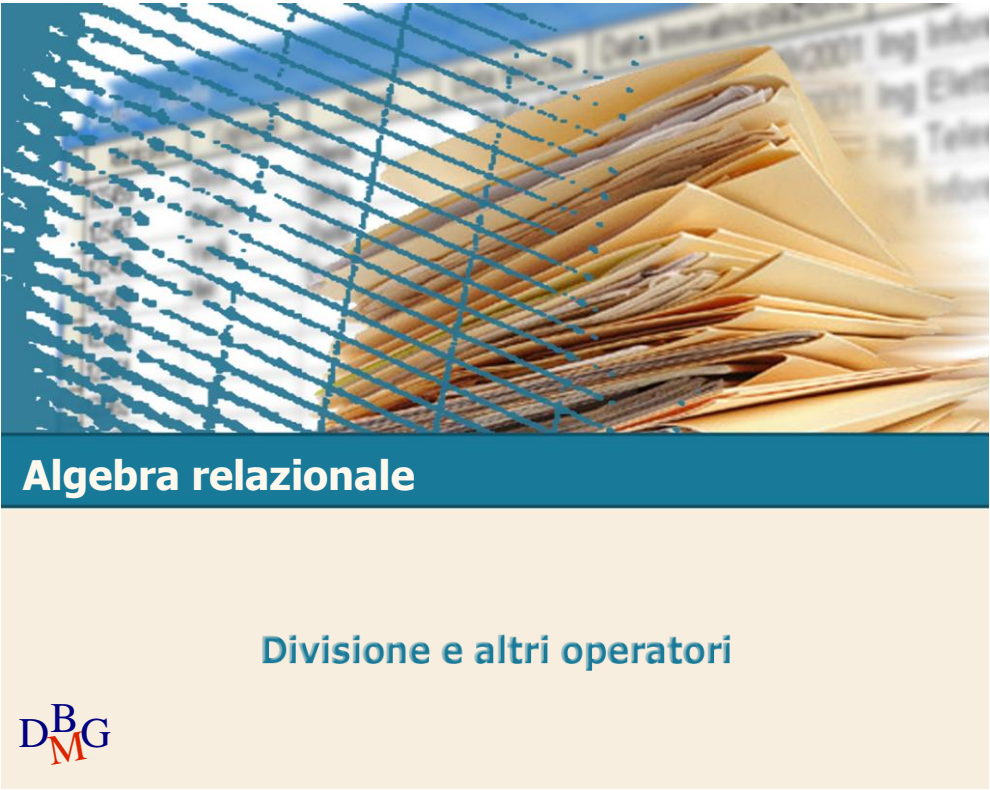
$R = \text{Docenti} \bowtie_p \text{Corsi}$

$R$

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D105	Neri	Informatica




153



## Algebra relazionale

### Divisione e altri operatori



Elena Baralis  
©2007 Politecnico di Torino

77

Divisione: esempio

➤ *Trovare gli studenti che hanno superato l'esame di **tutti** i corsi del primo anno*

EsamiSuperati

<u>MatrStudente</u>	<u>CodCorso</u>
S1	C1
S1	C2
S1	C3
S1	C4
S1	C5
S1	C6
S2	C1
S2	C2
S3	C2
S4	C2
S4	C4
S4	C5

CorsiPrimoAnno

<u>CodCorso</u>
...
...
...
...



155

Divisione: esempio (n. 1)

EsamiSuperati

<u>MatrStudente</u>	<u>CodCorso</u>
S1	C1
S1	C2
S1	C3
S1	C4
S1	C5
S1	C6
S2	C1
S2	C2
S3	C2
S4	C2
S4	C4
S4	C5

CorsiPrimoAnno

<u>CodCorso</u>
C1



156

Divisione: esempio (n. 1)

EsamiSuperati

MatrStudente	CodCorso
S1	C1
S1	C2
S1	C3
S1	C4
S1	C5
S1	C6
S2	C1
S2	C2
S3	C2
S4	C2
S4	C4
S4	C5

CorsiPrimoAnno

CodCorso
C1

DBG  
MG

157

Divisione: esempio

EsamiSuperati

MatrStudente	CodCorso
S1	C1
S1	C2
S1	C3
S1	C4
S1	C5
S1	C6
S2	C1
S2	C2
S3	C2
S4	C2
S4	C4
S4	C5

CorsiPrimoAnno

CodCorso
C1

R

MatrStudente
S1
S2

DBG  
MG

158

Divisione: esempio (n. 2)

EsamiSuperati

MatrStudente	CodCorso
S1	C1
S1	C2
S1	C3
S1	C4
S1	C5
S1	C6
S2	C1
S2	C2
S3	C2
S4	C2
S4	C4
S4	C5

CorsiPrimoAnno

CodCorso
C2
C4

DBG

159

Divisione: esempio (n. 2)

EsamiSuperati

MatrStudente	CodCorso
S1	C1
<i>S1</i>	<i>C2</i>
S1	C3
<i>S1</i>	<i>C4</i>
S1	C5
S1	C6
S2	C1
S2	C2
S3	C2
<i>S4</i>	<i>C2</i>
<i>S4</i>	<i>C4</i>
S4	C5

CorsiPrimoAnno

CodCorso
C2
C4

DBG

160

Divisione: esempio (n. 2)

EsamiSuperati

MatrStudente	CodCorso
S1	C1
S1	C2
S1	C3
S1	C4
S1	C5
S1	C6
S2	C1
S2	C2
S3	C2
S4	C2
S4	C4
S4	C5

CorsiPrimoAnno

CodCorso
C2
C4

R

MatrStudente
S1
S4

161

Divisione: esempio (n. 3)

EsamiSuperati

MatrStudente	CodCorso
S1	C1
S1	C2
S1	C3
S1	C4
S1	C5
S1	C6
S2	C1
S2	C2
S3	C2
S4	C2
S4	C4
S4	C5

CorsiPrimoAnno

CodCorso
C1
C2
C3
C4
C5
C6

162



Divisione: esempio (n. 3)

EsamiSuperati

MatrStudente	CodCorso
S1	C1
S1	C2
S1	C3
S1	C4
S1	C5
S1	C6
S2	C1
S2	C2
S3	C2
S4	C2
S4	C4
S4	C5

CorsiPrimoAnno

CodCorso
C1
C2
C3
C4
C5
C6



Divisione: esempio (n. 3)

EsamiSuperati

MatrStudente	CodCorso
S1	C1
S1	C2
S1	C3
S1	C4
S1	C5
S1	C6
S2	C1
S2	C2
S3	C2
S4	C2
S4	C4
S4	C5

CorsiPrimoAnno

CodCorso
C1
C2
C3
C4
C5
C6

R

MatrStudente
S1



## Divisione: definizione

$$R = A / B$$

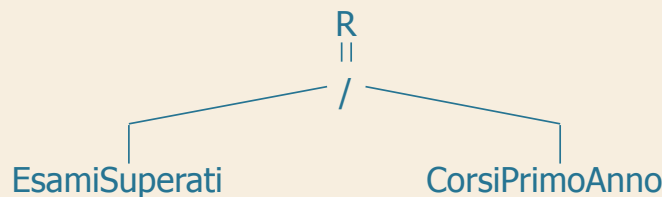
- La divisione della relazione A per la relazione B genera una relazione R
  - avente come schema *schema(A) - schema(B)*
  - contenente tutte le tuple di A tali che per ogni tupla (Y:y) presente in B esiste una tupla (X:x, Y:y) in A
- La divisione *non gode* né della proprietà commutativa, né della proprietà associativa



165

## Divisione: esempio

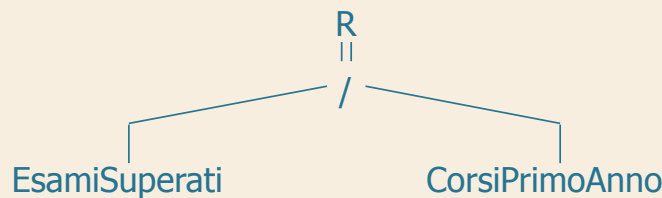
- *Trovare gli studenti che hanno superato l'esame di **tutti** i corsi del primo anno*



166

## Divisione: esempio

➤ *Trovare gli studenti che hanno superato l'esame di **tutti** i corsi del primo anno*



$$R = \text{EsamiSuperati} / \text{CorsiPrimoAnno}$$



167

## Altri operatori

➤ Sono stati proposti numerosi altri operatori per estendere il potere espressivo dell'algebra relazionale

- estensione con un nuovo attributo, definito da un'espressione scalare
  - PESO\_LORDO=PESO\_NETTO+TARA
- calcolo di funzioni aggregate
  - max, min, avg, count, sum
  - eventualmente con la definizione di sottoinsiemi in cui raggruppare i dati (GROUP BY di SQL)



168