

1) Si consideri il seguente schema, che tiene traccia dell'iscrizione degli studenti agli insegnamenti e dei libri adottati per ogni insegnamento (in GRASSETTO le chiavi primarie):

STUDENTE(Matricola , Nome, DataNascita, Facoltà)	alias ST
INSEGNAMENTO(CodiceCorso , Nome, Docente)	alias IN
ISCRIZIONE(Matricola , CodiceCorso , Semestre , Voto)	alias IS
ADOZIONE(CodiceCorso , Semestre , ISBN)	alias AD
TESTO(ISBN , Titolo, Editore)	alias TE
AUTORI(ISBN , CodiceFiscale , Nome)	alias AU

Si tenga presente che questo schema descrive una realtà universitaria, nella quale lo stesso insegnamento viene tenuto in più semestri e i semestri sono numerati in progressione da 1 in su, fino al numero totale di semestri di un curriculum di studi; di conseguenza, il testo adottato in un corso varia al variare del semestre. L'iscrizione ad un corso genera una tupla nella relazione ISCRIZIONE, nella quale l'attributo Voto è inizialmente non definito e viene riempito quando viene registrato l'esito (positivo o negativo) dell'esame.

1) Si elenchino tutti i vincoli di integrità referenziali presenti nello schema.

In ISCRIZIONE, **Matricola** è chiave esterna per STUDENTE, **CodiceCorso** per INSEGNAMENTO, mentre l'attributo **Semestre** non compare come chiave primaria in nessuna relazione. Inoltre, la coppia di attributi **CodiceCorso**, **Semestre** è, nel suo insieme, chiave esterna per ADOZIONE.

In ADOZIONE **CodiceCorso** è chiave esterna per INSEGNAMENTO, **ISBN** per TESTO, mentre **Semestre** non compare come chiave primaria in nessuna relazione.

In AUTORI, **ISBN** è chiave esterna per TESTO.

2) Si scrivano espressioni di algebra relazionale che traducano le seguenti interrogazioni:

a) Elencare la matricola e il nome degli studenti della facoltà di ingegneria iscritti ad almeno un corso.

$$p_{\text{MatricolaNome}}(s_{\text{Facoltà}='Ingegneria'} \bowtie_{ST} p_{\text{Matricola}} IS)$$

b) Elencare la matricola e il nome degli studenti della facoltà di ingegneria iscritti ad almeno due corsi del primo semestre:

$$R1 := p_{\text{MatricolaCodiceCorso}}(s_{\text{Semestre}='1^o'} IS)$$

$$p_{\text{MatricolaNome}} s_{\text{Facoltà}='Ingegneria'} (ST \bowtie p_{\text{Matricola}} (s_{\text{CodiceCorso} \neq \text{CodiceCorso}} ((r_{\text{CodiceCorso} \leftarrow \text{CodiceCorso}} R1) \bowtie R1)))$$

c) Elencare i testi che non sono adottati in nessun corso del primo semestre, purché siano adottati in almeno un corso di un altro semestre.

$$TE \bowtie (p_{\text{ISBN}} AD - p_{\text{ISBN}}(s_{\text{Semestre}='1^o'} AD))$$

d) Elencare, per ogni edizione di corso in ogni semestre, lo studente più giovane iscritto a quella edizione di corso: si vuole sapere la matricola, il nome e la data di nascita dello studente, assieme codice del corso e al suo docente.

$$R1 := p_{Matricola, DataNascita, CodiceCorso, Semestre} (ST \bowtie IS)$$

$$R2 := r_{Data2 \leftarrow DataNascita, Matricola2 \leftarrow Matricola} R1$$

$$R3 := p_{Matricola, CodiceCorso, Semestre} s_{DataNascita < Data2} (R1 \bowtie R2)$$

$$p_{Matricola, Nome, DataNascita, CodiceCorso, Semestre, Docente} ((p_{Matricola, CodiceCorso, Semestre} IS - R3) \bowtie ST \bowtie p_{CodiceCorso, Docente} IN)$$

e) Elencare i docenti che hanno adottato solo libri che hanno esattamente due autori.

$$R1 := p_{CodiceFiscale, ISBN} AU$$

$$R2 := p_{ISBN} s_{CF1 \neq CF2} (r_{CF1 \leftarrow CodiceFiscale} R1 \bowtie r_{CF2 \leftarrow CodiceFiscale} R1)$$

$$R3 := p_{ISBN} s_{CF1 \neq CF2 \wedge CF1 \neq CF3 \wedge CF3 \neq CF2} (r_{CF1 \leftarrow CodiceFiscale} R1 \bowtie r_{CF2 \leftarrow CodiceFiscale} R1 \bowtie r_{CF3 \leftarrow CodiceFiscale} R1)$$

$$p_{Docente} IN - p_{Docente} (IN \bowtie (p_{CodiceCorso} (((p_{ISBN} AD) - (R2 - R3)) \bowtie AD)))$$

3) Si ipotizzi di dover scrivere una transazione che inserisce nel database descritto dalle relazioni del punto 1) una nuova tupla della relazione ADOZIONE. Si indichino con $\langle C1, S1, I1 \rangle$ i valori dei tre attributi di questa tupla (ordinati secondo lo schema). Quali controlli è necessario inserire nel codice della transazione, affinché l'inserimento sia corretto? Se l'inserimento di $\langle C1, S1, I1 \rangle$ fosse lecito, che cosa si potrebbe dire di $\langle C1, S1, null \rangle$?

1) Vincolo di chiave primaria: i valori di $C1$ e $S1$ non possono essere *null* e non deve esistere già la tupla $\langle C1, S1, XX \rangle$ qualunque sia il valor di XX , incluso *null*.

2) Vincoli di integrità referenziale:

- deve esistere una tupla $\langle C1, XX, YY \rangle$ nella relazione INSEGNAMENTO;
- deve esistere una tupla $\langle I1, TT, EE \rangle$ nella relazione TESTO;
- non ci sono vincoli, in questo schema, sul valore $S1$ dell'attributo *Semestre*, che non compare come chiave primaria in nessuna relazione.

3) Se l'inserimento di $\langle C1, S1, I1 \rangle$ è lecito, lo è anche quello di $\langle C1, S1, null \rangle$, perché il vincolo referenziale verso la chiave primaria **ISBN** di TESTO non impedisce alla chiave esterna *ISBN* in ADOZIONE di essere *null*.

4) Dare un'interpretazione in linguaggio naturale della seguente espressione di algebra (riferita allo schema del punto 1)):

$$p_{Titolo, Editore} (s_{Editore='Rossi' \wedge Nome='Neri'} (TESTO \bowtie AUTORI))$$

Elencare il titolo e l'editore dei libri che hanno un autore di nome Neri e che sono editi presso l'editore Rossi.

5) Applicare le trasformazioni lecite all'espressione del punto 4), derivandone una versione più elementare, se possibile. Giustificare ogni passaggio.

Si usano le regole che consentono di anticipare le restrizioni e le proiezioni rispetto alla giunzione:

$$p_{Titolo, Editore} (s_{Editore='Rossi' \wedge Nome='Neri'} (TESTO \bowtie AUTORI))$$

$$p_{Titolo, Editore} ((s_{Editore='Rossi'} TESTO \bowtie s_{Nome='Neri'} AUTORI))$$

$$p_{Titolo, Editore} ((p_{Titolo, Editore, ISBN} s_{Editore='Rossi'} TESTO) \bowtie (p_{ISBN} s_{Nome='Neri'} AUTORI))$$