

1. 在教学管理数据库中，有如下三个关系表

学生信息表：S(S#, SNAME, AGE, SEX)

课程表：C(C#, CNAME, TEACHER)

选课表：SC(S#, C#, GRADE)

其中 S#、C#为 S、C 表的主键，(S#, C#)是 SC 表的主键，也分别是参照 S、C 表的外键。

请使用关系代数表达式回答下列问题：

- 1) 查询同时学习过课程号为 001 和 002 课程的学生的学号和成绩
- 2) 查询学习过课程号为 001 的学生学号、姓名、及这门课的成绩
- 3) 查询没有学习过课程号为 002 的学生姓名和年龄
- 4) 查询老师 gao 所教过的学生中成绩为 90 分以上(包括 90 分)的学生姓名
- 5) 查询选修了全部课程的学生姓名

1) $\pi_{S\# \text{ GRADE}} (\sigma_{S\#_1=S\#_2 \wedge (C\#_1='001' \wedge C\#_2='002')}(S \bowtie SC))$

2) $\pi_{S\# \text{ SNAME GRADE}} (\sigma_{C\#='001'}(S \bowtie SC))$

3) $\pi_{SNAME \text{ AGE}}(S) - \pi_{SNAME \text{ AGE}}(\sigma_{C\#='002'}(S \bowtie SC))$

4) $\pi_{SNAME} (\sigma_{TEACHER='gao' \wedge GRADE \geq 90} (S \bowtie SC \bowtie C))$

5) $\pi_{SNAME} (S \bowtie (\pi_{S\#, C\#}(SC) \div \pi_{C\#}(C)))$

2. 在工程管理数据库中，包括 S, P, J, SPJ 四个关系模式：

S(S#, SNAME, SCITY)

P(P#, PNAME, COLOR)

J(J#, JNAME, JCITY)

SPJ(S#, P#, J#, QTY)

供应商表 S 由供应商代码 (S#)、供应商姓名 (SNAME)、供应商所在城市 (SCITY) 组成；零件表 P 由零件代码 (P#)、零件名 (PNAME)、颜色 (COLOR) 组成；

工程表 J 由工程代码 (J#)、工程名 (JNAME)、工程所在城市 (JCITY) 组成；供应情况表由 SPJ 由供应商代码 (S#)、零件代码 (P#)、工程代码 (J#)、零件供应数量 (QTY) 组成。

其中 S#、P#、J#分别是 S、P、J 表的主键，(S#, P#, J#) 是 SPJ 的主键，也分别是参照 S、P、J 表的外键。

请使用关系代数表达式回答下列问题：

- 1) 检索使用了在北京且供应商名字为“S1”的供应商生产的蓝色零件的工程代码
- 2) 检索供应商与工程所在城市相同的工程代码和工程名
- 3) 检索长春的任何工程都不使用的零件代码
- 4) 检索使用了零件号=“P2”的零件的工程代码及工程名
- 5) 检索为工程代码=“J5”的工程供应绿色零件的供应商代码和供应商姓名

1) $\pi_{J\#}(\sigma_{SNAME='S1' \wedge SCITY='北京' \wedge color='蓝'}(SPMJWSP))$

2) $\pi_{J\# JNAME}(\sigma_{SCITY=JCITY}(SMJWSPY))$

3) $\pi_{P\#}(P) - \pi_{P\#}(\sigma_{JCITY='长春'}(PMJWSPJ))$

4) $\pi_{J\# JNAME}(\sigma_{P\#='p2'}(JMPWSPJ))$

5) $\pi_{S\# SNAME}(\sigma_{J\#='J5' \wedge color='绿'}(JMPWSPJ))$

3. 设属性 K 是关系 R 的主键，关系 S 的外键 F 参照 R.K，写一个关系代数表达式来验证 R 和 S 的实例是否违反参照完整性约束，说明如何用该关系代数表达式的结果来验证。

答：假设关系 R 的模式为 R(K, A1, A2, ..., An)，关系 S 的模式为 S(F, B1, B2, ..., Bm)，其中 F 是 S 参照 R 的外键，参照属性为 K。

关系代数表达式为：

$$\pi F(S) - \pi K(\pi F(S) \bowtie R)$$

该表达式的含义是，首先将 S 中的所有 F 属性投影出来，然后将 S 和 R 进行自然连接，仅保留 S 中 F 属性和 R 中 K 属性相等的元组，再对结果进行 K 属性的投影。如果该表达式的结果不为空，则说明 S 中存在一个或多个元组，它们的外键 F 的值在 R 中不存在，违反了参照完整性约束。

可以通过查询该表达式的结果，如果结果为空，则说明 R 和 S 的实例没有违反参照完整性约束；否则，就需要进一步检查表达式的结果，找出具体的违反约束的元组。

4. 在关系代数运算器 (<https://dbis-uibk.github.io/relax>) 上加载数据集 “Database Systems The Complete Book - Exercise 2.4.1”，1) 用关系代数表达式表示下列查询，并用关系代数运算器进行验证；2) 使用域关系演算完成三个查询。
- Find the laptop model with the lowest price.
 - Find the screen sizes that occur in two or more laptops.
 - What manufacturers make both ink-jet and laser printers?

a) 关系表达式：

$$\pi_{L2.price}(\rho_{L1}(Laptop) \bowtie L1.price > L2.price \rho_{L2}(Laptop))$$

结果验证：

L2.model	L2.speed	L2.ram	L2.hd	L2.screen	L2.price
2003	1.8	512	60	15.4	549

域关系演算：

$$\{ (m) \mid \exists sp, r, n, sc, p, \forall m', sp', r', n', sc', p' ((m, sp, r, n, sc, p) \in Laptop \wedge (m', sp', r', n', sc', p') \in Laptop \wedge p \neq p') \}$$

b)关系表达式:

```
1  $\pi_{L1.screen} (\rho_{L1}(Laptop) \bowtie L1.screen=L2.screen \wedge L1.model \neq L2.model \rho_{L2}(Laptop))$ 
```

结果验证:

L1.screen
17
15.4
13.3

域关系演算:

$$\{ (sc) \mid \exists m, m', sp', r', n', h', p, p', sp ((m, sp, r, n, sc, p) \in Laptop \wedge (m', sp', r', n', h', p') \in Laptop \wedge m \neq m') \}$$

c)关系表达式:

```
1  $\pi_{maker} (\pi_{model} (\sigma_{Printer.type='ink-jet'} Printer) \bowtie Product) \cap$   
2  $\pi_{maker} (\pi_{model} (\sigma_{Printer.type='laser'} Printer) \bowtie Product)$ 
```

结果验证:

Product.maker
'E'
'D'
'H'

域关系演算:

$$\{(m) \mid \exists model, model', c, c', p, p' ((m, model, 'Printer') \in Product \wedge (m, model', 'Printer') \in Product \wedge (model, c, 'ink-jet', p) \in Printer \wedge (model', c', 'ink-jet', p') \in Printer)\}$$

5. 在企业数据库管理中，存在如下两个关系表

员工信息表：Employee(E#, NAME, SALARY, D#)

部门信息表：Department(D#, Dname)

其中 E# 为 Employee 表的主键，D# 为 Department 表的主键和 Employee 表的外键

员工信息表由 E#（员工 ID），NAME（员工姓名），SALARY（工资），D#（所属部门 ID）组成；

部门信息表由 D#（部门 ID），NAME（部门名称）组成；

请使用 SQL 语言回答下列问题：

- 1) 一号部门（D# = 1）员工的个数

```
SELECT COUNT(*)
FROM Employee
WHERE D# = 1;
```

- 2) 查询每个部门的部门 ID 和员工数量

```
SELECT D#, COUNT(*)
FROM Employee
GROUP BY D#;
```

- 3) 查询“技术部”员工工资超过 10000 的员工姓名

```
SELECT NAME FROM Employee
JOIN Department ON Employee.D# = Department.D#
WHERE Department.Dname = '技术部' AND SALARY > 10000;
```

- 4) 查询所有部门的平均工资，返回部门 ID 和平均工资（avgSalary）

```
SELECT D#, AVG(SALARY) AS avgSalary
FROM Employee
GROUP BY D#;
```

- 5) “技术部”中姓张的员工的个数

```
SELECT COUNT(*)
FROM Employee JOIN Department ON Employee.D# = Department.D#
WHERE Department.Dname = '技术部' AND NAME LIKE '张%';
```

6. 在图书管理数据库中，存在以下三个关系表：

图书信息表：Book(B#, Title, Publisher)

学生信息表：Student(Sno#, Sname, Sage, Sdept)

借阅信息表：Borrow(B#, Sno#, Time)

其中 B#、Sno# 为 Book、Student 表的主键，(B#, Sno#) 是 Borrow 表的主键，也分别是参照 Book、Student 表的外键。

图书信息表由书号（B#）、书名（Title）和出版社（Publisher）组成，同一书名的书有多本，且书号各不相同；

学生信息表由学号（Sno#）、姓名（Sname）、年龄（Sage）和所在系（Sdept）组成；

借阅信息表由书号（B#）、学号（Sno#）、借阅时长（Time）组成。

请使用 SQL 语言回答下列问题：

- 1) 查询借阅了超过 5 本书的学生学号

```
SELECT Sno#
```

```

FROM Borrow
GROUP BY Sno# HAVING COUNT(*)>5
2) 查询借阅了“人民教育出版社”出版的书籍的学生姓名和年龄，按年龄降序排列
SELECT Sname Sage
FROM Student
JOIN Borrow ON Student.Sno#=Borrow.Sno#
JOIN Book ON Borrow.B#=Book.B#
WHERE Publisher= '人民教育出版社' ORDER BY Sage DEC
3) 查询借阅的所有图书的借阅时长都超过 90 天的学生学号
Select Sno#
From Borrow
Group by Sno# having min(Time) > 90;
4) 查询书名包含“Big%Date”的图书书名和对应的数量
SELECT Title, COUNT(*)
FROM Book
WHERE Title LIKE 'Big%Date%'
GROUP BY Title;
5) 查询超过 5 名“CS”系的不同学生借阅的书的书名
SELECT DISTINCT Title
FROM Book
JOIN Borrow ON Book.B# = Borrow.B#
JOIN Student ON Borrow.Sno# = Student.Sno#
WHERE Sdept = 'CS'
GROUP BY Title HAVING COUNT(DISTINCT Student.Sno#) > 5;

```

7. 设有如下实体:

图书: 书号、书名、出版日期、出版社

读者: 借书证号、姓名、年龄、性别、家庭住址

书架: 书架号、房间号

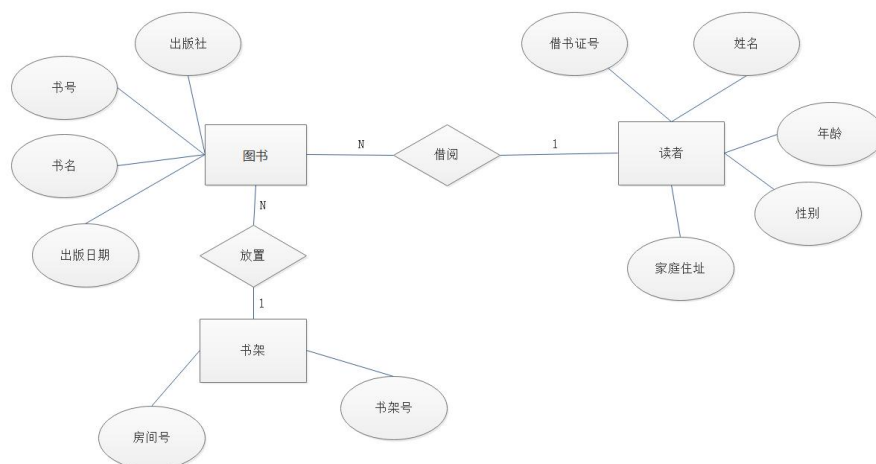
上述实体中存在如下联系:

a) 一本书只能放在一个书架上，一个书架可以放多本书;

b) 一位读者可以借多本书，一本书只能被一位读者借阅

试完成如下工作:

1) 设计该图书管理系统的 E-R 图;



2) 将该 E-R 图转换为等价的关系模式表示的数据库逻辑结构。

图书: 书号、书名、出版日期、出版社

读者: 借书证号、姓名、年龄、性别、家庭住址

书架: 房间号、书架号

借阅：书号、借书证号
放置：书号、房间号、书架号

8. 设有如下实体：

学生：学号、单位名称、姓名、性别、年龄、选修课名

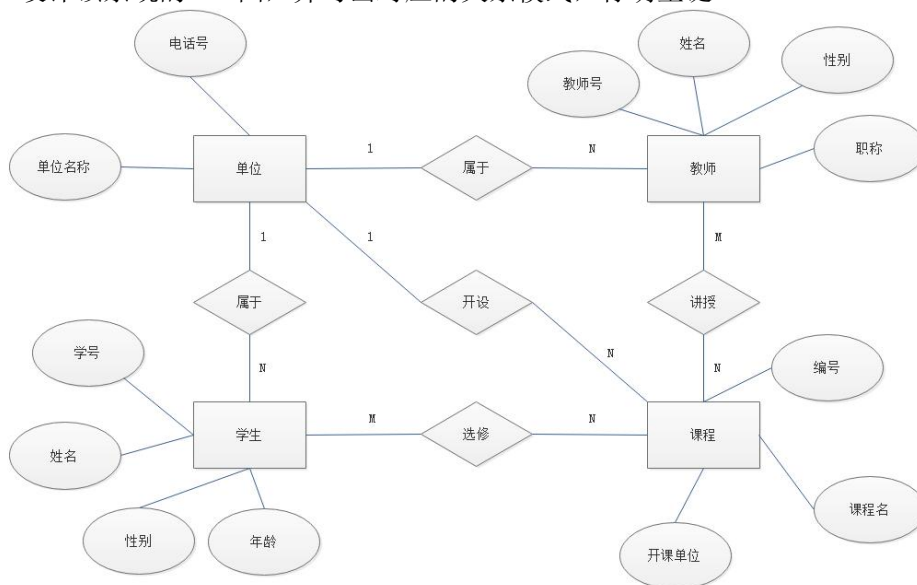
课程：编号、课程名、开课单位、任课教师号

教师：教师号、姓名、性别、职称、讲授课程编号

单位：单位名称、电话、教师号、教师姓名

上述实体存在如下联系：

- 1) 一个学生可以选多门课程，一门课程可被多名学生选修
 - 2) 一个教师可讲授多门课程，一门课程可由多个教师讲授
 - 3) 一个单位可有多个教师或学生，一个教师或学生只属于一个单位
 - 4) 一个单位可开设多门课程，一门课程只能属于一个单位完成如下工作：
- 设计该系统的 ER 图，并写出对应的关系模式，标明主键



关系模式：

学生表：学号(主键)、单位名称、姓名、性别、年龄

课程表：编号(主键)、课程名、开课单位

教师表：教师号(主键)、姓名、性别、职称、单位名称

单位表：单位名称(主键)、电话

讲授：教师号，课程编号

选修：学号，课程编号

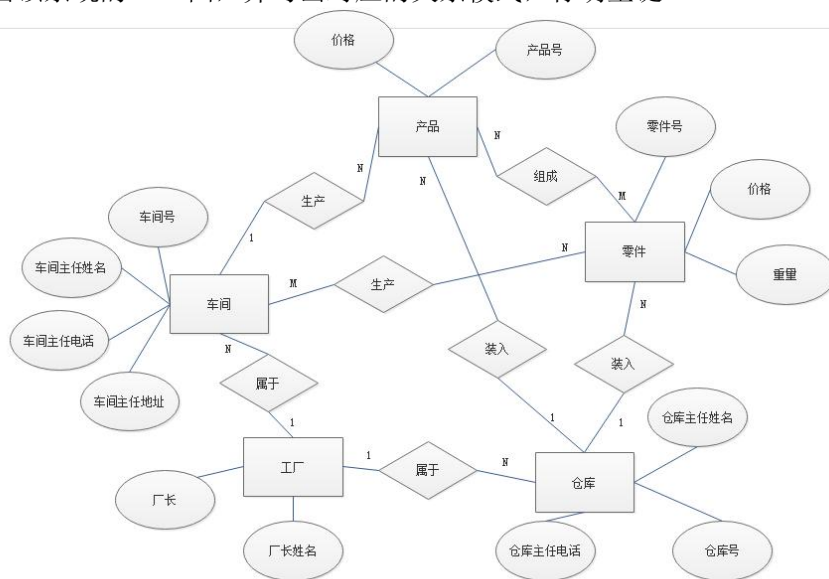
9. 工厂需建立一个管理数据库存储以下信息：

- 1) 工厂：厂名、厂长姓名；
- 2) 车间：车间号、车间主任姓名、地址、电话；
- 3) 仓库：仓库号、仓库主任姓名、电话；
- 4) 零件：零件号、重量、价格；
- 5) 产品：产品号、价格；

上述实体存在如下联系：

- c) 一个工厂内有多个车间和多个仓库，一个车间或一个仓库都只能属于一个工厂；
- d) 一个车间生产多种产品，每种产品只能产自一个车间；
- e) 一个车间生产多种零件，一种零件也可能为多个车间所制造；
- f) 一个产品由多种零件组成，一种零件也可装配出多种产品；

g) 产品和零件均存入仓库。
 根据上述要求，完成如下工作：
 画出该系统的 E-R 图，并写出对应的关系模式，标明主键。



关系模式：

工厂表：厂名(主键)、厂长姓名

车间表：车间号(主键)、车间主任姓名、地址、电话、厂名

仓库表：仓库号(主键)、仓库主任姓名、电话、厂名

零件表：零件号(主键)、重量、价格、仓库号

产品表：产品号(主键)、价格、仓库号

制造：车间号、零件号 主键：车间号、零件号