

# Chapter 3

# Relational Data Model



**fit@hcmus**

KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

# Content

1. Introduction
2. Relational Model Concepts
3. Keys
4. Characteristics of relation
5. ER-to-Relational Mapping

# 1. Introduction

- Was introduced by E. F. Codd
  - “A Relation Model for Large Shared Data Banks”, Communications of ACM, 6/1970
- Allows a simple and unified representation of data structure
  - Concept “Relation”
- Has a Strong theoretical background
  - Set theory of mathematical logic
- Is used in many DBMS
  - Commercial: Oracle, SQL Server, DB2 ...
  - Open source: MySQL, PostgreSQL, ...

# 1. Introduction

- The relational Model of Data is based on the concept of a Relation.
- A Relation is a mathematical concept based on the ideas of sets.
- The strength of the relational approach to data management comes from the formal foundation provided by the theory of relations.

## 2. Concepts - Relation (Quan hệ)

- Informal Definition:** A table of values
  - A relation may be thought of as a **set of rows**.
  - A relation may alternately be thought of as a **set of columns**.
  - Each row represents a fact that corresponds to a real-world entity or relationship.
- A schema of relation presents the DB as a collection of relations
- Example: a relation “FACULTY”

KHOA						
MÃKHOA	TÊNKHOA	NÂMTL	PHÒNG	ĐIỆNTHOAI	TRƯỜNGKHOA	NGÀYNHẬNCHỨC
CNTT	Công nghệ thông tin	1995	B11	838123456	2	20/02/2005
VL	Vật lý	1976	B21	838223223	5	18/09/2003
SH	Sinh học	1980	B31	838454545	4	11/10/2000
HH	Hóa học	1980	B41	838456456	7	15/10/2001

## 2. Concepts - Relation

### □ Concepts:

- Relation = Table
- Attribute = Column
- Tuple = Row (A tuple is an ordered set of values)
- Domain = set of attribute values

### □ Example: Relation “FACULTY” has 4 tuples, 7 attributes

KHOA						
MÃKHOA	TÊNKHOA	NÂMTL	PHÓNG	ĐIỆNTHOAI	TRƯỜNGKHOA	NGÀYNHÃNCHỨC
CNTT	Công nghệ thông tin	1995	B11	838123456	2	20/02/2005
VL	Vật lý	1976	B21	838223223	5	18/09/2003
SH	Sinh học	1980	B31	838454545	4	11/10/2000
HH	Hóa học	1980	B41	838456456	7	15/10/2001

## 2. Concepts - Relation

### Formal definition

- A relation  $r(R)$  of a **schema**  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$  is:
  - A set of tuples  $r = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ , each tuple  $t$  is an ordered list of  $n$  values  $t = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$
  - Each  $v_i, 1 \leq i \leq n, \in \text{dom}(A_i)$  or null. Null indicates “unknown” or “not exist”.

MÃKHOA	TÊNKHOA	NĂMTL	PHÒNG	ĐIỆNTHOAI	TRƯỞNGKHOA	NGÀYNHẬNCHỨC
$t_1$	CNTT	Công nghệ thông tin	1995	B11	0838123456	002
$t_2$	VL	Vật lý	1976	B21	0838223223	005
$t_3$	SH	Sinh học	1980	B31	0838454545	004
$t_4$	HH	Hóa học	1980	B41	NULL	15/10/2001

- Remark:

$$r(R) \subseteq (\text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n))$$

The  $i$ th-value of  $t$  is represented by  $t.A_i$  or  $t[i]$ .

## 2. Concepts - Schema of a Relation (Lược đồ Quan hệ)

- A schema of a Relation R, is represented by  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ ,
  - R is the name of schema
  - $A_1, A_2, \dots, A_n$  are the attributes
- $A_i$  receives the values that belongs to value domain, note  $\text{dom}(A_i)$ .
- Degree of schema represents the number of attributes
- Example: KHOA (MÃKHOA, TÊNKHOA, NÄMTL, PHÒNG, ĐIỆNTHOAI, TRƯỜNGKHOA, NGÀYNHÂNCHÚC).
  - Degree of the schema KHOA is 7
  - Domain of the attribute MÃKHOA is “String”.
  - Domain of the attribute NÄMTL is “Integer”.

## 2. Concepts – Relational Database schema

- A Relational database schema consists of schemas.
  - $S = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$
- Example:

**GIÁO VIÊN** (MÃGV, HỌTÊN, LƯƠNG, PHÁI, NGÀYSINH, SỐNHÀ, ĐƯỜNG, QUẬN, THÀNHPHỐ, GVQLCM, MÃBM)

**GV \_ ĐT** (MÃGV, ĐIỆNTHOAI)

**BỘMÔN** (MÃBM, TÊNBM, PHÒNG, ĐIỆNTHOẠI, TRƯỞNGBM, MÃKHOA, NGÀYNHẬNCHỨC)

**KHOA** (MÃKHOA, TÊNKHOA, NĂMTL, PHÒNG, ĐIỆNTHOAI, TRƯỞNGKHOA, NGÀYNHẬNCHỨC)

**ĐỀTÀI** (MÃĐT, TÊNĐT, KINHPHÍ, CẤPQL, NGÀYBD, NGÀYKT, MÃCĐ, GVCNĐT)

**CHỦĐỀ** (MÃCĐ, TÊNCĐ)

**CÔNGVIỆC** (MÃĐT, STT, TÊNCV, NGÀYBD, NGÀYKT)

**THAMGIAĐT** (MÃGV, MÃĐT, STT, PHỤCẤP, KẾTQUẢ)

## 2. Concepts - Notes

- The relation schema R of the degree n
  - $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
- Relations
  - r, q, s
- Tuples
  - t, u, v
- Domain of the attribute A
  - $\text{Dom}(A)$
- The value at the attribute A of the tth tuple
  - $t.A$  hay  $t[A]$

# Content

1. Introduction
2. Concepts
3. Keys
4. Characteristics of relation
5. ER-to-Relational Mapping

# Super key (siêu khóa)

## □ Note:

- The tuples of a relation must be different

## □ Definition - Super key

- Given SK is a subset of attributes of R, SK is not empty
- SK is super key if

$$\forall r, \forall t1, t2 \in r, t1 \neq t2 \Rightarrow t1[SK] \neq t2[SK]$$

- Super Key is used to identify uniquely each tuple in a relation
- Every relation has at least one super key

## □ Example:

KHOA(MÃKHOA, TÊNKHOA, NAMTL, PHÒNG, ĐIỆNTHOẠI, NGÀYNHẬN CHỨC)

- {MÃKHOA, TÊNKHOA} is super key.
- All attributes of a relation constitute a super key

# Key (Khóa)

## □ Definition - Key

- Given K is a subset of attributes of R, K is not empty
- K is a key if
  1. K is a super key of R
  2. **AND**  $\forall K' \subset K, K' \neq K, K'$  is not the super key of R.

## □ Remark

- Key is super key with the least number of attributes
- Key is used to identify uniquely each tuple in a relation
- A key is a property of the relation schema
  - The key doesn't depend on the instance of a relation
- A key is determined from the meaning of attributes
- A relation can have more than one key

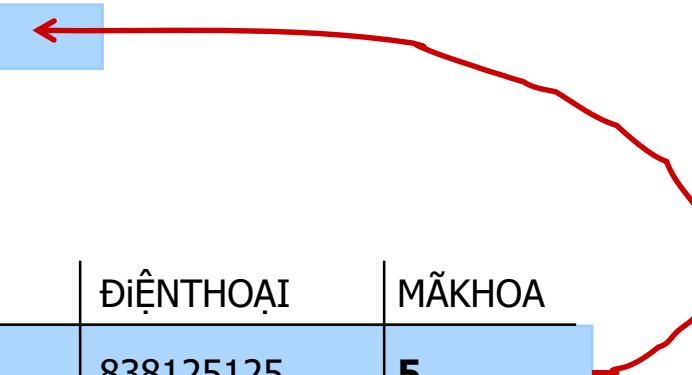
# Primary Key (Khóa Chính)

- For the implementation:
  - Only one key is selected as the primary key to identify uniquely the tuples in relation
  - Should choose the key with few attributes
  - The attributes of primary key are not null
- A relation has only one primary key.
- The primary key is underlined

KHOA(MÃKHOA, TÊNKHOA, NĂMTL, PHÒNG, ĐIỆNTHOẠI, NGÀYNHÂN  
CHỨC)

# Reference (Tham chiếu)

- An attribute A of a tuple in relation R receives a value from an attribute B of relation S:
  - R is called **referencing relation**
  - S is called **referenced relation**

		TÊNKHOA	MÃKHOA		
S		CNTT	5		
		VL	4		
		TOÁN	1		
R	MÃBM	TÊNBM	PHÒNG	ĐIỆNTHOẠI	MÃKHOA
	HTTT	Hệ thống thông tin	I84	838125125	5
	CNPM	Công nghệ phần mềm	I82	838126126	4
	VLDT	Vật lý điện tử	F203	838127127	4
	VLUD	Vật lý ứng dụng	F205	838128128	5

# Foreign Key

## Definition

- 2 relation schemas :

$R_1(A_1, A_2, \dots, A_n)$  và

$R_2(B_1, B_2, \dots, B_m)$

$\text{PK} \subseteq \{A_1, \dots, A_n\}$  is the primary key of  $R_1$ ,  $\text{FK} \subseteq \{B_1, \dots, B_m\}$

- FK is a foreign key of  $R_2$  if:

1. Attributes in FK have the same domains as the primary key attributes PK.
2.  $\forall t_2 \text{ of } R_2, \exists t_1 \in R_1, t_2[\text{FK}] = t_1[\text{PK}]$ .

Foreign key

BỘMÔN (MÃBM, TÊNBM, PHÒNG, ĐIỆNTHOẠI, TRƯỞNGBM, MÃKHOA, NGÀYNHẬNCHỨC)

KHOA (MÃKHOA, TÊNKHOA, NĂMTL, PHÒNG, ĐIỆN THOẠI, TRƯỞNGKHOA, NGÀYNHẬNCHỨC)

Primary key

# Foreign Key

## □ Remark:

- An **attribute** can be part of a **primary key** and **foreign key** at the same time
- A **foreign key** can refer to the primary key of the same relation
- **Many foreign keys** can refer to the same primary key
- **Referential integrity constraint** = foreign key constraint

# Foreign Key

GIÁO VIÊN

<b>MãGV</b>	Họ Tên	Lương	Phái	Ngày Sinh	Số Nhà	Đường	Quận	Thành Phố	GVQL	MãBM
-------------	--------	-------	------	-----------	--------	-------	------	-----------	------	------

GV\_DT

<b>MãGV</b>	Điện Thoại
-------------	------------

BỘ MÔN

Mã Khoa	Trưởng BM	Ngày Nhận Chức	Điện Thoại	<b>MãBM</b>	Tên BM	Phòng
---------	-----------	----------------	------------	-------------	--------	-------

KHOA

Trưởng Khoa	Ngày Nhận Chức	Tên Khoa	Năm TL	Phòng	Điện Thoại	<b>Mã Khoa</b>
-------------	----------------	----------	--------	-------	------------	----------------

ĐỀ TÀI

GVCN ĐT	<b>Mã ĐT</b>	Tên ĐT	Kinh Phí	Cấp QL	Ngày BD	Ngày KT	<b>Mã CĐ</b>
---------	--------------	--------	----------	--------	---------	---------	--------------

CÔNG VIỆC

<b>Mã ĐT</b>	<b>STT</b>	Tên CV	Ngày BD	Ngày KT
--------------	------------	--------	---------	---------

CHỦ ĐỀ

<b>Mã CĐ</b>	Tên CĐ
--------------	--------

THAM GIA ĐT

<b>Mã GV</b>	<b>Mã ĐT</b>	<b>STT</b>	Phụ Cấp	Kết Quả
--------------	--------------	------------	---------	---------

# Content

1. Introduction
2. Concepts
3. Keys
4. Characteristics of relation
5. ER-to-Relational Mapping



## 4. Characteristics of relation

- The order of tuples in a relation is not important

Mã BM	Tên BM	Phòng	Điện thoại	Trưởng BM	Mã khoa	Ngày NC
HTTT	Hệ thống thông tin	B13	0838125125	002	CNTT	20/09/2004
CNTT	Công nghệ thông tin	B15	0838126126	Null	CNTT	Null
MMT	Mạng máy tính	B16	0838676767	001	CNTT	15/05/2005
VLĐC	Vật lý đại cương	B23	0838234234	Null	VL	Null

- The order of values in a tuple is important

Bộ <HTTT, Hệ thống thông tin , B13, 0838125125, **002**, CNTT, 20/09/2004>

khác

Bộ <HTTT, Hệ thống thông tin , B13, 0838125125, **CNTT**, **002**, 20/09/2004>

## 4. Characteristics of relation

- The values in a tuple
  - Either atomic
  - Or null
- No tuples overlap

# Update Operations on Relations

- Update Operations: INSERT a tuple, DELETE a tuple, MODIFY a tuple.
- Integrity constraints should not be violated by the update operations.
- Several update operations may have to be grouped together.
- Updates may propagate to cause other updates automatically. This may be necessary to maintain integrity constraints.

# Update Operations on Relations

- In case of integrity violation, several actions can be taken:
  - Cancel the operation that causes the violation (REJECT option)
  - Perform the operation but inform the user of the violation
  - Trigger additional updates so the violation is corrected (CASCADE option, SET NULL option)
  - Execute a user-specified error-correction routine

# Exercise #1

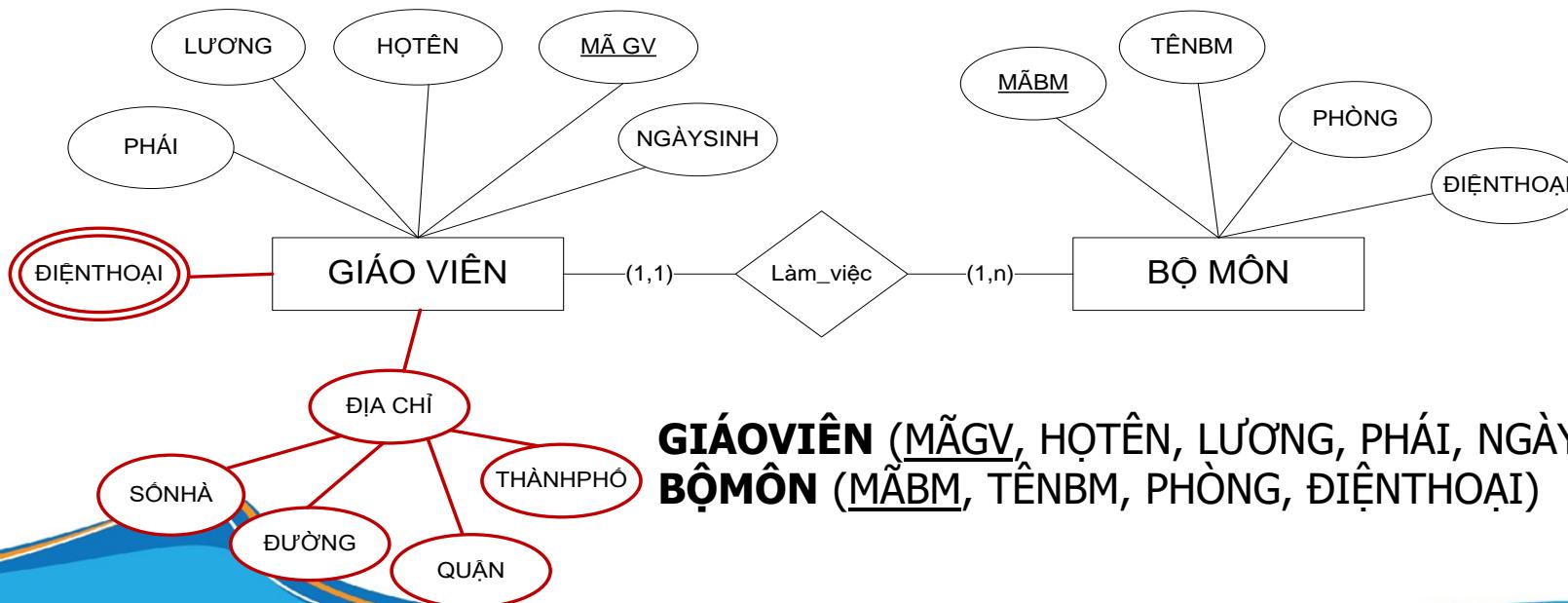
- Consider the following relations for a database that keeps track of student enrollment in courses and the books adopted for each course:
  - STUDENT(SSN, Name, Major, Bdate)
  - COURSE(Course#, Cname, Dept)
  - ENROLL(SSN, Course#, Quarter, Grade)
  - BOOK\_ADOPTION(Course#, Quarter, Book\_ISBN)
  - TEXT(Book\_ISBN, Book\_Title, Publisher, Author)
- Draw a relational schema diagram specifying the foreign keys for this schema.

# Content

- Introduction
- Concepts
- Keys
- Characteristics of relation
- ER-to-Relational Mapping

## 5.1. Regular Entity set

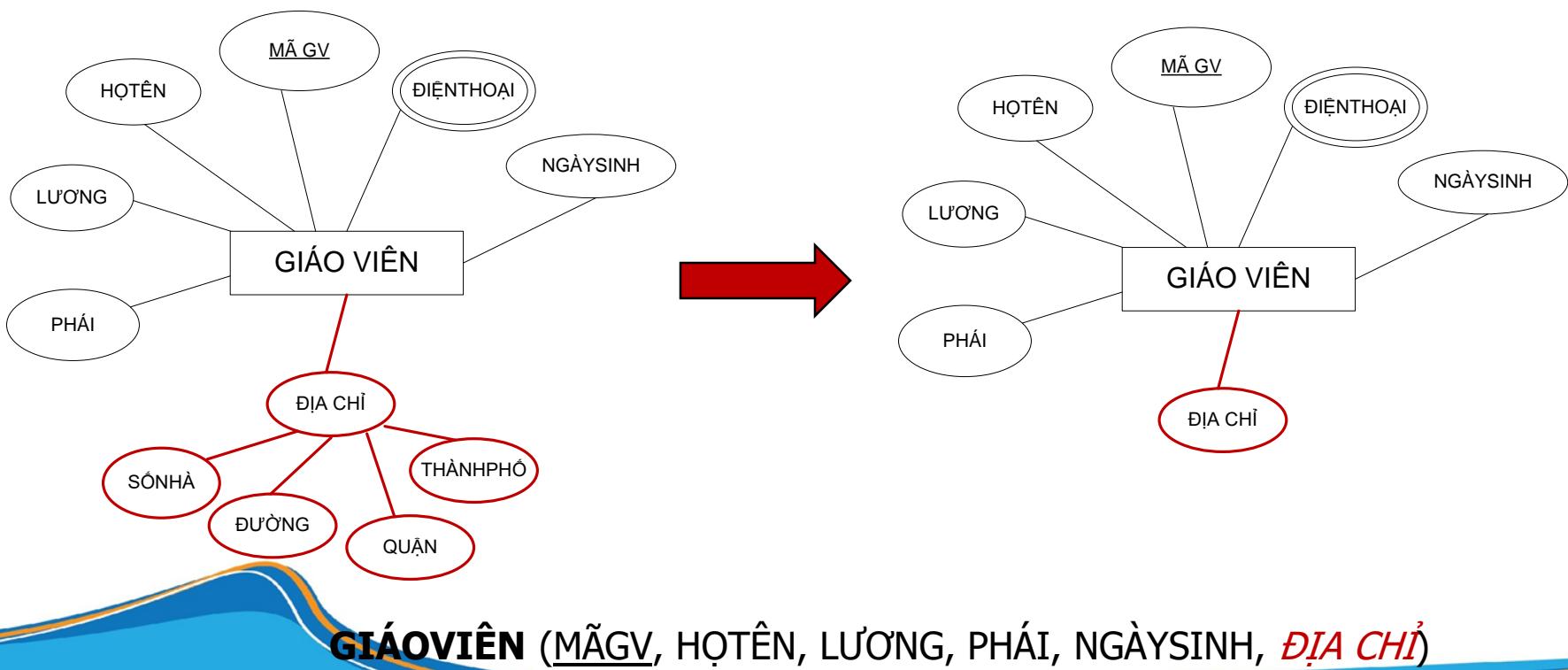
- For each Entity set (except weak entity set), create a corresponding relation:
  - Same name
  - Same set of attribute (except composite and multi valued attribute)



## 5.2. Composite attribute

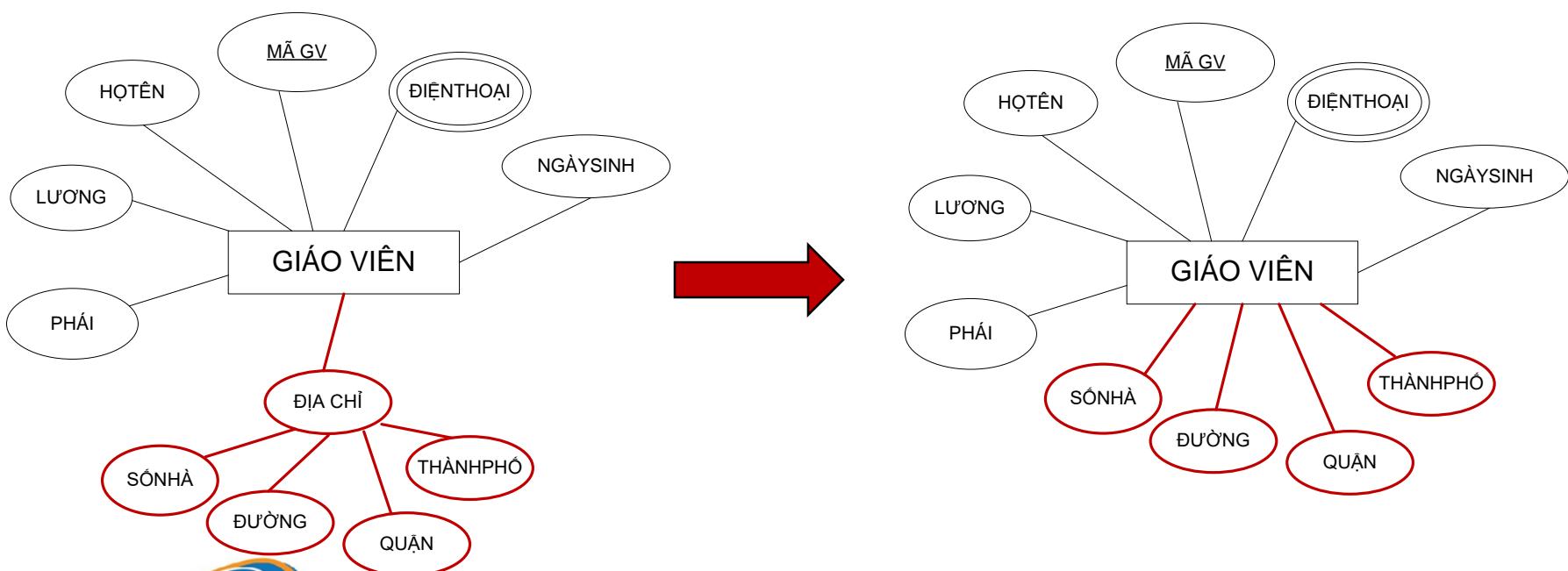
We have 2 case:

- Case 1: a composite attribute is transformed into a single-valued attribute



## 5.2. Composite attribute (cont.)

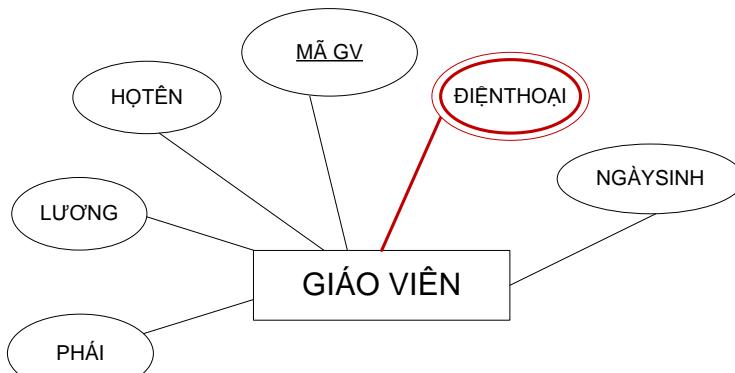
- Case 2: a composite attribute is transformed into a set of single valued attributes



**GIÁO VIÊN (MÃ GV, HỌ TÊN, LƯƠNG, PHÁI, NGÀY SINH, *SỐ NHÀ, ĐƯỜNG, QUẬN, THÀNH PHỐ*)**

## 5.3. Multi-valued attribute

- For each multi-valued attribute A of relation R, create a relation S with the following attribute:
  - primary key of R
  - attribute A (as a single-valued attribute)
- Primary key of new relation S:
  - either A
  - or A + primary key of R



**GIÁO VIÊN** (MÃ GV, HỌTÊN, LƯƠNG, PHÁI, NGÀYSINH, SỐNHÀ, ĐƯỜNG, QUẬN, THÀNHHPHỐ)

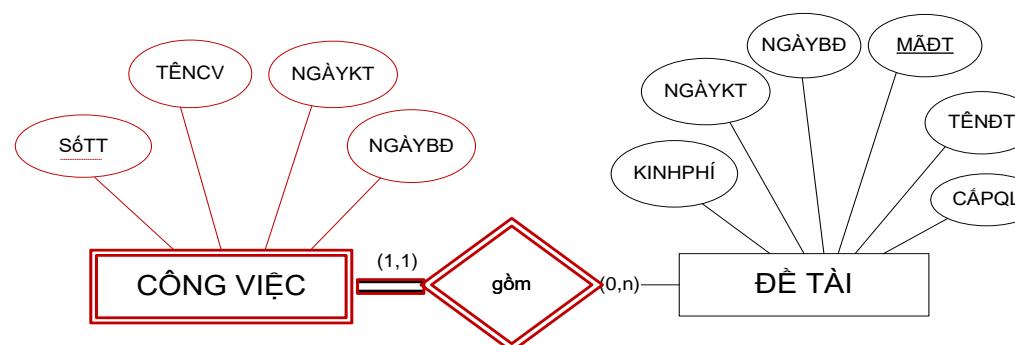
**ĐIỆNTHOẠI** (SốĐT, MÃ GV)

hoặc

**ĐIỆNTHOẠI** (SốĐT, MÃ GV)

## 5.4. Weak Entity Set

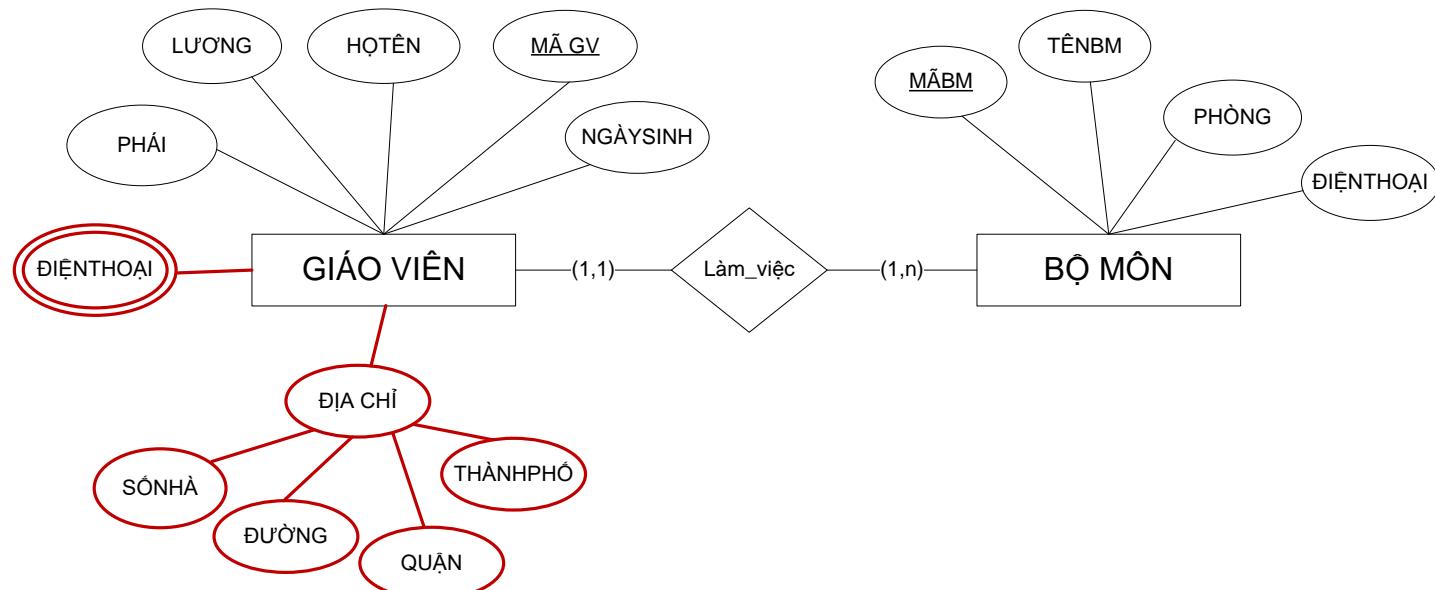
- For each entity set, create a corresponding relation:
  - Same name
  - Same set of attribute (except composite and multi valued attribute)
  - Adding the key attributes of the entity sets which the weak entity set depends on
  - The key of relation consists of
    - weak key attributes
    - key attributes of the entity sets which the weak entity set depends on



ĐỀ TÀI (MÃĐT, TÊNĐT, KINHPHÍ, CÂPQL, NGÀYBD, NGÀYKT)  
CÔNG VIỆC (MÃĐT, STT, TÊNCV, NGÀYBD, NGÀYKT)

## 5.5. Relationship set: 1-n

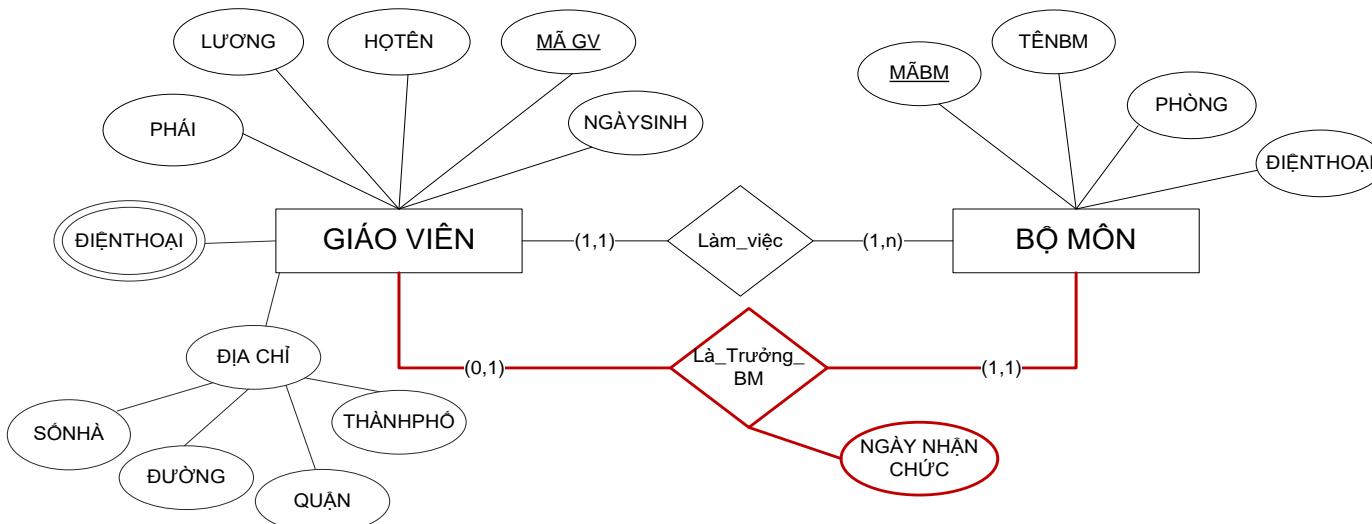
- Adding the key of the many-relation to the one-relation



**GIÁO VIÊN** (MÃGV, HOTEN, LUONG, PHAI, NGAYSINH, SONHÀ, ĐƯỜNG, QUÂN, THÀNHPHỐ, **MABM**)  
**BỘ MÔN** (MABM, TENBM, PHÒNG, DIENTHOAI)

## 5.6. Relationship set: 1-1

- Either adding the key of a relation to another relation + the attributes on the relationship
- Or adding the key to both relations + the attributes on the relationship

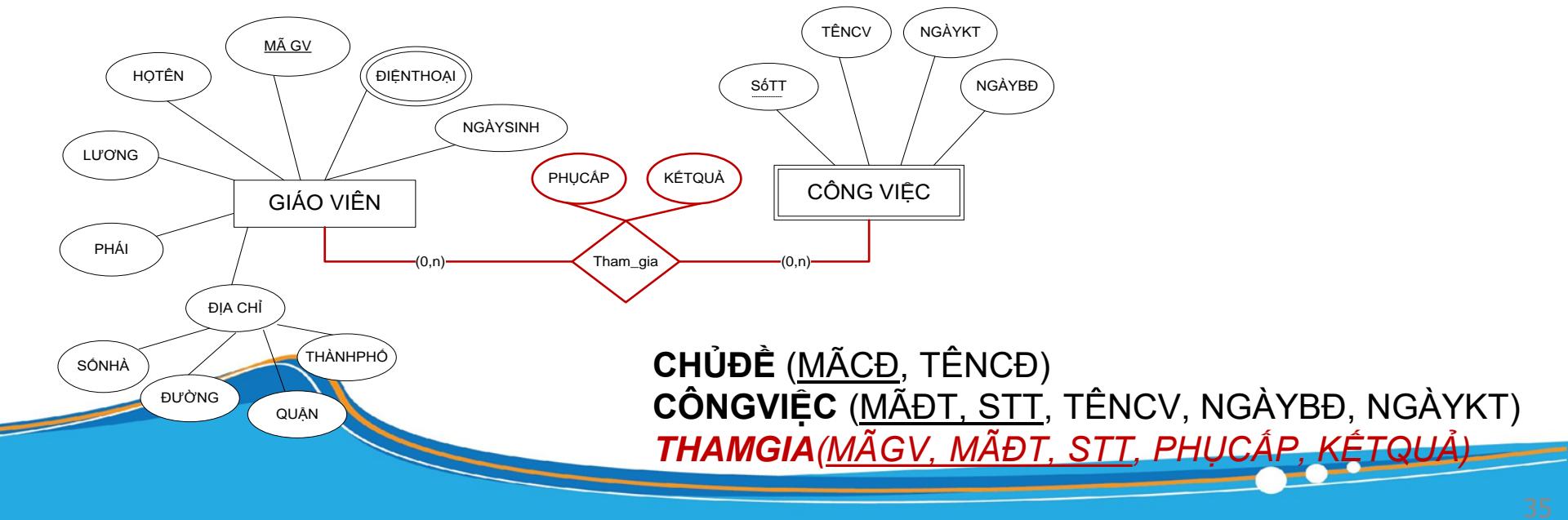


**T**  
**S** GIÁO VIÊN (MÃGV, HỌTÊN, LUƠNG, PHÁI, NGÀYSINH, SỐNHÀ, ĐƯỜNG, QUẬN, THÀNHPHỐ, MÃBM)  
BỘ MÔN (MÃBM, TÊNBMM, PHÒNG, ĐIỆNTHOẠI, NGAYNHANCHUC, **TRƯỞNGGBM**)

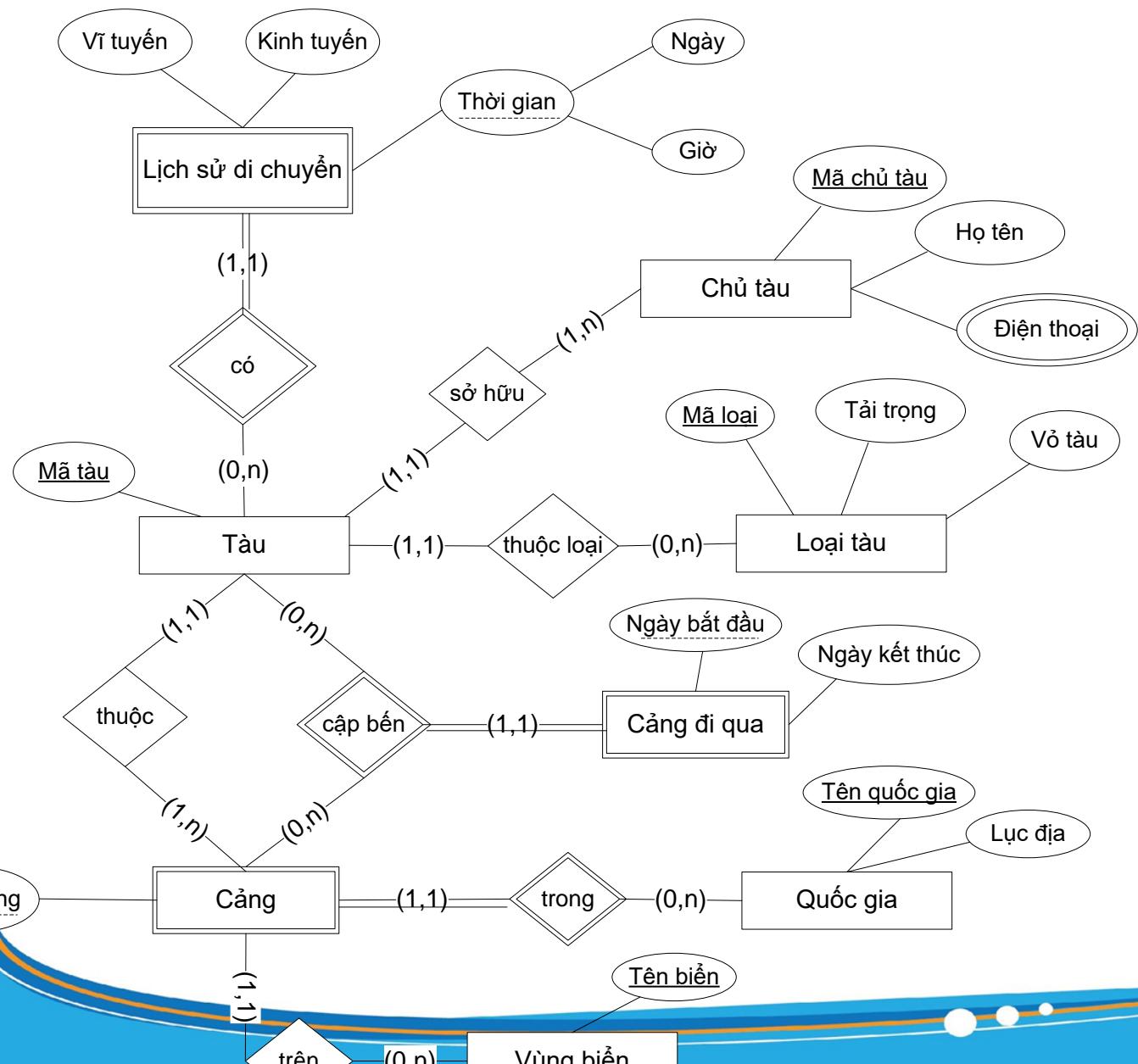
## 5.7. Relationship: n-n

### Create a new relation

- Relation name is the name of the relationship
- Set of attribute consists of
  - the key attributes of connected entity sets
  - The attributes on the relationship
- Primary key consists of
  - the key attributes of connected entity sets



# Exercise #2



# Exercise #3

