PerformanceLab
Тестирование и обеспечение качества

SQL Fundamentals

Обзор – День #1

Организационные вопросы

Введение в SQL

1. Извлечение информации из таблиц
2. Формирование вывода запроса
3. Агрегатные функции
4. Соединение таблиц

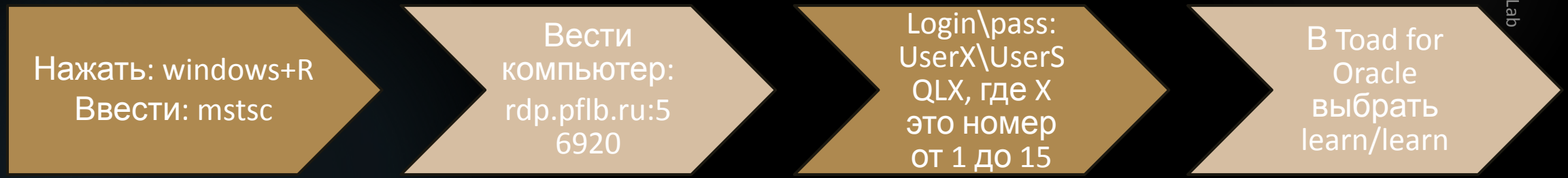
Обзор – День #2

5. Вложенные запросы
6. Соотнесенные запросы
7. Изменение содержимого таблиц
8. Создание таблиц
9. Поддержка целостности данных

Введение

1. Организационные вопросы
2. Что такое реляционная БД
3. Стандарт ANSI и Oracle SQL
4. Интерактивный и встраиваемый SQL
5. Способы доступа к БД
6. Знакомство с Toad

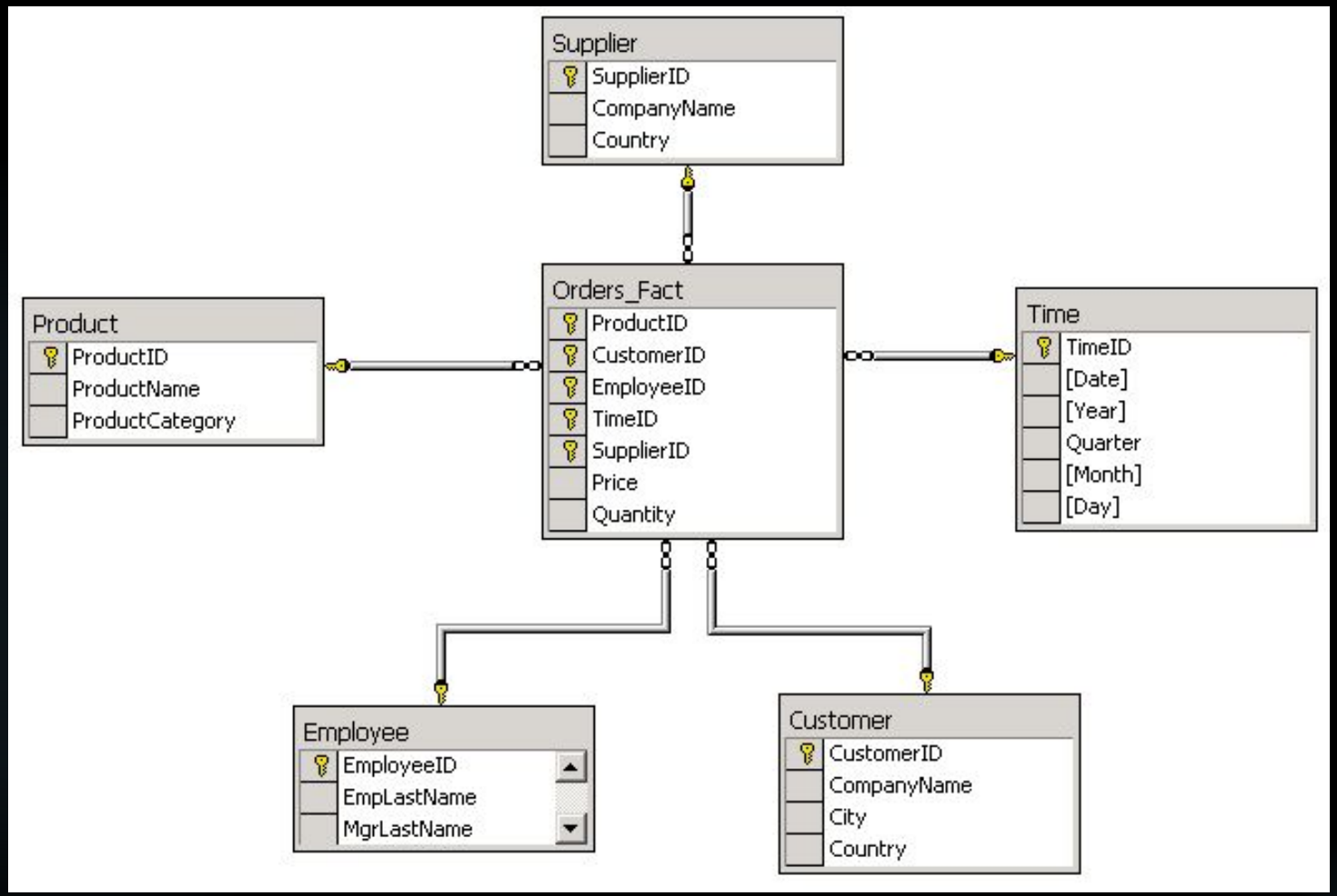
Доступ к удаленным станциям



Классификации СУБД по модели данных

- Иерархические
- Сетевые
- Реляционные
- Объектно-ориентированные

Реляционная БД



Стандарт ANSI и Oracle SQL

Тип данных	Значение
INTEGER	Представляет целочисленные значения длиной в 4 байта в диапазоне от -2^{32} до $2^{32} - 1$. INT - сокращенная форма от INTEGER.
REAL	Применяется для представления значений с плавающей точкой. Диапазон положительных значений простирается приблизительно от 2,23E -308 до -1,18E -38. Также может быть представлено и нулевое значение.
FLOAT[(p)]	Подобно типу REAL, представляет значения с плавающей точкой [(p)]. Аргумент p определяет точность. При значении p < 25 представляемые значения имеют одинарную точность (требуют 4 байта для хранения), а при значении p >= 25 - двойную точность (требуют 8 байтов для хранения).
CHAR[(n)]	Применяется для представления строк фиксированной длины, состоящих из n однобайтовых символов. Максимальное значение n равно 8000. Если n явно не указано, то его значение полагается равным 1.
VARCHAR[(n)]	Используется для представления строки однобайтовых символов переменной длины (0 < n < 8 000). В отличие от типа данных CHAR, количество байтов для хранения значений типа данных VARCHAR равно их действительной длине.
TIMESTAMP	Для каждой базы данных система содержит счетчик, значение которого увеличивается всякий раз, когда вставляется или обновляется любая строка, содержащая ячейку типа TIMESTAMP, и присваивает этой ячейке данное значение.
DATETIME	Применяется для хранения даты и времени в виде целочисленных значений длиной в 4 и 2 байта соответственно. Составляющая даты значений типа DATETIME хранится в диапазоне от 01/01/1753 до

Интерактивный и встраиваемый SQL

- **Интерактивный SQL**
- Непосредственно в БД используется;
- После ввода команды, она сразу выполнится;

- **Встраиваемый SQL**
- Команды помещённых внутри программ на других языках программирования;

Подразделы SQL

- DDL (Язык Определения Данных)
- DML (Язык Манипулирования Данными)
- DCD (Язык Управления Данными)

Способы доступа к БД

- Способ доступа
  - Файл серверные
  - Клиент серверные
  - Встраиваемые

Знакомство с Toad

- Поддерживает: Oracle Database, Microsoft SQL Server, Adaptive Server Enterprise, DB2, MySQL , Hadoop, MongoDB, SimpleDB, Apache Cassandra и Windows Azure
- TOAD содержит три основных компонента: Database Browser, SQL Editor и PL/SQL Procedure Editor и SQL Modeller.
- Официально работает на 32-битных Windows-платформах: Windows 95, 98, NT, 2000, XP и Vista.
- https://www.toadworld.com/

Извлечение информации

- Оператор SELECT
- Ключевое слово DISTINCT
- Ключевое слово WHERE
- Столбцы упорядочены, строки – нет
- Ключевое слово ORDER BY
- Что такое предикат
- Условия в предикатах: сравнения, логические (=, >, <. =>, <=, <>, and, or, not)
- Ключевые слова IN, BETWEEN, LIKE
- NULL-значения
- Псевдостолбцы ROWID, LEVEL, ROWNUM

Задание #1

Написать запрос, выводящий...

1. дату заказа, номер заказа и его стоимость для всех заказов (всех строк таблицы Orders)
2. всех продавцов с номером, большим 1005 (таблица Sales)
3. все заказы, оформленные в промежутке с ‘10/03/1990’ по ‘10/04/1990’ (таблица Orders)
4. в алфавитном порядке всех покупателей из города ‘SanJose’ (таблица Clients)
5. заказы с номером 3000, 3004 или 3005 (таблица Orders)
6. всех покупателей, проживающих в городах, не начинающихся с R, чей рейтинг больше 130 (таблица Clients)

Формирование вывода

- Именование столбцов AS
- Использование констант
- Использование скалярных функций
- Функции LENGTH, UPPER, LOWER, INITCAP, CONCAT, SUBSTR, INSTR
- Функции ROUND, TRUNC, REMAINDER, MOD
- Функции NVL, NULLIF, DECODE, CASE
- Таблица DUAL
- Вложенные функции

Задание #2

Написать запрос, выводящий…

1. стоимости (amt) всех заказов, округленные до целого
2. имя и город проживания продавцов, причем если город не задан (т.е. null), выводить «не задан» вместо null
3. один столбец со строками вида "Рейтинг покупателя cname равен rating (высокий, средний или низкий)" для всех записей таблицы Clients, при этом имя покупателя должно быть выведено большими буквами. В конце строки в скобках указать «высокий» - если рейтинг выше 200, «средний» - если равен 200 и «низкий» – во всех остальных случаях.

Агрегатные функции

- Функции COUNT, SUM, AVG, MAX, MIN
- Различия *, DISTINCT, ALL в агрегатных функциях
- Вложенные агрегатные функции
- Ключевое слово GROUP BY
- Ключевое слово HAVING

GROUP BY

- В конструкции GROUP BY можно указать сколько угодно выражений, в том числе – названия столбцов;
- Обычно GROUP BY используется для указания столбцов, значения в которых должны быть одинаковыми для того, чтобы соответствующие строки вошли в группу;
- Если в теле запроса есть GROUP BY, то в селект-листе этого запроса допускается использовать только:
  - Выражения, использованные в GROUP BY;
  - Агрегатные функции;
  - Константы;
- Выражения из GROUP BY необязательно подставлять в селект-лист.

Порядок обработки операторов

Логический порядок

1. FROM
2. WHERE
3. GROUP BY
4. HAVING
5. SELECT
6. ORDER BY

Синтаксический порядок

1. SELECT [DISTINCT | ALL]{*
 | [<выражение для столбца> [[AS] <псевдоним>]] [,…]}
1. FROM <имя таблицы> [[AS] <псевдоним>] [,…]
2. [WHERE <предикат>]
3. [[GROUP BY <список столбцов>]
4. [HAVING <условие на агрегатные значения>]]
5. [ORDER BY <список столбцов>]

ORDER BY совместно с GROUP BY

- Если в теле запроса есть GROUP BY, то в конструкции ORDER BY можно указывать только:
  - Выражения, указанные в GROUP BY;
  - Выражения, указанные в селект-листе (можно использовать порядковый номер столбца, его имя или алиас);
  - Агрегатные функции (независимо от того, присутствуют ли они где-то еще в теле запроса);
- Если в теле запроса есть GROUP BY, то в конструкции ORDER BY нельзя указывать:
  - Столбцы таблицы, которые не присутствуют в GROUP BY.

Задание #3

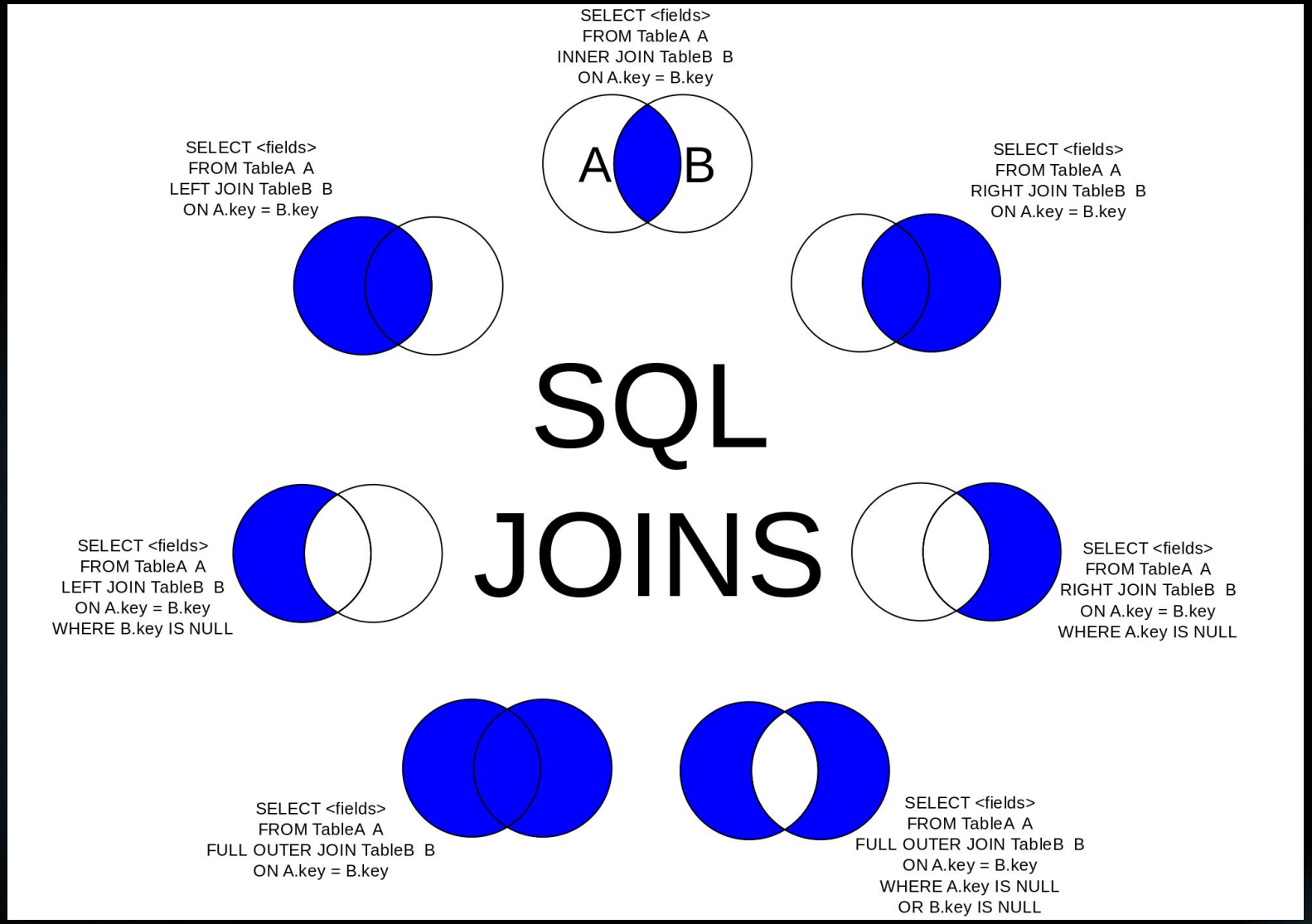
Написать запрос, выводящий…

1. общее количество сделанных заказов
2. среднюю длину имени покупателя
3. дату и максимальную стоимость заказа за эту дату, отсортированные по убыванию максимальной стоимости заказа
4. названия городов, в которых суммарный рейтинг покупателей превышает 100

Соединение таблиц

- Разница между INNER и OUTER JOIN
- Разница между LEFT OUTER, RIGHT OUTER и FULL OUTER JOIN
- NATURAL JOIN
- Ключевое слово USING
- Ключевое слово CROSS JOIN
- Соединение более двух таблиц
- «Самосоединение» таблиц

Различный виды операции JOIN



Задание #4

Написать запрос, выводящий…

1. имена продавцов и соответствующие им имена клиентов, в том числе для продавцов без клиентов
2. имена и номера продавцов, имеющих клиентов в Лондоне (London), Москве (Moscow) или Сочи (Sochi)
3. строки, показывающие всю информацию о тех продавцах и их клиентах , которые живут в одном и том же городе
4. имя продавца и сумму всех совершенных его клиентами заказов, отсортированные по убыванию суммы

Вложенные запросы

Что такое подзапрос

Принцип работы вложенного запроса

Single- и multirow подзапросы

Использование IN в подзапросах

Ключевые слова ALL, ANY, SOME

Операции над множествами: UNION, INTERSECT, MINUS

Операции над множествами: ORDER BY

Использование агрегатных функций в подзапросах

Запросы с WITH

Задание #5

Написать запрос, выводящий…

1. все заказы, оформленные продавцами из Лондона (London) без использования join
2. всех продавцов, имеющих комиссию выше средней
3. общее количество продавцов и покупателей из каждого города, отсортированное по убыванию количества
4. 2, 3, и 4 строки таблицы Sales, отсортированной по возрастанию имени продавца

Соотнесенные запросы

Принцип работы соотнесенного запроса

Ключевое слово EXISTS

Скалярные подзапросы

Принцип работы соотнесенного подзапроса

1. Выбрать строку из таблицы, именованной во внешнем запросе. Это будет текущая строка-кандидат.
2. Сохранить значения из этой строки-кандидата в псевдониме с именем в предложении FROM внешнего запроса.
3. Выполнить подзапрос. Везде, где псевдоним, заданный для внешнего запроса, найден, использовать значение текущей строки-кандидата. (Использование значения из строки-кандидата внешнего запроса в подзапросе называется внешней ссылкой.)
4. Оценить предикат внешнего запроса на основе результатов подзапроса, выполняемого в шаге 3. Он определяет, выбирается ли строка-кандидат для вывода.
5. Повторить процедуру для следующей строки-кандидата таблицы, и так далее, пока все строки таблицы не будут проверены.

Скалярные подзапросы

- Это single-row subquery, в которой только 1 столбец;
- Скалярные подзапросы обязательно заключаются в скобки;
- Могут быть соотнесенными;
- Могут быть использованы почти в любом месте, где может быть использовано выражение, за исключением:
  - В конструкции GROUP BY
  - В прочих случаях (не исследуются в рамках этого курса)

Задание #6

Написать запрос, выводящий…

1. имена и номера всех продавцов, которые имеют не менее одного заказчика
2. всех продавцов, имеющих комиссию не ниже средней по своему городу
3. [подзапросом] номера и имена всех продавцов, имеющих в своем городе заказчиков, которых они не обслуживают
4. [join'ом] номера и имена всех продавцов, имеющих в своем городе заказчиков, которых они не обслуживают
5. номера всех заказов, а также разницу между стоимостью каждого заказа и средней стоимостью заказа за тот же день

Изменение содержимого таблиц

Операторы INSERT, UPDATE, DELETE

Использование подзапросов при изменении содержимого

Понятие транзакции, ключевые слова COMMIT, ROLLBACK

Типы запросов: DML, DDL, TCL

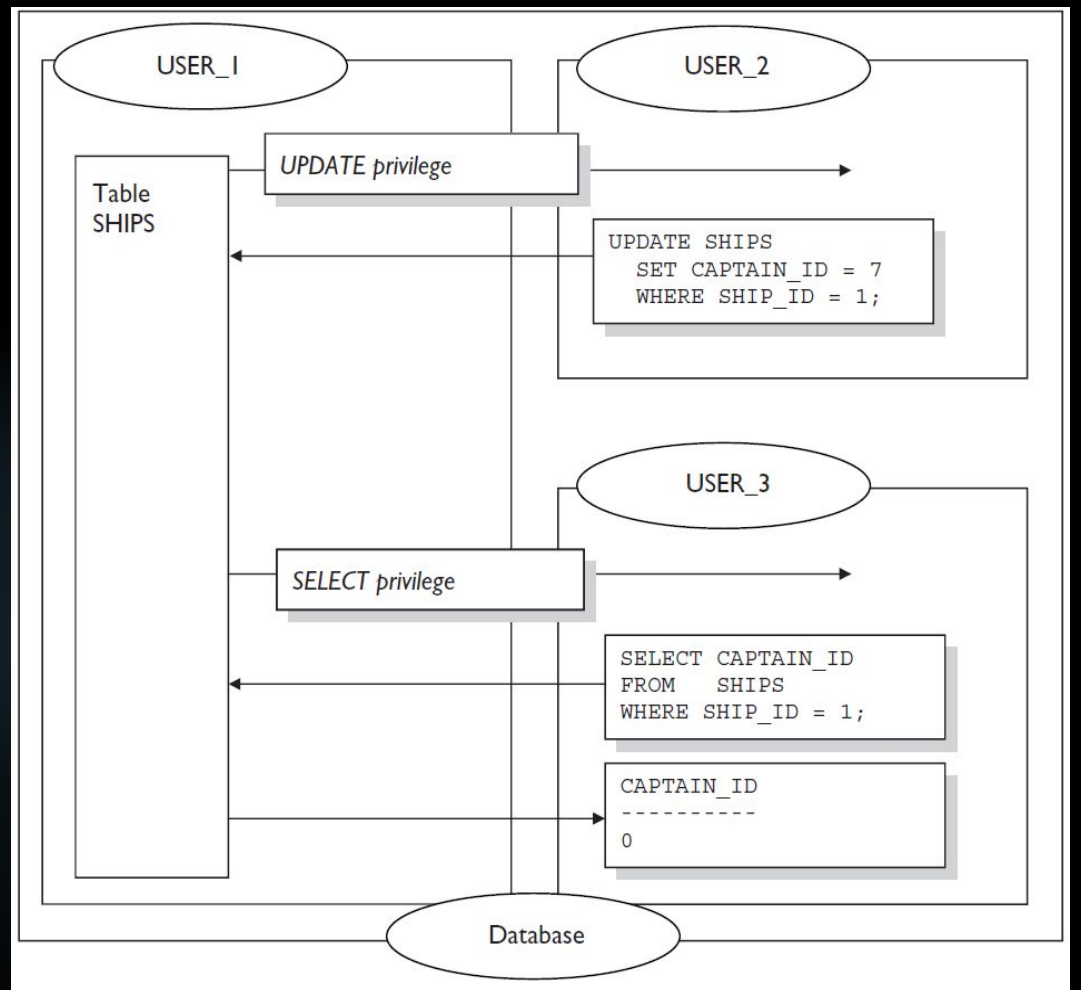
Порядок выполнения INSERT

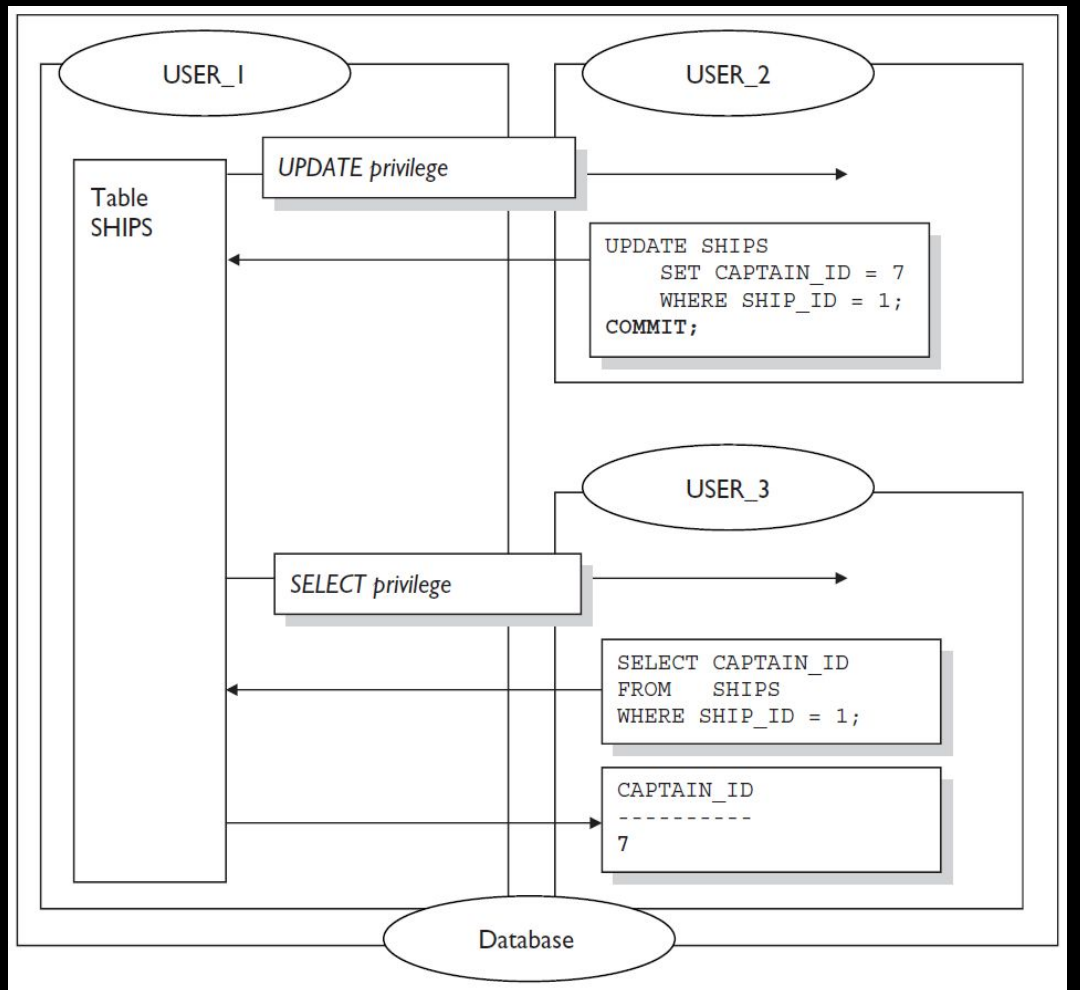
1. Проверка, что таблица, указанная в INTO, существует
2. Проверка, что колонки указанные в INSERT, существуют в таблице
3. Выражения, указанные в списке VALUES, вычисляются
4. Проверяется совместимость типов выражений в VALUES и типов соответствующих колонок таблицы
5. Выражения в VALUES проверяются на соответствие имеющимся в таблице ограничениям целостности (они будут рассмотрены позднее)

ACID

- Atomicity (Атомарность)
- Consistency (Согласованность)
- Isolation (Изолированность)
- Durability (Надежность)

Многопользовательские коммиты





Задание #7

Написать запрос, который…

1. делает все города проживания клиентов, начинающиеся с S, написанными большими буквами, затем откатывает изменения
2. добавляет нового продавца (некоторые из полей можно оставить пустыми), причем новый продавец должен стать видимым для остальных слушателей курса
3. удаляет всех продавцов, у которых не указан город проживания и чьи имена длиннее восьми символов

Создание таблиц

Правила именования объектов БД

Основные типы данных: NUMBER, CHAR, VARCHAR2, DATE

Оператор CREATE, оператор DESC

Неявные коммиты

Использование подзапросов для создания таблиц

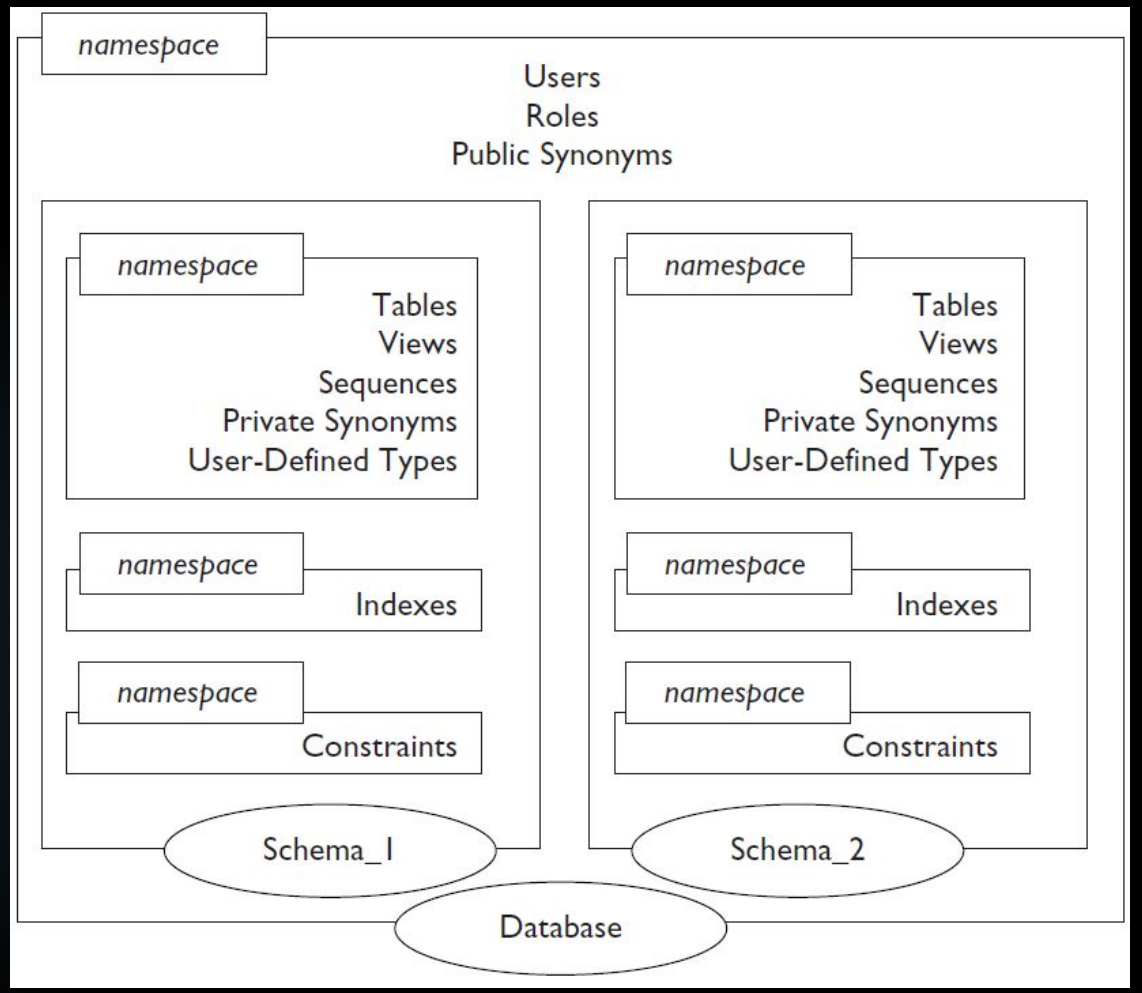
Операторы ALTER, DROP

Создание и модификация представлений (VIEW)

Правила именования объектов БД

1. Длина имени – хотя бы один символ, но не больше 30 символов;
2. Первый символ в имени должен быть буквой (латинского алфавита);
3. После первого символа могут идти любые буквы, цифры, а также знаки $, _, # в любом порядке (никаких других символов в имени не допускается);
4. Имена не могут быть зарезервированными словами языка SQL (такими как SELECT, CREATE и т.д.)

Пространства имен



NUMBER(n, m)

- Синоним DECIMAL(n, m)
- Параметры n и m – опциональные
- $n \in [1, 38]$ – максимальное количество значащих цифр. Значение по умолчанию = 38.
- $m \in [-84, 127]$ – количество цифр справа от запятой. Значение по умолчанию = 0.
- $x \in$ NUMBER $\Rightarrow |x| \in [1*10^{-130}, 1*10^{126})$

NUMBER(n, m)

Datatype	Value Entered	Value Stored As
NUMBER	4.56	4.56
NUMBER(2)	4.56	5
NUMBER(5,2)	4.56	4.56
NUMBER(5,2)	4.5678	4.57
NUMBER(3,2)	10.56	Nothing is stored. Instead, displays error code ORA-01438: "value larger than specified precision allowed for this column". The reason: the value has a precision of 4 (1,0,5,6—four digits), but NUMBER here is declared with a precision of 3.
NUMBER(5,-2)	1056.34	1100

CHAR(n)

- Строка фиксированной длины, состоящая из букв и цифр;
- n ∈ [1, 2000] – длина строки. Необязательный параметр. Значение для n по умолчанию = 1;
- В столбцах типа CHAR(3) значения из двух символов (например, ‘r2’) будут храниться как ‘r2 ‘, т.е. дополняться пробелами справа (до длины n)

DATE

- Хранит информацию о дате и времени
- Примеры форматирования дат (функции TO_CHAR, TO_DATE)

TIMESTAMP(n)

- Расширение DATE – хранит также доли секунд
- n ∈ [1, 9] – количество цифр после запятой (точность). Значение по умолчанию = 9.

Преобразование типов

Некоторые правила:

- Неявное преобразование в целевой тип при INSERT и UPDATE, вызове функций
- Операции над типом NUMERIC производятся с максимально возможной точностью
- При сравнении CHAR* vs NUMERIC значение CHAR* преобразуется в NUMERIC
- При сравнении CHAR* vs DATE значение CHAR* преобразуется в DATE
- В операциях присваивания выражение справа от = преобразуется в тип переменной слева от =

	CHAR	VARCHAR2	NCHAR	NVARCHAR2	DATE	NUMBER
CHAR		X	X	X	X	X
VARCHAR2	X		X	X	X	X
NCHAR	X	X		X	X	X
NVARCHAR2	X	X	X		X	X
DATE	X	X	X	X		--
NUMBER	X	X	X	X	--	

Функции конвертации типов

- TO_NUMBER(e1[, format_model[, nls_params]])

- Для CHAR*: TO_CHAR(c)
- Для NUMBER: TO_CHAR(n[, format_model[, nls_params]])
- Для DATE: TO_CHAR(d[, format_model[, nls_params]])

- TO_DATE(c[, format_model[, nls_params]])
- TO_TIMESTAMP(c[, format_model[, nls_params]])

Задание #8

Написать запрос, который…

1. создает новую таблицу, содержащую только те строки из таблицы клиентов, в каждой из которых нет значений null
2. создает представление на основе таблицы из п.1, включающее только столбцы cname и city
3. удаляет таблицу из п.1
4. пробует запросить содержимое из представления из п.2
5. выполнить п.1, затем снова п.4

Поддержка целостности данных

Ограничения (constraints): UNIQUE, NOT NULL, CHECK

Вспомним про свойство транзакций «Consistency»

Просмотр ограничений таблицы

Изменение ограничений

Первичные и внешние ключи

Inline- и out-of-line-синтаксис описания ограничений

Создание последовательностей (SEQUENCE)

Поддержка целостности данных

Ограничения (constraints): UNIQUE, NOT NULL, CHECK

Просмотр ограничений таблицы

Изменение ограничений

Первичные и внешние ключи

Inline- и out-of-line-синтаксис описания ограничений

Синтаксис

	CREATE TABLE	ALTER TABLE

In-line unnamed	`CREATE TABLE table_name (`
	` column_name datatype`
	`  inline_constraint,`
	` ...`
	`);`
		`ALTER TABLE table_name`
		` ADD|MODIFY (column_name ...`
		`  inline_constraint,`
		` ...`
		`);`

In-line named	`CREATE TABLE table_name (`
	` column_name datatype`
	`  CONSTRAINT constraint_name`
	`  inline_constraint,`
	` ...`
	`);`
		`ALTER TABLE table_name`
		` ADD|MODIFY (column_name ...`
		`  CONSTRAINT constraint_name`
		`  inline_constraint,`
		` ...`
		`);`

Out-of-line	`CREATE TABLE table_name (`
	` column_name datatype,`
	` ...,`
	` CONSTRAINT constraint_name`
	`  outOfLine_constraint,`
	` ...`
	`);`
		`ALTER TABLE table_name`
		
		` ADD|MODIFY (`
		`  CONSTRAINT constraint_name`
		`  outOfLine_constraint,`
		` ...`
		`);`

Синтаксис

Type	*inline_constraint*	*outOfLine_constraint*
PRIMARY KEY	`PRIMARY KEY`	`PRIMARY KEY (column_list)`
FOREIGN KEY	`REFERENCES table_name (column_list)`	`FOREIGN KEY (column_list) REFERENCES table_name (column_list)`
UNIQUE	`UNIQUE`	`UNIQUE (column_list)`
CHECK	`CHECK (expression)`	`CHECK (expression)`
NOT NULL	`NOT NULL`	*(*** Not Applicable ***)*

UNIQUE

- Может быть применено к одному или более столбцам;
- Допускаются значения null;
- Создание – in-line либо out-of-line синтаксис;
- ALTER TABLE table_name DROP UNIQUE (column1, column2, . . .)

NOT NULL

- Может быть применено только к одному столбцу;
- Не допускает значения null в столбце;
- Создание – только in-line синтаксис;
- ALTER TABLE table_name MODIFY column_name NOT NULL;
- ALTER TABLE table_name MODIFY column_name NULL;

CHECK

- Позволяет использовать сложные выражения для описания нетривиальных правил для добавляемых строк, например:
  - Хотя бы одна из n колонок is not null;
  - Значения в столбце должны быть больше x;
  - Значения в столбце должны быть из некого предопределенного набора;
- Создание – in-line либо out-of-line синтаксис;
- ALTER TABLE table_name DROP CONSTRAINT name;
- ALTER TABLE table_name RENAME CONSTRAINT name TO new_name;

PRIMARY KEY

- Один или более столбцов, однозначно идентифицирующий каждую строку в таблице;
- В любой таблице может быть не более одного первичного ключа;
- PRIMARY KEY = UNIQUE + NOT NULL;
- Создание – in-line либо out-of-line синтаксис;
- ALTER TABLE table_name DROP CONSTRAINT name;
- ALTER TABLE table_name RENAME CONSTRAINT name TO new_name;

FOREIGN KEY

- Применяется к одному или нескольким столбцам в таблице;
- Поддерживает ссылочную целостность БД – гарантирует, что для каждого столбца (столбцов) таблицы существует соответствующий столбец (столбцы) в другой таблице;
- FOREIGN KEY одной таблицы может ссылаться только на PRIMARY KEY (или UNIQUE) другой таблицы.

SEQUENCE

- Объект в БД, который используется (в основном) для генерации значений первичных ключей;
- NEXTVAL – переводит сиквенс на следующее значение и возвращает это (новое) значение;
- Сиквенс передвинется на следующее значение даже в случае, если использовавший его запрос не выполнится (из-за ошибки);
- CURRVAL – возвращает текущее значение сиквенса. CURRVAL нельзя вызывать, если еще ни разу (в текущей сессии) не вызывался NEXTVAL.

Задание #9

(все названия каждый придумывает самостоятельно, т.е. у каждого должен быть свой объект БД)

1. Создать новую таблицу (таблица C), содержащую только уникальные строки таблицы Clients
2. Создать новую таблицу (таблица S), содержащую только уникальные строки таблицы Sales
3. Добавить PRIMARY KEY на столбец snum таблицы S (при необходимости удалить повторяющиеся snumы и null-значения)
4. Добавить FOREIGN KEY на столбец snum таблицы C (при необходимости из C удалить строки с такими snum, которых нет в S)

Индексы

Неявное создание

Явное создание

Модификация и удаление

Индексы

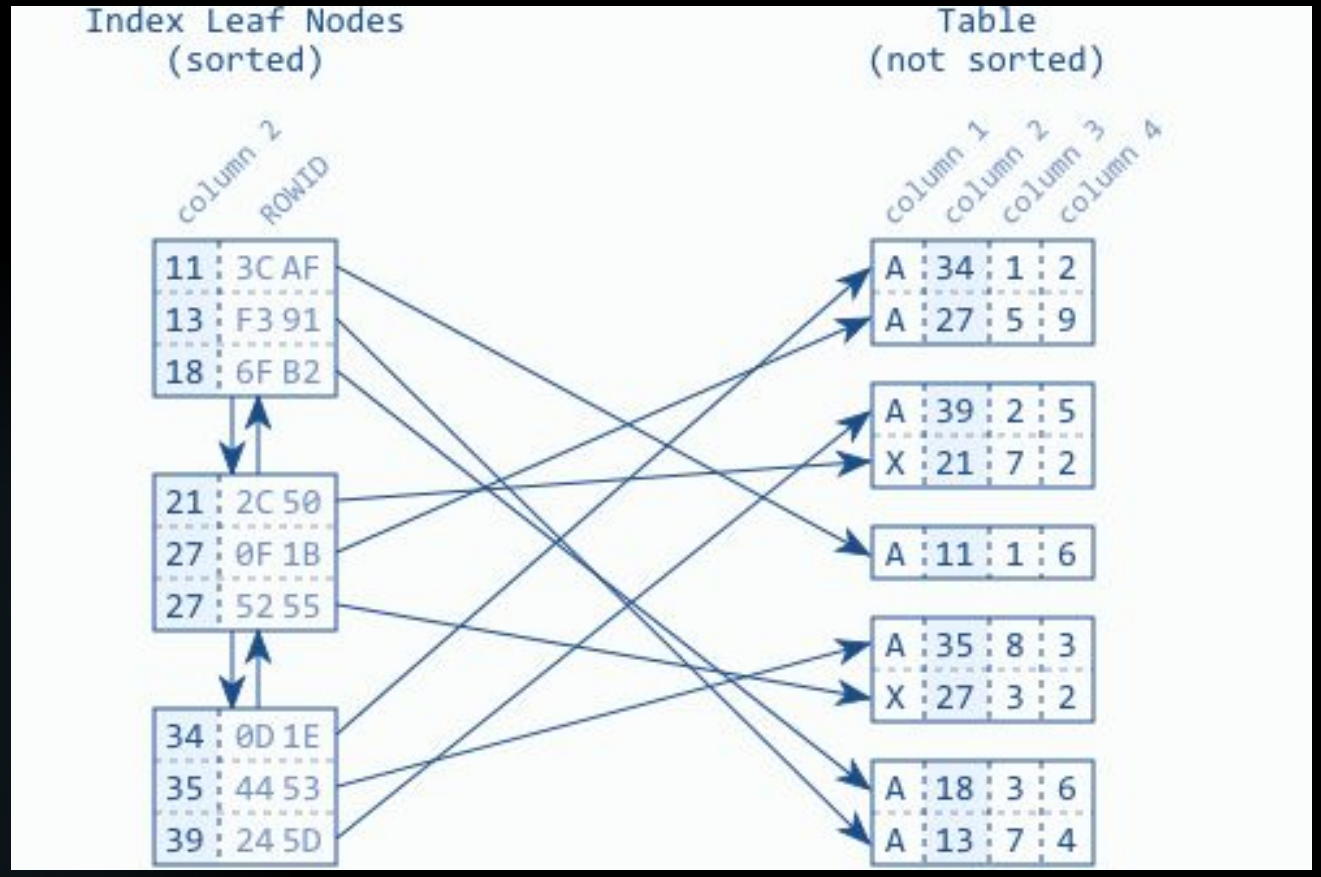
Неявное создание

Явное создание

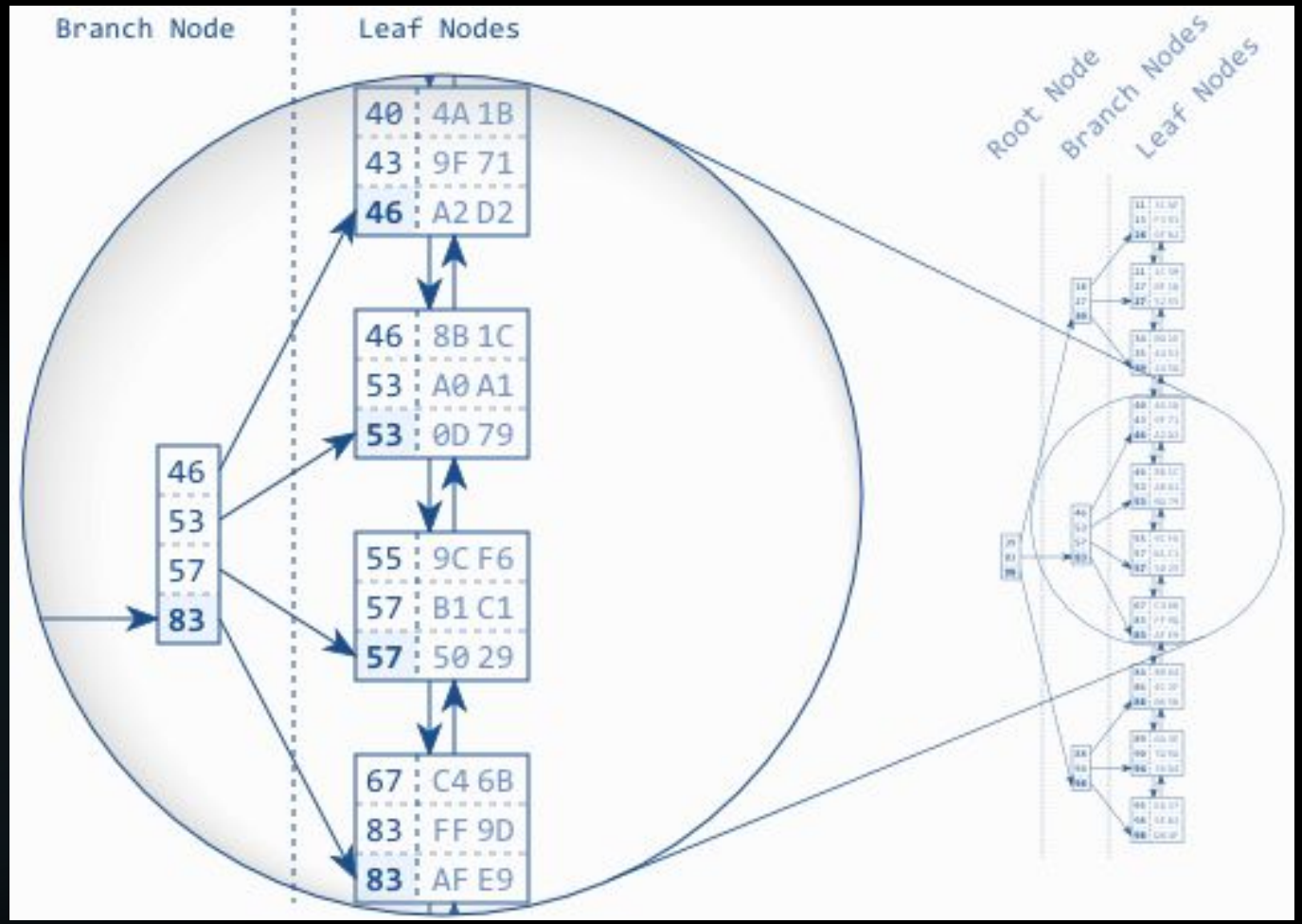
Модификация и удаление

Понятия SELECTIVITY, CARDINALITY

Индексы

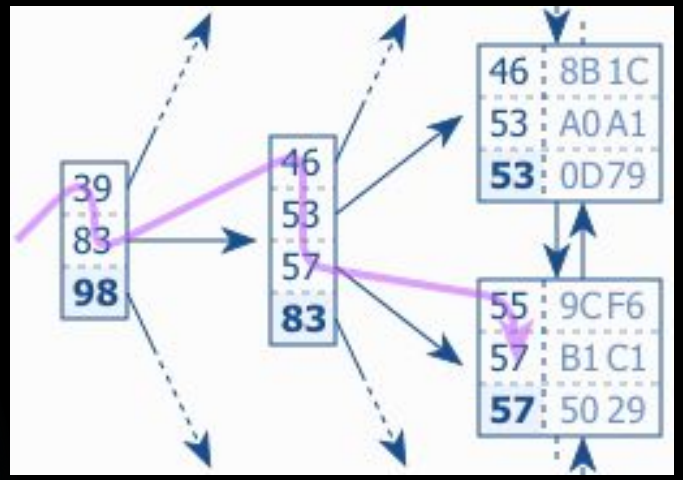

Index Leaf Nodes
(sorted)
column 2
ROWID
11 3C AF
13 F3 91
18 6F B2
21 2C 50
27 0F 1B
27 52 55
34 0D 1E
35 44 53
39 24 5D
Table
(not sorted)
column 1
column 2
column 3
column 4
A 34 1 2
A 27 5 9
A 39 2 5
X 21 7 2
A 11 1 6
A 35 8 3
X 27 3 2
A 18 3 6
A 13 7 4

Индексы

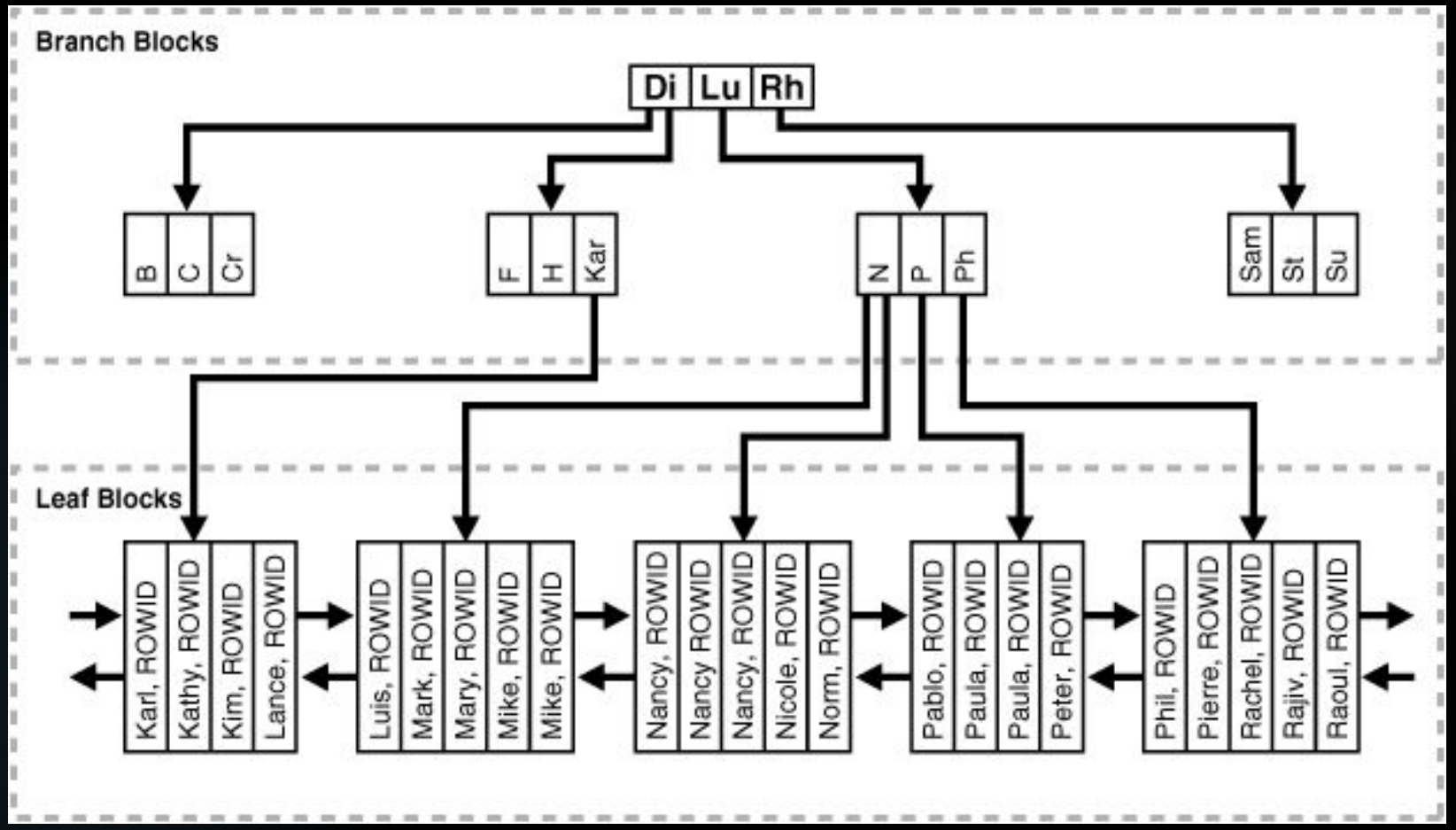

Branch Node
Leaf Nodes
40 4A 1B
43 9F 71
46 A2 D2
46 8B 1C
53 A0 A1
53 0D 79
55 9C F6
57 B1 C1
57 50 29
67 C4 6B
83 FF 9D
83 AF E9
46
53
57
83
Root Node
Branch Nodes
Leaf Nodes

Индексы

- Пример поиска по индексу: отбираем строки со значением 57 в индексированном столбце



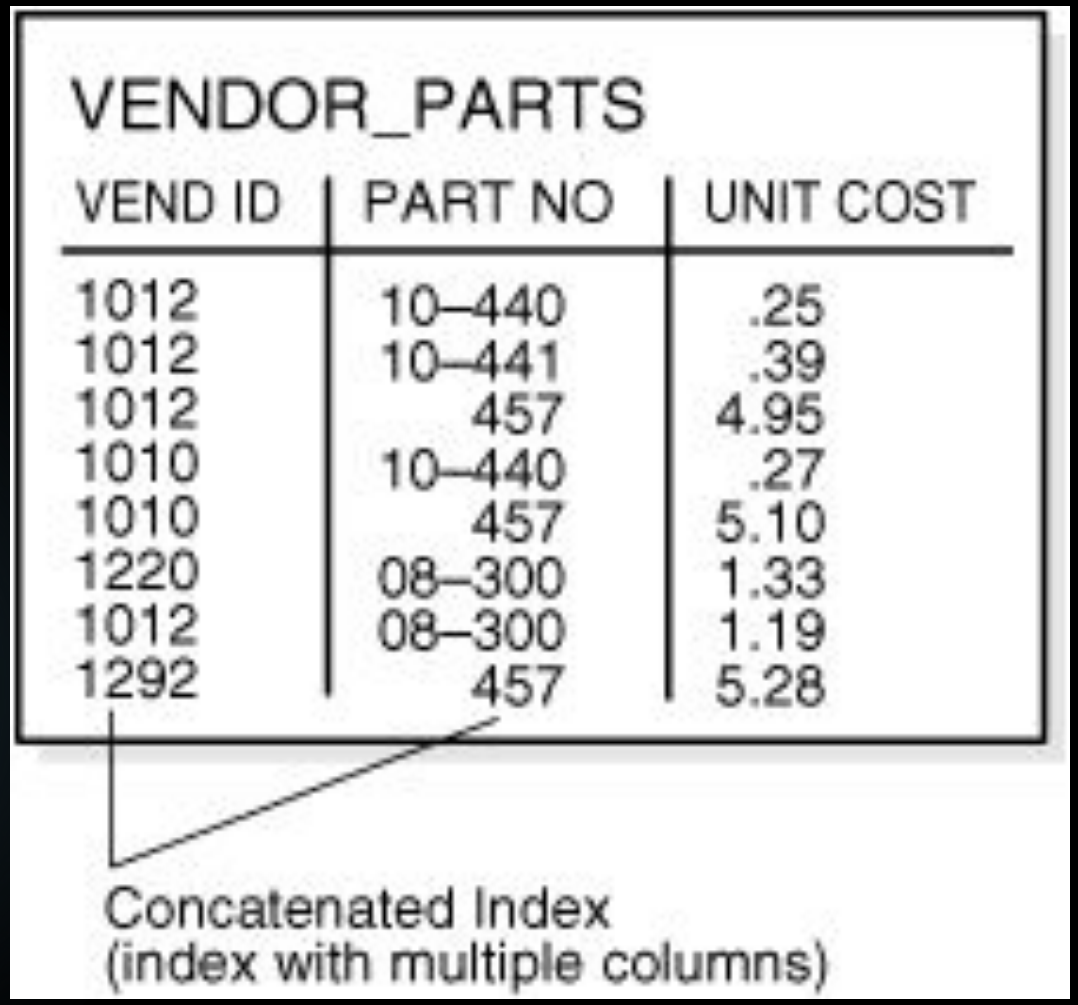
B+ tree index


Branch Blocks
Di
Lu
Rh
B
C
Cr
F
H
Kar
N
P
Ph
Sam
St
Su
Leaf Blocks
Karl, ROWID
Kathy, ROWID
Kim, ROWID
Lance, ROWID
Luis, ROWID
Mark, ROWID
Mary, ROWID
Mike, ROWID
Mike, ROWID
Nancy, ROWID
Nancy ROWID
Nancy, ROWID
Nicole, ROWID
Norm, ROWID
Pablo, ROWID
Paula, ROWID
Paula, ROWID
Peter, ROWID
Phil, ROWID
Pierre, ROWID
Rachel, ROWID
Rajiv, ROWID
Raoul, ROWID

Преимущества B+ tree index

- Высота дерева фиксированная ⇒ поиск любой записи в индексе занимает примерно одинаковое время
- Автоматически балансируются
- Ускоряют большинство запросов, включая запросы с предикатами, содержащими равенство либо диапазон значений
- Быстрые операции UPDATE, INSERT, DELETE
- Обеспечивают приемлемую производительность для таблиц больших и малых объемов
- Скорость поиска записей в индексе не падает с ростом числа записей (строк в таблице)

Composite Index



Задание #10

Дополнительная информация

Теория:

1. http://www.sql-tutorial.ru/
2. http://www.firststeps.ru/sql/oracle/oracle1.html
3. https://professorweb.ru/my/sql-server/2012/level1/

Практика:

1. http://sql-ex.ru/

Книги:

1. Steve O'Hearn - OCA Oracle Database SQL Certified Expert Exam Guide