



*Міністерство освіти і науки України Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського» Фізико-технічний інститут*

ПРОЕКТУВАННЯ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

РОБОТА З БАЗОВИМИ ФУНКЦІЯМИ БД ТИПУ COLUMN FAMILY НА ПРИКЛАДІ CASSANDRA

Виконав:

Студент групи ФБ-41мп

Заріцький О. В.

Частина 1. Робота зі структурами даних у Cassandra

Ознайомтеся з особливістю моделювання даних у Cassandra, створіть keyspace з найпростішої стратегією реплікації

compose1.yml

```
version: '3.9'
services:
  cassandra:
    image: cassandra:4.1
    container_name: cassandra
    ports:
      - "9042:9042"
    environment:
      - CASSANDRA_CLUSTER_NAME=TestCluster
      - CASSANDRA_NUM_TOKENS=16
      - CASSANDRA_DC=datacenter1
      - CASSANDRA_RACK=rack1
    volumes:
      - ./cassandra.yaml:/home/bober/zaritskyi_lab5/cassandra.yaml
      - ./data:/var/lib/cassandra
```

CREATE KEYSPACE lab5_keyspace

WITH replication = {'class': 'SimpleStrategy', 'replication_factor': 1};

```
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5$ sudo docker exec -it cassandra cqlsh
Connected to TestCluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.1.0 | Cassandra 4.1.7 | CQL spec 3.4.6 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> CREATE KEYSPACE lab5_keyspace
... WITH replication = {'class': 'SimpleStrategy', 'replication_factor': 1};
cqlsh> █
```

У таблиці items містить різноманітні товари (тобто у яких різний набір властивостей).

Для набору властивостей товару виберіть базові характеристики однакові для всіх товарів (назва, категорія, ціна, виробник, ...), а для властивостей які відрізняються використовуйте тип map (з індексом для можливості пошуку по її вмісту)

Необхідно, щоб пошук швидко працював для категорії товарів. Ця вимога має бути врахована при створенні ключа для таблиці.

```
CREATE TABLE lab5_keyspace.items (
  category TEXT,
  product_id UUID,
  name TEXT,
  price DECIMAL,
  manufacturer TEXT,
  specifications MAP<TEXT, TEXT>,
  PRIMARY KEY (category, price, product_id)
);
```

```
INSERT INTO lab5_keyspace.items (category, product_id, name, price, manufacturer,
specifications)
VALUES ('Home Appliances', uuid(), 'Vacuum Cleaner', 150, 'Dyson', {'power': '1200W',
'weight': '3.5kg', 'color': 'Silver'});
```

```
INSERT INTO lab5_keyspace.items (category, product_id, name, price, manufacturer,
specifications)
VALUES ('Electronics', uuid(), 'Tablet', 250, 'Apple', {'screen_size': '10.2 inch', 'RAM': '4GB',
'processor': 'A13 Bionic'});
```

```
INSERT INTO lab5_keyspace.items (category, product_id, name, price, manufacturer,
specifications)
VALUES ('Furniture', uuid(), 'Chair', 75, 'Ikea', {'material': 'Wood', 'height': '3.5 ft', 'color':
'Brown'});
```

```
cqlsh>
cqlsh> CREATE TABLE lab5_keyspace.items (
...     category TEXT,
...     product_id UUID,
...     name TEXT,
...     price DECIMAL,
...     manufacturer TEXT,
...     specifications MAP<TEXT, TEXT>,
...     PRIMARY KEY (category, price, product_id)
... );
cqlsh> INSERT INTO lab5_keyspace.items (category, product_id, name, price, manufacturer, specifications)
... VALUES ('Home Appliances', uuid(), 'Vacuum Cleaner', 150, 'Dyson', {'power': '1200W', 'weight': '3.5kg', 'color': 'Silver'});
cqlsh> INSERT INTO lab5_keyspace.items (category, product_id, name, price, manufacturer, specifications)
... VALUES ('Electronics', uuid(), 'Tablet', 250, 'Apple', {'screen_size': '10.2 inch', 'RAM': '4GB', 'processor': 'A13 Bionic'});
cqlsh> INSERT INTO lab5_keyspace.items (category, product_id, name, price, manufacturer, specifications)
... VALUES ('Furniture', uuid(), 'Chair', 75, 'Ikea', {'material': 'Wood', 'height': '3.5 ft', 'color': 'Brown'});
cqlsh>
```

1. Напишіть запит, який показує структуру створеної таблиці (команда DESCRIBE)

DESCRIBE TABLE lab5_keyspace.items;

```
cqlsh> DESCRIBE TABLE lab5_keyspace.items;

CREATE TABLE lab5_keyspace.items (
  category text,
  price decimal,
  product_id uuid,
  manufacturer text,
  name text,
  specifications map<text, text>,
  PRIMARY KEY (category, price, product_id)
) WITH CLUSTERING ORDER BY (price ASC, product_id ASC)
AND additional_write_policy = '99p'
AND allow_auto_snapshot = true
AND bloom_filter_fp_chance = 0.01
AND caching = {'keys': 'ALL', 'rows_per_partition': 'NONE'}
AND cdc = false
AND comment = ''
AND compaction = {'class': 'org.apache.cassandra.db.compaction.SizeTieredCompactionStrategy', 'max_threshold': '32', 'min_threshold': '4'}
AND compression = {'chunk_length_in_kb': '16', 'class': 'org.apache.cassandra.io.compress.LZ4Compressor'}
AND mentable = 'default'
AND crc_check_chance = 1.0
AND default_time_to_live = 0
AND extensions = {}
AND gc_grace_seconds = 864000
AND incremental_backups = true
AND max_index_interval = 2048
AND mentable_flush_period_in_ms = 0
AND min_index_interval = 128
AND read_repair = 'BLOCKING'
AND speculative_retry = '99p';

cqlsh>
```

2. Напишіть запит, який виводить усі товари в певній категорії відсортовані за ціною

```
SELECT * FROM lab5_keyspace.items
WHERE category = 'Electronics'
ORDER BY price ASC;
```

```
cqlsh> SELECT * FROM lab5_keyspace.items
... WHERE category = 'Electronics'
... ORDER BY price ASC;
```

category	price	product_id	manufacturer	name	specifications
Electronics	250	e30e693b-4f45-4c2d-8509-bc722185c722	Apple	Tablet	{ 'RAM': '4GB', 'processor': 'A13 Bionic', 'screen_size': '10.2 inch' }

(1 rows)
cqlsh>

3. Напишіть запити, які вибирають товари за різними критеріями в межах певної категорії (тут де треба замість індексу використайте Materialized view):

- назва,

```
CREATE MATERIALIZED VIEW lab5_keyspace.items_by_name AS
SELECT category, name, price, product_id, manufacturer, specifications
FROM lab5_keyspace.items
WHERE category IS NOT NULL AND name IS NOT NULL AND price IS NOT NULL AND
product_id IS NOT NULL
PRIMARY KEY ((category), name, price, product_id);

SELECT * FROM lab5_keyspace.items_by_name
WHERE category = 'Furniture' AND name = 'Chair';
```

```
cqlsh> SELECT * FROM lab5_keyspace.items_by_name
... WHERE category = 'Furniture' AND name = 'Chair';
```

category	name	price	product_id	manufacturer	specifications
Furniture	Chair	75	f258f150-f4b7-48ca-887a-0c1924335e0a	Ikea	{ 'color': 'Brown', 'height': '3.5 ft', 'material': 'Wood' }

(1 rows)
cqlsh>

- ціна (в проміжку)

```
CREATE MATERIALIZED VIEW lab5_keyspace.items_by_price_range AS
SELECT category, price, product_id, name, manufacturer, specifications
FROM lab5_keyspace.items
WHERE category IS NOT NULL AND price IS NOT NULL AND product_id IS NOT NULL
PRIMARY KEY ((category), price, product_id);

SELECT * FROM lab5_keyspace.items_by_price_range
WHERE category = 'Electronics' AND price >= 200 AND price <= 600;
```

```
cqlsh> SELECT * FROM lab5_keyspace.items_by_price_range
... WHERE category = 'Electronics' AND price >= 200 AND price <= 600;
```

category	price	product_id	manufacturer	name	specifications
Electronics	250	e30e693b-4f45-4c2d-8509-bc722185c722	Apple	Tablet	{ 'RAM': '4GB', 'processor': 'A13 Bionic', 'screen_size': '10.2 inch' }

(1 rows)
cqlsh>

- ціна та виробник

```
CREATE MATERIALIZED VIEW lab5_keyspace.items_by_price_and_manufacturer AS
SELECT category, price, manufacturer, product_id, name, specifications
FROM lab5_keyspace.items
WHERE category IS NOT NULL AND price IS NOT NULL AND manufacturer IS NOT
NULL AND product_id IS NOT NULL
PRIMARY KEY ((category), manufacturer, price, product_id);

SELECT * FROM lab5_keyspace.items_by_price_and_manufacturer
WHERE category = 'Electronics' AND manufacturer = 'Apple' AND price = 250;
```

```
cqlsh> SELECT * FROM lab5_keyspace.items_by_price_and_manufacturer
... WHERE category = 'Electronics' AND manufacturer = 'Apple' AND price = 250;

category | manufacturer | price | product_id | name | specifications
-----|-----|-----|-----|-----|-----
Electronics | Apple | 250 | e30e693b-4f45-4c2d-8509-bc722185c722 | Tablet | {'RAM': '4GB', 'processor': 'A13 Bionic', 'screen_size': '10.2 inch'}

(1 rows)
cqlsh>
```

Створіть таблицю orders в якій міститься ім'я замовника і інформація про замовлення: перелік id-товарів у замовленні, вартість замовлення, дата замовлення,

Для кожного замовника повинна бути можливість швидко шукати його замовлення і виконувати по них запити. Ця вимога має бути врахована при створенні ключа для таблиці.

```
CREATE TABLE lab5_keyspace.orders (
    customer_name TEXT,
    order_date TIMESTAMP,
    order_id UUID,
    total_price DECIMAL,
    item_ids LIST<UUID>,
    PRIMARY KEY (customer_name, order_date, order_id)
);
```

```
INSERT INTO lab5_keyspace.orders (customer_name, order_id, item_ids, total_price,
order_date)
VALUES ('Alice', uuid(), [uuid(), uuid()], 100.00, '2025-01-14 10:00:00');
```

```
INSERT INTO lab5_keyspace.orders (customer_name, order_id, item_ids, total_price,
order_date)
VALUES ('Bob', uuid(), [uuid()], 50.00, '2025-01-13 14:30:00');
```

```
INSERT INTO lab5_keyspace.orders (customer_name, order_id, item_ids, total_price,
order_date)
VALUES ('Alice', uuid(), [uuid()], 150.00, '2025-01-12 18:45:00');
```

1. Напишіть запит, який показує структуру створеної таблиці (команда DESCRIBE)

```
cqlsh> DESCRIBE TABLE lab5_keyspace.orders;

CREATE TABLE lab5_keyspace.orders (
  customer_name text,
  order_date timestamp,
  order_id uuid,
  total_price decimal,
  item_ids list<uuid>,
  PRIMARY KEY (customer_name, order_date, order_id)
) WITH CLUSTERING ORDER BY (order_date ASC, order_id ASC)
AND additional_write_policy = '99p'
AND bloom_filter_fp_chance = 0.01
AND caching = {'keys': 'ALL', 'rows_per_partition': 'NONE'}
AND cdc = false
AND comment = ''
AND compaction = {'class': 'org.apache.cassandra.db.compaction.SizeTieredCompactionStrategy', 'max_threshold': '32', 'min_threshold': '4'}
AND compression = {'chunk_length_in_kb': '16', 'class': 'org.apache.cassandra.io.compress.LZ4Compressor'}
AND mentable = 'default'
AND crc_check_chance = 1.0
AND default_time_to_live = 0
AND extensions = {}
AND gc_grace_seconds = 864000
AND max_index_interval = 2048
AND mentable_flush_period_in_ms = 0
AND min_index_interval = 128
AND read_repair = 'BLOCKING'
AND speculative_retry = '99p';

cqlsh>
```

2. Для замовника виведіть всі його замовлення відсортовані за часом коли вони були зроблені

```
SELECT * FROM lab5_keyspace.orders
WHERE customer_name = 'Alice'
ORDER BY order_date DESC;
```

```
cqlsh> SELECT * FROM lab5_keyspace.orders
... WHERE customer_name = 'Alice'
... ORDER BY order_date DESC;

customer_name | order_date                | order_id                | item_ids                | total_price
-----
Alice | 2025-01-14 10:00:00.000000+0000 | 448713fd-a077-4c78-900e-fac209fba2b4 | [138c94f5-3b29-4455-a1bf-4702c292e5af, 15f6b4ea-3ec7-4c41-916d-181748abe04f] | 100.00
Alice | 2025-01-12 18:45:00.000000+0000 | 538b4186-1cb4-404e-88d6-ab1061514a2c | [869c2f9a-85da-4330-a6e9-310925d493f2] | 150.00

(2 rows)
cqlsh>
```

3. Для кожного замовників визначте суму на яку були зроблені усі його замовлення

```
SELECT customer_name, SUM(total_price) AS total_spent
FROM lab5_keyspace.orders
GROUP BY customer_name;
```

```
cqlsh> SELECT customer_name, SUM(total_price) AS total_spent
... FROM lab5_keyspace.orders
... GROUP BY customer_name;

customer_name | total_spent
-----
Bob | 50.00
Alice | 250.00

(2 rows)

Warnings :
Aggregation query used without partition key

cqlsh>
```

4. Для кожного замовлення виведіть час коли його ціна були занесена в базу (SELECT WRITETIME)

```
SELECT WRITETIME(total_price) AS write_time, total_price
FROM lab5_keyspace.orders
WHERE customer_name = 'Alice' AND order_date = '2025-01-14 10:00:00';
```

```
cqlsh> SELECT WRITETIME(total_price) AS write_time, total_price
... FROM lab5_keyspace.orders
... WHERE customer_name = 'Alice' AND order_date = '2025-01-14 10:00:00';

write_time          | total_price
-----+-----
1736888813472259 |      100.00

(1 rows)
cqlsh> █
```

Частина 2. Налаштування реплікації у Cassandra

1. Сконфігурувати кластер з 3-х нод:

compose2.yml

```
services:
  cassandra1:
    image: cassandra:latest
    container_name: cassandra21
    environment:
      - CASSANDRA_CLUSTER_NAME=Test2Cluster
      - CASSANDRA_SEEDS=cassandra21
      - CASSANDRA_START_RPC=true
      - CASSANDRA_NUM_TOKENS=1
      - JVM_OPTS=-Dcassandra.skip_schema_check=true
    networks:
      - cassandra_net
    ports:
      - "9042:9042"
    healthcheck:
      test: ["CMD-SHELL", "nodetool status || exit 1"]
      interval: 30s
      timeout: 20s
      retries: 5
    volumes:
      - ./cassandra/cassandra21.yaml:/etc/cassandra/cassandra.yaml
      - /home/bober/zaritskyi_lab5/cassandra/data1:/var/lib/cassandra

  cassandra2:
    image: cassandra:latest
    container_name: cassandra22
    environment:
      - CASSANDRA_CLUSTER_NAME=Test2Cluster
      - CASSANDRA_SEEDS=cassandra21
      - CASSANDRA_START_RPC=true
      - CASSANDRA_NUM_TOKENS=1
      - JVM_OPTS=-Dcassandra.skip_schema_check=true
    networks:
      - cassandra_net
    depends_on:
      cassandra1:
        condition: service_healthy
    ports:
      - "9043:9042"
    healthcheck:
      test: ["CMD-SHELL", "nodetool status || exit 1"]
      interval: 30s
      timeout: 20s
```

```

    retries: 5
volumes:
  - ./cassandra/cassandra22.yaml:/etc/cassandra/cassandra.yaml
  - /home/bober/zaritskyi_lab5/cassandra/data2:/var/lib/cassandra

cassandra3:
  image: cassandra:latest
  container_name: cassandra23
  environment:
    - CASSANDRA_CLUSTER_NAME=Test2Cluster
    - CASSANDRA_SEEDS=cassandra21
    - CASSANDRA_START_RPC=true
    - CASSANDRA_NUM_TOKENS=1
    - JVM_OPTS=-Dcassandra.skip_schema_check=true
  networks:
    - cassandra_net
  depends_on:
    cassandra1:
      condition: service_healthy
  ports:
    - "9044:9042"
  healthcheck:
    test: ["CMD-SHELL", "nodetool status || exit 1"]
    interval: 30s
    timeout: 20s
    retries: 5
  volumes:
    - ./cassandra/cassandra23.yaml:/etc/cassandra/cassandra.yaml
    - /home/bober/zaritskyi_lab5/cassandra/data3:/var/lib/cassandra

networks:
  cassandra_net:
    driver: bridge

```

2. Перевірити правильність конфігурації за допомогою *nodetool status*

```

bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool status
[sudo] password for bober:
Datacenter: datacenter1
=====
Status=Up/Down
// State=Normal/Leaving/Joining/Moving
-- Address      Load       Tokens     Owns (effective)  Host ID                               Rack
UN 172.18.0.3    126.18 KiB  1          66.1%             db41b30e-c130-4038-b703-1c809161dc12 rack1
UN 172.18.0.4    125.55 KiB  1          89.8%             1ba940c4-9c30-4aed-b206-a15e42e4e0be rack1
UN 172.18.0.2    166.38 KiB  1          44.0%             05d18a6f-f42d-43c9-9bee-0fb1236fcdcd rack1

bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$

```

3. Використовуючи *cqlsh*, створити три Keyspace з replication factor 1, 2, 3 з SimpleStrategy

```

CREATE KEYSPACE keyspace_rf1
WITH replication = {'class': 'SimpleStrategy', 'replication_factor': 1};

```

```

CREATE KEYSPACE keyspace_rf2
WITH replication = {'class': 'SimpleStrategy', 'replication_factor': 2};

```

```

CREATE KEYSPACE keyspace_rf3
WITH replication = {'class': 'SimpleStrategy', 'replication_factor': 3};

```



```

bober@bober-VirtualBox:~/zaritskiy_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 cqlsh
Connected to Test2Cluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.2.0 | Cassandra 5.0.2 | CQL spec 3.4.7 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> CREATE KEYSPACE keyspace_rf1
... WITH replication = {'class': 'SimpleStrategy', 'replication_factor': 1};

cqlsh>
cqlsh> CREATE KEYSPACE keyspace_rf2
... WITH replication = {'class': 'SimpleStrategy', 'replication_factor': 2};

cqlsh>
cqlsh> CREATE KEYSPACE keyspace_rf3
... WITH replication = {'class': 'SimpleStrategy', 'replication_factor': 3};

cqlsh>
cqlsh> describe keyspace;
No keyspace specified and no current keyspace
cqlsh> describe keyspaces;

keyspace_rf1 system system_schema system_virtual_schema
keyspace_rf2 system_auth system_traces
keyspace_rf3 system_distributed system_views

cqlsh>

```

4. В кожному з кейспейсів створити прості таблиці

USE keyspace_rf1;

CREATE TABLE test_table (
id UUID PRIMARY KEY,
value TEXT
);

USE keyspace_rf2;

CREATE TABLE test_table (
id UUID PRIMARY KEY,
value TEXT
);

USE keyspace_rf3;

CREATE TABLE test_table (
id UUID PRIMARY KEY,
value TEXT
);

```

cqlsh:keyspace_rf1> USE keyspace_rf2;
cqlsh:keyspace_rf2> CREATE TABLE test_table (
...     id UUID PRIMARY KEY,
...     value TEXT
... );

cqlsh:keyspace_rf2>
cqlsh:keyspace_rf2> USE keyspace_rf3;
cqlsh:keyspace_rf3> CREATE TABLE test_table (
...     id UUID PRIMARY KEY,
...     value TEXT
... );

cqlsh:keyspace_rf3>
cqlsh:keyspace_rf3> USE keyspace_rf1;
cqlsh:keyspace_rf1> CREATE TABLE test_table (
...     id UUID PRIMARY KEY,
...     value TEXT
... );

```

5. Спробуйте писати і читати в ці таблиці підключаюься на різні ноди.

```
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 cqlsh
Connected to Test2Cluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.2.0 | Cassandra 5.0.2 | CQL spec 3.4.7 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> USE keyspace_rf1;
cqlsh:keyspace_rf1> INSERT INTO test_table (id, value) VALUES (uuid(), 'RF1');
cqlsh:keyspace_rf1> exit
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra22 cqlsh
Connected to Test2Cluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.2.0 | Cassandra 5.0.2 | CQL spec 3.4.7 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> USE keyspace_rf2;
cqlsh:keyspace_rf2> INSERT INTO test_table (id, value) VALUES (uuid(), 'RF2');
cqlsh:keyspace_rf2> exit
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra23 cqlsh
Connected to Test2Cluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.2.0 | Cassandra 5.0.2 | CQL spec 3.4.7 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> USE keyspace_rf3;
cqlsh:keyspace_rf3> INSERT INTO test_table (id, value) VALUES (uuid(), 'RF3');
cqlsh:keyspace_rf3> exit
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$
```

6. Вставте дані в створені таблиці і подивіться на їх розподіл по вузлах кластера для кожного з кейспесов (команда nodetool status)

```
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 cqlsh
Connected to Test2Cluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.2.0 | Cassandra 5.0.2 | CQL spec 3.4.7 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> USE keyspace_rf1;
cqlsh:keyspace_rf1> SELECT * FROM test_table;

 id | value
-----+-----
 f4a221f5-550a-416e-8827-741781de4bad | RF1

(1 rows)
cqlsh:keyspace_rf1> exit
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool status
Datacenter: datacenter1
=====
Status=Up/Down
|-/ State=Normal/Leaving/Joining/Moving
-- Address Load Tokens Owns Host ID Rack
UN 172.18.0.3 127.08 KiB 1 ? db41b30e-c130-4038-b703-1c809161dc12 rack1
UN 172.18.0.4 126.46 KiB 1 ? 1ba940c4-9c30-4aed-b206-a15e42e4e0be rack1
UN 172.18.0.2 204.74 KiB 1 ? 05d18a6f-f42d-43c9-9bee-0fb1236fcdcd rack1

Note: Non-system keyspaces don't have the same replication settings, effective ownership information is meaningless
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool getendpoints keyspace_rf1 test_table f4a221f5-550a-416e-8827-741781de4bad
172.18.0.2
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 cqlsh
Connected to Test2Cluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.2.0 | Cassandra 5.0.2 | CQL spec 3.4.7 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> USE keyspace_rf2;
cqlsh:keyspace_rf2> SELECT * FROM test_table;

 id | value
-----+-----
 37631732-a0da-4b9b-bfaa-18c463798049 | RF2

(1 rows)
cqlsh:keyspace_rf2> exit
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool status
Datacenter: datacenter1
=====
Status=Up/Down
|-/ State=Normal/Leaving/Joining/Moving
-- Address Load Tokens Owns Host ID Rack
UN 172.18.0.3 169.74 KiB 1 ? db41b30e-c130-4038-b703-1c809161dc12 rack1
UN 172.18.0.4 168.23 KiB 1 ? 1ba940c4-9c30-4aed-b206-a15e42e4e0be rack1
UN 172.18.0.2 204.74 KiB 1 ? 05d18a6f-f42d-43c9-9bee-0fb1236fcdcd rack1

Note: Non-system keyspaces don't have the same replication settings, effective ownership information is meaningless
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool getendpoints keyspace_rf2 test_table 37631732-a0da-4b9b-bfaa-18c463798049
172.18.0.2
172.18.0.3
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 cqlsh
Connected to Test2Cluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.2.0 | Cassandra 5.0.2 | CQL spec 3.4.7 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> USE keyspace_rf3;
cqlsh:keyspace_rf3> SELECT * FROM test_table;

 id | value
-----+-----
 13e77faa-b668-4584-b7b3-f1245e42c51e | RF3

(1 rows)
cqlsh:keyspace_rf3> exit
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool status
Datacenter: datacenter1
=====
Status=Up/Down
|-/ State=Normal/Leaving/Joining/Moving
-- Address Load Tokens Owns Host ID Rack
UN 172.18.0.3 174.71 KiB 1 ? db41b30e-c130-4038-b703-1c809161dc12 rack1
UN 172.18.0.4 173.19 KiB 1 ? 1ba940c4-9c30-4aed-b206-a15e42e4e0be rack1
UN 172.18.0.2 204.74 KiB 1 ? 05d18a6f-f42d-43c9-9bee-0fb1236fcdcd rack1

Note: Non-system keyspaces don't have the same replication settings, effective ownership information is meaningless
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool getendpoints keyspace_rf3 test_table 13e77faa-b668-4584-b7b3-f1245e42c51e
172.18.0.3
172.18.0.4
172.18.0.2
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$
```

7. Для якогось запису з кожного з кейспейсу виведіть ноди на яких зберігаються дані

```
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool getendpoints keyspace_rf1 test_table f4a221f5-550a-416e-8827-741781de4bad
172.18.0.2
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool getendpoints keyspace_rf2 test_table 37631732-a0da-4b9b-bfaa-18c463798049
172.18.0.2
172.18.0.3
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool getendpoints keyspace_rf3 test_table 13e77faa-b668-4584-b7b3-f1245e42c51e
172.18.0.3
172.18.0.4
172.18.0.2
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$
```

8. Відключити одну з нод. Для кожного з кейспейсів перевірити з якими рівнями consistency можемо читати та писати

- для Keyspace з replication factor 1 - CONSISTENCY ONE
- для Keyspace з replication factor 2 - CONSISTENCY ONE/TWO
- для Keyspace з replication factor 3 - CONSISTENCY ONE/TWO/THREE

```
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker stop cassandra23
cassandra23
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 cqlsh
Connected to Test2Cluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.2.0 | Cassandra 5.0.2 | CQL spec 3.4.7 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> CONSISTENCY ONE;
Consistency level set to ONE.
cqlsh> SELECT * FROM keyspace_rf1.test_table;
NoHostAvailable: ('Unable to complete the operation against any hosts', {<Host: 127.0.0.1:9042 datacenter1>: Unavailable('Error from server: code=1000 [Unavailable exception] message="
Cannot achieve consistency level ONE" info={\'consistency\': \'ONE\', \'required_replicas\': 1, \'alive_replicas\': 0}\')})})
cqlsh> CONSISTENCY TWO;
Consistency level set to TWO.
cqlsh> SELECT * FROM keyspace_rf2.test_table;
NoHostAvailable: ('Unable to complete the operation against any hosts', {<Host: 127.0.0.1:9042 datacenter1>: Unavailable('Error from server: code=1000 [Unavailable exception] message="
Cannot achieve consistency level TWO" info={\'consistency\': \'TWO\', \'required_replicas\': 2, \'alive_replicas\': 1}\')})})
cqlsh> CONSISTENCY THREE;
Consistency level set to THREE.
cqlsh> SELECT * FROM keyspace_rf3.test_table;
NoHostAvailable: ('Unable to complete the operation against any hosts', {<Host: 127.0.0.1:9042 datacenter1>: Unavailable('Error from server: code=1000 [Unavailable exception] message="
Cannot achieve consistency level THREE" info={\'consistency\': \'THREE\', \'required_replicas\': 3, \'alive_replicas\': 2}\')})})
cqlsh>
```

9. Зробить так щоб три ноди працювали, але не бачили одна одну по мережі (заблокуйте чи відключити зв'язок між ними)

```
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra22 nodetool disable gossip
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra23 nodetool disable gossip
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool status
Datacenter: datacenter1
=====
Status=Up/Down
-- State=Normal/Leaving/Joining/Moving
-- Address Load Tokens Owns Host ID Rack
DN 172.18.0.3 171.8 KiB 1 ? 1ba940c4-9c30-4aed-b206-a15e42e4e0be rack1
DN 172.18.0.4 200.63 KiB 1 ? db41b30e-c130-4038-b703-1c809161dc12 rack1
UN 172.18.0.2 207.7 KiB 1 ? 05d18a6f-f42d-43c9-9bee-0fb1236fcdcd rack1

Note: Non-system keyspaces don't have the same replication settings, effective ownership information is meaningless
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$
```

10. Для кейспейсу з replication factor 3 задайте рівень consistency рівним 1. Виконайте по черзі запис значення з однаковим primary key, але різними іншими значенням окремо на кожну з нод (тобто створить конфлікт)

```
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra22 cqlsh
Connected to Test2Cluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.2.0 | Cassandra 5.0.2 | CQL spec 3.4.7 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> USE keyspace_rf3;
cqlsh:keyspace_rf3> CONSISTENCY ONE;
Consistency level set to ONE.
cqlsh:keyspace_rf3> INSERT INTO test_table (id, value) VALUES (uuid(), 'Test_Value1');
cqlsh:keyspace_rf3> exit
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra23 cqlsh
Connected to Test2Cluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.2.0 | Cassandra 5.0.2 | CQL spec 3.4.7 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> USE keyspace_rf3;
cqlsh:keyspace_rf3> CONSISTENCY ONE;
Consistency level set to ONE.
cqlsh:keyspace_rf3> INSERT INTO test_table (id, value) VALUES (uuid(), 'Test_Value2');
cqlsh:keyspace_rf3> exit
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$
```

11.Відновіть зв'язок між нодами, і перевірте що вони знову об'єдналися у кластер. Визначте яким чином була вирішений конфлікт даних та яке значення було прийнято кластером та за яким принципом

```
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra22 nodetool enablegossip
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra23 nodetool enablegossip
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 nodetool status
Datacenter: datacenter1
=====
Status=Up/Down
// State=Normal/Leaving/Joining/Moving
-- Address      Load      Tokens     Owns    Host ID                               Rack
UN 172.18.0.3    171.8 KiB  1          ?       1ba940c4-9c30-4aed-b206-a15e42e4e0be rack1
UN 172.18.0.4    200.63 KiB 1          ?       db41b30e-c130-4038-b703-1c809161dc12 rack1
UN 172.18.0.2    207.7 KiB  1          ?       05d18a6f-f42d-43c9-9bee-0fb1236fcdcd rack1

Note: Non-system keyspaces don't have the same replication settings, effective ownership information is meaningless
bober@bober-VirtualBox:~/zaritskyi_lab5/cassandra$ sudo docker exec -it cassandra21 cqlsh
Connected to Test2Cluster at 127.0.0.1:9042
[cqlsh 6.2.0 | Cassandra 5.0.2 | CQL spec 3.4.7 | Native protocol v5]
Use HELP for help.
cqlsh> USE keyspace_rf3;
cqlsh:keyspace_rf3> SELECT id FROM test_table;

id
-----
125778bd-fa35-4e76-837b-1f130e144195
446e53b9-27bb-4710-bcf8-174d32a8ba1f
0bcd77d9-f412-4c6c-9a63-dd7062a24ff8
bbd848cd-ec2-4aa9-863f-5fff9fa22752
28e9f60f-3310-4c89-9e44-9797e3106f1a
58720af5-0277-4298-a7ea-0fc6b0cee3f0
b23b5560-150b-47c4-9db9-c0cbe618cd96
ed696186-f560-4744-b415-cac634846a9e
13e77faa-b668-4584-b7b3-f1245e42c51e

(9 rows)
cqlsh:keyspace_rf3> SELECT * FROM test_table WHERE id = 125778bd-fa35-4e76-837b-1f130e144195;
cqlsh:keyspace_rf3> SELECT * FROM test_table WHERE id = 125778bd-fa35-4e76-837b-1f130e144195;

id | value
-----
125778bd-fa35-4e76-837b-1f130e144195 | Test_Value2

(1 rows)
cqlsh:keyspace_rf3>
```

Отже, cassandra вирішила конфлікт даних за принципом Last Write Wins (LWW), обираючи останнє записане значення(запис із найпізнішою меткою часу) як остаточне.