跨链原子交换实验

姓名：李帅东　学号：2111231
姓名：齐明杰　学号：2113997

1　实验目的

本次实验的目的是实现**跨链原子交换**（Atomic Cross-Chain Swap）的关键部分。在这个过程中，参与者Alice和Bob将在不同的区块链上安全地交换加密货币的所有权。Alice拥有BTC Testnet3上的比特币，而Bob在BCY Testnet上拥有比特币。这种交换不能通过简单的交易实现，因为它们位于不同的区块链上。实验的核心是围绕一个**只有一方知道的秘密**进行交易设计，确保只有在秘密被揭露时，双方才能够赎回对方发送的硬币。如果秘密永远不被揭露，双方将能够安全地取回他们的原始硬币。

2　实验原理

跨链原子交换是一种加密技术，允许在不同的区块链之间交换资产，而无需信任第三方。这种方法的核心是使用加密哈希函数（例如SHA-256）来创建一个条件，只有在某个秘密值（x）被揭露时，条件才能被满足。

在这个实验中，交易是围绕一个**秘密值**x构建的。只有哈希值H(x)会被公开，而x保持秘密。当x被揭露时，参与方可以使用它来赎回对方链上的资产。这个过程中，关键的技术组件包括：

1. **Hash Time-Locked Contracts (HTLCs):** 这是实现原子交换的关键机制，它结合了哈希锁（确保只有知道秘密x的人才能解锁资金）和时间锁（确保如果交易在一定时间内未完成，资金将返回给发送方）。
2. **秘密x的创建与管理：** x是交易的关键，它的安全管理至关重要。只有当双方都遵守交易协议时，这个秘密才能正确地启用交换。
3. **交易签名与验证：** 在跨链交换中，每个参与者必须在各自的区块链上创建并签名交易。这些交易包含了指向HTLCs的引用和特定的条件，如哈希值和时间锁。验证过程确保交易满足所有区块链协议的要求。
4. **交易广播与确认：** 创建和签名后的交易需要在相应的区块链上广播。交易一旦被区块链网络确认，它们就变得不可逆转，从而确保了资产交换的不可撤销性。
5. **秘密x的揭露与资产赎回：** 在交易被确认后，秘密x需要在规定的时间内被揭露。揭露秘密是赎回对方资产的关键。一旦x被公开，任何一方都可以使用它来解锁HTLC，从而完成资产的转移。
6. **时间锁的作用：** 如果在规定时间内秘密x没有被揭露，资产将通过时间锁返回给原始所有者。这确保了即使一方未能遵守交易协议，另一方也不会损失资产。

3　实验过程

3.1 BTC创建账户 & 领取币

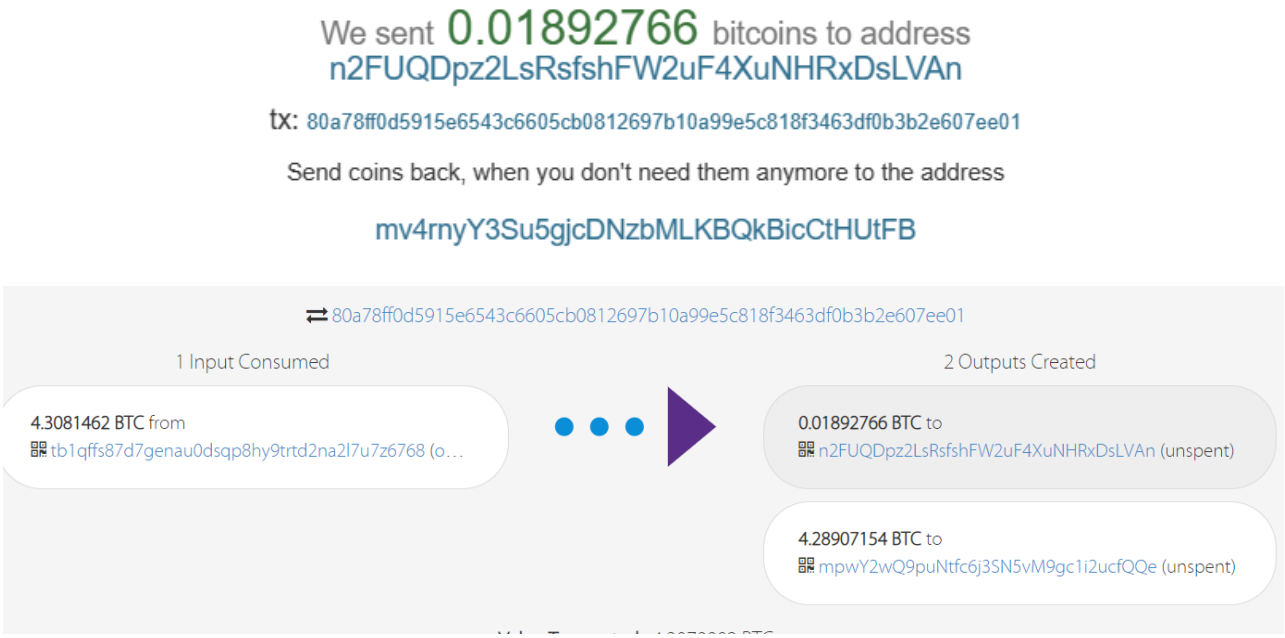
为Alice 和Bob创建秘钥：执行kengen.py得到私钥和公钥：

```
Alice
    Private key: cN29hw7R3vswDjSmjaPMNXdQtuD6n1DTAPP59XxHMcn8rTCUFcgz
    Address: n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn

Bob
    Private key: cUzSFAkmxCmNSaooaWUQoWv1Mu6Ji4Q8VAKG8vdiDSmyQ5sp1vXy
    Address: n1BLLzAEjXKEbtkit6kurhJ5Bss6zRVqRR
```

为Alice的BTC领取测试币：

```
Txid:[80a78ff0d5915e6543c6605cb0812697b10a99e5c818f3463df0b3b2e607ee01]
```



3.2 BCY创建账户 & 领取币

3.2.1 Blockcypher 注册帐户

注册账户获取API token

- ID:2111231@mail.nankai.edu.cn
- pw:Blockchain2023
- Token:3cc99a91b23843d88d79e37f3ec3076a

3.2.2 创建BCY秘钥

为Alice和Bob创建BCY密钥并且填入keys.py

- 使用指令`curl -X POST https://api.blockcypher.com/v1/bcy/test/addrs?token=YOURTOKEN`
- Alice

```
"private":
"f983b81de6cab7a84636ae2cb50b622654c7712ca1dde6c030f3aa399e46d3e3",
"public":
"02af90ced1a0e21f7abf6dfa72c6acd2cc9365419b9b2c91bd885bc4fae7c5c5b2",
"address": "C17UZqVPbajwgedoaY4a9MYiEzhnijmdFy",
"wif": "Bwh47JHKmobAXan2D4vBCSBqEum8LesqbDX21iBDJKzd9W94kpTU"
```

- Bob

```
"private":
"217099cc98922bdfe8e05f4a05f9a8cbb10e9a72e1655ed96c3958d4395b9ca3",
"public":
"0234e56b7c63bee9fbef88186a2ac9a4647ae50098efd8e7e7745da6f6e2a0a5dc",
"address": "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k",
"wif": "BpT2tqdYjkfF5TkNHSVD6vq2Sj1E2hVZ2KQCTfJ2hf8k9EkxbzQR"
```

3.2.3 在BCY网站上为Bob领取测试币

使用指令

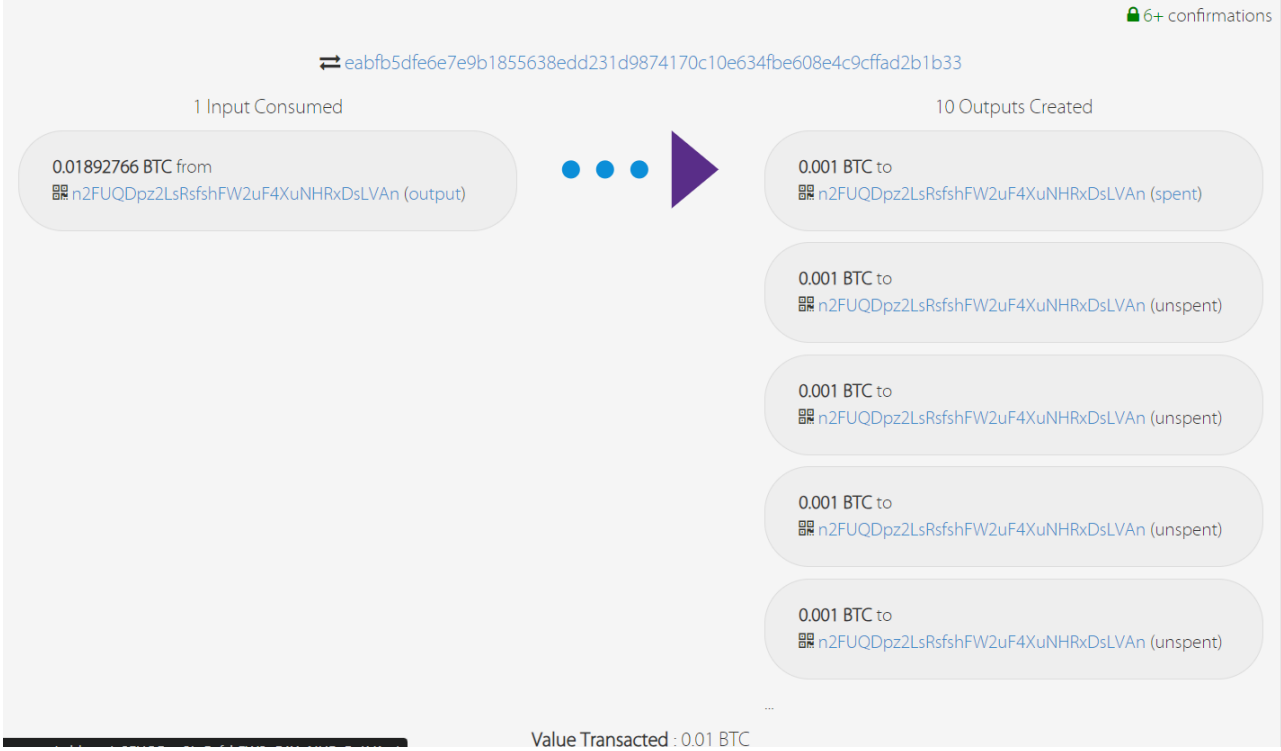
```
curl -d '{"address":"BOB_BCY_ADDRESS", "amount": 1000000}'
 https://api.blockcypher.com/v1/bcy/test/faucet?
token=3cc99a91b23843d88d79e37f3ec3076a
```

得到hash值

```
"tx_ref":
"21f436a219c6640ec4c1c4186546f27ce6542ac8253922d4ac39b187adee5fb5"
```

3.3 划分币

我们使用split_test_coins.py将上述领取的Alice BTC币划分为10份。



对应response:

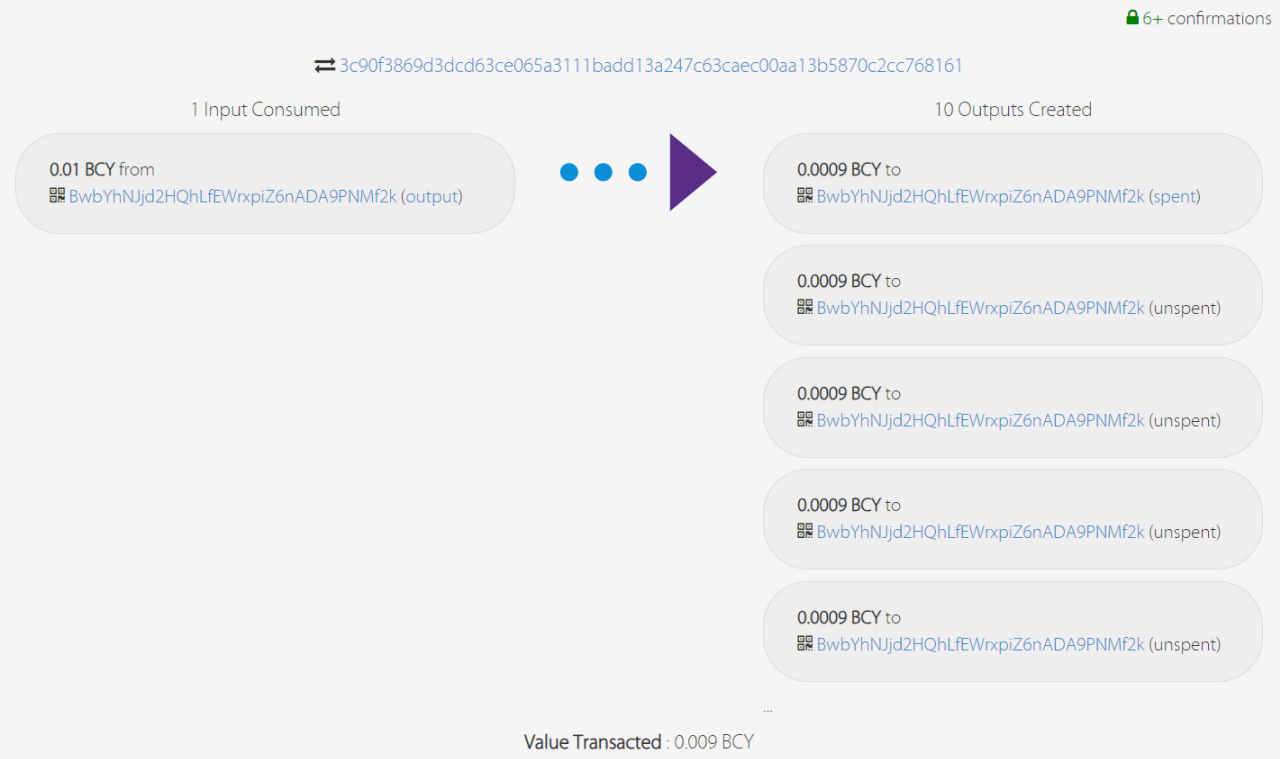
```
201 Created
{
  "tx": {
    "block_height": -1,
    "block_index": -1,
    "hash":
"eabfb5dfe6e7e9b1855638edd231d9874170c10e634fbe608e4c9cffad2b1b33",
    "addresses": [
      "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
    ],
    "total": 1000000,
    "fees": 892766,
    "size": 497,
    "vsize": 497,
    "preference": "high",
    "relayed_by": "221.238.245.25",
    "received": "2023-11-13T02:41:58.220897667Z",
    "ver": 1,
    "double_spend": false,
    "vin_sz": 1,
    "vout_sz": 10,
    "confirmations": 0,
    "inputs": [
      {
        "prev_hash":
"80a78ff0d5915e6543c6605cb0812697b10a99e5c818f3463df0b3b2e607ee01",
```

```
        "output_index": 0,
        "script": "47304402202a2aada9f0ce0081979ce0c679a76fb8c135bb862101d61f789d4256e6b89cee02205e35c7777b753ad10169b518a5c58993ad3a6c90ad9d2f6f11591a62e975bee401210253e55d2f17f6c06039fbe9393c9e427329dbd4218090f3d2565cf8ffd22fca70",
        "output_value": 1892766,
        "sequence": 4294967295,
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash",
        "age": 2538200
      }
    ],
    "outputs": [
      {
        "value": 100000,
        "script": "76a914e36d1e19cbc3f7a2da36e345d2a5940223a0f14088ac",
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 100000,
        "script": "76a914e36d1e19cbc3f7a2da36e345d2a5940223a0f14088ac",
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 100000,
        "script": "76a914e36d1e19cbc3f7a2da36e345d2a5940223a0f14088ac",
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 100000,
        "script": "76a914e36d1e19cbc3f7a2da36e345d2a5940223a0f14088ac",
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
```

```
      },
      {
        "value": 100000,
        "script": "76a914e36d1e19cbc3f7a2da36e345d2a5940223a0f14088ac",
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 100000,
        "script": "76a914e36d1e19cbc3f7a2da36e345d2a5940223a0f14088ac",
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 100000,
        "script": "76a914e36d1e19cbc3f7a2da36e345d2a5940223a0f14088ac",
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 100000,
        "script": "76a914e36d1e19cbc3f7a2da36e345d2a5940223a0f14088ac",
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 100000,
        "script": "76a914e36d1e19cbc3f7a2da36e345d2a5940223a0f14088ac",
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 100000,
        "script": "76a914e36d1e19cbc3f7a2da36e345d2a5940223a0f14088ac",
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
```

```
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      }
    ]
  }
}
```

同样地，划分Bob的BCY币为10份：




```
201 Created
{
  "tx": {
    "block_height": -1,
    "block_index": -1,
    "hash":
"3c90f3869d3dcd63ce065a3111badd13a247c63caec00aa13b5870c2cc768161",
    "addresses": [
      "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
    ],
    "total": 900000,
    "fees": 100000,
    "size": 497,
    "vsize": 497,
    "preference": "high",
    "relayed_by": "221.238.245.25",
    "received": "2023-11-13T02:43:59.016301481Z",
    "ver": 1,
```

```
    "double_spend": false,
    "vin_sz": 1,
    "vout_sz": 10,
    "confirmations": 0,
    "inputs": [
      {
        "prev_hash":
"21f436a219c6640ec4c1c4186546f27ce6542ac8253922d4ac39b187adee5fb5",
        "output_index": 0,
        "script":
"47304402203be5be84b0892dc1aea4095d7f49b5735f7530cd66ae00562fdc72ef17a64c
050220039a9a43bea7382a59b56be9cc719f28bece55de8d64cfdf41af177225ee9045012
10234e56b7c63bee9fbef88186a2ac9a4647ae50098efd8e7e7745da6f6e2a0a5dc",
        "output_value": 1000000,
        "sequence": 4294967295,
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash",
        "age": 1065779
      }
    ],
    "outputs": [
      {
        "value": 90000,
        "script": "76a9143108591cbc4ce4680ceecdedce861b29c901f8ce88ac",
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 90000,
        "script": "76a9143108591cbc4ce4680ceecdedce861b29c901f8ce88ac",
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 90000,
        "script": "76a9143108591cbc4ce4680ceecdedce861b29c901f8ce88ac",
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
```

```
      },
      {
        "value": 90000,
        "script": "76a9143108591cbc4ce4680ceecdedce861b29c901f8ce88ac",
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 90000,
        "script": "76a9143108591cbc4ce4680ceecdedce861b29c901f8ce88ac",
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 90000,
        "script": "76a9143108591cbc4ce4680ceecdedce861b29c901f8ce88ac",
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 90000,
        "script": "76a9143108591cbc4ce4680ceecdedce861b29c901f8ce88ac",
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 90000,
        "script": "76a9143108591cbc4ce4680ceecdedce861b29c901f8ce88ac",
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 90000,
        "script": "76a9143108591cbc4ce4680ceecdedce861b29c901f8ce88ac",
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
```

```
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      },
      {
        "value": 90000,
        "script": "76a9143108591cbc4ce4680ceecdedce861b29c901f8ce88ac",
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash"
      }
    ]
  }
}
```

3.4 完善脚本

3.4.1 coinExchangeScript

考虑创建跨链原子交换所需事务所需的 ScriptPubKey。此交易必须可由接收者赎回（如果他们有一个与 Hash（x）对应的秘密 x），或者可以用发送者和接收者的两个签名赎回。

完善 swap_scripts.py 中的脚本 coinExchangeScript。

```
def coinExchangeScript(public_key_sender, public_key_recipient, hash_of_secret):
    return [
        # fill this in!
        #匹配是否包含接收的签名
        public_key_recipient,#接受者的公钥放入脚本当中
        OP_CHECKSIGVERIFY,#验证公钥是否有效
        #复制栈顶的元素，因为要进行两种判断
        OP_DUP,
        #检查是不是发送者的签名
        public_key_sender,
        OP_CHECKSIG,

        OP_IF,#如果发送者的签名有效，就执行OP_DROP，栈中移除一个元素
        OP_DROP,
        OP_1,#压栈1，代表True

        OP_ELSE,#如果不成立
        OP_HASH160,#计算提供秘密的哈希值
        hash_of_secret,
        OP_EQUAL,#比较秘密的哈希值
```

```
        OP_ENDIF
    ]
```

3.4.2 coinExchangeScriptSig1

在接收者知道秘密 x 的情况下，编写赎回交易所需的 ScriptSig。在 swap_scripts.py 中完善 coinExchangeScriptSig1。

```
def coinExchangeScriptSig1(sig_recipient, secret):
    return [
    secret,
    sig_recipient
        # fill this in!包含了交易中的秘密和接受者的签名
    ]
```

3.4.3 coinExchangeScriptSig2

在发送方和接收方都签署事务的情况下，编写赎回事务所需的 ScriptSig。在 swap_scripts.py 中完善 coinExchangeScriptSig2

```
def coinExchangeScriptSig2(sig_sender, sig_recipient):
    return [
    sig_sender,
    sig_recipient
        # fill this in!
    ]
```

4 跨链原子交换设计文档

4.1 解释你写的代码内容，以及 coinExchangeScript 是如何工作的

- **coinExchangeScript**

```
def coinExchangeScript(public_key_sender, public_key_recipient,
hash_of_secret):
    return [
        # fill this in!
        #匹配是否包含接收的签名
        public_key_recipient,#接受者的公钥放入脚本当中
        OP_CHECKSIGVERIFY,#验证公钥是否有效
        #复制栈顶的元素，因为要进行两种判断
        OP_DUP,
        #检查是不是发送者的签名
        public_key_sender,
        OP_CHECKSIG,

        OP_IF,#如果发送者的签名有效，就执行OP_DROP，栈中移除一个元素
```

```
        OP_DROP,
        OP_1,#压栈1，代表True

        OP_ELSE,#如果不成立
        OP_HASH160,#计算提供秘密的哈希值
        hash_of_secret,
        OP_EQUAL,#比较秘密的哈希值
        OP_ENDIF
    ]
```

`coinExchangeScript` 函数生成的是**跨链原子交换**中使用的 ScriptPubKey，这是一个定义资产如何被赎回的条件脚本。下面是该脚本的组件及其工作原理：

1. **public_key_recipient**：接收者的公钥。这是用于验证接收者签名的关键部分。
2. **OP_CHECKSIGVERIFY**：这是一个操作码，用于验证栈顶部的签名是否与所提供的公钥匹配。如果签名有效，则继续执行脚本；如果无效，则脚本执行失败。
3. **OP_DUP**：这个操作码复制栈顶的元素。在这个脚本中，它用于保留一个公钥的副本，以便后续步骤中进行比较。
4. **public_key_sender**：发送者的公钥。这是用于验证发送者签名的另一个关键部分。
5. **OP_CHECKSIG**：又一个操作码，用于验证栈顶的签名是否与所提供的公钥（这次是发送者的公钥）匹配。
6. **OP_IF - OP_DROP - OP_1 - OP_ELSE - OP_HASH160 - hash_of_secret - OP_EQUAL - OP_ENDIF**：这一系列操作码实现了脚本的**逻辑分支**。它们定义了两种**赎回条件**：
   - 如果发送者的签名有效（由`OP_CHECKSIG`验证），则执行`OP_DROP`操作移除栈顶元素，然后`OP_1`（代表真值）被推送到栈顶，表示交易条件满足。
   - 如果不是发送者的签名，脚本则检查提供的秘密是否有效。这是通过计算提供的秘密的哈希值（`OP_HASH160`），并将其与预先定义的`hash_of_secret`进行比较（`OP_EQUAL`）。如果它们相等，表示秘密正确，交易条件也满足。

这个脚本允许资产在两种情况下被赎回：**一是接收者提供了正确的秘密**（即知道了秘密x的值），**二是发送者和接收者共同签名**（即双方共同决定取消交易或修改其条款）。这种设计使得资产的交换既安全又灵活，保证了只有在满足特定条件时，资产才能被转移。

- **coinExchangeScriptSig1**

```
def coinExchangeScriptSig1(sig_recipient, secret):
    return [
    secret,
    sig_recipient
        # fill this in!包含了交易中的秘密和接受者的签名
    ]
```

这个函数生成的是接收者用来赎回资产的脚本签名（ScriptSig）。其工作原理如下：

- `secret`：这是之前提到的秘密x的值。在整个跨链交换过程中，这个秘密是交换的核心。当接收者知道了这个秘密并准备好公开它时，他们将使用这个值来解锁交易。
- `sig_recipient`：这是接收者的数字签名。这个签名证明了交易是由资产的合法接收者发起的。

当这两个元素（秘密和接收者的签名）被提供时，它们满足了`coinExchangeScript`中定义的条件，允许接收者赎回资产。具体来说，它们匹配了脚本中定义的哈希值和签名验证条件。

- **coinExchangeScriptSig2**

```
def coinExchangeScriptSig2(sig_sender, sig_recipient):
    return [
    sig_sender,
    sig_recipient
        # fill this in!
    ]
```

这个函数生成的是用于将资产返回给发送者的情况下的脚本签名。其工作原理如下：

- `sig_sender`：这是发送者的数字签名。这个签名用于证明交易是由资产的原始拥有者发起的。
- `sig_recipient`：这也是接收者的数字签名。在这种情况下，接收者的签名是为了证明他们同意将资产返回给发送者。

当这两个签名都被提供时，它们满足了`coinExchangeScript`中的另一个条件，即允许双方共同签名来解锁资产。这通常用于交换未能按计划进行时，将资产安全退回给发送者的情况。

总结来说，`coinExchangeScriptSig1`和`coinExchangeScriptSig2`分别对应了跨链原子交换中的两个主要场景：一是接收者赎回资产，二是交易取消时资产返回给发送者。这两个脚本签名的实现确保了交易的安全性和条件的满足。

4.2 以 Alice 用 coinExchangeScript 向 Bob 发送硬币为例

4.2.1 如果 Bob 不把钱赎回来，Alice 为什么总能拿回她的钱？

在这个过程中，Alice首先创建了一笔支付BTC币的交易I，并将这笔交易记录在`alice_swap_tx`中。然后，她根据交易I的哈希值创建了超时赎回交易II，在一定时间后如果Bob不取走这笔钱，交易II会使资金返回给Alice。最后，Alice邀请Bob对交易II进行签名。如果Bob不签名，交易I将永远不会被广播，资金将始终保留在Alice手中。如果Bob签名，那么Alice

就拥有了自己和Bob双方的签名，交易I将被广播，资金就不再在Alice或Bob的控制之下。

即使Bob没有提供与Alice交换的BCY币的交易，或者Alice没有赎回Bob存储在BCY链上的存款，导致交易未达成，Bob也无法取走交易I中的币。因此，在一定时间后，交易II生效，Alice将其广播，资金就能回到Alice手中。

这个过程的关键在于，在整个交换过程中，Alice能够确保只有在交易达成并且Bob履行了他的承诺时，才会释放资金。这种原子交换的机制确保了交易的安全性和可靠性，同时避免了信任第三方的需求。

4.2.2 为什么不能用简单的 1/2 multisig 来解决这个问题?

如果使用½multisig，只需要一个人的签名就能把钱赎回来。如此一来，Bob 就可以在Alice创建交易后，单独签名，“偷走”Alice的币。

4.3 解释 Alice (Bob) 创建的一些交易内容和先后次序，以及背后的设计原理

[1]Alice创建一个秘密`x`，并对该秘密进行hash计算

[2]Alice创建交易I，通过交易I，Alice可以将自己的BTC的币给Bob，但是Alice并不会广播出去。为了防止Alice单方面地赎回交易I，该交易需要Bob的签名才能赎回。并且，为了确保Alice在交易条件未达成时能够赎回自己的BTC，Alice必须得到Bob签名的延迟赎回脚本II才能将交易I广播。创建交易II，就必须使用交易I的哈希值，所以就得先让Alice创建交易I。

[3]Alice创建交易II之后的一段时间，如果Bob没有取走这笔钱，那么之前的交易I发出的BTC就会返回到Alice自己的账户上。

[4]Alice让Bob在交易II上面签名

[5]签名之后，Alice将交易I广播。这一时刻，Alice的BTC不在二人手中。

[6]Bob创建交易III将自己的BCY转发给Alice，其中包括交易I中存在的秘密`x`的哈希值，同样的先不广播

[7]Bob创建交易IV。一定时间后（小于交易II设置的时间），如果Alice没有取走这笔钱，之前发出的BCY就会返回至自己的账户中。

[8]Bob让Alice在交易IV上面签名。

[9]签名之后，Bob才会将交易III广播。同理，这一时刻，BCY不在双方手中。

[10]Alice使用自己签名的存有秘密`x`的交易在规定时间内取走交易III中的钱(新的交易V)。这一时刻，秘密`x`机会被揭露。【如果，Alice不去走交易III中的钱的话，一旦超过规定时间，Bob和Alice将会依次将交易II、IV广播，这个时候，双方就可以使双方的签名取回自己的币。】

[11]Bob使用自己的签名的包含秘密 `x` 的交易I中的钱取走。这个时候，依次跨链原子交易就完成了。

4.4 以该作业为例，一次成功的跨链原子交换中，数字货币是如何流转的？如果失败，数字货币又是如何流转的？

在(C)题当中，描述了一次完整的跨链原子交换。

在前四步骤，双方还都持有各自的币。

如果第四步成功，Alice就不持有自己的币了，当然的，Bob持有自己的币，但不持有Alice的币

第六到第八步时，Alice就不持有自己的币了，当然的，Bob持有自己的币，但不持有Alice的币

如果第九步成功，Alice和Bob既不持有自己的币，也不持有对方的币。

如果第十步成功，Alice就得到了Bob的币了。

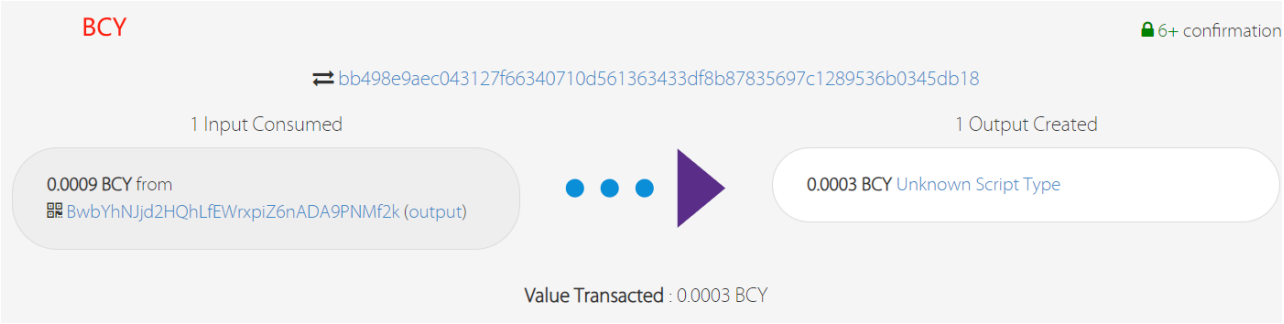
如果第十一步成功，Bob就得到了Alice的币了。

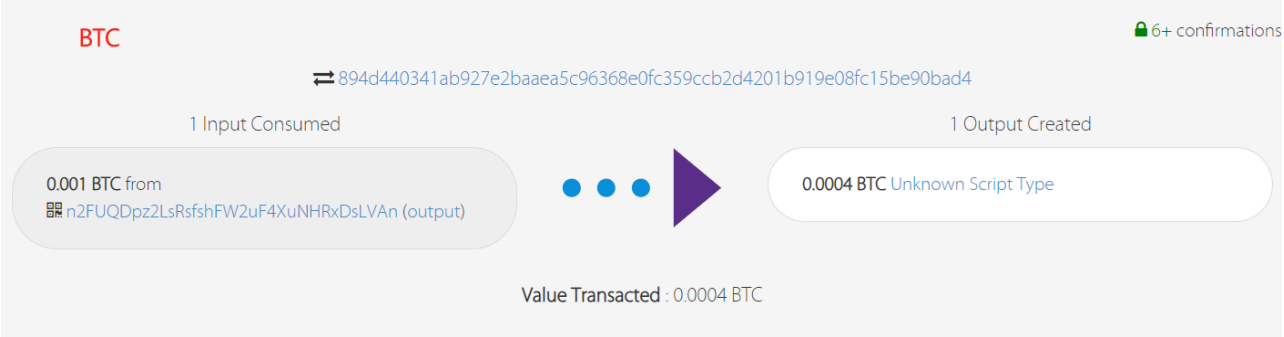
如果在任何关键步骤中，比如秘密x未按时公开或某一方未执行必要的交易，交换将失败。在这种情况下，由于设置了时间锁，资产将保留在原始所有者的控制下。对于 Alice 和 Bob 来说，如果交换失败，他们的资产将通过时间锁自动返回到他们各自的账户中。这种机制确保了即使交易未能完成，双方的资产也不会丢失。

5 实验结果

跨链原子交换的结果：

- $\mathbf{broadcast\_transactions = True}$





```
python3 '/home/linux/Documents/blockchain/lab4/swap.py'
Alice swap tx (BTC) created successfully!
201 Created
{
  "tx": {
    "block_height": -1,
    "block_index": -1,
    "hash":
"0a3987a0dd61cceb55c98aa36eaff5dc4e286bae3e1fc23e0e56ffcf52068ac9",
    "addresses": [
      "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
    ],
    "total": 40000,
    "fees": 60000,
    "size": 265,
    "vsize": 265,
    "preference": "high",
    "relayed_by": "221.238.245.25",
    "received": "2023-11-13T04:45:42.778956031Z",
    "ver": 1,
    "double_spend": false,
    "vin_sz": 1,
    "vout_sz": 1,
    "confirmations": 0,
    "inputs": [
      {
        "prev_hash":
"eabfb5dfe6e7e9b1855638edd231d9874170c10e634fbe608e4c9cffad2b1b33",
        "output_index": 1,
        "script":
"47304402203c53f3f2e8af59c5eb193a653961335b881c568814f4cadd03e19f5dbd5e521
c0220285f5688ead8ff1eccbf392445e669ba93708d47456cedd4c44769396a42603501210
253e55d2f17f6c06039fbe9393c9e427329dbd4218090f3d2565cf8ffd22fca70",
        "output_value": 100000,
        "sequence": 4294967295,
        "addresses": [
          "n2FUQDpz2LsRsfshFW2uF4XuNHRxDsLVAn"
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash",
        "age": 2538201
      }
    ],
    "outputs": [
      {
        "value": 40000,
```

```
        "script":
"2103ff55c4e48807009d94d0b3f639e26da4ec9d1cb46ed00a269c0dbe2f9b214bbdad762
10253e55d2f17f6c06039fbe9393c9e427329dbd4218090f3d2565cf8ffd22fca70ac63755
167a914853b775079232503df966e626618e1d388a957208768",
        "addresses": null,
        "script_type": "unknown"
      }
    ]
  }
}
Bob swap tx (BCY) created successfully!
201 Created
{
  "tx": {
    "block_height": -1,
    "block_index": -1,
    "hash":
"e0900f87c2ce44c2e1b18b9f5e7fdf781c3bc08ac148c162f02482adc7b6778a",
    "addresses": [
      "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
    ],
    "total": 30000,
    "fees": 60000,
    "size": 266,
    "vsize": 266,
    "preference": "high",
    "relayed_by": "221.238.245.25",
    "received": "2023-11-13T04:45:45.134647543Z",
    "ver": 1,
    "double_spend": false,
    "vin_sz": 1,
    "vout_sz": 1,
    "confirmations": 0,
    "inputs": [
      {
        "prev_hash":
"3c90f3869d3dcd63ce065a3111badd13a247c63caec00aa13b5870c2cc768161",
        "output_index": 1,
        "script":
"48304502210088afaa9c78618cbbf4e6f5077665e884754964c1d10afe0b0af16f7018a9e
3c202201a0dbc2b7a509d297555529e09f7b9dd937797ae8d7b5e0e6b26768aaadc5fed012
10234e56b7c63bee9fbef88186a2ac9a4647ae50098efd8e7e7745da6f6e2a0a5dc",
        "output_value": 90000,
        "sequence": 4294967295,
        "addresses": [
          "BwbYhNJjd2HQhLfEWrxpiZ6nADA9PNMf2k"
```

```
        ],
        "script_type": "pay-to-pubkey-hash",
        "age": 1065785
      }
    ],
    "outputs": [
      {
        "value": 30000,
        "script":
"2102af90ced1a0e21f7abf6dfa72c6acd2cc9365419b9b2c91bd885bc4fae7c5c5b2ad762
10234e56b7c63bee9fbef88186a2ac9a4647ae50098efd8e7e7745da6f6e2a0a5dcac63755
167a914853b775079232503df966e626618e1d388a957208768",
        "addresses": null,
        "script_type": "unknown"
      }
    ]
  }
}

Sleeping for 20 minutes to let transactions confirm...
Bob return coins (BCY) tx created successfully!
Alice return coins tx (BTC) created successfully!
Sleeping for  blocks to pass locktime...
```


- broadcast_transactions = False

```
(base) PS D:\study\大三\区块链\实验\Ex4> & D:/ProgramData/Anaconda3/python.exe d:/study/大三/区块链/实验/Ex4/swap.py
Alice swap tx (BTC) created successfully!
Bob swap tx (BCY) created successfully!
Bob return coins (BCY) tx created successfully!
Alice return coins tx (BTC) created successfully!
(base) PS D:\study\大三\区块链\实验\Ex4>
```